

**PENGENALAN POLA AKSARA BATAK KARO
MENGUNAKAN METODE *LEARNING VECTOR
QUANTIZATION* BERBASIS PENGOLAHAN CITRA**

SKRIPSI



**Oleh
Ade Rahma Anggreiny Tanjung
150210148**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK & KOMPUTER
UNIVERSITAS PUTERA BATAM
TAHUN 2019**

**PENGENALAN POLA AKSARA BATAK KARO
MENGUNAKAN METODE *LEARNING VECTOR
QUANTIZATION* BERBASIS PENGOLAHAN CITRA**

SKRIPSI

**Untuk memenuhi salah satu syarat
guna memperoleh gelar Sarjana**



**Oleh
Ade Rahma Anggreiny Tanjung
150210148**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK & KOMPUTER
UNIVERSITAS PUTERA BATAM
TAHUN 2019**

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, dan/atau magister), baik di Universitas Putera Batam maupun di perguruan tinggi lain.
2. Skripsi ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian penulis sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan pembimbing.
3. Dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini Penulis buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Batam, 12 Februari 2019

Yang membuat pernyataan,



Ade Rahma Anggreiny T

150210148

**Pengenalan Pola Aksara Batak Karo
Menggunakan Metode *Learning Vector
Quantization* Berbasis Pengolahan Citra**

Oleh
Ade Rahma Anggreiny Tanjung
150210148

SKRIPSI

Untuk memenuhi salah satu syarat
guna memperoleh gelar Sarjana

Telah disetujui oleh Pembimbing pada tanggal
seperti tertera di bawah ini

Batam, 12 Februari 2019



Pastima Simanjuntak, S.Kom., M.SI.
Pembimbing

ABSTRAK

Pada jaman modrenisasi saat ini banyak masyarakat yang tidak mengetahui aksara batak karo, dan tidak adanya wadah untuk menyampaikan informasi tentang aksara tersebut secara otomatis, maka dari itu dibutuhkan suatu sistem yang dapat mengenali aksara batak karo secara otomatis agar kelestarian aksara batak karo tetap terjaga. Sistem pengenalan pola aksara ini dibentuk dengan menggunakan jaringan saraf tiruan metode *Learning Vector Quantization* (LVQ). Implementasi pembuatan sistem pengenalan pola ini melalui beberapa proses, langkah awal yang dilakukan yaitu pengumpulan data aksara batak karo, data aksara yang diperoleh akan melalui proses akuisisi dengan keluaran citra berformat .png. Proses pembuatan sistem pengenalan menggunakan *software* Matlab, selanjutnya citra hasil akuisisi dibagi menjadi 2 bagian yaitu citra latih dan citra uji, citra latih akan diproses oleh *pre-processing*, proses tersebut terdiri dari konversi warna yaitu mengubah citra berwarna atau citra RBG menjadi citra *greyscale* lalu menjadi citra biner, selanjutnya dilakukan proses *thresholding*, deteksi tepi, dan *resize* citra. *Pre-processing* diterapkan untuk memudahkan proses identifikasi yang terdiri dari pelatihan dan pengujian, proses pelatihan menggunakan masukan data dari hasil *pre-processing*, sedangkan proses pengujian menggunakan data citra uji. Implementasi dari metode *Learning Vector Quantization* (LVQ) dalam mengenali pola aksara batak karo sangatlah baik sehingga sesuai dengan tujuan yang hendak dicapai. Hal tersebut didukung dengan tingkat akurasi pengenalan sebesar 100%. Berdasarkan hasil dari pengujian, faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat pengenalan sistem yaitu kejelasan gambar aksara dari proses akuisisi, jumlah parameter *hidden layer*, jumlah parameter *epoch*, dan keberadaan citra latih.

Kata kunci: Pengenalan Pola, Aksara Batak Karo, Jaringan Saraf Tiruan, Metode *Learning Vector Quantization*, Matlab.

ABSTRACT

In the modernization era, there are many people who do not know the batak karo script, and there is no container to convey information about the script automatically, therefore we need a system that can recognize the characters of karo batak automatically so that the preservation of batak karo characters is maintained. This pattern recognition system is formed by using the artificial vector network Learning Vector Quantization (LVQ) method. The implementation of making this pattern recognition system through several processes, the first step being done is collecting data of batak karo characters, the script data obtained will go through the acquisition process with the output of the .png format image. The process of making an introduction system using Matlab software, then the acquisition image is divided into 2 parts, namely training image and test image, training image will be processed by pre-processing, the process consists of color conversion that is changing the color image or RGB image into a greyscale image then becoming binary image, then the thresholding process, edge detection, and image resize are carried out. Pre-processing is applied to facilitate the identification process which consists of training and testing, the training process uses input data from the pre-processing results, while the testing process uses test image data. The implementation of the Learning Vector Quantization (LVQ) method in recognizing the batak karo pattern is very good so that it matches the objectives to be achieved. This is supported by the level of recognition accuracy of 100%. Based on the results of the testing, the factors that influence the level of recognition of the system are the clarity of the script image from the acquisition process, the number of hidden layer parameters, the number of epoch parameters, and the existence of training images.

Keywords: Pattern Recognition, Batak Karo Characters, Artificial Neural Networks, Learning Vector Quantization Methods, Matlab.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah berkat rahmat Allah SWT dan kasih sayangNya telah memudahkan penulis menuntaskan laporan tugas akhir yang menjadi salah satu kualifikasi untuk lulus program studi strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Informatika Universitas Putera Batam.

Penulisan skripsi ini pasti masih terdapat kesalahan di berbagai sisi, tetapi penulis sudah berusaha sebaik mungkin dalam menuntaskan skripsi ini. Karena tidak ada manusia yang sempurna, oleh sebab itu kritik dan saran akan diterima oleh penulis. Dengan hormat, penulis mengungkapkan apresiasi rasa syukur kepada :

1. Rektor Universitas Putera Batam.
2. Bapak Andi Maslan, S.T., M.SI. sebagai Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Putera Batam.
3. Ibu Pastima Simanjuntak, S.Kom., M.SI sebagai Dosen Pembimbing yang sangat sabar mengarahkan penulis.
4. Seluruh Staff dan Civitas Universitas Putera Batam yang telah memberikan kontribusi ilmu pengetahuan.
5. Kedua orang tua yang sangat penulis sayangi, tidak ada hentinya mendukung baik secara moril maupun materil.
6. Teman-teman seperjuangan Prodi Teknik Informatika angkatan 2015, khususnya sahabat-sahabat yang selalu memberikan dukungan yaitu Zuliana Nasution, Hanna Manik, Mohd Azmi Amirullah A, M Halviandi, Muhammad

Kurniawan, Arif Islahudin, Liok Habri Simanjuntak, dan Anggi Wijaya Sari
Rajaguguk.

Semoga Allah SWT memberikan imbalan karuniaNya atas segala bantuan
yang telah penulis terima.

Batam, 12 Februari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL DEPAN	
HALAMAN JUDUL	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
SURAT PENGESAHAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR RUMUS	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	4
1.3. Perumusan Masalah	4
1.4. Batasan Penelitian.....	5
1.5. Tujuan Penelitian.....	5
1.6. Manfaat Penelitian	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
2.1. Sejarah Aksara Batak.....	7
2.2. Kecerdasan Buatan (<i>Artificial Intelligence</i>).....	10
2.2.1. Jaringan Saraf Tiruan (<i>Artificial Neural Network</i>).....	11
2.2.2. Logika Fuzzy (<i>Fuzzy Logics</i>).....	11
2.2.3. Algoritma Genetik (<i>Genetic Algorithms</i>).....	12
2.2.4. Robotika (<i>Robotics</i>).....	12
2.2.5. Permainan Komputer (<i>Games</i>).....	12
2.2.6. Sistem Pakar (<i>Expert Systems</i>).....	13
2.2.7. Pengolahan Bahasa Alami (<i>Natural Language Processing</i>).....	13

2.2.8. <i>Computer Vison</i>	14
2.3. Pengolahan Citra <i>Digital</i>	14
2.3.1. Akuisisi Citra.....	15
2.3.2. <i>Image Enhancement</i>	16
2.3.3. Segmentasi Citra.....	16
2.4. Pengenalan Pola.....	18
2.4.1. Ekstraksi Ciri.....	18
2.4.2. Identifikasi.....	18
2.5. Sejarah Jaringan Saraf Tiruan (<i>Atrificial Neural network</i>).....	19
2.5.1. Definisi Jaringan Saraf Tiruan	19
2.5.2. Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan	20
2.5.3. Paradigma Pembelajaran Jaringan Saraf Tiruan.....	23
2.6. <i>Matrix Laboratory</i> (Matlab).....	23
2.7. Model Jaringan Saraf Tiruan.....	25
2.8. <i>Unified Modeling Language</i> (UML).....	27
2.8.1. <i>Class Diagram</i>	28
2.8.2. <i>Use Case Diagram</i>	29
2.8.3. <i>Activity Diagram</i>	30
2.8.4. <i>Sequence Diagram</i>	31
2.9. Penelitian Terdahulu	33
2.10. Kerangka Pemikiran	37
BAB III METODE PENELITIAN	39
3.1. Data.....	39
3.2. Desain Penelitian	41
3.2.1. Identifikasi Masalah.....	42
3.2.2. Pengumpulan Data.....	42
3.2.3. Pengolahan Data	42
3.2.4. Analisis Hasil	45
3.2.5. Kesimpulan.....	45
3.3. Spesifikasi Perangkat Keras & Perangkat Lunak	46
3.4. Perancangan <i>User Interface</i>	47
3.4.1. Perancangan Halaman Utama	47
3.4.2. Perancangan Halaman Identifikasi	48
3.4.3. Perancangan Halaman Informasi.....	49

3.5. Variabel Data Masukan dan Keluaran	50
3.6. Inisialisasi Parameter	50
3.7. Rancangan Arsitektur.....	51
3.7.1. <i>Input</i>	51
3.7.2. <i>Pre-processing</i>	52
3.7.3. Identifikasi.....	53
3.7.4. <i>Output</i>	53
3.8. <i>Use Case Diagram</i>	54
3.9. <i>Activity Diagram</i>	54
3.9.1. <i>Activity Diagram</i> Halaman Utama.....	55
3.9.2. <i>Activity Diagram</i> Identifikasi	56
3.9.3. <i>Activity Diagram</i> Informasi.....	57
3.9.4. <i>Activity Diagram</i> Keluar	58
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	59
4.1. Implementasi Antarmuka Sistem.....	59
4.1.1. Tampilan Halaman Utama	59
4.1.2. Tampilan Halaman Identifikasi	60
4.1.3. Tampilan Halaman Informasi.....	61
4.2. Prosedur Menjalankan Sistem	62
4.3. Implementasi <i>Pre-processing</i>	68
4.3.1. Hasil <i>Pre-processing</i>	70
4.4. Implementasi Identifikasi Proses Pelatihan	71
4.5. Hasil Identifikasi Proses Pengujian	71
4.6. Pembahasan.....	72
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	74
5.1. Kesimpulan.....	74
5.2. Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
SURAT KETERANGAN PENELITIAN	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Penelitian Terdahulu	3
Tabel 2. 1 <i>Class Diagram</i>	28
Tabel 2. 2 <i>Use Case Diagram</i>	29
Tabel 2. 3 <i>Activity Diagram</i>	30
Tabel 2. 4 <i>Sequence Diagram</i>	31
Tabel 2. 4 (Lanjutan) 1	32
Tabel 4. 1 Variasi Jumlah <i>Hidden Layer</i> dan <i>Epoch</i>	71
Tabel 4. 2 Hasil Akurasi.....	72

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Silsilah Aksara	8
Gambar 2. 2 Persamaan Surat Batak, Surat Ulu, dan Surat Incung	9
Gambar 2. 3 Arah Penyebaran Aksara Batak	9
Gambar 2. 4 Pengolahan Citra <i>Digital</i>	14
Gambar 2. 5 Jaringan Layar Tunggal	21
Gambar 2. 6 Jaringan Layar Majemuk	21
Gambar 2. 7 Jaringan <i>Recurrent</i>	22
Gambar 2. 8 Arsitektur Jaringan LVQ	25
Gambar 2. 9 UML Diagram	27
Gambar 2. 10 Kerangka Pemikiran	37
Gambar 3. 1 Kolom Isi Koresponden	39
Gambar 3. 2 Tulisan Tangan Aksara Batak Karo	40
Gambar 3. 3 Desain Penelitian	41
Gambar 3. 4 Diagram Pengolahan Data	43
Gambar 3. 5 Perancangan Halaman Utama	47
Gambar 3. 6 Perancangan Halaman Identifikasi	48
Gambar 3. 7 Perancangan Halaman Informasi	49
Gambar 3. 8 Rancangan Arsitektur	51
Gambar 3. 9 <i>Use Case Diagram</i>	54
Gambar 3. 10 <i>Activity Diagram</i> Halaman Utama	55
Gambar 3. 11 <i>Activity Diagram</i> Identifikasi	56
Gambar 3. 12 <i>Activity Diagram</i> Informasi	57
Gambar 3. 13 <i>Activity Diagram</i> Keluar	58
Gambar 4. 1 Halaman Utama	59
Gambar 4. 2 Halaman Identifikasi	60
Gambar 4. 3 Halaman Informasi	61
Gambar 4. 4 Pilih Menu Identifikasi	62
Gambar 4. 5 Buka Gambar	63
Gambar 4. 6 Pilih Aksara	64
Gambar 4. 7 Sistem Menampilkan Aksara	65
Gambar 4. 8 Proses Pembacaan Aksara	66
Gambar 4. 9 Sistem Membaca Aksara	67
Gambar 4. 10 Konversi Warna	68
Gambar 4. 11 <i>Thresholding</i>	68
Gambar 4. 12 <i>Edge Detection</i>	69
Gambar 4. 13 Operator Prewitt	69
Gambar 4. 14 <i>Resize Citra</i>	69
Gambar 4. 15 Vektor Hasil <i>Pre-processing</i>	70

DAFTAR RUMUS

	Halaman
Rumus 4. 1 Akurasi.....	72

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 HASIL TURNITIN
LAMPIRAN 2 *SOURCE CODE*
LAMPIRAN 3 DATA AKSARA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia adalah bangsa yang besar, dan sebagai negara kepulauan yang memiliki begitu banyak kekayaan dalam segala aspek yang tersebar diseluruh nusantara, termasuk di dalamnya adalah kekayaan warisan budaya yang berbagai ragam. Satu dari begitu banyak warisan nenek moyang yang harus dilestarikan oleh penerus bangsa adalah aksara nusantara. Aksara nusantara dibagi menjadi lima kelompok dasar yaitu aksara hanacaraka, aksara Ka-Ga-Nga, aksara batak, aksara Sulawesi, dan aksara Filipina. Penelitian tentang aksara sebelumnya mengemukakan bertambah majunya jaman serta teknologi mengakibatkan lambat laun kelestarian dari aksara akan menghilang, itu sebabnya aksara harus diperkenalkan guna menjaga kelestarian dari aksara itu sendiri untuk pengetahuan bagi masyarakat luas (Pangaribuan & Jarti, 2017).

Bahasa adalah alat untuk berkomunikasi sesama manusia untuk menyampaikan sebuah informasi. Sejak dulu bahasa sudah dipakai oleh nenek moyang dalam melakukan aktifitas apapun, bahasa jaman dahulu dikenal dengan bahasa aksara. Bahasa aksara adalah bahasa kuno yang diciptakan oleh leluhur untuk menyampaikan pesan berisi makna rahasia yang tersembunyi dalam setiap tulisannya. Bahasa karo adalah bahasa yang digunakan oleh suku karo yang mendiami dataran tinggi Kabupaten Karo, Langkat, Deli Serdang, dan Medan di Indonesia. Berdasarkan sejarah yang tercatat bahasa karo ditulis dengan

menggunakan aksara karo, aksara karo atau dikenal dengan sebutan surat aru/haru merupakan rumpun dari aksara brahmi dari India kuno. Aksara karo merupakan salah satu bukti nyata dari para pejuang yang mempertahankan kedaulatan bangsa serta menjadi kebanggaan masyarakat karo karena memiliki tulisan sendiri, namun sangat disayangkan kini hanya sebagian kecil dari orang karo yang dapat menulis dan mengerti aksara karo, karena kurangnya kemauan dari masyarakat untuk mempelajari, terbatas oleh waktu kesibukan didunia kerja, dan tidak adanya wadah untuk memberikan ilmu pengetahuan tentang aksara tersebut. Sama halnya dengan aksara batak toba sudah banyak dilupakan, sehingga menyebabkan penulisan aksara sulit dimengerti karena banyaknya masyarakat yang tidak mempelajari aksara tersebut (Sitorus, 2015). Pesatnya perkembangan teknologi seiring jaman tidak lepas dari pengaruh ilmu pengetahuan dibidang pengenalan pola salah satunya adalah pengenalan huruf ataupun pengenalan tulisan tangan (Lestari, Hidayat, & Andini, 2015).

Batam adalah kota yang banyak dikunjungi oleh wisatawan dari berbagai daerah maupun negara, pertumbuhan yang pesat dalam berbagai sektor membuat kota Batam sangat menarik untuk dikunjungi. Banyak orang dari berbagai daerah Indonesia datang ke Batam ingin mengadu nasib dalam mendapatkan pekerjaan, para perantau ini tidak lepas dari budaya dan adat istiadat yang mereka kenal sejak kecil. Namun seiring berjalannya waktu, lambat laun mereka akan melupakan beberapa dari budaya mereka, contohnya bahasa aksara dari daerah masing masing. Berdasarkan uraian permasalahan di atas, maka dari itu dilakukan penelitian yang dilatarbelakangi oleh sangat sedikitnya masyarakat khususnya masyarakat asli

batak karo yang mengerti dengan tulisan nenek moyang mereka sendiri. Penelitian pengenalan pola ini adalah membangun sebuah sistem yang dapat mengenali pola dari aksara batak karo secara otomatis. Adapun beberapa penelitian mengenai sebelumnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. 1 Penelitian Terdahulu

No	Penelitian	Peneliti / Tahun Penelitian	Akurasi
1	Identifikasi Plat Nomor Kendaraan Berbasis <i>Mobile</i> dengan Metode <i>Learning Vector Quantization</i>	Achmad Solichin, dan Zulfikar Rahman, 2015	95,32%
2	Analisis Dekomposisi Wavelet Pasa Pengenalan Pola Lurik Dengan Metode <i>Learning Vector Quantization</i>	Bambang Robi'in, 2017	80%
3	Aplikasi Pengenalan Aksara Batak Berbasis Android Menggunakan API <i>Gesture</i>	Hotma Pangaribuan, Nanda Jarti	-
4	Pengenalan Pola Huruf Hijaiyah Khat Kufi Dengan Metode Deteksi Tepi <i>Sobel</i> Berbasis Jaringan Saraf Tiran <i>Backpropogation</i>	Irvan Faturrahman, Arini, dan Fitri Mintarsih, 2019	100%

Sumber: Data Penelitian (2019)

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, maka dalam membuat sistem pengenalan pola aksara batak karo akan mengimplementasikan metode *Learning Vector Quantization* (LVQ) berbasis pengolahan citra. Metode LVQ dipilih sebagai penyelesaian dalam penelitian dikarenakan LVQ merupakan metode yang telah terbukti dapat mengenali pola dengan sangat baik dan tingkat akurasi yang tinggi pada setiap pengenalannya.

1.2. Identifikasi Masalah

1. Sedikitnya masyarakat yang mengerti aksara batak karo, khususnya masyarakat suku batak karo yang sedang menetap di Batam.
2. Tidak ada sistem yang dapat menyampaikan informasi dan mengenali pola aksara batak karo.

1.3. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah dijabarkan maka perumusan masalah dirangkum sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem pengenalan pola aksara batak karo menggunakan metode jaringan saraf tiruan *Learning Vector Quantization* berbasis pengolahan citra?
2. Bagaimana implementasi metode jaringan saraf tiruan *Learning Vector Quantization* mampu mengenali pola aksara batak karo?

1.4. Batasan Penelitian

Agar menjadi terarah penelitian ini memiliki permasalahan yang dibatasi sebagai berikut:

1. Pola aksara batak karo.
2. Masukan berupa gambar dengan format .png.
3. Citra aksara batak karo diambil dari tulisan tangan sebagai data, dengan melakukan proses *scanner*, kemudian hasil dari keluaran *scanner* yang akan dijadikan sebagai masukan pada sistem agar diproses dan dapat dikenali.
4. Citra berukuran 32x32 piksel.
5. Karakter aksara batak karo sebanyak 21.
6. Pengolahan data menggunakan *software* Matlab.

1.5. Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan dalam penelitian, maka berikut penjabaran tujuan penelitian di bawah ini:

1. Untuk merancang sistem pengenalan pola aksara batak karo menggunakan metode jaringan saraf tiruan *Learning Vector Quantization* berbasis pengolahan citra.
2. Untuk mengimplementasikan metode jaringan saraf tiruan *Learning Vector Quantization* mengenali pola aksara batak karo.

1.6. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritisnya adalah menjadi media pembelajaran yang akan berguna sebagai bahan pengembangan penelitian lebih lanjut dimasa depan.
2. Manfaat Praktisnya adalah melestarikan aksara batak karo dalam bentuk sistem yang dapat mengenali pola dari aksara batak karo, mempermudah masyarakat dalam mempelajari dan mengetahui aksara batak karo.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Sejarah Aksara Batak

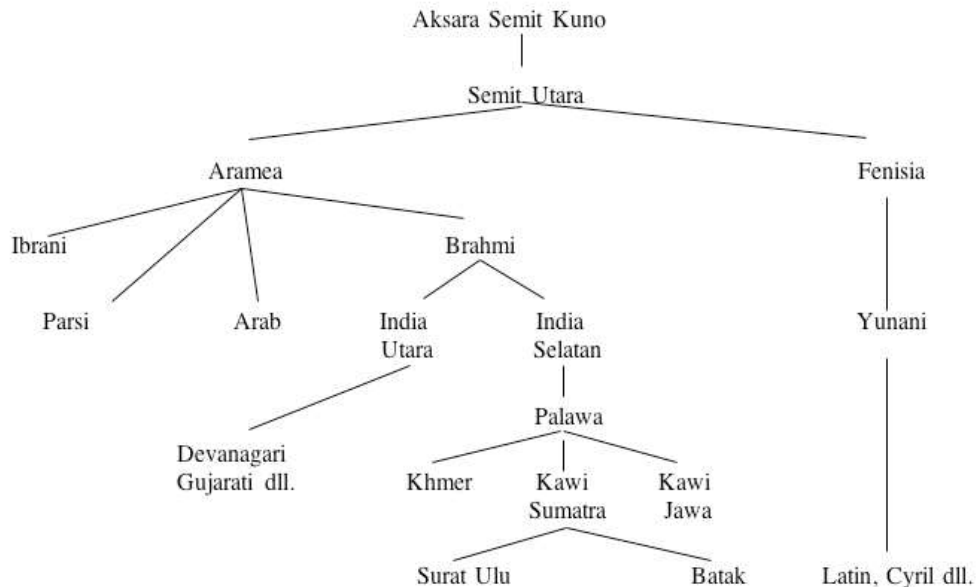
Bahasa aksara yang banyak dikenal masyarakat biasanya mencapai umur ratusan bahkan sampai ribuan tahun. Aksara pada naskah yang baru pasti berbeda dengan aksara yang terdapat pada naskah-naskah kuno, untuk dapat mengetahui silsilah aksara adalah dengan membandingkan antara kedua naskah, baru dan kuno. Ilmu yang mempelajari tentang tulisan-tulisan kuno disebut paleografi. Aksara semit merupakan leluhur dari tulisan-tulisan Arab, Ibrani, India, Latin, Yunani, dan merupakan asal mula dari sebagian besar sistem penulisan yang berada di Afrika, Eropa, dan Asia (Kozok, 2009).

Aksara batak termasuk dalam golongan dari aksara India. Aksara brahmi merupakan aksara tertua di dalam aksara India yang mengelompokkan dua tulisan yaitu India Utara dan India Selatan. Aksara yang pernah dipakai di berbagai tempat asia tenggara termasuk Indonesia adalah aksara nagari dan palawa. Semua tulisan asli Indonesia berasal dari aksara palawa, karena aksara tersebutlah yang paling mempengaruhi (Kozok, 2009).

Terdapat lima kelompok yang membagi tulisan aksara nusantara asli:

- 1) Aksara Hanacakara (Jawa, Sunda, dan Bali)
- 2) Aksara Sulawesi (Bugis, Makasar, dan Bima)
- 3) Aksara Filipina (Bisaya, Tagalog, Tagbanwa, dan Mangyan)
- 4) Surat Ulu (Kerinci, Rejang, Lampung, Lembah, Pasemah, dan Serawi)

- 5) Surat Batak (Angkola-Mandailing, Toba, Simalungun, Pakpak-Dairi, dan Karo)



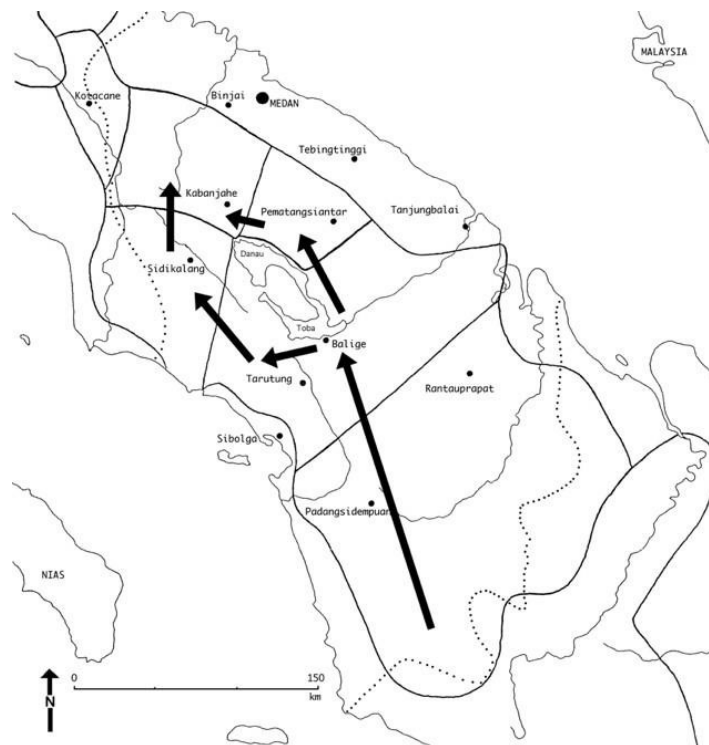
Gambar 2. 1 Silsilah Aksara

Aksara batak dikenal sebagai aksara abugida merupakan kombinasi antara dua aksara, yaitu kombinasi antara aksara batak dengan aksara nusantara lainnya. Aksara kerinci (surat incung), aksara lebung, lembak, lintang, pasemah, renjang, serawai (surat ulu), dan aksara Lampung merupakan aksara-aksara nusantara yang paling menyerupai aksara batak. Agama islam menjadi pengaruh budaya asing yang dibawa dari seberang lautan dan mempengaruhi mulai dari tepi laut sampai ke pelosok desa. Dengan masuknya pengaruh tradisi atau adat dari agama islam maka beredar pula tulisan Arab yang dikenal dengan tulisan jawi di daerah Melayu. Aksara “Arab gundul” kemudian dikenal sebagai penerus dari aksara-aksara Sumatra asli. Aksara-aksara surat ulu disisi selatan pulau Sumatra mempunyai

berbagai persamaan dengan huruf surat batak. Huruf Ka, Ga, Ha, dan Da memiliki bentuk yang hampir sama (Kozok, 2009).

	Surat Batak	Surat Ulu	Surat Incung
Ka	ꨀ	ꨁ	ꨂ
Ga	ꨃ	ꨄ	ꨅ
Da	ꨆ	ꨇ	ꨈ
Ha	ꨉ	ꨊ	ꨋ

Gambar 2. 2 Persamaan Surat Batak, Surat Ulu, dan Surat Incung
Sumber: (Kozok, 2009)



Gambar 2. 3 Arah Penyebaran Aksara Batak

2.2. Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence*)

Manusia dalam istilah ilmiah adalah homo sapiens, manusia memiliki kemampuan mental dan kesadaran diri yang penting bagi kehidupan. Aspek kecerdasan buatan atau AI, diciptakan untuk menginterpretasikan wujud dari kecerdasan. Jadi, salah satu latarbelakang mengamatinya adalah untuk mengeksplorasi lebih lanjut tentang diri manusia sendiri, tetapi bukan seperti filsafat dan ilmu jiwa atau psikologi yang juga berkaitan dengan kecerdasan. AI menekankan untuk menciptakan entitas atau wujud dari kecerdasan serta memahaminya. Alasan lain untuk mempelajari AI adalah sangat menarik dan bermanfaat untuk kehidupan sehari-hari. AI telah menciptakan berbagai produk yang mengagumkan, terlebih pada permulaan dalam pengembangannya. Sekalipun tidak ada yang bisa memprediksi masa depan secara detail, sangat jelas bahwa komputer dengan tingkat kecerdasan seperti manusia atau bahkan melebihi kecerdasan manusia akan memiliki pengaruh yang besar pada aktivitas manusia di masa mendatang.

Kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) adalah Pekerjaan manusia yang dapat dilakukan dengan sangat baik oleh mesin layaknya manusia itu sendiri yang melakukannya (Muis, 2009). Menurut Stuart Russel dan Peter Norvig definisi inteligensia buatan yaitu *thinking humanly*, *acting humanly*, *thinking rational*, dan *acting rational* (Suyanto, 2014). Terciptanya kecerdasan buatan dikarenakan untuk membantu kehidupan manusia dalam menyelesaikan sebuah pekerjaan dengan cepat dan hasil yang baik. Sebuah kecerdasan buatan haruslah memiliki

pengetahuan yang tinggi, dapat menalar, dan mengeksekusi sebuah permasalahan dengan cepat, lalu mengambil keputusan yang tepat. Ada 8 jenis kecerdasan buatan sebagai berikut:

2.2.1. Jaringan Saraf Tiruan (*Artificial Neural Network*)

Jaringan Saraf Tiruan (JST) merupakan suatu mekanisme pemrosesan informasi yang mempunyai karakteristik serupa dengan jaringan saraf biologi atau jaringan saraf pada otak manusia (Kaur & Bhatia, 2014). Jaringan saraf tiruan terwujud seperti suatu generalisasi model matematis dari interpretasi manusia (*human cognition*). JST merupakan cabang bidang pengetahuan yang berhubungan dengan beragam disiplin bidang pengetahuan lainnya yang memiliki kemampuan dari otak manusia dalam mempelajari, memahami, dan menyimpan pengetahuan melalui proses pengenalan secara berkala terlebih dahulu, dan dapat menghasilkan informasi berupa solusi dari masalah kompleks yang telah diselesaikan (Suyanto, 2014).

2.2.2. Logika Fuzzy (*Fuzzy Logics*)

Lotfi A. Zadeh adalah professor dari University of California sebagai pencetus pertama *fuzzy logic*. *Fuzzy logic* dapat memutuskan sesuatu dengan menggunakan kecerdasan manusia dalam menganalisa suatu ketidakpastian berupa batasan (Budiharto & Suhartono, 2014).

2.2.3. Algoritma Genetik (*Genetic Algorithms*)

Dalam buku berjudul *Adaptation in Natural and Artificial System* tahun 1975, pertama kalinya algoritma genetik diperkenalkan pada *public*. Algoritma genetik merupakan salah satu cabang ilmu kecerdasan buatan menggunakan metode adaptif guna membentuk populasi baru dari satu populasi yang dikenal dengan kromosom (Budiharto & Suhartono, 2014).

2.2.4. Robotika (*Robotics*)

Robotika merupakan cabang ilmu kecerdasan buatan berupa penciptaan robot yang mampu berinteraksi dan memanipulasi kata menggantikan pekerjaan manusia dengan melakukan suatu *task* fisik di lingkungan sekitarnya (Budiharto & Suhartono, 2014).

2.2.5. Permainan Komputer (*Games*)

Game adalah interaksi yang tercipta antara manusia dengan permainan yang memiliki kecerdasan buatan. *Game* merupakan *interface* menarik yang tercipta dari *artificial intelligence* guna dimainkan oleh manusia sebagai pengguna yang dapat mengatur permainan itu sendiri dan mesin yang telah memiliki kecerdasan menjalankan fungsi *game* tersebut (Budiharto & Suhartono, 2014).

2.2.6. Sistem Pakar (*Expert Systems*)

Sistem pakar merupakan *pribadi computer* (pc) yang menjadi instrumen untuk mendokumentasikan pemahaman dari para ahli sedemikian rupa agar komputer dapat mempunyai kepintaran untuk mengatasi persoalan dengan mengambil contoh pengetahuan maupun menggunakan kecerdasan yang dimiliki sang ahli. Menggunakan sistem ahli ini, orang umumpun bisa menuntaskan persoalan atau sekadar memecahkan suatu fakta bermutu yang pada hakikatnya hanya didapatkan dengan sumbangan ilmu para pakar. Sistem pakar merupakan satu dari bidang ilmu *artificial intelligence* yang sudah disisipi pengetahuan dari ahli dibidang tertentu dan dapat melakukan proses program komputer dalam memecahkan suatu masalah dalam kehidupan sehari-hari (Budiharto & Suhartono, 2014).

2.2.7. Pengolahan Bahasa Alami (*Natural Language Processing*)

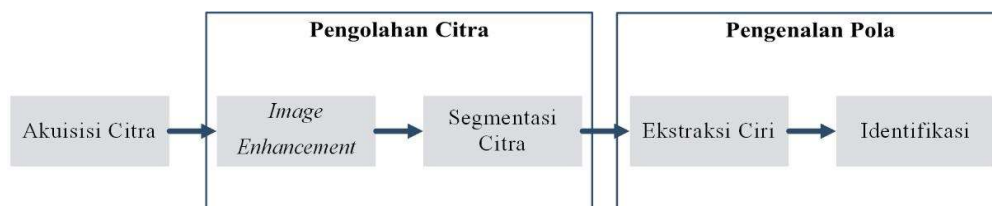
Dalam berkomunikasi dibutuhkan bahasa agar dapat menyampaikan informasi yang dibutuhkan, bahasa yang digunakan manusia sehari-hari disebut dengan bahasa natural. *Natural language processing* termasuk ilmu kecerdasan buatan yang di kelola sedemikian rupa agar dapat digunakan manusia untuk berkomunikasi dengan komputer, dan komputer mengerti maksud dari bahasa manusia tersebut (Budiharto & Suhartono, 2014).

2.2.8. Computer Vision

Ilmu pengetahuan yang erat hubungannya dengan gambar, mengelola gambar dan menjadikan keluaran dari pengelolaan tersebut sebagai informasi yang penting. *Computer vision* merupakan teknologi penghasil *visual intelligence system* dari kecerdasan buatan yang menjadi peran penting bagi perkembangan aplikasi di masa depan dengan cara memproses dan menganalisa *image* (Budiharto & Suhartono, 2014).

2.3. Pengolahan Citra Digital

Picture element (piksel) dapat dideskripsikan seperti komponen yang membentuk citra atau gambar pada aspek dua dimensi yang memiliki titik koordinat (x,y) dan amplitudo $f(x,y)$. Titik koordinat (x,y) merupakan kedudukan piksel dalam citra, dan amplitudo $f(x,y)$ merupakan nilai intensitas citra. Salah satu tipe citra adalah citra aras keabuan atau *grayscale*. *Digital image processing* adalah intisari dari pemrograman Matlab yang dapat menyelesaikan penelitian di berbagai bidang ilmu. Misalnya pada bidang teknologi, pendidikan, kedokteran, robotika, dan masih banyak lagi (Handayanto & Herlawati, 2016).



Gambar 2. 4 Pengolahan Citra Digital

2.3.1. Akuisisi Citra

Akuisisi citra adalah proses yang menggambarkan mekanisme menangkap citra atau memindai suatu citra analog sehingga menghasilkan citra dalam bentuk *digital*.

1) Kamera *Digital*

Kamera *digital* adalah instrumen akuisisi citra yang menangkap gambar dengan proses pembiasan cahaya yang dipantulkan oleh objek melalui kamera.

2) *Smartphone*

Smartphone atau telpon pintar merupakan instrumen *mobile* yang mengakuisisi citra dengan kualitas yang baik melalui fasilitas kamera yang dimiliki *smartphone*.

3) *USB Webcam*

Perangkat kamera yang mengakuisisi citra melalui *software* komputer yang telah dipasang dan dihubungkan dengan kabel USB.

4) *Scanner*

Scanner merupakan alat yang pengoperasiannya melalui *software* yang dipasang pada komputer dan mengakuisisi citra dalam bentuk dokumen atau foto.

5) *Digital Microscope*

Digital microscope merupakan instrumen untuk memperoleh citra objek mikroskopis yang tidak dapat dilihat secara langsung oleh mata sehingga

memerlukan alat bantu tambahan untuk memperjelas objek yang akan diamati.

6) Ultrasonografi (USG)

USG merupakan sebuah alat medis untuk mencitrakan organ dalam tubuh manusia dengan memanfaatkan pantulan suara ultra dalam proses pembentukan citra.

7) *Computed Tomography* (CT Scan)

Computed tomography (CT scan) adalah mesin pemindai tubuh manusia untuk memonitor kondisi kesehatan manusia.

2.3.2. Image Enhancement

Peningkatan kualitas citra adalah fase awal operasi pada pengolahan citra yang berfungsi memperbaiki tampilan citra dan menonjolkan ciri tertentu dari citra itu. Proses peningkatan kualitas citra bersifat percobaan, pribadi dan bergantung pada tujuan yang yang dikehendaki.

2.3.3. Segmentasi Citra

Segmentasi citra atau proses pemisahan merupakan tahapan mengekstraksi objek satu dengan objek lainnya atau objek (*foreground*) dengan latar belakangnya (*background*) yang ada dalam satu citra (Abdul & Adhi, 2013). Ketidaksamaan dan kesamaan antarpiksel merupakan faktor dilakukannya segmentasi citra, objek yang memiliki latar depan (*foreground*) disimbolkan dengan angka 1, sebaliknya

latar belakang (*background*) yang akan dihilangkan disimbolkan dengan angka 0, keluaran dari pemisahan tersebut menghasilkan citra biner. Seperti pada proses peningkatan kualitas citra, proses pemisahan juga bersifat percobaan, pribadi, dan bergantung pada tujuan yang dikehendaki. Maksud utama dari segmentasi citra adalah menampilkan daerah tertentu yang ada pada citra ke dalam beberapa bagian agar mudah dalam proses menganalisis citra (Sarifudidn, 2016). Ada beberapa proses segmentasi citra, diantaranya adalah *thresholding* dan deteksi tepi:

2.3.3.1. Thresholding

Thresholding merupakan satu dari berbagai metode segmentasi citra yang prosesnya didasarkan pada perbedaan derajat keabuan citra. *Thresholding* memberikan cara yang mudah dan nyaman untuk melakukan segmentasi gambar berdasarkan kompensasi yang berbeda atau warna untuk seluruh daerah dan daerah belakang dari gambar.

2.3.3.2. Deteksi Tepi

Deteksi tepi merupakan proses segmentasi untuk mendapatkan tepi objek atau perbatasan antara dua area pada objek (Abdul & Adhi, 2013). Adapun dua kategori deteksi tepi yaitu deteksi tepi orde pertama dan kedua. Operator-operator yang digunakan dalam deteksi tepi orde pertama yaitu Roberts, prewitt, dan sobel, sedangkan orde kedua yaitu *laplacian of gaussian* (log).

2.4. Pengenalan Pola

Pattern recognition merupakan salah satu ilmu kecerdasan buatan yang bertujuan mengenali objek berdasarkan ciri-ciri yang dimiliki citra dengan cara mengelompokkan data numerik dan simbolik. Pada beberapa penelitian kesamaan atau keseragaman digunakan menjadi atensi pokok, namun inti dari fungsi pengenalan pola bisa inkonsisten bergantung pada persoalan yang dihadapi (Hendri, 2014). *Pattern* dapat berupa vektor maupun matriks yang diperoleh dari komputasi atau perhitungan (Faturrahman, Arini, & Mintarsih, 2018).

2.4.1. Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri menggambarkan tahapan memisahkan ciri dari objek yang ada pada citra agar dapat dikenali dengan mudah dan mudah melihat perbedaan dengan objek lainnya. Ciri citra yang didapat setelah proses ekstraksi digunakan sebagai parameter masukan pada tahapan identifikasi.

2.4.2. Identifikasi

Proses identifikasi adalah menggunakan kuantitas kriteria-kriteria yang mencerminkan ciri objek pada tiap-tiap kelas menjadi data masukan untuk mengenali objek. Proses identifikasi terbagi menjadi dua, yaitu proses pelatihan dan proses pengujian.

2.5. Sejarah Jaringan Saraf Tiruan (*Artificial Neural network*)

Jaringan saraf tersusun dari elemen-elemen simpel yang bekerja secara sejajar. Elemen-elemen ini berdasarkan gagasan sistem saraf biologis. Koneksi antara elemen satu dengan elemen lainnya sangat mempengaruhi fungsi jaringan. Kita dapat melatih jaringan saraf untuk menjalankan fungsi khusus dengan menyinkronkan nilai bobot antara elemen satu dengan elemen lainnya. Biasanya jaringan saraf dilatih sehingga *input* mengarah ke *output* target yang telah ditentukan, sampai keluaran jaringan sesuai dengan target. Biasanya banyak pasangan *input*/target digunakan, dalam pembelajaran yang terawasi (*supervised learning*) untuk melatih jaringan.

2.5.1. Definisi Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan saraf tiruan yaitu intelegensia buatan dengan kemampuan yang dimiliki selayaknya otak manusia yang dapat memproses sebuah masukan menjadi sebuah keluaran berupa informasi penting, hasil kompleksitas merupakan proses pengolahan sedemikian rupa di dalam otak manusia (Budiharto & Suhartono, 2014). Di dalam buku Identifikasi Pola Sinyal Dengan Menggunakan Teknik *Neural network* karya Saludin Muis tahun 2009, McCulloch dan Pitts menggambarkan secara matematis masukan x_0, x_1, \dots, x_n dan bobotnya w_0, w_1, \dots, w_n serta fungsi aktivasi f sigmoid sebagai prinsip dasar cara kerja jaringan saraf tiruan (Muis, 2009).

Dari hasil pengembangan model di atas jaringan saraf tiruan mengasumsikan beberapa hal sebagai berikut:

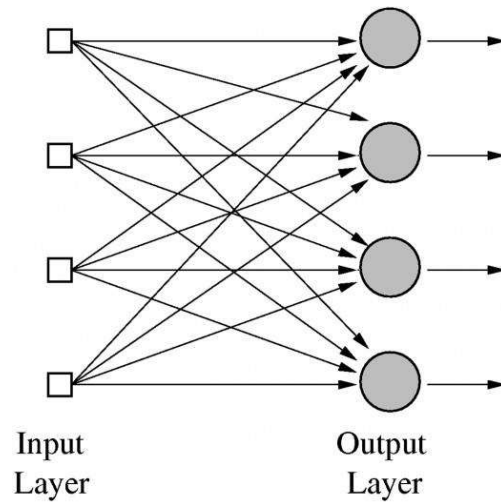
1. Neuron adalah elemen-elemen yang terdapat dalam jaringan saraf tiruan yang dapat memproses informasi.
2. Neuron berhubungan satu sama lain dilewati oleh sinyal-sinyal sebagai jembatan.
3. Sinyal yang melewati jembatan antara dua neuron bobotnya akan dikalikan.
4. Keluaran dari neuron bergantung pada fungsi aktivasi yang dimiliki tiap neuron.

2.5.2. Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan

Arsitektur jaringan saraf tiruan adalah suatu algoritma belajar yang digunakan pada saat pelatihan jaringan. Arsitektur jaringan dibagi menjadi 3 tipe berbeda sebagai berikut:

2.5.2.1. Jaringan Layar Tunggal

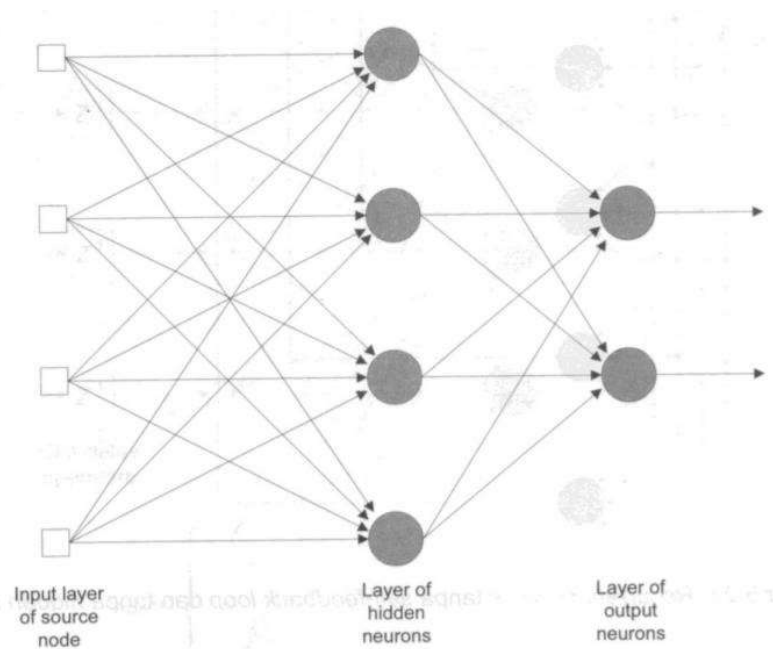
Arsitektur jaringan yang hanya berlapis *input layer* dan node sumber yang diimplementasikan ke dalam suatu *ouput layer* (Rosa & Shalahuddin, 2013).



Gambar 2. 5 Jaringan Layar Tunggal

2.5.2.2. Jaringan Layar Majemuk

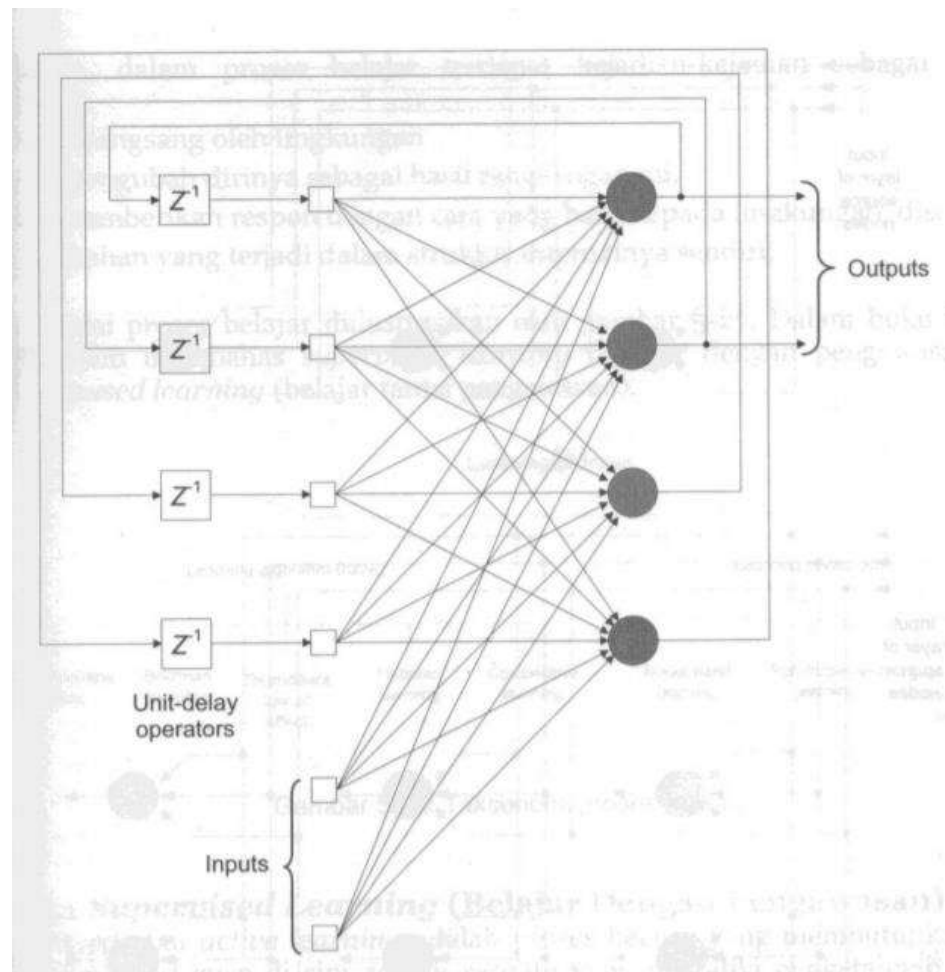
Arsitektur jaringan yang mempunyai satu atau lebih *hidden layer* (lapis tersembunyi), jaringan ini merupakan perluasan dari jaringan layar tunggal (Rosa & Shalahuddin, 2013).



Gambar 2. 6 Jaringan Layar Majemuk

2.5.2.3. Jaringan *Recurrent*

Arsitektur jaringan yang lapisan neuronnya melakukan *feedback loop* atau *ouput* yang dikeluarkan oleh neuron dijadikan sebagai *input* pada neuron selanjutnya (Rosa & Shalahuddin, 2013).



Gambar 2. 7 Jaringan *Recurrent*

2.5.3. Paradigma Pembelajaran Jaringan Saraf Tiruan

Suatu nilai dari jaringan saraf tiruan dapat secara terus-menerus memengaruhi nilai bobot w selama proses pembelajaran berlangsung. Proses pembelajaran jaringan saraf tiruan adalah sebagai berikut:

1. Algoritma Pembelajaran
 - a) *Hebbian*
 - b) *Perceptron*
 - c) *Delta*
 - d) *Widrow-Hoff*
 - e) *Correlation*
 - f) *Winner-take-all*
 - g) *Outstar*
2. Paradigma Pembelajaran
 - a) Pembelajaran Terawasi (*Supervised Learning*)
 - b) Pembelajaran Tidak Terawasi (*Unsupervised Learning*)

2.6. *Matrix Laboratory* (Matlab)

Matlab adalah bahasa tingkat tinggi untuk perhitungan teknis. Matlab mengintegrasikan kalkulasi, pencitraan, dan pemrograman yang *simple* digunakan pada persoalan yang sulit dan penyelesaian yang didapat dinyatakan dalam notasi matematika yang sudah dikenal. Perangkat lunak dengan bahasa pemrograman generasi keempat yang mengandalkan kemampuan aljabar komputer. Matlab

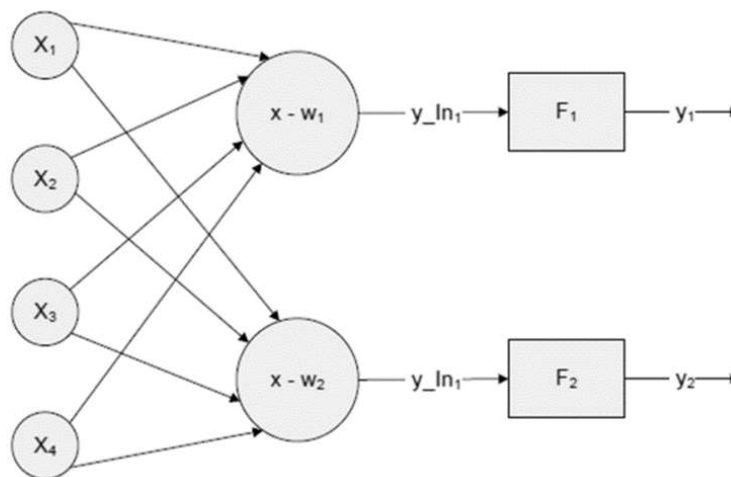
biasanya dipakai oleh peneliti untuk menyelesaikan permasalahan dalam model jaringan saraf tiruan, mulai dari program simpleks hingga kompleks salah satu contohnya dipakai dalam menyelesaikan pengolahan citra yang melibatkan matriks dan *vector* (Siang, 2009). Penggunaan Matlab meliputi:

- 1) Matematika dan perhitungan.
- 2) Pengembangan algoritma.
- 3) Pengambilan data.
- 4) Pemodelan, simulasi, dan penciptaan *prototype*.
- 5) Analisis, pengkajian, dan visualisasi data.
- 6) Diagram ilmiah dan teknik.
- 7) Pengembangan aplikasi, termasuk pembangunan antarmuka pengguna grafis.

Matlab adalah sistem pembelajaran yang elemen datanya adalah *array* yang tidak memerlukan dimensi. Hal ini mengharuskan perumusan solusi untuk banyak masalah perhitungan teknis, seperti masalah yang melibatkan representasi matriks, hanya memerlukan waktu yang sedikit untuk menulis sebuah program ke dalam bahasa non-skalar seperti C atau Fortran. Matlab adalah singkatan dari *matrix laboratory*. Matlab adalah alat komputasi standar untuk pengenalan dan lanjutan dalam pelajaran matematika, teknik, dan sains. Dalam industri, Matlab adalah alat komputasi pilihan untuk eksperimen, pembangunan, dan analisis. Matlab dilengkapi dengan serangkaian aplikasi untuk solusi masalah pemrosesan gambar *digital*, pemrosesan sinyal, jaringan saraf tiruan, logika *fuzzy*, dan lain-lain.

2.7. Model Jaringan Saraf Tiruan

Model jaringan saraf tiruan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Learning Vector Quantization* (LVQ). LVQ merupakan jaringan saraf tiruan yang mengklasifikasikan pola dimana masing-masing *unit* keluaran mempresentasikan atau mewakili kelas atau kategori tertentu. Jadi LVQ adalah sebuah prosedur untuk mengklasifikasikan pola serta memiliki masukan dan keluaran yang mewakili kelas atau kategori tersendiri. Jaringan yang serupa dengan jaringan saraf LVQ adalah jaringan saraf Kohonen, hanya saja jaringan tersebut tidak menggunakan paradigma pembelajaran terawasi seperti LVQ (Haldar & Mishra, 2016). Menurut jurnal Analisis Dekomposisi Wavelet Pada Pengenalan Pola Lurik Dengan Metode *Learning Vector Quantization*, LVQ merupakan tipe arsitektur jaringan yang terdiri atas *unit* masukan dan *unit* keluaran, suatu metode yang melakukan pembelajaran pada lapisan kompetitif terawasi (*supervised*) (Robi'in, 2017). Bobot *vector* sebuah keluaran dihasilkan dari *training*, lalu LVQ akan mengklasifikasikan bobot *vector* keluaran tersebut dengan bobot *vector* yang mendekati (Solichin & Rahman, 2015).



Gambar 2. 8 Arsitektur Jaringan LVQ

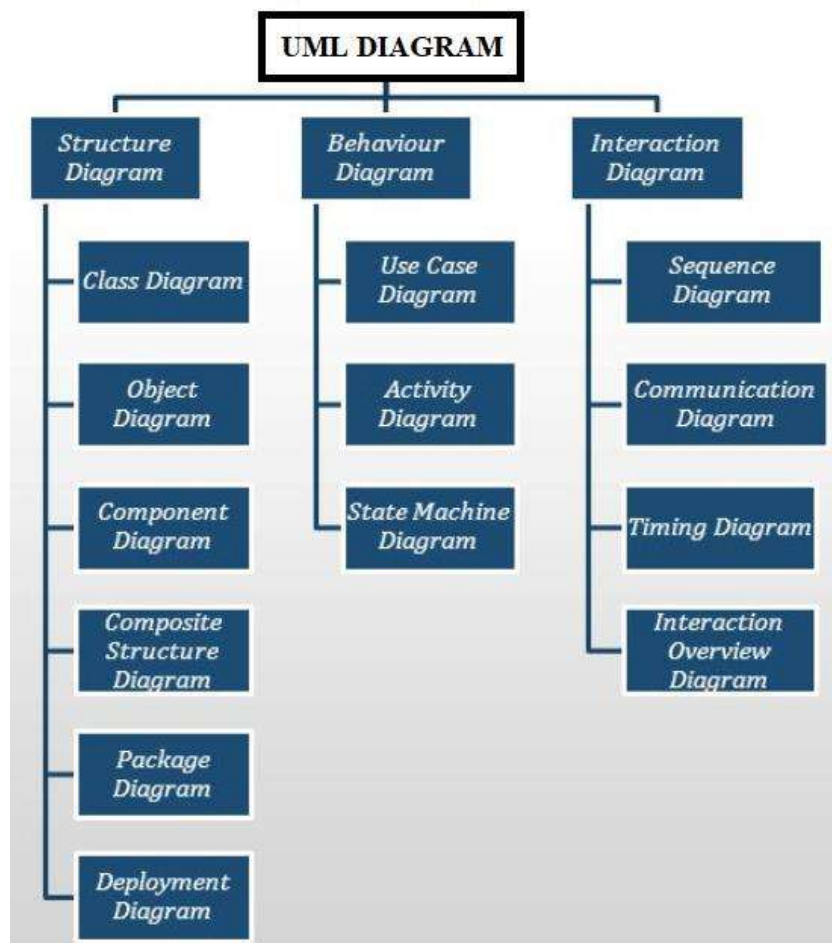
Algoritma LVQ, yaitu sebagai berikut:

- a. Tentukan: nilai (W), batas *epoch* yang paling tinggi (*max.epoch*), batas *error* paling rendah yang diharapkan (*eps*), tingkat belajar atau *learning rate* (α).
- b. Masukkan:
 - 1) Nilai masukan: $X(m,n)$;
 - 2) Nilai tujuan atau target : $T(1,n)$.
- c. Tentukan status mula:
 - 1) $epoch = 0$;
 - 2) $error = 1$.
- d. Kerjakan apabila ($epoch < max.epoch$) ataupun ($\alpha > eps$):
 - 1) $epoch = epoch + 1$;
 - 2) $i = 1$ hingga .
- e. Tentukan J sedemikian hingga $X - W_j$ minimal (sebagai C_j).
- f. Merubah W_j dengan ketentuan:
 - 1) jika $T = C_j$ maka: $W_j(\text{baru}) = W_j(\text{lama}) + \alpha(x - W_j(\text{lama}))$;
 - 2) jika $T \neq C_j$ maka: $W_j(\text{baru}) = W_j(\text{lama}) - \alpha(x - W_j(\text{lama}))$.

2.8. Unified Modeling Language (UML)

Unified Modeling Language merupakan suatu teknik yang digunakan untuk mendeskripsikan bagaimana sebuah sistem berorientasi objek digunakan oleh pengguna sistem (Rosa & Shalahuddin, 2013).

Ada 3 kelompok yang terdiri dari 13 jenis diagram UML, visualisasi pembagian kelompok diagram di bawah ini.

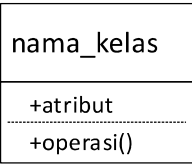




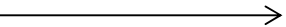



Gambar 2. 9 UML Diagram

Berikut deskripsi beserta simbol-simbol dari 4 diagram yang biasanya digunakan dalam membangun sistem:

2.8.1. Class Diagram






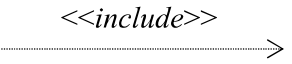
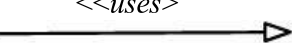
Tabel 2. 1 Class Diagram

Simbol	Deskripsi
<p>Kelas / class</p> 	<p>Sebuah struktur <i>class</i> pada sistem yang memiliki 3 bagian, bagian pertama yaitu nama dari <i>class</i>, bagian kedua yaitu atribut <i>class</i>, bagian ketiga yaitu operasi/metode <i>class</i>.</p>
<p>Antarmuka / interface</p> 	<p>Simbol yang didefinisikan sebagai antarmuka.</p>
<p>Asosiasi / association</p> 	<p><i>Association</i> adalah sebuah jembatan untuk menghubungkan 2 <i>class</i>. <i>Association</i> berbentuk garis antara kedua kelas yang memiliki 3 fungsi (multiplisitas) yaitu: <i>one-to-one</i>, <i>one-to-many</i>, <i>many-to-many</i>.</p>
<p>Asosiasi / directed association</p> 	<p><i>Direct association</i> adalah jembatan pemandu suatu <i>class</i> menuju <i>class</i> lainnya. <i>Direct association</i> berbentuk anak panah yang juga memiliki 3 fungsi (multiplisitas).</p>
<p>Generalisasi / generalization</p> 	<p><i>Generalization</i> adalah penghubung antar dua kelas berbeda.</p>
<p>Kebergantungan / dependency</p> 	<p><i>Dependency</i> adalah penghubung antar <i>class</i> yang saling membutuhkan satu sama lain.</p>
<p>Agregasi / aggregation</p> 	<p><i>Aggregation</i> adalah penghubung yang mengindikasikan hubungan antar kelas dalam sistem secara keseluruhan.</p>

Sumber: (Rosa & Shalahuddin, 2013)

2.8.2. Use Case Diagram



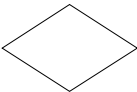


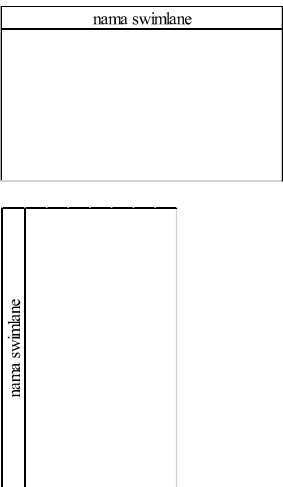
Tabel 2. 2 Use Case Diagram

Simbol	Deskripsi
<p>Use case</p> 	<p><i>Use case</i> berfungsi sebagai identitas dari <i>unit/actor</i> yang berbentuk lingkaran <i>elips</i> dan berisi nama <i>use case</i> di dalam lingkaran tersebut, biasanya menggunakan kata kerja.</p>
<p>Aktor / actor</p>  <p>nama aktor</p>	<p><i>Actor</i> adalah <i>user</i>, digambarkan seperti manusia yang akan menggunakan sebuah sistem informasi. Nama <i>actor</i> menggunakan kata benda.</p>
<p>Asosiasi / association</p> 	<p><i>Association</i> adalah jembatan berbentuk garis sebagai penghubung antara <i>use case</i> dengan <i>actor</i>.</p>
<p>Ektensi / extend</p> 	<p><i>Extend</i> adalah penghubung tambahan ke arah <i>use case</i> yang memiliki nama sama seperti nama <i>use case</i>.</p>
<p>Generalisasi / generalization</p> 	<p><i>Generalization</i> adalah penghubung antara dua <i>use case</i> yang bersifat umum dan khusus.</p>
<p>Menggunakan / include / uses</p>  	<p><i>Include/uses</i> adalah jembatan penghubung antara <i>use case</i> dan <i>use case</i> tambahan.</p>

Sumber: (Rosa & Shalahuddin, 2013)

2.8.3. Activity Diagram


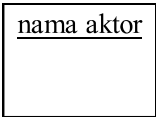

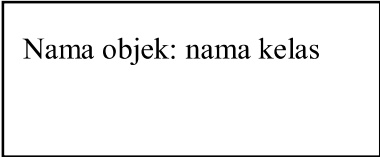

Tabel 2. 3 Activity Diagram

Simbol	Deskripsi
Simbol awal 	Titik awal sistem.
Aktivitas / activity 	<i>Activity</i> adalah kegiatan yang dilakukan system.
Percabangan / decision 	<i>Decision</i> adalah pilihan untuk keputusan lebih dari satu.
Penggabungan / join 	<i>Join</i> adalah sebuah jembatan yang menggabungkan dua kegiatan yang paralel menjadi satu.
Status akhir 	Titik akhir sistem.
Swimlane 	<i>Swimlane</i> sebagai tempat untuk mendeskripsikan badan penanggungjawab kegiatan di dalam sistem.

Sumber: (Rosa & Shalahuddin, 2013)

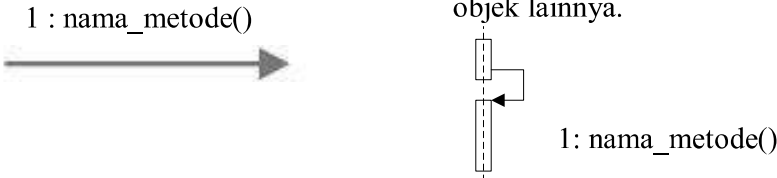

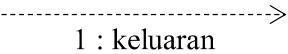
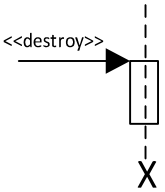

2.8.4. Sequence Diagram

Tabel 2. 4 Sequence Diagram

Simbol	Deskripsi
<p>Aktor</p>  <p>nama aktor</p> <p>Atau</p> 	<p><i>Actor</i> adalah <i>user</i>, digambarkan seperti manusia yang akan menggunakan sebuah sistem informasi. Nama <i>actor</i> menggunakan kata benda.</p>
<p>Garis hidup / lifeline</p> 	<p><i>Lifeline</i> berbentuk garis putus-putus <i>vertical</i> dari sebuah objek yang mengindikasikan keberadaan objek tersebut.</p>
<p>Objek</p>  <p>Nama objek: nama kelas</p>	<p>Objek adalah instansi dari sebuah <i>class</i> yang dapat berkomunikasi dengan <i>actor</i>.</p>
<p>Waktu aktif</p> 	<p>Waktu aktif menggambarkan sebuah objek sedang melakukan interaksi, aksi atau kegiatan.</p>

Sumber: (Rosa & Shalahuddin, 2013)

Tabel 2. 4 (Lanjutan) 1

Simbol	Deskripsi
<p>Pesan tipe <i>call</i></p> 	<p>Pesan tipe <i>call</i> adalah pesan yang mengidinkasikan objek untuk memanggil objek itu sendiri ataupun objek lainnya.</p>
<p>Pesan tipe <i>send</i></p> 	<p>Pesan tipe <i>send</i> adalah anak panah antara dua objek yang mengidinkasikan pengiriman pesan berupa masukan dari objek ke objek lainnya.</p>
<p>Pesan tipe <i>return</i></p> 	<p>Pesan tipe <i>return</i> adalah anak panah antara dua objek yang mengidinkasikan pengiriman pesan berupa keluaran hasil dari proses kepada objek penerima.</p>
<p>Pesan tipe <i>destroy</i></p> 	<p>Pesan tipe <i>destroy</i> adalah anak panah dari objek yang bertugas mengesekusi objek lainnya.</p>
<p>Pesan tipe <i>create</i></p> 	<p>Pesan tipe <i>create</i> adalah interaksi berupa komunikasi antar objek-objek. Berbentuk anak panah yang menuju objek.</p>

Sumber: (Rosa & Shalahuddin, 2013)

2.9. Penelitian Terdahulu

Adapun beberapa referensi dari jurnal penelitian terdahulu sebagai berikut:

1. Lovneet Kaur, dan Rekha Bhatia. *An Indian Coin Recognition System Using Artificial Neural Networks*. Jurnal Internasional *Journal of Computer Science and Information Technologies*, 2014, Vol. 5 No.5, ISSN: 0975-9646. Koin adalah bagian penting dari hidup kita, koin digunakan di mana saja seperti di bank, toko kelontong, supremarket, bus, kereta api, dan sebagainya. Jadi peneliti memiliki keinginan agar koin didiagnosis secara mekanis dan dapat dikenali oleh komputer. Mesin harus mampu memahami dengan baik karena bergantung pada akurasi pengenalan (Kaur & Bhatia, 2014).
2. Rajat Halder, Pankaj Kumar Mishra. *Learning Vector Quantization (LVQ) Neural network Approach for Multilingual Speech Recognition*. Jurnal Internasional *Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, May 2016, Vol. 3 No.5, p-ISSN: 2395-0072, e-ISSN: 2395 -0056. Pidato adalah cara yang paling terkenal dan efisien untuk berbicara dan berinteraksi dengan setiap orang yang berbeda. Pidato juga merupakan media yang bermanfaat untuk terhubung ke sistem. Penelitian menyajikan teknik untuk pengenalan pidato & bahasa identitas bahasa India. Pengenalan pidato & identifikasi bahasa untuk bahasa Bengali, Chhattisgarhi, Inggris dan Hindi dengan menggunakan pengenalan *Learning Vector Quantization (LVQ) Neural community* dan *Particle Swarm Optimization (PSO)* (Halder & Mishra, 2016).

3. Hendri. *Character recognition* Dengan Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan. Jurnal TIMES, 2014, Vol. III No. 2 : 1-5, ISSN: 2337 – 3601. Jaringan saraf tiruan digunakan untuk proses pembelajaran pada otak manusia, proses *character recognition* merupakan satu dari berbagai cara proses pembelajaran dari pengenalan karakter, pola, gambar, hingga pengenalan suara (Hendri, 2014).
4. Achmad Solichin, Zulfikar Rahman. Identifikasi Plat Nomor Kendaraan Berbasis *Mobile* dengan Metode *Learning Vector Quantization*. Jurnal TICOM, Mei 2015, Vol.3 No.3, ISSN: 2302-3252. Pada penelitian ini, diciptakan sebuah perangkat lunak berbasis *mobile* yang teridentifikasi dengan kaidah *Optical Character recognition* (OCR) dan *Automatic Number Plat Recognition* (ANPR) dari kendaraan berdasarkan angka kendaraan yang diambil secara pribadi menggunakan kamera, guna memudahkan penggunaanya dalam mengakses data berupa keterangan tentang biaya pajak alat transportasi, serta tanggal batas pembayaran pajak (Solichin & Rahman, 2015).
5. Dea Delia Lestari, Bambang Hidayat, dan Nur Andini. Perancangan Pengenal Kata dalam Aksara Sunda Menggunakan Metode Deteksi Tepi dan LVQ Berbasais Pengolahan Citra Pada Android. Jurnal *e-Proceeding of Engineering*, Agustus 2015, Vol.2 No.2, ISSN: 2355-9365. Penelitian ini, dibuat sebuah aplikasi yang didesain guna mengidentifikasi aksara sunda dengan memakai aplikasi *Eclipse* dan *OS* Android. *Software* yang dapat mempermudah pengenalan aksara sunda, selain mempermudah

pembelajaran, melalui *software* ini aksara sunda bisa terus terjaga kelastariannya (Lestari et al., 2015).

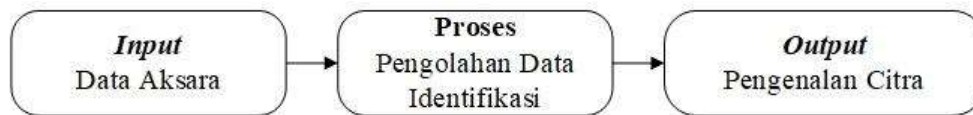
6. Johannes Sitorus. Perancangan Aplikasi Pengenalan Pola Huruf Aksara Batak Toba Menerapkan *Metode Direction Feature Extraction* (DFE). Jurnal Riset Komputer (JURIKOM), Desember 2015, Vol. 2 No. 6, ISSN: 2407-389X. Perancangan sebuah *software* yang didesain memakai sebuah jaringan saraf dengan menggunakan kaidah *direction feature extraction* (DFE) yang bisa mengidentifikasi pola alfabet dari Aksara Batak Toba dengan taraf ketelitian yang memuaskan dengan memakai bahasa pemrograman Visual Basic 6.0 (Sitorus, 2015).
7. Bambang Robi'in. Analisis Dekomposisi Wavelet Pasa Pengenalan Pola Lurik Dengan Metode *Learning Vector Quantization*. Jurnal ILKOM Jurnal Ilmiah, Agustus 2017, Vol. 9 No. 2, p-ISSN: 2087-1716, e-ISSN: 2548-7779. Kain lurik dirancang menggunakan corak barlarik, kotak-kotak namun mempunyai corak yang sangat rumit melihat perbedaan antara corak dengan yang lain. Pada penelitian ini, identifikasi pola dilakukan menggunakan membentuk jaringan saraf tiruan menggunakan metode *Learning Vector Quantization* (LVQ) agar dapat mengenali pola dari kain lurik dengan tingkat akurasi yang tinggi (Robi'in, 2017).
8. Hotma Pangaribuan, Nanda Jarti. Aplikasi Pengenalan Aksara Batak Berbasis Android Menggunakan API *Gesture*. Jurnal ISD, Juli-Desember 2017, Vol.2 No.2, p-ISSN: 2477-863X, e-ISSN: 2528-5114. Peneliti bertujuan membangun aplikasi berbasis android dengan menggunakan antarmuka

pemrograman aplikasi (API) menggunakan model *gesture* yang dapat menerjemahkan istilah-kata dan kalimat bahasa Indonesia ke dalam aksara batak toba pada perangkat *mobile* penggunaanya (Pangaribuan & Jarti, 2017).

9. Imam Solikin. Implementasi Penggunaan *Smartphone Android* untuk *Control PC (Personal Computer)*. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT (JPIT)*, Mei 2018, Vol.03 No.02, ISSN: 2477-5126, e-ISSN: 2548-9356. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan sistem yang dapat mengatur komputer pribadi pengguna sehingga memudahkan dalam melaksanakan penyajian slide dari jarak jauh (Solikin, 2018).
10. Irvan Faturrahman, Arini, dan Fitri Mintarsih. Pengenalan Pola Huruf Hijaiyah Khat Kufi Dengan Metode Deteksi Tepi *Sobel* Berbasis Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation*. *Jurnal Teknik Informatika*, April 2019, Vol. 11 No. 1, pISSN: 1979-9160, e-ISSN: 2549-7901. Peneliti menjalankan proses peniruan sosialisasi pola huruf hijaiyah khat kufi memakai deteksi tepi sobel serta jaringan saraf tiruan *backpropagation* dikarenakan khat kufi mempunyai corak alfabet hijaiyah yang unik berwujud kotak. Sudah ada penelitian yg membahas pengenalan huruf hijaiyah tetapi penelitian untuk spesifik khat belum pernah ada (Faturrahman et al., 2019).

2.10. Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran adalah hubungan dari beberapa faktor yang saling mempengaruhi hasil dalam pelaksanaan penelitian (Solikin, 2018). Berikut visualisasi kerangka pemikiran sistem pengenalan pola aksara batak karo:



Gambar 2. 10 Kerangka Pemikiran

Keterangan:

1. *Input*

Data Aksara yang sudah didapatkan dari proses akuisisi berbentuk citra atau gambar *digital*. Ada 168 gambar masukan yang akan dibagi menjadi 2 bagian, proses pelatihan terdiri dari 105 gambar disebut citra latih, dan proses pengujian terdiri dari 63 gambar disebut citra uji.

2. Proses

a. Pengolahan Data

Data citra latih sebanyak 105 gambar akan di proses pada *pre-processing*, terdiri dari proses konversi warna, *thresholding*, deteksi tepi, dan *resize* citra. Setelah dilakukan *pre-processing*, data hasil proses akan disimpan dalam *file .mat*.

b. Identifikasi

Proses identifikasi terdiri dari proses pelatihan dan pengujian. Dimana proses pelatihan dengan jaringan saraf tiruan metode *Learning Vector*

Quantization (LVQ) yang akan dilakukan menggunakan data citra latih dalam *file .mat.* yang sudah diproses melalui *pre-processing.* Selanjutnya dilakukan proses pengujian dengan menggunakan data citra uji.

3. *Output*

Pengenalan citra adalah proses setelah melakukan pengujian, maka sistem akan mengeluarkan hasil pembacaan atau pengenalan berupa huruf aksara batak karo.

BAB III METODE PENELITIAN


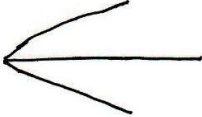
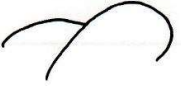
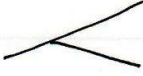
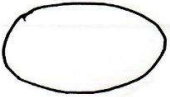
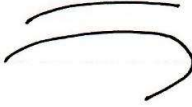


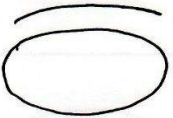
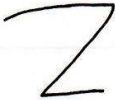

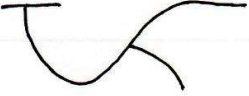


3.1. Data

Data adalah kumpulan informasi berupa fakta yang didapatkan dari proses observasi yang mendalam dan masih memerlukan proses pengolahan terhadap data tersebut, kumpulan data yang kompleks dapat menjadi sebuah *database*. Terdapat 8 versi tulisan tangan dari 21 huruf aksara batak karo, 8 versi tulisan tangan tersebut didapatkan dari data berupa kolom yang sudah diisi oleh koresponden dan diaplikasikan sebagai masukan proses identifikasi pola aksara batak karo. Data yang berjumlah 168 gambar diperoleh dari setiap versi tulisan tangan yang berbeda akan dibagi menjadi 2 bagian yaitu data citra latih berjumlah 105 gambar untuk proses pelatihan dengan menggunakan *Learning Vector Quantization* dan data citra uji berjumlah 63 gambar untuk proses pengujian. Contoh kolom isi koresponden dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

	HA		JA
--	----	--	----

Gambar 3. 1 Kolom Isi Koresponden

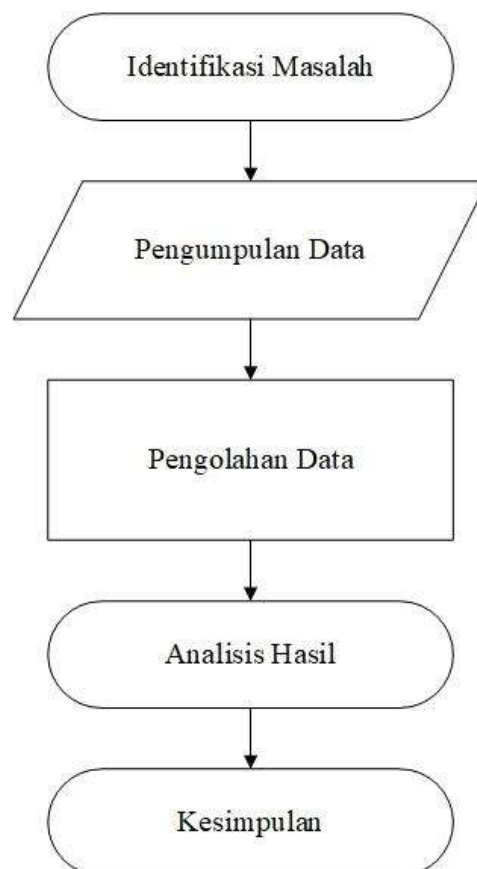
Contoh versi tulisan tangan yang diaplikasikan dalam proses identifikasi pola dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

	HA		JA
	KA		DA
	BA		PA
	PA		TA
	MA		SA
	WA		WA
	GA		YA

Gambar 3. 2 Tulisan Tangan Aksara Batak Karo

3.2. Desain Penelitian

Desain penelitian merupakan kumpulan dari proses secara keseluruhan dari penelitian, biasanya disajikan dalam bentuk grafik menarik yang menggambarkan proses penelitian dari awal hingga akhir diantaranya mencakup proses perencanaan dan pelaksanaan proses. Rancangan atau desain penelitian merupakan gambaran dari metode yang digunakan dalam subjek penelitian yang berkaitan dengan variabel yang diteliti dan mencakup isi dari abstrak (Dantes, 2012).



Gambar 3. 3 Desain Penelitian

3.2.1. Identifikasi Masalah

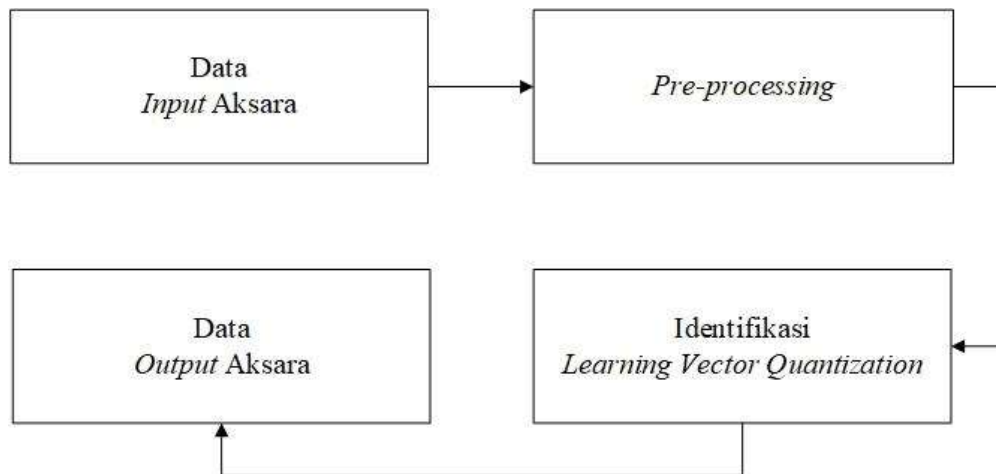
Pemahaman secara menyeluruh dari permasalahan dalam pembuatan sistem pengenalan pola aksara batak karo agar mengetahui langkah-langkah apa saja yang harus dilakukan untuk membuat sistem tersebut berjalan sesuai dengan yang diharapkan.

3.2.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara memberikan kertas berisi tabel berupa kolom-kolom kepada 8 koresponden, lalu setiap koresponden mengisi kolom-kolom tersebut dengan 21 karakter aksara batak karo. Tulisan tangan yang terkumpul dari 8 koresponden tersebut kemudian diolah ke dalam proses akuisisi, yaitu dengan memindai gambar aksara menggunakan mesin pemindai atau *scanner* sehingga gambar analog menjadi gambar *digital*. Citra aksara hasil akuisisi adalah sebanyak 168 gambar, selanjutnya dijadikan sebagai data masukan yang terbagi menjadi data citra latih dan data citra uji, lalu dilakukan proses pengolahan data.

3.2.3. Pengolahan Data

Mengolah data citra latih sebanyak 105 gambar dalam proses *pre-processing* yang terdiri dari proses konversi warna dari RGB menjadi *grayscale* menjadi biner, proses *thresholding*, proses deteksi tepi, dan proses *resize* citra.



Gambar 3. 4 Diagram Pengolahan Data

3.2.3.1. Data Input Aksara

Data *input* aksara merupakan gambar yang disimpan dalam *file* citra latih yang didapatkan dari proses akuisisi berjumlah 105 gambar aksara batak karo.

3.2.3.2. Pre-processing

Pre-processing merupakan proses pengolahan data mentah menjadi data yang berkualitas sebagai *input* atau masukan yang baik untuk proses identifikasi yaitu pelatihan dan pengujian. Data yang berkualitas akan mengeluarkan hasil yang berkualitas pula.

Pre-processing meliputi beberapa tahap, yaitu:

- 1) Konversi warna yaitu proses mengubah citra berwarna (RGB) menjadi citra *grayscale* (aras keabuan) lalu kemudian diubah menjadi citra biner (hitam-putih).
- 2) *Thresholding* yaitu proses mengidentifikasi ambang batas aras keabuan dari citra masukan.
- 3) *Edge detection* yaitu proses mengidentifikasi batas tepi dari citra masukan.
- 4) *Resize* citra, yaitu proses mengkonversi ukuran semua citra secara otomatis yang sebelumnya ukuran citra tidak proposional menjadi ukuran yang telah ditentukan yaitu ukuran 32 x 32 piksel.

Masukan yang digunakan dalam proses identifikasi dalam pengenalan pola merupakan hasil dari *pre-processing*.

3.2.3.3. Identifikasi *Learning Vector Quantization*

Proses Identifikasi terdiri dari proses pelatihan dan pengujian. Dalam penelitian ini, metode yang diaplikasikan dalam proses pelatihan yaitu *Learning Vector Quantization* (LVQ). Proses pelatihan dan pengujian menggunakan data yang berbeda, proses pelatihan menggunakan data citra latih berjumlah 105 gambar, sedangkan proses pengujian menggunakan data citra uji berjumlah 63 gambar.

3.2.3.4. Data Output Aksara

Data *output* aksara pada proses pelatihan adalah berupa *file database* bernama *net.mat* yang berisi matriks dan vektor, sedangkan *output* pada proses pengujian adalah berupa huruf aksara hasil pembacaan.

3.2.4. Analisis Hasil

Setelah sistem diimplementasikan maka akan dilakukan pembahasan atau analisis hasil dari keseluruhan proses, apakah sistem pengenalan pola sudah berjalan sesuai dengan yang diharapkan atau belum dengan cara menghitung tingkat kebenaran dalam pembacaan aksara, sehingga didapatkan akurasi pengenalannya.

3.2.5. Kesimpulan

Setelah dilakukan pembahasan atau analisis tentang keseluruhan proses yang ada dalam sistem pengenalan pola, maka akan ditarik beberapa kesimpulan yang bersumber dari analisis tersebut.

3.3. Spesifikasi Perangkat Keras & Perangkat Lunak

Untuk mendukung berhasilnya aplikasi yang akan diimplementasikan maka membutuhkan perangkat keras dan perangkat lunak sebagai berikut:

Berikut perincian perangkat keras yang digunakan dalam implelementasi sistem:

1. *Processor* Intel Core i7-65000 CPU @2.50 GHz.
2. *Memory* RAM 8 GB.
3. *Hardisk* 1 TB.

Berikut perincian perangkat lunak yang digunakan dalam impelementasi sistem:

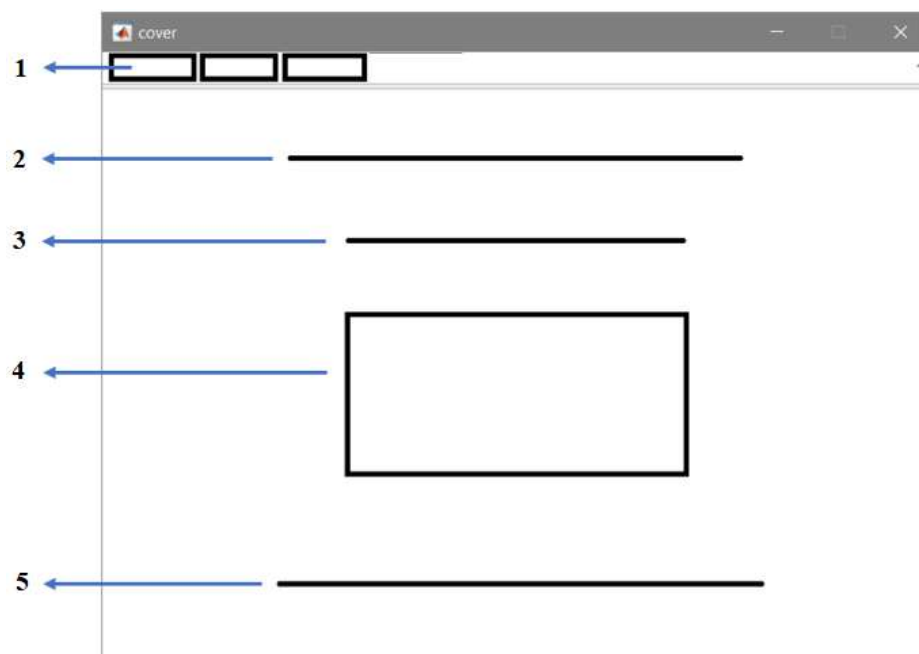
1. Sistem operasi Windows 10 64-bit.
2. Matlab R2016b.
3. *Scanner* Epson L210

3.4. Perancangan *User Interface*

3.4.1. Perancangan Halaman Utama

Halaman Utama adalah halaman pertama dalam sistem pengenalan pola, di dalam halaman ini terdapat 3 menu pilihan yaitu identifikasi, informasi, dan keluar.

Perancangan *user interface* halaman utama sebagai berikut:



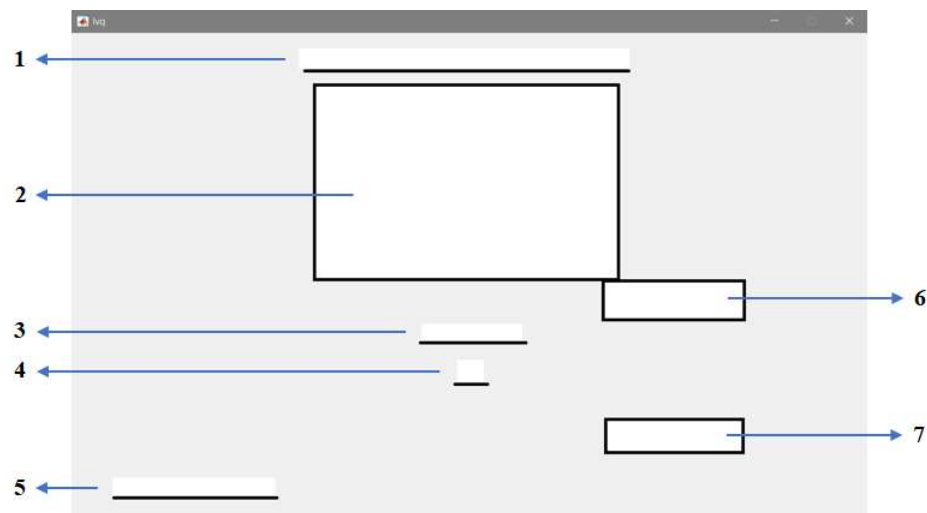
Gambar 3. 5 Perancangan Halaman Utama

Definisi:

1. Menu pilihan : identifikasi, informasi, dan keluar.
2. Titel sistem
3. Nama mahasiswa dan NPM
4. Logo UPB
5. Fakultas, jurusan, universitas, dan tahun ajaran

3.4.2. Perancangan Halaman Identifikasi

Halaman identifikasi adalah halaman pengenalan aksara batak karo, pengguna dapat memilih secara langsung aksara yang ingin dibaca atau dikenali oleh sistem. Perancangan *user interface* halaman identifikasi sebagai berikut:



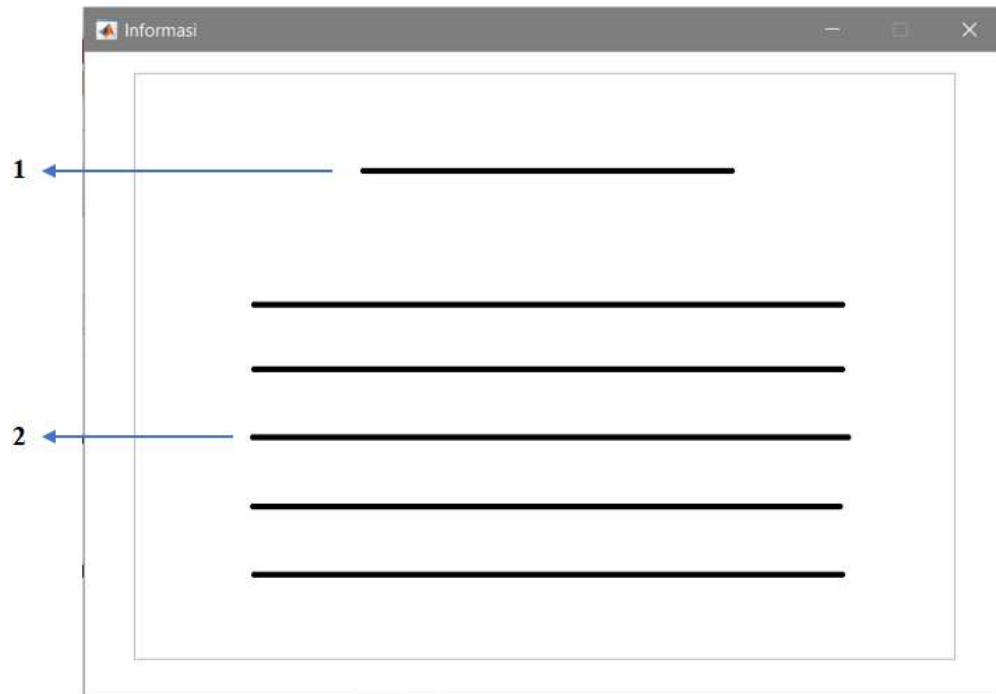
Gambar 3. 6 Perancangan Halaman Identifikasi

Definisi:

1. Titel sistem
2. Gambar aksara
3. Teks: Hasil Pembacaan
4. Huruf aksara
5. Keterangan status pembacaan
6. Tombol Buka Gambar
7. Tombol Baca

3.4.3. Perancangan Halaman Informasi

Halaman informasi adalah halaman berisi informasi tentang pembuat sistem pengenalan pola aksara batak karo. Perancangan *user interface* halaman informasi sebagai berikut:



Gambar 3. 7 Perancangan Halaman Informasi

Definisi:

1. Titel halaman informasi
2. Isi halaman informasi

3.5. Variabel Data Masukan dan Keluaran

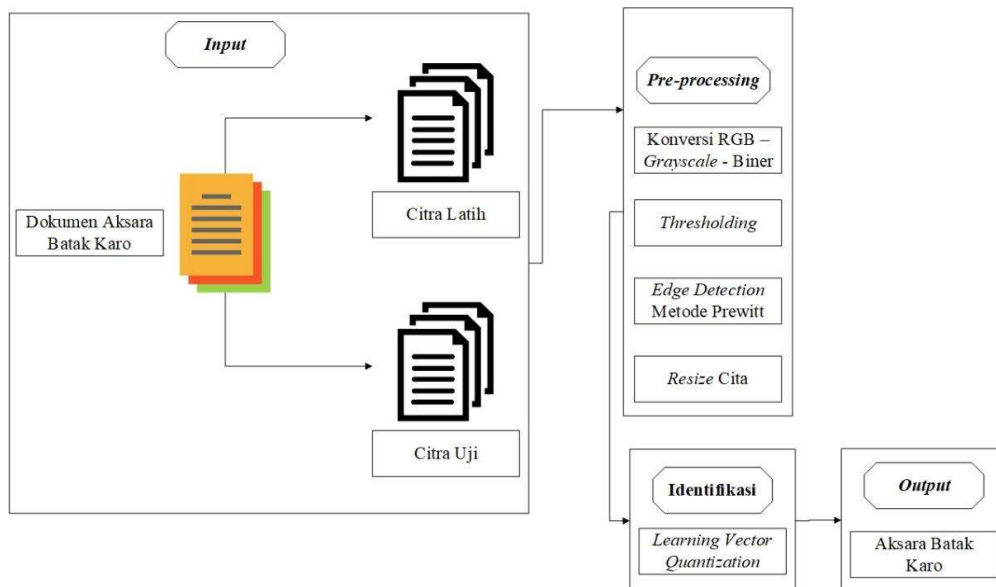
Pada penelitian ini digunakan variabel masukan 21 karakter aksara batak karo yang ditulis tangan dari 8 orang berbeda, kemudian citranya diperoleh dari proses *scanner* sehingga didapatkan 168 gambar aksara, variabel masukan dibagi menjadi 2 bagian, yaitu data citra latih berjumlah 105 gambar dan data citra uji berjumlah 63 gambar. Sedangkan variabel keluaran yaitu berupa huruf aksara batak karo hasil pembacaan dari sistem pengenalan pola.

3.6. Inisialisasi Parameter

Kriteria yang telah ditetapkan digunakan untuk pembelajaran disebut *trainlm*. *Trainlm* merupakan kaidah yang paling tepat diimplementasikan untuk membuat jaringan saraf tiruan. Adapun beberapa nilai kriteria yang harus ditetapkan untuk pelatihan dalam penelitian ini, kriteria tersebut adalah jumlah dari *epoch* dan *hidden layer*.

3.7. Rancangan Arsitektur

Adapun rancangan arsitektur sistem pengenalan pola aksara batak karo dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 3. 8 Rancangan Arsitektur

3.7.1. *Input*

Data *input* berformat .png diimplementasikan ke dalam proses identifikasi yang akan dijalankan oleh sistem. Citra latih merupakan data yang akan diimplementasikan pada identifikasi proses pelatihan, sedangkan citra uji merupakan data yang akan diimplementasikan pada identifikasi proses pengujian.

3.7.2. Pre-processing

Pre-processing merupakan fase awal dalam pengolahan data oleh sistem, yaitu masukan citra latih akan di proses untuk menghasilkan data citra yang dapat diolah pada proses selanjutnya.

3.7.2.1. Konversi Warna

Proses mengubah citra berwarna atau RGB menjadi citra *grayscale* menjadi citra biner, agar memperoleh citra yang dapat dengan mudah diolah pada proses selanjutnya.

3.7.2.2. Thresholding

Proses yang dilakukan untuk mendapatkan nilai ambang batas aras keabuan, yaitu citra yang dihasilkan bernilai biner atau 0 untuk hitam dan 1 untuk putih.

3.7.2.3. Deteksi Tepi

Proses yang dilakukan untuk mendapatkan batas tepi dari citra atau perbatasan antara satu objek dengan objek lain di dalam sebuah citra. Nilai yang didapatkan dari deteksi tepi akan memudahkan proses pelatihan *Learning Vector Quantization* (LVQ).

3.7.2.4. *Resize* Citra

Proses yang dilakukan untuk mempermudah proses pelatihan dengan cara merubah ukuran citra yang sebelumnya tidak proposional menjadi ukuran 32x32 piksel.

3.7.3. Identifikasi

Identifikasi merupakan proses yang terdiri dari 2 bagian yaitu proses pelatihan yang menggunakan data citra latih yang sudah diolah oleh *pre-processing* dan proses pengujian yang menggunakan data citra uji.

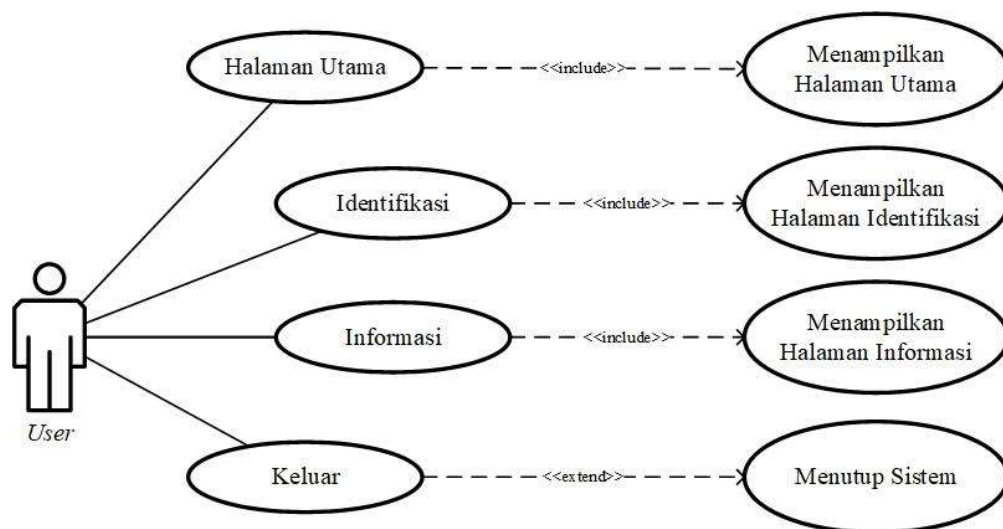
3.7.4. *Output*

Data *output* yang didapatkan menggunakan citra uji pada proses pengujian adalah huruf aksara hasil dari pembacaan aksara batak karo yang dikenali atau tidak dikenali.

3.8. Use Case Diagram

Use case diagram yaitu penggambaran secara visual melalui bentuk diagram tentang kegiatan antara *actor* dan *use case* yang saling bergantung satu sama lain dalam suatu sistem (A. S & Shalahuddin, 2013).

Use case diagram dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



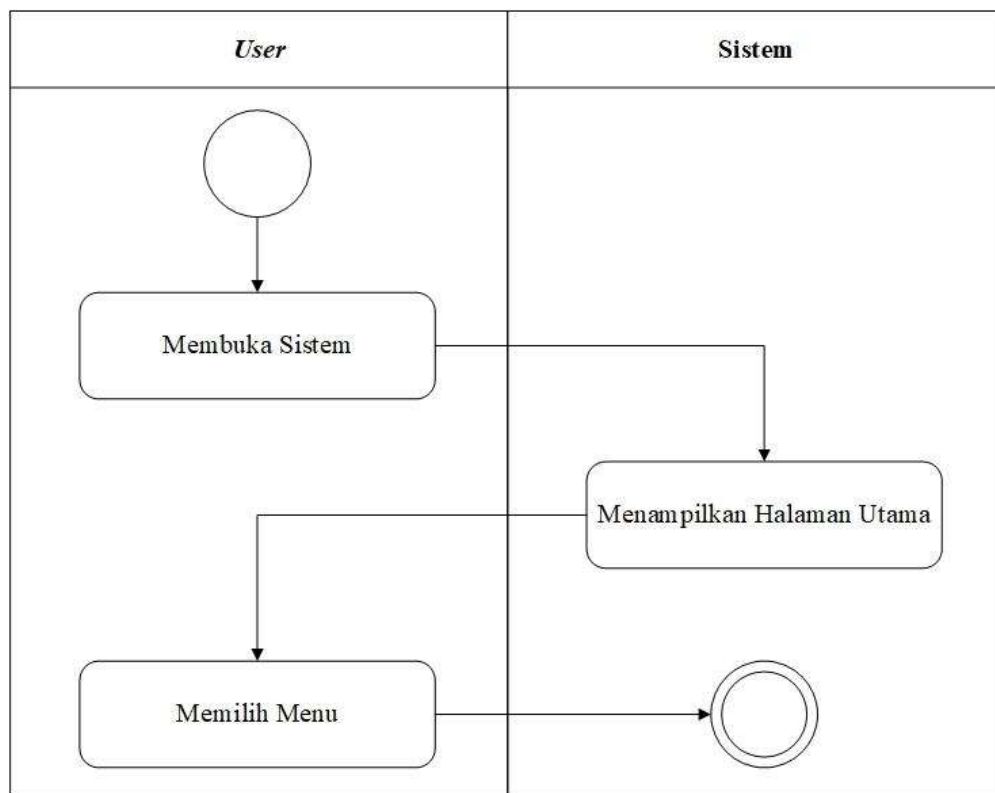
Gambar 3. 9 *Use Case Diagram*

3.9. Activity Diagram

Activity diagram merupakan deskripsi secara visual melalui bentuk diagram tentang alur kegiatan menu-menu yang saling berhubungan dalam sebuah sistem (A. S & Shalahuddin, 2013).

3.9.1. Activity Diagram Halaman Utama

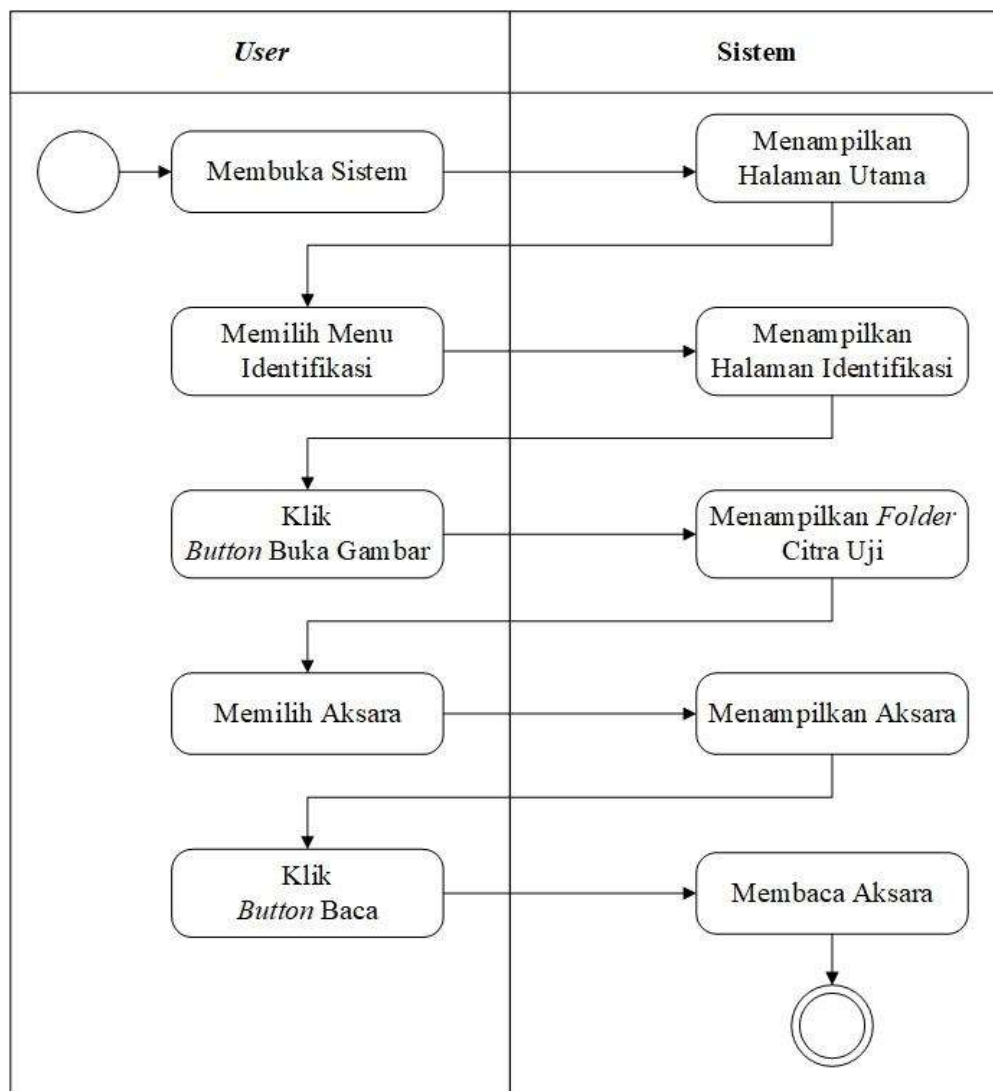
Aktivitas yang dilakukan pada halaman utama yaitu *user* membuka sistem, kemudian sistem menampilkan halaman utama dan *user* dapat memilih pilihan menu yang ingin diproses ke tahap selanjutnya. *Activity diagram* halaman utama dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 3. 10 Activity Diagram Halaman Utama

3.9.2. Activity Diagram Identifikasi

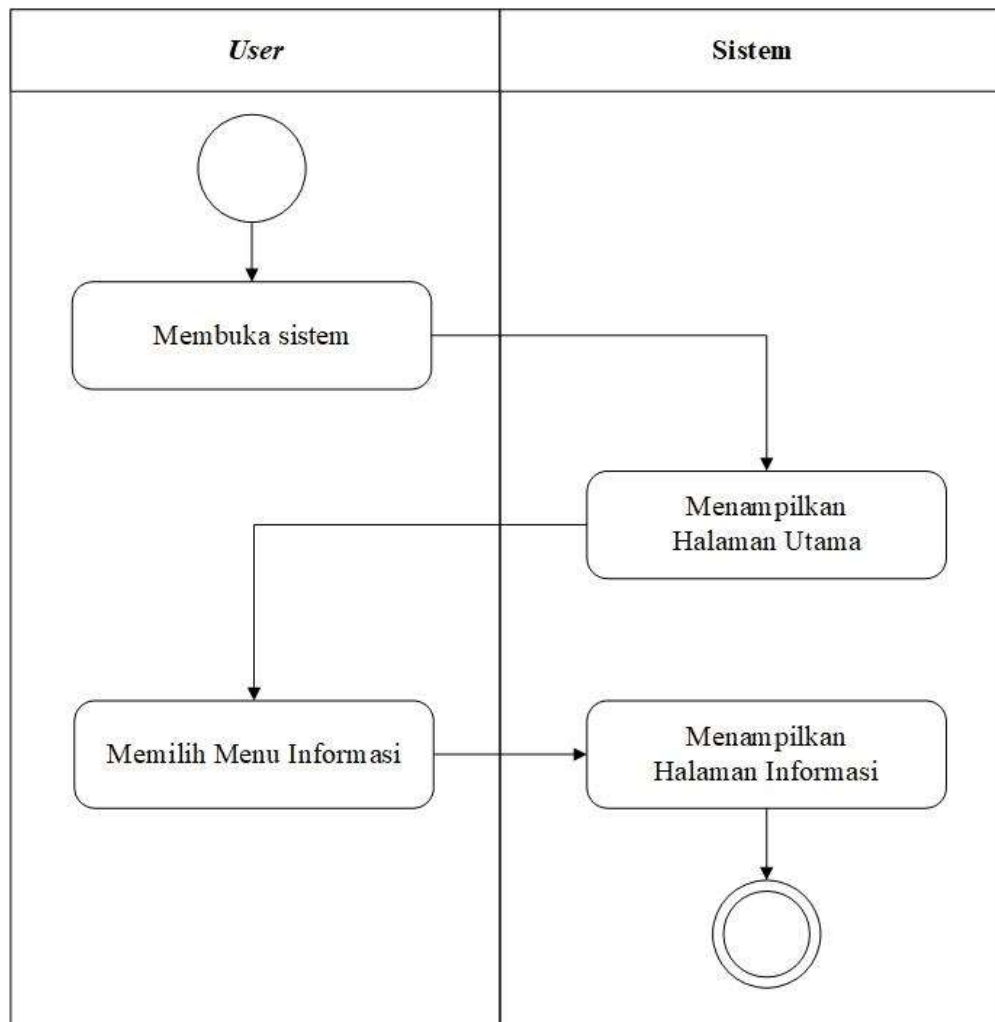
Aktivitas yang dilakukan pada menu identifikasi yaitu *user* membuka sistem, kemudian sistem menampilkan halaman utama dan *user* dapat memilih menu identifikasi, maka sistem akan menampilkan halaman identifikasi, lalu *user* akan memilih aksara batak karo dan sistem akan melakukan proses pembacaan aksara. *Activity diagram* identifikasi dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 3. 11 Activity Diagram Identifikasi

3.9.3. Activity Diagram Informasi

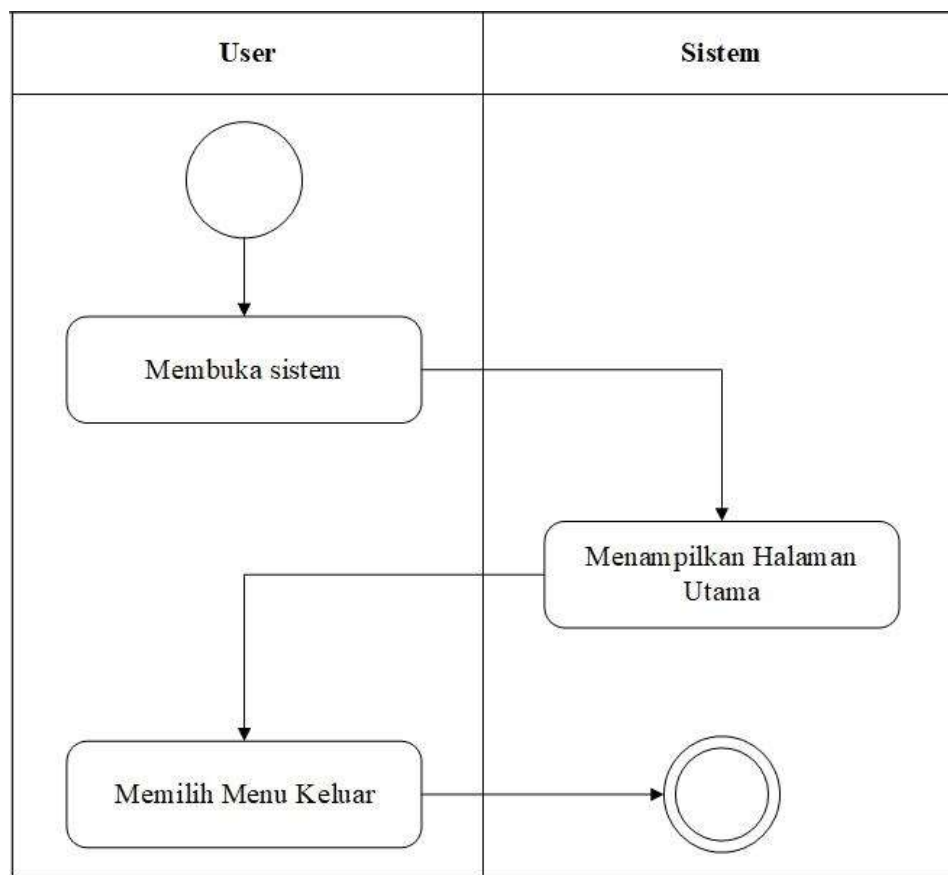
Aktivitas yang dilakukan pada menu informasi yaitu *user* membuka sistem, kemudian sistem menampilkan halaman utama dan *user* dapat memilih menu informasi, maka sistem akan menampilkan halaman yang berisi tentang beberapa informasi dari pembuat sistem pengenalan pola aksara batac karo. *Activity diagram* informasi dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 3. 12 Activity Diagram Informasi

3.9.4. Activity Diagram Keluar

Aktivitas yang dilakukan pada menu keluar yaitu *user* membuka sistem, kemudian sistem menampilkan halaman utama dan *user* dapat memilih menu keluar, maka sistem akan mengakhiri proses, dan menutup sistem. *Activity diagram* keluar dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 3. 13 Activity Diagram Keluar