Penerapan Logika Fuzzy untuk Menghitung Uang Saku Perhari

Riandy Rahman Nugraha(13511014)
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
riandyrn@students.itb.ac.id

***Abstrak*—Pada makalah ini penulis akan membahas mengenai penerapan logika fuzzy. Logika fuzzy berdasar pada teori himpunan fuzzy yang memetakan fungsi keanggotaan suatu elemen dalam himpunan dalam rentang [0,1]. Logika fuzzy ini akan penulis gunakan untuk menaksir uang saku yang sebaiknya penulis sediakan bergantung pada perkiraan konsumsi hari ini (dalam rupiah) dan lamanya aktivitas perhari penulis.**

***Kata Kunci*—fuzzy, himpunan, logika.**

I. PENDAHULUAN

Logika fuzzy adalah logika yang berdasar pada teori himpunan fuzzy. Teori ini menyatakan bahwa derajat keanggotaan dari suatu elemen himpunan bukanlah hanya terdiri dari 0 dan 1 (bukan anggota himpunan dan anggota himpunan), namun dalam rentang [0,1], sehingga seolah-olah ada daerah "abu-abu" daerah yang berlogika antara 0 dan 1. Teori ini pertama kali dikemukakan oleh Prof. Lothfi A. Zadeh dalam makalahnya yang berjudul *"Fuzzy Sets"* pada tahun 1965.

Logika fuzzy lebih banyak dikembangkan oleh orang-orang Jepang walaupun bermula dari Amerika Serikat. Salah satu alasannya karena Amerika memandang bahwa teori ini tidak memiliki nilai ekonomis sehingga hanya sedikit orang Amerika saja yang mengembangkan teori ini. Barulah setelah orang-orang Jepang berhasil membuat mesin yang menggunakan logika fuzzy teori ini dilirik oleh bangsa barat (Amerika dan lain-lain). Tak heran jika kini banyak sekali produk-produk Jepang yang menggunakan logika fuzzy ini, mulai dari peralatan rumah tangga seperti penanak nasi dan mesin cuci, robot, hingga mobil.

Logika fuzzy kini diterapkan dalam berbagai macam hal seperti kendali mesin, pengambilan keputusan manajemen perusahaan, kecerdasan buatan, pengolahan citra, dan lain sebagainya. Logika fuzzy banyak digunakan salah satunya karena dapat memodelkan suatu masalah yang apabila dibuat model matematisnya akan jauh lebih rumit[1], selain itu logika fuzzy juga dapat menanggulangi nilai-nilai yang berada di luar rentang[2] (dalam dunia nyata hal ini harus diasumsikan seringkali terjadi) dengan adanya kemudahan ini semakin banyak orang-orang yang mengembangkan logika fuzzy ini.

Pada makalah ini penulis ingin mencoba untuk merancang sebuah sistem fuzzy yang dapat membantu penulis dalam manajemen besarnya uang saku perhari bergantung(karena uang saku yang diterima penulis adalah uang saku bulanan) pada konsumsi yang ingin penulis keluarkan dan lamanya aktivitas penulis dalam satu hari. Sistem fuzzy yang penulis rancang akan menggunakan model Tsukamoto karena menurut penulis perhitungannya lebih mudah dikomputasikan dan lebih mudah dinalar.

Dalam makalah ini penulis tidak akan membahas performansi dari model yang penulis gunakan. Namun penulis akan membahas mengenai penggunaan logika fuzzy untuk menghitung besarnya uang saku yang sebaiknya disediakan dalam satu hari bergantung pada besarnya nilai konsumsi dan lamanya aktivitas.

II. HIMPUNAN FUZZY

Himpunan fuzzy adalah himpunan yang derajat keanggotaan tiap elemennya berada dalam rentang [0,1]. Hal ini berbeda dengan himpunan biasa(disebut juga himpunan tegas) yang derajat keanggotaan tiap elemennya hanya bernilai 0 atau 1. Derajat keanggotaan suatu elemen dalam suatu himpunan X dilambangkan dengan $\mu[x]$.

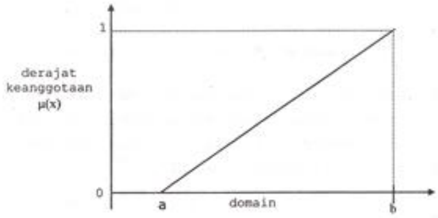
Misalkan X adalah suatu himpunan tegas yang memiliki elemen {1,2,3,4,5}, A adalah subset dari X, elemen-elemen dari A adalah {1,2,3}. Derajat keanggotaan 1 pada A adalah 1, derajat keanggotaan 2 pada A adalah 1, derajat keanggotaan 5 pada A adalah 0, dst. Dengan demikian derajat keanggotaan suatu elemen 0 pada himpunan tegas menyatakan bahwa elemen tersebut bukanlah bagian dari himpunan, sementara jika derajat keanggotaan suatu elemen 1 pada himpunan maka elemen tersebut dinyatakan anggota dari himpunan tersebut. Pada himpunan tegas derajat keanggotaan suatu elemen jika tidak 0(menyatakan bahwa elemen <u>bukan</u> anggota himpunan), 1(menyatakan bahwa elemen <u>adalah</u> anggota himpunan).

Pada himpunan fuzzy derajat keanggotaan suatu elemen berada pada rentang [0,1]. Artinya bisa saja nilai keanggotaan suatu elemen pada himpunan fuzzy bernilai 0.1, 0.5, 0.75, dll. Intinya derajat keanggotaan suatu elemen pada himpunan fuzzy tidak harus hanya 0 dan 1. Misalkan X={kodok, kecoa, kucing, anjing, harimau}, A adalah subset dari X, A=himpunan binatang yang lazim dijadikan hewan peliharaan di rumah. Maka derajat keanggotaan di A untuk kodok=0.3, kecoa=0, kucing=1, anjing=1, harimau=0.5(nilai-nilai ini berdasarkan pendapat penulis, sehingga bisa jadi pembaca memiliki nilai derajat keanggotaan yang berbeda dengan penulis).

Dari penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa derajat keanggotaan elemen dari suatu himpunan fuzzy bias, yakni dapat berbeda-beda nilainya. Namun hal ini bukan suatu kekurangan dari himpunan fuzzy, melainkan sifat inilah yang membuat fuzzy memiliki kemampuan untuk melahirkan sebuah sistem yang memiliki keahlian seperti pakar.

Pada kondisi nyata derajat keanggotaan dari elemen-elemen suatu himpunan fuzzy ditentukan berdasarkan statistik survey. Hasil dari statistik survey inilah yang kemudian berusaha didekati dengan suatu fungsi monoton. Fungsi-fungsi yang biasanya digunakan untuk mendekati hasil statistik adalah fungsi linier, fungsi segitiga, fungsi trapesium, fungsi S, fungsi pi, fungsi Beta, dan fungsi gauss. Berikut ini adalah ilustrasi dan penjelasan dari masing-masing fungsi[3].

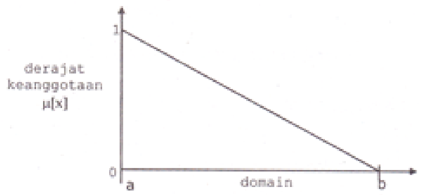
1. Fungsi Linier (Naik dan Turun)



Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \le a \\ (x-a)/(b-a); & a \le x \le b \\ 1; & x \ge b \end{cases}$$

Gambar 2-1 Kurva Linier Naik

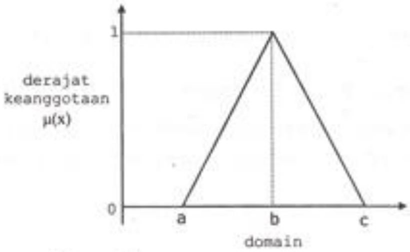


Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} (b-x)/(b-a); & a \le x \le b \\ 0; & x \ge b \end{cases}$$

Gambar 2-2 Kurva Linier Turun

2. Fungsi Segitiga

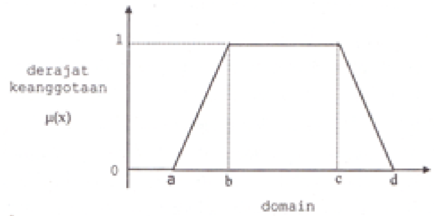


Fungsi Keanggotaan:

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

Gambar 2-3 Kurva Segitiga

3. Fungsi Trapesium

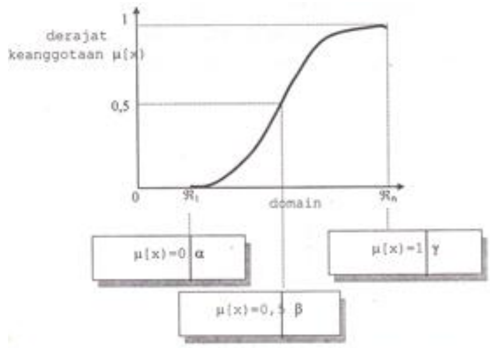


Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \le a \text{ atau } x \ge d \\ (x-a)/(b-a); & a \le x \le b \\ 1; & b \le x \le c \\ (d-x)/(d-c); & x \ge d \end{cases}$$

Gambar 2-4 Kurva Trapesium

4. Fungsi S

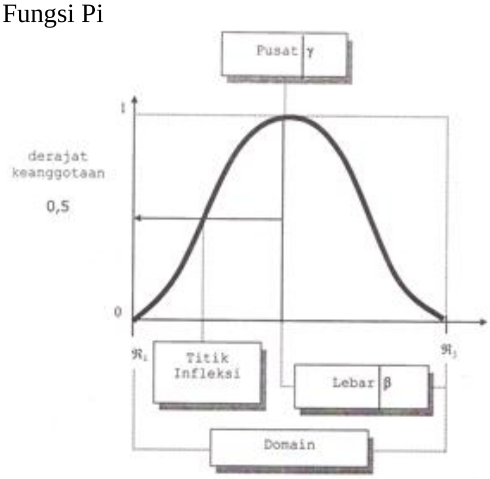


Fungsi keangotaan pada kurva PERTUMBUHAN adalah:

$$S(x;\alpha,\beta,\gamma) = \begin{cases} 0 & \rightarrow \quad x \le \alpha \\ 2((x-\alpha)/(\gamma-\alpha))^2 & \rightarrow \quad \alpha \le x \le \beta \\ 1-2((\gamma-x)/(\gamma-\alpha))^2 & \rightarrow \quad \beta \le x \le \gamma \\ 1 & \rightarrow \quad x \ge \gamma \end{cases}$$

Gambar 2-5 Kurva S

5. Fungsi Pi

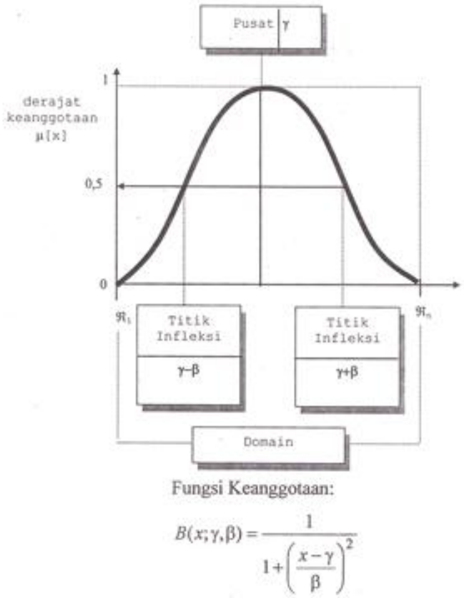


Fungsi Keanggotaan:

$$\Pi(x,\beta,\gamma) = \begin{cases} S\left(x;\gamma-\beta,\gamma-\frac{\beta}{2},\gamma\right) & \rightarrow \quad x \le \gamma \\ 1-S\left(x;\gamma,\gamma+\frac{\beta}{2},\gamma+\beta\right) & \rightarrow \quad x > \gamma \end{cases}$$

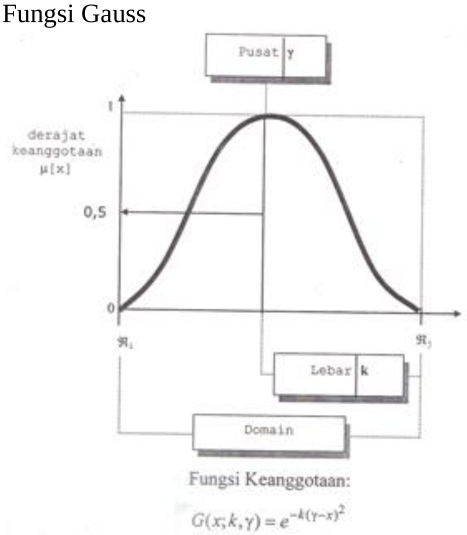
Gambar 2-6 Kurva Pi

6. Fungsi Beta



Gambar 2-7 Kurva Beta

7. Fungsi Gauss



Gambar 2-8 Kurva Gauss

Meskipun nampak sangat banyak, namun fungsi-fungsi ini dapat ditulis menggunakan satu rumus general. Rumus ini diajukan oleh J.Dombi dalam makalahnya yang berjudul *"Membership Function as an Evaluation"*. Rumus tersebut adalah sebagai berikut[4].

$$\mu(x) = \frac{(1-\nu)^{\lambda-1}(x-a)^{\lambda}}{(1-\nu)^{\lambda-1}(x-a)^{\lambda}+\nu^{\lambda-1}(b-x)^{\lambda}}, \quad x \in [a,b]$$

Gambar 2-9 Persamaan Umum Fungsi Keanggotaan Naik

$$\mu(x) = \frac{(1-\nu)^{\lambda-1}(b-x)^{\lambda}}{(1-\nu)^{\lambda-1}(b-x)^{\lambda}+\nu^{\lambda-1}(x-a)^{\lambda}}, \quad x \in [a,b]$$

Gambar 2-10 Persamaan Umum Fungsi Keanggotaan Turun

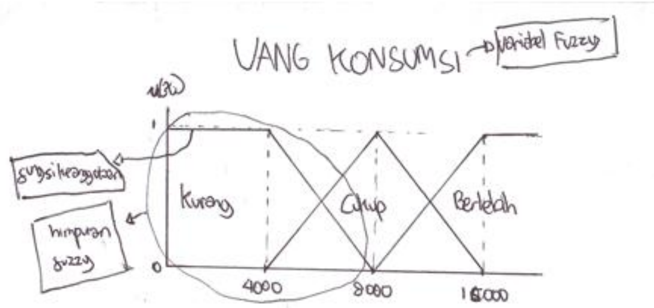
Dimana [a,b] adalah interval, λ adalah ketajaman, dan ν adalah titik infleksi seperti pada fungsi S. Saat λ=1 perhatikan bahwa fungsi akan menjadi fungsi linier.

Fungsi keanggotaan yang digunakan pada sistem fuzzy yang akan dibangun menggunakan pendekatan linier, bukan diturunkan langsung menggunakan rumus umum fungsi keanggotaan karena tujuan ditulisnya makalah ini adalah untuk mendemonstrasikan bagaimana suatu masalah dapat diselesaikan dengan logika fuzzy, bukan membuat sebuah sistem fuzzy yang benar-benar presisi. Karena didekati dengan fungsi linier, maka hasil akhir dari sistem fuzzy yang dibangun tidak akan benar-benar presisi 100%, namun masih dalam jangkauan yang dapat diterima.

III. SISTEM FUZZY

Suatu sistem fuzzy dibangun atas peubah-peubah fuzzy, aturan-aturan fuzzy, dan inferensi fuzzy. Berikut ini penjelasan mengenai masing-masing komponen tersebut.

Peubah fuzzy adalah hal yang dibicarakan dalam sistem. Misalkan saja pada sistem fuzzy yang akan penulis bangun peubah fuzzy-nya adalah uang saku perhari, lamanya aktivitas penulis, dan besarnya nilai konsumsi. Dalam peubah fuzzy inilah terletak domain-domain yang berisi himpunan fuzzy. Misalkan saja pada sistem yang akan penulis bangun, peubah fuzzy uang konsumsi perhari akan penulis bagi menjadi tiga bagian, yakni: kurang, cukup, dan berlebih. Masing-masing domain ini berisikan fungsi keanggotaan suatu elemen yang akan merepresentasikan himpunan fuzzy itu sendiri.



Gambar 3-1 Ilustrasi Variabel dan Himpunan Fuzzy

Aturan-aturan fuzzy berupa implikasi himpunan-himpunan fuzzy yang akan menjadi dasar dari perhitungan suatu sistem fuzzy. Aturan-aturan ini berbentuk JIKA …, MAKA …. Misalkan pada sistem fuzzy yang akan penulis bangun menggunakan enam aturan fuzzy, yakni:

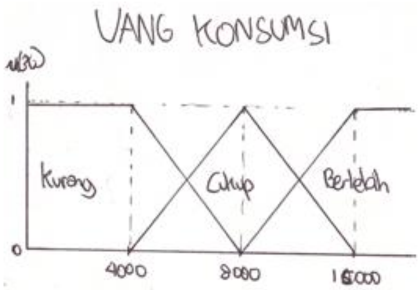
1. JIKA konsumsi KURANG DAN aktivitas LENGGANG, MAKA uangsaku SEDIKIT
2. JIKA konsumsi CUKUP DAN aktivitas LENGGANG, MAKA uangsaku SEDIKIT
3. JIKA konsumsi BERLEBIH DAN aktivitas LENGGANG, MAKA uangsaku BANYAK
4. JIKA konsumsi KURANG DAN aktivitas PADAT, MAKA uangsaku SEDIKIT
5. JIKA konsumsi CUKUP DAN aktivitas PADAT, MAKA uangsaku BANYAK
6. JIKA konsumsi BERLEBIH DAN aktivitas PADAT, MAKA uangsaku BANYAK

Aturan-aturan inilah yang akan menjadi dasar dalam perhitungan sistem fuzzy nanti. Hal ini akan dijabarkan dalam upabab berikutnya.

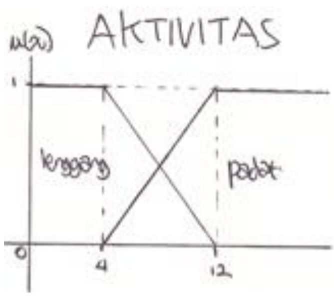
Inferensi fuzzy adalah metode bagaimana nilai tegas dari hasil implikasi aturan-aturan fuzzy dihasilkan. Inferensi fuzzy inilah yang menjadi kunci performa dalam pemrosesan suatu sistem fuzzy. Dengan kata lain inferensi inilah yang membuat suatu perhitungan fuzzy menghasilkan nilai yang dapat digunakan dalam kondisi nyata. Ada banyak sekali inferensi fuzzy, namun pada makalah ini metode yang akan penulis gunakan adalah metode Tsukamoto. Inferensi fuzzy ini akan lebih dijelaskan pada upabab selanjutnya.

IV. Sistem Fuzzy Taksiran Uang Saku

Peubah-peubah fuzzy pada sistem penaksiran uang saku ini adalah: uang konsumsi, lamanya kegiatan, dan uang saku. Berikut ini adalah fungsi derajat keanggotaan masing-masing peubah fuzzy. Fungsi keanggotaan ini didapatkan dari penilaian penulis terhadap nilai-nilai yang ada.



Gambar 4-1 Peubah Fuzzy Uang Konsumsi



Gambar 4-2 Peubah Fuzzy Aktivitas

Gambar 4-3 Peubah Fuzzy Uang Saku

Metode yang digunakan dalam sistem fuzzy ini adalah metode Tsukamoto. Pada metode Tsukamoto, hasil dari peraturan fuzzy berupa himpunan fuzzy. Nilai crisp didapatkan dengan menggunakan metode rata-rata terbobot.

Berikut ini adalah aturan-aturan dalam sistem fuzzy sesuai dengan metode Tsukamoto:

1. JIKA konsumsi KURANG DAN aktivitas LENGGANG, MAKA uangsaku SEDIKIT
2. JIKA konsumsi CUKUP DAN aktivitas LENGGANG, MAKA uangsaku SEDIKIT
3. JIKA konsumsi BERLEBIH DAN aktivitas LENGGANG, MAKA uangsaku BANYAK
4. JIKA konsumsi KURANG DAN aktivitas PADAT, MAKA uangsaku SEDIKIT
5. JIKA konsumsi CUKUP DAN aktivitas PADAT, MAKA uangsaku BANYAK
6. JIKA konsumsi BERLEBIH DAN aktivitas PADAT, MAKA uangsaku BANYAK

Berikut ini adalah diagram algoritma sistem fuzzy yang dirancang.

Gambar 4-4 Algoritma Sistem Fuzzy

Berikut ini adalah metode rata-rata terbobot:

$$\frac{\sum_{i=1}^{n} \mu_i . z_i}{\sum_{i=1}^{n} u_i}$$

Penulis menerapkan sistem fuzzy ini kedalam bahasa pemrograman, yakni bahasa C. Program ini dibagi kedalam tiga file, yakni fuzzy.h(header file), fuzzy.c(body file), dan mfuzzy.c(driver file). Berikut ini adalah kode program sistem tersebut.

Isi dari fuzzy.h:

```
#ifndef FUZZY__H
#define FUZZY__H

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

/*** Konstanta ***/
/* Konstanta Peubah Konsumsi */
#define konsumsi_batas_1 4000
#define konsumsi_batas_2 9000
#define konsumsi_batas_3 15000

/* Konstanta Peubah Aktivitas */
#define aktivitas_batas_1 4
```

```
#define aktivitas_batas_2 12

/* Konstanta Peubah Uang Saku */
#define uangsaku_batas_1 4000
#define uangsaku_batas_2 15000

/*** Mencari Nilai Minimum ***/
float Min(float a, float b);
/* Mengembalikan nilai paling minimum antara a dan b */
/*** Fungsi Keanggotaan ***/
float membership_linier_turun(float a, float b, float x);
/* mengembalikan nilai derajat keanggotaan x menggunakan fungsi linier turun */
float membership_linier_naik(float a, float b, float x);
/* mengembalikan nilai derajat keanggotaan x menggunakan fungsi linier naik */
float membership_segitiga(float a, float b, float c, float x);
/* mengembalikan nilai derajat keanggotaan x menggunakan fungsi segitiga */

/*** Fungsi Pencarian nilai Z ***/
float z_membership_linier_turun(float u, float a, float b);
/* mengembalikan nilai z dari derajat keanggotaan u dari fungsi linier turun */
float z_membership_linier_naik(float u, float a, float b);
/* mengembalikan nilai z dari derajat keanggotaan u dari fungsi linier naik */
float z_membership_trapesium(float u, float a, float b, float c);
/* mengembalikan nilai z dari derajat keanggotaan u dari fungsi trapesium */

/*** Fungsi untuk menghasilkan Zakhir/Crisp ***/
float hitungCrisp(float u1, float z1, float u2, float z2, float u3, float z3, float u4, float z4, float u5, float z5, float u6, float z6);
/* mengembalikan nilai Z akhir */

/*** Operasi Keseluruhan ***/
void PerkirakanUangSaku(float konsumsi, float aktivitas, float *uangsaku);
/* I.S: konsumsi dan aktivitas terdefinisi
   F.S: uangsaku terisi perkiraan uang saku yang sebaiknya dikeluarkan */
#endif
```

Isi dari fuzzy.c:

```
#include "fuzzy.h"

/*** Mencari Nilai Minimum ***/
float Min(float a, float b){
    if(a<b){
        return(a);
    } else {
        return(b);
    }
}
/*** Fungsi Keanggotaan ***/
float membership_linier_turun(float a, float b, float x){
/* mengembalikan nilai derajat keanggotaan x menggunakan fungsi linier turun */
    float temp=0;
    if(x<=a){
        temp=1;
    } else if((x>a)&&(x<b)){
        temp=((b-x)/(b-a));
    } else if(x>=b){
        temp=0;
    }
    return(temp);
}
float membership_linier_naik(float a, float b, float x){
/* mengembalikan nilai derajat keanggotaan x menggunakan fungsi linier naik */
    float temp=0;
    if(x<a){
        temp=0;
    } else if((x>=a)&&(x<=b)){
        temp=((x-a)/(b-a));
    } else if(x>b){
        temp=1;
    }
    return(temp);
}

float membership_segitiga(float a, float b, float c, float x){
/* mengembalikan nilai derajat keanggotaan x menggunakan fungsi segitiga */
    float temp=0;
    if((x<=a)||(x>=c)){
        temp=0;
    } else if((x>a)&&(x<=b)){
        temp=((x-a)/(b-a));
    } else if((x>b)&&(x<c)){
        temp=((c-x)/(c-b));
    }
    return(temp);
}
/*** Fungsi Pencarian nilai Z ***/
float z_membership_linier_turun(float u, float a, float b){
/* mengembalikan nilai z dari derajat keanggotaan u dari fungsi linier turun */
    return(b-(u*(b-a)));
}
float z_membership_linier_naik(float u, float a, float b){
/* mengembalikan nilai z dari derajat keanggotaan u dari fungsi linier naik */
    return(a+u*(b-a));
}
/*** Fungsi untuk menghasilkan Zakhir/Crisp ***/
float hitungCrisp(float u1, float z1, float u2, float z2, float u3, float z3,
```

```
float u4, float z4, float u5, float z5, float u6, float z6){
  /* mengembalikan nilai Z akhir */

return((u1*z1+u2*z2+u3*z3+u4*z4+u5*z5+u6*z6)/(u1+u2+u3+u4+u5+u6));
  }
  /*** Operasi Keseluruhan ***/
  void PerkirakanUangSaku(float konsumsi, float aktivitas, float *uangsaku){
  /* I.S: konsumsi dan aktivitas terdefinisi
     F.S: uangsaku terisi perkiraan uang saku yang sebaiknya dikeluarkan */
  /* Kamus Lokal */
      //nilai u
      float u_konsumsi_kurang;
      float u_konsumsi_cukup;
      float u_konsumsi_lebih;
      float u_aktivitas_lenggang;
      float u_aktivitas_padat;

      float u1=0;
      float u2=0;
      float u3=0;
      float u4=0;
      float u5=0;
      float u6=0;

      //nilai z(sesuai aturan fuzzy)
      float z1=0;
      float z2=0;
      float z3=0;
      float z4=0;
      float z5=0;
      float z6=0;

      //nilai crisp
      float Z=0;

  /* Algoritma */
       printf("\n======================Parameter-Parameter======================\n");
  /*** Variabel Fuzzy uangsaku ***/
      u_konsumsi_kurang = membership_linier_turun(konsumsi_batas_1,konsumsi_batas_2,konsumsi);
      u_konsumsi_cukup = membership_segitiga(konsumsi_batas_1,konsumsi_batas_2,konsumsi_batas_3,konsumsi);
      u_konsumsi_lebih = membership_linier_naik(konsumsi_batas_2,konsumsi_batas_3,konsumsi);
      printf("nilai u_konsumsi(kurang, cukup, lebih): %f %f %f\n",u_konsumsi_kurang,u_konsumsi_cukup,u_konsumsi_lebih);
  /*** Variabel Fuzzy aktivitas ***/
      u_aktivitas_lenggang = membership_linier_turun(aktivitas_batas_1,aktivitas_batas_2,aktivitas);
      u_aktivitas_padat = membership_linier_naik(aktivitas_batas_1,aktivitas_batas_2,aktivitas);
      printf("nilai u_aktivitas(lenggang, padat): %f %f\n",u_aktivitas_lenggang,u_aktivitas_padat);
  /*** Aturan-Aturan Sistem Fuzzy ***/
  /*
       JIKA konsumsi KURANG DAN aktivitas LENGGANG, MAKA uangsaku SEDIKIT
       JIKA konsumsi CUKUP DAN aktivitas LENGGANG, MAKA uangsaku SEDIKIT
       JIKA konsumsi BERLEBIH DAN aktivitas LENGGANG, MAKA uangsaku BANYAK
       JIKA konsumsi KURANG DAN aktivitas PADAT, MAKA uangsaku SEDIKIT
       JIKA konsumsi CUKUP DAN aktivitas PADAT, MAKA uangsaku BANYAK
       JIKA konsumsi BERLEBIH DAN aktivitas PADAT, MAKA uangsaku BANYAK
  */
  /*** Defuzzifikasi ***/
       printf("======================Nilai-Nilai u======================\n");

u1=Min(u_konsumsi_kurang,u_aktivitas_lenggang);
      printf("Nilai u1 (aturan 1): %.2f\n",u1);

u2=Min(u_konsumsi_cukup,u_aktivitas_lenggang);
      printf("Nilai u2 (aturan 2): %.2f\n",u2);

u3=Min(u_konsumsi_lebih,u_aktivitas_lenggang);
      printf("Nilai u3 (aturan 3): %.2f\n",u3);

u4=Min(u_konsumsi_kurang,u_aktivitas_padat);
      printf("Nilai u4 (aturan 4): %.2f\n",u4);

u5=Min(u_konsumsi_cukup,u_aktivitas_padat);
      printf("Nilai u5 (aturan 5): %.2f\n",u5);

u6=Min(u_konsumsi_lebih,u_aktivitas_padat);
      printf("Nilai u6 (aturan 6): %.2f\n",u6);
       printf("======================Nilai-Nilai z======================\n");

z1=z_membership_linier_turun(u1,uangsaku_batas_1,uangsaku_batas_2);
      printf("Nilai z1 (aturan 1): %.2f\n",z1);

z2=z_membership_linier_turun(u2,uangsaku_batas_1,uangsaku_batas_2);
      printf("Nilai z2 (aturan 2): %.2f\n",z2);

z3=z_membership_linier_naik(u3,uangsaku_batas_1,uangsaku_batas_2);
      printf("Nilai z3 (aturan 3): %.2f\n",z3);
```

```
z4=z_membership_linier_turun(u4,uangsaku_ba
tas_1,uangsaku_batas_2);
      printf("Nilai    z4    (aturan    4):
%.2f\n",z4);

z5=z_membership_linier_naik(u5,uangsaku_bat
as_1,uangsaku_batas_2);
      printf("Nilai    z5    (aturan    5):
%.2f\n",z5);

z6=z_membership_linier_naik(u6,uangsaku_bat
as_1,uangsaku_batas_2);
      printf("Nilai    z6    (aturan    6):
%.2f\n",z6);

      Z                                    =
hitungCrisp(u1,z1,u2,z2,u3,z3,u4,z4,u5,z5,u
6,z6);
      (*uangsaku)=Z;
  }
```

Isi dari mfuzzy.c:

```
#include "fuzzy.h"

int main(){
/* Kamus Lokal */
    int pilihan;
    float konsumsi;
    float aktivitas;
    float uangsaku;
/* Algoritma */
    while(pilihan!=2){

printf("=============Memperkirakan     Uang
Konsumsi=============\n");
        printf("1. Perkirakan Uang Saku;
2. Keluar Program           \n");

printf("===================================
=================\n");
        printf("> ");
        scanf("%d", &pilihan);
        switch(pilihan){
            case 1:
                printf("Masukkan    nilai
konsumsi diinginkan(rupiah): ");
                scanf("%f",&konsumsi);
                printf("Masukkan   lamanya
aktivitas(jam): ");
                scanf("%f",&aktivitas);

PerkirakanUangSaku(konsumsi,     aktivitas,
&uangsaku);
                printf("\nPERKIRAAN   UANG
SAKU: %.2f rupiah\n", uangsaku);
                break;
            case 2:
                break;
            default:
                printf("Input  yang  anda
masukkan salah, silakan ulangi\n");
                break;
        }
        printf("\n");
    }
    return(0);
}
```

Untuk menguji sistem fuzzy ini misalkan penulis ingin uang konsumsi yang dibelanjakan adalah 10000 rupiah, lama waktu kegiatan penulis adalah 8 jam. Berikut ini adalah hasil perhitungan uang saku yang sebaiknya penulis sediakan menurut sistem fuzzy(8583 rupiah).

```
1. Perkirakan Uang Saku; 2. Keluar Program
==================================================
> 1
Masukkan nilai konsumsi diinginkan(rupiah): 10000
Masukkan lamanya aktivitas(jam): 8

======================Parameter-Parameter======================
nilai u_konsumsi(kurang, cukup, lebih): 0.000000 0.833333 0.166667
nilai u_aktivitas(lenggang, padat): 0.500000 0.500000
======================Nilai-Nilai u======================
Nilai u1 (aturan 1): 0.00
Nilai u2 (aturan 2): 0.50
Nilai u3 (aturan 3): 0.17
Nilai u4 (aturan 4): 0.00
Nilai u5 (aturan 5): 0.50
Nilai u6 (aturan 6): 0.17
======================Nilai-Nilai z======================
Nilai z1 (aturan 1): 15000.00
Nilai z2 (aturan 2): 9500.00
Nilai z3 (aturan 3): 5833.33
Nilai z4 (aturan 4): 15000.00
Nilai z5 (aturan 5): 9500.00
Nilai z6 (aturan 6): 5833.33

PERKIRAAN UANG SAKU: 8583.33 rupiah
```

Gambar 4-5 Hasil Perhitungan Program Kasus 1

Jika lama aktivitas meningkat, misalkan menjadi 9 jam, nilai uang saku yang disarankan oleh sistem fuzzy pun bertambah menjadi 9615 rupiah. Berikut ini adalah ilustrasi perhitungannya.

```
1. Perkirakan Uang Saku; 2. Keluar Program
==================================================
> 1
Masukkan nilai konsumsi diinginkan(rupiah): 10000
Masukkan lamanya aktivitas(jam): 9

======================Parameter-Parameter======================
nilai u_konsumsi(kurang, cukup, lebih): 0.000000 0.833333 0.166667
nilai u_aktivitas(lenggang, padat): 0.375000 0.625000
======================Nilai-Nilai u======================
Nilai u1 (aturan 1): 0.00
Nilai u2 (aturan 2): 0.38
Nilai u3 (aturan 3): 0.17
Nilai u4 (aturan 4): 0.00
Nilai u5 (aturan 5): 0.63
Nilai u6 (aturan 6): 0.17
======================Nilai-Nilai z======================
Nilai z1 (aturan 1): 15000.00
Nilai z2 (aturan 2): 10875.00
Nilai z3 (aturan 3): 5833.33
Nilai z4 (aturan 4): 15000.00
Nilai z5 (aturan 5): 10875.00
Nilai z6 (aturan 6): 5833.33

PERKIRAAN UANG SAKU: 9614.58 rupiah
```

Gambar 4-6 Hasil Perhitungan Program Kasus 2

Tidak berarti nilai uang saku yang disarankan lebih kecil ketimbang besarnya nilai konsumsi yang ingin dibelanjakan mengatakan bahwa perhitungan sistem ini gagal. Justru dengan asumsi bahwa dengan aktivitas yang tidak terlalu padat(8 dan 9 jam—tidak terlalu lenggang dan tidak terlalu padat, lihat derajat keanggotaannya), sistem fuzzy menganjurkan bahwa tidak perlu konsumsi mencapai 10000, cukup lebih rendah dari itu. Lain halnya jika lamanya aktivitas padat seperti yang ditunjukkan oleh gambar berikut ini(dengan uang konsumsi 10000 dan lama aktivitas 11 jam).

```
1. Perkirakan Uang Saku; 2. Keluar Program
==================================================
> 1
Masukkan nilai konsumsi diinginkan(rupiah): 10000
Masukkan lamanya aktivitas(jam): 11

=====================Parameter-Parameter=====================
nilai u_konsumsi(kurang, cukup, lebih): 0.000000 0.833333 0.166667
nilai u_aktivitas(lenggang, padat): 0.125000 0.875000
=====================Nilai-Nilai u=====================
Nilai u1 (aturan 1): 0.00
Nilai u2 (aturan 2): 0.13
Nilai u3 (aturan 3): 0.13
Nilai u4 (aturan 4): 0.00
Nilai u5 (aturan 5): 0.83
Nilai u6 (aturan 6): 0.17
=====================Nilai-Nilai z=====================
Nilai z1 (aturan 1): 15000.00
Nilai z2 (aturan 2): 13625.00
Nilai z3 (aturan 3): 5375.00
Nilai z4 (aturan 4): 15000.00
Nilai z5 (aturan 5): 13166.67
Nilai z6 (aturan 6): 5833.33

PERKIRAAN UANG SAKU: 11455.56 rupiah
```

Gambar 4-7 Hasil Perhitungan Kasus Aktivitas Padat

Dari gambar diatas dapat kita lihat bahwa ketika memang lama aktivitas sudah mencapai derajat padat yang cukup besar, nilai uang saku yang disarankanpun akan menjadi lebih besar dari nilai konsumsi yang ada, karena untuk mengantisipasi kalau-kalau dengan uang 10000 saja tidak cukup memenuhi kebutuhan konsumsi.

Perhitungan-perhitungan cerdas ini sangat dipengaruhi oleh aturan-aturan fuzzy yang dibuat. Untuk masalah ketepatan nilai fungsi keanggotaan dari himpunan-himpunan fuzzy dalam peubah-peubah fuzzy-lah yang dominan menentukan.

V. KESIMPULAN

Sistem Fuzzy yang dibangun dalam makalah ini masih perlu untuk disempurnakan agar hasil keluaran dari sistem jauh lebih tepat. Menurut hemat penulis sebagian besar bagian yang perlu disempurnakan adalah fungsi keanggotaan dari himpunan fuzzy dalam peubah-peubah fuzzy.

Fungsi keanggotaan dapat disempurnakan dengan menggunakan survey yang lebih luas(survey tentang berapa derajat keanggotaan suatu nilai pada himpunan fuzzy, misal nilai derajat keanggotaan 2000, 5000, 8000, … dalam himpunan fuzzy CUKUP pada peubah fuzzy uang konsumsi). Hasil dari survey ini kemudian didekati dengan rumus umum yang diajukan J. Dombi.

Untuk hasil yang lebih maksimal dapat juga digunakan metode fuzzy clustering. Dengan metode clustering, suatu nilai dalam himpunan fuzzy dapat lebih dari 1 derajat keanggotaan(bertingkat). Metode fuzzy clustering ada di luar bahasan makalah ini.

REFERENCES

[1] Dhiman, Pooja. "Fuzzy Logics & it's Application in Real World", makalah, hal 7.
[2] Kusumadewi, Sri. "Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan". Yogyakarta: Graha Ilmu, 2011, hal 3
[3] Kusumadewi, Sri. "Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan". Yogyakarta: Graha Ilmu, 2011, hal 9-23
[4] J. Dombi. "Membership Function as an Evaluation". 1988, makalah, hal 16

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 14 Desember 2012

Riandy Rahman Nugraha(13511014)