



RANCANG BANGUN FUZZY MAMDANI SISTEM UNTUK DEDUPLIKASI PENUNJANG KEPUTUSAN KELAYAKAN NASABAH PADA LEASING PT. CS FINANCE

Sarwo

Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Mercusuar
sarwo@mercusuar.ac.id

Abstrak

Pinjaman yang bersifat umum, individu, selektif dan masuk akal berbunga yang bertujuan untuk meningkatkan entitas bisnis penyewaan pembiayaan di PT. CS Finance, analisis kelayakan dalam pengambilan keputusan kredit sangat berpengaruh dalam kebijakan bisnis perusahaan, dalam proses kelayakan pelanggan di PT. CS Finance berdasarkan kriteria yang ditetapkan oleh kebijakan prinsip kebijakan kredit (5C). Jumlah kriteria dan faktor manusia yang terbatas, menyebabkan tingkat akurasi dalam pengambilan keputusan akurasi rendah, mamdani Fuzzy sangat sistem yang efektif untuk mengatasi hal-hal yang tidak pasti, terlebih lagi Mamdani terkenal teliti di banding metode lain. Dalam tulisan ini penulis akan menerapkan sistem mamdani Fuzzy, berbasis kasus pengambilan keputusan di pelanggan kelayakan

Kata kunci: Sistem Pakar, Fuzzy Mamdani Sistem, Kebijakan Kredit

Abstract

Loans that are general, individual, selective and reasonable flowering aimed at improving business entities on leasing financing in PT. CS Finance, feasibility analysis in decision making credit is very influential in the business policy of the company, in the process of the feasibility of customers at PT. CS Finance based on the criteria set by the policy principles creditpolicy (5C). The number of criteria and limited human factor, causing the level of accuracy in decision making low accuracy, Fuzzy mamdani darting through effective systems to cope with those things that are uncertain, terlbih again mamdani notoriously meticulous in the appeal other methods. In this paper the authors will be applying Fuzzy mamdani systems, case-based decision making in the feasibility customers.

Keywords: Expert System, Fuzzy Mamdani sistem, Credit Policy

1. Pendahuluan

Dalam meyakinkan bank bahwa calon debitur dapat dipercaya, maka sebelum kredit diberikan terlebih dahulu bank mengadakan analisis kredit meliputi latar belakang calon nasabah atau perusahaan, prospek usahanya, jaminan yang diberikan serta faktor lainnya, dengan tujuan analisis ini adalah agar bank yakin bahwa kredit yang diberikan kepada calon debitur benar-benar aman.

Perusahaan *leasing* PT. CS Finance adalah perusahaan yang bergerak dalam bisnis resiko yang dimana pra-kredit nasabah didasari dengan proses analisis kredit, dari segi keuangan maupun non-keuangan, sehingga dapat dibiayai dengan kredit bank cukup layak (*feasible*), perusahaan *leasing* mempunyai divisi khusus yaitu kredit analis dalam analisis kelayakan kredit calon debitur secara analisis manual dengan prinsip kebijakan kredit *credit policy* (5C). Atas dasar hal-hal di atas maka penulis akan membahas sistem berbasis *fuzzy logic*, *fuzzyLogic* adalah salah satu cabang ilmu *ArtificialIntelegence*, yaitu pengetahuan yang membuat komputer yang dapat meniru kecerdasan manusia yang apabila dikerjakan manusia memerlukan kecerdasan, dengan fungsi melakukan dan meniru kecerdasan manusia

dan mengimplementasikannya kedalam suatu perangkat(Suyanto, 2008).

Pada penelitian ini akan dibangun dengan sistem cerdas berbasis *fuzzylogic* untuk pengambilan keputusan analisis kredit kelayakan nasabah yang dilandasi pengetahuan para ahli sehingga menghasilkan suatu cara baru dalam pengambilan keputusan analisis kredit dan tingkat akurasi dalam pengambilan keputusan meningkat. Bagian dari penelitian ini membahas tentang bagaimana *fuzzy logic* membantu dalam pengambilan keputusan analisis kredit Serta tahapan proses *fuzzy* terdiri dari: *fuzzyfication*, *inference* dan *defuzzification* yang diterapkan pada sistem pengambilan keputusan analisis kredit.

2. Tujuan dan Manfaat Penelitian:

- 1) Manfaat praktis dari hasil penelitian ini adalah agar *fuzzy logic* ini dapat digunakan oleh PT CS Finance untuk penunjang keputusan kelayakan nasabah.
- 2) Manfaat teoritis dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran dan pemahaman penerapan *fuzzy logic* pada suatu studi kasus penunjang keputusan.
- 3) Manfaat kebijakan dari penelitian ini adalah dengan keputusan kelayakan nasabah yang lebih akurat, manajemen untuk dapat meningkatkan kegagalan dalam kredit.

3. Landasan Teori

2.1. Deduplikasi Penunjang Keputusan Kelayakan Nasabah

PT. CS *finance*, Tbk merupakan perusahaan *leasing* yang memberikan jasa kredit motor bagi pemohon kredit dan mengambil keuntungan dari pembayaran bunga kredit, akan tetapi, pada bulan Agustus 2014 tercatat sebesar 1.36% dari 2120 konsumen kredit mengalami kredit macet yang dimana kredit macet tersebut membuat perusahaan merugi.

Pada umumnya perusahaan *leasing* mempunyai divisi yang bernama kredit analis yang mempunyai otoritas dalam proses data kelayakan nasabah secara manual yang membutuhkan ketelitian yang tinggi agar dapat menyaring calon nasabah yang akan dibiayai pengajuannya agar tidak terjadi *human error* seperti salah perhitungan, salah membaca data dan lain sebagainya, seorang kredit analis menganalisa kelayakan berdasarkan estimasi dan prediksi calon debitur dimasa mendatang

Dalam membantu manajemen diperlukan sistem berbasis komputer yang dapat membantu proses kelayakan data nasabah, serta membantu membantu pengolahan data menjadi informasi untuk mengambil keputusan dari masalah semi terstruktur tersebut, sebuah sistem pendukung keputusan merupakan pilihan yang baik untuk membantu

penyeleksian proses, dimana sistem dirancang dengan menggunakan sistem pakar berbasis *fuzzy logic* sebagai sistem cerdas yang dapat memecahkan masalah *non-linier* menyerupai daya fikir manusia untuk diterapkan pada perancangan sistem penunjang keputusan kelayakan nasabah.

2.2. Fuzzy System

Fuzzy System adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input kedalam suatu ruang *output*, titik awal dari konsep *modern* mengenai ketidakpastian adalah *paper* yang dibuat oleh Lofti A Zadeh (1965) dimana Zadeh memperkenalkan teori yang memiliki objek-objek dari himpunan *fuzzy* yang memiliki batasan yang tidak presisi dan keanggotaan dalam himpunan *fuzzy*, dan bukan pada bentuk logika benar (*true*) atau salah (*false*), tapi dinyatakan dalam derajat (*degree*)(Rahmayani, 2008).

Fenomena atau pernyataan itu seringkali ditemui dalam pernyataan yang dibuat oleh seseorang, evaluasi dan pengambilan keputusan, contoh :

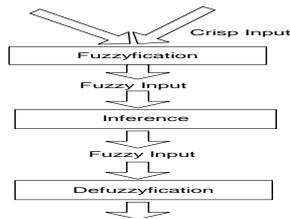
- 1) Pelayan restoran memberikan pelayanan terhadap tamu, kemudian tamu akan memberikan tips, yang sesuai atas baiknya pelayanan yang diberikan
- 2) Anda mengatakan seberapa sejuk ruangan yang anda inginkan, saya akan mengatur putaran kipas yang ada pada ruangan ini.

Fuzzy Logic merupakan suatu cara memetakan suatu ruang *input* kedalam *output* (Edward T, 2007), ada beberapa alasan orang menggunakan *fuzzy logic* antara lain :

- 1) Konsep *fuzzy logic* mudah dimengerti, konsep matematis yang mendasari penalaran *fuzzy logic* sangat sederhana dan mudah dimengerti.
- 2) *Fuzzy logic* sangat fleksibel.
- 3) *Fuzzy logic* memiliki toleransi terhadap data – data yang tidak tepat.
- 4) *Fuzzylogic* mampu memodelkan fungsi-fungsi *non-linier* yang sangat kompleks
- 5) *Fuzzy logic* dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui pelatihan

2.3. Classical Set

Classical set adalah kumpulan elemen-elemen, himpunan klasik yang dikenal sebagai *crispset*, didalam kamus *oxford* edisi-5 tahun 1995, *crisp* diartikan sebagai *clear and distinct* (jelas dan berbeda), demikian *crispset* yaitu himpunan yang membedakan anggota dan *non-anggotanya* dengan batasan yang jelas dalam contoh berikut : $A = \{x \mid x \text{ bilangan ganjil, } x > 11\}$, maka anggota himpunan A adalah 13, 15, 17, dan seterusnya, dan dipastikan yang bukan anggotanya adalah 12, 14, 16 dan seterusnya.



Gambar 1. Sistem Berbasis Aturan Fuzzy Logic

1) Fuzzyfication

Fuzzifikasi merupakan proses pemetaan nilai-nilai input (*crisp input*) yang berasal yang berasal dari sistem yang dikontrol ke dalam himpunan *fuzzy* menurut fungsi keanggotaannya.

2) Inference

Pada tahap *inference* diproses hubungan antara nilai-nilai input (*crisp input*) dan nilai-nilai output (*crisp output*) yang dikehendaki dengan aturan-aturan (*rules*). Aturan ini nantinya yang akan menentukan respon sistem terhadap berbagai kondisi *setting point* dan gangguan yang terjadi pada sistem.

Terdapat beberapa model aturan *fuzzy logic* yang dapat digunakan:

a. Model Mamdani

Pada model ini aturan *fuzzy logic* didefinisikan sebagai :

IF x_1 is A_1 AND ... AND x_n is A_n THEN y is B

Dimana A_1, \dots, A_n, B adalah nilai *linguistic* (atau *fuzzy set*), dan " x_1 is A_1 " yang menyatakan nilai variable x_1 adalah anggota *fuzzy set* A_1 .

b. Model Sugeno

Model ini merupakan warisan model Mamdani. Pada model ini menggunakan aturan yang berbentuk :

IF x_1 is A_1 AND ... AND x_n is A_n THEN $y=f(x_1, \dots, x_n)$

3) Defuzzification

Pada tahap ini dilakukan pemetaan bagi nilai-nilai *fuzzy output* yang dihasilkan pada tahap *inference* ke nilai-nilai output kuantitatif yang sesuai dengan sistem yang diharapkan. Menurut (Suyanto, 2008, p. 28). ada lima metode untuk melakukan proses *Defuzzification*, yaitu :

a. Centriod method

Metode ini dinamakan *Center of Area* (CoA) atau *Center of Gravity* (CoG). Jika y^* bernilai *crisp* pada metode ini dihitung menggunakan rumus:

$$y^* = \frac{\int y \mu_R(y) dy}{\int \mu_R(y) dy}$$

dan jika y^* bernilai diskrit maka dapat diganti dengan persamaan berikut:

$$y^* = \frac{\sum y \mu_R(y)}{\sum \mu_R(y)}$$

dimana y^* adalah nilai *Crisp* dan $\mu_R(y)$ adalah derajat keanggotaan y .

b. Height method

Metode ini memilih nilai *Crisp* yang memiliki derajat keanggotaan nilai maksimum, metode ini hanya bisa dipakai oleh fungsi keanggotaan yang memiliki derajat keanggotaan 1 pada nilai *Crisp* tunggal pada nilai 0 dan tunggal pada nilai *Crisp* yang lain, fungsi ini disebut fungsi *Singleton*.

c. First or Last of maxima

Dalam metode ini fungsi keanggotaan *output* memiliki fungsi keanggotaan 1 nilai maksimum, sehingga nilai *crisp* yang digunakan adalah salah satu dari nilai yang dihasilkan dari nilai maksimum, pertama ataupun terakhir.

d. Mean-max method

Metode ini merupakan bentuk umum dari *Height method* dimana terdapat lebih dari satu nilai *crisp* yang memiliki derajat keanggotaan maksimum, didefinisikan y^* sebagai titik tengah antara nilai *crisp* yang paling kecil dan nilai *crisp* yang paling besar, berikut fungsi *mean-max method* :

$$y^* = \frac{m + M}{2}$$

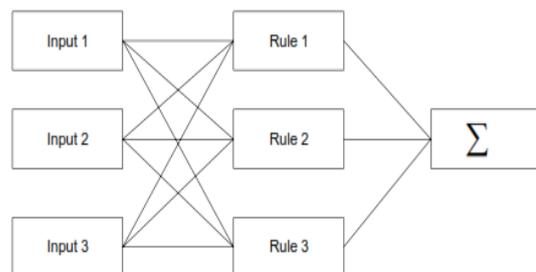
dimana M merupakan nilai *crisp* yang paling besar dan m yang paling kecil.

e. Weighted Average

Metode ini merupakan suatu metode menggunakan pembobotan pada derajat keanggotaan, didefinisikan sebagai berikut:

$$y^* = \frac{\sum \mu(y) y}{\sum \mu(y)}$$

dimana y merupakan nilai *crisp* dan $\mu_R(y)$ adalah derajat keanggotaan dari nilai *crisp* y , secara garis besar proses *fuzzy logic* digambarkan seperti berikut :



Gambar 2. Proses pada fuzzy logic

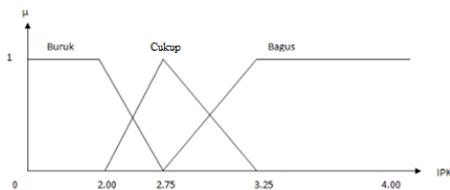
Penerapan *Fuzzy Logic* Untuk Menentukan
Penerimaan Beasiswa

Pada bagian ini akan diuraikan bagaimana penerapan *Fuzzy Logic* dengan studi kasus penerimaan beasiswa berdasarkan IPK dan gaji orang tua seperti contoh:

Mahasiswa A dengan IPK 3.00 dan gaji orang tua Rp. 10.000.000 perbulan, dengan mahasiswa B dengan IPK 2.99 dan gaji orang tua Rp. 1.000.000 perbulan, dengan kasus masalah diatas akan lebih adil jika menggunakan metode *Fuzzy Logic*, dan berikut tahapannya :

1) **Fuzzification**

Hal pertama yang harus dibuat adalah fungsi keanggotaan yang digunakan untuk setiap variabel masukan, pada kasus ini variabel IPK terdapat tiga variabel *linguistik* : Buruk, Cukup, Bagus.

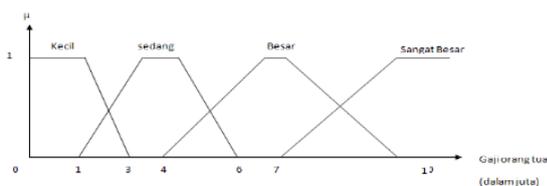


Gambar 3. Fungsi keanggotaan segitiga untuk IPK

IPK sebesar 3.00 akan dikonversi ke dalam nilai *fuzzy* sebagai berikut :

- IPK 3.00 terdapat pada nilai *linguistik* Cukup dan Bagus.
- Nilai *linguistik* cukup dihitung dengan menggunakan Rumus $\mu(x) = -(x-c) / (c-b)$ dengan batasan $b = 2.75$ dan $c = 3.25$, sehingga derajat keanggotaan untuk nilai cukup adalah $-(3.00 - 3.25) / (3.25 - 3.00)$
- Nilai *linguistik* bagus dihitung dengan menggunakan rumus $\mu(x) = -(x-a) / (b-a)$ dengan batasan $b = 2.75$ dan $c = 3.25$ sehingga derajat keanggotaan untuk nilai bagus adalah $(3.00 - 2.75) / (3.25 - 2.75)$.

Sedangkan variabel gaji orang tua terdapat empat variabel *linguistik* yaitu = Kecil, Sedang, Besar dan Sangat Besar seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini :



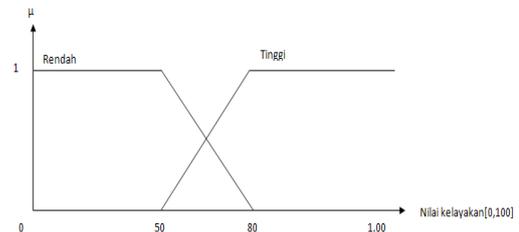
Gambar 4 Fungsi keanggotaan trapesium variabel gaji

Gaji orang tua 10 juta akan dikonversi ke *fuzzy* sebagai berikut :

- Gaji 10.000.000 berada pada nilai Besar dan Sangat Besar.
- Derajat keanggotaan nilai *linguistik* dihitung menggunakan rumus sebagai berikut $\mu(x) = -(x-c) / (c-b)$, $c < x \leq d$, sehingga nilai derajat keanggotaan Besar sebagai berikut : $-(10-12) / (12-7) = 0.4$.
- Untuk derajat nilai *linguistik* Sangat Besar dihitung dengan menggunakan rumus $\mu(x) = -(x-a) / (b-a)$, $a < x < b$, dimana $a = 7$ dan $b = 12$, sehingga derajat keanggotaan Sangat Besar sebagai berikut : $(10-7) / (12-7) = 0.6$.

2) **Inference**

Misal dari *output* terdapat dua nilai *linguistik* yaitu = Rendah dan Tinggi seperti gambar dibawah ini :



Gambar 5. Fungsi keanggotaan variabel nilai kelayakan

Tabel 1

Nilai kelayakan penentuan penerimaan beasiswa

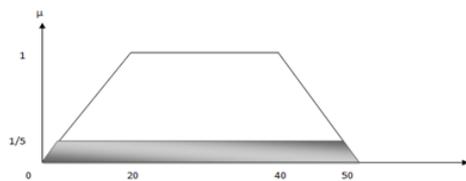
| Gaji IPK | KECIL | SEDANG | BESAR | SANGAT BESAR |
|-------------|--------|--------|--------|--------------|
| BURUK | RENDAH | RENDAH | RENDAH | RENDAH |
| CUKUP | TINGGI | RENDAH | RENDAH | RENDAH |
| BAGUS | TINGGI | TINGGI | TINGGI | RENDAH |

berdasarkan gambar diatas terdapat 12 aturan *fuzzy logic* yaitu :

- IF IPK = Buruk and Gaji = Kecil THEN NK = Rendah
- IF IPK = Buruk and Gaji = Sedang THEN NK = Rendah
- IF IPK = Buruk and Gaji = Besar THEN NK = Rendah
- IF IPK = Buruk and Gaji = Sangat Besar THEN NK = Rendah
- IF IPK = Cukup and Gaji = Kecil THEN NK = Tinggi
- IF IPK = Cukup and Gaji = Sedang THEN NK = Rendah
- IF IPK = Cukup and Gaji = Besar THEN NK = Rendah
- IF IPK = Cukup and Gaji = Sangat Besar THEN NK = Rendah

- i. IF IPK = Bagus and Gaji = Kecil THEN NK = Tinggi
- j. IF IPK = Bagus and Gaji = Sedang THEN NK = Tinggi
- k. IF IPK = Bagus and Gaji = Besar THEN NK = Tinggi
- l. IF IPK = Bagus and Gaji = Sangat Besar THEN NK = Rendah

Pada model Mamdani salah satu cara inference adalah *clipping*, seperti dibawah ini :



Gambar 6. Clipping

Dari empat data *fuzzy input* tersebut, IPK=cukup (0,5) dan IPK=bagus (0,5), gaji orang tua=besar (0,4), dan gaji orang tua sangat besar (0,6), sehingga terdapat empat aturan *fuzzy* yaitu :

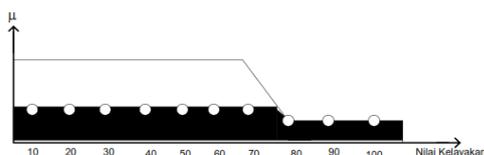
- a. IF IPK Cukup AND Gaji = Besar THEN NK = Rendah
- b. IF IPK Cukup AND Gaji = Besar THEN NK = Rendah
- c. IF IPK Bagus AND Gaji = Besar THEN NK = Tinggi
- d. IF IPK Bagus AND Gaji = Sangat Besar THEN NK = Rendah

dengan menggunakan metode *clipping* dari empat *fuzzy* dan *fuzzy input* diatas sehingga proses *inference* sebagai berikut :

- a. IF IPK Cukup(0.5) AND Gaji Besar(0.4) = Besar THEN NK = Rendah(0.4).
- b. IF IPK Cukup(0.5) AND Gaji Besar(0.6) = Besar THEN NK = Rendah(0.5)
- c. IF IPK Bagus(0.5) AND Gaji = Besar(0.4) THEN NK = Tinggi(0.4)
- d. IF IPK Bagus(0.5) AND Gaji = Sangat Besar(0.6) THEN NK = Rendah(0.5)

3) Defuzzification

Dari proses *clipping* aturan *fuzzy* diatas didapat NK =(0.5) Rendah(0.4) menghasilkan proses *defuzzification* sebagai berikut :



Gambar 7. Contoh Proses Defuzzification Centroid method

dari hasil diatas dimasukkan kedalam persamaan *Centroid method* :

$$y^* = \frac{\int y \mu(x) dx}{\int \mu(x) dx}$$

dan didapatkan hasil hasil seperti dibawah ini :

$$y^* = \frac{(10+20+30+40+50+60) 0.5 (70+80+90+100) 0.4}{6 (0.5) + 4 (0.4)}$$

$$(5+136) / 4.6 = 52.39$$

sehingga dengan model mamdani pada kasus penerimaan beasiswa mahasiswa x dengan IPK 3.00 dan gaji orang tuanya sebesar 1 juta rupiah mendapatkan nilai kelayakan 52.39.

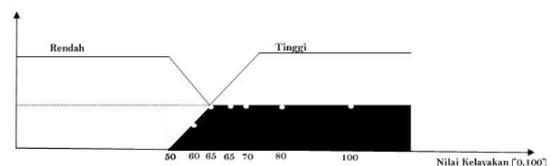
Fungsi keanggotaan segitiga yang telah didefinisikan IPK 2.99 dikonversi menjadi nilai *fuzzy* menjadi cukup, sehingga derajat kebenaran = - (2.99-3.25) / (3.25-2.75) = 0.52 dan Bagus dengan derajat kebenaran = (2.99-2.75) / (3.25-2.75) = 0.48, dan gaji orangtua dengan nilai 1.000.000 rupiah perbulan berada pada nilai *linguistik* kecil dengan derajat kebenaran 1 dan sedang derajat kebenaran 0, sehingga proses *fuzzification* mahasiswa B menghasilkan empat nilai *fuzzy* :

IPK = Cukup (0.52), IPK Bagus (0.48), \Gaji Orang Tua = Kecil (1), Gaji Orang Tua = Sedang (0), sehingga dengan aturan *conjunction* (mengambil derajat keanggotaan paling besar) didapat :

- a. IF IPK Cukup (0.52) AND Gaji = Kecil (1) THEN NK = Tinggi (0.52)
- b. 2. IF IPK Cukup (0.52) AND Gaji = Sedang (0) THEN NK = Rendah (0).
- c. 3. IF IPK Bagus (0.48) AND Gaji = Kecil (1) THEN NK = Tinggi (0.52)
- d. IF IPK Bagus (0.48) AND Gaji = Kecil (1) THEN NK = Rendah (0)

Pada aturan diatas nilai yang sering muncul adalah NK Tinggi (0.52) dan NK = Tinggi(0) dengan aturan *conjunction* nilai yang dihasilkan adalah NK = Tinggi(0.52).

Dengan metode *Centroid method* terdapat empat titik yang ditentukan secara acak seperti gambar dibawah ini :



Gambar 8. Proses Defuzzification menggunakan Centroid method

$$y^* = \frac{\int y \mu R(y) dy}{\int \mu R(y) dy}$$

$$y^* = \frac{(10+20+30+40+50+60) \cdot 0.5 + (70+80+90+100) \cdot 0.4}{6(0.5) + 4(0.4)}$$

$$(105+136) / 4.6 = 52.39$$

sehingga dari mahasiswa B dengan IPK 2.99 dan gaji orang tua sebesar 69.66, nilai kelayakan mahasiswa B lebih besar dari mahasiswa A.

4. Hasil Dan Pembahasan

1.1. Identifikasi Masalah

Permasalahan yang belum dapat ditangani sepenuhnya oleh PT. CS Finance adalah memberikan keputusan penilaian yang lebih akurat dengan mengakomodasi aturan-aturan (rule) bisnis yang ada secara fleksibel, dalam proses analisis secara manual dengan prinsip Credit Policy (5C) dengan estimasi DSR 33% , prediksi dan pengalaman kredit saja, simulasi seperti berikut:

Tabel 2
Nam Kriteria

| Nama Kriteria | |
|---------------|--------------------------------|
| C1 | <i>Character / Kepribadian</i> |
| C2 | <i>Capital / Uang Muka</i> |
| C3 | <i>Capacity / Kemampuan</i> |
| C4 | <i>Collateral / Jaminan</i> |
| C5 | <i>Condition / Kondisi</i> |

- 1) *Character*
Suatu keyakinan bahwa sifat atau watak seseorang dapat dipercaya, pendidikan dan uang muka termasuk dalam karakter nasabah.
- 2) *Capacity*
Untuk melihat kemampuan nasabah dibidang bisnis maupun pekerjaan aktif, foto rumah menentukan kelayakan kapasitas.
- 3) *Capital*
Untuk melihat penggunaan modal usaha apakah efektif, dilihat dari laporan keuangan (neraca laporan rugi laba), dilihat juga dari mana sumber dana.
- 4) *Collateral*
Merupakan jaminan calon nasabah baik yang bersifat fisik maupun non-fisik.
- 5) *Condition*
Dalam kondisi ekonomi, politik sekarang dan dimasa yang akan datang sesuai sektor masing-masing, prospek usaha dari sektor yang dijalankan.

Pada penelitian ini penulis menitik beratkan pada proses hasil data survey, bukan penilaian petugas pada survey, persyaratan kebijakan kredit seperti tabel berikut:

Tabel 3
Kebijakan Kredit

| No | Kebijakan Umum Kredit | |
|----|--------------------------------|--|
| | Nasabah Perorangan | Nasabah Perusahaan |
| 1 | WNI | Berbadan Hukum Indonesia |
| 2 | Usia 21 – 55 tahun | Berdomisili di Indonesia |
| 3 | Berpenghasilan | Bukan Perusahaan Kategori <i>Blacklist</i> |
| 4 | Bukan Nasabah <i>Blacklist</i> | Dokumen Bersyarat |

Tabel 3
Dokumen Kredit

| No | Jenis Dokumen | K.Keluarga | Wiraswasta | Badan usaha | Profesi |
|----|--------------------|------------|------------|-------------|---------|
| 1 | KTP & Penjamin | X | X | | X |
| 2 | Kartu keluarga | X | X | | X |
| 3 | Slip gaji | X | X | | X |
| 4 | SKU | | X | X | |
| 5 | PBB rek literik | X | X | X | X |
| 6 | Surat ijin praktik | | | X | X |
| 7 | Foto rumah | X | X | | X |
| 8 | Foto usaha | | X | X | |

Tabel 4
Persetujuan Langsung

| No | <i>Instant Approval / Persetujuan Langsung</i> |
|----|--|
| 1 | Uang Muka 30% |
| 2 | Dokumen Mandatori |
| 3 | Usia 21 – 55 tahun |
| 4 | Berpenghasilan Jelas |

Tabel 5
Pengajuan Kredit

| No | <i>Approval Process Systems</i> |
|----|--|
| 1 | Dept Service Rasio (DSR) dibawah 33% dari gaji |
| 2 | Rumah milik sendiri / keluarga diatas 1 tahun |
| 3 | Pekerjaan milik sendiri / keluarga |
| 4 | Data lengkap |
| 5 | Usia 21 – 55 tahun |

Tabel 6
Uang Muka

| No | <i>Advances rose / up Dp</i> |
|----|---|
| 1 | Dept Service Rasio diatas 33% dari gaji |
| 2 | Rumah, kontrak, sewa, dinas |
| 3 | Pekerjaan / usaha dibawah 6 bulan |

Tabel 7. Tolak Sistem

| No | <i>Reject Systems</i> |
|----|---|
| 1 | <i>Blacklist</i> profesi / perusahaan |
| 2 | Uang muka dibawah 20% |
| 3 | Usia dibawah 21 tahun dan diatas 55 tahun |
| 4 | Pekerjaan / usaha fiktif |
| 5 | Rumah fiktif |

1.2. Analisis Kebutuhan Sistem

Dalam kebutuhan sistem diperlukan sebagai berikut :

- 1) Memerlukan *input* yang mudah dilakukan
- 2) Memerlukan sistem yang mampu memproses data-data yang di *input*, data masukan yang dibutuhkan adalah kondisi kriteria-kriteria yang meliputi data menurut kebijakan kredit
- 3) Memerlukan sistem yang mampu memberikan penilaian kelayakan pembiayaan pada calon debitur.

1.3. Hipotesis

Dari hasil penelitian-penelitian yang terkumpul, kerangka pikiran dan konsep dapat dirumuskan dari hasil hipotesis adalah dapat merumuskan, memperhitungkan dan menghasilkan keputusan yang lebih manusiawi untuk mengatasi permasalahan yang tidak hanya dipandang sebagai hitam dan putih, di dunia nyata banyak masalah yang memiliki nilai antara hitam dan putih, padahal begitu banyak terdapat yang bernilai abu-abu, konsep *fuzzyset* yang menjadi dasar *fuzzy logic* dan *fuzzy system* telah berhasil diaplikasikan untuk mengatasi permasalahan seperti maksud diatas dan akan diterapkan dalam proses pengambilan keputusan kelayakan nasabah di PT. CS *Finance*.

1.4. Metode Pengukuran Penelitian

Pengukuran penelitian dilakukan dengan membandingkan hasil *pre test* yang dilakukan berdasarkan pengolahan data dengan metode matematika biasa dengan hasil *post test* setelah dilakukan simulasi dengan metode *fuzzy logic*.

1.5. Penerapan Fuzzy Logic Pada Deduplikasi Penunjang Keputusan Kelayakan Nasabah

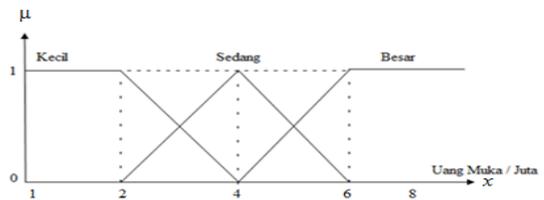
Penerapan *fuzzy logic* digunakan model mamdani, berikut tahapannya:

- 1) *Fuzzification*
Terdapat empat variabel *fuzzy* yang digunakan *fuzzy* yang digunakan yaitu :
 - a. Uang muka : terdiri dari 3 himpunan *fuzzy*, yaitu : KECIL, SEDANG, dan BESAR.
 - b. Tenor : terdiri dari 3 himpunan *fuzzy*, yaitu : PENDEK, SEDANG, PANJANG
 - c. Penghasilan : terdiri dari 3 himpunan *fuzzy*, yaitu : KECIL, SEDANG, BESAR.
 - d. Biaya Hidup : terdiri dari 3 himpunan *fuzzy*, yaitu : KECIL, SEDANG, TINGGI.

Dalam perincian tiap-tiap variabel sebagai berikut :

a) **Variabel Uang Muka**

Untuk himpunan *linguistik* KECIL dan BESAR menggunakan kurva bahu, untuk variabel SEDANG menggunakan kurva segitiga seperti berikut :



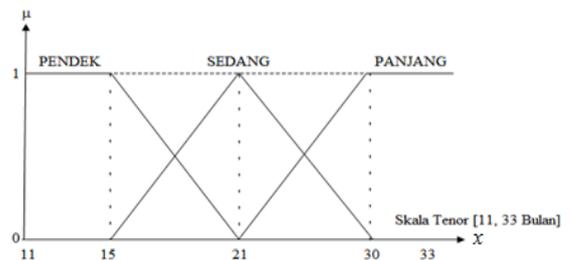
Gambar 9. Fungsi Keanggotaan Trapesium Uang Muka dengan skala [1,8]

Fungsi keanggotaan untuk variabel Uang Muka adalah :

$$\begin{aligned} \mu_{Kecil}(x) &= \begin{cases} 1 & ; & x \leq 2 \\ \frac{4-x}{3} & ; & 2 \leq x \leq 4 \\ 0 & ; & x \geq 4 \end{cases} \\ \mu_{Sedang}(x) &= \begin{cases} 0 & ; & x \leq 2 \text{ atau } x \geq 6 \\ \frac{x-2}{3} & ; & 2 \leq x \leq 4 \\ \frac{6-x}{4} & ; & 4 \leq x \leq 6 \end{cases} \\ \mu_{Besar}(x) &= \begin{cases} 0 & ; & x \leq 4 \\ \frac{x-4}{5} & ; & 4 \leq x \leq 6 \\ 1 & ; & x \geq 6 \end{cases} \end{aligned}$$

b) **Variabel Tenor**

Variabel PENDEK dan SEDANG menggunakan kurva bahu, sedangkan variabel PANJANG menggunakan kurva segitiga, seperti dibawah ini :

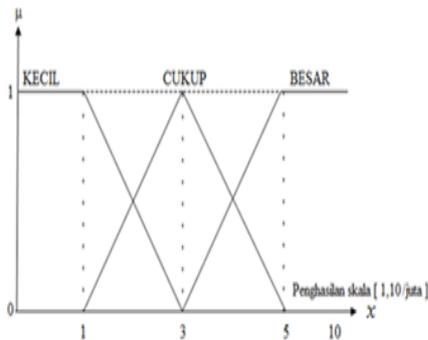


Gambar 10. Fungsi Keanggotaan Segitiga Tenor skala [11, 33 bulan]

Fungsi keanggotaan untuk variabel Tenor adalah :

$$\begin{aligned} \mu_{Tenor\ Pendek}(x) &= \begin{cases} 1 & ; & x \leq 15 \\ \frac{21-x}{17} & ; & 15 \leq x \leq 21 \\ 0 & ; & x \geq 21 \end{cases} \\ \mu_{Tenor\ Sedang}(x) &= \begin{cases} 0 & ; & x \leq 15 \text{ atau } x \geq 30 \\ \frac{x-15}{17} & ; & 15 \leq x \leq 21 \\ \frac{30-x}{21} & ; & 21 \leq x \leq 30 \end{cases} \\ \mu_{Tenor\ Panjang}(x) &= \begin{cases} 0 & ; & x \leq 21 \\ \frac{x-21}{27} & ; & 21 \leq x \leq 30 \\ 1 & ; & x \geq 30 \end{cases} \end{aligned}$$

- c) **Variabel Penghasilan**
 Variabel KECIL dan BESAR menggunakan kurva bahu, sedangkan variabel CUKUP menggunakan kurva segitiga, tampak seperti dibawah ini :



Gambar 11. Fungsi Keanggotaan Penghasilan

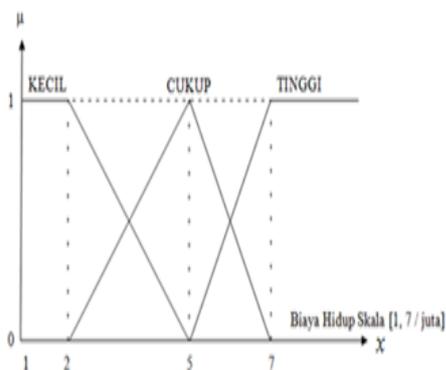
Fungsi keanggotaan untuk variabel Penghasilan adalah :

$$\mu_{Kecil}(x) = \begin{cases} 1 & ; & x \leq 1 \\ \frac{3-x}{2} & ; & 1 < x \leq 3 \\ 0 & ; & x \geq 3 \end{cases}$$

$$\mu_{Cukup}(x) = \begin{cases} 0 & ; & x \leq 1 \text{ atau } x \geq 5 \\ \frac{x-1}{2} & ; & 1 < x \leq 3 \\ \frac{5-x}{3} & ; & 3 < x \leq 5 \end{cases}$$

$$\mu_{Besar}(x) = \begin{cases} 0 & ; & x \leq 3 \\ \frac{x-3}{4} & ; & 3 < x \leq 5 \\ 1 & ; & x \geq 5 \end{cases}$$

- d) **Variabel Biaya Hidup**
 Variabel KECIL dan TINGGI menggunakan kurva bahu, sedangkan variabel CUKUP menggunakan kurva segitiga, tampak seperti dibawah ini :



Gambar12. Fungsi Keanggotaan Biaya Hidup

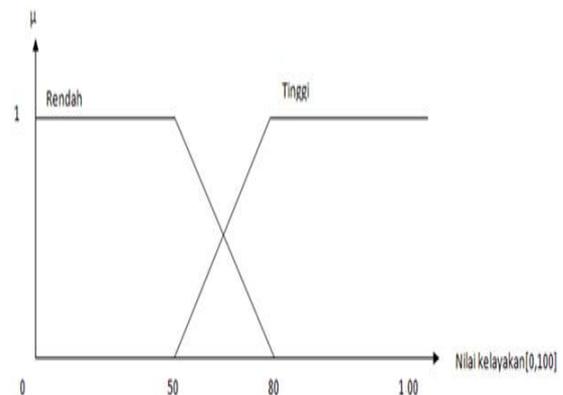
Fungsi keanggotaan untuk variabel Biaya Hidup adalah :

$$\mu_{Kecil}(x) = \begin{cases} 1 & ; & x \leq 2 \\ \frac{5-x}{3} & ; & 2 < x \leq 5 \\ 0 & ; & x \geq 5 \end{cases}$$

$$\mu_{Cukup}(x) = \begin{cases} 0 & ; & x \leq 2 \text{ atau } x \geq 7 \\ \frac{x-2}{3} & ; & 2 < x \leq 5 \\ \frac{7-x}{3} & ; & 5 < x \leq 7 \end{cases}$$

$$\mu_{Tinggi}(x) = \begin{cases} 0 & ; & x \leq 5 \\ \frac{x-5}{3} & ; & 5 < x \leq 7 \\ 1 & ; & x \geq 7 \end{cases}$$

- 2) **Inference**
 Output dari nilai kelayakan adalah Rendah dan Tinggi dengan interval 1 sampai 100 maka:



Gambar 12.

Fungsi Keanggotaan untuk Variabel Nilai Kelayakan dengan Skala [0,100]

Dari proses Inference akan di hasilkan 81 rule yang akan di pakai pada proses selanjutnya.

- 3) **Inference**
 Nunik seorang karyawan tetap 1 lebih, pengajuan Honda Scoopy, uang muka Rp. 3.000.000, rumah sendiri,tenor 14 bulan, angsuran Rp.1.350.000 / bulan,gaji Rp. 4.000.000 / bulan, biaya hidup Rp. 2000.000 / bulan,

$$\frac{1.350.000}{4.000.000} \times 100 = 33.75 \% = (\text{DSR Tinggi}).$$

Dari tahapan proses diambil contoh empat variabel yaitu :

- a) Variabel Uang Muka
 Uang muka terdapat pada himpunan KECIL dan SEDANG

$$\mu_{Kecil}(x) = \begin{cases} 1 & ; & x \leq 2 \\ \frac{4-x}{3} & ; & 2 < x < 4 \\ 0 & ; & x \geq 4 \end{cases}$$

$$\mu_{Kecil}(x) = 0.33$$

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0 & ; & x < 2 \text{ atau } x > 6 \\ \frac{x-2}{3} & ; & 2 < x < 4 \\ \frac{6-x}{4} & ; & 4 < x < 6 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang}(x) = 0.33$$

$$\mu_{Besar}(x) = \begin{cases} 0 & ; & x < 4 \\ \frac{x-4}{5} & ; & 4 < x < 6 \\ 1 & ; & x > 6 \end{cases}$$

$$\mu_{Besar}(x) = 0$$

b) Variabel Tenor

Tenor terdapat pada himpunan PENDEK dan SEDANG maka:

$$\mu_{Tenor Pendek}(x) = \begin{cases} 1 & ; & x \leq 15 \\ \frac{21-x}{17} & ; & 15 \leq x \leq 21 \\ 0 & ; & x \geq 21 \end{cases}$$

$$\mu_{Tenor Pendek}(x) = 1$$

$$\mu_{Tenor Sedang}(x) = \begin{cases} 0 & ; & x \leq 15 \text{ atau } x \geq 30 \\ \frac{x-15}{17} & ; & 15 \leq x \leq 21 \\ \frac{30-x}{21} & ; & 21 \leq x \leq 30 \end{cases}$$

$$\mu_{Tenor Sedang}(x) = 0$$

$$\mu_{Tenor Panjang}(x) = \begin{cases} 0 & ; & x \leq 21 \\ \frac{x-21}{27} & ; & 21 \leq x \leq 30 \\ 1 & ; & x > 30 \end{cases}$$

$$\mu_{Tenor Panjang}(x) = 0$$

c) Variabel Penghasilan

Penghasilan terdapat pada himpunan SEDANG dan BESAR, maka :

$$\mu_{Kecil}(x) = \begin{cases} 1 & ; & y \leq 1 \\ \frac{3-y}{2} & ; & 1 \leq y \leq 3 \\ 0 & ; & y \geq 3 \end{cases}$$

$$\mu_{Kecil}(x) = 0$$

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0 & ; & x \leq 1 \text{ atau } x \geq 5 \\ \frac{x-1}{2} & ; & 1 \leq x \leq 3 \\ \frac{5-x}{3} & ; & 3 \leq x \leq 5 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang}(x) = 0.33$$

$$\mu_{Besar}(x) = \begin{cases} 0 & ; & y \leq 3 \\ \frac{y-3}{4} & ; & 3 \leq y \leq 5 \\ 1 & ; & y \geq 5 \end{cases}$$

$$\mu_{Besar}(x) = 0.25$$

d) Variabel biaya hidup

Biaya Hidup terdapat pada himpunan KECIL dan SEDANG, maka :

$$\mu_{Kecil}(x) = \begin{cases} 1 & ; & y \leq 2 \\ \frac{5-x}{3} & ; & 2 \leq y \leq 5 \\ 0 & ; & y \geq 5 \end{cases}$$

$$\mu_{Kecil}(x) = 1$$

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0 & ; & y \leq 2 \text{ atau } x \geq 7 \\ \frac{x-2}{3} & ; & 2 \leq y \leq 5 \\ \frac{7-x}{3} & ; & 5 \leq y \leq 7 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang}(x) = 0$$

$$\mu_{Tinggi}(x) = \begin{cases} 0 & ; & y \leq 5 \\ \frac{y-5}{3} & ; & 5 \leq y \leq 7 \\ 1 & ; & y \geq 7 \end{cases}$$

$$\mu_{Tinggi}(x) = 0$$

Dengan menggunakan *inference clipping* dari empat aturan *fuzzy* dan empat *fuzzy input* tersebut akan mengambil nilai terendah dari hasil proses *clipping* dengan menggunakan aturan:

Conjunction (\wedge) dengan memilih derajat keanggotaan minimum dari nilai-nilai *linguistik* bila hasil NK nilai serupa/sama.

a. *Disjunction* (\vee) dengan memilih derajat keanggotaan maksimum dari nilai-nilai *linguistik* bila hasil NK tidak sama.

proses *inference* terjadi sebagai berikut :

1. IF UANG MUKA Kecil (0.33) AND TENOR Pendek (1) AND PENGHASILAN Sedang (0.33) AND BIAYA HIDUP Kecil (1) THEN=NK Tinggi (0.33)
2. IF UANG MUKA Kecil (0.33) AND TENOR Pendek (1) AND PENGHASILAN Besar (0.25) AND BIAYA HIDUP Kecil (1) THEN=NK Tinggi (0.25)
3. IF UANG MUKA Sedang (0.33) AND TENOR Pendek (1) AND PENGHASILAN Sedang (0.33) AND BIAYA HIDUP Kecil (1) THEN=NK Tinggi (0.33)
4. IF UANG MUKA Sedang (0.33) AND TENOR Pendek (1) AND PENGHASILAN Besar (0.25) AND BIAYA HIDUP Kecil (1) THEN=NK Tinggi (0.25)

Pada persamaan diatas NK Tinggi muncul empat kali, untuk kasus ini gunakan aturan *disjunction* dengan memilih derajat keanggotaan yang paling besar, maka NK yang didapat adalah =

NK Tinggi = 0.33, NK Tinggi = 0.25, NK Tinggi = 0.33, NK Tinggi = 0.25, dihasilkan NK Tinggi = 0.33 dengan metode *centroid method / center of gravity* sebagai adalah berikut :

$$y^* = \frac{\sum y \mu R (y)}{\sum \mu R (y)}$$

dimana *y* adalah nilai *crisp* dan $\mu R (Y)$ adalah derajat keanggotaan, suatu kita menggunakan titik 10 titik secara acak :

10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, maka akan diperoleh hasil seperti dibawah ini :

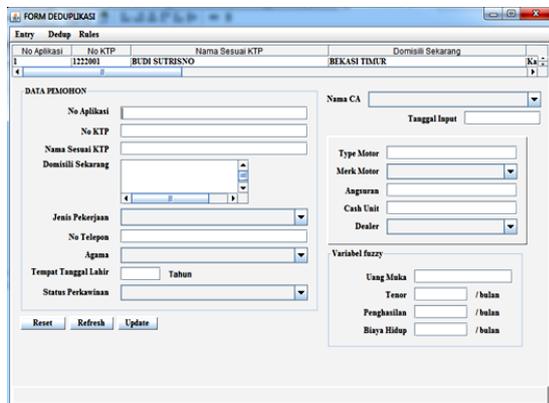
$$y^* = \frac{(10 + 20 + 30 + 40 + 50 + 60 + 70 + 80 + 90 + 100) 0.33}{10(0.33)}$$

$$y^* = \frac{181.5}{3.3} = 55$$

Jadi menggunakan metode *mamdani* untuk proses kelayakan kredit dalam pengajuan uang muka Rp. 3.000.000, tenor 14 bulan, penghasilan Rp. 4.000.000 dan biaya hidup Rp. 2.000.000 mempunyai nilai kelayakan = 55.

5. Hasil Penerapan

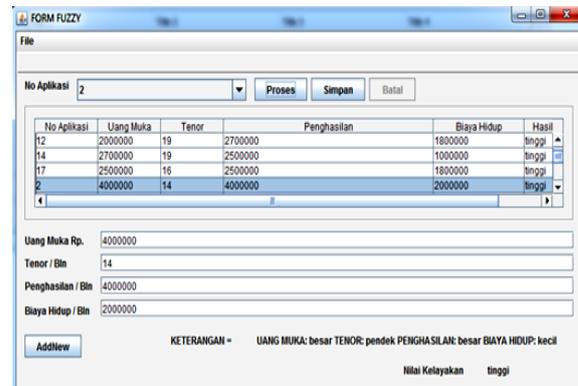
Halaman di bawah merupakan halaman untuk mencari masing-masing fungsi dari aplikasi sistem penunjang keputusan kelayakan nasabah dalam tahap proses approval



Gambar 13. Tampilan Deduplikasi debitur

| KTP | Nama Sesuai KTP | Domisili Sekarang | Jenis Pekerjaan | No Telepon | Agama | Tgl |
|-----|-------------------|--|----------------------|------------|---------|------|
| 1 | BUDI SUTRISNO | BEKASI TIMUR | Karyawan Swasta | 21833222 | Islam | JAKA |
| 2 | NENIK WILANDA | JATI WARINGEN JAKARTA TIMUR | Karyawan Swasta | 6664779 | Islam | JAKA |
| 3 | SYRAGIO | MANDALA BEKASI | Pegawai Negeri Sipil | 845588995 | Islam | JAKA |
| 4 | ENDANG PUJI UTAMI | PONDOK GEDE BEKASI | Profesi | 34448995 | Islam | BEKA |
| 5 | WATI | MAMPANG PRAPATAN JAKARTA SELATAN | Pegawai Negeri Sipil | 77977886 | Islam | BEKA |
| 6 | SAPULI RAHBI | JAKA SETIA BEKASI RT. 06 / 01 | Karyawan Swasta | 219556669 | Islam | BEKA |
| 7 | KRISTANTO | TILAGA MURNI RT. 02 / 01 KEL. BOJONG KONENG. | Karyawan Swasta | 8565656 | Islam | BAJU |
| 8 | ROBBI CANDRA | PONDOK GEDE RT. 03 / 01 KEL. PONDOK GEDE KE... | Karyawan Swasta | 21842889 | Islam | JAKA |
| 9 | SANDIRA | PONCOL RT. 12 / 12 KEL. JAKA SETIA KEC. BEKAS... | Profesi | 21577888 | Islam | BEKA |
| 10 | HENGKI | JL. LUBANG BUAYA RT. 12 / 12 KEL. LUBANG BUAY... | Wirawasta | 85744657 | Islam | JAKA |
| 11 | SANDIRA | PONCOL RT. 12 / 12 KEL. JAKA SETIA KEC. BEKAS... | Profesi | 21577888 | Islam | BEKA |
| 12 | TARI | KP. RAMBUTAN RT. 14 / 12 KELURAHAN RAMBUTA... | Karyawan Swasta | 21455599 | Kristen | MIDI |
| 13 | IRMAN JAYA | TIGA RAKSA TANGERANG RT. 03 / 07 KEL. JAGA K... | Wirawasta | 85676577 | Islam | JAKA |
| 14 | ADITYA | MANDALA RT. 02 / 01 KEL. MANDALA KEC JATI AS... | Pegawai Negeri Sipil | 8507647 | Budha | MADI |
| 15 | HERI | JL. LUBANG BUAYA RT.02 / 03 KEL.CIPAYUNG JAK... | Karyawan Swasta | 21388478 | Islam | JAKA |
| 16 | BUDI SUTRISNO | BEKASI TIMUR | Karyawan Swasta | 21833222 | Islam | JAKA |
| 17 | NENIK WILANDA | JATI WARINGEN JAKARTA TIMUR | Karyawan Swasta | 6664779 | Islam | JAKA |
| 18 | SYRAGIO | MANDALA BEKASI | Pegawai Negeri Sipil | 845588995 | Islam | JAKA |
| 19 | ENDANG PUJI UTAMI | PONDOK GEDE BEKASI | Profesi | 34448995 | Islam | BEKA |
| 20 | WATI | MAMPANG PRAPATAN JAKARTA SELATAN | Pegawai Negeri Sipil | 77977886 | Islam | BEKA |

Gambar 14. Tampilan Form Aplikasi



Gambar 15. Tampilan Form Inference System

6. Evaluasi dan Validasi Hasil

6.1. Sistem Penilaian

ditunjukkan dengan nilai presentase, sistem, jika nilai F1 tinggi maka sistem dianggap akurat. Semakin tinggi nilai F1 mendekati angka 1 (satu) berarti sistem rekomendasi memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam memberikan rekomendasi penunjang keputusan nasabah.dengar yang sesuai dengan kondisi pasien.

6.1.1. Analisis Precision, Recall dan F1

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan analisis hasil kuesioner dengan metode precision recall dan F1. Dimana nilainya jika Data yang didapat dari hasil kuesioner berupa jumlah yang dianggap sesuai koresponden (relevant) atau yang tidak sesuai dengan keinginan koresponden (irrelevant), data yang terkumpul dari kuesioner diolah menggunakan metode precission and recall. Hal ini berfungsi untuk mendapatkan nilai tingkat akurasi dalam sistem rekomendasi penunjang keputusan, *Precision* dihitung dengan rumus:

$$P = \frac{X}{X + Y}$$

Sedangkan *Recall* dihitung menggunakan:

$$R = \frac{X}{X + Z}$$

Dan F1 dihitung menggunakan:

$$F1 = \frac{2(P \times R)}{P+R}$$

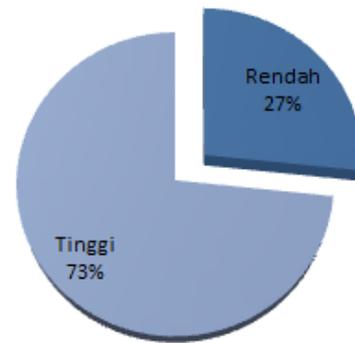
Dan hasilnya seperti tabel di bawah:

Tabel 8.
Hasil Pengujian dengan Menggunakan Metode Precision and Recall

| Responden Ke- | X | Y | Z | P | R | F1 | Akurasi |
|---------------|---|---|---|------|------|------|---------|
| 1 | 6 | 3 | 1 | 0,67 | 0,86 | 0,75 | tinggi |
| 2 | 5 | 3 | 0 | 0,63 | 1,00 | 0,77 | tinggi |
| 3 | 6 | 3 | 0 | 0,67 | 1,00 | 0,80 | tinggi |
| 4 | 7 | 1 | 0 | 0,88 | 1,00 | 0,93 | tinggi |
| 5 | 3 | 4 | 3 | 0,43 | 0,50 | 0,46 | rendah |
| 6 | 2 | 3 | 3 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | rendah |
| 7 | 3 | 4 | 2 | 0,43 | 0,60 | 0,50 | rendah |
| 8 | 8 | 7 | 5 | 0,53 | 0,62 | 0,57 | tinggi |
| 9 | 7 | 9 | 6 | 0,44 | 0,54 | 0,48 | rendah |
| 10 | 7 | 4 | 3 | 0,64 | 0,70 | 0,67 | tinggi |
| 11 | 6 | 1 | 0 | 0,86 | 1,00 | 0,92 | tinggi |
| 12 | 6 | 2 | 2 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | tinggi |
| 13 | 8 | 4 | 3 | 0,67 | 0,73 | 0,70 | tinggi |
| 14 | 7 | 2 | 2 | 0,78 | 0,78 | 0,78 | tinggi |
| 15 | 9 | 4 | 3 | 0,69 | 0,75 | 0,72 | tinggi |

1.1.2. Analisis Tingkat Akurasi Sistem

Dan berikut hasil pengukuran menggunakan metode Precision and Recall sebagai berikut :



Gambar 16. Tingkat Akurasi Sistem Penunjang Keputusan

7. Kesimpulan

- 1) Sistem penunjang keputusan kelayakan nasabah dengan menggunakan metode berbasis fuzzy logic dapat digunakan sebagai alternatif dalam mengevaluasi kelayakan calon debitur untuk memperoleh nilai akurasi yang tinggi dan akurat.
- 2) Dengan metode fuzzy logic, sistem akan memberikan hasil yang lebih fleksibel dalam membantu menentukan calon debitur dengan kriteria sesuai dengan kebijakan Credit Policy dalam nilai proses pengambilan keputusan kredit perbankan atau non perbankan.

Daftar Pustaka

- [1] Setyo.w,2010,Sistem Penunjang keputusan menggunakan fuzzy logic. STMIK Mercusuar.
- [2] Andri, 2009, Konsep dan Penerapan Decision System pada PT. Reasuransi Internasional Indonesia .
- [3] Danang Risang Djati, 2008, Konsep Dasar Pengendali Cerdas.
- [4] D. Tirtha Yoga, 2011, Model Fuzzy untuk Pemodelan Sistem Pendukung Keputusan (SPK).
- [5] Eka Purnama, 2011, Sistem Informasi Pembiayaan Mudharabah untuk Pemberian Modal Bagi Usaha Kecil Menengah (UKM). UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- [6] Edward T, 2007, Model Fuzzy dengan Metode Fuzzy.
- [7] Hanif, 2007, Analisis dan Perancangan Sistem Informasi.
- [8] Kusrini, M. Kom, 2007, Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan.
- [9] Kusuma Dewi, 2009, Penentuan Tingkat Resiko Menggunakan Fuzzy Inference System.
- [10] Kusrini, M. Kom, 2007, Strategi Perancangan dan Pengolahan Basis Data.

[11] Rahmayani, 2008, Sistem Inferensi Fuzzy untuk Menentukan Tingkat Resiko Penyakit Geriatri.

[12] Suyanto, ST., M.Sc. Penyusunan Soft Computing (SC), Membangun Mesin Ber-IQ tinggi, (Sistem Pakar). *Loss and Intervention Programmes*.