

**SIMULASI PRAKIRAAN CUACA
DENGAN MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk memperoleh Gelar Sarjana
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**



disusun oleh :

Nama : Dwi Nasuryanti

No. Mahasiswa : 01 524 147

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISALAM INDONESIA
JOGJAKARTA**

2006

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**SIMULASI PRAKIRAAN CUACA
DENGAN MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY**

TUGAS AKHIR

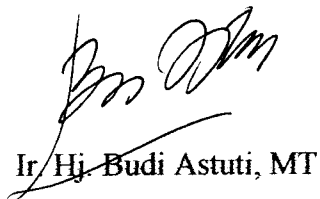
disusun oleh :

Nama : Dwi Nasuryanti

No. Mahasiswa : 01 524 147

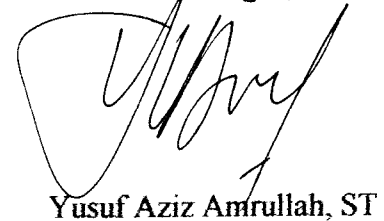
Jogjakarta, 24 Desember 2005

Pembimbing I,



Ir/Hj. Budi Astuti, MT

Pembimbing II,



Yusuf Aziz Amrullah, ST

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
SIMULASI PRAKIRAAN CUACA
DENGAN MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY

TUGAS AKHIR

disusun oleh :

Nama : Dwi Nasuryanti

No. Mahasiswa : 01 524 147

**Telah Dipertahankan Didepan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk memperoleh Gelar Sarjana Pada Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia**

Jogjakarta, 23 Januari 2006

Dosen Penguji I

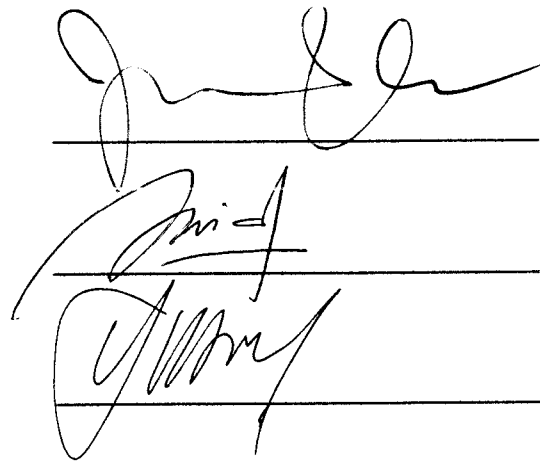
Ir. H. Suyamto

Dosen Penguji II

Dwi Ana Ratna Wati, ST

Dosen Penguji III

Yusuf Aziz Amrullah, ST



Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Ir. H. Bachrun Sutrisno, M.Sc

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“ Allah tidak akan membebani seseorang kecuali sepadan dengan kemampuannya...” (QS:Al Baqarah 286)

“...segala keputusan hanya pada Allah semata dan hanya kepada-Nya aku berserah diri. Dan kepada-Nya orang-orang yang tawakal berserah diri”. (QS: Yusuf 67)

“Manusia diciptakan untuk memperhatikan dan memikirkan. Alangkah buruknya seseorang yang diberi lampu untuk menerangi jalannya, memadamkan lampu itu dan berjalan dalam gelap”.
(Ibnu Jazi)

When there is a will there is a way, so a clever man must never despair

Untuk orang tua kami: “bagaimana mungkin sepotong rumput dapat membalas kehangatan matahari musim semi” (Meng Chio)

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum wr. wb.

Puji dan syukur kita panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya kepada kita semua. Sholawat serta salam tak lupa kita curahkan kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW, keluarga, sahabat serta pengikutnya hingga akhir zaman. Atas Izin-Nya pula sehingga penyusunan tugas akhir dengan judul “Simulasi Prakiraan Cuaca dengan Menggunakan Logika Fuzzy” dapat terselesaikan.

Laporan Tugas Akhir ini ditulis guna melengkapi tugas dan syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Banyak kesulitan yang penulis hadapi selama penyelesaian laporan Tugas Akhir ini karena keterbatasan pengetahuan yang penulis miliki, namun berkat dorongan dari berbagai pihak, maka laporan ini dapat diselesaikan meskipun masih banyak kekurangannya.

Selama penulis melaksanakan Tugas Akhir sampai tersusun laporan ini tidak terlepas dari berbagai pihak. Untuk ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr.Ir.Luthfi Hasan, M.Sc selaku Rektor Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak H,Ir.Bachrun Sutrisno M.Sc, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri.
3. Ibu Hj. Ir. Budi Astuti, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.

4. Ibu Hj. Ir. Budi Astuti dan Bapak Yusuf aziz Amrullah, ST selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama pelaksanaan hingga penyusunan laporan tugas akhir ini.
5. Untuk keluarga besar Jl.Utama IV no.8 Batam terima kasih atas doa, dukungan dan segalanya.
6. Untuk Sri Utami Kusumadewi, semoga tetap menjadi dewi yang memiliki keutamaan dan kebaikan seperti seorang 'Sri' sesungguhnya, terima kasih atas segalanya.
7. Untuk Agus Haryanto, Siti Aminah, Fitri Ayu Sarie, Himawan Wibisono, Muhammad 'Kesya' Supriadi, terima kasih atas motivasinya.
8. Untuk mbak-mbak Teknik Informatika '99, terima kasih atas motivasinya.
9. Untuk seluruh personel LAB.DTE. Terima kasih.
10. Untuk teman-teman Teknik Elektro angkatan 2001.
11. Dan untuk semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terima kasih atas bantuan dan doanya.

Akhir kata penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi perbaikan pada penyusunan laporan yang akan datang, serta kami berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat sebagaimana mestinya.

Wassalamualaikum wr. wb.

Jogjakarta, Desember 2005

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
HALAMAN MOTTO	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Logika <i>Fuzzy</i>	5
2.1.1 Fungsi keanggotaan	5
2.1.1.1 Representasi linier	6
2.1.1.2 Representasi kurva segitiga	7
2.1.2 Operator dasar untuk operasi himpunan <i>fuzzy</i>	8
2.1.3 Fungsi implikasi	9
2.1.4 Komposisi aturan <i>fuzzy</i>	10
2.1.5 Penegasan defuzzifikasi.....	12
2.1.6 Penalaran <i>fuzzy</i>	14
2.1.6.1 Penalaran monoton	14

2.1.6.2 Metode tsukamoto	15
2.1.6.3 Metode mamdani	15
2.2 Borland Delphi 6.0	17
2.3 MySQL	17
2.4 Teknik Prakiraan Cuaca	18
BAB III PERANCANGAN SISTEM	21
3.1 Pendahuluan	21
3.2 Perancangan Simulasi Prakiraan Cuaca Dengan Logika <i>Fuzzy</i>	23
3.2.1 Pembentukan himpunan <i>fuzzy</i>	23
3.2.1.1 Variabel masukan <i>fuzzy</i> arah angin.....	23
3.2.1.2 Variabel masukan <i>fuzzy</i> tekanan udara	27
3.2.1.3 Variabel masukan <i>fuzzy</i> kelembaban udara	27
3.2.1.4 Variabel masukan <i>fuzzy</i> suhu udara	28
3.2.1.5 Variabel keluaran <i>fuzzy</i> cuaca	29
3.2.2 Aturan <i>fuzzy</i>	30
3.2.3 Fungsi implikasi	31
3.2.4 Komposisi aturan	32
3.2.5 Penegasan (defuzzifikasi)	33
3.3 Perancangan Simulasi Prakiraan Cuaca Dengan Borland Delphi 6.....	34
3.3.1 Perancangan simulasi prakiraan cuaca	34
3.3.2 Perancangan antarmuka	35
BAB IV ANALISA KINERJA PERANGKAT LUNAK	39
4.1 Analisis Kinerja	39
4.1.1 Analisis proses logika <i>fuzzy</i>	39
4.1.2 Analisis aplikasi perangkat lunak	58
4.1.2.1 Kinerja perangkat lunak	58
4.1.2.2 Hasil perhitungan perangkat lunak	58

BAB V PENUTUP.....	64
5.1 Kesimpulan.....	64
5.2 Saran	65

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Tabel fungsi implikasi	44
Tabel 4.2	Tabel fungsi implikasi	50
Tabel 4.3	Tabel fungsi implikasi	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Representasi linier naik	6
Gambar 2.2	Representasi linier turun	7
Gambar 2.3	Kurva segitiga	7
Gambar 2.4	Fungsi implikasi MIN	9
Gambar 2.5	Fungsi implikasi DOT	10
Gambar 2.6	Kompisis aturan	11
Gambar 2.7	Penalaran dengan metode tsukamoto.....	16
Gambar 2.7	Proses defuzzifikasi.....	16
Gambar 3.1	Diagram blok sistem	22
Gambar 3.2	Himpunan <i>fuzzy</i> untuk vaiabel masukan arah angin	21
Gambar 3.3	Himpunan <i>fuzzy</i> untuk variabel masukan tekanan udara	27
Gambar 3.4	Himpunan <i>fuzzy</i> untuk variabel masukan kelembaban udara ...	28
Gambar 3.5	Himpunan <i>fuzzy</i> untuk variabel masukan suhu udara	29
Gambar 3.6	Himpunan <i>fuzzy</i> untuk variabel keluaran cuaca.....	30
Gambar 3.7	Aplikasi fungsi implikasi untuk beberapa aturan <i>fuzzy</i>	32
Gambar 3.8	Daerah hasil komposisi aturan.....	32
Gambar 3.9	Antarmuka data masukan	35
Gambar 3.10	Antarmuka himpunan <i>fuzzy</i>	36
Gambar 3.11	Antarmuka aturan <i>fuzzy</i>	36
Gambar 3.12	Antarmuka penalaran dan operator <i>fuzzy</i>	37
Gambar 3.13	Antarmuka komposisi dan defuzzifikasi	37
Gambar 3.14	Antarmuka hasil analisa prakiraan cuaca dengan logika <i>fuzzy</i> ...38	
Gambar 3.15	Antarmuka pengambil keputusan.....	38
Gambar 4.1	Daerah hasil komposisi	45
Gambar 4.2	Pengambil keputusan	47
Gambar 4.3	Daerah hasil komposisi	50
Gambar 4.4	Pengambil keputusan	52
Gambar 4.5	Daerah hasil komposisi	55
Gambar 4.6	Pengambil keputusan	57

Gambar 4.7	Hasil perhitungan perangkat lunak	59
Gambar 4.8	Hasil komposisi dan defuzzifikasi	59
Gambar 4.9	Penarikan kesimpulan dari nilai defuzzifikasi	60
Gambar 4.10	Hasil analisa prakiraan cuaca dengan logika <i>fuzzy</i>	60
Gambar 4.11	Hasil komposisi dan defuzzifikasi	61
Gambar 4.12	Penarikan kesimpulan dari nilai defuzzifikasi	61
Gambar 4.13	Hasil analisa prakiraan cuaca dengan logika <i>fuzzy</i>	62
Gambar 4.14	Hasil komposisi dan defuzzifikasi	62
Gambar 4.15	Penarikan kesimpulan dari nilai defuzzifikasi	63
Gambar 4.16	Hasil analisa prakiraan cuaca dengan logika <i>fuzzy</i>	63

ABSTRAK

Berdasarkan hasil survei Stasiun Meteorologi dan Geofisika Lanud Adisucipto Yogyakarta prakiraan cuaca ditentukan dari empat hal: arah angin, tekanan udara, kelembaban udara dan suhu udara, maka dibuatlah suatu simulasi dengan perangkat lunak Borland Delphi 6 untuk mengolah data-data tersebut yang keluarannya berupa ramalan cuaca. Dan karena cuaca sendiri bersifat tidak pasti, maka simulasi dibangun menggunakan logika fuzzy untuk dapat melakukan prakiraan cuaca. Dengan tujuan untuk merancang suatu model sistem yang dapat membantu meningkatkan pemahaman logika *fuzzy* khususnya dalam menentukan keputusan dengan metode penalaran *fuzzy* Mamdani. Fungsi himpunan *fuzzy* dan nilai keanggotaannya akan mencakup bilangan real pada interval $[0, 1]$. Fungsi *fuzzy* yang dipakai adalah fungsi linear naik, fungsi linear turun dan fungsi segitiga dalam mencari derajat keanggotaan dari masukan data yang dibutuhkan untuk proses prakiraan cuaca. Pengambilan keputusan dari data masukan diolah dengan menggunakan metode inferensi sistem Mamdani, suatu metode yang dalam mendapatkan keluarannya melalui empat tahapan: pembentukan himpunan *fuzzy*, implikasi aturan *fuzzy*, komposisi aturan *fuzzy* dan penegasan. Data masukan yang digunakan untuk simulasi prakiraan cuaca ini, adalah: arah pergerakan angin, tekanan udara, kelembaban udara dan suhu udara. Untuk keluaran dari hasil simulasi ini berupa cuaca yaitu; cerah, berawan atau hujan, nilai defuzzifikasi dan daerah hasil komposisi. Wilayah Jogjakarta secara umum memiliki suhu harian berkisar $26-28^{\circ}\text{C}$ dengan suhu minimum 18°C dan suhu maksimum 32°C , kelembaban berkisar 75% dengan kelembaban minimum 65% dan kelembaban maksimum 84% , untuk tekanan udara $1009-1012$ mbar dengan tekanan minimum 1005 mbar dan tekanan maksimum 1012 mbar, sedangkan untuk pergerakan arah angin wilayah Jogjakarta cenderung bergerak dari Timur ke Barat atau sebaliknya dan Utara ke Selatan atau sebaliknya. Hasil pengujian untuk nilai masukan arah angin (Utara-Selatan dan Timur-Utara) : 330° , tekanan udara: 1012 mbar, kelembaban udara : 72% dan suhu udara 32°C adalah prakiraan cuaca: berawan dengan nilai defuzzifikasi $0,509$.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Pada awalnya manusia menerka dan menentukan cuaca yang akan datang dengan cara membaca arah membungkuknya pohon atau arah melayangnya asap, yang semua hal tersebut dipengaruhi oleh angin. Sehingga kesimpulan awal manusia, bahwa angin dari arah tertentu berarti cuaca baik dan dari arah tertentu lainnya berarti cuaca buruk atau sebaliknya.

Pada kenyataannya cuaca tidak hanya dapat diterka melalui angin saja. Menurut hasil survey di Stasiun Meteorologi dan Geofisika Lanud Adisucipto Yogyakarta, ada 4 hal pokok yang harus diperhatikan dalam menerka cuaca, yaitu: [Handoko, 2004]

1. Analisis *Streamline*, analisis terhadap pola-pola gerakan udara (arah angin) dan gangguan cuaca seperti siklon (daerah pembentuk awan atau angin yang hebat).
2. Analisis isobar, analisis terhadap tekanan udara pada suatu daerah
3. Analisis massa udara, analisis terhadap asal pergerakan udara atau angin.
4. Analisis suhu udara, analisis terhadap suhu udara pada daerah tertentu

Berdasarkan 4 hal pokok diatas, maka dibuatlah suatu simulasi untuk mengolah data-data tersebut yang keluarannya berupa ramalan cuaca. Pada dasarnya simulasi prakiraan cuaca ini merupakan sistem pengambil keputusan berdasarkan masukan-masukan dengan lingkup domain permasalahan yang cukup

luas dan bernilai relatif, maka untuk mengolah masukan-masukan atau data-data tersebut digunakanlah logika *fuzzy*. Dan untuk membangun sistem tersebut, digunakan perangkat lunak Borland Delphi 6.

1.2. Rumusan Masalah

Agar arah proyek ini menjadi lebih jelas, maka perlu dibuat rumusan masalah yang harus dipecahkan yaitu bagaimana merancang suatu simulasi prakiraan cuaca dengan logika *fuzzy* menggunakan Borland Delphi 6.

1.3. Batasan Masalah

Dalam melaksanakan suatu penelitian diperlukan adanya batasan masalah agar tidak menyimpang dari tujuan yang telah direncanakan. Batasan-batasan yang diperlukan yaitu :

1. Metode pembahasan yang digunakan adalah pendekatan dengan metode penalaran *fuzzy* metode MAMDANI dan metode defuzzifikasi yang digunakan adalah Metode Centroid (*composite moment*).
2. Ada empat variabel masukan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu arah angin, tekanan udara, kelembaban udara, dan suhu udara sedangkan untuk variabel keluaran berupa ramalan cuaca. Dan simulasi prakiraan cuaca ini hanya berlaku untuk wilayah Jogjakarta.
3. Untuk membuat sistem, mengolah data dan menampilkan hasil dari data yang diolah menggunakan bahasa perangkat lunak Borland Delphi 6.0 dan MySQL.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dalam tugas akhir ini adalah untuk : merancang suatu model sistem yang dapat membantu meningkatkan pemahaman logika *fuzzy* khususnya dalam menentukan keputusan dengan metode penalaran *fuzzy* Mamdani, dengan studi kasus peramalan cuaca.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian tersebut adalah:

1. Mengetahui pola pengambilan keputusan berdasarkan metode penalaran *fuzzy* metode Mamdani.
2. Sistem ini dapat digunakan sebagai salah satu cara untuk memprakirakan cuaca.
3. Keputusan dari sistem ini dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam menentukan keputusan lain yang melibatkan cuaca sebagai faktor penting.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini terdiri dari lima bab yaitu :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, manfaat penelitian, tujuan penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini memuat teori-teori penjelasan tentang konsep Logika *Fuzzy* dan prinsip dasar yang diperlukan untuk mengambil keputusan dalam penelitian.

Landasan teori berbentuk uraian kualitatif, model matematis atau persamaan-persamaan yang langsung berkaitan dengan studi kasus yang dipelajari.

BAB III PERANCANGAN SISTEM

Bab ini akan menjelaskan obyek penelitian atau perancangan serta tahap-tahap perancangan perangkat lunak yang digunakan untuk membuat simulasi prakiraan cuaca dengan logika *fuzzy*. Terdiri dari perancangan variabel, aturan *fuzzy* dan defuzzifikasi.

BAB IV ANALISA SISTEM

Bagian ini berisi tentang analisis kinerja, keluaran dan antarmuka yang harus dipenuhi oleh sistem tersebut. Serta pembahasan mengenai analisis proses, analisis terhadap antarmuka bagaimana kelebihan dan kekurangan tersebut dapat digunakan dan pengujian terhadap perangkat lunak yang digunakan.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini, berisikan tentang kesimpulan dari sistem yang dirancang dan saran pengembangan dari sistem yang dirancang.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Logika Fuzzy

Himpunan *fuzzy* yang menjadi dasar dari simulasi *fuzzy* merupakan himpunan yang dikembangkan dari himpunan tradisional, yaitu himpunan yang dimana membagi keanggotaannya menjadi dua keadaan saja yaitu 0 dan 1 menandakan iya atau tidaknya bagian dari suatu himpunan. Himpunan *fuzzy* yang dikembangkan oleh Lotfi Zadeh ditahun 1965, adalah himpunan yang memiliki nilai keanggotaan berada pada interval 0 sampai 1, sehingga memiliki lebih banyak informasi, dengan ketepatan yang bergantung pada prosedur dan aturan yang mendasarnya.

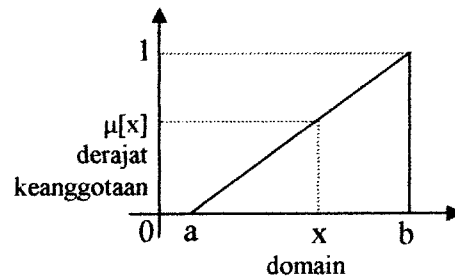
Himpunan *fuzzy* memiliki dua atribut untuk mendefinisikan keanggotaannya, pertama linguistik: menyatakan persamaan suatu kelompok keadaan tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti : dingin, panas. Yang kedua numeris: menunjukkan suatu nilai menjadi ukuran dari suatu variabel seperti: 18, 36 [Kusumadewi,2004].

2.1.1. Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan menunjukkan pemetaan nilai masukkan kedalam nilai keanggotaan atau derajat keanggotaannya dalam suatu kurva. Dan cara untuk mendapatkan nilai keanggotaan tersebut adalah melalui pendekatan fungsi.

2.1.1.1. Representasi linear

Pemetaan input digambarkan sebagai suatu garis lurus. Ada 2 keadaan himpunan *fuzzy* linier, yaitu: representasi linier naik, kenaikan himpunan dimulai dari nilai derajat keanggotaan nol menuju derajat keanggotaan lebih tinggi.



Gambar 2.1 Representasi linier naik

Fungsi keanggotaan representasi linier naik:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0, & x \leq a, x \geq b \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & x = b \end{cases} \quad (2.1)$$

dengan:

$\mu[x]$: derajat keanggotaan x

x : suatu nilai di dalam domain *fuzzy*

a : batas awal domain himpunan *fuzzy*

b : batas akhir domain himpunan *fuzzy*

Kemudian representasi linier turun ditunjukkan oleh Gambar 2.2, dimulai dari derajat keanggotaan tertinggi bergerak menurun ke derajat keanggotaan terendah.

Fungsi keanggotaan representasi linier turun:

$$\mu[x] = \begin{cases} 1; & x = a \\ (b - x)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b, x \leq a \end{cases} \quad (2.2)$$

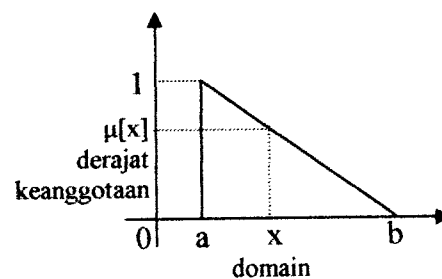
dengan:

$\mu[x]$: derajat keanggotaan x

x : suatu nilai di dalam domain *fuzzy*

a : batas awal domain himpunan *fuzzy*

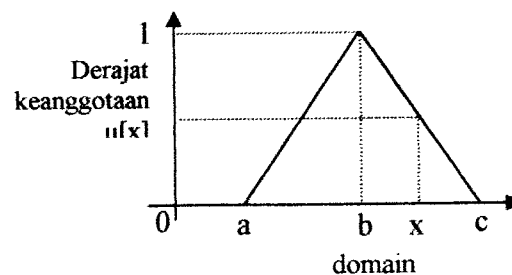
b : batas akhir domain himpunan *fuzzy*



Gambar 2.2 Representasi linier turun

2.1.1.2. Representasi kurva segitiga

Kurva segitiga ditunjukkan oleh Gambar 2.3, merupakan gabungan antara 2 garis (linier), dengan puncak dari segitiga tersebut bernilai satu. Sisi kanan dan kirinya merupakan bentuk linier menuju ke 0.



Gambar 2.3 Kurva segitiga

Fungsi keanggotaan kurva segitiga:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a, x \geq c \\ (x-a)/(b-a); & a \leq x \leq b \\ (c-x)/(c-b); & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.3)$$

dengan:

$\mu[x]$: derajat keanggotaan x

x: suatu nilai di dalam domain *fuzzy*

a: batas awal domain himpunan *fuzzy*

b: batas tengah domain himpunan *fuzzy*

c: batas akhir domain himpunan *fuzzy*

2.1.2. Operator dasar untuk operasi dasar *fuzzy*

a) Operator AND

Operator ini merupakan operasi interseksi pada suatu himpunan. Hasil operasi diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cap B} = \min (\mu_A [x], \mu_B [y]) \quad (2.4)$$

dengan:

$\mu_A [x]$: derajat keanggotaan x dalam himpunan *fuzzy* A.

$\mu_B [y]$: derajat keanggotaan y dalam himpunan *fuzzy* B.

b) Operator OR

Operator ini merupakan operator operasi union pada suatu himpunan. Hasil operasi diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cup B} = \max (\mu_A [x], \mu_B [y]) \quad (2.5)$$

dengan:

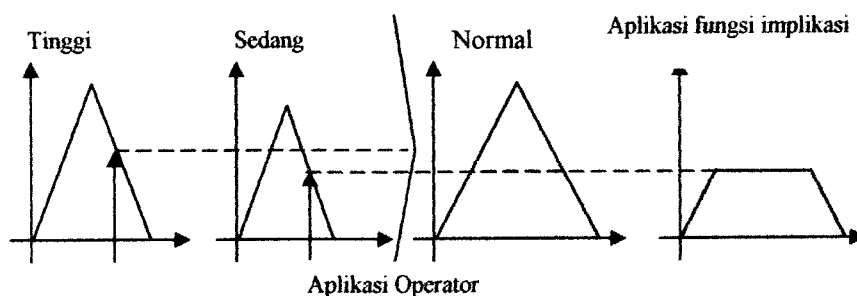
$\mu_A [x]$: derajat keanggotan x dalam himpunan *fuzzy* A.

$\mu_B [y]$: derajat keanggotan y dalam himpunan *fuzzy* B.

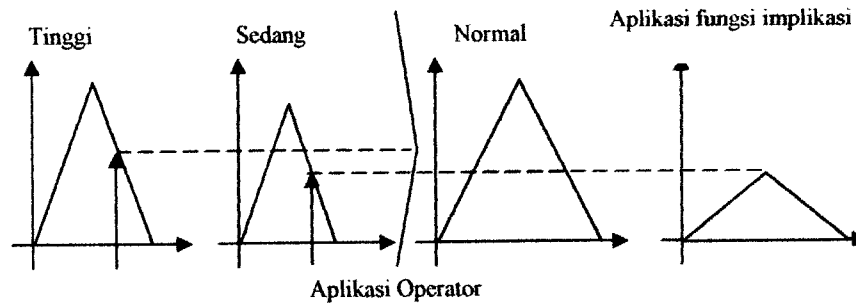
2.1.3. Fungsi implikasi

Bentuk umum dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah: IF (x_1 is A_1) • (x_2 is A_2) • • (x_n is A_n) Then y is B. Dengan x variabel-variabel masukan dan y variabel keluaran. A_1 , A_2 dan B adalah himpunan *fuzzy* dan • adalah operator *fuzzy*. Secara umum, ada dua fungsi implikasi yang dapat digunakan:

- Min (minimum), fungsi ini akan memotong keluaran himpunan *fuzzy*, ditunjukkan oleh Gambar 2.4 dibawah.
- Dot (product) yang ditunjukkan oleh Gambar 2.5 dibawah, fungsi ini akan menskala keluaran himpunan *fuzzy*.



Gambar 2.4 Fungsi implikasi MIN



Gambar 2.5 Fungsi implikasi DOT

2.1.4. Komposisi aturan *fuzzy*

1. Metode max (*Maksimum*)

Solusi himpunan *fuzzy* yang ditunjukkan oleh Gambar 2.6, diperoleh dengan mengambil nilai maksimum aturan, dan digunakan untuk memodifikasi daerah *fuzzy* dan mengaplikasikannya ke keluaran dengan operator OR (Union). Secara umum dapat dituliskan:

$$\mu_{SF}[x_i] = \max (\mu_{SF}[x_i], \mu_{KF} [x_i]) \quad (2.6)$$

dengan;

$\mu_{SF}[x_i]$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i;

$\mu_{KF}[x_i]$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-i;

Misalkan ada 3 aturan ;

[R1] IF Biaya Produksi RENDAH AND Permintaan NAIK THEN Produksi Barang BERTAMBAH.

[R2] IF Biaya Produksi STANDAR THEN Produksi Barang NORMAL.

[R3] IF Biaya Produksi TINGGI AND Permintaan TURUN THEN Produksi Barang BERKURANG

2. Metode *additive*

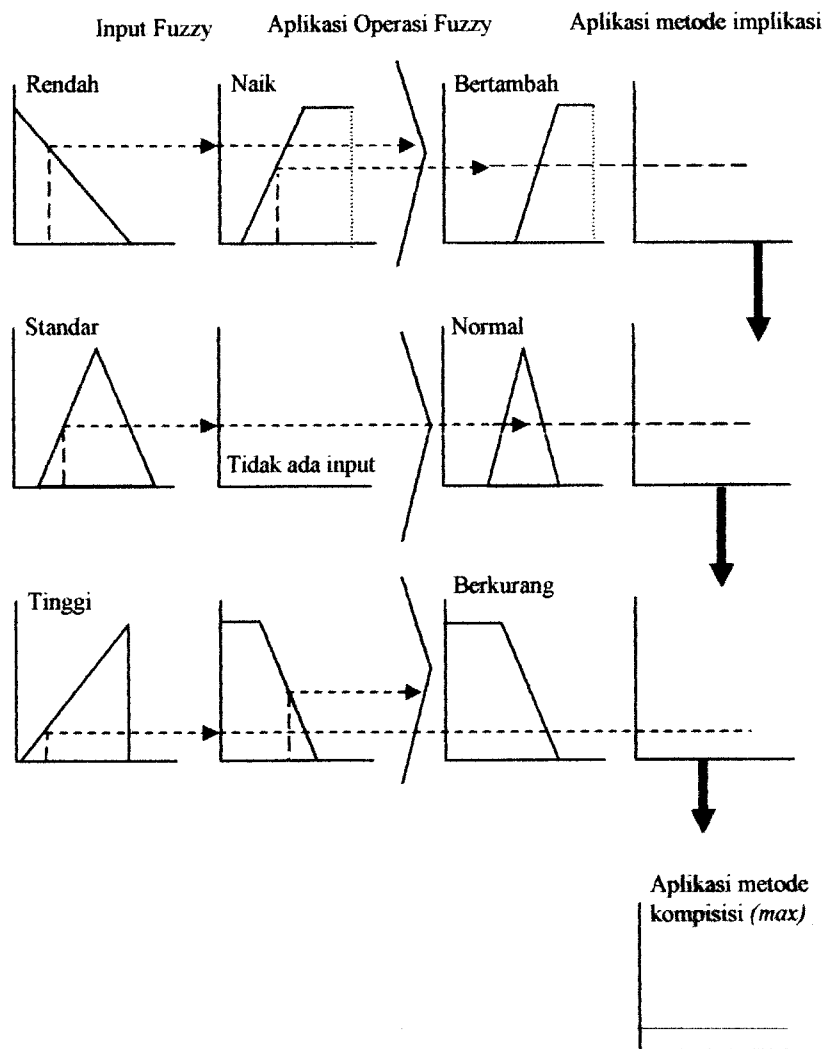
Solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan melakukan penyaringan nilai keanggotaan yang tinggi terhadap semua keluran daerah *fuzzy*.

$$\mu_{SF}[x_i] = \min (\mu_{SF}[x_i], \mu_{KF} [x_i]) \quad (2.7)$$

dengan;

$\mu_{SF}[x_i]$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i;

$\mu_{KF}[x_i]$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-i;



Gambar 2.6 Komposisi aturan

3. Metode probabilistik OR (PROBOR)

Solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan perkalian semua keluaran daerah *fuzzy*.

$$\mu_{SF}[x_i] = (\mu_{SF}[x_i] + \mu_{KF} [x_i]) - (\mu_{SF}[x_i] * \mu_{KF} [x_i]) \quad (2.8)$$

dengan;

$\mu_{SF}[x_i]$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i;

$\mu_{KF}[x_i]$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-i;

2.1.5. Penegasan (defuzzifikasi)

Masukan untuk proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari proses komposisi aturan-aturan *fuzzy*. Dan jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam interval tertentu, maka harus dapat diambil nilai tegasnya (*crisp*) tertentu sebagai keluaran.

1. Metode *centroid*

Solusi diperoleh dengan cara mengambil titik pusat pada daerah *fuzzy*. Secara umum dituliskan sebagai berikut.

Untuk variabel kontinyu:
$$z = \frac{\int \mu(z)zdz}{\int \mu(z)dz} \quad (2.9)$$

Untuk variabel diskret
$$z = \frac{\sum_{j=1}^n z_j \mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)} \quad (2.10)$$

keterangan:

z = nilai defuzzifikasi

$\mu(z)$ = derajat keanggotaan daerah komposisi *fuzzy*

$\mu(z_j)$ = derajat keanggotaan daerah komposisi *fuzzy* ke-j

2. Metode bisektor

Solusi diperoleh dengan cara mengambil nilai pada domain *fuzzy* yang memiliki nilai keanggotaan setengah dari jumlah total nilai keanggotaan pada daerah *fuzzy*. Secara umum dituliskan sebagai berikut:

$$z = \frac{1}{2} \sum_{i=0}^n \mu_A(d_i) \quad (2.11)$$

dengan:

z = nilai defuzzifikasi

μ_A = derajat keanggotaan daerah komposisi *fuzzy* ke-i

3. Metode *mean of maximum* (MOM)

Solusi diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum. Secara umum dituliskan sebagai berikut:

$$z = \text{mean} \{d_i \mid \mu(d_i) = \text{maximum } \mu_A\} \quad (2.12)$$

dengan:

z = nilai defuzzifikasi

$\mu(d_i)$ = derajat keanggotaan maksimum daerah komposisi *fuzzy*

4. Metode *smallest of maximum* (SOM)

Solusi diperoleh dengan cara mengambil nilai terkecil dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum. Secara umum dituliskan sebagai berikut:

$$x = \min \{ \text{abs}(d_i) \mid \mu(d_i) = \text{maximum } \mu_A \} \quad (2.13)$$

dengan:

z = nilai defuzzifikasi

$\mu(d_i)$ = derajat keanggotaan maksimum daerah komposisi *fuzzy*

5. Metode *largest of maximum* (LOM)

Solusi diperoleh dengan cara mengambil nilai terbesar dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum. Secara umum dituliskan sebagai berikut:

$$x = \max \{ \text{abs}(d_i) \mid \mu(d_i) = \text{maximum } \mu_A \} \quad (2.14)$$

dengan:

z = nilai defuzzifikasi

$\mu(d_i)$ = derajat keanggotaan maksimum daerah komposisi *fuzzy*

2.1.6 Penalaran *fuzzy*

Penalaran dan analisa sistem fuzzy dilakukan melalui langkah-langkah dibawah ini:

- a. Menentukan variabel-variabel dan himpunan fuzzy.
- b. Menentukan fungsi keanggotaan.
- c. Melakukan implementasi fungsi implikasi.
- d. Melakukan komposisi aturan dan proses penegasan.

2.1.6.1. Penalaran monoton

Jika dua daerah *fuzzy* direlasikan dengan implikasi sederhana IF x is A Then y is B, maka sistem *fuzzy* dapat berjalan tanpa melalui komposisi dan

defuzzifikasi. Sedangkan nilai keluaran dapat ditentukan secara langsung dari derajat keanggotaan yang berhubungan dengan antasedennya.

2.1.6.2. Metode tsukamoto

Setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk If-Then harus direpresentasikan dengan suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton seperti pada Gambar 2.1, 2.2 dan Gambar 2.3. Sebagai hasilnya, keluaran hasil penalaran dari tiap-tiap aturan merupakan nilai tegas berdasarkan α -predikat. Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot. Alur penalaran untuk mendapatkan satu nilai tegas z seperti terlihat pada Gambar 2.7 dibawah ini.

Dan rata-rata terbobot:

$$z = \frac{\alpha_1 z_1 + \alpha_2 z_2}{\alpha_1 + \alpha_2} \quad (2.15)$$

dengan:

α_1 = *fire strength* aturan fuzzy ke-1

z_1 = nilai dalam domain himpunan keluaran *fuzzy*

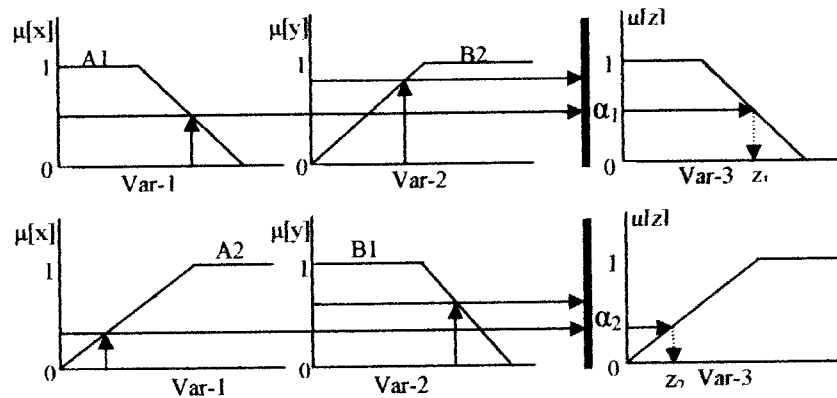
α_2 = *fire strength* aturan fuzzy ke-2

z_2 = nilai dalam domain himpunan keluaran *fuzzy*

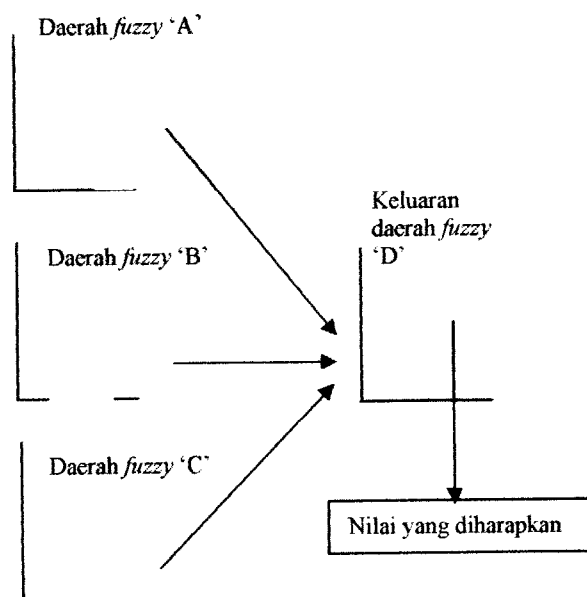
2.1.6.3. Metode mamdani

Metode Mamdani disebut juga dengan metode Max-Min, karena pada aplikasi fungsi implikasi metode ini menggunakan operator AND (min), dan pada komposisi aturan metode ini menggunakan operator OR (max). Untuk aplikasi

penegasan metode ini dapat menggunakan metode *centroid*, bisektor, MOM, LOM, dan metode SOM. Proses defuzzifikasi dapat dilihat melalui Gambar 2.8 dibawah ini.



Gambar 2.7 Penalaran dengan metode tsukamoto



Gambar 2.8 Proses defuzzifikasi

2.2. Borland Delphi 6.0

Borland Delphi atau yang biasa disebut Delphi merupakan perangkat lunak yang bekerja dalam sistem Windows. Perangkat lunak ini dapat digunakan untuk membuat aplikasi apa saja, termasuk aplikasi mengolah angka, bahkan sampai aplikasi basis data. Delphi versi 6 telah dilengkapi dengan fasilitas pemrograman yang sangat lengkap. Fasilitas tersebut dibagi dalam dua kelompok, yaitu *object* dan bahasa pemrograman. *Object* adalah suatu komponen yang mempunyai bentuk fisik dan biasanya dapat dilihat dan dipakai untuk melakukan tugas tertentu dan mempunyai batasan-batasan tertentu. Sedangkan bahasa pemrograman disebut sebagai kumpulan teks yang mempunyai arti tertentu dan disusun dengan aturan tertentu untuk menjalankan tugas tertentu. Gabungan *object* dan bahasa pemrograman ini disebut sebagai bahasa pemrograman berorientasi *object*. Delphi juga dapat menangani data dalam berbagai format basis data, seperti : MS-Acess, SyBase, Oracle, FoxPro, Informix, DB2, MySQL dan lain-lain [Alam,2001].

2.3. MySQL

MySQL adalah salah satu jenis *server* basis data yang menggunakan SQL (*Structured Query Language*) yaitu bahasa yang sangat mendukung berbagai tipe format basis data dan megolah basis data secara cepat dan efisien. MySQL termasuk kedalam *Relational Database Management System* (RDBMS), yaitu model basis data dalam bentuk tabel-tabel yang saling terhubung. MySQL mempunyai tiga subbahasa, yaitu *Data Definition Language* (DDL), *Data Manipulation Language* (DML) dan *Data Control Language* (DCL). DDL

berfungsi pada obyek basisdata, seperti membuat, mengubah dan menghapus tabel. DML bertugas untuk melihat, menambah dan menghapus isi tabel. Dan DCL digunakan untuk kepentingan keamanan suatu basis data, seperti memberikan dan mencabut hak akses ke suatu basis data [Handoko,2004].

2.4. Teknik Prakiraan Cuaca

Dalam membuat simulasi *fuzzy* prakiraan cuaca didasarkan pada informasi Stasiun Meteorologi dan Geofisika Lanud Adisucipto Jogjakarta, bahwa ada 4 hal penting dalam melakukan prakiraan cuaca, yaitu:

1. Analisis *Streamline*

Adalah analisis terhadap pola-pola gerakan udara (arah angin) dan gangguan cuaca seperti pembentukan awan atau angin yang hebat.

2. Analisis Isobar

Adalah analisis terhadap tekanan udara, sehingga dari analisis ini dapat diketahui daerah yang menjadi pusat tekanan tinggi dan tekanan rendah.

3. Analisis Massa Udara

Analisis ini berguna untuk mencari asal pergerakan angin atau udara.

4. Analisis Suhu Udara

Analisis ini untuk mengetahui keadaan suhu daerah tertentu [Handoko,2004].

Berdasarkan survei Stasiun Badan Meteorologi dan Geofisika Lanud Adisucipto Jogjakarta, pada umumnya kondisi cuaca di wilayah Jogjakarta di setiap kabupatennya adalah sama, ini disebabkan letak geografis wilayah Jogjakarta berada di dekat pantai. Khusus untuk kabupaten Sleman kondisi cuaca agak

berbeda karena dekat dengan gunung Merapi, perbedaan tersebut hanya terletak pada curah hujannya saja. Kondisi iklim di wilayah Jogjakarta: kelembaban udara berdasarkan waktu akan semakin menurun sampai siang hari pada saat suhu udara maksimum, kemudian naik kembali hingga mencapai nilai minimum di malam hari, untuk daerah pantai memiliki nilai kelembaban yang tinggi karena kandungan uap air didukung oleh besarnya energi penguapan di laut. Selain unsur tersebut pemantauan cuaca juga dilakukan dengan mengamati angin permukaan pada suatu daerah, dengan demikian diketahui daerah yang memiliki tekanan tertinggi dan tekanan terendah

Letak wilayah Jogjakarta kira-kira 7 derajat lintang selatan dan beriklim tropis, cerah sepanjang tahun. Udara disetiap harinya terasa sedikit panas dan lembab. Dalam setahun hanya terdapat dua musim, musim hujan dan musim panas. Biasanya musim penghujan berawal dari bulan September dan berakhir pada bulan Agustus. Biasanya tidak ada hujan sepanjang bulan Mei sampai bulan Agustus, sehingga udara terasa panas dan lembab baik pada siang hari maupun malam hari dan pagi hari. Curah hujan perbulannya berkisar 3mm sampai dengan 469 mm, dimana nilai diatas 300 mm terjadi pada bulan Januari hingga April. Hujan lebat terjadi pada bulan Febuari dan hujan terendah biasanya terjadi diantara bulan Mei dan Oktober. Curah hujan dalam setahunnya sekitar 1900mm.

BAB III

PERANCANGAN SISTEM

3.1. Pendahuluan

Simulasi prakiraan cuaca dengan logika *fuzzy* didasarkan pada informasi Stasiun Meteorologi dan Geofisika Lanud Adisucipto Jogjakarta, bahwa ada 4 hal penting dalam melakukan prakiraan cuaca, yaitu:

1. Analisis *Streamline*

Adalah analisis terhadap pola-pola gerakan udara (arah angin) dan gangguan cuaca seperti pembentukan awan atau angin yang hebat.

2. Analisis Isobar

Adalah analisis terhadap tekanan udara, sehingga dari analisis ini dapat diketahui daerah yang menjadi pusat tekanan tinggi dan tekanan rendah.

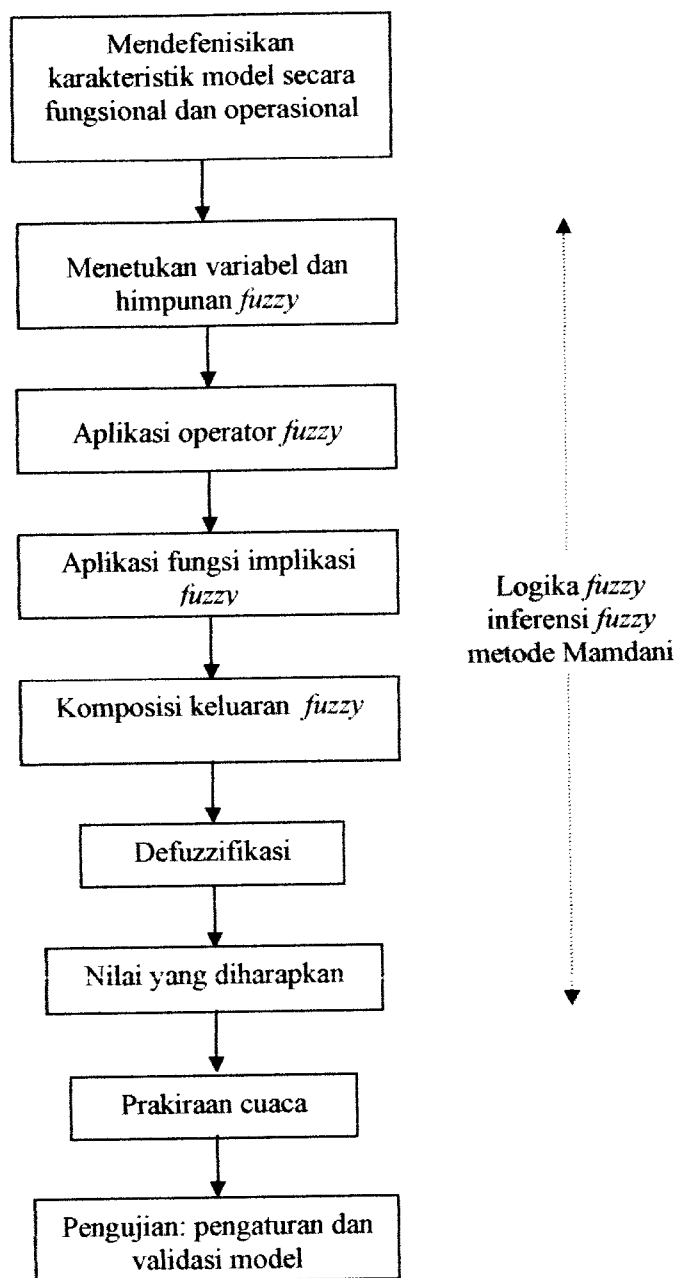
3. Analisis Massa Udara

Analisis ini berguna untuk mencari asal pergerakan angin (udara).

4. Analisis Suhu Udara

Analisis ini untuk mengetahui keadaan suhu daerah tertentu. (Handoko, 2004).

Diagram blok simulasi prakiraan cuaca dengan logika *fuzzy* untuk mengolah informasi Stasiun Meteorologi dan Geofisika Lanud Adisucipto Jogjakarta ditunjukkan pada Gambar 3.1. Karakteristik-karakteristik atau variabel-variabel yang berkaitan dengan simulasi prakiraan cuaca dengan logika *fuzzy* dikelompokkan sesuai dengan fungsinya, apakah sebagai fungsi masukan atau fungsi keluaran, kemudian ditentukan batasan operasionalnya sehingga variabel-variabel tersebut dapat menjalankan fungsinya.



Gambar 3.1 Diagram blok sistem

Variabel-variabel yang telah dirumuskan diatas, dibentuk himpunan *fuzzy*-nya (dekomposisi variabel menjadi himpunan *fuzzy*) sesuai dengan yang dibutuhkan oleh simulasi prakiraan cuaca ini. Pembentukan himpunan *fuzzy* harus memenuhi kriteria-kriteria: mempunyai nama himpunan *fuzzy* dan mempunyai domain. Selanjutnya membuat aturan *fuzzy* yang menunjukkan

bagaimana suatu sistem *fuzzy* beroperasi. Pada bagian defuzzifikasi akan dipilih suatu nilai dari suatu variabel solusi yang merupakan konsekuen dari daerah *fuzzy*. Dalam tahap menjalankan simulasi, dibangun suatu simulasi secara lengkap yang dapat memberikan kemudahan bagi pengguna. Dari simulasi yang sudah dibentuk, diujikan untuk beberapa nilai masukan untuk mendapatkan kebenaran dan validasi keluaran.

3.2. Perancangan Simulasi Prakiraan Cuaca dengan Penalaran *Fuzzy* Metode Mamdani (Min-Max)

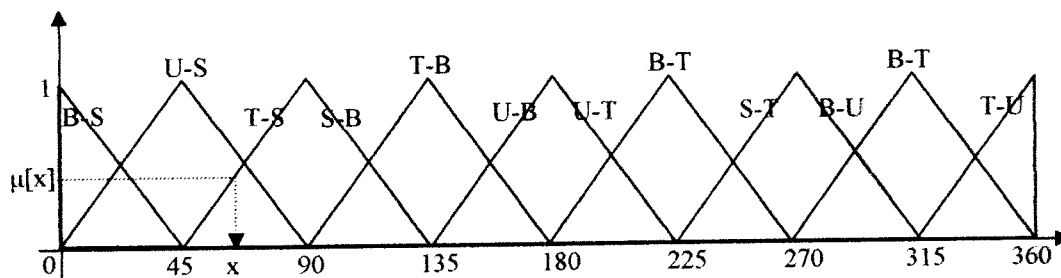
Dari aturan-aturan *fuzzy* yang berbeda, aturan-aturan tersebut sama-sama dapat menghasilkan nilai keluaran (α -prediket) yang sama. Penggunaan metode Mamdani (min-max) dikarenakan metode ini mengkombinasikan nilai-nilai α -prediket dari aturan-aturan tersebut untuk mendapatkan nilai keluaran *fuzzy*. Operator Min sebagai fungsi interseksi digunakan untuk mendapatkan nilai α -prediket dari masing-masing aturan, kemudian dengan operator Max yang memiliki fungsi union, menggabungkan α -prediket- α -prediket dari aturan-aturan tersebut untuk menentukan nilai keluaran *fuzzy*.

3.2.1 Pembentukan himpunan *fuzzy*

3.2.1.1 Variabel masukan *fuzzy* arah angin.

Secara operasional variabel masukan arah angin ditunjukkan oleh Gambar 3.2 memiliki batasan nilai dari 0 sampai dengan 360, dengan satuan derajat. Himpunan-himpunan *fuzzy* untuk variabel masukan arah mata angin: Utara ke Selatan (U-S), Selatan ke Utara (S-U), Barat ke Timur (B-T), Timur ke Barat (T-

B), Utara ke Timur (U-T), Timur ke utara (T-U), Utara ke Barat (U-B), Barat ke Utara (B-U), Selatan ke Barat (S-B), Barat ke Selatan (B-S), Selatan ke Timur (S-T), Timur ke Selatan (T-S). Semesta pembicaran 0° sampai dengan 360° .



Gambar 3.2 Himpunan *fuzzy* untuk variabel masukan arah angin

Fungsi keanggotaan domain Barat ke Selatan (B-S) $[0 - 45]^\circ$:

$$\mu_{\text{AngB-S}}[x] = \begin{cases} 0 & ; x \geq 45 \\ \frac{45-x}{45-0} & ; 135 \leq x \leq 180 \\ 1 & ; x = 0 \end{cases} \quad (3.1)$$

Fungsi keanggotaan domain Timur ke Selatan (T-S) $[45 - 90]^\circ$:

$$\mu_{\text{AngU-B}}[x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 45, x > 90 \\ \frac{x-90}{90-45} & ; 180 \leq x \leq 225 \\ 1 & ; x = 90 \end{cases} \quad (3.2)$$

Fungsi keanggotaan domain Selatan ke Barat (S-B) $[90 - 135]^\circ$:

$$\mu_{\text{AngT-U}}[x] = \begin{cases} 0 & ; x < 90, x \geq 135 \\ \frac{135-x}{135-90} & ; 90 \leq x \leq 135 \\ 1 & ; x = 90 \end{cases} \quad (3.3)$$

Fungsi keanggotaan domain Utara ke Barat (U-B) [135- 180] °:

$$\mu_{\text{AngT-S}}[x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 135, x > 180 \\ \frac{x - 135}{180 - 135} & ; 135 \leq x \leq 180 \\ 1 & ; x = 180 \end{cases} \quad (3.4)$$

Fungsi keanggotaan domain Utara ke Timur (U-T) [180 - 225] °:

$$\mu_{\text{AngU-T}}[x] = \begin{cases} 0 & ; x < 180, x \geq 225 \\ \frac{180 - x}{225 - 180} & ; 180 \leq x \leq 225 \\ 1 & ; x = 180 \end{cases} \quad (3.5)$$

Fungsi keanggotaan domain Selatan ke Timur (S-T) [225 - 270] °:

$$\mu_{\text{AngS-T}}[x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 225, x > 270 \\ \frac{x - 225}{270 - 225} & ; 225 \leq x \leq 270 \\ 1 & ; x = 270 \end{cases} \quad (3.6)$$

Fungsi keanggotaan domain Barat ke Utara (B-U) [270 - 315] °:

$$\mu_{\text{AngB-U}}[x] = \begin{cases} 0 & ; x < 270, x \geq 315 \\ \frac{315 - x}{315 - 270} & ; 270 \leq x \leq 315 \\ 1 & ; x = 270 \end{cases} \quad (3.7)$$

Fungsi keanggotaan domain Timur ke Utara (T-U) [315 - 360] °:

$$\mu_{\text{AngS-B}}[x] = \begin{cases} 0 & ; x = 360 \\ \frac{360 - x}{360 - 315} & ; 315 \leq x \leq 360 \\ 1 & ; x = 315 \end{cases} \quad (3.8)$$

Fungsi keanggotaan domain Selatan ke Utara (S-U) $[0 - 45]^\circ$ dan $[45 - 90]^\circ$:

$$\mu_{\text{AngU-T}}[x] = \begin{cases} 0 & ; \quad x = 45, x = 90 \\ \frac{x - 45}{45 - 0} & ; \quad 0 \leq x \leq 45 \\ \frac{x - 90}{90 - 45} & ; \quad 45 \leq x \leq 90 \\ 1 & ; \quad x = 45 \end{cases} \quad (3.9)$$

Fungsi keanggotaan domain Timur ke Barat (T-B) $[90- 135]^\circ$ dan $[135 - 180]^\circ$:

$$\mu_{\text{AngT-B}}[x] = \begin{cases} 0 & ; \quad x = 90, x = 180 \\ \frac{x - 90}{135 - 90} & ; \quad 90 \leq x \leq 135 \\ \frac{180 - x}{180 - 135} & ; \quad 135 \leq x \leq 180 \\ 1 & ; \quad x = 180 \end{cases} \quad (3.10)$$

Fungsi keanggotaan domain Barat ke Timur (B-T) $[180 - 225]^\circ$ dan $[225 - 270]^\circ$:

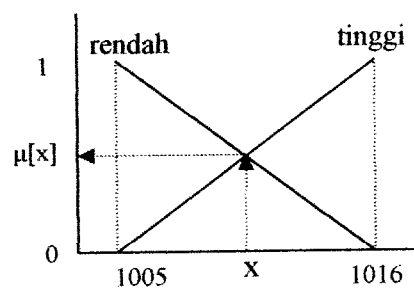
$$\mu_{\text{AngB-T}}[x] = \begin{cases} 0 & ; \quad x = 180, x = 270 \\ \frac{x - 180}{225 - 180} & ; \quad 180 \leq x \leq 225 \\ \frac{270 - x}{270 - 225} & ; \quad 225 \leq x \leq 270 \\ 1 & ; \quad x = 225 \end{cases} \quad (3.11)$$

Fungsi keanggotaan domain Utara ke Selatan (U-S) $[270 - 315]^\circ$ dan $[315 - 360]^\circ$:

$$\mu_{\text{AngS-U}}[x] = \begin{cases} 0 & ; \quad x = 270, x = 360 \\ \frac{x - 270}{315 - 270} & ; \quad 270 \leq x \leq 315 \\ \frac{360 - x}{360 - 315} & ; \quad 315 \leq x \leq 360 \\ 1 & ; \quad x = 315 \end{cases} \quad (3.12)$$

3.2.1.2 Variabel masukan *fuzzy* tekanan udara.

Secara operasional variabel masukan tekanan udara ditunjukkan oleh Gambar 3.3 memiliki batasan nilai dari 1005 sampai dengan 1016, dengan satuan millibar (mbar). Variabel masukan tekanan udara terdiri atas 2 himpunan *fuzzy*, yaitu: tinggi dan rendah. Semesta pembicaraan 1005 mbar sampai dengan 1016 mbar, dengan domain rendah [1005-1016] mbar dan tinggi [1005-1016] mbar.



Gambar 3.3 Himpunan *fuzzy* untuk variabel masukan tekanan udara

Fungsi keanggotaan domain rendah [1005-1016] mbar:

$$\mu_{\text{Tekrendah}}[x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 1005, x \geq 1016 \\ \frac{1016 - x}{1016 - 1005} & ; 1005 \leq x \leq 1016 \\ 1 & ; x = 1005 \end{cases} \quad (3.13)$$

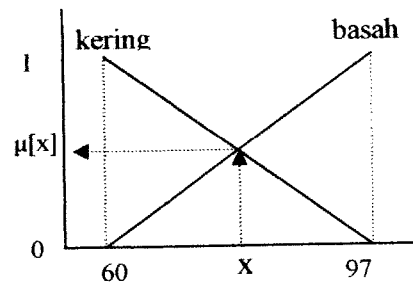
Fungsi keanggotaan domain tinggi [1005-1016] mbar:

$$\mu_{\text{Tektinggi}}[x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 1005, x \geq 1016 \\ \frac{x - 1005}{1016 - 1005} & ; 1005 \leq x \leq 1016 \\ 1 & ; x = 1016 \end{cases} \quad (3.14)$$

3.2.1.3 Variabel masukan *fuzzy* kelembaban udara.

Secara operasional variabel masukan kelembaban udara ditunjukkan oleh Gambar 3.4 memiliki batasan nilai dari 60 sampai dengan 97, dengan satuan

persen (%). Variabel masukan kelembaban udara terdiri atas 2 himpunan *fuzzy*, yaitu: basah dan kering. Semesta pembicaraan 60 % sampai dengan 97 %, dengan domain kering [60-97] % dan basah [60-97] %.



Gambar 3.4 Himpunan *fuzzy* untuk variabel masukan kelembaban udara

Fungsi keanggotaan domain kering [60-97] %:

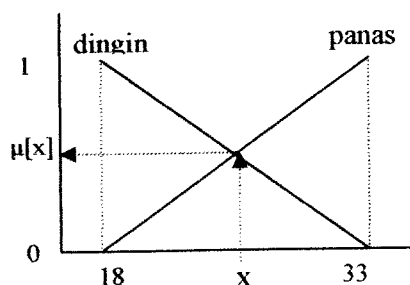
$$\mu_{K1mkering}[x] = \begin{cases} 0 & ; \quad x \leq 60, x \geq 97 \\ \frac{97 - x}{97 - 60} & ; \quad 60 \leq x \leq 97 \\ 1 & ; \quad x = 60 \end{cases} \quad (3.15)$$

Fungsi keanggotaan domain basah [60-97] %:

$$\mu_{K1mbasah}[x] = \begin{cases} 0 & ; \quad x \leq 60, x \geq 97 \\ \frac{x - 60}{97 - 60} & ; \quad 60 \leq x \leq 97 \\ 1 & ; \quad x = 97 \end{cases} \quad (3.16)$$

3.2.1.4 Variabel masukan *fuzzy* suhu udara.

Secara operasional variabel masukan suhu udara ditunjukkan oleh Gambar 3.5 memiliki batasan nilai dari 18 sampai dengan 33, dengan satuan celcius. Variabel masukan suhu udara terdiri atas 2 himpunan *fuzzy*, yaitu: dingin dan panas. Semesta pembicaraan 18 °C sampai dengan 33 °C dengan domain dingin [18-33] °C dan panas [18-33] °C.



Gambar 3.5 Himpunan *fuzzy* untuk variabel masukan suhu udara

Fungsi keanggotaan domain dingin [18-33] °C:

$$\mu_{\text{Suhdingin}}[x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 18, x \geq 33 \\ \frac{33-x}{33-18} & ; 18 \leq x \leq 33 \\ 1 & ; x = 18 \end{cases} \quad (3.17)$$

Fungsi keanggotaan domain panas [18-33] °C:

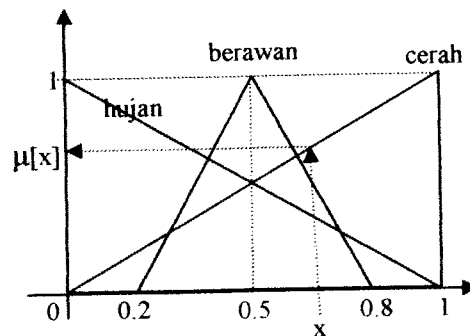
$$\mu_{\text{Suhpanas}}[x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 18, x \geq 33 \\ \frac{x-18}{33-18} & ; 18 \leq x \leq 33 \\ 1 & ; x = 33 \end{cases} \quad (3.18)$$

3.2.1.5 Variabel keluaran *fuzzy* cuaca.

Secara operasional variabel keluaran cuaca ditunjukkan oleh Gambar 3.6 memiliki batasan nilai dari 0 sampai dengan 1. Variabel keluaran cuaca memiliki :himpunan *fuzzy* hujan, berawan dan cerah. Semesta pembicaraan 0 sampai dengan 1 dengan domain hujan [0-1], domain berawan [0.2-0.8] dan domain cerah [0-1].

Fungsi keanggotaan domain hujan [0 - 1]:

$$\mu_{\text{Cuahujan}}[x] = \begin{cases} 0 & ; x \geq 1, \\ \frac{1-x}{1-0} & ; 0 \leq x \leq 1 \\ 1 & ; x = 0 \end{cases} \quad (3.19)$$



Gambar 3.6 Himpunan *fuzzy* untuk variabel keluaran cuaca

Fungsi keanggotaan domain berawan [0 - 1]:

$$\mu_{Cuaberawan}[x] = \begin{cases} 0 & ; x = 0, x \geq 1 \\ \frac{x - 0.2}{0.5 - 0.2} & ; 0.2 \leq x \leq 0.5 \\ \frac{0.8 - x}{0.8 - 0.5} & ; 0.5 \leq x \leq 0.8 \\ 1 & ; x = 0.5 \end{cases} \quad (3.20)$$

Fungsi keanggotaan domain cerah [0 - 1]:

$$\mu_{Cuacerah}[x] = \begin{cases} 0 & ; x = 0 \\ \frac{x - 0}{1 - 0} & ; 0 \leq x \leq 1 \\ 1 & ; x = 1 \end{cases} \quad (3.21)$$

3.2.2 Aturan *fuzzy*

Secara umum sebuah aturan *fuzzy* diekspresikan dalam bentuk IF-THEN merupakan dasar dari sebuah relasi *fuzzy* atau dikenal juga dengan implikasi *fuzzy*.

Untuk menulis aturan perlu diperhatikan hal-hal berikut;

- Kelompokkan semua aturan yang memiliki solusi pada variabel yang sama.
- Urutkan aturan sehingga mudah dibaca.

Sebuah basis informasi *fuzzy* terdiri dari sekelompok aturan-aturan, yang dimanan aturan-aturan tersebut merelasikan antar himpunan-himpunan *fuzzy* dari variabel-variabel *fuzzy* yang dimiliki oleh simulasi prakiraan cuaca ini. Relasi antar himpunan-himpunan *fuzzy* dari variabel-variabel *fuzzy* diantaranya adalah sebagai berikut :

1. IF arah angin dari Utara ke Selatan AND tekanan tinggi AND pergerakan udara bersifat kering AND suhu panas THEN cuaca berawan.
2. IF arah angin dari Utara ke Barat AND tekanan rendah AND pergerakan udara bersifat kering AND suhu panas THEN cuaca cerah.
3. IF arah angin dari Barat ke Timur AND tekanan tinggi AND pergerakan udara bersifat basah AND suhu panas THEN cuaca hujan.
4. IF arah angin dari Timur ke Barat AND tekanan tinggi AND pergerakan udara bersifat kering AND suhu panas THEN cuaca berawan.
5. IF arah angin dari Utara ke Timur AND tekanan tinggi AND pergerakan udara bersifat kering AND suhu panas THEN cuaca cerah.

3.2.3 Fungsi implikasi

Fungsi implikasi yang ditunjukkan oleh Gambar 3.7, dilakukan dengan menggunakan operator AND, dengan demikian α -prediket dari setiap aturan *fuzzy* diambil nilai minimumnya.

1. IF arah angin dari Utara ke Selatan AND tekanan tinggi AND pergerakan udara bersifat kering AND suhu panas THEN cuaca berawan.

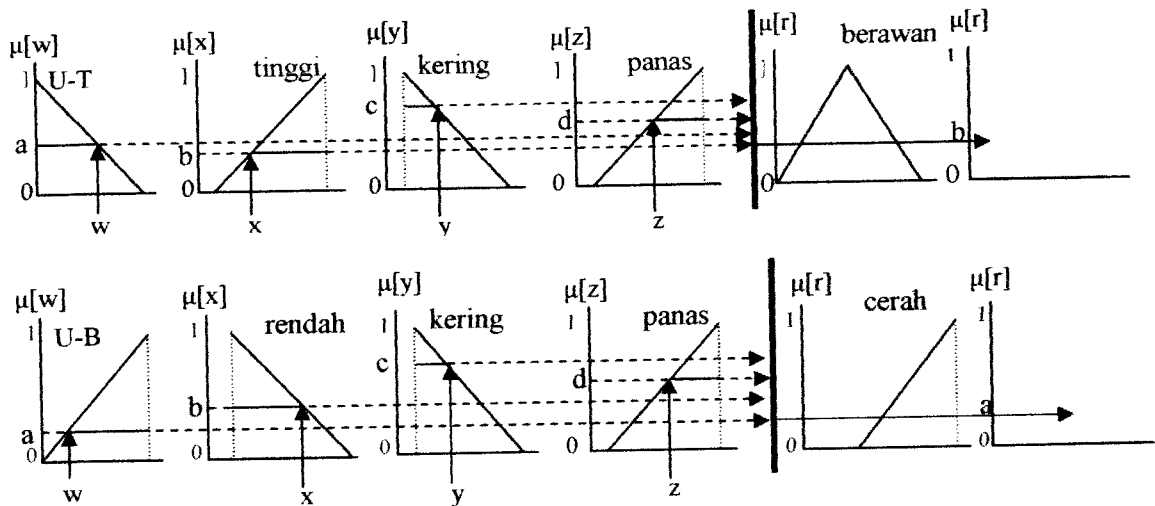
$$\alpha\text{-prediket}_1 = \mu_{\text{AngU-T}} \cap \mu_{\text{Tektinggi}} \cap \mu_{\text{Klmkering}} \cap \mu_{\text{Subpanas}}$$

$$= \min (\mu_{AngU-T}[w], \mu_{Tektinggi}[x], \mu_{Klmkering}[y], \mu_{Suhpanas}[z])$$

2. IF arah angin dari Utara ke Barat AND tekanan rendah AND pergerakan udara bersifat kering AND suhu panas THEN cuaca cerah.

$$\alpha\text{-prediket}_2 = \mu_{AngU-B} \cap \mu_{Tekrendah} \cap \mu_{Klmkering} \cap \mu_{Suhpanas}$$

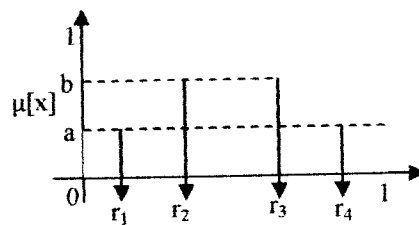
$$= \min (\mu_{AngU-B}[w], \mu_{Tekrendah}[x], \mu_{Klmkering}[y], \mu_{Suhpanas}[z])$$



Gambar 3.7 Aplikasi fungsi implikasi untuk beberapa aturan fuzzy

3.2.4 Komposisi aturan

Komposisi aturan dilakukan dengan metode Max (*Maximum*), yaitu mengambil nilai maksimumnya dari kumpulan kontribusi tiap-tiap aturan. Daerah hasil komposisi seperti Gambar 3.8 dibawah ini:



Gambar 3.8 Daerah hasil komposisi aturan

Dan persamaan himpunan keluaran *fuzzy* berdasarkan daerah hasil komposisi:

$$\mu[k]=\begin{cases} a & ; 0 \leq k \leq r_1 \\ \frac{k-0}{0.5-0} & ; r_1 \leq k \leq r_2 \\ b & ; r_2 \leq k \leq r_3 \\ \frac{1-k}{1-0.5} & ; r_3 \leq k \leq r_4 \\ a & ; r_4 \leq k \leq 1 \end{cases} \quad (3.22)$$

3.2.5 Penegasan (defuzzifikasi).

Defuzzifikasi adalah proses pemetaan nilai *fuzzy* menjadi nilai non-*fuzzy*. Strategi defuzzifikasi diarahkan untuk menghasilkan sebuah nilai non-*fuzzy* yang merepresentasikan dengan baik hasil dari proses inferensi *fuzzy*. Pemilihan metode *centroid* dipilih karena metode ini mengikutsertakan semua hasil daerah implikasi untuk menentukan nilai tegas, yang dilakukan dengan menghitung momen dan luas untuk setiap daerah hasil komposisi. Dan titik pusat diperoleh dari :

$$M = \int_r^{r_{n+1}} \mu(z) z dz \quad (3.23)$$

dengan:

M = momen untuk setiap daerah hasil komposisi

$\mu(z)$ = nilai derajat keanggotaan daerah komposisi *fuzzy*

$$z = \frac{M_1 + M_2 + M_3 + M_4}{L_1 + L_2 + L_3 + L_4} \quad (3.24)$$

dengan:

M_1, M_2, M_3, M_4 = momen untuk setiap daerah hasil komposisi

L_1, L_2, L_3, L_4 = luas setiap daerah hasil komposisi.

z = nilai defuzzifikasi

Dengan nilai defuzzifikasi (z) tersebut dicari nilai keanggotaannya pada masing-masing himpunan keluaran *fuzzy*. Dan dari masing-masing nilai keanggotaan himpunan keluaran *fuzzy*, diambil nilai yang paling besar dan himpunan keluaran *fuzzy* tersebut-lah yang menjadi keputusan prakiraan cuaca.

3.3. Perancangan Simulasi Prakiraan Cuaca Dengan Borland Delphi 6

Simulasi prakiraan cuaca yang dibangun dengan bahasa pemrograman Borland Delphi 6 berupa sistem yang memproses pemasukkan dan penghapusan data, serta proses menampilkan hasil pemrosesan prakiraan.

3.3.1. Perancangan simulasi prakiraan cuaca

Tahap pemrograman pembuatan simulasi prakiraan cuaca:

a. Tahap Pemrograman Visual.

Perancangan antar muka yang akan digunakan serta kontrol-kontrol yang diperlukan untuk simulasi prakiraan cuaca dengan Borland Delphi 6.0.

b. Tahap Penulisan Kode Program.

Pada tahap ini penulisan kode-kode program yang dilekatkan pada kontrol-kontrol yang digunakan ataupun pada suatu kejadian tertentu.

c. Tahap Pembuatan Basis Data

Pada tahap ini dibangun sebuah basis data yang dapat memberikan, menampung dan menghapus data-data yang diinginkan. Basis data sistem *fuzzy* prakiraan cuaca dibangun dengan menggunakan perangkat lunak MySQL, basis

data sistem ini terdiri dari tabel-tabel seperti: tabel arah, tabel tekanan, dan tabel lainnya yang dibutuhkan oleh sistem ini.

3.3.2. Perancangan Antarmuka (*Form*)

a. Antarmuka data masukan

Antarmuka yang ditunjukkan oleh Gambar 3.9 dibawah, berisi bagian yang menampilkan data-data semesta pembicaraan variabel-variabel masukan. Dan bagian yang memasukkan data-data masukan, juga terdapat kontrol-kontrol untuk memproses data-data masukan dan mengakses antarmuka yang lainnya.

b. Antarmuka himpunan *fuzzy*

Antarmuka yang ditunjukkan oleh Gambar 3.10 dibawah ini, berisi nama, batas domain himpunan *fuzzy* untuk semua variabel sistem, dan grafik keanggotaannya dapat dilihat melalui kontrol-kontrol untuk mengakses antarmuka tersebut dan lainnya

The screenshot shows a software window titled "Data masukan". It is divided into two main columns. The left column, titled "Semesta Pembicaraan", lists four weather variables: "Arah Angin (derajat)", "Tekanan Udara (millibar)", "Kelembaban Udara (%)", and "Suhu Udara (celcius)". For each variable, there are two input fields labeled "Batas Awal" and "Batas Akhir". The right column, titled "Prediksi Cuaca Dengan Logika Fuzzy", has a "Nilai Masukan" label and four corresponding input fields for the same variables. At the bottom of the window, there are five buttons: "Baru", "Proses", "Aturan Fuzzy", "Himpunan Fuzzy", and "Kembali".

Gambar 3.9 Antarmuka data masukan

Gambar 3.10 Antarmuka himpunan *fuzzy*

c. Antarmuka aturan *fuzzy*

Antarmuka yang ditunjukkan oleh Gambar 3.11 dibawah ini berisi aturan-aturan *fuzzy* yang dapat dicari, diubah melalui kontrol-kontrol yang terdapat pada antarmuka ini. Dan juga terdapat kontrol yang mengakses antarmuka yang lain.

Gambar 3.11 Antarmuka aturan *fuzzy*

d. Antarmuka penalaran dan operator *fuzzy*

Antarmuka yang ditunjukkan oleh Gambar 3.12 dibawah ini berisi bagian yang menampilkan hasil perhitungan dari nilai masukan kedalam domain-domain himpunan *fuzzy*. Dan juga menampilkan aturan yang dipakai pada proses fungsi implikasi.

The screenshot shows a software window titled "Penalaran dan Operator Fuzzy". It has several input fields: "Arah Angin : ___ derajat", "Kelembaban udara : ___ %", "Tekanan Udara : ___ milibar", and "Suhu Udara : ___ celcius". Below these are sections for "Derajat Keanggotaan" and "Aturan Yang Dipakai". The "Aturan Yang Dipakai" section contains a grid of fuzzy rules:

B - U	U - B	R - T
S - T	T - S	T - B
U - T	T - U	S - U
B - S	S - B	U - S

 Below the grid are three columns for fuzzy sets: "Tekanan Udara" (rendah, tinggi), "Kelembaban Udara" (kering, basah), and "Suhu Udara" (dingin, panas). At the top right, there are buttons for "Kembali", "Hitung", and "Analisa".

Gambar 3.12 Antarmuka penalaran dan operator *fuzzy*

e. Antarmuka komposisi dan defuzzifikasi.

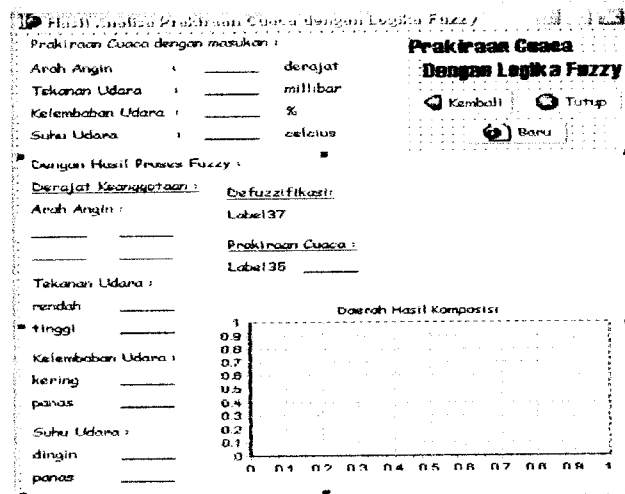
Antarmuka yang ditunjukkan oleh Gambar 3.13 ini menampilkan hasil dari proses implikasi, hasil proses komposisi aturan (prakiraan cuaca) dan hasil defuzzifikasi serta beberapa kontrol untuk mengakses antarmuka lainnya.

The screenshot shows a software window titled "Komposisi dan Defuzzifikasi". It has input fields for "Arah Angin : ___ derajat", "Kelembaban udara : ___ %", "Tekanan Udara : ___ milibar", and "Suhu Udara : ___ celcius". Below these is a section for "Komposisi Antar Aturan". On the right side, there are input fields for "Derajat Keanggotaan" with values 14, 15, 17, 18, 20, 21, 23, and 24. Below these are labels for "tekanan:", "kelembaban:", and "suhu:". At the bottom right, there is a "Cuaca" output field. At the bottom left, there are buttons for "Kembali" and "Komposisi".

Gambar 3.13 Antarmuka komposisi dan defuzzifikasi

f. Antarmuka hasil analisa prakiraan cuaca dengan logika *fuzzy*

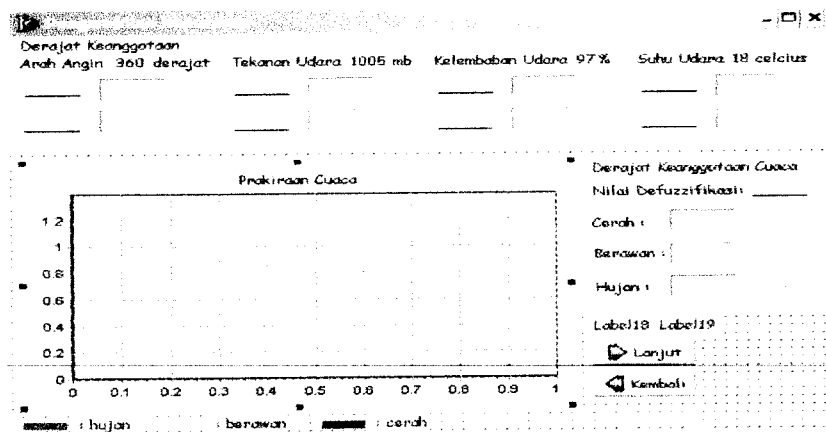
Antarmuka yang ditunjukkan oleh Gambar 3.14 dibawah ini berisi informasi data masukan dan keluaran berupa derajat keanggotaan, daerah hasil komposisi, nilai defuzzifikasi dan prakiraan cuaca.



Gambar 3.14 Antarmuka hasil analisa prakiraan cuaca dengan logika *fuzzy*

g. Antarmuka pengambilan keputusan

Antarmuka yang ditunjukkan oleh Gambar 3.15 dibawah ini berisi informasi pengambilan keputusan berdasarkan nilai defuzzifikasi, dan keputusan ini menjadi prakiraan cuaca.



Gambar 3.15 Antarmuka pengambil keputusan

BAB IV

ANALISA KINERJA PERANGKAT LUNAK

4.1. Analisis Kinerja

Pengujian perangkat lunak adalah hal yang penting untuk melihat kinerja sistem yang dihasilkan. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan hasil perhitungan oleh perangkat lunak dengan hasil perhitungan manual dengan masukan dan dasar teori yang sama. Jika ingin diketahui cuaca apa yang akan muncul berdasarkan data masukan dan aturan *fuzzy* maka dilakukan pengujian sistem sebagai berikut.

4.1.1. Analisis proses logika *fuzzy*

Data masukan :

Arah angin : 330°

Tekanan udara : 1012 mbar

Kelembaban udara : 72 %

Suhu udara : 32 °C

1. Menentukan nilai keanggotaan himpunan *fuzzy*:

a. Variabel Arah Angin

Himpunan *fuzzy* Timur ke Utara (T-U), $\mu_{T-U} [330] = 0,333$. Diperoleh dari:

$$\begin{aligned}\mu_{T-U} [x] &= \frac{x - 315}{360 - 315} \\ &= \frac{330 - 315}{360 - 315} = 0.333\end{aligned}$$

Himpunan *fuzzy* Selatan ke Utara (S-U), $\mu_{S-U}[330] = 0,667$. Diperoleh dari:

$$\begin{aligned}\mu_{S-U}[x] &= \frac{360 - x}{360 - 315} \\ &= \frac{360 - 330}{360 - 315} = 0.667\end{aligned}$$

a. Variabel Tekanan Udara

Himpunan *fuzzy* rendah, $\mu_{rendah}[1012] = 0,364$. Diperoleh dari :

$$\begin{aligned}\mu_{rendah}[x] &= \frac{1016 - x}{1016 - 1005} \\ &= \frac{1016 - 1012}{1016 - 1005} = 0.364\end{aligned}$$

Himpunan *fuzzy* tinggi, $\mu_{tinggi}[1012] = 0,636$. Diperoleh dari :

$$\begin{aligned}\mu_{tinggi}[x] &= \frac{x - 1005}{1016 - 1005} \\ &= \frac{1012 - 1005}{1016 - 1005} = 0.636\end{aligned}$$

b. Variabel Kelembaban Udara

Himpunan *fuzzy* kering, $\mu_{kering}[72] = 0,676$. Diperoleh dari :

$$\begin{aligned}\mu_{kering}[x] &= \frac{97 - x}{97 - 60} \\ &= \frac{97 - 72}{97 - 60} = 0.676\end{aligned}$$

Himpunan *fuzzy* basah, $\mu_{basah}[72] = 0,324$. Diperoleh dari :

$$\begin{aligned}\mu_{basah}[x] &= \frac{x - 60}{97 - 60} \\ &= \frac{72 - 60}{97 - 60} = 0.324\end{aligned}$$

c. Variabel Suhu Udara

Himpunan *fuzzy* dingin, $\mu_{\text{dingin}} [32] = 0,067$. Diperoleh dari :

$$\begin{aligned}\mu_{\text{dingin}} [x] &= \frac{33 - x}{33 - 18} \\ &= \frac{33 - 32}{33 - 18} = 0.067\end{aligned}$$

Himpunan *fuzzy* panas, $\mu_{\text{panas}} [32] = 0,933$. Diperoleh dari :

$$\begin{aligned}\mu_{\text{panas}} [x] &= \frac{x - 18}{33 - 18} \\ &= \frac{32 - 18}{33 - 18} = 0.933\end{aligned}$$

2. Aplikasi operator *fuzzy*

{R1} IF arah angin dari Selatan ke Utara AND tekanan tinggi AND pergerakan udara bersifat kering AND suhu panas THEN cuaca berawan.

$$\begin{aligned}\alpha_1 = \mu_{\text{prediket1}} &= \min (\mu_{\text{S-U}}[330], \mu_{\text{tinggi}}[1012], \mu_{\text{kering}}[72], \mu_{\text{panas}}[32]) \\ &= \min (0.667; 0.636; 0.676; 0.933) = 0,636\end{aligned}$$

{R2} IF arah angin dari Selatan ke Utara AND tekanan tinggi AND pergerakan udara bersifat kering AND suhu dingin THEN cuaca cerah.

$$\begin{aligned}\alpha_2 = \mu_{\text{prediket1}} &= \min (\mu_{\text{S-U}} [330], \mu_{\text{tinggi}}[1012], \mu_{\text{kering}}[72], \mu_{\text{dingin}}[32]) \\ &= \min (0.667; 0.636; 0.676; 0.067) = 0, 067\end{aligned}$$

{R3} IF arah angin dari Selatan ke Utara AND tekanan tinggi AND pergerakan udara bersifat basah AND suhu panas THEN cuaca berawan.

$$\begin{aligned}\alpha_4 = \mu_{\text{prediket1}} &= \min (\mu_{\text{S-U}} [330], \mu_{\text{tinggi}}[1012], \mu_{\text{basah}}[72], \mu_{\text{panas}}[32]) \\ &= \min (0.667; 0.636; 0.324; 0, 933) = 0,324\end{aligned}$$

{R4} IF arah angin dari Selatan ke Utara AND tekanan tinggi AND pergerakan udara bersifat basah AND suhu dingin THEN cuaca hujan.

$$\begin{aligned}\alpha_3 = \mu_{\text{prediket1}} &= \min(\mu_{\text{S-U}} [330], \mu_{\text{tinggi}} [1012], \mu_{\text{basah}} [72], \mu_{\text{dingin}} [32]) \\ &= \min(0.667; 0.636; 0.324; 0.067) = 0.067\end{aligned}$$

{R5} IF arah angin dari Selatan ke Utara AND tekanan rendah AND pergerakan udara bersifat kering AND suhu panas THEN cuaca cerah.

$$\begin{aligned}\alpha_5 = \mu_{\text{prediket1}} &= \min(\mu_{\text{S-U}} [330], \mu_{\text{rendah}} [1012], \mu_{\text{kering}} [72], \mu_{\text{panas}} [32]) \\ &= \min(0.667; 0.364; 0.676; 0.933) = 0.364\end{aligned}$$

{R6} IF arah angin dari Selatan ke Utara AND tekanan rendah AND pergerakan udara bersifat kering AND suhu dingin THEN cuaca cerah.

$$\begin{aligned}\alpha_6 = \mu_{\text{prediket1}} &= \min(\mu_{\text{S-U}} [330], \mu_{\text{rendah}} [1012], \mu_{\text{kering}} [72], \mu_{\text{dingin}} [32]) \\ &= \min(0.667; 0.364; 0.676; 0.067) = 0.067\end{aligned}$$

{R7} IF arah angin dari Selatan ke Utara AND tekanan rendah AND pergerakan udara bersifat basah AND suhu panas THEN cuaca berawan.

$$\begin{aligned}\alpha_7 = \mu_{\text{prediket1}} &= \min(\mu_{\text{S-U}} [330], \mu_{\text{rendah}} [1012], \mu_{\text{basah}} [72], \mu_{\text{panas}} [32]) \\ &= \min(0.667; 0.364; 0.324; 0.933) = 0.324\end{aligned}$$

{R8} IF arah angin dari Selatan ke Utara AND tekanan rendah AND pergerakan udara bersifat basah AND suhu dingin THEN cuaca hujan.

$$\begin{aligned}\alpha_8 = \mu_{\text{prediket1}} &= \min(\mu_{\text{S-U}} [330], \mu_{\text{rendah}} [1012], \mu_{\text{basah}} [72], \mu_{\text{dingin}} [32]) \\ &= \min(0.667; 0.364; 0.324; 0.067) = 0.067\end{aligned}$$

{R9} IF arah angin dari Timur ke Utara AND tekanan tinggi AND pergerakan udara bersifat kering AND suhu panas THEN cuaca berawan.

$$\begin{aligned}\alpha_9 = \mu_{\text{prediket1}} &= \min(\mu_{\text{T-U}}[330], \mu_{\text{tinggi}}[1012], \mu_{\text{kering}}[72], \mu_{\text{panas}}[32]) \\ &= \min(0.333; 0.636; 0.676; 0.933) = 0,333\end{aligned}$$

{R10} IF arah angin dari Timur ke Utara AND tekanan tinggi AND pergerakan udara bersifat kering AND suhu dingin THEN cuaca cerah.

$$\begin{aligned}\alpha_{10} = \mu_{\text{prediket1}} &= \min(\mu_{\text{T-U}}[330], \mu_{\text{tinggi}}[1012], \mu_{\text{kering}}[72], \mu_{\text{dingin}}[32]) \\ &= \min(0.333; 0.636; 0.676; 0.067) = 0,067\end{aligned}$$

{R11} IF arah angin dari Timur ke Utara AND tekanan tinggi AND pergerakan udara bersifat basah AND suhu panas THEN cuaca hujan.

$$\begin{aligned}\alpha_{12} = \mu_{\text{prediket1}} &= \min(\mu_{\text{T-U}}[330], \mu_{\text{tinggi}}[1012], \mu_{\text{basah}}[72], \mu_{\text{panas}}[32]) \\ &= \min(0.333; 0.636; 0.324; 0.933) = 0,324\end{aligned}$$

{R12} IF arah angin dari Timur ke Utara AND tekanan tinggi AND pergerakan udara bersifat basah AND suhu dingin THEN cuaca berawan.

$$\begin{aligned}\alpha_{11} = \mu_{\text{prediket1}} &= \min(\mu_{\text{T-U}}[330], \mu_{\text{tinggi}}[1012], \mu_{\text{basah}}[72], \mu_{\text{dingin}}[32]) \\ &= \min(0.333; 0.636; 0.324; 0.067) = 0,067\end{aligned}$$

{R13} IF arah angin dari Timur ke Utara AND tekanan rendah AND pergerakan udara bersifat kering AND suhu panas THEN cuaca cerah.

$$\begin{aligned}\alpha_{13} = \mu_{\text{prediket1}} &= \min(\mu_{\text{T-U}}[330], \mu_{\text{rendah}}[1012], \mu_{\text{kering}}[72], \mu_{\text{panas}}[32]) \\ &= \min(0.333; 0.364; 0.676; 0.933) = 0.333\end{aligned}$$

{R14} IF arah angin dari Timur ke Utara AND tekanan rendah AND pergerakan udara bersifat kering AND suhu dingin THEN cuaca cerah.

$$\begin{aligned}\alpha_{14} = \mu_{\text{prediket1}} &= \min(\mu_{\text{T-U}}[330], \mu_{\text{rendah}}[1012], \mu_{\text{kering}}[72], \mu_{\text{dingin}}[32]) \\ &= \min(0.333; 0.364; 0.676; 0.067) = 0.067\end{aligned}$$

{R15} IF arah angin dari Timur ke Utara AND tekanan rendah AND pergerakan udara bersifat basah AND suhu panas THEN cuaca hujan.

$$\alpha_{15} = \mu_{\text{prediket1}} = \min(\mu_{\text{T-U}}[330], \mu_{\text{rendah}}[1012], \mu_{\text{basah}}[72], \mu_{\text{panas}}[32])$$

$$= \min(0.333; 0.364; 0.324; 0.933) = 0.324$$

{R16} IF arah angin dari Timur ke Utara AND tekanan rendah AND pergerakan udara bersifat basah AND suhu dingin THEN cuaca berawan.

$$\alpha_{16} = \mu_{\text{prediket1}} = \min(\mu_{\text{T-U}}[330], \mu_{\text{rendah}}[1012], \mu_{\text{basah}}[72], \mu_{\text{dingin}}[32])$$

$$= \min(0.333; 0.364; 0.324; 0.067) = 0.067$$

3. Aplikasi Fungsi Implikasi

Aturan [Rn]	α -prediket _n	Cuaca
1	0.636	berawan
2	0.067	cerah
3	0.324	berawan
4	0.067	hujan
5	0.364	cerah
6	0.067	cerah
7	0.324	berawan
8	0.067	hujan
9	0.333	berawan
10	0.067	cerah
11	0.324	hujan
12	0.067	berawan
13	0.333	cerah
14	0.067	cerah
15	0.324	hujan
16	0.067	berawan

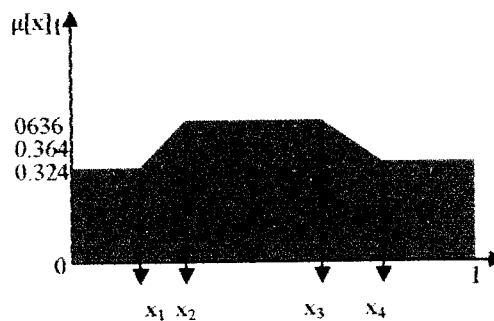
Tabel 4.1 Tabel hasil fungsi implikasi

4. Komposisi semua keluaran

Komposisi semua keluaran *fuzzy* dilakukan dengan metode Max. Melalui Gambar 4.1 dibawah ini, titik potong pertama: antara aturan {R1} dan aturan {R11} terjadi saat $\mu_{\text{hujan}}[x] = \mu_{\text{berawan}}[x] = 0.324$, yaitu;

$$0.324 = \frac{x - 0.2}{0.5 - 0.2}$$

$$x_1 = 0.297$$



Gambar 4.1 Daerah hasil komposisi

titik potong kedua: antara aturan {R1} dan aturan {R5} terjadi saat $\mu_{\text{berawan}}[x] =$

$\mu_{\text{cerah}}[x] = 0.364$, yaitu;

$$0.364 = \frac{0.8 - x}{0.8 - 0.5}$$

$$x_3 = 0.691$$

untuk nilai x_2 dan x_3 :

$$0.636 = \frac{x - 0.2}{0.5 - 0.2}$$

$$x_2 = 0.391$$

$$0.636 = \frac{0.8 - x}{0.8 - 0.5}$$

$$x_3 = 0.609$$

$$\text{sehingga } \mu_{SF} = \begin{cases} 0.324 & ; & 0 \leq x \leq 0.297 \\ \frac{x - 0.2}{0.5 - 0.2} & ; & 0.297 \leq x \leq 0.391 \\ 0.636 & ; & 0.391 \leq x \leq 0.609 \\ \frac{0.8 - x}{0.8 - 0.5} & ; & 0.609 \leq x \leq 0.691 \\ 0.364 & ; & 0.691 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (4.1)$$

1. Penegasan (Defuzzifikasi)

a. Menghitung momen;

$$M1 = \int_0^{0.297} (0.324) x dx = 0.162 x^2 \Big|_0^{0.297} = 0.014$$

$$M2 = \int_{0.297}^{0.391} (3.333 x - 0.666) x dx = 1.111 x^3 - 0.333 x^2 \Big|_{0.297}^{0.391} = 0.016$$

$$M3 = \int_{0.391}^{0.609} (0.636) x dx = 0.318 x^2 \Big|_{0.391}^{0.609} = 0.07$$

$$M4 = \int_{0.609}^{0.691} (2.667 - 3.333 x) x dx = 1.334 x^2 - 1.111 x^3 \Big|_{0.609}^{0.691} = 0.026$$

$$M5 = \int_{0.691}^1 (0.364) x dx = 0.182 x^2 \Big|_{0.691}^1 = 0.096$$

b. Menghitung luas;

$$A1 = 0.324 * 0.297 = 0.096$$

$$A2 = \frac{(0.324 + 0.636) * (0.391 - 0.297)}{2} = 0.045$$

$$A3 = 0.636 * (0.609 - 0.391) = 0.139$$

$$A4 = \frac{(0.364 + 0.636) * (0.691 - 0.609)}{2} = 0.041$$

$$A5 = 0.364 * (1 - 0.691) = 0.112$$

c. Menghitung titik pusat ;

$$x = \frac{0.014 + 0.015 + 0.07 + 0.026 + 0.096}{0.096 + 0.045 + 0.138 + 0.041 + 0.112} = 0.509$$

Maka prakiraan cuaca dengan data masukkan: arah angin: 330° , tekanan udara: 1012 mbar, kelambaban udara: 72 % dan suhu udara: 32°C dengan nilai defuzzifikasi 0.508, dapat diputuskan seperti pada Gambar 4.2 dibawah ini.

Untuk domain himpunan keluaran fuzzy cuaca cerah, nilai defuzzifikasi memiliki derajat keanggotaan:

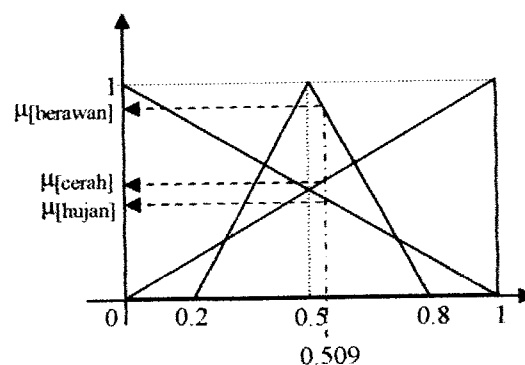
$$\mu_{\text{cerah}} = \frac{0.509 - 0}{1 - 0} = 0.509$$

Untuk domain himpunan keluaran fuzzy cuaca berawan, nilai defuzzifikasi memiliki derajat keanggotaan:

$$\mu_{\text{berawan}} = \frac{0.8 - 0.509}{0.8 - 0.5} = 0.970$$

Untuk domain himpunan keluaran fuzzy cuaca hujan, nilai defuzzifikasi memiliki derajat keanggotaan:

$$\mu_{\text{hujan}} = \frac{1 - 0.509}{1 - 0} = 0.491$$



Gambar 4.2 Pengambilan keputusan

Dapat ditarik kesimpulan bahwa prakiraan cuaca dengan data-data masukan tersebut adalah berawan, karena memiliki nilai derajat keanggotaan yang besar.

Data masukan

Arah angin : 40 °
 Tekanan udara : 1015 mbar
 Kelembaban udara : 95 %
 Suhu udara : 19 °C

1. Menentukan nilai keanggotaan himpunan *fuzzy*:

a. Variabel Arah Angin

Himpunan *fuzzy* Utara ke Selatan (U-S), $\mu_{U-S}[40] = 0,889$. Diperoleh dari:

$$\begin{aligned}\mu_{U-S}[x] &= \frac{x - 0}{45 - 0} \\ &= \frac{40 - 0}{45 - 0} = 0,889\end{aligned}$$

Himpunan *fuzzy* Barat ke Selatan (B-S), $\mu_{S-B}[40] = 0,111$. Diperoleh dari:

$$\begin{aligned}\mu_{S-B}[x] &= \frac{45 - x}{45 - 0} \\ &= \frac{45 - 40}{45 - 0} = 0,111\end{aligned}$$

b. Variabel Tekanan Udara

Himpunan *fuzzy* rendah, $\mu_{rendah}[1015] = 0,091$ Diperoleh dari :

$$\begin{aligned}\mu_{rendah}[x] &= \frac{1016 - x}{1016 - 1005} \\ &= \frac{1016 - 1015}{1016 - 1005} = 0,091\end{aligned}$$

Himpunan *fuzzy* tinggi, $\mu_{tinggi}[1005] = 0,908$ Diperoleh dari :

$$\mu_{tinggi}[x] = \frac{x - 1005}{1016 - 1005}$$

$$= \frac{1015 - 1005}{1016 - 1005} = 0.908$$

a. Variabel Kelembaban Udara

Himpunan *fuzzy* kering, $\mu_{\text{kering}}[95] = 0.054$. Diperoleh dari :

$$\begin{aligned}\mu_{\text{kering}}[x] &= \frac{97 - x}{97 - 60} \\ &= \frac{97 - 95}{97 - 60} = 0.054\end{aligned}$$

Himpunan *fuzzy* basah, $\mu_{\text{basah}}[95] = 0.965$. Diperoleh dari :

$$\begin{aligned}\mu_{\text{basah}}[x] &= \frac{x - 60}{97 - 60} \\ &= \frac{95 - 60}{97 - 60} = 0.965\end{aligned}$$

b. Variabel Suhu Udara

Himpunan *fuzzy* dingin, $\mu_{\text{dingin}}[19] = 0.933$. Diperoleh dari :

$$\begin{aligned}\mu_{\text{dingin}}[x] &= \frac{33 - x}{33 - 18} \\ &= \frac{33 - 19}{33 - 18} = 0.933\end{aligned}$$

Himpunan *fuzzy* panas, $\mu_{\text{panas}}[19] = 0.066$. Diperoleh dari :

$$\begin{aligned}\mu_{\text{panas}}[x] &= \frac{x - 18}{33 - 18} \\ &= \frac{19 - 18}{33 - 18} = 0.066\end{aligned}$$

2. Aplikasi fungsi implikasi

Dari proses fungsi implikasi didapati hasil fungsi implikasi seperti pada Tabel

4.2 dibawah ini:

Aturan [R _n]	α -prediket _n	Cuaca
1	0.054	cerah
2	0.054	berawan
3	0.889	hujan
4	0.066	berawan
5	0.054	berawan
6	0.054	hujan
7	0.066	berawan
8	0.091	cerah
9	0.111	hujan
10	0.054	cerah
11	0.066	berawan
12	0.054	cerah
13	0.054	berawan
14	0.054	hujan
15	0.091	hujan
16	0.066	hujan

Tabel 4.2 Tabel hasil fungsi implikasi

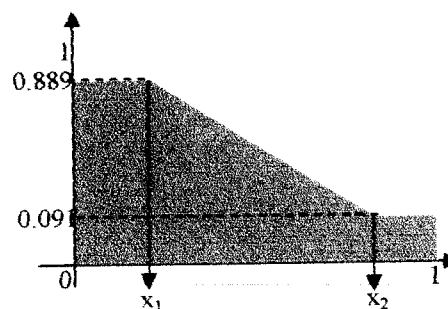
3. Aplikasi operator *fuzzy*

Dari proses operator *fuzzy* diperoleh daerah komposisi seperti Gambar 4.3 berikut: titik potong pertama: antara aturan {R3} dan aturan {R8} terjadi saat

$\mu_{hujan}[x] = \mu_{cerah}[x] = 0.091$, yaitu;

$$0.266 = \frac{1 - x}{1 - 0}$$

$$x_2 = 0.909$$



Gambar 4.3 Daerah hasil komposisi

untuk nilai x_1 :

$$0.889 = \frac{1-x}{1-0}$$

$$x_1 = 0.111$$

$$\text{sehingga } \mu_{SF} = \begin{cases} 0.889; & 0 \leq x \leq 0.111 \\ \frac{1-x}{1-0}; & 0.111 \leq x \leq 0.909 \\ 0.090; & 0.909 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (4.2)$$

3. Penegasan (Defuzzifikasi)

a. Menghitung momen;

$$M1 = \int_0^{0.111} (0.889)x dx = 0.445 x^2 \Big|_0^{0.111} = 0.005$$

$$M2 = \int_{0.111}^{0.909} (x)x dx = \frac{1}{2} x^2 - \frac{1}{3} x^3 \Big|_{0.111}^{0.909} = 0.157$$

$$M3 = \int_{0.909}^1 (0.091)x dx = 0.0455 x^2 \Big|_{0.909}^1 = 0.007$$

b. Mengitung luas;

$$A1 = 0.111 * 0.889 = 0.099$$

$$A2 = \frac{(0.889 + 0.091) * (0.909 - 0.111)}{2} = 0.391$$

$$A3 = 0.091 * (1 - 0.909) = 0.008$$

c. Menghitung titik pusat ;

$$x = \frac{0.005 + 0.157 + 0.007}{0.099 + 0.391 + 0.008} = 0.339$$

Maka prakiraan cuaca dengan data masukan: arah angin: 40° , tekanan udara: 1015 mbar, kelambaban udara: 95 % dan suhu udara : 19°C adalah cerah dengan nilai defuzzifikasi 0.339. melalui Gambar 4.4 dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

Untuk domain himpunan keluaran fuzzy cuaca cerah, nilai defuzzifikasi memiliki derajat keanggotaan:

$$\mu_{\text{cerah}} = \frac{0.339 - 0}{1 - 0} = 0.339$$

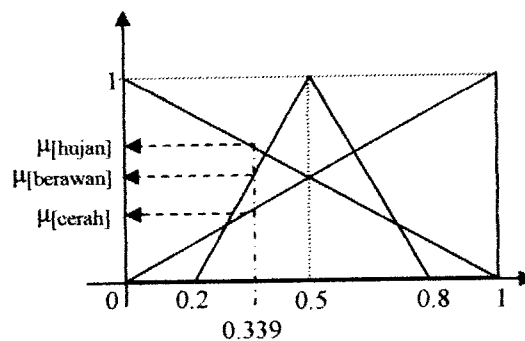
Untuk domain himpunan keluaran fuzzy cuaca berawan, nilai defuzzifikasi memiliki derajat keanggotaan:

$$\mu_{\text{berawan}} = \frac{0.339 - 0.2}{0.5 - 0.2} = 0.463$$

Untuk domain himpunan keluaran fuzzy cuaca hujan, nilai defuzzifikasi memiliki derajat keanggotaan:

$$\mu_{\text{hujan}} = \frac{1 - 0.339}{1 - 0} = 0.661$$

Dapat ditarik kesimpulan bahwa prakiraan cuaca dengan data-data masukan tersebut adalah hujan, karena memiliki nilai derajat keanggotaan yang besar.



Gambar 4.4 Pengambilan keputusan

Data masukan

- Arah angin : 105 °
- Tekanan udara : 1008 mbar
- Kelembaban udara: 63 %
- Suhu udara : 23 °C

1. Menentukan nilai keanggotaan himpunan *fuzzy*:

a. Variabel Arah Angin

Himpunan *fuzzy* Selatan ke Barat (S-B), $\mu_{S-B}[105] = 0,667$. Diperoleh dari:

$$\begin{aligned}\mu_{S-B}[x] &= \frac{135 - x}{135 - 90} \\ &= \frac{135 - 105}{135 - 90} = 0,666\end{aligned}$$

Himpunan *fuzzy* Timur ke Barat (T-B), $\mu_{T-B}[105] = 0,333$. Diperoleh dari:

$$\begin{aligned}\mu_{S-B}[x] &= \frac{x - 90}{135 - 90} \\ &= \frac{135 - 90}{135 - 90} = 0,333\end{aligned}$$

b. Variabel Tekanan Udara

Himpunan *fuzzy* rendah, $\mu_{rendah}[1008] = 0,727$ Diperoleh dari :

$$\begin{aligned}\mu_{rendah}[x] &= \frac{1016 - x}{1016 - 1005} \\ &= \frac{1016 - 1008}{1016 - 1005} = 0,727\end{aligned}$$

Himpunan *fuzzy* tinggi, $\mu_{tinggi}[1008] = 0,272$ Diperoleh dari :

$$\begin{aligned}\mu_{tinggi}[x] &= \frac{x - 1005}{1016 - 1005} \\ &= \frac{1008 - 1005}{1016 - 1005} = 0,272\end{aligned}$$

c. Variabel Kelembaban Udara

Himpunan *fuzzy* kering, $\mu_{kering}[68] = 0,918$. Diperoleh dari :

$$\mu_{kering}[x] = \frac{97 - x}{97 - 60}$$

$$= \frac{97 - 63}{97 - 60} = 0.918$$

Himpunan *fuzzy* basah, $\mu_{\text{basah}} [63] = 0.081$ Diperoleh dari :

$$\begin{aligned} \mu_{\text{basah}} [x] &= \frac{x - 60}{97 - 60} \\ &= \frac{63 - 60}{97 - 60} = 0.081 \end{aligned}$$

d. Variabel Suhu Udara

Himpunan *fuzzy* dingin, $\mu_{\text{dingin}} [23] = 0,666$. Diperoleh dari :

$$\begin{aligned} \mu_{\text{dingin}} [x] &= \frac{33 - x}{33 - 18} \\ &= \frac{33 - 23}{33 - 18} = 0.666 \end{aligned}$$

Himpunan *fuzzy* panas, $\mu_{\text{panas}} [19] = 0,333$. Diperoleh dari :

$$\begin{aligned} \mu_{\text{panas}} [x] &= \frac{x - 18}{33 - 18} \\ &= \frac{23 - 18}{33 - 18} = 0.066 \end{aligned}$$

2. Aplikasi fungsi implikasi

Dari proses fungsi implikasi didapati hasil fungsi implikasi seperti pada Tabel

4.3 berikut ini:

Aturan [Rn]	α -prediket _n	Cuaca
1	0.081	hujan
2	0.272	berawan
3	0.272	berawan
4	0.081	hujan
5	0.081	berawan
6	0.666	cerah
7	0.081	cerah
8	0.333	berawan
9	0.081	hujan
10	0.272	berawan

11	0.272	cerah
12	0.081	berawan
13	0.081	berawan
14	0.081	cerah
15	0.333	cerah
16	0.333	berawan

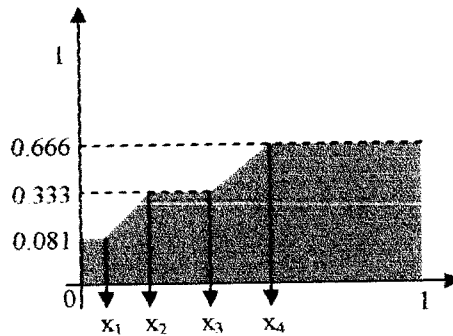
Tabel 4.3 Tabel hasil fungsi implikasi

3. Aplikasi operator *fuzzy*

Dari proses operator *fuzzy* diperoleh daerah komposisi seperti Gambar 4.5 berikut: titik potong antara aturan {R1} dan aturan {R8} terjadi saat $\mu_{hujan}[x] =$

$\mu_{berawan}[x] = 0.081$, yaitu;

$$0.081 = \frac{x - 0.2}{0.5 - 0.2} \longrightarrow x_1 = 0.224$$



Gambar 4.5 Daerah hasil komposisi

untuk nilai x_2 , x_3 dan x_4 :

$$0.333 = \frac{x - 0.2}{0.5 - 0.2} \longrightarrow x_2 = 0.299$$

$$0.333 = \frac{1 - x}{1 - 0} \longrightarrow x_3 = 0.333$$

$$0.666 = \frac{1 - x}{1 - 1} \longrightarrow x_4 = 0.666$$

$$\text{sehingga } \mu_{SF} = \begin{cases} 0.081 & ; & 0 \leq x \leq 0.224 \\ \frac{1-x}{1-0} & ; & 0.224 \leq x \leq 0.299 \\ 0.333 & ; & 0.299 \leq x \leq 0.333 \\ \frac{1-x}{1-0} & ; & 0.333 \leq x \leq 0.666 \\ 0.666 & ; & 0.666 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (4.3)$$

4. Penegasan (Defuzzifikasi)

a. Menghitung momen;

$$M1 = \int_0^{0.224} (0.081)x dx = 0.0405 x^2 \Big|_0^{0.224} = 0.002$$

$$M2 = \int_{0.224}^{0.299} (x)x dx = \frac{1}{3} x^3 \Big|_{0.224}^{0.299} = 0.006$$

$$M3 = \int_{0.299}^{0.333} (0.333)x dx = 0.1665 x^2 \Big|_{0.299}^{0.333} = 0.003$$

$$M4 = \int_{0.333}^{0.666} (x)x dx = \frac{1}{3} x^3 \Big|_{0.333}^{0.666} = 0.086$$

$$M5 = \int_{0.666}^1 (0.666)x dx = 0.333 x^2 \Big|_{0.666}^1 = 0.185$$

b. Menghitung luas;

$$A1 = 0.081 * 0.224 = 0.018$$

$$A2 = \frac{(0.081 + 0.333) * (0.299 - 0.224)}{2} = 0.016$$

$$A3 = 0.333 * (0.333 - 0.299) = 0.011$$

$$A4 = \frac{(0.333 + 0.666) * (0.666 - 0.333)}{2} = 0.166$$

$$A5 = 0.666 * (1 - 0.666) = 0.222$$

c. Menghitung titik pusat ;

$$x = \frac{0.002 + 0.006 + 0.003 + 0.086 + 0.185}{0.018 + 0.016 + 0.011 + 0.166 + 0.222} = 0.673$$

Maka prakiraan cuaca dengan data masukan: arah angin: 105° , tekanan udara: 1008 mbar, kelembaban udara: 63 % dan suhu udara : 23°C adalah cerah dengan nilai defuzzifikasi 0.673. melalui Gambar 4.4 dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

Untuk domain himpunan keluaran fuzzy cuaca cerah, nilai defuzzifikasi memiliki derajat keanggotaan:

$$\mu_{\text{cerah}} = \frac{0.673 - 0}{1 - 0} = 0.673$$

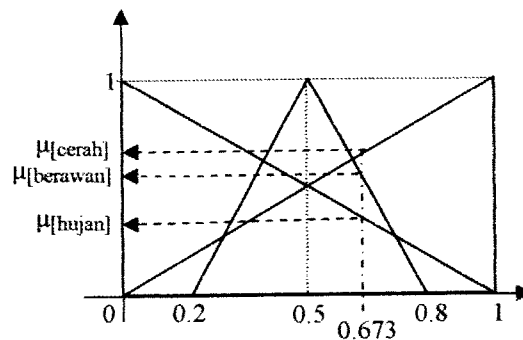
Untuk domain himpunan keluaran fuzzy cuaca berawan, nilai defuzzifikasi memiliki derajat keanggotaan:

$$\mu_{\text{berawan}} = \frac{0.8 - 0.673}{0.8 - 0.5} = 0.423$$

Untuk domain himpunan keluaran fuzzy cuaca hujan, nilai defuzzifikasi memiliki derajat keanggotaan:

$$\mu_{\text{hujan}} = \frac{1 - 0.673}{1 - 0} = 0.327$$

Dapat ditarik kesimpulan bahwa prakiraan cuaca dengan data-data masukan tersebut adalah cerah, karena memiliki nilai derajat keanggotaan yang besar.



Gambar 4.6 Pengambilan keputusan

4.1.2. Analisis Aplikasi Perangkat Lunak

4.1.2.1. Kinerja Perangkat Lunak

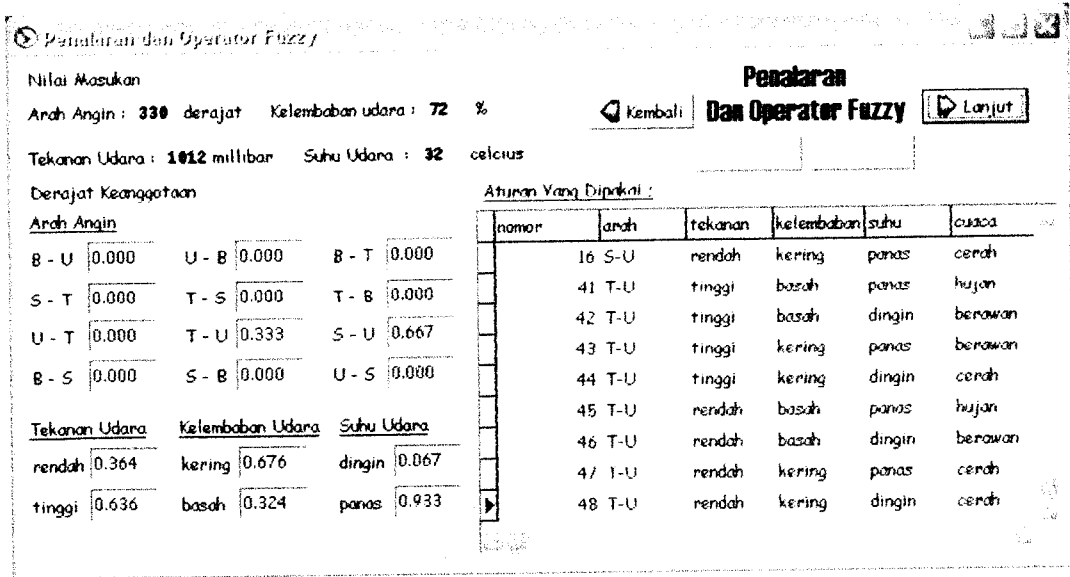
Simulasi prakiraan cuaca dengan logika *fuzzy* yang dibangun dengan Delphi 6 ini dimulai dari antarmuka data masukan, dari antarmuka ini data-data diberikan kepada sistem untuk diproses dengan logika *fuzzy*. Proses pengolahan data dilanjutkan ke antarmuka penalaran dan operator *fuzzy*, dalam antarmuka ini data masukan dipetakan ke masing-masing himpunan *fuzzy* dan dari hasil-hasil pemetaan data masukan tersebut ditentukan aturan yang terlibat untuk diproses dengan operator *fuzzy*.

Antarmuka komposisi dan defuzzifikasi menampilkan hasil dari proses operator *fuzzy* untuk dikomposisi dan didefuzzifikasi dan masing-masing hasil kedua tersebut ditampilkan juga pada antarmuka ini. Antarmuka hasil analisa prakiraan cuaca dengan logika *fuzzy* menampilkan hasil-hasil proses penalaran, operator *fuzzy*, komposisi dan defuzzifikasi.

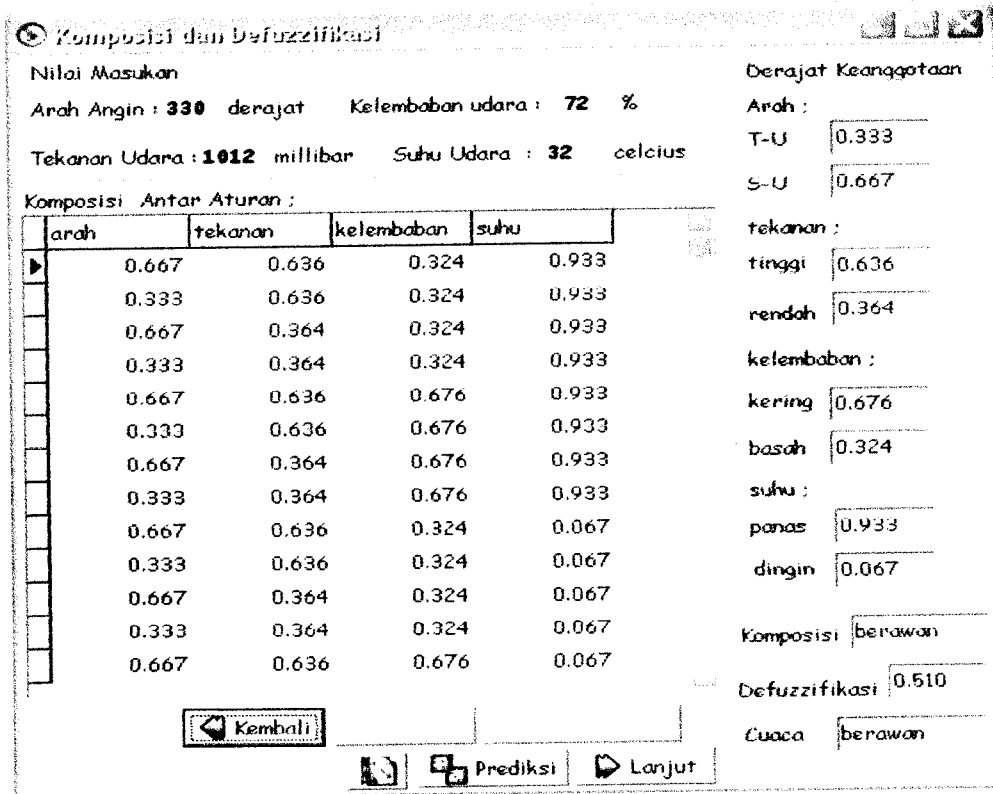
Simulasi prakiraan cuaca ini juga dilengkapi dengan kotak-kotak pesan berupa informasi dan konfirmasi untuk menghindari kegagalan menjalankan simulasi ini.

4.1.2.2. Hasil Perhitungan Perangkat Lunak

Hasil perhitungan yang dilakukan oleh perangkat lunak terhadap data masukan: arah angin: 330 °, tekanan udara: 1012 mbar, kelembaban udara: 72 % dan suhu udara : 32 °C dapat dilihat dari Gambar 4.7 dan Gambar 4.8 dibawah ini.

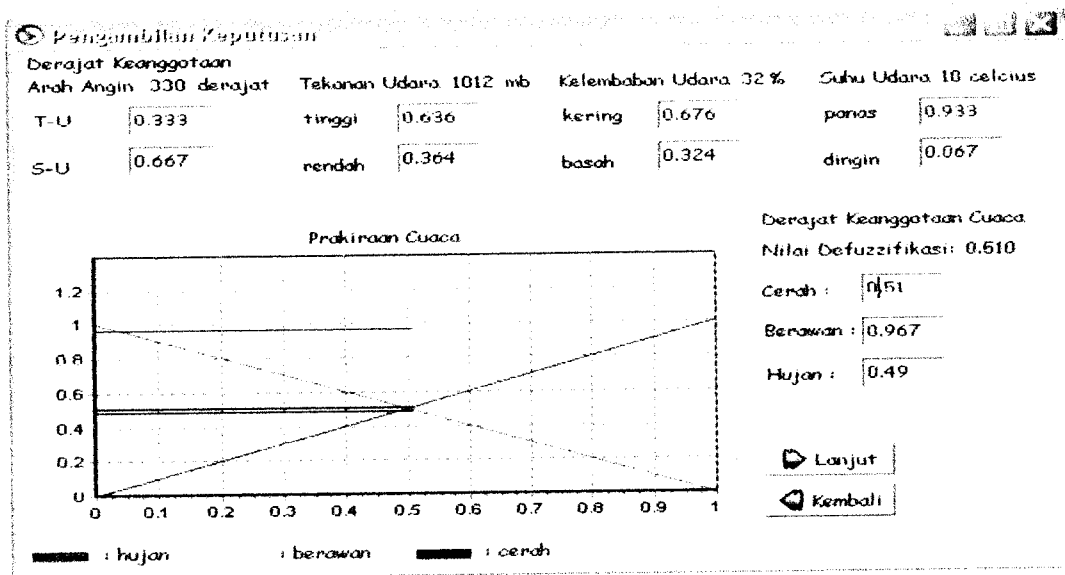


Gambar 4.7 Hasil perhitungan perangkat lunak

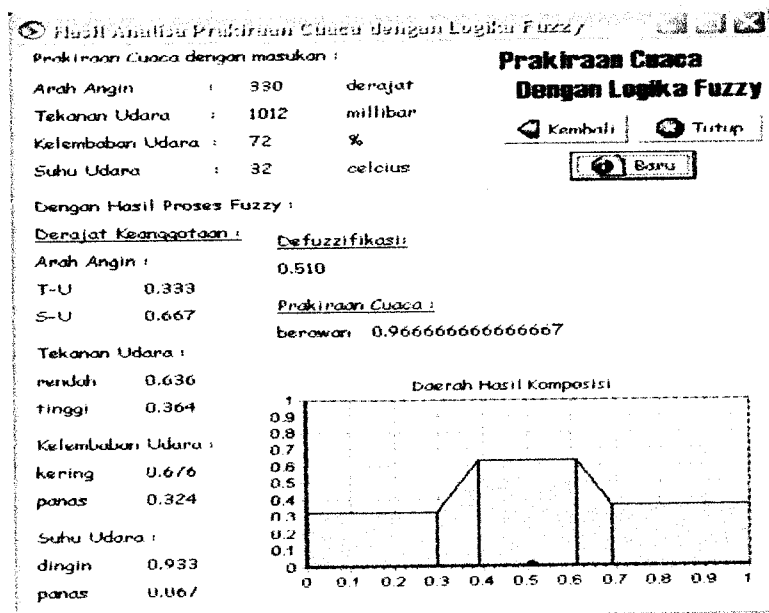


Gambar 4.8 Hasil komposisi dan defuzzifikasi

Berdasarkan hasil perhitungan perangkat lunak, nilai defuzzifikasi 0.509. Pengambilan keputusan dapat dilihat pada Gambar 4.9, dan hasil akhir dari simulasi dapat di lihat pada Gambar 4.10 di bawah ini.



Gambar 4.6 Penarikan kesimpulan dari nilai defuzzifikasi



Gambar 4.7 Hasil analisa prakiraan cuaca dengan logika fuzzy

Dan hasil perhitungan perangkat lunak untuk data masukan: arah angin: 40 °, tekanan udara: 1015 mbar, kelembaban udara: 95 % dan suhu udara :19 °C dapat dilihat dari Gambar 4.11, Gambar 4.12 dan Gambar 4.13 dibawah ini.:

Komposisi dan defuzzifikasi

Nilai Masukan
 Arah Angin : 40 derajat Kelembaban udara : 95 %
 Tekanan Udara : 1015 millibar Suhu Udara : 19 celcius

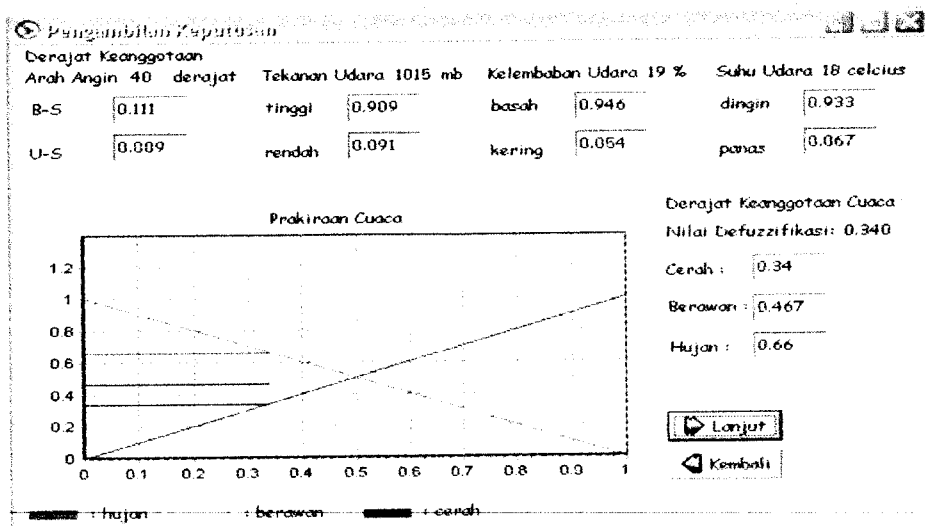
Derajat Keanggotaan
 Arah :
 B-S : 0.111
 U-S : 0.889
 tekanan :
 tinggi : 0.909
 rendah : 0.091
 kelembaban :
 basah : 0.946
 kering : 0.054
 suhu :
 dingin : 0.933
 panas : 0.067

Komposisi Antar Aturan :

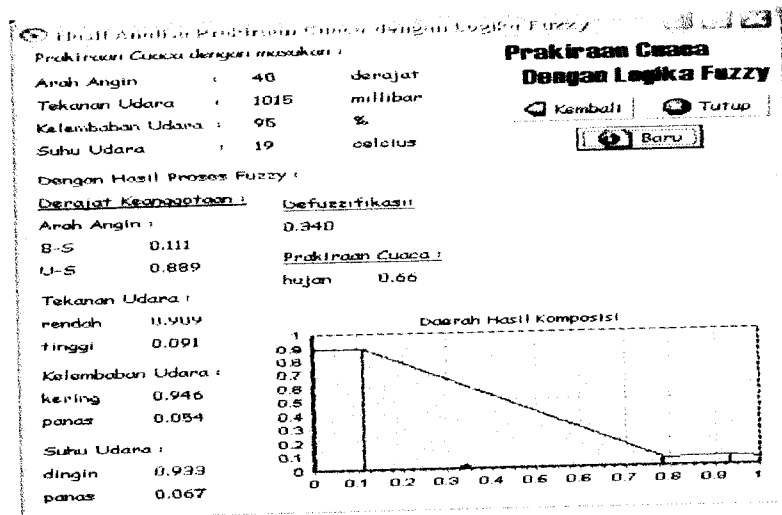
arah	tekanan	kelembaban	suhu
0.889	0.909	0.054	0.067
0.111	0.909	0.054	0.067
0.889	0.091	0.054	0.067
0.111	0.091	0.054	0.067
0.889	0.909	0.946	0.067
0.111	0.909	0.946	0.067
0.889	0.091	0.946	0.067
0.111	0.091	0.946	0.067
0.889	0.909	0.054	0.933
0.111	0.909	0.054	0.933
0.889	0.091	0.054	0.933
0.111	0.091	0.054	0.933
0.889	0.909	0.946	0.933

Komposisi hujan
 Defuzzifikasi : 0.340
 Cuaca : hujan

Gambar 4.11 Hasil komposisi dan defuzzifikasi

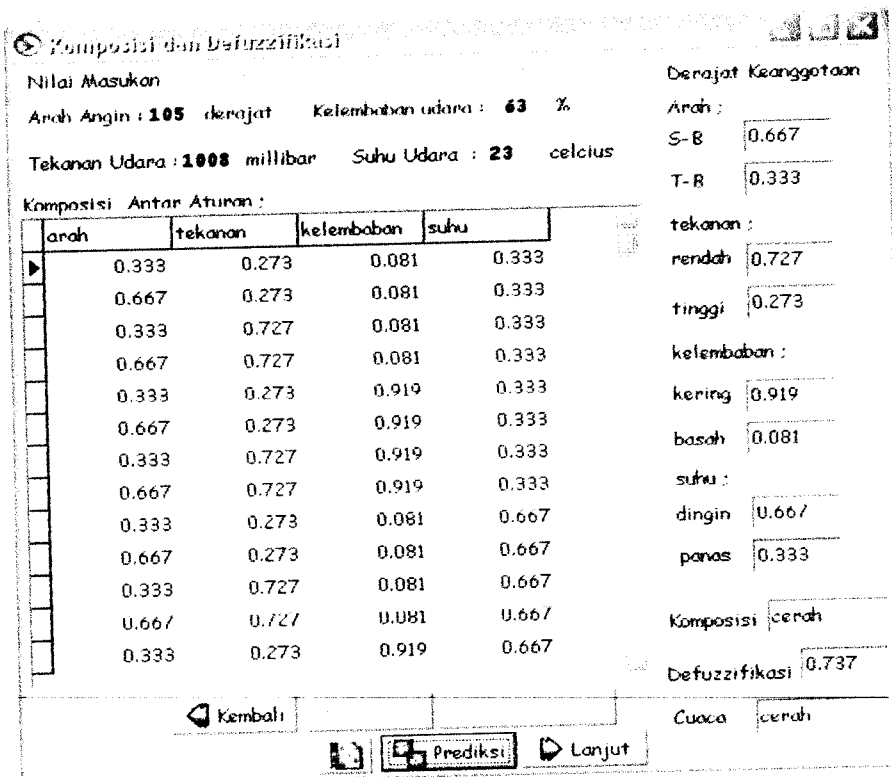


Gambar 4.12 Penarikan kesimpulan dari nilai defuzzifikasi

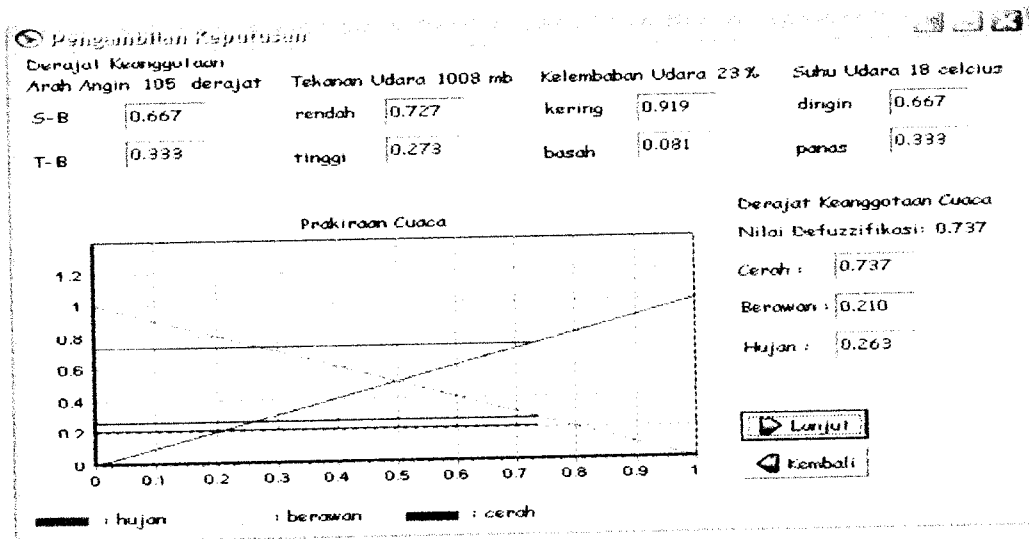


Gambar 4.13 Hasil analisa prakiraan cuaca dengan logika fuzzy

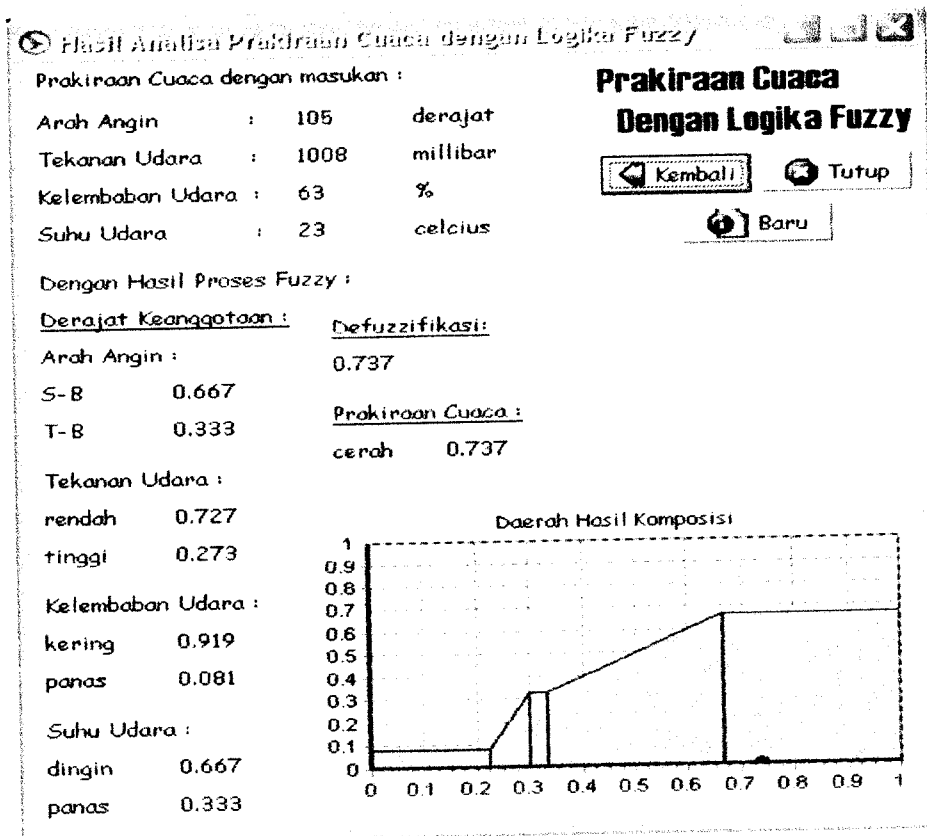
Dan hasil perhitungan perangkat lunak untuk data masukan: arah angin: 105 °, tekanan udara: 1008 mbar, kelembaban udara: 63 % dan suhu udara :23 °C dapat dilihat dari Gambar 4.14, Gambar 4.15 dan Gambar 4.16 dibawah ini.:



Gambar 4.14 Hasil komposisi dan defuzzifikasi



Gambar 4.15 Penarikan kesimpulan dari nilai defuzzifikasi



Gambar 4.16 Hasil analisa prakiraan cuaca dengan logika fuzzy

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. Simulasi Prakiraan Cuaca dengan Logika Fuzzy yang dibangun dengan perangkat lunak Borland Delphi 6.0 dan perangkat lunak MySQL terdiri dari proses memasukkan data, proses perubahan data dan proses menampilkan hasil.
2. Prakiraan cuaca dengan logika fuzzy berlaku untuk wilayah Jogjakarta saja dan hanya dapat dilakukan dengan empat masukan yaitu: arah angin, tekanan udara, kelembaban udara dan suhu udara. Dengan keluaran berupa prakiraan cuaca: hujan, berawan dan cerah.
3. Prakiraan cuaca dengan logika fuzzy menggunakan representasi kurva linier dan kurva segitiga untuk memetakan data masukan ke dalam himpunan fuzzy.
4. Prakiraan cuaca dengan logika fuzzy menggunakan metode MAMDANI sebagai metode pengambilan keputusan dimana inferensi diperoleh dari korelasi dan komposisi antar aturan. Dan proses defuzzifikasinya menggunakan metode *Centroid (component moment)*.
5. Wilayah Jogjakarta secara umum memiliki suhu harian berkisar 26-28 °C dengan suhu minimum 18 °C dan suhu maksimum 32 °C, kelembaban berkisar 75 % dengan kelembaban minimum 65 % dan kelembaban maksimum 84 %, untuk tekanan udara 1009-1012 mbar dengan tekanan minimum 1005 mbar dan tekanan maksimum 1012 mbar, sedangkan untuk pergerakan arah angin

wilayah Jogjakarta cenderung bergerak dari Timur ke Barat atau sebaliknya dan Utara ke Selatan atau sebaliknya. Untuk prakiraan cuaca wilayah Jogjakarta melalui simulasi ini, prakiraan cuaca cenderung cerah dan berawan, mengingat aturan fuzzy yang digunakan konsekuennya lebih banyak berupa cerah dan berawan.

5.2. Saran

Pengembangan sistem untuk memecahkan masalah-masalah yang tidak dapat diselesaikan dengan hanya menggunakan perhitungan secara manual, sehingga menuntut suatu solusi yang dapat membantu dalam penyelesaian itu. Sistem ini dibangun diharapkan dapat mengatasi masalah-masalah yang ada, namun dalam pembuatannya masih terdapat kekurangan-kekurangan yang mungkin tidak terpikirkan sebelumnya, untuk itu masih dibutuhkan masukan-masukan lainnya yang dapat menyempurnakan sistem yang telah dibangun. Adapun saran-saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah :

- a. Diharapkan penggunaan metode, domain himpunan fuzzy dan aturan fuzzy yang lain, sehingga dapat diambil keputusan lebih tepat dari metode-metode yang sudah digunakan.
- b. Diharapkan penggunaan perangkat lunak yang lainnya untuk membangun suatu simulasi yang lebih interaktif.
- c. Diharapkan dapat diterapkan logika *fuzzy* khususnya metode penalaran *fuzzy* Mamdani pada studi kasus lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [a] Etter, D.M,1993, *Engineering Problem Solving with MATLAB*, New Jersey: Prentice Hall.
- [b] Handoko, Kristiawan, 2004, *Sistem Peramalan Cuaca Dengan Menggunakan Logika Fuzzy*, Jogjakarta: Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
- [c] Kadir,Abdul, 2004, *Dasar Aplikasi Database MYSQL DELPHI*, Yogyakarta : Andi Yogyakarta.
- [d] Kusumadewi, Sri, 2002, *Analisis & Desain Sistem Fuzzy (Menggunakan ToolBox MATLAB)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [e] Kusumadewi, Sri, 2001, *Buku Ajar: Analisis dan Desain Sistem Fuzzy*, Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia, Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Informatika & Manajemen Industri.
- [f] Sefudin Udin, 2004, *Pengaturan Kipas Angin Berdasarkan Suhu Ruangan Menggunakan Logika Fuzzy Berbasis Mikrokontroler AT89C52*, Jogjakarta : Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
- [g] www.indonesian.wunderground.com
- [h] www.bmg.go.id
- [i] Yan,Jun, Michael and James Power, 1948, *Using fuzzy logic (Towards Intelligent systems)*. New York: Prentice Hall

LAMPIRAN

Aturan-aturan (Rule Base):

1. If arah angin dari Utara ke Selatan and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat kering and suhu panas then cuaca cerah
2. If arah angin dari Utara ke Selatan and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat kering and suhu dingin then cuaca berawan
3. If arah angin dari Utara ke Selatan and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat basah and suhu dingin then cuaca hujan
4. If arah angin dari Utara ke Selatan and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat basah and suhu panas then cuaca berawan
5. If arah angin dari Utara ke Selatan and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat basah and suhu dingin then cuaca hujan
6. If arah angin dari Utara ke Selatan and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat basah and suhu panas then cuaca hujan
7. If arah angin dari Utara ke Selatan and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat kering and suhu panas then cuaca berawan
8. If arah angin dari Utara ke Selatan and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat kering and suhu dingin then cuaca cerah
9. If arah angin dari Selatan ke Utara and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat basah and suhu panas then cuaca hujan
10. If arah angin dari Selatan ke Utara and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat basah and suhu dingin then cuaca berawan
11. If arah angin dari Selatan ke Utara and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat kering and suhu dingin then cuaca cerah
12. If arah angin dari Selatan ke Utara and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat kering and suhu panas then cuaca berawan
13. If arah angin dari Selatan ke Utara and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat basah and suhu panas then cuaca berawan
14. If arah angin dari Selatan ke Utara and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat basah and suhu dingin then cuaca hujan
15. If arah angin dari Selatan ke Utara and tekanan rendah and pergerakan udara d bersifat kering and suhu dingin then cuaca cerah

16. If arah angin dari Selatan ke Utara and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat kering and suhu panas then cuaca cerah
17. If arah angin dari Barat ke Timur and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat kering and suhu panas then cuaca berawan
18. If arah angin dari Barat ke Timur and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat kering and suhu dingin then cuaca cerah
19. If arah angin dari barat ke timur and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat basah and suhu dingin then cuaca hujan
20. If arah angin dari Barat ke Timur and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat basah and suhu panas then cuaca hujan
21. If arah angin dari Barat ke Timur and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat basah and suhu panas then cuaca berawan
22. If arah angin dari Barat ke Timur and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat kering and suhu dingin then cuaca cerah
23. If arah angin dari Barat ke Timur and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat kering and suhu dingin then cuaca cerah
24. If arah angin dari Barat ke Timur and tekanan rendah and pergerakan udara da bersifat basah and suhu panas then cuaca hujan
25. If arah angin dari Barat ke Timur t and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat basah and suhu panas then cuaca hujan
26. If arah angin dari Timur ke Barat and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat basah and suhu panas then cuaca berawan
27. If arah angin dari Timur ke Barat and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat kering and suhu panas then cuaca berawan
28. If arah angin dari Timur ke Barat and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat basah and suhu dingin then cuaca hujan
29. If arah angin dari Timur ke Barat and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat basah and suhu panas then cuaca berawan
30. If arah angin dari Timur ke Barat and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat basah and suhu dingin then cuaca cerah

31. If arah angin dari Timur ke Barat and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat kering and suhu dingin then cuaca cerah
32. If arah angin dari Timur ke Barat t and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat basah and suhu panas then cuaca berawan
33. If arah angin dari Utara ke Timur and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat kering and suhu panas then cuaca cerah
34. If arah angin dari Utara ke Timur and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat kering and suhu dingin then cuaca cerah
35. If arah angin dari Utara ke Timur and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat kering and suhu dingin then cuaca hujan
36. If arah angin dari Utara ke Timur and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat basah and suhu panas then cuaca hujan
37. If arah angin dari Utara ke Timur and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat kering and tidak suhu dingin then cuaca berawan
38. If arah angin dari Utara ke Timur and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat kering and suhu dingin then cuaca hujan
39. If arah angin dari Utara ke Timur and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat kering and suhu panas then cuaca berawan
40. If arah angin dari Utara ke Timur and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat kering and suhu panas then cuaca cerah
41. If arah angin dari Timur ke Utara and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat basah and suhu panas then cuaca hujan
42. If arah angin dari Timur ke Utara and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat basah and suhu dingin then cuaca berawan
43. If arah angin dari Timur ke Utara and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat basah and suhu dingin then cuaca berawan
44. If arah angin dari Timur ke Utara and tekanan tinggi and pergerakan udara a bersifat basah and suhu panas then cuaca cerah
45. If arah angin dari Timur ke Utara and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat basah and suhu panas then cuaca hujan

46. If arah angin dari Timur ke Utara and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat basah and suhu dingin then cuaca berawan
47. If arah angin dari Timur ke Utara and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat kering and suhu dingin then cuaca cerah
48. If arah angin dari Timur ke Utara and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat basah and suhu panas then cuaca cerah
49. If arah angin dari Utara ke Barat and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat kering and suhu panas then cuaca berawan
50. If arah angin dari Utara ke Barat and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat kering and suhu dingin then cuaca cerah
51. If arah angin dari Utara ke Barat and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat basah and suhu dingin then cuaca hujan
52. If arah angin dari Utara ke Barat and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat basah and suhu panas then cuaca hujan
53. If arah angin dari Utara ke Barat and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat kering and suhu panas then cuaca cerah
54. If arah angin dari Utara ke Barat and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat kering and suhu dingin then cuaca cerah
55. If arah angin dari Utara ke Barat and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat basah and suhu dingin then cuaca hujan
56. If arah angin dari Utara ke Barat and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat basah and suhu panas then cuaca berawan
57. If arah angin dari Barat ke Utara and tekanan tinggi and pergerakan udara kering and suhu panas then cuaca berawan
58. If arah angin dari Barat ke Utara and tekanan tinggi and pergerakan udara kering and suhu dingin then cuaca cerah
59. If arah angin dari Barat ke Utara and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat basah and suhu dingin then cuaca berawan
60. If arah angin dari Barat ke Utara and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat basah and suhu dingin then cuaca hujan

61. If arah angin dari Barat ke Utara and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat kering and suhu panas then cuaca berawan
62. If arah angin dari Barat ke Utara and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat kering and suhu dingin then cuaca hujan
63. If arah angin dari Barat ke Utara and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat basah and suhu dingin then cuaca hujan
64. If arah angin dari Barat ke Utara and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat basah and suhu panas then cuaca cerah
65. If arah angin dari Selatan ke Barat and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat basah and suhu panas then cuaca hujan
66. If arah angin dari Selatan ke Barat and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat kering and suhu dingin then cuaca berawan
67. If arah angin dari Selatan ke Barat and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat basah and suhu panas then cuaca cerah
68. If arah angin dari Selatan ke Barat and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat basah and suhu panas then cuaca berawan
69. If arah angin dari Selatan ke Barat and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat basah and suhu panas then cuaca berawan
70. If arah angin dari Selatan ke Barat and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat kering and suhu dingin then cuaca cerah
71. If arah angin dari Selatan ke Barat and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat basah and suhu dingin then cuaca cerah
72. If arah angin dari selatan ke barat and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat basah and suhu dingin then cuaca berawan
73. If arah angin dari Barat ke Selatan and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat basah and suhu dingin then cuaca hujan
74. If arah angin dari Barat ke Selatan and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat kering and suhu dingin then cuaca cerah
75. If arah angin dari Barat ke Selatan and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat kering and suhu dingin then cuaca berawan

76. If arah angin dari Barat ke Selatan and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat kering and suhu panas then cuaca cerah
77. If arah angin dari Barat ke Selatan and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat kering and suhu panas then cuaca berawan
78. If arah angin dari Barat ke Selatan and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat kering and suhu panas then cuaca hujan
79. If arah angin dari Barat ke Selatan and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat kering and suhu dingin then cuaca hujan
80. If arah angin dari Barat ke Selatan and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat kering and suhu panas then cuaca hujan
81. If arah angin dari Selatan ke Timur and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat kering and suhu panas then cuaca cerah
82. If arah angin dari Selatan ke Timur and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat kering and suhu dingin then cuaca cerah
83. If arah angin dari Selatan ke Timur and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat basah and suhu dingin then cuaca cerah
84. If arah angin dari Selatan ke Timur and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat basah and suhu panas then cuaca hujan
85. If arah angin dari Selatan ke Timur and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat kering and suhu panas then cuaca cerah
86. If arah angin dari Selatan ke Timur and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat kering and suhu dingin then cuaca cerah
87. If arah angin dari Selatan ke Timur and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat basah and suhu dingin then cuaca berawan
88. If arah angin dari Selatan ke Timur and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat basah and suhu panas then cuaca cerah
89. If arah angin dari Timur ke Selatan and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat kering and suhu panas then cuaca cerah
90. If arah angin dari Timur ke Selatan and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat kering and suhu dingin then cuaca cerah

91. If arah angin dari Timur ke Selatan and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat basah and suhu dingin then cuaca cerah.
92. If arah angin dari Timur ke Selatan and tekanan tinggi and pergerakan udara bersifat basah and suhu panas then cuaca hujan
93. If arah angin dari Timur ke Selatan and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat kering and suhu panas then cuaca cerah
94. If arah angin dari Timur ke Selatan and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat kering and suhu dingin then cuaca cerah
95. If arah angin dari Timur ke Selatan and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat basah and suhu dingin then cuaca cerah
96. If arah angin dari Timur ke Selatan and tekanan rendah and pergerakan udara bersifat basah and suhu panas then berawan.

Listing Program

```
//Penalaran dan Operator Fuzzy//
unit Unit4;
type
  procedure nilai;
  procedure hitung;
  procedure arah;
  procedure analisa;
  procedure BitBtn3Click(Sender: TObject);
  procedure BitBtn2Click(Sender: TObject);
  procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
  procedure BitBtn6Click(Sender: TObject);
  procedure BitBtn5Click(Sender: TObject);
  procedure BitBtn4Click(Sender: TObject);
  procedure FormShow(Sender: TObject);
private
  { Private declarations }
public
  { Public declarations }
end;

var
  Form4: TForm4;
  var
    d, e, f, g, h, i, j, k, m, n, n1, n2, bu, st, ut, bs, ub, ts, tu, sb, bt, tb, su, us, rendah, t
    inggi, kering, panas, dingin, basah: real;
    a, b, c, y, t, u, v, w, z, o, p, r, q, r1, r2: string;
implementation
  uses udm, Unit1, Unit2, Unit3, Unit5, Uimpl;
  {$R *.dfm}

  procedure tform4.nilai;
  begin
    label2.Caption:=form1.Edit9.Text;
    label5.Caption:=form1.Edit10.Text;
    label10.Caption:=form1.Edit11.Text;
    label9.Caption:=form1.Edit12.Text;
  end;

  procedure tform4.hitung;
  begin
    with dm.qcari do
    begin
      close;
      sql.Clear;
      sql.Add('select*from arah');
      open;
      end;
      //bu//
      if(strtoint(label2.Caption)>=dm.qcari.Fields[12].AsInteger)and(strtoint
      t(label2.Caption)<=dm.qcari.Fields[13].AsInteger)then
      begin
        d:=(dm.qcari.Fields[13].AsInteger-strtoint(label2.Caption))/(dm.qcari.
        Fields[13].AsInteger-dm.qcari.Fields[12].AsInteger);
        end else
        d:=0;
        str(d:1:3,y);
        edit1.Text:=y;
        bu:=strtofloat(y);
        //us//
        if(strtoint(label2.Caption)>=dm.qcari.Fields[17].AsInteger)and(strtoint
        t(label2.Caption)<=dm.qcari.Fields[18].AsInteger)then
        begin
          e:=(dm.qcari.Fields[18].AsInteger-strtoint(label2.Caption))/(dm.qcari.
          Fields[18].AsInteger-dm.qcari.Fields[17].AsInteger);
          end else
          if(strtoint(label2.Caption)>=dm.qcari.Fields[16].AsInteger)and(strtoint
```

Listing Program

```

t(label2.Caption)<=dm.qcari.Fields[17].AsInteger) then
begin
e:=(strtoint(label2.Caption)-dm.qcari.Fields[16].AsInteger)/(dm.qcari.
Fields[17].AsInteger-dm.qcari.Fields[16].AsInteger);
end else
e:=0;
str(e:1:3,t);
edit12.Text:=t;
us:=strtofloat(t);
//st//
if(strtoint(label2.Caption)>=dm.qcari.Fields[10].AsInteger)and(strtoin
t(label2.Caption)<=dm.qcari.Fields[11].AsInteger) then
begin
f:=(strtoint(label2.Caption)-dm.qcari.Fields[10].AsInteger)/(dm.qcari.
Fields[11].AsInteger-dm.qcari.Fields[10].AsInteger);
end else
f:=0;
str(f:1:3,u);
edit2.Text:=u;
st:=strtofloat(u);
//bt//
if(strtoint(label2.Caption)>=dm.qcari.Fields[22].AsInteger)and(strtoin
t(label2.Caption)<=dm.qcari.Fields[23].AsInteger) then
begin
g:=(strtoint(label2.Caption)-dm.qcari.Fields[22].AsInteger)/(dm.qcari.
Fields[23].AsInteger-dm.qcari.Fields[22].AsInteger);
end else
if(strtoint(label2.Caption)>=dm.qcari.Fields[23].AsInteger)and(strtoin
t(label2.Caption)<=dm.qcari.Fields[24].AsInteger) then
begin
g:=(dm.qcari.Fields[24].AsInteger-strtoint(label2.Caption))/(dm.qcari.
Fields[24].AsInteger-dm.qcari.Fields[23].AsInteger);
end else
g:=0;
str(g:1:3,v);
edit9.Text:=v;
bt:=strtofloat(v);
//ut//
if(strtoint(label2.Caption)>=dm.qcari.Fields[8].AsInteger)and(strtoint
(label2.Caption)<=dm.qcari.Fields[9].AsInteger) then
begin
h:=(dm.qcari.Fields[9].AsInteger-strtoint(label2.Caption))/(dm.qcari.F
ields[9].AsInteger-dm.qcari.Fields[8].AsInteger);
end else
h:=0;
str(h:1:3,w);
edit3.Text:=w;
ut:=strtofloat(w);
//bs//
if(strtoint(label2.Caption)>=dm.qcari.Fields[0].AsInteger)and(strtoint
(label2.Caption)<=dm.qcari.Fields[1].AsInteger) then
begin
i:=(dm.qcari.Fields[1].AsInteger-strtoint(label2.Caption))/(dm.qcari.F
ields[1].AsInteger-dm.qcari.Fields[0].AsInteger);
end else
i:=0;
str(i:1:3,z);
edit4.Text:=z;
bs:=strtofloat(z);
//tb//
if(strtoint(label2.Caption)>=dm.qcari.Fields[19].AsInteger)and(strtoin
t(label2.Caption)<=dm.qcari.Fields[20].AsInteger) then
begin
j:=(strtoint(label2.Caption)-dm.qcari.Fields[19].AsInteger)/(dm.qcari.
Fields[20].AsInteger-dm.qcari.Fields[19].AsInteger);
end else

```


Listing Program

```

if(strtoint(label2.Caption)>=dm.qcari.Fields[20].AsInteger)and(strtoint
t(label2.Caption)<=dm.qcari.Fields[21].AsInteger)then
begin
j:=(dm.qcari.Fields[21].AsInteger-strtoint(label2.Caption))/(dm.qcari.
Fields[21].AsInteger-dm.qcari.Fields[20].AsInteger);
end else
j:=0;
str(j:1:3,o);
edit10.Text:=o;
tb:=strtofloat(o);
//ub//
if(strtoint(label2.Caption)>=dm.qcari.Fields[6].AsInteger)and(strtoint
(label2.Caption)<=dm.qcari.Fields[7].AsInteger) then
begin
k:=(strtoint(label2.Caption)-dm.qcari.Fields[6].AsInteger)/(dm.qcari.F
ields[7].AsInteger-dm.qcari.Fields[6].AsInteger);
end else
k:=0;
str(k:1:3,p);
edit5.Text:=p;
ub:=strtofloat(p);
//ts//
if(strtoint(label2.Caption)>=dm.qcari.Fields[2].AsInteger)and(strtoint
(label2.Caption)<=dm.qcari.Fields[3].AsInteger) then
begin
m:=(strtoint(label2.Caption)-dm.qcari.Fields[2].AsInteger)/(dm.qcari.F
ields[3].AsInteger-dm.qcari.Fields[2].AsInteger);
end else
m:=0;
str(m:1:3,r);
edit6.Text:=r;
ts:=strtofloat(r);
//tu/
if(strtoint(label2.Caption)>=dm.qcari.Fields[14].AsInteger)and(strtoint
t(label2.Caption)<=dm.qcari.Fields[15].AsInteger) then
begin
n:=(strtoint(label2.Caption)-dm.qcari.Fields[14].AsInteger)/(dm.qcari.
Fields[15].AsInteger-dm.qcari.Fields[14].AsInteger);
end else
n:=0;
str(n:1:3,q);
edit7.Text:=q;
tu:=strtofloat(q);
//sb//
if(strtoint(label2.Caption)>=dm.qcari.Fields[4].AsInteger)and(strtoint
(label2.Caption)<=dm.qcari.Fields[5].AsInteger) then
begin
n1:=(dm.qcari.Fields[5].AsInteger-strtoint(label2.Caption))/(dm.qcari.
Fields[5].AsInteger-dm.qcari.Fields[4].AsInteger);
end else
n1:=0;
str(n1:1:3,r1);
edit8.Text:=r1;
sb:=strtofloat(r1);
//su//
if(strtoint(label2.Caption)>=dm.qcari.Fields[25].AsInteger)and(strtoint
t(label2.Caption)<=dm.qcari.Fields[26].AsInteger) then
begin
n2:=(strtoint(label2.Caption)-dm.qcari.Fields[25].AsInteger)/(dm.qcari
.Fields[26].AsInteger-dm.qcari.Fields[25].AsInteger);
end else
if(strtoint(label2.Caption)>=dm.qcari.Fields[26].AsInteger)and(strtoint
t(label2.Caption)<=dm.qcari.Fields[27].AsInteger)then
begin
n2:=(dm.qcari.Fields[27].AsInteger-strtoint(label2.Caption))/(dm.qcari
.Fields[27].AsInteger-dm.qcari.Fields[26].AsInteger);

```

Listing Program

```

end else
n2:=0;
str(n2:1:3,r2);
edit11.Text:=r2;
su:=strtofloat(r2);
with dm.qcari do
begin
close;
sql.Clear;
sql.Add('select*from tekananan');
open;
end;
dm.qcari.First;
//tinggi//
if (strtoint(label5.Caption)>=dm.qcari.Fields[2].AsInteger) and
(strtoint(label5.Caption)<=dm.qcari.Fields[3].AsInteger) then
begin
d:=(strtoint(label5.Caption)-
dm.qcari.Fields[2].AsInteger)/(dm.qcari.Fields[3].AsInteger-dm.qcari.F
ields[2].AsInteger);
str(d:1:3,y);
tinggi:=strtofloat(y);
edit14.Text:=y;
end;
//rendah//
if (strtoint(label5.Caption)>=dm.qcari.Fields[0].AsInteger) and
(strtoint(label5.Caption)<=dm.qcari.Fields[1].AsInteger) then
begin
e:=(dm.qcari.Fields[1].AsInteger-strtoint(label5.Caption))/(dm.qcari.F
ields[1].AsInteger-dm.qcari.Fields[0].AsInteger);
str(e:1:3,y);
rendah:=strtofloat(y);
edit13.Text:=y;
end;
with dm.qcari do
begin
close;
sql.Clear;
sql.Add('select*from kelembaban');
open;
end;
dm.qcari.First;
//kering//
if (strtoint(label10.Caption)>=dm.qcari.Fields[0].AsInteger) and
(strtoint(label10.Caption)<=dm.qcari.Fields[1].AsInteger) then
begin
d:=(dm.qcari.Fields[1].AsInteger-strtoint(label10.Caption))/(dm.qcari.
Fields[1].AsInteger-dm.qcari.Fields[0].AsInteger);
str(d:1:3,y);
kering:=strtofloat(y);
edit15.Text:=y;
end;
//basah//
if (strtoint(label10.Caption)>=dm.qcari.Fields[2].AsInteger) and
(strtoint(label10.Caption)<=dm.qcari.Fields[3].AsInteger) then
begin
e:=(strtoint(label10.Caption)-
dm.qcari.Fields[2].AsInteger)/(dm.qcari.Fields[3].AsInteger-dm.qcari.F
ields[2].AsInteger);
str(e:1:3,y);
basah:=strtofloat(y);
edit16.Text:=y;
end;
with dm.qcari do
begin
close;

```

Listing Program

```

sql.Clear;
sql.Add('select*from suhu');
open;
end;
dm.qcari.First;
//panas//
if (strtoint(label9.Caption)>=dm.qcari.Fields[0].AsInteger) and
(strtoint(label9.Caption)<=dm.qcari.Fields[1].AsInteger) then
begin
d:=(strtoint(label9.Caption)-
dm.qcari.Fields[0].AsInteger)/(dm.qcari.Fields[1].AsInteger-dm.qcari.F
ields[0].AsInteger);
str(d:1:3,y);
panas:=strtofloat(y);
edit18.Text:=y;
end;
//dingin//
if (strtoint(label9.Caption)>=dm.qcari.Fields[2].AsInteger) and
(strtoint(label9.Caption)<=dm.qcari.Fields[3].AsInteger) then
begin
e:=(dm.qcari.Fields[3].AsInteger-strtoint(label9.Caption))/(dm.qcari.F
ields[3].AsInteger-dm.qcari.Fields[2].AsInteger);
str(e:1:3,y);
dingin:=strtofloat(y);
edit17.Text:=y;
end;
end;

procedure tform4.arah;
begin
if (strtoint(label2.Caption)>=0) and (strtoint(label2.Caption)<45) then
begin
a:='B-S';
b:='U-S';
end;
if (strtoint(label2.Caption)>=45) and (strtoint(label2.Caption)<=90)
then
begin
a:='U-S';
b:='T-S';
end;
if (strtoint(label2.Caption)>=90) and (strtoint(label2.Caption)<135)
then
begin
a:='S-B';
b:='T-B';
end;
if (strtoint(label2.Caption)>=135) and (strtoint(label2.Caption)<=180)
then
begin
a:='U-B';
b:='T-B';
end ;
if (strtoint(label2.Caption)>=180) and (strtoint(label2.Caption)<225)
then
begin
a:='U-T';
b:='B-T';
end ;
if (strtoint(label2.Caption)>=225) and (strtoint(label2.Caption)<=270)
then
begin
a:='B-T';
b:='S-T';
end ;
if (strtoint(label2.Caption)>=270) and (strtoint(label2.Caption)<315)

```

Listing Program

```

then
begin
a:='S-U';
b:='B-U';
end ;
if (strtoint(label2.Caption)>=315) and (strtoint(label2.Caption)<=360)
then
begin
a:='T-U';
b:='S-U';
end ;
if (strtoint(label2.Caption)=45) then
begin
a:='U-S';
b:='U-S';
end ;
if (strtoint(label2.Caption)=135) then
begin
a:='T-B';
b:='T-B';
end ;
if (strtoint(label2.Caption)=225) then
begin
a:='B-T';
b:='B-T';
end ;
if (strtoint(label2.Caption)=315) then
begin
a:='S-U';
b:='S-U';
end ;
if (strtoint(label2.Caption)=0) then
begin
a:='B-S';
b:='B-S';
end ;
if (strtoint(label2.Caption)=90) then
begin
a:='T-S';
b:='S-B';
end ;
if (strtoint(label2.Caption)=180) then
begin
a:='U-B';
b:='U-T';
end ;
if (strtoint(label2.Caption)=270) then
begin
a:='S-T';
b:='B-U';
end ;
if (strtoint(label2.Caption)=360) then
begin
a:='T-U';
b:='T-U';
end ;
end;

procedure tform4.analisa;
begin
form4.hapus;
with dm.Query2 do
begin
close;
sql.Clear;
sql.Add('select*from aturan where arah in("' + a + '", "' + b + '")');

```

Listing Program

```

open;
end;
dm.Query2.First;
while not dm.Query2.Eof do
begin
if dm.Query2.Fields[1].AsString='B-U'then
begin
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into na values(''+floattostr(bu)+'')');
dm.qsim.ExecSQL;
end else
if dm.Query2.Fields[1].AsString='S-T'then
begin
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into na values(''+floattostr(st)+'')');
dm.qsim.ExecSQL;
end else
if dm.Query2.Fields[1].AsString='U-T'then
begin
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into na values(''+floattostr(ut)+'')');
dm.qsim.ExecSQL;
end else
if dm.Query2.Fields[1].AsString='B-S'then
begin
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into na values(''+floattostr(bs)+'')');
dm.qsim.ExecSQL;
end else
if dm.Query2.Fields[1].AsString='U-B'then
begin
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into na values(''+floattostr(ub)+'')');
dm.qsim.ExecSQL;
end else
if dm.Query2.Fields[1].AsString='T-S'then
begin
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into na values(''+floattostr(ts)+'')');
dm.qsim.ExecSQL;
end else
if dm.Query2.Fields[1].AsString='T-U'then
begin
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into na values(''+floattostr(tu)+'')');
dm.qsim.ExecSQL;
end else
if dm.Query2.Fields[1].AsString='S-B'then
begin
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into na values(''+floattostr(sb)+'')');
dm.qsim.ExecSQL;
end else
if dm.Query2.Fields[1].AsString='B-T'then
begin
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into na values(''+floattostr(bt)+'')');

```

Listing Program

```

dm.qsim.ExecSQL;
end else
if dm.Query2.Fields[1].AsString='T-B'then
begin
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into na values("'" + floattostr(tb) + "'"');
dm.qsim.ExecSQL;
end else
if dm.Query2.Fields[1].AsString='S-U'then
begin
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into na values("'" + floattostr(su) + "'"');
dm.qsim.ExecSQL;
end else
if dm.Query2.Fields[1].AsString='U-S'then
begin
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into na values("'" + floattostr(us) + "'"');
dm.qsim.ExecSQL;
end;
//cek tekanan//
if dm.Query2.Fields[2].AsString='tinggi' then
begin
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into nt values("'" + floattostr(tinggi) + "'"');
dm.qsim.ExecSQL;
end else
if dm.Query2.Fields[2].AsString='rendah' then
begin
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into nt values("'" + floattostr(rendah) + "'"');
dm.qsim.ExecSQL;
end;
//cek kelembaban//
if dm.Query2.Fields[3].AsString='kering' then
begin
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into nk values("'" + floattostr(kering) + "'"');
dm.qsim.ExecSQL;
end else
if dm.Query2.Fields[3].AsString='basah' then
begin
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into nk values("'" + floattostr(basah) + "'"');
dm.qsim.ExecSQL;
end;
//cek suhu//
if dm.Query2.Fields[4].AsString='dingin' then
begin
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into ns values("'" + floattostr(dingin) + "'"');
dm.qsim.ExecSQL;
end else
if dm.Query2.Fields[4].AsString='panas' then
begin
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into ns values("'" + floattostr(panas) + "'"');

```

Listing Program

```

dm.qsim.ExecSQL;
end;
//cek cuaca//
if dm.Query2.Fields[5].AsString<>' ' then
begin
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into nc
values ("'+dm.Query2.Fields[5].AsString+'"')');
dm.qsim.ExecSQL;
end;
dm.Query2.Next;
end;
end;

// komposisi dan defuzzifikasi //

unit Unit5;

type
    procedure nilai;
    procedure derajat;
    procedure prediksi;
    procedure minmax;
    procedure implikasi;
    procedure operator;
    procedure defuzi;
    procedure aturan1;
    procedure FormShow(Sender: TObject);
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
    procedure BitBtn3Click(Sender: TObject);
    procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
    procedure BitBtn2Click(Sender: TObject);
    procedure BitBtn4Click(Sender: TObject);
    procedure BitBtn5Click(Sender: TObject);
    { Private declarations }
public
    { Public declarations }
end;

var
    Form5: TForm5;
    cerah,
    brwn1,brwn2,hujan,y,min,mint,a1,a2,a3,a4,a5,agb,ags,tkb,tkb,klb,klb,sh
    b,shs,max,Zc,Zh,Zb,zbw,zbr,zp1,zp2,zp3,zp4,m1,m2,m3,m4,m5,l1,l2,l3,l4,
    l5,x: real;

    arah,arah1,angin,angins,tekan,lembab,suhu,tekans,lembabs,suhus,b,d,e,f
    ,cuaca,cua,def: string;
implementation
    uses udm, Unit1,unit4, Upred, Uimpl, Utny;
    {$R *.dfm}
    procedure tform5.prediksi;
    begin
        arah1:=arah;
        tekan:=label17.Caption;
        lembab:=label20.Caption;
        suhu:=label23.Caption;
        if strtofloat(edit1.Text)<>strtofloat(edit2.Text) then begin
            with dm.qcari do
            begin
                close;sql.Clear;
                sql.Add('select*from aturan where arah="'+arah1+'" and
                tekanan="'+tekan+'" and kelembaban="'+lembab+'" and
                suhu="'+suhu+'"');
            open;

```

Listing Program

```

end;
end;
if strtofloat(edit1.Text)=strtofloat(edit2.Text) then begin
with dm.qcari do
begin
close;sql.Clear;
sql.Add('select*from aturan where arah="'+arah1+'" and
tekanan="'+tekan+'" and kelembaban="'+lembab+'" and
suhu="'+suhu+'"'');
open;
end;
end;
cuaca:=dm.qcari.Fields[5].AsString;
edit9.Text:=cuaca;
end;

procedure tform5.operator;
begin
if strtofloat(edit1.Text)< strtofloat(edit2.Text) then
begin
angin:=label15.Caption;
angins:=label14.Caption;
ags:=strtofloat(edit1.Text);
end;
if strtofloat(edit1.Text)> strtofloat(edit2.Text) then
begin
angin:=label14.Caption;
angins:=label15.Caption;
ags:=strtofloat(edit2.Text);
end;
if strtofloat(edit1.Text)=strtofloat(edit2.Text) then
begin
angin:=label14.Caption;
angins:=label15.Caption;
ags:=strtofloat(edit2.Text);
end;
//tekan//
tekan:=label18.Caption;
tekans:=label17.Caption;
tkb:=strtofloat(edit4.Text);
tk:=strtofloat(edit3.Text);
//lembab//
lembab:=label21.Caption;
lembabs:=label20.Caption;
klb:=strtofloat(edit6.Text);
kls:=strtofloat(edit5.Text);
//suhu//
suhu:=label24.Caption;
suhus:=label23.Caption;
shb:=strtofloat(edit8.Text);
shs:=strtofloat(edit7.Text);
end;

procedure tform5.aturan1;
begin
form5.operator;
form5.minmax;
//aturan1//
with dm.qcari do begin
close;sql.Clear;
sql.Add('select*from aturan where arah="'+angins+'" and
tekanan="'+tekan+'" and kelembaban="'+lembab+'" and
suhu="'+suhu+'"'');
open;
end;
cua:=dm.qcari.Fields[5].AsString;

```


Listing Program

```

min:=mint;
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into komposisi values
(''+floattostr(min)+'', ''+cua+'')');
dm.qsim.ExecSQL;
//aturan2//
with dm.qcari do begin
close;sql.Clear;
sql.Add('select*from aturan where arah=(''+angins+'')and
tekanan=(''+tekan+'')and kelembaban=(''+lembab+'')and
suhu=(''+suhus+'')');
open;
end;
cua:=dm.qcari.Fields[5].AsString;
if tkb<klb then begin y:=tkb;end;
if tkb>klb then begin y:=klb;end;
if y<ags then begin min:=y; end;
if y>ags then begin min:=ags;end;
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into komposisi values
(''+floattostr(min)+'', ''+cua+'')');
dm.qsim.ExecSQL;
//aturan3//
with dm.qcari do begin
close;sql.Clear;
sql.Add('select*from aturan where arah=(''+angins+'')and
tekanan=(''+tekan+'')and kelembaban=(''+lembabs+'')and
suhu=(''+suhu+'')');
open;
end;
cua:=dm.qcari.Fields[5].AsString;
if tkb<shb then begin y:=tkb;end;
if tkb>shb then begin y:=shb;end;
if y<ags then begin min:=y; end;
if y>ags then begin min:=ags;end;
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into komposisi values
(''+floattostr(min)+'', ''+cua+'')');
dm.qsim.ExecSQL;
//aturan4//
with dm.qcari do begin
close;sql.Clear;
sql.Add('select*from aturan where arah=(''+angins+'')and
tekanan=(''+tekan+'')and kelembaban=(''+lembabs+'')and
suhu=(''+suhus+'')');
open;
end;
cua:=dm.qcari.Fields[5].AsString;
if tkb<ags then begin min:=tkb; end;
if tkb>ags then begin min:=ags; end;
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into komposisi values
(''+floattostr(min)+'', ''+cua+'')');
dm.qsim.ExecSQL;
//aturan5//
with dm.qcari do begin
close;sql.Clear;
sql.Add('select*from aturan where arah=(''+angins+'')and
tekanan=(''+tekans+'')and kelembaban=(''+lembab+'')and
suhu=(''+suhu+'')');
open;
end;

```

Listing Program

```

cua:=dm.qcari.Fields[5].AsString;
if klb<shb then begin y:=klb;end;
if klb>shb then begin y:=shb;end;
if y<ags then begin min:=y; end;
if y>ags then begin min:=ags;end;
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into komposisi values
('+floattostr(min)+' ',''+cua+'')');
dm.qsim.ExecSQL;
//aturan6//
with dm.qcari do begin
close;sql.Clear;
sql.Add('select*from aturan where arah=(''+angins+'')and
tekanan=(''+tekans+'')and kelembaban=(''+lembab+'')and
suhu=(''+suhus+'')');
open;
end;
cua:=dm.qcari.Fields[5].AsString;
if klb<ags then begin min:=klb; end;
if klb>ags then begin min:=ags; end;
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into komposisi values
('+floattostr(min)+' ',''+cua+'')');
dm.qsim.ExecSQL;
//aturan7//
with dm.qcari do begin
close;sql.Clear;
sql.Add('select*from aturan where arah=(''+angins+'')and
tekanan=(''+tekans+'')and kelembaban=(''+lembabs+'')and
suhu=(''+suhu+'')');
open;
end;
cua:=dm.qcari.Fields[5].AsString;
if shb<ags then begin min:=shb; end;
if shb>ags then begin min:=ags; end;
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into komposisi values
('+floattostr(min)+' ',''+cua+'')');
dm.qsim.ExecSQL;
//aturan8//
with dm.qcari do begin
close;sql.Clear;
sql.Add('select*from aturan where arah=(''+angins+'')and
tekanan=(''+tekans+'')and kelembaban=(''+lembabs+'')and
suhu=(''+suhus+'')');
open;
end;
cua:=dm.qcari.Fields[5].AsString;
min:=ags;
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into komposisi values
('+floattostr(min)+' ',''+cua+'')');
dm.qsim.ExecSQL;
//aturan9//
with dm.qcari do
begin
close;sql.Clear;
sql.Add('select*from aturan where arah=(''+angin+'')and
tekanan=(''+tekan+'')and kelembaban=(''+lembab+'')and
suhu=(''+suhu+'')');
open;
end;

```

Listing Program

```

cua:=dm.qcari.Fields[5].AsString;
min:=mint;
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into komposisi values
('+floattostr(min)+' ',''+cua+'')');
dm.qsim.ExecSQL;
//aturan10//
with dm.qcari do
begin
close;sql.Clear;
sql.Add('select*from aturan where arah=('+angin+')and
tekanan=('+tekan+')and kelembaban=('+lembab+')and
suhu=('+suhus+'')');
open;
end;
cua:=dm.qcari.Fields[5].AsString;
if tkb>klb then begin min:=klb;end;
if tkb<klb then begin min:=tkb end;
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into komposisi values
('+floattostr(min)+' ',''+cua+'')');
dm.qsim.ExecSQL;
//aturan11//
with dm.qcari do
begin
close;sql.Clear;
sql.Add('select*from aturan where arah=('+angin+')and
tekanan=('+tekan+')and kelembaban=('+lembabs+')and
suhu=('+suhu+'')');
open;
end;
cua:=dm.qcari.Fields[5].AsString;
if tkb>shb then begin min:=shb; end;
if tkb<shb then begin min:=tkb; end;
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into komposisi values
('+floattostr(min)+' ',''+cua+'')');
dm.qsim.ExecSQL;
//aturan12//
with dm.qcari do
begin
close;sql.Clear;
sql.Add('select*from aturan where arah=('+angin+')and
tekanan=('+tekan+')and kelembaban=('+lembabs+')and
suhu=('+suhus+'')');
open;
end;
cua:=dm.qcari.Fields[5].AsString;
min:=tkb;
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into komposisi values
('+floattostr(min)+' ',''+cua+'')');
dm.qsim.ExecSQL;
//aturan13//
with dm.qcari do
begin
close;sql.Clear;
sql.Add('select*from aturan where arah=('+angin+')and
tekanan=('+tekans+')and kelembaban=('+lembab+')and
suhu=('+suhu+'')');
open;
end;

```

Listing Program

```

cua:=dm.qcari.Fields[5].AsString;
if klb < shb then
begin
min:=klb; end;
if klb>shb then
begin
min:=shb; end;
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into komposisi values
(''+floattostr(min)+'',''+cua+'')');
dm.qsim.ExecSQL;
//aturan14//
with dm.qcari do
begin
close;sql.Clear;
sql.Add('select*from aturan where arah(''+angin+'')and
tekanan=(''+tekans+'')and kelembaban=(''+lembab+'')and
suhu=(''+suhus+'')');
open;
end;
cua:=dm.qcari.Fields[5].AsString;
min:=klb;
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into komposisi values
(''+floattostr(min)+'',''+cua+'')');
dm.qsim.ExecSQL;
//aturan15//
with dm.qcari do
begin
close;sql.Clear;
sql.Add('select*from aturan where arah(''+angin+'')and
tekanan=(''+tekans+'')and kelembaban=(''+lembabs+'')and
suhu=(''+suhu+'')');
open;
end;
cua:=dm.qcari.Fields[5].AsString;
min:=shb;
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into komposisi values
(''+floattostr(min)+'',''+cua+'')');
dm.qsim.ExecSQL;
//aturan16//
with dm.qcari do
begin
close;sql.Clear;
sql.Add('select*from aturan where arah(''+angin+'')and
tekanan=(''+tekans+'')and kelembaban=(''+lembabs+'')and
suhu=(''+suhus+'')');
open;
end;
cua:=dm.qcari.Fields[5].AsString;
min:=max;
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into komposisi values
(''+floattostr(min)+'',''+cua+'')');
dm.qsim.ExecSQL;
end;

procedure tform5.implikasi;
begin
with dm.qcari do begin
close;sql.Clear;

```

Listing Program

```

sql.Add('select max(min)from komposisi where cuaca="cerah"');
open;
end;
zc:=strtofloat(dm.qcari.Fields[0].AsString);
with dm.qcari do begin
close;sql.Clear;
sql.Add('select max(min)from komposisi where cuaca="berawan"');
open;
end;
zb:=strtofloat(dm.qcari.Fields[0].AsString);
with dm.qcari do begin
close;sql.Clear;
sql.Add('select max(min)from komposisi where cuaca="hujan"');
open;
end;
zh:=strtofloat(dm.qcari.Fields[0].AsString);
dm.qsim.Close;
dm.qsim.SQL.Clear;
dm.qsim.SQL.Add('insert into nilaix
values(''+floattostr(zc)+'',''+floattostr(zb)+'',''+floattostr(zh)+'')
');
dm.qsim.ExecSQL;
end;

procedure tform5.defuzi;
begin
/--cerah--//
if edit9.Text='cerah' then begin
with dm.qcari do begin
close;sql.Clear;
sql.Add('select*from nilaix');
open;
end;
zc:=strtofloat(dm.qcari.Fields[0].AsString);
zh:=strtofloat(dm.qcari.Fields[2].AsString);
zb:=strtofloat(dm.qcari.Fields[1].AsString);
if (zh>zb) and (zh<=0.5) then begin
//titik potong//
zp1:=zh;
zp2:=0;
zp3:=0;
zp4:=zc;
//momen//
m1:=(zh*0.5)*zp1*zp1;
m2:=0;
m3:=0;
m4:=(0.333*zp4*zp4*zp4)-(0.333*zp1*zp1*zp1);
m5:=(zc*0.5)-(zc*0.5)*zp4*zp4;
//luas//
l1:=zh*zp1;
l2:=0;
l3:=0;
l4:=((zp4-zp1)*(zc+zh))/2;
l5:=(1-zp4)*zc;
end;
if (zh>zb) and (zh>0.5) then begin
//titik potong//
zp1:=1-zh;
zp2:=0;
zp3:=zh;
zp4:=zc;
//momen//
m1:=(zh*0.5)*zp1*zp1;
m2:=0;
m3:=(0.333*zp3*zp3*zp3)-(0.33*zp1*zp1*zp1);
m4:=(0.333*zp4*zp4*zp4)-(0.33*zp3*zp3*zp3);

```

Listing Program

```

m5:=(zc*0.5)*zp4;
//luas//
l1:=zh*zp1;
l2:=0;
l3:=((zp3-zp1)*(zc+zh))/2;
l4:=((zp4-zp1)*(zc+zh))/2;
l5:=(1-zp4)*zc;
end;
if zb>zh then begin
//titik potong//
zp1:=(zh*0.3)+0.2;
zp2:=(zb*0.3)+0.2;
zp3:=zb;
zp4:=zc;
//momen//
m1:=(zh*0.5)*zp1*zp1;
m2:=(0.333*zp2*zp2*zp2)-(0.33*zp1*zp1*zp1);
m3:=(zb*0.5*zp3*zp3)-(zb*0.5*zp2*zp2);
m4:=(0.333*zp4*zp4*zp4)-(0.333*zp3*zp3*zp3);
m5:=(zc*0.5)*zp4;
//luas//
l1:=zh*zp1;
l2:=((zp2-zp1)*(zb+zh))/2;
l3:=zb*(zp3-zp2);
l4:=((zp4-zp3)*(zc+zb))/2;
l5:=(1-zp4)*zc;
end;
if zb=zc then begin
//titik potong//
zp1:=0;
zp2:=0;
zp3:=zb;
zp4:=zc;
//momen//
m1:=0;
m2:=0;
m3:=zb*0.5*zp3*zp3;
m4:=(0.333*zp4*zp4*zp4)-(0.33*zp3*zp3*zp3);
m5:=(zc*0.5)*zp4;
//luas//
l1:=0;
l2:=0;
l3:=zb*zp3;
l4:=((zp4-zp3)*(zc+zb))/2;
l5:=(1-zp4)*zc;
end;
end;
/--hujan--//
if edit9.Text='hujan' then begin
with dm.qcari do begin
close;sql.Clear;
sql.Add('select*from nilaix');
open;
end;
zc:=strtofloat(dm.qcari.Fields[0].AsString);
zh:=strtofloat(dm.qcari.Fields[2].AsString);
zb:=strtofloat(dm.qcari.Fields[1].AsString);
if(zc>zb)and(zc>0.5)then begin
//titik potong//
zp1:=1-zh;
zp2:=1-zc;
zp3:=0;
zp4:=zc;
//momen//
m1:=(zh*0.5*zp1*zp1);
m2:=((0.5*zp2*zp2)-(0.333*zp2*zp2))-((0.5*zp1*zp1)-(0.333*zp1*zp1)

```

Listing Program

```

zp1));
m3:=0;
m4:=(0.5*zp4*zp4)-(0.333*zp4*zp4*zp4))-((0.5*zp2*zp2)-(0.333*zp2*zp2*
zp2));
m5:=(zc*0.5)-(zc*0.5*zp4*zp4);
//luas//
l1:=zh*zp1;
l2:=((zh+zc)*(zp2-zp1))/2;
l3:=0;
l4:=((zh+zc)*(zp4-zp2))/2;
l5:=(1-zp4)*zc;
end;
if(zc>zb)and(zc<=0.5)then begin
//titik potong//
zp1:=1-zh;
zp2:=1-zc;
zp3:=0;
zp4:=0;
//momen//
m1:=(zh*0.5*zp1*zp1);
m2:=(0.5*zp2*zp2)-(0.333*zp2*zp2*zp2))-((0.5*zp1*zp1)-(0.333*zp1*zp1*
zp1));
m3:=(zc*0.5)-(zc*0.5*zp2*zp2);
m4:=0;
m5:=0;
//luas//
l1:=zh*zp1;
l2:=((zh+zc)*(zp2-zp1))/2;
l3:=(1-zp2)*zc;
l4:=0;
l5:=0;
end;
if(zb>zc)then begin
//titik potong//
zp1:=1-zh;
zp2:=1-zb;
zp3:=0.8-(zb*0.3);
zp4:=0.8-(zc*0.3);
//momen//
m1:=(zh*0.5*zp1*zp1);
m2:=(0.5*zp2*zp2)-(0.333*zp2*zp2*zp2))-((0.5*zp1*zp1)-(0.333*zp1*zp1*
zp1));
m3:=(zb*0.5*zp3*zp3)-(zb*0.5*zp2*zp2);
m4:=(0.5*zp4*zp4)-(0.333*zp4*zp4*zp4))-((0.5*zp3*zp3)-(0.333*zp3*zp3*
zp3));
m5:=(zc*0.5)-(zc*0.5*zp4*zp4);
//luas//
l1:=zh*zp1;
l2:=((zh+zb)*zp2-zp1)/2;
l3:=(zp3-zp2)*zb;
l4:=((zc+zb)*(zp4-zp3))/2;
l5:=(1-zp4)*zc;
end;
if(zc=zb)then begin
//titik potong//
zp1:=1-zh;
zp2:=1-zb;
zp3:=0;
zp4:=0;
//momen//
m1:=(zh*0.5*zp1*zp1);
m2:=(0.5*zp2*zp2)-(0.333*zp2*zp2*zp2))-((0.5*zp1*zp1)-(0.333*zp1*zp1*
zp1));
m3:=(zb*0.5)-(zb*0.5*zp2*zp2);
m4:=0;
m5:=0;

```

Listing Program

```

//luas//
l1:=zh*zp1;
l2:=((zh+zb)*(zp2-zp1))/2;
l3:=(1-zp2)*zc;
l4:=0;
l5:=0;
end;
end;
/--berawan--//
if edit9.Text='berawan' then begin
with dm.qcari do begin
close;sql.Clear;
sql.Add('select*from nilaix');
open;
end;
zc:=strtofloat(dm.qcari.Fields[0].AsString);
zh:=strtofloat(dm.qcari.Fields[2].AsString);
zb:=strtofloat(dm.qcari.Fields[1].AsString);
if(zc=0) then begin
//titik potong//
zp1:=(zh*0.3)+0.2;
zp2:=(zb*0.3)+0.2;
zp3:=0.8-(zb*0.3);
zp4:=0.8-(zh*0.3);
//momen//
m1:=(zh*0.5*zp1*zp1);
m2:=((1.111*zp2*zp2*zp2)-(0.333*zp2*zp2))-((1.111*zp1*zp1*zp1)-(0.333*
zp1*zp1));
m3:=(zb*0.5*zp3*zp3)-(zb*0.5*zp2*zp2);
m4:=((1.334*zp4*zp4)-(1.111*zp4*zp4*zp4))-((1.334*zp3*zp3*zp3)-(1.111*
zp3*zp3*zp3));
m5:=(1.334-1.111)-((1.336*zp4*zp4*zp4)-(1.111*zp4*zp4));
//luas//
l1:=zh*zp1;
l2:=((zh+zb)*(zp2-zp1))/2;
l3:=(zp3-zp2)*zb;
l4:=((zh+zb)*(zp4-zp3))/2;
l5:=(1-zp4)*zh)/2;
end;
if zh=0 then begin
//titik potong//
zp1:=(zc*0.3)+0.2;
zp2:=(zb*0.3)+0.2;
zp3:=0.8-(zb*0.3);
zp4:=0.8-(zc*0.3);
//momen//
m1:=(1.111*zp1*zp1*zp1)-(0.333*zp1*zp1);
m2:=((1.111*zp2*zp2*zp2)-(0.333*zp2*zp2))-((1.111*zp1*zp1*zp1)-(0.333*
zp1*zp1));
m3:=(zb*0.5*zp3*zp3)-(zb*0.5*zp2*zp2);
m4:=((1.334*zp4*zp4)-(1.111*zp4*zp4*zp4))-((1.334*zp3*zp3)-(1.111*zp3*
zp3*zp3));
m5:=(0.5*zc)-(0.5*zc*zp4*zp4);
//luas//
l1:=(zp1*zc)/2;
l2:=((zh+zb)*(zp2-zp1))/2;
l3:=(zp3-zp2)*zb;
l4:=((zh+zb)*(zp4-zp3))/2;
l5:=(1-zp4)*zc;
end;
if(zc<>0)and(zh<>0) then begin
//titik potong//
zp1:=(zh*0.3)+0.2;
zp2:=(zb*0.3)+0.2;
zp3:=0.8-(zb*0.3);
zp4:=0.8-(zc*0.3);

```


Listing Program

```

//momen//
m1:=zp1*zp1*zh*0.5;
m2:=((1.111*zp2*zp2*zp2)-(0.333*zp2*zp2))-((1.111*zp1*zp1*zp1)-(0.333*
zp1*zp1));
m3:=(zb*0.5*zp3*zp3)-(zb*0.5*zp2*zp2);
m4:=((1.334*zp4*zp4)-(1.111*zp4*zp4))-((1.334*zp3*zp3)-(1.111*zp3*
zp3*zp3));
m5:=(0.5*zc)-(0.5*zc*zp4*zp4);
//luas//
l1:=zh*zp1;
l2:=((zh+zb)*(zp2-zp1))/2;
l3:=(zp3-zp2)*zb;
l4:=((zc+zb)*(zp4-zp3))/2;
l5:=(1-zp4)*zc;
end;
end;
//defuzz//
x:=(m1+m2+m3+m4+m5)/(l1+l2+l3+l4+l5);
str(x:1:3,def);
edit10.Text:=def;
end;

procedure TForm5.BitBtn5Click(Sender: TObject);
begin
if edit10.Text<>' 'then begin
bitbtn2.Enabled:=true;
bitbtn4.Enabled:=true;end;
if (strtofloat(edit10.Text)> 0.500)and(strtofloat(edit10.Text)< 0.800)
then begin
cerah:=strtofloat(edit10.Text);
brwn1:=(0.8-strtofloat(edit10.Text))/0.3;
if cerah>brwn1 then begin
edit11.Text:='cerah';
label30.Caption:=floattostr(cerah);end;
if cerah<brwn1 then begin
edit11.Text:='berawan';
label30.Caption:=floattostr(brwn1);end;
end;
if(strtofloat(edit10.Text)>0.800) then begin
cerah:=strtofloat(edit10.Text);
brwn1:=0;
edit11.Text:='cerah';
label30.Caption:=floattostr(cerah);
end;
if strtofloat(edit10.Text)< 0.500 then begin
hujan:=1-strtofloat(edit10.Text);
brwn1:=(strtofloat(edit10.Text)-0.2)/0.3;
if hujan>brwn1 then begin
edit11.Text:='hujan';
label30.Caption:=floattostr(hujan);end;
if hujan<brwn1 then begin
edit11.Text:='berawan';
label30.Caption:=floattostr(brwn1);end;
end;
if strtofloat(edit10.Text)=0.500 then begin
edit11.Text:='berawan';end;
bitbtn2.Enabled:=true;
end;
end;

```