

**SKRIPSI**

**Pengenalan Huruf Tulisan Tangan  
Menggunakan *Fuzzy Feature Extraction*  
dengan Pendekatan *Radial Basis Function*  
*Neural Network***



**OLEH**

**ANCEMONA YUDHA AS**

**G1A010015**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS BENGKULU**

**2014**

**PENGENALAN HURUF TULISAN TANGAN  
MENGUNAKAN *FUZZY FEATURE EXTRACTION*  
DENGAN PENDEKATAN *RADIAL BASIS FUNCTION*  
*NEURAL NETWORK***

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar**

**Sarjana Strata 1 (Satu) Pada Fakultas Teknik**

**Program Studi Teknik Informatika Universitas Bengkulu**



**OLEH**

**ANCEMONA YUDHA AS**

**G1A010015**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS BENGKULU**

**2014**

## *Motto dan Persembahkan*

*"Success is an achievement. While, struggling is a must."*

*"Sukses adalah pencapaian. Sedangkan berjuang adalah kewajiban."*

Alhamdulillah, Puji Syukur kupanjatkan kepada Allah SWT berkat Rahmat dan Hidayah-Nya lah satu tahap penting dalam hidupku telah usai walau semua ini baru awal dari perjuangan kehidupan, masih banyak sekali rintangan dan ujian yang akan saya hadapi kedepannya..

Semua berawal dari mimpi, bermimpilah karena Tuhan akan menggenggam setiap mimpi-mimpimu.. Setiap tetes keringat dan air mata, semangat dan doa akan dibalas dengan senyum kebahagiaan..

Dari perjuangan skripsi ini, saya belajar banyak hal, bagaimana cara ikhlas, kerja keras, ketegaran, kesabaran, penerimaan rasa sakit, kesedihan, tawakal, bersyukur, dan cinta

*Semua yang terjadi di dalam hidup saya tidak lepas atas seizin Allah SWT. Termasuk kebahagiaan ini dan saya ingin membaginya kepada orang-orang yang sangat berarti dalam hidup saya. Kupersembahkan perjalanan saya ini untuk Abah (M. ABDU. AS, S.IP) dan Ibu (SYABRIANTI) tercinta yang setiap hari memberikan cinta dan kasihnya kepada saya, yang tak pernah lelah dan mengeluh dengan tingkah laku saya yang sering menyakiti mereka, yang selalu memberikan kebutuhan hidup saya dengan bercucuran tetes keringat, dan doa terindah sehingga saya selalu sabar*

***terhadap apapun, dan tegak semangat penuh percaya diri demi sebuah cita-cita, kata terima kasih tak akan cukup untuk membalas semua yang mereka berikan kepadaku..***

***Yang Tersayang, Adik-adik kecilku Qori Dwi Mardhalena dan Abyan Al-Ghifari yang selalu memberikan keceriaan dalam hidup, kalian berdua sangat berarti dalam hidup saya..***

***Teruntuk Keluarga Besar saya, terutama om Ujang yang selalu bersedia setiap waktu sabar menemani Abah dan saya ketika masuk rumah sakit, Wak Ishak dan istri beserta keluarga Cipulir yang sangat baik, Papa Drs. Chairudin dan Abang Nugraha Silvero, S.T., M.T., yang selalu memotivasi saya sehingga mampu tegak berdiri sampai saat ini..***

***Terspesial My Bro's Fitri Agustina Amd.Keb dan teman semata wayang Dyan Kemala Sari yang selalu rela bersedia membantu, memberikan semangat, motivasi, kebersamaan dan doa kepada saya, selalu mendukung tanpa kenal lelah, kalian luar biasa..***

***Yang tersayang Sukri Adi Tanjung, S.Kom yang selalu rela mendengar keluh kesah, memberikan canda tawa, dan selalu memotivasi saya agar selalu semangat, gigih, dan tidak menyerah terhadap apapun..***

***Tak lupa pula selalu ada dalam kebersamaannya disetiap langkah hingga***

*penulis menyelesaikan skripsi ini.  
Keluarga Besar Teknik, dan  
Sahabat-sahabat terbaik Teknik Informatika 2010 dan  
Almamaterku*

**PENGENALAN HURUF TULISAN TANGAN  
MENGUNAKAN *FUZZY FEATURE EXTRACTION* DENGAN  
PENDEKATAN *RADIAL BASIS FUNCTION NEURAL  
NETWORK***

Oleh

**Ancemona Yudha AS**

**NPM G1A010015**

**ABSTRAK**

Pengenalan huruf tulisan tangan merupakan salah satu bentuk dari pengenalan pola. Pengenalan Huruf terlihat sederhana bagi manusia, namun menjadi tugas yang sangat sulit bagi program komputer untuk menyelesaikannya.

Di dalam mengenali tulisan tangan seseorang, sebuah program komputer harus dilatih terlebih dahulu. Skripsi ini membahas tentang bagaimana sebuah komputer mengenali sebuah pola citra digital berupa pengenalan huruf tulisan tangan yang menggunakan metode *fuzzy feature extraction* dengan pendekatan *Radial Basis Function Neural Network*. Dimana *fuzzy feature extraction* menganggap huruf tulisan tangan sebagai sebuah graf berarah, yang *node*-nya terdiri atas titik ujung dan titik cabang. Sementara *edge*-nya berupa garis lurus, kurva, dan *loop*. Pengujian dilakukan terhadap 10 *sample* tulisan tangan (tiap *sample* terdiri dari 52 huruf yang merupakan huruf besar dan kecil) dari 10 sukarelawan. Image inputan berformat \*.bmp dengan dimensi 106 x 114. Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem memiliki *recognition rate* sebesar 77.1145 %, dengan rata-rata waktu proses yang diperlukan pada setiap image input sebesar 0.77654 detik.

Kata kunci : *Fuzzy Features Extraction, Radial Basis Function, Neural Network, Pengenalan Huruf Tulisan Tangan.*

***Handwritten Letter Recognition Using  
Fuzzy Features Extraction With Radial Basis Neural  
Network***

By

**ANCEMONA YUDHA AS**

**NPM G1A010015**

***ABSTRACT***

*Handwritten character recognition is a kind of pattern recognition task. Character recognition is a simple task to human, but not for a computer program. In recognizing someone's handwriting, a computer program must be trained first.*

*This undergraduate thesis discusses how a computer recognizes a digital image pattern of handwritten character recognition using fuzzy feature extraction using radial basis function neural network. The fuzzy feature extraction assumes handwritten character as a directed graph, i.e., the node consists of end points and branch points. While an edge may consists of a directed graph, straight lines, curves and loops. The experiment is done on 10 samples of handwriting in which each sample consists of 52 characters that are upper and lower case (2x26 alphabets) from 10 volunteers. The format of input image is \*.bmp with dimensions 106 x114. Results of the analysis show that the system has a recognition rate of 77.1145 %, with the average time to process each input image is 0.77654 seconds.*

*Keywords : Fuzzy Features Extraction, Radial Basis Function, Neural Network, Handwritten Character.*

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Alhamdulillah penulis ucapkan atas segala rahmat dan ridho Allah SWT, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **Pengenalan Huruf Tulisan Tangan Menggunakan *Fuzzy Feature Extraction* Dengan Pendekatan *Radial Basis Function Neural Network*** dengan lancar.

Skripsi ini merupakan tugas akhir untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi di Fakultas Teknik Universitas Bengkulu. Selain itu, skripsi ini juga merupakan suatu pembelajaran bagi penulis dalam banyak hal, baik ilmu pengetahuan, praktik ilmu yang didapat selama kuliah di Teknik Informatika dan bekal ilmu ke depannya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis masih perlu banyak belajar lagi dan membutuhkan saran yang membangun dalam skripsi ini. Penulis juga menyadari bahwa tanpa bantuan, saran, dan bimbingan dari pihak-pihak yang telah membantu, penulis tidak akan mampu menyelesaikan tugas akhir ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Abah tercinta (M. Abdu. AS, S.IP), yang selalu memberikan semangat dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, ucapan terima kasih tidak dapat membalas setiap tetes keringat yang abah curahkan dan doa yang selalu abah berikan.
2. Ibunda tersayang (Syabrianti), yang selalu mendoakan dan memberikan arti hidup sehingga penulis dapat semangat dan bertahan dalam menyelesaikan

skripsi ini,ucapan terima kasih ini pula tidak bisa membalas semua jasa yang telah ibu berikan.

3. Adik-adikku tersayang (Qori Dwi Mardhalena dan Abyan Al-Ghifari) yang selalu memberikan semangat dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Keluarga Besar tercinta, terutama om Ujang, wak ishak beserta istri dan keluarga besar Cipulir, papa Drs.Chairudin, serta abang Nugraha Silvero, S.T., M.T yang selalu mendukung setiap langkah penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Khairul Amri, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bengkulu yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Bengkulu.
6. Ibu Dr.Diyah Puspitaningrum, S.T., M.Kom., selaku Pembimbing Utama yang penuh kesungguhan, kesabaran dan bersedia meluangkan waktu yang cukup banyak untuk membimbing, mengarahkan dan memotivasi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Bapak Rusdi Efendi, S.Kom., M.Kom., selaku Pembimbing Pendamping yang selalu memberikan waktu, arahan dan saran kepada penulis sehingga penulis menjadi lebih termotivasi dan bersemangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
8. Ibu Desi Andreswari, S.T., M.Cs., selaku ketua Prodi Teknik Informatika Universitas Bengkulu dan Penguji Pendamping yang telah menyediakan waktu untuk mengarahkan dan menguji skripsi ini.
9. Ibu Ernawati, S.T., M.Cs., selaku Penguji Utama yang telah menyediakan waktu untuk mengarahkan dan menguji skripsi ini.

10. Segenap bapak dan ibu dosen Teknik Informatika beserta staf yang telah banyak membantu selama penulis menyelesaikan studi dan skripsi.
11. Yang tersayang Sukri Adi Tanjung, S.Kom yang memberikan dukungan, semangat, ilmu serta memotivasi penulis agar selalu melakukan yang terbaik.
12. Sahabat semata wayang di Teknik Informatika Dyan Kemala Sari, yang selalu mendengar keluh kesah penulis dan memberikan semangat kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
13. Bro Fitri Agustina Amd.Keb, sahabat terbaik yang selalu bersedia membantu, mendengar setiap masalah, selalu memberikan canda dan tawa sehingga penulis menjadi lebih bersemangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
14. Teman-teman satu angkatan Teknik Informatika 2010 yang selalu memberikan saran dan dukungan.
15. Kakak-kakak senior Teknik Informatika yang selalu bersedia memberikan arahan, informasi dan ilmu dalam penyusunan skripsi ini.
16. Semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah SWT memberikan limpahan taufiq dan hidayah-Nya kepada mereka semua yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini, amin. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan baik bentuk maupun isi karena keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan masukan yang sifatnya membangun agar penulis dapat menjadikan yang lebih baik lagi di kemudian hari.

Akhirnya, semoga skripsi ini bermanfaat bagi agamaku dan pengembangan ilmu pendidikan khususnya Teknik Informatika. Akhir kata, hanya kepada-Nya segala urusan dikembalikan, semoga kita selalu dalam lindungan-Nya. Amin.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Bengkulu, April 2014

**Ancemona Yudha AS**  
**G1A010015**

# DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HALAMAN PENGESAHAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAN PERSEMBAHAN .....	v
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	vii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian .....	5
1.5. Manfaat Penelitian .....	5
1.6. Metode Penelitian.....	7
1.7. Sistematika Penulisan .....	9
BAB II LANDASAN TEORI .....	11
2.1. Rekayasa Citra Digital .....	11
2.1.1. Citra Digital.....	11
2.2 Sistem Berbasais Aturan Fuzzy .....	13
2.2.1. Fungsi Keanggotaan Logika Fuzzy.....	14
2.2.2. Kontrol Logika Fuzzy .....	15
2.2.3. Fuzzy Pattern Recognition .....	16
2.3. Jaringan Syaraf Tiruan .....	17

2.3.1. Model Sel Syaraf.....	19
2.3.2. Fungsi Aktivasi .....	20
2.3.3. Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan .....	20
2.4. Jaringan Syaraf Tiruan <i>Radial Basis Function</i> .....	21
2.5. Pengenalan Huruf Tulisan Tangan.....	25
2.6. Prapemrosesan.....	26
2.6.1. Penghalusan Citra.....	26
2.6.2. Penipisan Citra .....	27
2.6.3. Penentuan Titik Penting .....	27
2.7. Feature Extraction .....	28
2.7.1. Penelusuran Jalur Dalam Kerangka .....	29
2.7.2. Klasifikasi Segmen Gelang .....	30
2.7.3. Klasifikasi Segmen Garis .....	31
2.7.4. Klasifikasi Segmen Kurva.....	32
2.8. Representasi Huruf Berdasarkan Segmen Pembentuk.....	34
2.9. Matlab .....	35
2.9.1. Perbedaan Matlab dengan Software Pemrograman Lain .....	35
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>37</b>
3.1. Metode Penelitian.....	37
3.1.1. Metode Pengumpulan Data .....	37
3.1.2. Metode Pengembangan Sistem .....	40
3.2. Alat dan Bahan Penelitian.....	42
3.2.2. Kebutuhan Perangkat Lunak .....	42
3.2.3. Kebutuhan Perangkat Keras .....	43
3.2.4. Bahan Penelitian.....	43
<b>BAB IV ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM.....</b>	<b>44</b>
4.1. Analisis Kebutuhan Sistem .....	44
4.1.1. Deskripsi Umum Sistem .....	44

4.1.2 Batasan dan Asumsi Analisis Sistem .....	45
4.1.3. Masukan Sistem .....	46
4.1.4. Keluaran Sistem .....	46
4.2. Desain Sistem.....	47
4.2.1. Pemahaman Algoritma.....	49
4.3. Implementasi .....	76
4.3.1. Perancangan Perangkat Lunak .....	76
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	81
5.1. Implementasi Data .....	81
5.2. Implementasi Modul Program.....	81
5.3. Implementasi Antarmuka .....	81
5.4. Pengujian.....	82
5.4.1. Kesesuaian Implementasi Perangkat Lunak dengan Hasil Analisis dan Perancangan Perangkat Lunak.....	82
5.4.2 Analisis Hasil Pengujian Penerapan Algoritma <i>Fuzzy Feature                 Extraction</i> .....	83
5.4.3 Analisis Hasil Pengujian Penerapan Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan <i>Radial Basis Function</i> .....	84
5.4.4 Analisis Hasil Akurasi dari Model Pelatihan yang Dibangun .....	85
BAB VI PENUTUP .....	92
6.1. Kesimpulan .....	92
6.2. Saran.....	93
DAFTAR PUSTAKA .....	94
LAMPIRAN .....	96
LAMPIRAN A .....	1

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Model Tiruan <i>Neuron</i> .....	18
Gambar 2.2 Operasi Jaringan Syaraf RBF dengan 2 Masukan.....	23
Gambar 2.3 Klasifikasi Tipe Segmen .....	29
Gambar 2.4 Klasifikasi Segmen Gelang .....	31
Gambar 2.5 <i>Fungsi Fuzzy H,R,V,L</i> .....	32
Gambar 2.6 Menghitung Rata-rata Standar Deviasi .....	33
Gambar 2.7 Klasifikasi Tipe Kurva .....	34
Gambar 3.1 Siklus Pengembangan Sistem <i>Rapid Application Development</i> .....	42
Gambar 4.1 <i>Flow Chart</i> Sistem .....	48
Gambar 4.2 Proses memasukkan data <i>JSTInput</i> dan data <i>JST Target</i> .....	50
Gambar 4.3 Ilustrasi proses validasi dan tes data .....	51
Gambar 4.4 Proses terjadinya pelatihan sampel huruf.....	51
Gambar 4.5 (a). Input gambar, (b) <i>Filtering</i> .....	53
Gambar 4.6 contoh konfigurasi <i>pixel</i> yang berbeda dan <i>crossing number</i> .....	54
Gambar 4.7 contoh <i>crossing number</i> .....	55
Gambar 4.8 Proses <i>thining</i> .....	56
Gambar 4.9 (a) Gambar <i>thining</i> , (b) Gambar verteks-verteks ( <i>found vertices</i> )....	57
Gambar 4.10 Rancangan Perangkat Lunak .....	59
Gambar 4.11 Contoh nilai Koordinat <i>End points</i> dan Koordinat <i>Intersection Points</i> untuk huruf 'a' .....	59
Gambar 4.12 Gambar pencarian nilai x dan y pada segmen pertama (68, 73) .....	60
Gambar 4.13 Gambar pencarian nilai x dan y pada segmen kedua (51, 50).....	60
Gambar 4.14 Gambar MSE ( <i>Matrik Segmen End point</i> ) .....	62
Gambar 4.15 Gambar MSI ( <i>Matrik Segmen Intersection</i> ).....	63
Gambar 4.16 (a) potongan huruf a (b) klasifikasi tipe segmen.....	63
Gambar 4.17 Fungsi Fuzzy H,R,V,L tergantung pada sudut $\theta$ yang dibentuk. .	64

Gambar 4.18 Mengklasifikasikan apakah sebuah segmen merupakan loop.....	67
Gambar 4.19 Ilustrasi pencarian <i>dl</i> .....	68
Gambar 4.22 Aturan Konversi <i>bit</i> .....	71
Gambar 4.23 Struktur JST <i>Radial Basis Function</i> dengan 3 masukan .....	75
Gambar 4.24 Hasil <i>output</i> huruf yang diharapkan .....	76
Gambar 4.25 Dialog Chart .....	79
Gambar 5.1 Implementasi Perangkat Lunak .....	81
Gambar 5.2 Tampilan Utama Perangkat Lunak.....	83
Gambar 5.3 Tampilan Hasil Pengenalan Huruf .....	83
Berdasarkan gambar 5.3 didapatlah data uji sesuai dengan huruf yang diharapkan. .....	83
Gambar 5.4 Tampilan Hasil Perhitungan <i>Radial Basis Function</i> .....	85

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kelebihan dan Kekurangan Penelitian Terdahulu .....	37
Tabel 4.1 Nilai titik koordinat x dan y pada segmen pertama .....	57
Tabel 4.2 Nilai titik koordinat x dan y pada segmen kedua.....	58
Tabel 4.3 Nilai matrik <i>value</i> .....	73
Tabel 4.4 Hasil perhitungan <i>interrelationship</i> dalam bentuk matrik 10 x 10 .....	74
Tabel 4.5 Nilai Output Radial Basis Function .....	76
Tabel 4.6 Properti Antarmuka.....	79
Tabel 5.1 Data Hasil Recognition Rate Huruf Besar .....	86
Tabel 5.2 Data Huruf Besar dalam Jumlah Waktu (detik).....	87
Tabel 5.3 Data Hasil Recognition Rate Huruf Kecil.....	88
Tabel 5.4 Data Huruf Kecil dalam Jumlah Waktu (detik) .....	89

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran A-1 Source Code .....A-1

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Di zaman yang serba modern ini kecanggihan teknologi dapat dimanfaatkan untuk membantu tugas manusia, salah satu aplikasi dari kecanggihan teknologi tersebut adalah komputer. Pada mulanya komputer hanya digunakan sebagai mesin ketik biasa. Namun sekarang dengan segala perangkat pendukungnya (baik *hardware* maupun *software*), komputer telah berkembang menjadi alat kontrol yang dapat melakukan proses-proses tertentu, antara lain menghitung, menyimpan data, pengolah citra atau gambar, dan lain sebagainya. Apalagi saat ini didukung dengan *software-software* yang beraneka ragam dan dapat diperoleh dengan mudah. Salah satu pengguna yang cukup diuntungkan adalah kantor-kantor dengan segala kegiatannya antara lain kegiatan administrasi, marketing, publikasi, dan lain sebagainya.

Ilustrasi di atas menggambarkan bagaimana mudahnya pekerjaan manusia dengan segala fasilitas tersebut. Salah satu permasalahan yang dihadapi oleh manusia adalah membaca tulisan tangan berupa angka. Bila hanya beberapa angka untuk dibaca dan dimasukkan ke dalam data digital (komputer) bukan merupakan permasalahan. Namun jika yang ditangani adalah tulisan tangan dalam jumlah besar dan harus dikerjakan berulang-ulang, terpikir oleh kita untuk menciptakan program otomatis untuk mengganti peran manusia.

Di dalam mengenali tulisan tangan seseorang, sebuah program komputer harus dilatih dahulu. Untuk dapat mengenali tulisan tangan seseorang, harus ada data informasi yang mewakili data tersebut yang diambil dari objek, yang tentunya harus merupakan suatu data digital. Data digital tersebut dapat diperoleh dengan melakukan *scan* gambar. Dari hasil *scan* tersebut, diperoleh citra yang kemudian padanya dilakukan operasi *preprocessing* yang terdiri dari atas normalisasi dimensi dan ketebalan. Dari proses-proses tersebut, maka dapat dibangun suatu sistem cerdas yang memanfaatkan komputer untuk mengenali tulisan tangan seseorang.

Pengenalan huruf tulisan tangan merupakan salah satu bentuk dari pengenalan pola. Penelitian dalam bidang pengenalan tulisan tangan telah berkembang dalam kurun waktu yang cukup lama. Penelitian tersebut dilakukan karena semakin banyak dipergunakan model tulisan tangan dalam kehidupan sehari-hari, seperti identifikasi dokumen-dokumen penting, bukti pengesahan dalam dunia perbankan, dan lain sebagainya. Permasalahannya dunia pengenalan tulisan ini meliputi pengenalan karakter (huruf), pengenalan *gesture*, pengenalan tanda tangan, dan lain sebagainya. Dalam pemecahan permasalahan terhadap tulisan tangan tersebut akan sangat terkait dengan pengenalan pola yang bertujuan untuk menghasilkan dan memilih pola-pola yang bisa dimanfaatkan pada saat identifikasi. (Siregar, 2009)

Kemajuan teknologi membuat sebuah perangkat komputer memiliki kemampuan komputasi yang tinggi untuk meningkatkan kinerja dalam pengolahan data menjadi informasi. Hal yang dapat dilakukan adalah

memanfaatkan teknologi tersebut untuk memasukkan data ke dalam komputer. Salah satu tekniknya yaitu pengenalan huruf tulisan tangan (*handwriting character recognition*). Dari sinilah diperoleh motivasi untuk mencoba suatu konsep sederhana untuk mengenali pola dari suatu citra, sehingga dapat diidentifikasi dengan baik oleh komputer.

Pengenalan huruf tulisan tangan adalah sebuah teknik dimana *input* data yang berupa lembaran kertas hasil *scan* menggunakan *scanner* dan menghasilkan gambar pada komputer yang dikenali sebagai titik-titik (*bitmap*), bitmap inilah yang kemudian diproses lebih lanjut menggunakan algoritma tertentu menjadi karakter, sehingga dapat dikenali dan diolah menjadi informasi. (Santosh K. , 2009)

Permasalahan utama dalam pengenalan huruf tulisan tangan dan mengumpulkannya ke dalam suatu proses komputasi adalah bagaimana akuisisi data dilakukan, sehingga menghasilkan sejumlah data yang representatif dan konsisten terhadap sampel yang diberikan. Kompleksitas huruf tulisan tangan akan menjadi bertambah besar, karena adanya variasi penulisan dari setiap penulis. (Kusumoputro & Emanuel, 2001). Karena menurut (Lee, 1996) ada keterbatasan pada metode pencocokan citra dan pendekatan statistik, maka diperlukan suatu metode lain yang memungkinkan sistem pengenalan huruf akan memberikan hasil yang lebih baik.

Maka dari itu, penulis mencoba membuat suatu aplikasi berupa huruf tulisan tangan dengan mengajukan suatu metode alternative yaitu metode logika *fuzzy* dan jaringan syaraf tiruan *Radial Basis Function* (RBF) sebagai

modelnya, dengan judul “**Pengenalan Huruf Tulisan Tangan Menggunakan *Fuzzy Feature Extraction* dengan Pendekatan *Radial Basis Function Neural Network*.**” Dimana algoritma *Radial Basis Function* (RBF) memiliki kelebihan yakni lebih sederhana serta lebih cepat waktu komputasinya dibandingkan dengan algoritma *backpropagation*. Berdasarkan alasan tersebut, diharapkan dengan menggunakan algoritma *Radial Basis Function* pada jaringan saraf tiruan akan memiliki kelebihan kecepatan komputasi yang cepat.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas dapat dirumuskan permasalahan yang akan diselesaikan dalam penelitian ini adalah bagaimana mengenali huruf tulisan tangan dengan menggunakan *fuzzy feature extraction* dan jaringan syaraf tiruan RBF (*Radial Basis Function*)?

## **1.3. Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah yang melingkupi objek penelitian ini adalah:

1. *Input* dari sistem adalah citra digital dan *output*-nya adalah informasi huruf tulisan tangan yang ada pada citra tersebut.
2. Penelitian ini hanya terbatas pada masalah pengenalan huruf tulisan tangan yang terdiri dari huruf besar (A-Z) dan huruf kecil (a-z).
3. Aplikasi ini tidak memiliki *error recovery* (pemulihan kesalahan) dan *error repair* (perbaikan kesalahan). Bagian yang berhubungan dengan *error*, hanyalah sebatas *error detect* (pendeteksian kesalahan).
4. Penelitian ini bersifat eksperimen dengan menggunakan pendekatan studi kasus per individu untuk 10 (sepuluh) input gambar yang terdiri

dari huruf besar (A-Z) dan huruf kecil (a-z) kepada 10 (sepuluh) orang yang berbeda, sehingga diperoleh jumlah eksekusi huruf tulisan tangan yang diharapkan sebanyak 520 jumlah huruf.

5. Besar pixel dari gambar adalah 106 x 114 pixel, dengan format gambar .bmp (bitmap).

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk membantu mengenali huruf tulisan tangan dengan menggunakan *fuzzy feature extraction* dan jaringan syaraf tiruan RBF (*Radial Basis Function*).
2. Untuk menguji dan menganalisis kerja sistem dengan memperhitungkan tingkat akurasi, dan ketelitian, serta kecepatan dalam mengenali pola tulisan tangan.
3. Sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya mengenai pengenalan huruf tulisan tangan bersambung dengan metode terbaru.

#### **1.5. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian yang dapat diperoleh dari skripsi ini adalah:

1. Bagi Pengguna
  - a) Dapat mengimplementasikan citra digital mengenai huruf tulisan tangan pada sistem Pengenalan Huruf Tulisan Tangan Menggunakan *Fuzzy Feature Extraction* Dengan Pendekatan *Radial Basis Fuction Neural Network*.

- b) Dapat mendeteksi *error* yang terjadi pada huruf tulisan tangan pada sistem Pengenalan Huruf Tulisan Tangan Menggunakan *Fuzzy Feature Extraction* Dengan Pendekatan *Radial Basis Fuction Neural Network*
- c) Sebagai bahan evaluasi terhadap kinerja sistem dari pengimplementasian yang dilakukan.
- d) Menjadi bahan acuan untuk pengembangan sistem selanjutnya yang berfungsi sebagai solusi dalam sistem pengenalan jenis tulisan tangan yang lain. Contohnya untuk tulisan tangan terisolasi yang mengalami gangguan (perturbasi) dan pada akhirnya menuju tulisan tangan bersambung.

## 2. Bagi Penulis

- a) Dapat mengerti serta memahami cara menganalisis dan mengimplementasikan citra digital huruf tulisan tangan dengan menggunakan metode logika *fuzzy* dan jaringan syaraf tiruan.
- b) Dapat menambah wawasan dan pengetahuan penulis akan *fuzzy feature extraction* dan jaringan syaraf tiruan RBF (*Radial Basis Function*).
- c) Menjadi sarana untuk melatih kemampuan pemrograman yang dimiliki penulis tentang citra digital huruf tulisan tangan dengan menggunakan *fuzzy feature extraction* dan jaringan syaraf tiruan RBF (*Radial Basis Function*), serta implementasinya.

## 1.6. Metode Penelitian

Pada penulisan skripsi ini, penulis menggunakan dua metode dalam penelitian ini yaitu:

### 1. Metode Pengumpulan Data

#### a) Studi Observasi

Observasi yang dilakukan berupa penelitian yang bersifat eksperimen dengan menggunakan pendekatan studi kasus per individu untuk 10 (sepuluh) *input* gambar yang terdiri dari huruf besar (A-Z) dan huruf kecil (a-z) kepada 10 (sepuluh) orang yang berbeda, sehingga diperoleh jumlah eksekusi huruf tulisan tangan yang diharapkan sebanyak 520 jumlah huruf.

#### b) Studi Pustaka

Dengan menggunakan studi pustaka, peneliti mengumpulkan, membaca, serta mempelajari buku-buku referensi, jurnal, dll yang dapat dijadikan acuan pembahasan penelitian sebagai bahan dan informasi yang digunakan dalam pembuatan aplikasi ini; mencakup beberapa hal antara lain memilih teori-teori hasil penelitian, mengidentifikasi literatur, dan menganalisis dokumen, serta menerapkan hasil analisis sebagai landasan teori bagi penyelesaian masalah dalam penelitian yang dilakukan.

### 2. Metode Pengembangan Sistem

Pembuatan sebuah aplikasi jaringan saraf tiruan melalui tahap-tahap atau metodologi pengembangan yang dapat dibagi kedalam 4

tahap, yaitu tahap konsep, tahap desain, tahap implementasi dan tahap pemeliharaan sistem. (Amriana,2010)

a) Tahap Konsep

Dalam tahap ini kita melakukan pemilihan aplikasi dan pemilihan paradigma. Pada tahap pemilihan aplikasi ini masalah yang ada perlu diselidiki terlebih dahulu, apakah aplikasi untuk masalah itu memang layak menggunakan jaringan saraf tiruan. Sedangkan Dalam pemilihan paradigma pembelajaran jaringan saraf tiruan, hal-hal yang harus diperhatikan adalah ukuran jaringan, pembawaan input dan output, mekanisme memori, tipe pelatihan, dan batasan waktu operasi rutin dari sistem berjalan .

b) Tahap Desain

Tahap desain terbagi menjadi tiga tahap, yaitu tahap pendesainan jaringan saraf tiruan, tahap pengumpulan data, dan tahap pemilihan lingkungan pengembang.

c) Tahap Implementasi

Tahapan selanjutnya, sistem diimplementasikan (*coding*) ke dalam bentuk program atau unit program. Tahapan ini merupakan tahapan meletakkan sistem supaya siap untuk dioperasikan.

d) Tahap Pemeliharaan

Untuk memelihara keakuratan data agar tidak menurun atau untuk memenuhi kebutuhan sistem dengan melatih kembali jaringan (misalnya dengan menyegarkan jaringan saraf tiruan

dengan data baru) dan mengevaluasi ulang output yang dihasilkan.

### **1.7. Sistematika Penulisan**

Dalam penyusunan skripsi ini, pembahasan terbagi dalam 5 (lima) bab yang secara singkat diuraikan sebagai berikut:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi pengantar berupa latar belakang dilakukannya penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, serta manfaat yang diambil dari penelitian ini.

#### **BAB II LANDASAN TEORI**

Bab ini akan membahas dan menjelaskan mengenai dasar teoritis yang menjadi landasan dan mendukung pelaksanaan penulisan skripsi ini.

#### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi metodologi penelitian yang digunakan, serta langkah-langkah apa saja yang digunakan terkait dengan penelitian yang dilakukan.

#### **BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Bab ini akan diuraikan dan membahas analisis terhadap sistem aplikasi yang dibuat, serta implementasi perancangan pada sistem. Bab ini juga akan membahas implementasi dan pengujian yang dilakukan penulis terhadap aplikasi ini, untuk mengetahui apakah aplikasi ini dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan oleh pengguna.

## **BAB V PENUTUP**

Bab ini merupakan bab yang berisi kesimpulan dan saran yang dapat membantu pengembangan aplikasi ini di masa yang akan datang.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Rekayasa Citra Digital

##### 2.1.1. Citra Digital

Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi menerus (*continue*) dari intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Citra digital dapat didefinisikan sebagai fungsi dua variabel  $f(x,y)$ , dimana  $x$  dan  $y$  adalah koordinat spasial dan nilai  $f(x,y)$  adalah intensitas citra pada koordinat tersebut. Sebuah citra diubah ke bentuk digital agar dapat disimpan dalam memori komputer atau media lain (Gonzalez & Woods, 2002).

Citra digital yang tingginya  $N$ , lebarnya  $M$  dan memiliki  $L$  derajat keabuan dapat dianggap dapat sebagai fungsi:

$$0 \leq f(x,y).r(x,y) \leq \infty \quad (2.1)$$

$$f(x,y) = i(x,y). r(x,y) \quad (2.2)$$

$$f(x,y) \left. \begin{array}{l} \} \\ \} \\ \} \end{array} \right\} \begin{array}{l} 0 \leq x \leq M \\ 0 \leq y \leq N \\ 0 \leq f \leq L \end{array} \quad (2.3)$$

Dimana :

$i(x,y)$  : jumlah cahaya yang masuk dari sumbernya

$r(x,y)$  : derajat kemampuan objek untuk memantulkan

$M$  : jumlah kolom

$N$  : jumlah baris

$L$  : derajat keabuan

Citra digital yang berukuran  $N \times M$  lazimnya dinyatakan dengan matriks berukuran  $N$  baris dan  $M$  kolom, dan masing-masing elemen pada citra digital disebut *pixel* (*picture element*).

$$f(x,y) \approx \begin{pmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{pmatrix} \quad (2.4)$$

### 2.1.2 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital merupakan proses yang bertujuan untuk memanipulasi dan menganalisis citra dengan bantuan komputer. Pengolahan citra digital dapat dikelompokkan dalam dua jenis kegiatan :

1. Memperbaiki kualitas suatu gambar, sehingga dapat lebih mudah diintegrasikan oleh mata manusia
2. Mengolah informasi yang terdapat pada suatu gambar untuk keperluan pengenalan objek secara otomatis.

Bila pengenalan pola dihubungkan dengan pengolahan citra, diharapkan akan terbentuk suatu sistem yang dapat memproses masukan sehingga citra tersebut dapat dikenali polanya. Proses ini disebut pengenalan citra atau *image recognition*. Kedua aplikasi ini akan saling melengkapi untuk mendapatkan ciri dari suatu citra yang hendak dikenali.

## 2.2 Sistem Berbasais Aturan Fuzzy

### 2.2.1 Logika Fuzzy

Logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output. Dalam skripsi ini diungkapkan beberapa alasan dalam menggunakan konsep logika *fuzzy* diantaranya (Kusumadewi, 2003):

1. Konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran *fuzzy* sangat sederhana dan mudah dimengerti.
2. Logika *fuzzy* bersifat fleksibel, dalam arti dapat dibangun dan dikembangkan dengan mudah.
3. Logika *fuzzy* memberikan toleransi terhadap ketidakpastian data.
4. Logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
5. Pengetahuan atau pengalaman dari para pakar dapat dengan mudah dipakai untuk membangun logika *fuzzy*. Hal ini merupakan kelebihan utama logika *fuzzy* dibanding Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Pemodelan sistem JST yang masih juga sebagai *black-box*, karena sulit mengetahui bagaimana cara kerja model JST yang dihasilkan. Dalam pemodelan sistem dengan JST, tidak ada mekanisme untuk melibatkan pakar dalam proses pelatihan JST. Jika menggunakan logika *fuzzy*, pengetahuan akan mudah dilibatkan dalam pemodelan sistem *fuzzy*.
6. Logika *fuzzy* dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.

7. Logika *fuzzy* didasarkan pada bahasa alami.

### 2.2.1. Fungsi Keanggotaan Logika Fuzzy

Fungsi keanggotaan dari suatu himpunan *fuzzy* dinyatakan dengan derajat keanggotaan suatu nilai terhadap nilai tegasnya.

$$A = \{(x, \mu_A(x) | x \in X)\} \quad (2.5)$$

Dimana:

$A$  : himpunan *fuzzy*

$\mu_A$  : fungsi keanggotaan

$X$  : semesta pembicaraan (*universe of discourse*)

Di dalam sistem berbasis aturan *fuzzy*, fungsi keanggotaan memiliki peranan penting untuk mempresentasikan masalah dan menghasilkan keputusan yang akurat. Dalam penelitian ini fungsi keanggotaan yang digunakan adalah T- norm. Fungsi keanggotaan dirumuskan sebagai:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ (b - x)/(c - b); & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.6)$$

Bentuk yang lain dari persamaan di atas adalah

$$\mu[x] = \max \left( \min \left( \frac{x-a}{b-a}, \frac{c-x}{c-b}, 0 \right) \right) \quad (2.7)$$

### 2.2.2. Kontrol Logika Fuzzy

Dalam sistem kontrol logika *fuzzy* terdapat beberapa tahapan operasional yang meliputi (Suyanto, 2007) :

a. Fuzzyfikasi (*Fuzzyfication*)

Proses ini berfungsi untuk merubah suatu besaran analog menjadi *fuzzy input*. Prosesnya adalah sebagai berikut: suatu besaran analog dimasukkan sebagai *input (crisp input)*, lalu *input* tersebut dimasukkan pada batas ruang lingkup tersebut dapat dinyatakan dengan label dari fungsi keanggotaan. Dari fungsi keanggotaan bisa diketahui berapa derajat keanggotaannya.

b. Aturan Dasar (*Inference Rule*)

Aturan dasar (*rule based*) pada kontrol logika *fuzzy* merupakan suatu bentuk relasi atau implikasi “ Jika-Maka”, seperti pada pernyataan berikut:

**“JIKA” X=A dan “JIKA” Y=B “MAKA” Z=C**

Proses ini berfungsi untuk mencari suatu nilai *fuzzy output* dari *fuzzy input*. Prosesnya adalah sebagai berikut: suatu nilai *fuzzy input* yang berasal dari proses fuzzyfikasi kemudian dimasukkan kedalam sebuah *rule* yang telah dibuat untuk dijadikan sebuah *fuzzy output*.

c. Mesin Penalaran

Proses implikasi dalam menalar nilai masukan guna penentuan nilai keluaran sebagai bentuk pengambilan keputusan. Salah satu model penalaran yang banyak dipakai adalah penalaran *max-min*. Dalam penalaran *max-min* proses pertama yang dilakukan adalah

melakukan operasi *min* sinyal keluaran lapisan fuzzyfikasi, yang diteruskan dengan operasi *max* untuk mencari nilai keluaran yang selanjutnya akan difuzzyfikasikan sebagai bentuk keluaran pengontrol.

d. Defuzzyfikasi

Merupakan proses pemetaan himpunan *fuzzy* ke himpunan tegas (*crisp*). Proses ini merupakan kebalikan dari proses fuzzyfikasi.

### 2.2.3. Fuzzy Pattern Recognition

*Pattern recognition* didefinisikan sebagai proses mengidentifikasi struktur di data dengan perbandingan struktur yang diketahui, struktur yang dikenal, dan dikembangkan melalui metode klasifikasi. Dalam pendekatan statistik untuk pengenalan pola numerik, masing-masing pengamatan input direpresentasikan sebagai data vektor multidimensi (*feature vector*) dimana masing-masing komponen disebut fitur (*feature*). Tujuan dari sistem pengenalan pola adalah untuk menetapkan setiap masukan ke salah satu pola yang mungkin (kelompok data). Agaknya, pengamatan input yang berbeda harus diserahkan kepada kelas yang sama jika mereka memiliki fitur serupa dan untuk kelas yang berbeda jika mereka memiliki fitur yang berbeda.

Data yang digunakan untuk merancang sistem pengenalan pola biasanya dibagi menjadi dua kategori yaitu: disain (pelatihan) dan data pengujian, seperti kategorisasi yang digunakan jaringan syaraf. Data disain yang digunakan untuk menetapkan parameter algoritma dari sistem pengenalan pola.

### **2.2.3.1. Feature analysis (Analisis fitur)**

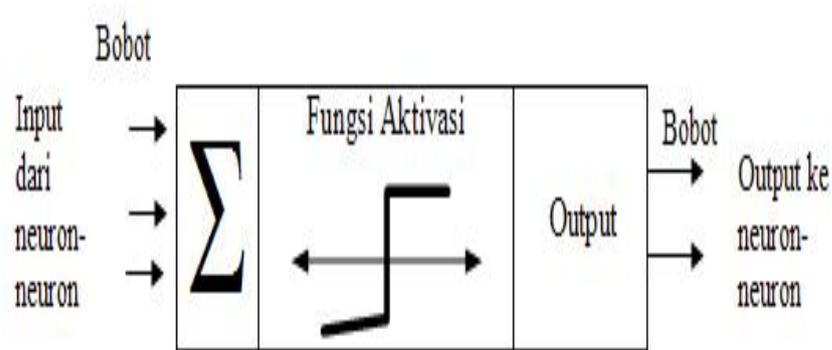
Fitur analisis mengacu pada metode untuk pengkondisian data mentah sehingga informasi yang paling relevan untuk klasifikasi dan interpretasi (pengakuan) ditingkatkan dan diwakili oleh jumlah minimal fitur. Analisis fitur terdiri dari tiga komponen: nominasi, seleksi, dan ekstraksi Feature Selection (FS) mengacu untuk memilih yang “terbaik”. Ekstraksi Fitur (FE) menjelaskan proses transformasi ruang fitur dimensi gambar asli ke dalam ruang dimensi yang lain dalam beberapa cara yang “terbaik” dalam menjaga atau meningkatkan informasi yang tersedia pada gambar aslinya. Ini biasanya dilakukan secara matematis dengan cara beberapa kombinasi linier dari awal pengukuran. Metode lain dari FE yaitu nominasi heuristik atau ekstraksi.

### **2.3. Jaringan Syaraf Tiruan**

Jaringan syaraf tiruan didefinisikan sebagai susunan dari elemen-elemen penghitung yang disebut *neuron* atau titik (*node*) yang saling terhubung guna dimodelkan untuk meniru otak manusia. Sistem jaringan syaraf tiruan dicirikan dengan adanya proses pembelajaran (*learning*) yang berfungsi untuk mengadaptasi parameter-parameter jaringannya.

Jaringan syaraf tiruan mempunyai beberapa tipe. Akan tetapi hampir semuanya mempunyai komponen-komponen yang sama. Jaringan tersebut, seperti halnya jaringan syaraf manusia, terdiri atas neuron-neuron yang saling terhubung satu dengan yang lain. Neuron tersebut akan mengirimkan informasi yang diterima ke setiap neuron-neuron yang terhubung. Penghubung antar neuron ini disebut sebagai bobot yang

nilainya bisa berubah saat proses pembelajaran. Struktur dari sebuah model tiruan neuron bisa dilihat pada gambar sebagai berikut.



**Gambar 2.1** Model Tiruan *Neuron*

( Sumber : Kusumadewi, 2002)

Neuron tersebut memiliki bentuk dan cara kerja yang mirip dengan neuron syaraf manusia. Informasi *input* akan dikirim dengan bobot  $w$  tertentu. *Input* ini akan diproses oleh suatu fungsi perambatan yang akan menjumlahkan nilai-nilai semua bobot yang datang. Hasil penjumlahan ini kemudian akan dibandingkan dengan suatu nilai ambang (*threshold*) tertentu melalui fungsi aktivasi ( $f$ ) disetiap neuron. Apabila input tersebut melewati suatu nilai ambang tertentu, maka neuron tersebut akan diaktifkan. Akan tetapi, jika nilainya dibawah nilai ambang, maka neuron tersebut tidak diaktifkan. Neuron yang aktif ini akan mengirimkan outputnya ke neuron-neuron selanjutnya yang terhubungkan.

Pada jaringan syaraf tiruan, neuron-neuron akan dikumpulkan dalam lapisan-lapisan yang disebut *layers*. Biasanya neuron-neuron pada satu lapisan akan dihubungkan dengan neuron-neuron pada lapisan sebelum atau sesudahnya. Informasi yang diberikan pada jaringan syaraf akan dirambatkan dari lapisan input ke lapisan output melalui lapisan

lainnya yang sering dikenal dengan nama lapisan tersembunyi (*hidden layers*).

Jaringan syaraf tiruan mempunyai beberapa arsitektur, antara lain jaringan lapis tunggal (*single layer net*), jaringan banyak lapis (*multilayer net*) dan jaringan lapisan kompetitif (*competitive layer net*). Jaringan lapis tunggal memiliki satu lapisan dengan bobot-bobot yang terhubung. Jaringan ini hanya menerima input dan kemudian langsung mengolahnya menjadi output tanpa harus melalui lapisan tersembunyi. Jaringan banyak lapis memiliki satu atau lebih lapisan tersembunyi. Jaringan ini lebih kompleks dan rumit daripada jaringan lapis tunggal, namun dapat menyelesaikan masalah yang jauh lebih sulit. Sedangkan jaringan lapisan kompetitif adalah arsitektur yang membentuk suatu bagian dari sejumlah besar jaringan-jaringan syaraf.

### **2.3.1. Model Sel Syaraf**

Sel syaraf tiruan adalah unit pemrosesan informasi yang merupakan dasar dari operasi jaringan syaraf tiruan. Terdapat tiga elemen dasar dari model neuron, yaitu :

1. Sekumpulan sinapsis atau jalur hubungan, dimana masing-masing sinapsis memiliki bobot atau kekuatan hubungan
2. Suatu *adder* untuk menjumlahkan sinyal-sinyal *input* yang diberi bobot oleh sinapsis *neuron* yang sesuai.
3. Suatu fungsi aktivasi untuk membatasi amplitudo *output* dari setiap *neuron*.

Secara matematis sebuah *neuron k* dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$u_k = \sum_{j=1}^p w_{kj} x_j \quad (2.8)$$

$$y_k = \varphi (u_k - \theta_k) \quad (2.9)$$

Dimana  $x$  adalah sinyal *input*,  $w$  adalah bobot sinaptik dari *neuron k*,  $u$  adalah *linear combiner output*,  $\theta$  adalah *threshold*,  $\mu(\cdot)$  adalah fungsi aktivasi dan  $y$  adalah sinyal *output* dari *neuron*.

### 2.3.2. Fungsi Aktivasi

Setelah pemetaan sinyal masukan *neuron* akan menghasilkan keluaran melalui fungsi aktivasi yang dinotasikan dengan  $\mu(\cdot)$  mendefinisikan nilai *output* dari suatu *neuron* dalam *level* aktivasi tertentu berdasarkan nilai *output* pengkombinasi linier. Ada beberapa macam fungsi aktivasi yang biasa digunakan dalam jaringan syaraf tiruan, dalam penelitian ini digunakan *radbas function*. Fungsi *radbas* biner memiliki nilai pada *range* 0 sampai 1. Oleh karena itu, fungsi ini sering digunakan untuk jaringan syaraf tiruan yang membutuhkan nilai *output* yang terletak pada interval 0 dan 1. Namun, fungsi ini bisa juga digunakan oleh jaringan syaraf tiruan yang nilai *output*-nya 0 atau 1.

### 2.3.3. Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan disusun untuk mampu mengenali dan meniru pola pemetaan dari pasangan sinyal masukan ke sinyal keluaran yang diinginkan. Aturan pembelajaran dalam jaringan syaraf tiruan dapat

dibedakan ke dalam pembelajaran terawasi (*supervised learning*) dan pembelajaran tidak terawasi (*unsupervised learning*).

a. Pembelajaran Terawasi (*Supervised Learning*)

Metode belajar ini memerlukan pengawasan dari luar atau pelabelan data sampel yang digunakan dalam proses belajar. Dimana jaringan belajar dari sekumpulan pola masukan dan keluaran. Sehingga pada saat pelatihan diperlukan pola yang terdiri dari vektor masukan dan vektor target yang diinginkan. Vektor masukan dimasukkan ke dalam jaringan kemudian menghasilkan vektor keluaran, selanjutnya dibandingkan dengan vektor target. Selisih kedua vektor tersebut menghasilkan galat (*error*) yang digunakan sebagai dasar untuk mengubah matriks koneksi sedemikian rupa sehingga semakin mengecil pada siklus berikutnya.

b. Pembelajaran Tidak Terawasi (*Unsupervised Learning*)

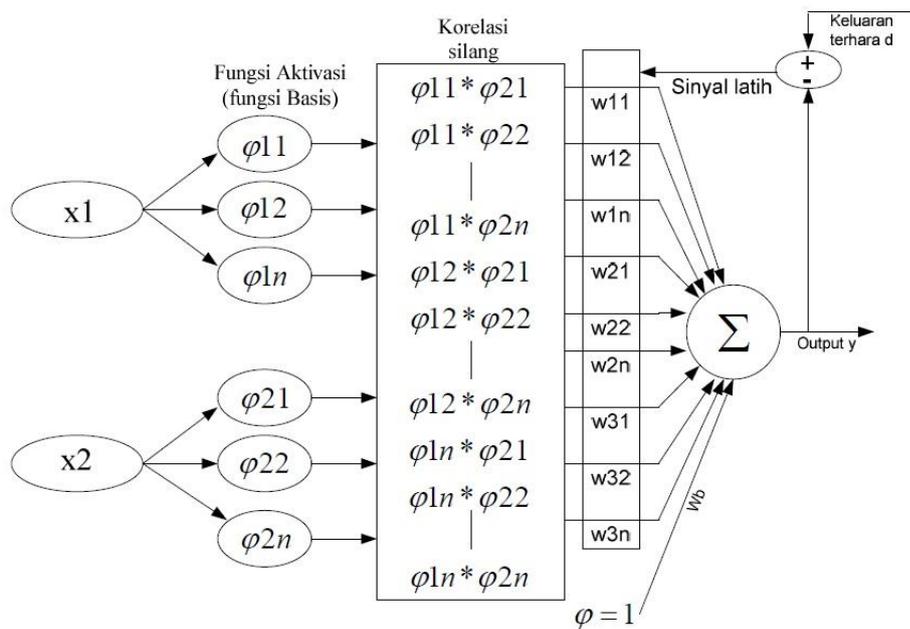
Metode belajar ini menggunakan data yang tidak diberi label dan tidak memerlukan pengawasan dari luar. Data yang disajikan kepada jaringan syaraf tiruan dan membentuk *cluster* internal yang mereduksi data ke dalam kategori klasifikasi tertentu.

#### **2.4. Jaringan Syaraf Tiruan *Radial Basis Function***

Fungsi radial basis (RBF) merupakan salah satu bentuk multiayer perceptron yang unsupervised. Arsitektur dari RBF adalah fungsi basis sebagai fungsi aktivasi pada lapisan tersembunyi (*hidden layers*) dan linier pada *output layer*. Fungsi radial basis biasanya membutuhkan *neuron* lebih banyak jika dibandingkan dengan jaringan *feedforward*. Jaringan ini akan

bekerja dengan baik apabila data *input* yang diberikan cukup banyak. Tidak seperti pada jaringan syaraf sebelumnya, pada jaringan radial basis ini, *input* yang akan diolah oleh fungsi aktivasi bukan merupakan hasil penjumlahan terbobot dari data *input*, namun berupa vektor jarak antara vektor bobot dan vektor *input* yang dikalikan dengan bobot bias. Jaringan RBF terdiri atas 3 *layer* yaitu *layer input*, lapisan tersembunyi (*hidden layers*), dan *layer output*. Masing-masing unit tersembunyi mempresentasikan fungsi aktivasi yang berupa fungsi radial basis. Fungsi basis radial ini diasosiasikan oleh lebar dan posisi tengah (*center*) dari fungsi basis tersebut.

Setiap input dari jaringan ini akan mengaktifkan semua fungsi aktivasi pada *hidden layers*. Setiap unit dari *hidden layers* merupakan fungsi aktivasi tertentu yang disebut sebagai fungsi basis. Di dalam *hidden layers* terdapat sejumlah fungsi basis yang sejenis sesuai dengan perancangan. Setiap fungsi basis akan menghasilkan sebuah keluaran dengan bobot tertentu. *Output* jaringan ini merupakan jumlah dari seluruh *output* fungsi basis dikalikan dengan bobot masing-masing.



**Gambar 2.2** Operasi Jaringan Syaraf RBF dengan 2 Masukan

Setiap masukan akan mengaktifkan setiap fungsi basis pada jaringannya sendiri. Misalkan pada operasi masukan  $[x_1 \ x_2]$ . Masukan  $x_1$  akan mengaktifkan setiap fungsi basis pada jaringan RBF pertama, sehingga masukan  $x_1$  akan mengaktifka fungsi basis  $\phi_{11}, \phi_{12}$  sampai dengan  $\phi_{1n}$ . Masukan  $x_2$  akan mengaktifkan setiap fungsi basis pada jaringan RBF kedua, sehingga masukan  $x_2$  akan mengaktifkan fungsi basis  $\phi_{21}, \phi_{22}$  sampai dengan  $\phi_{2n}$ . Langkah selanjutnya adalah melakukan korelasi silang antara setiap keluaran fungsi basis pada jaringan pertama dengan setiap keluaran fungsi basis pada jaringan kedua. Masing-masing hasil korelasi silang antar fungsi basis ini kemudian diboboti dengan bobot tertentu.

Pada jaringan RBF fungsi basis ini identik dengan fungsi Gaussian yang diformulasikan sebagai berikut

$$\varphi_j = e^{-\frac{\|c-x_j\|^2}{2d^2}} \quad (2.10)$$

Dimana :

$c$  = *Center* fungsi *Gaussian*

$d$  = Lebar fungsi *Gaussian*

$x_j$  = Masukan ke  $j$

$\varphi_j$  = Keluaran fungsi *basis* oleh adanya masukan  $x_j$

Pada setiap jaringan RBF biasanya digunakan lebih dari satu buah fungsi basis. Tiap-tiap fungsi basis mempunyai satu *center* dan satu bobot tertentu. Untuk  $n$  buah masukan pada jaringan syaraf RBF, maka diperlukan bobot memori yang digunakan pada satu jaringan adalah sebesar (jumlah fungsi basis)  $n + 1$ . Satu merupakan bobot bias ( $wb$ ) dari jaringan syaraf RBF. Berdasarkan rumus fungsi Gaussian pada persamaan (2.10) dan struktur dasar jaringan RBF, dapat diusulkan beberapa strategi pembelajaran pada jaringan RBF sebagai berikut:

1. Posisi *center* pada fungsi basis
2. Lebar dari fungsi basis
3. Bobot keluaran setiap fungsi basis

algoritma *Radial Basis Function* (RBF) memiliki kelebihan yakni lebih sederhana serta lebih cepat waktu komputasinya dibandingkan dengan algoritma *backpropagation*. Berdasarkan alasan tersebut, diharapkan dengan menggunakan algoritma *Radial Basis Function* pada jaringan saraf tiruan akan memiliki kelebihan kecepatan komputasi yang cepat.

## 2.5. Pengenalan Huruf Tulisan Tangan

Pengenalan pola adalah mengelompokkan data numerik dan simbolik (termasuk citra) secara otomatis oleh komputer. Tujuan pengelompokkan adalah untuk mengenali suatu objek di dalam citra. Manusia bisa mengenali objek yang dilihatnya karena otak manusia telah belajar mengklasifikasi objek-objek di alam sehingga mampu membedakan suatu objek dengan objek lainnya. Kemampuan sistem visual manusia inilah yang dicoba ditiru oleh mesin. Komputer menerima masukan berupa citra objek yang akan diidentifikasi, memproses citra tersebut, dan memberikan keluaran berupa deskripsi objek di dalam citra. Pengenalan tulisan tangan dapat dilakukan secara *offline* maupun *online*. Pengenalan huruf tulisan tangan secara *offline* adalah sebuah teknik dimana *input* data yang berupa lembaran kertas hasil *scan* menggunakan gambar pada komputer yang dikenali sebagai titik-titik (*bitmap*), *bitmap* inilah yang kemudian diproses lebih lanjut dengan menggunakan algoritma tertentu menjadi karakter sehingga dapat dikenali dan diolah menjadi informasi (Santosh, 2009). Perbedaan mendasar pada kedua metode pengenalan tersebut adalah pada waktu pengenalan. Pengenalan tulisan tangan *offline* memproses data penulisan setelah penulisan selesai dilakukan. Proses pengenalan ini dapat ditunda untuk beberapa waktu setelah penulisan. Penulisan tangan *online* memproses informasi temporal atau dinamis dari penulisan goresan (*stroke*) sehingga pengenalan dilakukan secara bersamaan pada saat penulisan dilakukan.

Tulisan tangan terdiri atas kumpulan goresan (*stroke*) berdasarkan urutan waktu. *Stroke* merupakan sekumpulan titik koordinat berdasarkan urutan waktu yang terekam dari satu sekuens *pen down*, *pen move*, dan *pen up*. Jumlah goresan untuk setiap karakter berbeda. Tulisan tangan mempunyai tingkat variasi yang tinggi dalam hal ukuran (Jaeger, 2003)

Proses pengenalan tulisan tangan secara umum meliputi praproses, *feature extraction* dan klasifikasi segmen, algoritma pembelajaran dan pengenalan pola untuk meningkatkan hasil dari pengenalan.

## **2.6. Prapemrosesan**

Prapemrosesan merupakan tahapan awal sebelum dilakukan segmentasi citra terhadap huruf yang akan dikenali. Prapemrosesan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi penghalusan citra, penipisan citra, dan penentuan titik penting.

### **2.6.1. Penghalusan Citra**

Penghalusan citra (*image smoothing*) merupakan langkah untuk menghilangkan derau (*noise*). Citra RGB diubah terlebih dahulu menjadi citra biner sebelum menghilangkan *noise* yang ada pada suatu citra. *Noise* muncul dalam citra saat proses perubahan atau kompresi citra. Intensitas *noise* yang tinggi maupun rendah dapat menurunkan kualitas citra dan menyebabkan hilangnya beberapa detail informasi citra. Untuk menghilangkan *noise*, ada beberapa teknik *filtering*. Salah satunya adalah *median filtering* yang menggunakan informasi intensitas *pixel* dalam jendela *filtering* dan mengganti *pixel* yang berada pada pusat jendela dengan nilai *median*. Proses penghalusan dilakukan untuk setiap *pixel* dari citra dengan

memperhitungkan statistik *pixel* yang berada dalam daerah ketetanggaan (*neighborhood window*). Setiap *pixel* yang diproses akan digantikan dengan nilai *median* dari himpunan nilai *pixel* yang ada di dalam jendela ketetanggaan ini (Gonzalez & Woods, 2002).

Ide dasar untuk teknik *filtering* menganggap bahwa *noise* merupakan nilai yang muncul paling jarang dalam suatu populasi. Anggapan ini menyebabkan teknik *filtering* dalam kondisi terbaiknya adalah pada citra asli yang memiliki variasi intensitas atau warna yang cenderung homogen.

### **2.6.2. Penipisan Citra**

Dalam prapemrosesan citra digital, penipisan citra digunakan untuk objek *pixel* yang diinginkan pada citra biner dimana semua garis direduksi sehingga ketebalannya menjadi satu *pixel*. Penghilangan *pixel* terluar dilakukan dengan cara *iterative boundary erosion process* hingga menghasilkan sebuah *pixel* tulang (*skeleton*).

### **2.6.3. Penentuan Titik Penting**

Titik penting yang dimaksud adalah *pixel* dalam kerangka yang mempunyai tetangga dengan warna latar depan tidak sama dengan dua, jenis dari titik penting ini adalah titik ujung dan titik percabangan. Titik ujung merupakan titik yang menghubungkan tiga segmen atau lebih.

Algoritma yang digunakan untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan titik penting adalah dengan cara menghitung transisi dari warna latar depan ke latar belakang pada tetangga dari titik tersebut.

Jika jumlah transisi lebih kecil dari dua maka titik tersebut diklasifikasikan sebagai titik cabang (Kusumoputro & Emanuel, 2001).

Secara garis besar algoritma penentuan titik penting dilakukan dengan pencarian *Depth First Search* (DFS) sebagai berikut (Pavlidis, 1992).

**Langkah 1:** Telusuri citra secara horizontal, mulai dari kiri atas hingga kanan bawah.

**Langkah 2:** Cek pada setiap *pixel*  $p$  jumlah tetangga ( $x_1, x_2, x_3, \dots, x_8$ ) adalah *value* untuk kedelapan tetangga dari  $p$ , pengurutan dimulai dari tetangga sebelah kanan dan seterusnya mengikuti arah jarum jam) yang dimiliki.

**Langkah 3:** Jika  $p$  memiliki setidaknya tiga tetangga, maka kategorikan sebagai titik percabangan kemudian simpan ke dalam matriks percabangan.

**Langkah 4:** Jika  $p$  hanya memiliki satu tetangga, maka kategorikan sebagai titik ujung, kemudian simpan ke dalam matriks ujung.

Citra masukan yang telah dilakukan proses penipisan citra selanjutnya akan dicari koordinat titik ujung dan titik percabangan.

## 2.7. Feature Extraction

*Feature extraction* adalah fase penting dalam identifikasi karena setiap huruf mempunyai keunikan tersendiri sehingga membedakan dirinya dari huruf yang lain. *Feature extraction* bertujuan untuk mendapatkan karakteristik suatu karakter yang membedakannya dari karakter lain, yang disebut *feature*. Karakteristik ini dapat berupa titik

koordinat awal dan akhir dari suatu goresan dan fragmen garis penyusun karakter. *Feature* yang diperoleh digunakan untuk mendefinisikan kelas suatu karakter. *Feature* merupakan *high-level-attribute* dari data goresan karakter. *Feature* merupakan *high-level-attribute* dari data goresan karakter. Setelah proses *feature extraction* selesai, maka didapat *feature* dari sebuah huruf. *Feature* ini mempresentasikan informasi struktural dari sebuah huruf. Untuk mendapatkan fragmen sesuai kategori, suatu pola tulisan tangan dipisahkan pada *segmentation point*-nya .

Berikut akan dijelaskan tahapan-tahapan *feature extraction* dimulai dari tahapan penelusuran jalur dalam kerangka, klasifikasi segmen gelang, klasifikasi segmen garis, klasifikasi segmen kurva, sampai pada representasi huruf berdasarkan segmen pembentuk. Tahapan-tahapan tersebut dari suatu jalur kerangka yang dibentuk oleh suatu huruf. Klasifikasi tipe segmen dapat disajikan pada gambar (2.3):

Klasifikasi Tipe Segmen				
	<i>line</i>	<i>right</i>	<i>left</i>	<i>loop</i>
<i>horizontal</i>	—	⤴	⤵	
<i>vertical</i>		⤴	⤵	○
<i>right slope</i>	/	⤴	⤵	
<i>left slope</i>	\	⤴	⤵	

**Gambar 2.3** Klasifikasi Tipe Segmen

(Sumber :Gilewski, 1997)

### 2.7.1. Penelusuran Jalur Dalam Kerangka

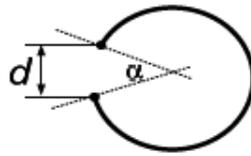
Proses selanjutnya dalam tahap *feature extraction* adalah membuat representasi graf dari masukan citra. Data struktur yang digunakan adalah

sebuah matriks *adjacency*. Jumlah indeks dalam matriks tersebut sama dengan jumlah titik penting yang ditentukan dalam proses penentuan titik penting. Penelusuran dimulai dari tiap-tiap titik ujung. Titik ujung akan menjadi titik awal (yang merupakan koordinat awal dari sebuah segmen), penelusuran dilakukan dengan cara mencari koordinat tetangga yang belum ditelusuri dari setiap *state* (posisi koordinat pada saat ini berada). Hal ini dilakukan secara berulang hingga didapat kondisi berhenti. Pada langkah ini kondisi berhenti adalah saat *state* merupakan koordinat percabangan. Simpan *state* yang telah ditelusuri tadi kedalam sebuah matriks segmen ujung.

Lakukan penelusuran seperti diatas, namun bedanya adalah penelusuran dimulai dari setiap titik-titik percabangan. Kondisi berhentinya adalah saat *state* merupakan titik percabangan atau titik ujung. Kemudian simpan semua *state* yang ditelusuri tadi ke dalam matriks segmen percabangan. Setelah itu lakukan penyeleksian terhadap matriks segmen percabangan agar tidak terdapat duplikasi segmen (menghilangkan segmen yang ditulis lebih dari satu kali).

### **2.7.2. Klasifikasi Segmen Gelang**

Langkah yang dilakukan untuk menentukan suatu jalur kerangka termasuk dalam klasifikasi gelang adalah dengan memeriksa titik awal dan akhir pada jalur tersebut dan pada matriks *adjacency* tidak bernilai nol. Jika sama maka jalur tersebut adalah gelang. Ilustrasi untuk menentukan segmen gelang disajikan dala gambar (2.4) :



**Gambar 2.4** Klasifikasi Segmen Gelang

(Sumber : Gilewski, 1997)

Untuk mengetahui apakah segmen merupakan sebuah gelang (*loop*), maka segmen harus memenuhi kondisi berikut:

$$d \leq (k + d) * \alpha / 360 \quad (2.12)$$

Dimana:

$d$  : jarak antar koordinat awal segmen dengan koordinat akhir segmen

$k$  : jumlah matrik segmen poin

$\alpha$  : sudut segmen poin

### 2.7.3. Klasifikasi Segmen Garis

Berdasarkan koordinat titik awal dan titik ujung, dapat dicari dan ditentukan persamaan garis *linier* yang merupakan *base line* ( $y = ax + b$ ) dari segmen tersebut untuk menentukan nilai *gradient* ( $m$ ), dari *gradient* tersebut dapat dilakukan klasifikasi pertama dari segmen (*horizontal*( $H$ ), *vertical*( $V$ ), *right sloper*( $R$ ), *left sloper*( $L$ )) dengan fungsi keanggotaan *fuzzy* berikut:

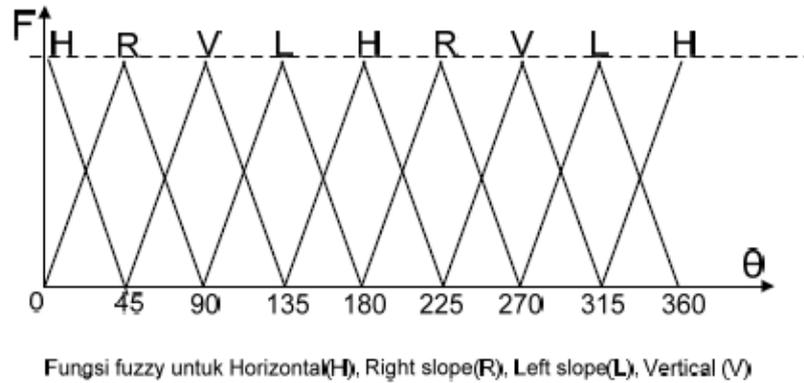
$$FH(\Theta) = 1 - \min\{\min[|\Theta|, |180 - \Theta|, |360 - \Theta|] / 45, 1\} \quad (2.11)$$

$$FV(\Theta) = 1 - \min\{\min[|90 - \Theta|, |270 - \Theta|] / 45, 1\} \quad (2.12)$$

$$FR(\Theta) = 1 - \min\{\min[|45 - \Theta|, |225 - \Theta|] / 45, 1\} \quad (2.13)$$

$$FL(\Theta) = 1 - \min\{\min[|135 - \Theta|, |315 - \Theta|] / 45, 1\} \quad (2.14)$$

Dimana,  $\theta = \arctag(m)$ , F adalah nilai dari fungsi keanggotaan *fuzzy*. Berikut ini adalah fungsi keanggotaan tipe segmen garis direpresentasikan sebagai fungsi keanggotaan T-norm yang disajikan pada gambar berikut ini.



**Gambar 2.5** Fungsi Fuzzy H,R,V,L

(Sumber : Gilewski, 1997)

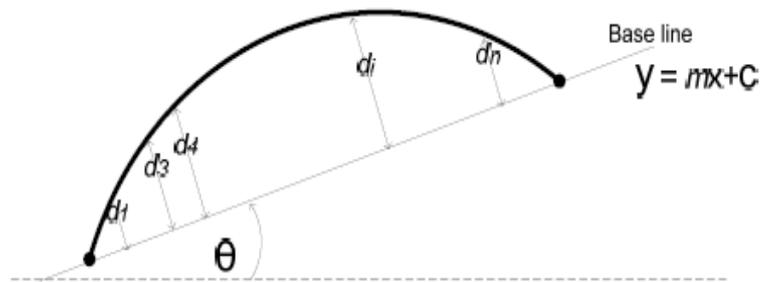
#### 2.7.4. Klasifikasi Segmen Kurva

Untuk melakukan klasifikasi kurva maka perlu dihitung rata-rata *Deviasi (D)* antara koordinat-koordinat segmen terhadap *base line*.

$$D = \sqrt{\sum_{l=1}^{k-2} d_l^2} \quad (2.15)$$

Gambar 2.6 berikut ini merupakan ilustrasi untuk menghitung nilai standar deviasi.

Menghitung rata-rata deviasi ( $D$ ) segmen terhadap *base line*



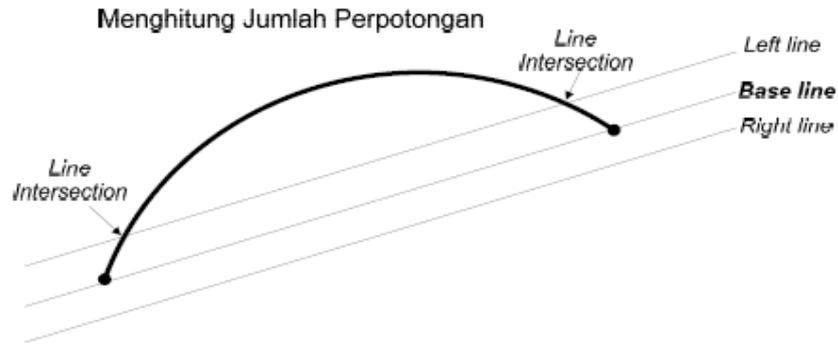
**Gambar 2.6** Menghitung Rata-rata Standar Deviasi

(Sumber : Gilewski, 1997)

Setelah mendapatkan nilai  $D$  maka harus dihitung *curve threshold* ( $\beta$ ), yakni nilai batas minimal  $D$  dimana segmen tersebut dapat dikatakan sebagai sebuah kurva. Segmen akan dikatakan sebagai sebuah kurva apabila memiliki nilai  $D \geq \beta$ , sebaliknya maka segmen akan diklasifikasikan sebagai garis. Berikut ini adalah langkah-langkah untuk menentukan tipe suatu kurva, diantaranya adalah:

1. Cari persamaan yang memiliki *gradient* ( $m$ ) sama dengan *base line*, yang berada pada posisi sebelah kanan (*right line*) dan sebelah kiri (*left line*) dari *base line*.
2. Hitung jumlah titik perpotongan (*line intersection*) antara segmen dengan *left line* dan *right line*.
3. Berdasarkan aturan berikut berikut dapat menentukan tipe kurva dari segmen tersebut. *Horizontal Left Curve (HLC)*, *Horizontal Right Curve (HRC)*, *Vertical Left Curve (VLC)*, *Vertical Right Curve (VRC)*, *Right Slope Left Curve (RLC)*, *Right Slope Right Curve (RRC)*, *Left Slope Left Curve (LLC)*, dan *Left Slope Right Curve (LRC)*.

Berikut ini adalah ilustrasi untuk klasifikasi tipe kurva yang disajikan pada gambar 2.7 berikut ini.



**Gambar 2.7** Klasifikasi Tipe Kurva

(Sumber : Gilewski, 1997)

## 2.8. Representasi Huruf Berdasarkan Segmen Pembentuk

Kumpulan segmen terbentuk dari suatu huruf disimpan ke dalam matriks segmen huruf. Untuk mengetahui keterhubungan antar segmen maka perlu didefinisikan matriks ketetanggaan (Amin, 1996). Matriks ketetanggaan dibuat dengan ukuran  $n \times n$  dimana  $n$  menyatakan jumlah maksimum segmen yang terbentuk dari suatu huruf. Sebuah huruf tulisan tangan akan dikenali jika ciri yang dihasilkan sama atau mirip dengan kumpulan huruf yang dilatih pada tahap pembangunan model pengetahuan. Dengan demikian, setelah matriks segmen huruf dan matriks ketetanggaan diperoleh, maka kedua matriks tersebut akan diakumulasikan menjadi matriks masukan bagi jaringan syaraf tiruan *Radial Basis Function* untuk dilakukan perhitungan secara matematis. Hasil perhitungan ini akan diperoleh deskripsi huruf yang dikenali.

Tipe segmen yang terbentuk dari suatu huruf akan diubah menjadi suatu nilai (0 dan 1) sebanyak 8 digit. Lima digit pertama hanya boleh ada satu digit yang memiliki nilai 1, dan posisinya akan menunjukkan *baseline* tipe segmen negatif (L), positif (R), garis vertikal (V), horizontal (H), dan

segmen gelang. Begitu pula dengan 3 digit terakhir hanya boleh ada satu yang bernilai 1 serta posisinya akan menunjukkan tipe kurva dan garis yang terbentuk.

## 2.9. Matlab

Matlab merupakan suatu software pemrograman perhitungan dan analisis yang banyak digunakan dalam semua area penerapan matematika baik bidang pendidikan maupun penelitian pada universitas dan industri. Dengan Matlab, maka perhitungan matematis yang rumit dapat diimplementasikan dalam program dengan lebih mudah.

Matlab merupakan singkatan dari Matriks Laboratory dan berarti software ini dibuat berdasarkan vektor-vektor dan matrik-matrik. Hal ini mengakibatkan software ini pada awalnya banyak digunakan pada studi aljabar linier, serta juga merupakan perangkat yang tepat untuk menyelesaikan persamaan aljabar dan diferensiasi dan juga untuk integrasi numerik. Matlab memiliki perangkat grafik yang *powerfull* dan dapat membuat gambar-gambar dalam 2D dan 3D. Dalam hal pemrograman termudah dalam hal penulisan program matematik. Matlab juga memiliki beberapa *toolbox* yang berguna untuk pengolahan sinyal (*signal processing*), pengolahan gambar (*image processing*), dan lain-lain.

### 2.9.1. Perbedaan Matlab dengan Software Pemrograman Lain

Terdapat perbedaan yang signifikan antara Matlab dengan software pemrograman lainnya (C/C++, Visual Basic, dan lain-lain). Perbedaan yang utama antara kedua dapat dilihat dari tiga faktor yaitu tujuan penggunaannya, fitur yang disediakan dan orientasi hasil masing-masing.

Ditinjau dari segi penggunaannya, *software* pemrograman biasanya berfungsi umum untuk berbagai kebutuhan (misalnya sistem informasi dan database), sedangkan Matlab digunakan spesifik sebagai alat bantu komputasi untuk bidang-bidang ilmiah (pendidikan, riset penelitian akademis, riset penelitian industri, dan lain-lain) yang membutuhkan *library* program perhitungan dan *tools* disain dan analisis sistem matematis. Beberapa *toolbox* yang berkaitan dengan penelitian ini yang disediakan oleh Matlab adalah *toolbox image processing*, *toolbox neural network*, dan *toolbox fuzzy logic*.

Ditinjau dari fiturnya, bahasa pemrograman umumnya hanya merupakan alat bantu membuat program, sedangkan Matlab dalam *software*-nya selain membuat program juga terdapat fitur lain yang memungkinkan Matlab sebagai *tools* untuk disain dan analisis matematis dengan mudah. Ditinjau dari segi orientasi hasilnya, *software* pemrograman lain lebih berorientasi sebagai program untuk menghasilkan solusi program baru yang eksekusinya cepat, *realible*, dan efektif terhadap berbagai kebutuhan. Sedangkan Matlab lebih berorientasi spesifik untuk memudahkan penugasan rumus perhitungan matematis. Dalam hal ini dengan Matlab maka pembuatan program matematis yang kompleks bisa menjadi singkat waktunya namun bisa jadi eksekusi program Matlab ini jauh lebih lambat dibandingkan bila dibangun dengan *software* pemrograman lainnya.

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Metode Penelitian

Metode penelitian pada dasarnya merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu (Sugiyono, 2009). Dalam penelitian ini metode penelitian terdiri dari tiga, yaitu metode pengumpulan data, metode pengembangan system, dan metode pengembangan perangkat lunak.

##### 3.1.1. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam skripsi ini terdiri dari:

#### 1. Metode Studi Sejenis

Dilakukan dengan mempelajari dan memahami teori-teori yang berkaitan dengan pengenalan huruf tulisan tangan seperti *image processing*, *pattern recognition*, *character recognition*, *Fuzzy Feature Extraction*, logika *fuzzy*, Jaringan Syaraf tiruan, algoritma *Radial Basis Function*, karakter alfabet dan aturan penulisannya. Berikut akan penulis jelaskan secara umum kelebihan dan kekurangan pada penulisan makalah sebelumnya:

**Tabel 3.1** Kelebihan dan Kekurangan Penelitian Terdahulu

Paper	Kelebihan	Kekurangan
<i>Paper</i> yang ditulis oleh Perlin Gorgel dan Oguzhan Oztaz (Gorgel	• Mampu mengenali pola data yang menjadi	• Hasil yang diperoleh bisa berbeda-beda

<p>&amp; Oguzhan, 2007) dengan judul "<i>Handwritten Character Recognition System Using Artificial Neural Network</i>"</p>	<p>masukannya.</p>	<p>meskipun uji coba dilakukan dengan parameter yang sama, hal ini dikarenakan pengaruh dari bobot jaringan yang digunakan.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Model dari multilayer perceptron sangat bergantung pada nilai bobot jaringan, karena bobot yang digunakan merupakan hasil dari proses pembelajaran yang menyimpan informasi sejauh mana jaringan dapat melakukan pembelajaran.</li> </ul>
<p><i>Paper</i> yang ditulis oleh Widyadi Setyawan dan Sri Andriati Asri (Setiawan &amp; Sri, 2005) yang berjudul "<i>Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik Pada Pengenalan Angka</i>"</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pada latihan yang berulang-ulang, algoritma ini akan menghasilkan unjuk kerja yang lebih baik dengan arti bahwa "bobot</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proses pelatihan memerlukan waktu yang lama karena banyak iterasi sampai mencapai keadaan yang stabil.</li> </ul>

<p><i>Tulisan Tangan</i>”.</p>	<p>interkoneksi” JST semakin mendekati bobot yang seharusnya.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kemampuannya untuk belajar (bersifat adaptif) dan kebal terhadap adanya kesalahan (<i>Fault Tolerance</i>) dengan kelebihan tersebut JST dapat mewujudkan sistem yang tahan akan kerusakan (<i>robust</i>) dan konsisten bekerja dengan baik.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dalam proses eksekusi, data yang diterima harus melewati proses pelatihan terlebih dahulu, karena metode ini merupakan metode terbimbing, dalam artian apabila terdapat data yang baru saja diterima, data tersebut tidak bisa langsung dibaca karena metode ini mengeksekusi berdasarkan data yang dilatih terlebih dahulu.</li> </ul>
--------------------------------	---	--

## 2. Metode Kepustakaan

Pengumpulan data dan informasi dengan cara membaca sumber-sumber ilmiah dari buku atau artikel sebagai referensi yang dapat dijadikan acuan pembahasan dalam masalah ini. Informasi-informasi tersebut untuk selanjutnya dijadikan sebagai landasan teoritis dalam pemecahan masalah maupun penyusunan masalah maupun penyusunan laporan, agar dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah.

### 3.1.2. Metode Pengembangan Sistem

Menurut James Martin “*Rapid Application Development (RAD)* merupakan pengembangan siklus yang dirancang untuk memberikan pengembangan yang jauh lebih cepat dan hasil berkualitas tinggi daripada yang dicapai dengan siklus hidup tradisional. Hal ini dirancang untuk mengambil keuntungan maksimum dari pengembangan perangkat lunak yang telah berevolusi baru-baru ini” (Martin, 1990)

Dalam pembuatan aplikasi ini, penulis menggunakan metode *Rapid Application Development (RAD)* dengan menggunakan GUI sebagai *tools*-nya dan untuk pengujian atau testing aplikasi ini menggunakan metode *Blackbox Testing*. Alasan penulis memilih metode penelitian *Rapid Application Development (RAD)* karena:

1. Aplikasi yang akan dikembangkan merupakan aplikasi yang berskala kecil atau menengah, serta terfokus pada lingkup tertentu.
2. Aplikasi yang akan dibangun merupakan aplikasi sederhana, dengan batasan sistem yang sudah jelas dan berdiri sendiri. Aplikasi tidak terintegrasi dengan sistem lain sehingga memiliki tingkat kompleksitas yang rendah karena hanya melakukan beberapa proses yaitu mengenal sebuah huruf tulisan tangan dan waktu pada proses pengenalan huruf tersebut sehingga cocok menggunakan RAD. Dalam RAD disain aplikasi dilakukan dengan sederhana sehingga sesuai dengan aplikasi yang tingkat kompleksitasnya rendah.
3. Pengembangan aplikasi ini tidak memerlukan waktu yang lama. Hal ini menjadi alasan sesuai dengan metode RAD yang mendukung

peneliti untuk membangun aplikasi dalam waktu yang relatif singkat antara perancangan dan penerapan sebuah sistem aplikasi.

### **3.1.2.1. Tahapan Pengembangan Sistem**

#### **3.1.2.1.1. Fase Menentukan Tujuan dan Syarat-Syarat Informasi**

Pada tahapan ini dilakukan pengidentifikasian tujuan-tujuan dari aplikasi atau sistem dan dilakukan pengidentifikasian syarat-syarat atau kebutuhan informasi bagi sistem yang diperoleh dari pengidentifikasian tujuan-tujuan tersebut.

#### **3.1.2.1.2. Fase Perancangan**

Pada Fase Perancangan terbagi dalam dua tahapan yaitu :

##### **a. Desain Sistem**

Pada tahapan ini dilakukan perancangan terhadap proses-proses yang akan terjadi di dalam sistem. Pada tahapan ini perancangan kerangka kerja sistem, perancangan proses, dan perancangan antarmuka. Pada perancangan proses akan dilakukan perancangan algoritma sistem dengan *flowchart* dan perancangan antar muka sistem dengan *State Transition Diagram* (STD).

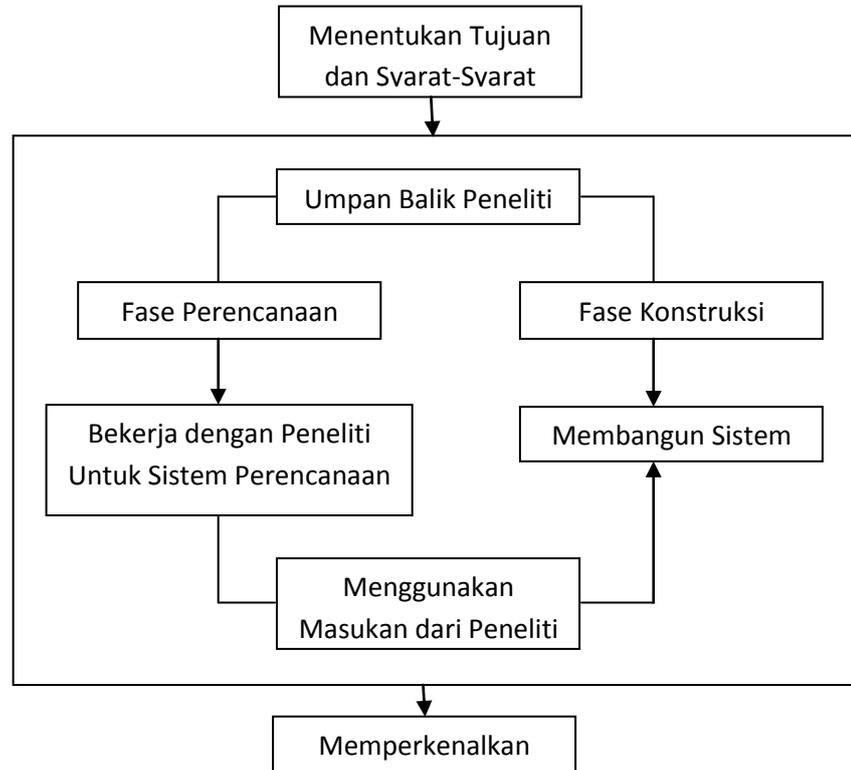
##### **b. Fase Konstruksi**

Pada tahapan ini dilakukan pengkodean terhadap rancangan-rancangan yang telah diidentifikasi.

#### **3.1.2.1.3. Implementasi**

Pada tahap ini dilakukan pengujian masing-masing modul (unit) program, apakah sesuai dengan tugasnya. Kemudian dilakukan uji coba terhadap integrasi keseluruhan unit program untuk

mengetahui apakah sistem yang telah dibuat memenuhi kriteria yang diinginkan. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *black-box testing*. Syarat-Syarat Fase Perancangan adalah pada gambar (3.1):



**Gambar 3.1** Siklus Pengembangan Sistem *Rapid Application Development*

### 3.2. Alat dan Bahan Penelitian

Dalam pengembangan perangkat lunak ini diperlukan spesifikasi kebutuhan perangkat lunak, perangkat keras, dan bahan penelitian.

#### 3.2.2. Kebutuhan Perangkat Lunak

Perangkat lunak pendukung dalam penelitian ini terdiri dari:

1. Sistem Operas Windows 7 Ultimate.
2. Matlab 7.8 (R2009a).
3. Microsoft IME.
4. Adobe Photoshop

### 3.2.3. Kebutuhan Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

1. *Processor* Intel(R) Pentium(R) CPU P6100 @2.00GHz 2.00GHz
2. RAM 1.00 GB (759 MB usable)
3. Layar dengan resolusi 1366 x 768 pixel, 32 bit *color*.
4. *Scanner*
5. *Harddisk* kosong 5 GB, digunakan untuk ruang instalasi Matlab.

### 3.2.4. Bahan Penelitian

Objek penelitian dari skripsi ini adalah sampel huruf tulisan tangan dari 10 orang Responden yang masing-masing menulis sampel huruf besar dan huruf kecil. Sampel huruf terdiri dari 52 huruf untuk masing-masing responden. Rincian dari objek penelitian ini adalah:

Huruf Latin:  $10 \times 52 = 520$  sampel