

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Sejarah Aksara Batak

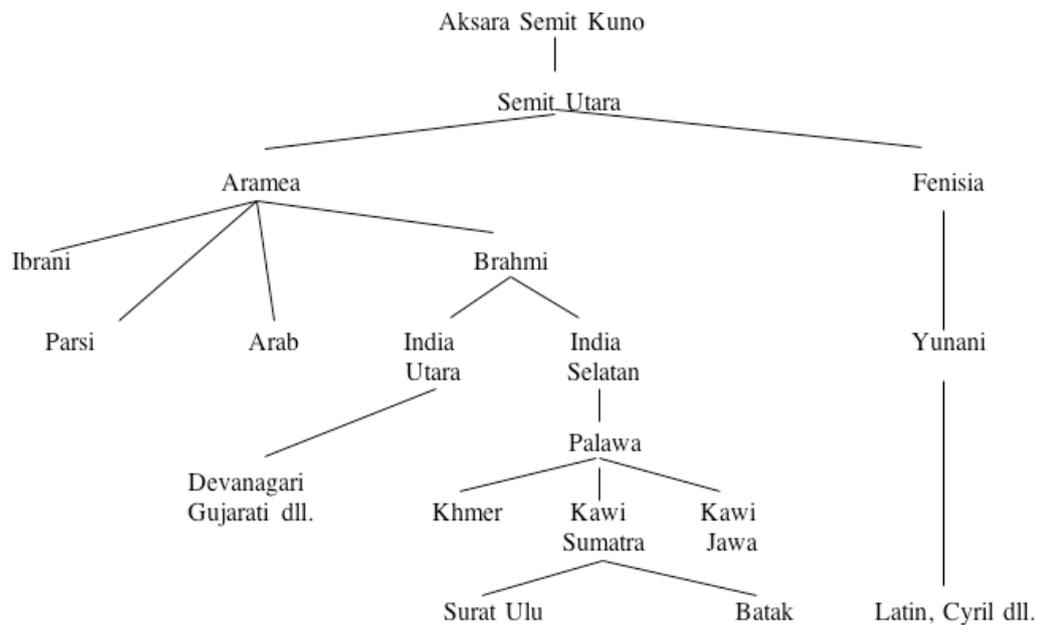
Bahasa aksara yang banyak dikenal masyarakat biasanya mencapai umur ratusan bahkan sampai ribuan tahun. Aksara pada naskah yang baru pasti berbeda dengan aksara yang terdapat pada naskah-naskah kuno, untuk dapat mengetahui silsilah aksara adalah dengan membandingkan antara kedua naskah, baru dan kuno. 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)



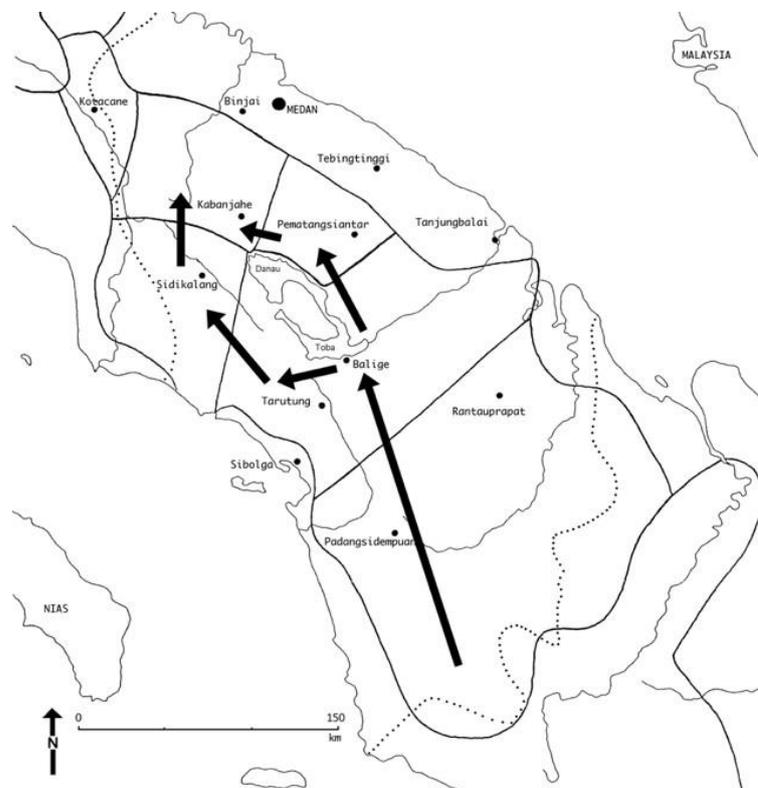
Gambar 2. 1 Silsilah Aksara

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*)

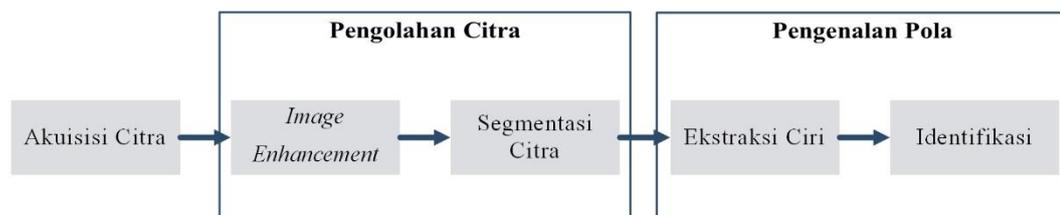
Dalam berkomunikasi dibutuhkan bahasa agar dapat menyampaikan informasi yang dibutuhkan, bahasa yang digunakan manusia sehari-hari disebut dengan bahasa natural. *Natural language processing* termasuk ilmu kecerdasan buatan yang di kelola sedemikian rupa agar dapat digunakan manusia untuk berkomunikasi 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 telepon 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 acuan 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 intelegensi 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 Pits 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:

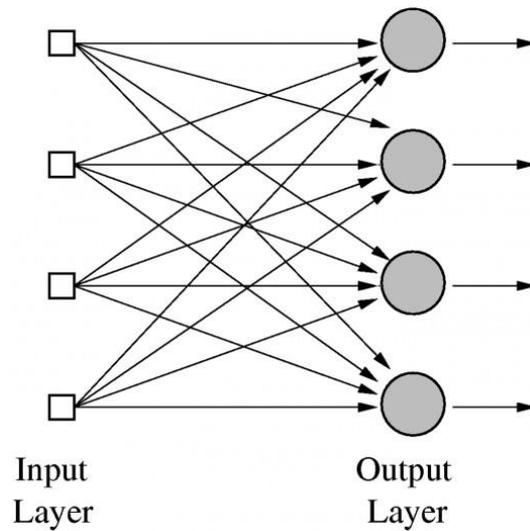
1. Neuron adalah elemen-elemen yang terdapat dalam jaringan saraf tiruan yang dapat memproses informasi.
2. Neuron berhubungan satu sama lain dilewati oleh sinyal-sinyal sebagai jembatan.
3. Sinyal yang melewati jembatan antara dua neuron bobotnya akan dikalikan.
4. Keluaran dari neuron bergantung pada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

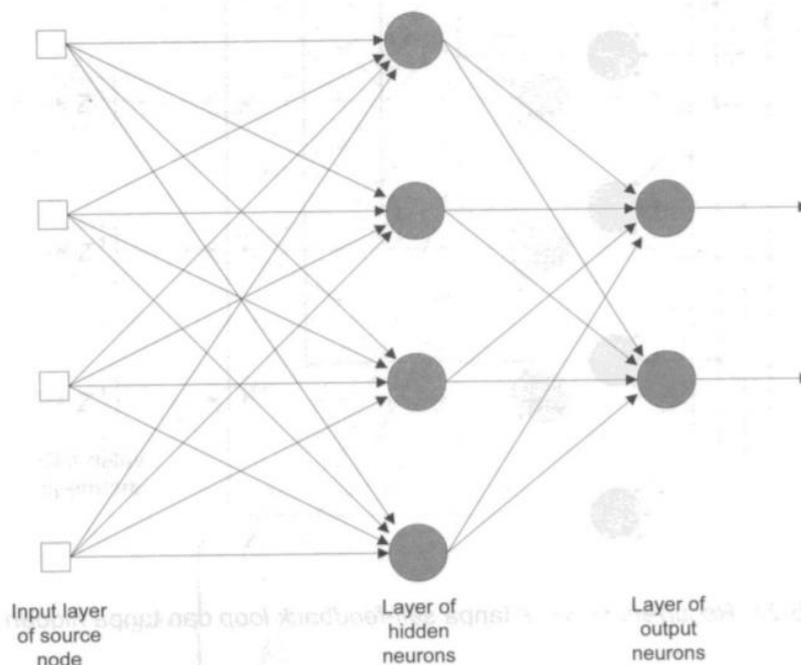
Arsitektur jaringan yang hanya berlapis *input layer* dan node sumber yang diimplementasikan ke dalam suatu *ouput layer* (Rosa & Shalahuddin, 2013).



Gambar 2. 5 Jaringan Layer Tunggal

2.5.2.2. Jaringan Layer Majemuk

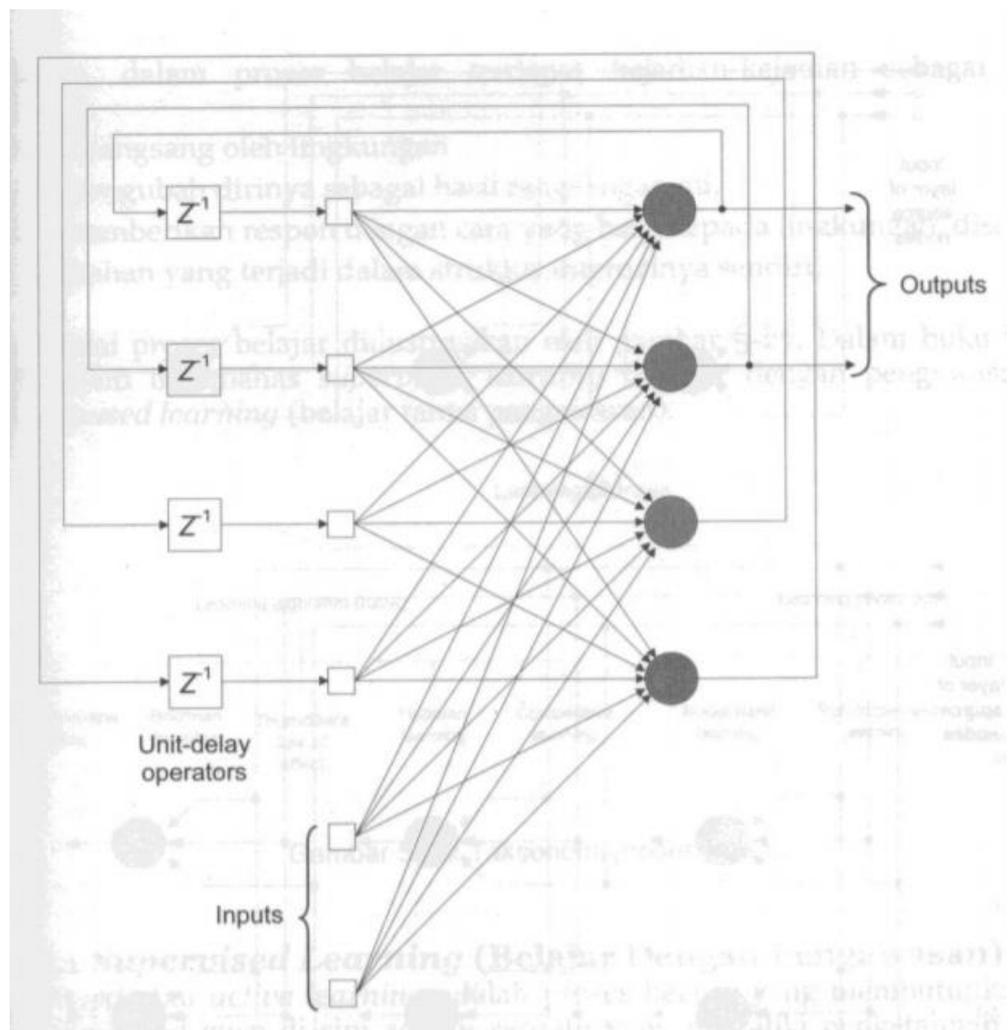
Arsitektur jaringan yang mempunyai satu atau lebih *hidden layer* (lapis tersembunyi), jaringan ini merupakan perluasan dari jaringan layer tunggal (Rosa & Shalahuddin, 2013).



Gambar 2. 6 Jaringan Layer Majemuk

2.5.2.3. Jaringan *Recurrent*

Arsitektur jaringan yang lapisan neuronnnya 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

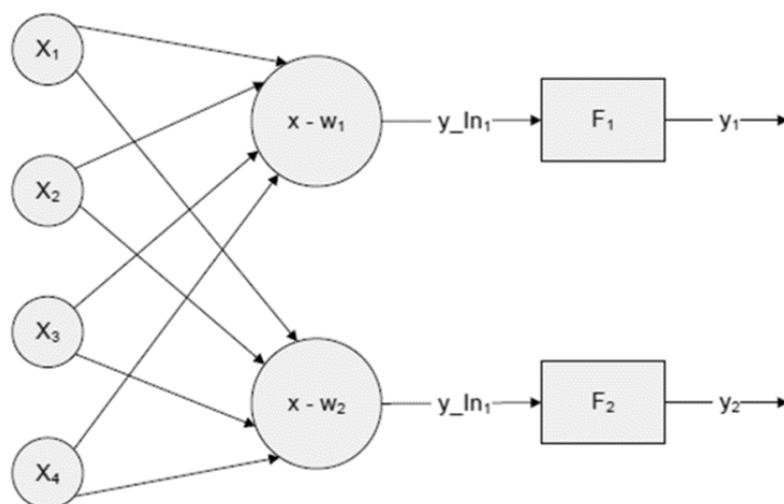
biasanya dipakai oleh peneliti untuk menyelesaikan permasalahan dalam model jaringan saraf tiruan, mulai dari program simpleks hingga kompleks salah satu contohnya dipakai dalam menyelesaikan pengolahan citra yang melibatkan matriks dan *vector* (Siang, 2009). Penggunaan Matlab meliputi:

- 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

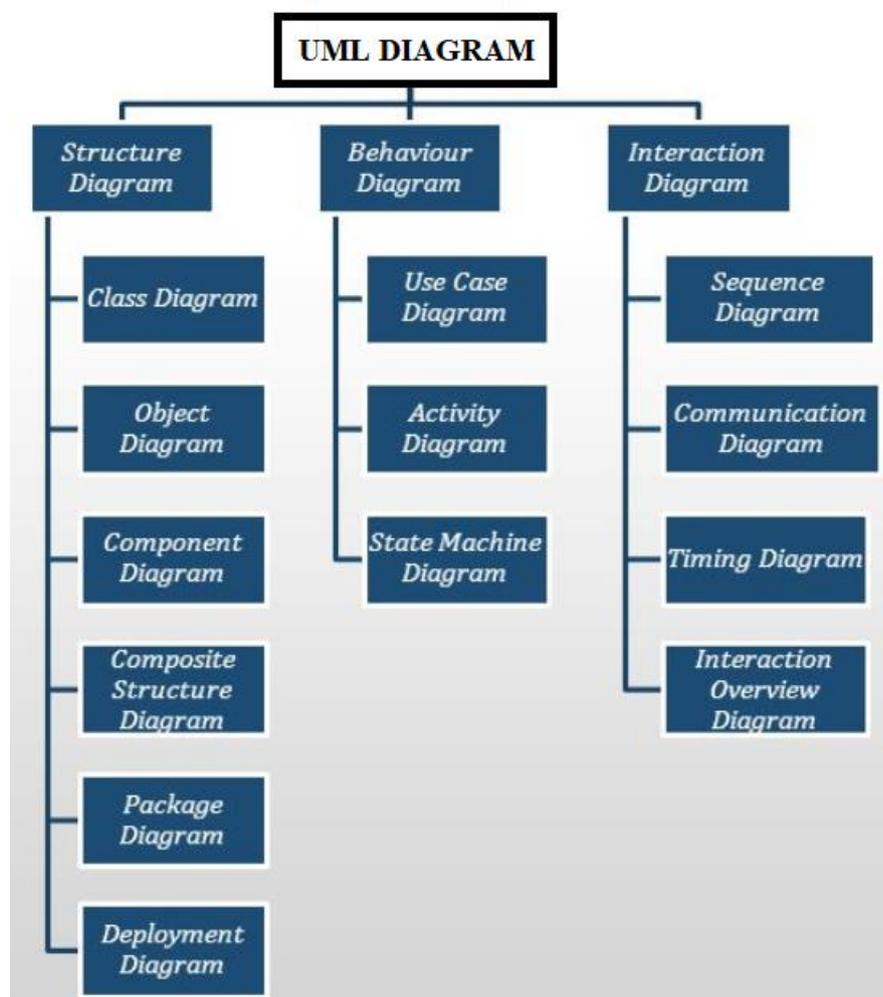
Algoritma LVQ, yaitu sebagai berikut:

- 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

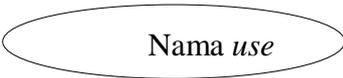
Tabel 2. 1 Class Diagram

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

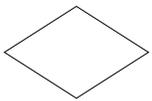
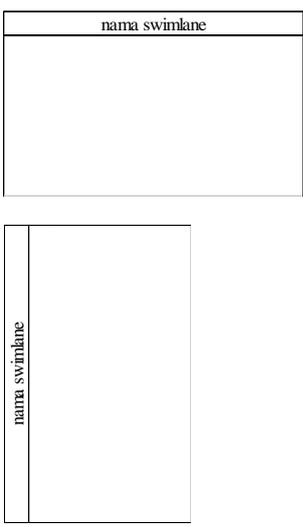
Tabel 2. 2 Use Case Diagram

Simbol	Deskripsi
<p><i>Use case</i></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 kearah <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

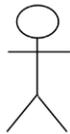
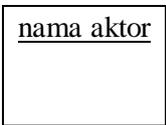
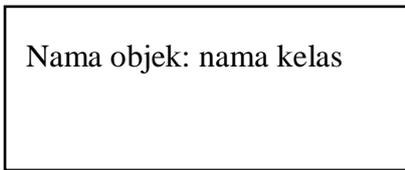
Tabel 2. 3 Activity Diagram

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)

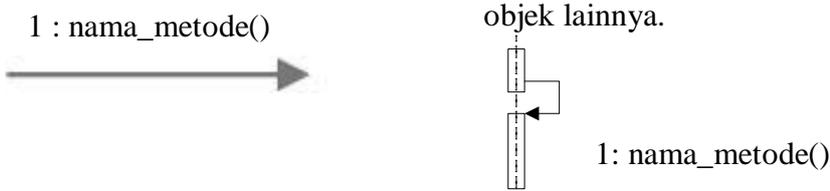
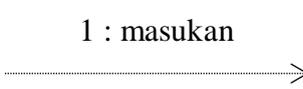
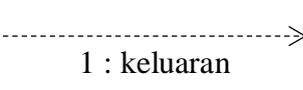
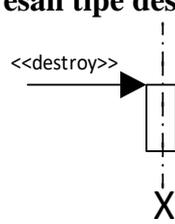
2.8.4. Sequence Diagram

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>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, supemarket, 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).

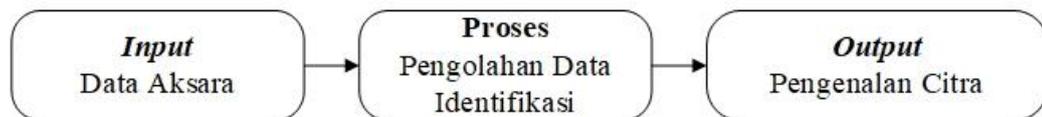
6. Johannes Sitorus. Perancangan Aplikasi Pengenalan Pola Huruf Aksara Batak Toba Menerapkan *Metode Direction Feature Extraction* (DFE). Jurnal Riset Komputer (JURIKOM), Desember 2015, Vol. 2 No. 6, ISSN: 2407-389X. Perancangan sebuah *software* yang didesain memakai sebuah jaringan saraf dengan menggunakan 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*

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