

BAB IV

ANALISA DAN PERANCANGAN

Analisa dan perancangan merupakan tahapan yang sangat penting dalam penelitian. Analisa merupakan suatu tahapan dimana pemahaman terhadap permasalahan yang akan diselesaikan agar sesuai dengan apa yang diinginkan atau sesuai langkah – langkah yang telah disepakati, serta menjelaskan segala permasalahan yang dituangkan dalam penelitian yang dilakukan. Sedangkan perancangan merupakan tahapan perencanaan model pengimplementasian dalam penelitian yang dilakukan.

4.1 Analisa

Penelitian ini menerapkan sebuah algoritma dari variasi jaringan saraf tiruan yakni *Learning Vector Quantization* (LVQ) dalam melakukan pembelajaran (*training*) terhadap citra *mammogram* yang digunakan dengan tujuan dapat mengklasifikasi jenis kondisi Payudara dalam 3 kelas yakni Normal, Tumor Jinak dan Kanker Ganas berdasarkan bentuk tekstur citra *mammogram*. Terdapat 322 jumlah citra yang berasal dari website bersumber dari *peipa.essex.ac.uk* atau dikenal dengan *Pilot European Image Processing Archive* yakni sebuah source website yang berhubungan dengan pemrosesan dan analisa gambar yang ditujukan untuk para peneliti yang ingin melakukan penelitian dengan objek berupa gambar atau dikenal dengan *Mammograph Image Analysis Society* (MIAS). (peipa essex, 2012). Pada data dilakukan penyortiran kembali agar mendapatkan data yang bagus. Proses pengklasifikasian citra *mammogram* dengan menerapkan algoritma *Learning Vector Quantization* (LVQ) ini melewati 2 tahapan proses yakni proses pembelajaran (*training*) dan proses pengujian (*testing*).

Sebelum dilakukan tahapan pembelajaran dengan menggunakan *Learning Vector Quantization* pada citra dilakukan beberapa tahapan yakni tahapan *Pre-processing* yakni melakukan peningkatan kualitas citra (*Intensity adjustment*). Setelah dilakukan *pre-processing*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

maka citra dilakukan tahapan segmentasi citra dengan menggunakan metode *Thresholding Ot'su*. Metode *otsu* optimal dilakukan dikarenakan setiap citra yang ada memiliki tingkat derajat keabuan yang berbeda-beda dan terdiri dari banyak citra, apabila dilakukan *thresholding* secara manual pada semua citra maka bisa saja beberapa bagian citra ada beberapa daerah yang hilang atau terpotong sehingga kurang bagus dalam penelitian ini. Sehingga diterapkan metode *otsu* karena nilai *threshold* yang dihasilkan tergantung tingkat keabuan dari setiap citra. (Otsu, N., 1979). Setelah dilakukan *pre-processing*, citra yang telah melewati *pre-processing* akan diekstraksi fitur ciri orde kedua atau dikenal dengan ekstraksi ciri tekstur yakni ekstraksi ciri GLCM (*Grey Level Co-ocurrence Matrix*) yang terdiri dari 14 parameter yakni energi, kontras, korelasi, *sum of squares*, *inverse difference moment*, *sum average*, *sum variance*, *sum entropy*, *entropy*, *difference variance*, *difference entropy*, maksimum probabilitas, homogenitas, dan *dissimilarity*. Dari ekstraksi tersebut akan menjadi nilai input kedalam proses pembelajaran dan pengujian menggunakan metode LVQ 1.

4.1.1 Analisa data

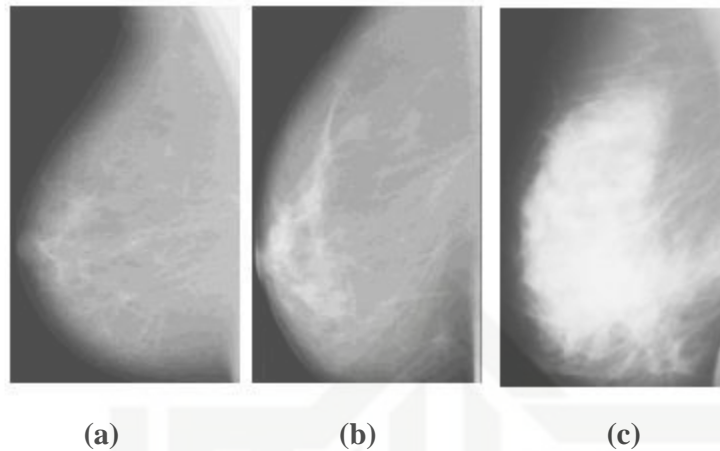
Pada penelitian ini, data yang digunakan merupakan berbasis citra digital yakni dari pemrosesan sinar-X *ultrasonografi* yang bersumber dari MIAS (*Mammographic Image Analysis Society*) merupakan sebuah wadah atau tempat penelitian yang berhubungan dengan pemrosesan dan analisa gambar (citra) yang ditujukan untuk penelitian.

A. Data Citra Digital

Data yang digunakan pada penelitian ini dibagi menjadi 3 kelas data yakni kelas citra Normal, Jinak dan Ganas. Ketiga kelas data dianalisa kembali data mana saja yang dapat dijadikan sebagai masukkan ketahap selanjutnya serta kedalam proses pembelajaran LVQ 1. Data citra *mammogram* yang ada, kembali dianalisa dari 322 data. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan citra yang baik tanpa ada *noise* yang dapat mengganggu keseimbangan data.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 4.1 Citra *Mammogram*

- (a) Citra *mammogram* untuk payudara normal, (b) Citra *mammogram* untuk tumor payudara (Jinak) dan (c) Citra *mammogram* untuk kanker payudara (Ganas).

Dari gambar 4.1 dapat dianalisa secara umum bahwasanya untuk ketiga kelas citra normal, jinak dan ganas mempunyai perbedaan yakni citra yang normal memiliki ruas daerah putih yang sedikit dari pada citra jinak. Begitu pula kelas jinak memiliki ruas putih yang sedikit dari pada citra ganas. Hal ini mendasari secara umum bahwasanya perbedaan dapat dilihat pada jenis citra yang ada.

B. Karakter *Background / Tissue*

Dari 322 data citra yang ada terdiri atas 3 jenis karakter *background* citra yakni *Fatty*, *Fatty Glandular*, dan *Dense Glandular*. Setiap *backgorund* memiliki arti masing-masing.

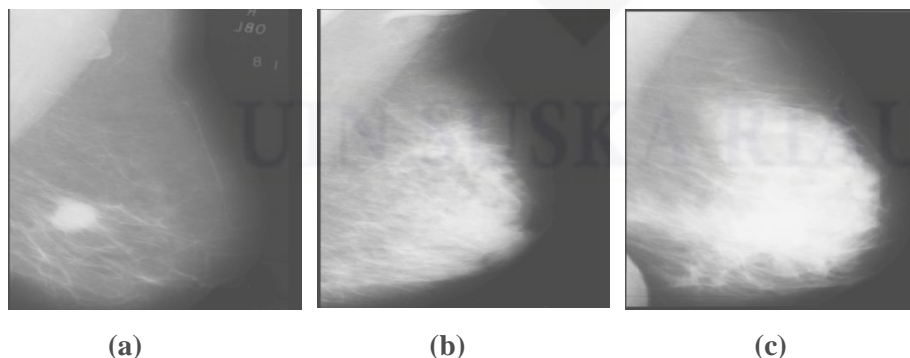
- a. *Fatty* ialah bagian jaringan payudara yang berupa jaringan lemak, pada penggambarannya jenis ini memiliki sedikit *noise* terhadap citra *mammogram*, dapat dilihat pada gambar 4.2, terlihat jaringan payudara terlihat bersih dari *noise* disekitarnya. Menurut lembaga riset National *Cancer* Institute yang dilansir pada websitenya jaringan *fatty* merupakan jenis jaringan payudara yang terdiri dari jaringan lemak, jenis ini memudahkan untuk menemukan tumor (kanker) atau keadaan abnormal pada

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

payudara. Dalam pendeteksian kanker payudara dengan standarisasi BIRADS (*Breast Imaging Reporting and Data System*) jenis karakter dengan *tissue fatty* ini adalah salah satu cara mudah mengamati citra *mammogram* dengan secara *visual*. Jenis *tissue* ini tidak memiliki jenis masa atau bagian *micro-calcifications* atau butiran-butiran kecil (*noise*). Untuk kasus ini menjadikan mikrokalsifikasi tersebut sebagai *noise* terhadap keadaan bentuk citra terhadap karakter *tissue*.

- b. *Fatty Glandular* ialah jaringan payudara yang berupa jaringan lemak dan kelenjar. Pada jenis *tissue* ini terdapat bagian kelenjar payudara yang memiliki butiran mikrokalsifikasi dan kelenjar yang padat. Sehingga sulit dilihat atau dibedakan secara visual. Butuh konsep khusus dalam membaca citra *mammogram* dengan jenis *tissue fatty glandular* ini
- c. *Dense Glandular* ialah jaringan payudara yang berupa jaringan lemak dan kelenjar serta gabungan dari berbagai macam jaringan yang ada pada payudara. Jenis *tissue* ini sangatlah padat. Hal tersebut mengakibatkan kecilnya fokus terhadap daerah kanker yang akan diteliti. Sehingga dengan secara visual sangatlah sulit. Berbagai macam jaringan tersebut dapat mengaburkan bagian payudara yang infeksi (kanker).



Gambar 4.2 Tissue Citra Mammogram

- (a) Citra tissue fatty, (b) Citra tissue fatty glandular dan (c) Citra tissue dense glandular.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Gambar (a), (b), dan (c) pada gambar 4.2 merupakan gambar citra dengan kelas Ganas (*malignant*). Dapat dilihat dari gambar 4.2 jelas terlihat bentuk dari masing-masing *tissue* citra yang ada.

4.1.2 Analisa Data Masukkan (*Input*)

Dari 322 data yang ada, citra dengan *tissue fatty* terdiri dari 107 buah citra, yakni 66 buah citra untuk kelas normal, 22 buah citra untuk kelas jinak dan 19 buah citra untuk kelas ganas. Citra yang berjenis *tissue fatty* tersebut digunakan dan dibagi dalam beberapa model pembagian. Dalam tahapan ini citra dibagi menjadi 2 model pembagian berdasarkan jenis (Tidak seimbang dan seimbang) dan 3 variasi pembagian data latih dan uji, yakni 90:10, 80:20 dan 70:30.

1. Data citra total (tidak seimbang)

Yakni data citra *fatty* yang berjumlah 107 data yang ada, yakni 66 buah citra untuk kelas normal, 22 buah citra untuk kelas jinak dan 19 buah citra untuk kelas ganas

2. Data Citra Seimbang

Yakni terdiri dari 57 data keseluruhan, dengan pembagian 19 buah citra untuk kelas normal, 19 buah citra untuk kelas jinak dan 19 buah citra untuk kelas ganas

Pembagian data yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan dengan 2 cara yakni data latih dan data uji dimana pembagian dilakukan dari keseluruhan data berjenis *tissue fatty* dalam 3 variasi yakni sebagai berikut :

- a. 90% banding 10%, yaitu dari total data *fatty* yang ada dibagi 90% untuk digunakan sebagian data latih dan 10% digunakan untuk data uji. Data dibagi perkelas yakni 90% dan 10% perkelasnya untuk data latih dan data uji.
- b. 80% banding 20%, yaitu dari total data *fatty* yang ada dibagi 80% untuk digunakan sebagian data latih dan 20% digunakan untuk data uji. Data dibagi perkelas yakni 90% dan 10% perkelasnya untuk data latih dan data uji.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- c. 70% banding 30%, yaitu dari total data *fatty* yang ada dibagi 70% untuk digunakan sebagian data latih dan 30% digunakan untuk data uji. Data dibagi perkelas yakni 70% dan 30% perkelasnya untuk data latih dan data uji.

4.1.2.1 Data Latih

Pembagian data latih dilakukan dengan cara membagi citra *mammogram* perkelas dengan persentase pembagian yang telah dijelaskan pada bagian 4.1.2 dimana menggunakan persentase 90 persen, 80 persen dan 70 persen.

a. Data Tidak Seimbang

Untuk data yang tidak seimbang yakni 107 citra, yang terdiri dari 66 citra kelas normal, 22 citra kelas jinak dan 19 citra kelas ganas.

1. Dilakukan pembagian 90 persen (59 citra), 80 persen (53 citra), dan 70 persen (46 citra) untuk kelas yang normal.
2. Dilakukan pembagian 90 persen (20 citra), 80 persen (18 citra), dan 70 persen (15 citra) untuk kelas yang jinak.
3. Dilakukan pembagian 90 persen (17 citra), 80 persen (15 citra), dan 70 persen (13 citra) untuk kelas yang ganas.

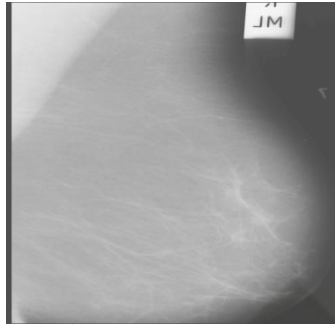
b. Data Seimbang

Untuk data yang seimbang yakni 57 citra, yang terdiri dari 19 citra kelas normal, 19 citra kelas jinak dan 19 citra kelas ganas.

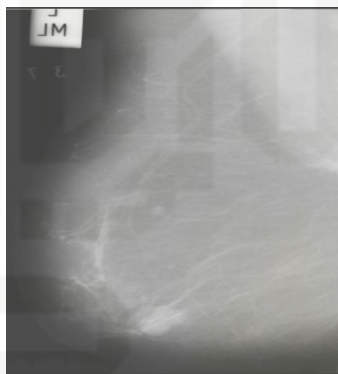
1. Dilakukan pembagian 90 persen (17 citra), 80 persen (15 citra), dan 70 persen (13 citra) untuk kelas yang normal.
2. Dilakukan pembagian 90 persen (17 citra), 80 persen (15 citra), dan 70 persen (13 citra) untuk kelas yang jinak.
3. Dilakukan pembagian 90 persen (17 citra), 80 persen (15 citra), dan 70 persen (13 citra) untuk kelas yang ganas.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

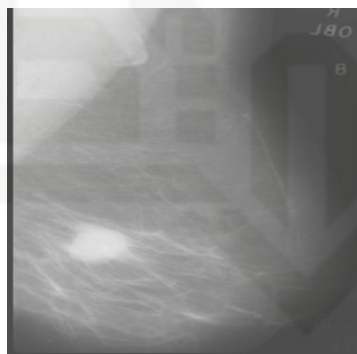
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 4.3 Citra Latih Normal



Gambar 4.4 Citra Latih Jinak



Gambar 4.5 Citra Latih Ganas

4.1.2.2 Data Uji

Data uji merupakan data yang digunakan untuk menguji hasil pelatihan *Learning Vector Quantization* (LVQ) yang digunakan. data uji bertujuan untuk menentukan tingkat dari akurasi pelatihan LVQ dimana setiap data yang telah dilatih akan dicocokkan dengan data uji. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan akurasi terhadap proses algoritma LVQ dalam mengklasifikasikan kelas kanker payudara kedalam 3 kelas yakni normal, jinak dan ganas. Pembagian data uji

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dilakukan dengan cara membagi citra *mammogram* per-kelas dengan persentase pembagian yang telah dijelaskan pada bagian 4.1.2 dimana menggunakan persentase 10 persen, 20 persen dan 30 persen.

a. Data Tidak Seimbang

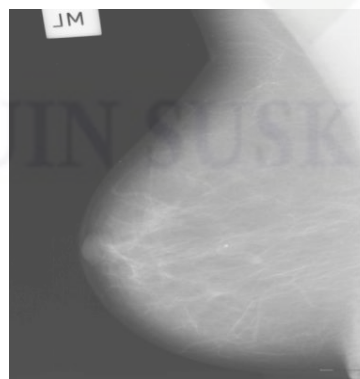
Untuk data yang tidak seimbang yakni 107 citra, yang terdiri dari 66 citra kelas normal, 22 citra kelas jinak dan 19 citra kelas ganas.

4. Dilakukan pembagian 10 persen (7 citra), 20 persen (13 citra), dan 30 persen (20 citra) untuk kelas yang normal.
5. Dilakukan pembagian 10 persen (2 citra), 20 persen (4 citra), dan 30 persen (7 citra) untuk kelas yang jinak.
6. Dilakukan pembagian 10 persen (2 citra), 20 persen (4 citra), dan 30 persen (6 citra) untuk kelas yang ganas.

b. Data Seimbang

Untuk data yang seimbang yakni 57 citra, yang terdiri dari 19 citra kelas normal, 19 citra kelas jinak dan 19 citra kelas ganas.

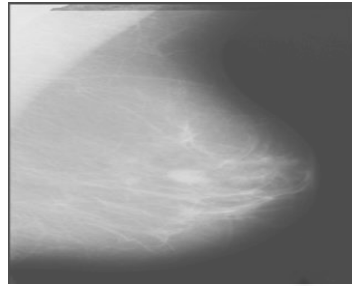
4. Dilakukan pembagian 10 persen (2 citra), 20 persen (4 citra), dan 30 persen (6 citra) untuk kelas yang normal.
5. Dilakukan pembagian 10 persen (2 citra), 20 persen (4 citra), dan 30 persen (6 citra) untuk kelas yang jinak.
6. Dilakukan pembagian 10 persen (2 citra), 20 persen (4 citra), dan 20 persen (6 citra) untuk kelas yang ganas.



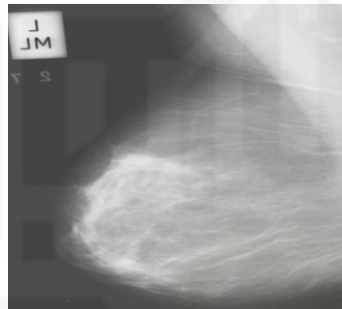
Gambar 4.6 Citra Uji Normal

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



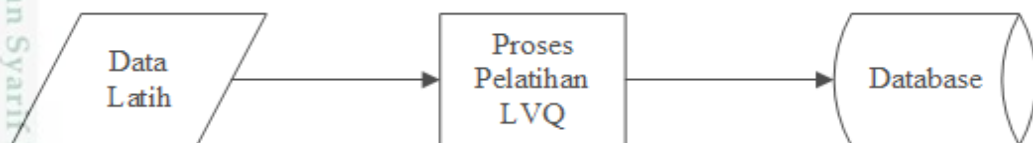
Gambar 4.7 Citra Uji Jinak



Gambar 4.8 Citra Uji Ganas

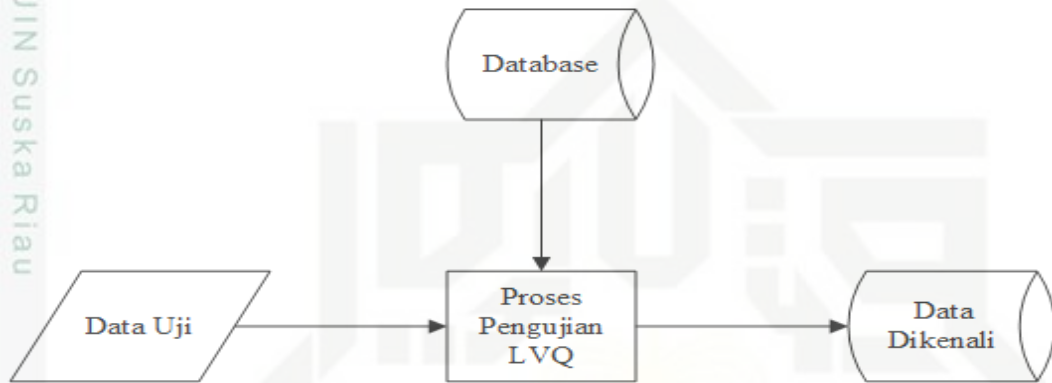
4.1.3 Analisa Data Keluaran (*Output*)

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan pengenalan terhadap citra *mammogram* yang didapatkan dari hasil penyinaran sinar-X dengan metode *Otsu Thresholding* dan jarak *euclidean* menggunakan ekstraksi ciri GLCM. Data yang telah di uji akan dihitung persentase dari pengenalan yang dilakukan di setiap level yang diujikan. Sehingga akan diketahui tingkat akurasi pengenalan terhadap citra *mammogram* menggunakan metode *Otsu Thresholding* dan jarak *euclidean* menggunakan ekstraksi ciri GLCM. Program yang akan dibuat adalah program pengklasifikasian jenis kanker payudara menggunakan citra *mammogram* dan memiliki dua hal utama yaitu pelatihan data dan pengujian. Modul pelatihan berguna dalam proses menyimpan data pada database, dengan diagram sebagai berikut :



Gambar 4.9 Diagram Pelatihan

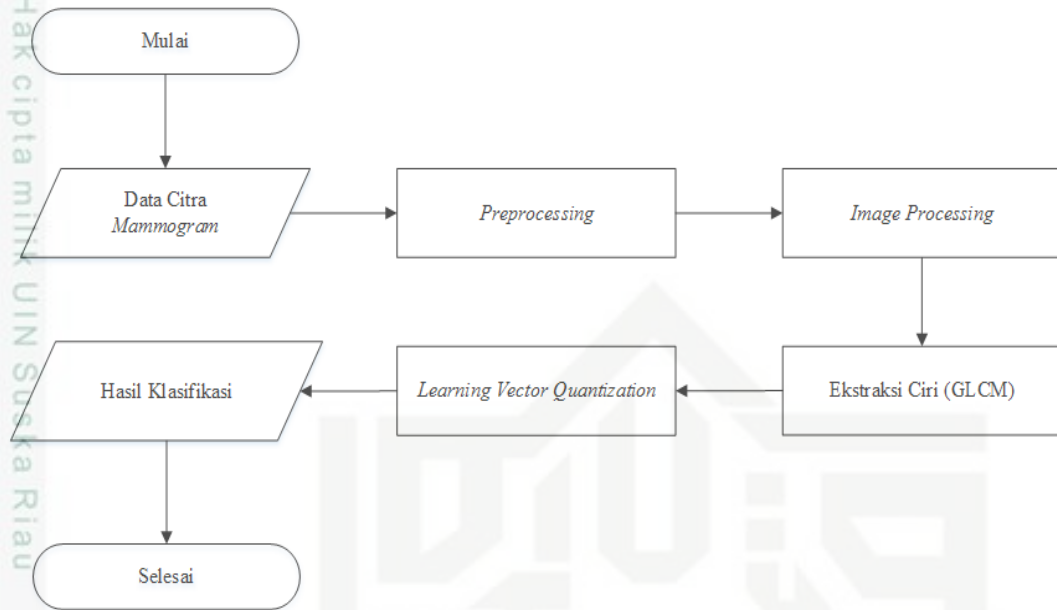
Bagian pengujian merupakan proses pengenalan data uji berdasarkan data latih yang telah disimpan ke database. Proses ini akan mencari kecocokan antara data uji dengan data latih yang ada dengan cara menghitung jarak antara nilai vektor ciri data latih dengan nilai vektor ciri data uji. Berikut adalah diagram untuk bagian pengujian :



Gambar 4.10 Diagram Pengujian Data Uji

4.2 Proses Klasifikasi Kanker Payudara Menggunakan LVQ

Analisa dalam klasifikasi kanker payudara menggunakan LVQ diawali dengan dilakukannya proses *Pre-processing* Citra pada citra *grayscale* yang didapatkan dari MIAS (*Mammographic Image Analysis Society*) atau dikenal dengan *Mini Mammographic Database* yang bersumber dari website peipa.essex.ac.uk atau dikenal dengan *Pilot European Image Processing Archive* yakni sebuah *source* website yang berhubungan dengan pemrosesan dan analisa gambar yang ditujukan untuk para peneliti yang ingin melakukan penelitian dengan objek berupa gambar. Data citra yang ada dilakukan operasi dasar tahap awal atau disebut dengan *pre-processing* citra, yaitu dengan dilakukan *image processing* berupa *intensity adjustment* yaitu melakukan peningkatan kontras pada citra. Citra yang didapatkan dalam bentuk citra keabu-abuan akan dilakukan peningkatan kontras dengan bertujuan agar citra yang digunakan menjadi baik hasilnya sebelum dilakukan pra-proses. Secara singkat alur umum proses klasifikasi citra dapat dilihat pada gambar 4.11 dibawah ini.



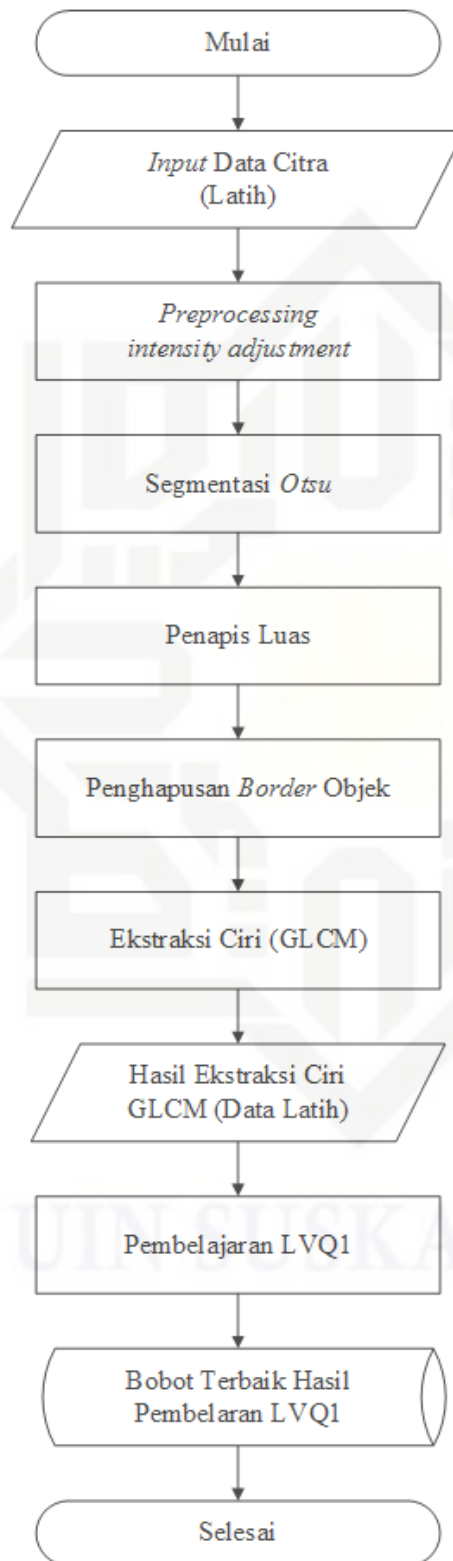
Gambar 4.11 Alur Secara Umum Proses Klasifikasi

Setelah dilakukan *pre-processing* citra, tahapan selanjutnya ialah melakukan segmentasi citra, dimana segmentasi citra yang digunakan bertujuan untuk mendapatkan bagian inti atau bagian region of interest (ROI) dapat diambil atau dengan kata lain memisahkan antara foreground (inti) dan background (latar), selain itu diterapkan juga beberapa operasi tambahan untuk mendapatkan objek citra yang diinginkan dan menghilangkan bagian *noise* yang masih ada seperti operasi morfologi dan area opening untuk menghilangkan *noise* pada citra dan mendapatkan hasil dari segmentasi *otsu*. Untuk langkah selanjutnya yaitu ekstraksi ciri GLCM. Ekstraksi GLCM (Gray Level *Co-occurrence* Matrix) merupakan jenis ekstraksi ciri orde dua yang dapat mengekstraksi ciri tekstur. Hasil dari ekstraksi ciri GLCM akan digunakan untuk masukkan vektor (vektor input) kedalam algoritma pembelajaran *learning vector quantization* (LVQ). Dengan tujuan akhir dapat mengklasifikasikan jenis kanker payudara dalam 3 jenis keluaran yakni normal, jinak dan ganas.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Berikut gambar 4.12 alur klasifikasi pembelajaran yang dilakukan.

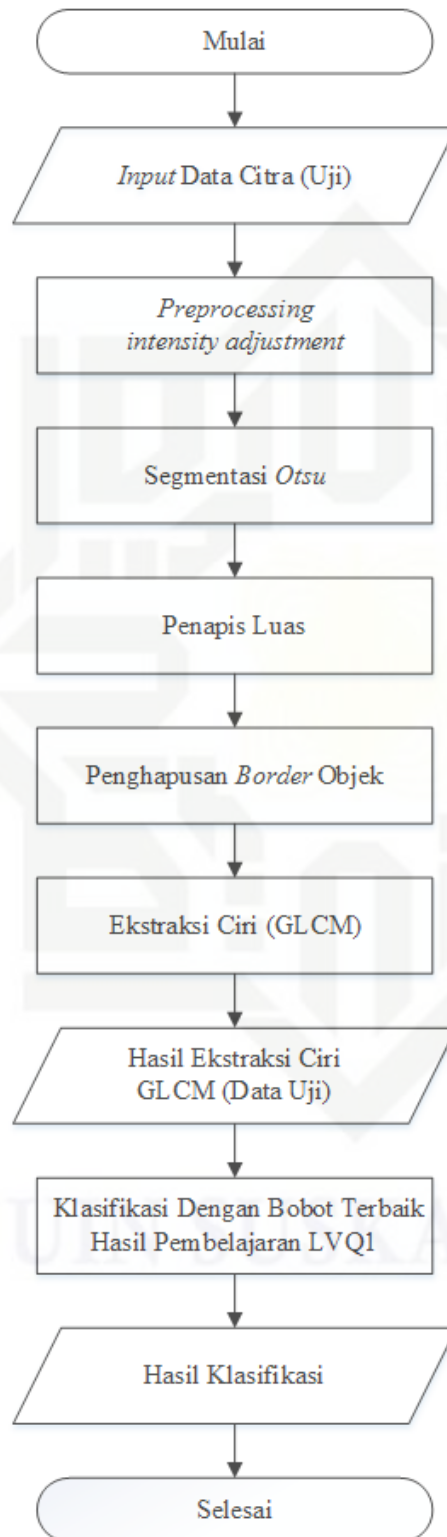


Gambar 4.12 Alur Klasifikasi Pembelajaran Citra *Mammogram*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Berikut gambar 4.13 alur klasifikasi pengujian yang dilakukan.



Gambar 4.13 Alur Klasifikasi Pengujian Citra *Mammogram*

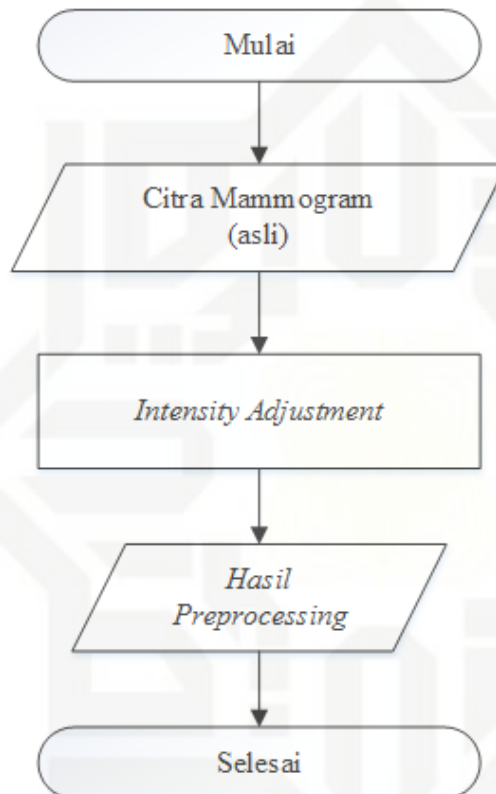
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Berdasarkan gambar 4.12 dan 4.13 penjabaran dapat dipaparkan dan dijelaskan masing-masing dari proses analisa yang dilakukan.

4.2.1 Preprocessing Citra

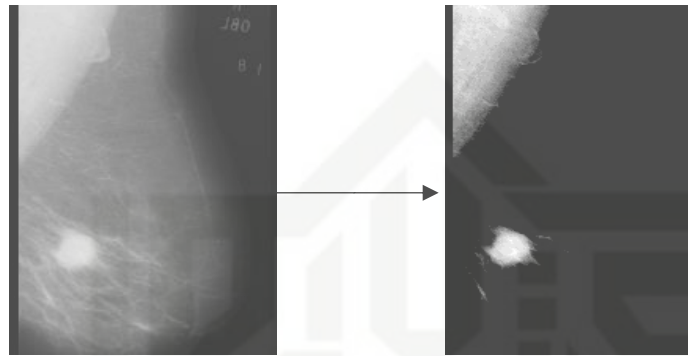
Preprocessing citra dilakukan sebelum proses segmentasi *otsu* citra *mammogram*. Berikut alur dari proses *Preprocessing* citra yang dilakukan



Gambar 4.14 Alur *Preprocessing* citra

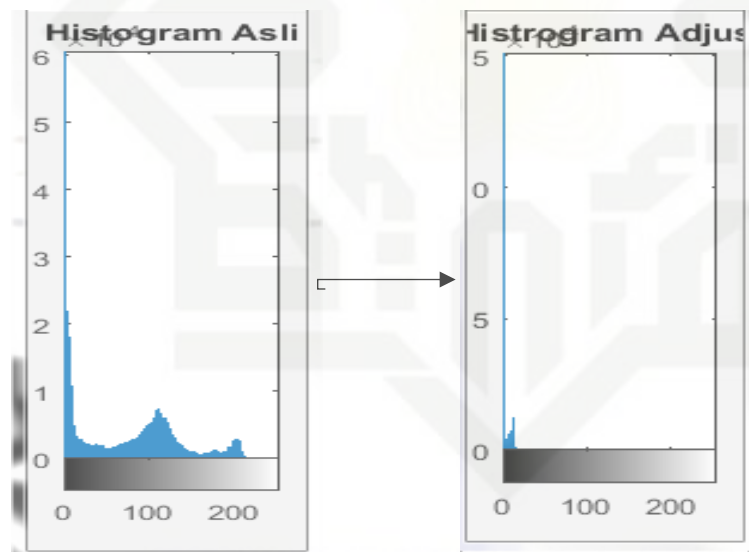
Preprocessing citra yang dilakukan adalah melakukan operasi dasar pada citra yakni *intensity adjustment* yakni dengan meningkatkan kontras dari citra yang digunakan dengan tujuan memperbagus kualitas citra. Hal ini bertujuan pada tahap selanjutnya dapat dilakukan segmentasi dengan metode *Otsu Thresholding*. Perbaikan kualitas citra dengan operasi titik (*intensity adjustment*) dilakukan untuk meningkatkan keakuratan hasil klasifikasi stadium kanker payudara. Pada proses ini, nilai intensitas citra dipetakan secara linear dari histogram lama ke histogram baru. Proses perbaikan kualitas citra *mammogram* payudara dengan operasi titik. Peningkatan kontras ini menggunakan perintah *imadjust*, dengan peningkatan

menggunakan pemetaan linier. Pada penelitian ini memetakan nilai intensitas 0,6 ke 0 dan 1 ke 0,1. Penentuan nilai pemetaan tergantung dari analisa *histogram* pada citra. Citra telah dilakukan *intensity adjustment* dan terlihat sebagai berikut pada gambar 4.15 dibawah ini.



Gambar 4.15 Proses *Intensity Adjustment*

Sedangkan bentuk *histogram* citra dapat dilihat pada gambar 4.16 berikut ini.



Gambar 4.16 Perubahan Nilai *Histogram* Citra

Terlihat pada gambar diatas pemetaan nilai intensitas mengubah bentuk dari *histogram* citra ke bentuk baru. Pada kasus ini nilai *histogram* memampatkan sehingga citra banyak menjadi kearah hitam seperti gambar 4.15 diatas. Citra hasil dari *preprocessing image adjustment* merubah indeks yang mulanya terdiri sebanyak 0-217 menjadi 0-15 indeks. Berikut nilai citra dari proses *preprocessing* yang digunakan untuk perhitungan segmentasi *otsu* pada langkah selanjutnya.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4.1 Matriks Citra Setelah *Preprocessing*

(x,y)	A	....	LA	LB	LC	LD	LE	LF	....	AMJ
1	0	....	0	0	0	0	0	0	....	0
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	0
640	0	....	0	0	0	0	0	5	....	0
641	0	....	0	0	0	0	5	5	....	0
642	0	....	1	1	0	0	0	0	....	0
643	0	....	2	2	1	0	1	0	....	0
644	0	....	3	4	3	2	2	2	....	0
645	0	....	3	4	3	4	4	3	....	0
...
1024	0	....	0	0	0	0	0	0	....	0

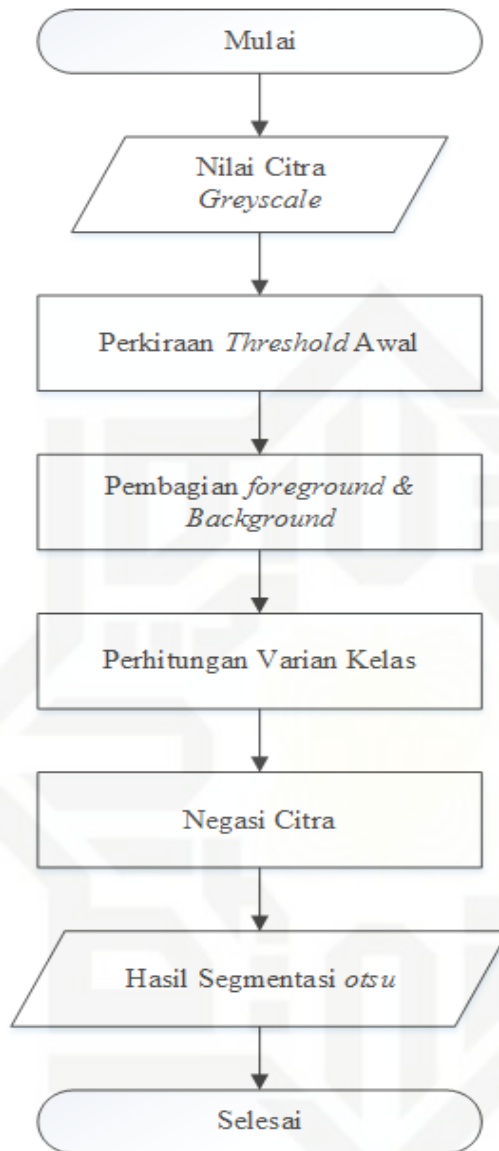
4.2.2 Segmentasi Citra (*Otsu Threshold*)

Pada langkah ini citra yang telah dilakukan *preprocessing* dilakukan segmentasi terhadap citra, dimana segmentasi dilakukan agar bagian inti atau *region of interest* (ROI) dapat di ambil dengan kata lain untuk memisahkan antara *foreground* (yang diambil) dan *background*. Metode *otsu* merupakan proses pengolahan citra yang sangat penting bagi citra *grayscale*, dimana metode ini mengambil atau mengsegmentasi bagian berdasarkan tingkat keabuan suatu citra. Metode ini disebut juga dengan nama lain optimum karena cara kerjanya yang memaksimalkan varians antar kelas.

Dalam segmentasi *otsu* histogram dari citra *grayscale* dibagi kedalam dua daerah yang berbeda secara otomatis, dimana nilai ambang didapatkan berdasarkan tingkat derajat keabuan citra *grayscale* yang ada. Dalam metode *otsu* ini hasil yang didapatkan belum bersih dari *noise* sehingga ditambahkan beberapa operasi dasar pengolahan citra biner yakni dengan menerapkan fungsi *bwareaopen* dan fungsi *imclearborder*. Berikut alur dari proses segmentasi *otsu*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 4.17 Alur Proses Segmentasi Otsu

Berikut perhitungan dalam mendapatkan nilai ambang pada suatu citra dengan menggunakan metode *otsu thresholding*. Merujuk pada bab II pada persamaan 2.3 sampai dengan 2.9.

1. Langkah pertama ialah mengambil intensitas nilai keabuan dari histogram citra yang digunakan. Selanjutnya tentukan nilai perkiraan awal untuk *threshold*. Pada perhitungan ini kita gunakan nilai 2 untuk perkiraan awal *threshold*. Dengan menggunakan level intensitas keabuan dari citra yang digunakan. Berikut tabel 4.2 matriks dari intensitas keabuan citra yang digunakan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4.2 Matriks Citra Setelah *Preprocessing*

(x,y)	A	....	LA	LB	LC	LD	LE	LF	....	AMJ
1	0	....	0	0	0	0	0	0	....	0
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	0
640	0	....	0	0	0	0	0	5	....	0
641	0	....	0	0	0	0	5	5	....	0
642	0	....	1	1	0	0	0	0	....	0
643	0	....	2	2	1	0	1	0	....	0
644	0	....	3	4	3	2	2	2	....	0
645	0	....	3	4	3	4	4	3	....	0
...
1024	0	....	0	0	0	0	0	0	....	0

Pada tabel 4.1 diatas jumlah dari intensitas keabuan yang terdiri dari skala 16 indeks yakni 0 hingga 15 yakni terdiri dari rentang (0 hitam – 15 putih) dan *range* antara 0-15 merepresentasikan warna abu dalam skala kecerahan berbeda. Berikut jumlah intensitas yang ada pada citra mdb028 yang digunakan.

Tabel 4.3 Jumlah Intensitas Citra Keabuan

Nilai Intensitas	Jumlah
0	967700
1	2526
2	3811
3	2512
4	4661
5	3187
6	6311
7	3683
8	5517
9	3166
10	7662
11	5630
12	12820
13	9072
14	8465
15	1853

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Nilai kumulatif ke satu (rerata kumulatif), dengan persamaan (2.6). Berikut perhitungan mencari nilai kumulatif ke satu :

$$\mu(k) = \frac{(0 \times 967700) + (1 \times 2526) + (2 \times 3811) + \dots + (7 \times 3638)}{994391} = 0,117$$

Variasi kelas, dengan persamaan (2.9). Berikut perhitungan mencari nilai variasi kelas :

$$\begin{aligned} \delta_b^2 &= \frac{(((0-0,948)^2 \times 967700) + ((1-0,948)^2 \times 2526) + ((2-0,948)^2 \times 3811) + \dots + ((7-0,948)^2 \times 3638))}{994391} \\ &= \frac{(0,899 \times 967700) + (0,003 \times 2526) + (1,107 \times 3811) + \dots + (36,627 \times 3638)}{994391} \\ &= 0,592 \end{aligned}$$

4. Langkah selanjutnya, untuk bagian intensitas foreground seperti tabel dibawah ini

Tabel 4.5 Intensitas Bagian *Foreground*

Nilai Intensitas	Jumlah
8	5517
9	3166
10	7662
11	5630
12	12820
13	9072
14	8465
15	1853
Jumlah Total	54185

hitung nilai dari momen kumulatif, nilai rata-rata serta nilai varian kelas yang ada setiap intensitas dengan menggunakan persamaan 2.5, 2.6 dan 2.9 sebagai berikut :

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

rumus disamping merupakan pencarian histogram ternormalisasi yang

dijabarkan kedalam perhitungan dibawah ini

Diketahui :

i = jumlah piksel terhadap tingkat keabuan.

$k = 2$

N = Jumlah piksel pada citra adalah 1048576

p_i = Nilai probabilitas piksel

Nilai kumulatif ke nol, dengan menggunakan persamaan (2.5). Berikut perhitungan mencari nilai kumulatif ke nol :

$$W(k) = \frac{5517+3166+7662+\dots+1853}{1048576} = 0,052$$

Nilai kumulatif ke satu (rerata kumulatif), dengan persamaan (2.6). Berikut perhitungan mencari nilai kumulatif ke satu :

$$\mu(k) = \frac{(8 \times 5517) + (9 \times 3166) + (10 \times 7662) + \dots + (15 \times 1853)}{54185} = 11,613$$

Variasi kelas

$$\begin{aligned} \delta_b^2 &= \frac{(((8-0,052)^2 \times 5517) + ((9-0,052)^2 \times 3166) + ((10-0,052)^2 \times 7662) + \dots + ((15-0,052)^2 \times 1853))}{54185} \\ &= \frac{(63,171 \times 5517) + (80,067 \times 3166) + (98,963 \times 7662) + \dots + (223,443 \times 1853)}{54185} \\ &= 5,775 \end{aligned}$$

$$\text{Variasi total kelas} = (0,948 \times 0,592) + (0,052 \times 5,775) = \mathbf{0,757}$$

Sehingga didapatkan variasi nilai *thresholding* dalam variasi kelas yakni dengan nilai 0,757. Nilai ini digunakan sebagai ambang batas untuk melakukan segmentasi pada metode *otsu*. Perlu diingat bahwasanya metode *otsu* digunakan hanya untuk mencari *threshold* yang optimum. Adapun teknik segmentasi yang digunakan sebagai berikut.

$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{dimana } \textit{if } f(x, y) > k^* \\ 0 & \textit{if } f(x, y) \leq k^* \end{cases}$$

Nantinya hasil segmentasi menjadi citra biner berupa nilai 1 dan 0. Nilai intensitas 0 menyatakan warna hitam dan dianggap sebagai *background* sedangkan nilai intensitas 1 menyatakan warna putih dan dianggap sebagai *foreground*. Sehingga pada perhitungan diatas, dapat diterapkan dengan cara membagi setiap intensitas setiap pixel citra dengan nilai *threshold* perkiraan awal dan hasilnya dibandingkan dengan persamaan diatas, dan mendapatkan hasil seperti tabel 4.3 dibawah ini.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4.6 Nilai Citra Hasil Segmentasi *Otsu*

(x,y)	A	....	LA	LB	LC	LD	LE	LF	....	AMJ
1	0	....	0	0	0	0	0	0	....	0
....
640	0	....	0	0	0	0	0	1	....	0
641	0	....	0	0	0	0	1	1	....	0
642	0	....	0	0	0	0	0	0	....	0
643	0	....	1	1	0	0	0	0	....	0
644	0	....	1	1	1	1	1	1	....	0
645	0	....	1	1	1	1	1	1	....	0
...
1024	0	....	0	0	0	0	0	0	....	0

Metode *otsu* menggunakan nilai ambang secara otomatis, yakni mengubah citra digital abu-abu menjadi hitam-putih berdasarkan perbandingan nilai ambang dengan nilai warna piksel citra digital. Pada metode *otsu* hasil segmentasi citra yang awalnya bagian ROI (*region of interest*) akan berwarna hitam. Sedangkan pada bagian *background* akan berwarna putih (negasi citra). Hal ini dapat dilihat pada gambar 4.18 berikut ini.



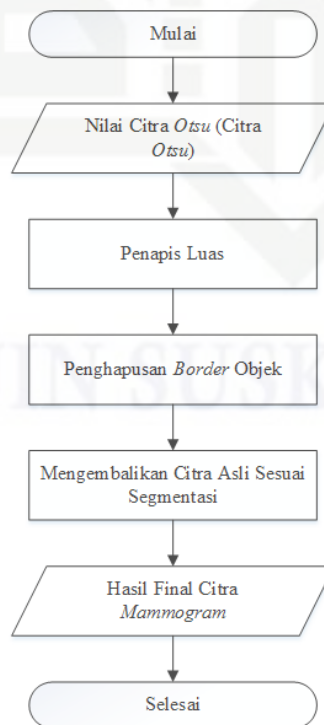
Gambar 4.18 Citra Hasil *Thresholding Otsu*

dapat dilihat pada gambar 4.18 merupakan citra hasil *thresholding otsu*. Pada langkah ini, segmentasi (pengambangan) *otsu* citra hasil masih mengandung

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

beberapa daerah gangguan alias *noise*. Sehingga untuk mendapatkan bagian ROI (*region of interest*) penggunaan proses tambahan operasi citra biner yaitu fungsi *bwareaopen* atau dikenal dengan fungsi penapis luas berfungsi menghilangkan komponen dari citra yang mempunyai nilai yang lebih rendah dari p (piksel) yang ditetapkan yaitu 50 piksel dengan arti area yang memiliki luasan kurang dari 50 piksel akan dihilangkan atau menjadi *background* dengan tujuan menghapus bagian yang tidak sesuai dengan kriteria segmentasi *otsu*, penetapan luasan piksel dilakukan dengan *trial & error* sehingga penetapan tergantung kepada bentuk citra yang digunakan. Selain itu, penentuan piksel juga tergantung dari analisa citra yang digunakan dan banyaknya *noise* yang terdapat pada citra yang digunakan. *Bwareaopen* termasuk kedalam bagian dari pemrosesan *morfologi* citra pada bagian operasi citra biner dengan algoritma dasar operasi morfologi. Cara kerja *bwareaopen* mengikutsertakan hubungan ketetanggaan pada piksel atau dikenal dengan *Connected Component Labeling*. Sedangkan untuk fungsi *imclearborder* berfungsi untuk menghilangkan garis-garis batas luar (*border*) pada citra yang digunakan. Fungsi *imclearborder* termasuk dalam bagian operasi rekontruksi citra biner. Adapun cara kerja yang dilakukan pada proses operasi tambahan sebagai berikut.



Gambar 4.19 Alur Proses Operasi Tambahan Pada Citra Biner

4.2.3 Penapis Luas

Penerapan penapis luas berhubungan dengan ketetanggan pada piksel. Pada kasus ini ditentukan luasan 50 piksel yang akan dihapus nantinya dan menggunakan jenis lingkungan *8-neighbourhood* seperti tabel berikut ini.

Tabel 4.7 Lingkungan 8-neighbourhood.

(x-1 ,y+1)	(x, y+1)	(x+1 ,y+1)
(x-1 ,y)	(x,y)	(x+1 ,y)
(x-1, y-1)	(x ,y-1)	(x-1 ,y-1)

Dikarenakan ukuran luasan 50 piksel terlalu besar pada perhitungan ini serta piksel total 1024×1024 piksel terlalu besar tidak memungkinkan penjabarannya. Maka pada proses ini kita menggunakan luasan area 5 piksel untuk penghapusan luasannya, serta dengan piksel 6×6 .

Tabel 4.8 Matriks Biner Hasil Segmentasi Otsu

(x,y)	A	....	LA	LB	LC	LD	LE	LF	....	AMJ
1	0	....	0	0	0	0	0	0	....	0
....
640	0	....	0	0	0	0	0	1	....	0
641	0	....	0	0	0	0	1	1	....	0
642	0	....	0	0	0	0	0	0	....	0
643	0	....	1	1	0	0	0	0	....	0
644	0	....	1	1	1	1	1	1	....	0
645	0	....	1	1	1	1	1	1	....	0
...
1024	0	....	0	0	0	0	0	0	....	0

Dengan menggunakan *8-connected neighborhood*, pada nilai citra diatas terdapat dua *homogeneous region* yang ada, *region* pertama memiliki area luasan 3 piksel dan *region* kedua memiliki 14 area luasan. Berikut alur dari hubungan *8-connected neighborhood*.

1. Awalnya sediakan dua buah matriks yaitu matriks awal citra mempresentasikan citra biner yang akan diolah dan matriks *mapping* yang digunakan untuk menampung hasil penapisan atau piksel terpilih.

0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1

0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

(a) (b)
Gambar 4.20 Matriks Citra Langkah 1 Penapis Luas
 (a) Matriks Citra Biner, (b) Matriks *Mapping*

2. Setelah itu periksa setiap piksel dari kiri ke kanan dan dari atas kebawah pada matriks citra dimulai dari $f(1,1)$,

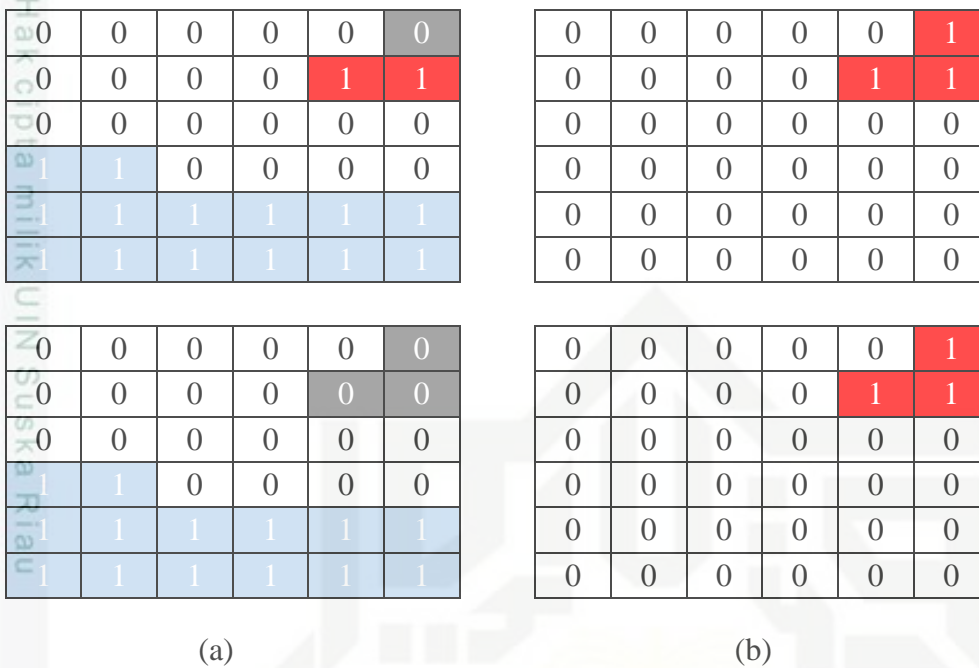
0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1

0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

(a) (b)
Gambar 4.21 Matriks Citra Langkah 2 Penapis Luas
 (a) Matriks Citra Biner, (b) Matriks *Mapping*

Setiap nilai citra 0 diistilahkan sebagai *don't forget* yaitu nilai 0 diabaikan untuk pemeriksaan ini. Jika jumpa nilai 1 maka, jadikan titik tersebut sebagai penanda dan dipindahkan ke matriks *mapping*.

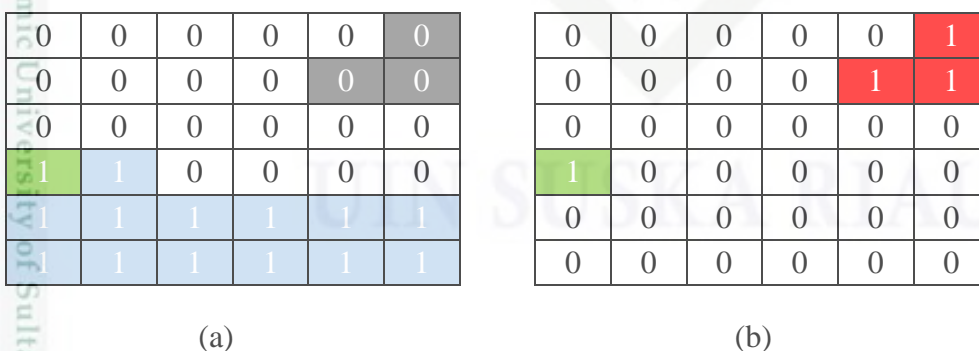
3. Lakukan pendekatan *8-connected neighborhood* secara berulang-ulang terhadap piksel-piksel yang memiliki kedekatan dan kesamaan nilai intensitas sampai tidak ada lagi kedekatan secara *8-connected neighborhood* antara piksel-piksel yang telah ditandai dengan tanda 1 (warna merah), dan ubah nilai intensitas yang telah dipindahkan ke matriks *mapping* menjadi 0. Sebagai berikut



Gambar 4.22 Matriks Citra Langkah 3 Penapis Luas
(a) Matriks Citra Biner, (b) Matriks Mapping

Jika sudah tidak ditemukan lagi piksel-piksel tetangga yang terdapat kedekatan secara *8-connected neighborhood*, maka lakukan penggabungan matriks *mapping*.

4. Lakukan kembali periksa terhadap nilai citra lainnya, untuk objek luasan lainnya. Jika ditemukan nilai 1 maka lakukan seperti langkah sebelumnya yaitu penandaan misal dengan 1 (warna hijau), dan pindahkan ke matriks *mapping*. seperti gambar 4.22 dibawah ini.



Gambar 4.23 Matriks Citra Langkah 4 Penapis Luas
(a) Matriks Citra Biner, (b) Matriks Mapping

5. Lakukan pendekatan *8-connected neighborhood* secara berulang-ulang terhadap piksel-piksel yang memiliki kedekatan dan kesamaan nilai intensitas

sampai tidak ada lagi kedekatan secara *8-connected neighborhood* antara piksel-piksel yang telah ditandai dengan tanda 1 (warna hijau), dan ubah nilai intensitas yang telah dipindahkan ke matriks *mapping* menjadi 0. Sebagai berikut

0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1

0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1

0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0
1	1	1	0	0	0

0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1
0	0	0	1	1	1

0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0
1	1	1	1	0	0

0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	1

0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	0

0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	1

0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

(a)

0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1

(b)

Gambar 4.24 Matriks Citra Langkah 5 Penapis Luas

(a) Matriks Citra Biner, (b) Matriks Mapping

Jika sudah tidak ditemukan lagi piksel-piksel tetangga yang terdapat kedekatan secara *8-connected neighborhood*, maka lakukan penggabungan matriks *mapping*. Dengan penapis luasan 5 piksel hasil akhir yang didapatkan dari matriks *mapping* (b), *region* pertama (merah) yang memiliki luasan 3 piksel akan dihapus (dijadikan 0) dan *region* kedua (hijau) yang memiliki area luasan 14 piksel tetap. Hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.9 Hasil Penapis Luas Obyek Citra dengan Luasan 5 Piksel

(x,y)	A	....	LA	LB	LC	LD	LE	LF	....	AMJ
1	0	....	0	0	0	0	0	0	....	0
....
640	0	....	0	0	0	0	0	0	....	0
641	0	....	0	0	0	0	0	0	....	0
642	0	....	0	0	0	0	0	0	....	0
643	0	....	1	1	0	0	0	0	....	0
644	0	....	1	1	1	1	1	1	....	0
645	0	....	1	1	1	1	1	1	....	0
...
1024	0	....	0	0	0	0	0	0	....	0

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4.2.4 Penghapusan *Border* Objek

Setelah proses penghapusan *noise* dengan penapis luas, maka dilanjutkan dengan proses penghapusan *border* objek dari citra. Dikarenakan pada hasil proses diatas menghasilkan bagian piksel kearah *border*.

Tabel 4.10 Matriks Citra Biner Hasil Dari Penapis Luas

(x,y)	A	B	C	D	....	LB	LC	LD	LE	....	AMI	AMJ
1	1	0	0	0	....	0	0	0	0	....	0	0
2	1	1	0	0	....	0	0	0	0	....	0	0
3	0	0	0	0	....	0	0	0	0	....	0	0
....
643	0	0	0	0	....	1	0	0	0	....	0	0
644	0	0	0	0	....	1	1	1	1	....	0	0
645	0	0	0	0	....	1	1	1	1	....	0	0
646	1	0	0	1	....	0	0	0	0	....	0	0
....
1024	0	0	0	0	....	0	0	0	0	....	0	0

Dengan menggunakan *8-connected neighborhood*, pada nilai citra diatas, piksel pada (1, A), (2, A), (2, B) dan (646,A) akan dihapus. Dengan proses sebagai berikut

1. Periksa semua bagian *border* yang ada yakni berwarna hijau, sedangkan bagian selain *border* diabaikan dan lakukan penandaan pada bagian *border* (hijau) menjadi warna kuning sebagai berikut

1	0	0	0	....	0	0	0	0	....	0	0
1	1	0	0	....	0	0	0	0	....	0	0
0	0	0	0	....	0	0	0	0	....	0	0
....
0	0	0	0	....	1	0	0	0	....	0	0
0	0	0	0	....	1	1	1	1	....	0	0
0	0	0	0	....	1	1	1	1	....	0	0
1	0	0	1	....	0	0	0	0	....	0	0

....
0	0	0	0	....	0	0	0	0	....	0	0

Gambar 4.25 Matriks Citra Langkah 1 Penghapusan Border

2. Lakukan pendekatan *8-connected neighborhood* secara berulang-ulang terhadap piksel-piksel yang memiliki kedekatan dan kesamaan nilai intensitas sampai tidak ada lagi kedekatan secara *8-connected neighborhood* antara piksel-piksel yang telah ditandai dan ubah jadi nilai 0 (warna abu-abu),

0	0	0	0	....	0	0	0	0	....	0	0
1	1	0	0	....	0	0	0	0	....	0	0
0	0	0	0	....	0	0	0	0	....	0	0
....
0	0	0	0	....	1	0	0	0	....	0	0
0	0	0	0	....	1	1	1	1	....	0	0
0	0	0	0	....	1	1	1	1	....	0	0
1	0	0	1	....	0	0	0	0	....	0	0
....
0	0	0	0	....	0	0	0	0	....	0	0

Gambar 4.26 Matriks Citra Langkah 2 Penghapusan Border

Jika sudah tidak ditemukan lagi piksel-piksel tetangga yang terdapat kedekatan secara *8-connected neighborhood*, maka lakukan pemeriksaan terhadap **border** bagian lainnya.

3. Lakukan pemeriksaan kembali pada bagian **border** lain sebagai berikut dan tandai.

0	0	0	0	....	0	0	0	0	....	0	0
0	0	0	0	....	0	0	0	0	....	0	0
0	0	0	0	....	0	0	0	0	....	0	0
....
0	0	0	0	....	1	0	0	0	....	0	0
0	0	0	0	....	1	1	1	1	....	0	0

0	0	0	0	....	1	1	1	1	....	0	0
1	0	0	1	....	0	0	0	0	....	0	0
....
0	0	0	0	....	0	0	0	0	....	0	0

Gambar 4.27 Matriks Citra Langkah 3 Penghapusan *Border*

4. Selanjutnya ubah nilai citra yang sudah ditandai menjadi nilai 0 seperti berikut ini.

0	0	0	0	....	0	0	0	0	....	0	0
0	0	0	0	....	0	0	0	0	....	0	0
0	0	0	0	....	0	0	0	0	....	0	0
....
0	0	0	0	....	1	0	0	0	....	0	0
0	0	0	0	....	1	1	1	1	....	0	0
0	0	0	0	....	1	1	1	1	....	0	0
0	0	0	1	....	0	0	0	0	....	0	0
....
0	0	0	0	....	0	0	0	0	....	0	0

Gambar 4.28 Matriks Citra Langkah 4 Penghapusan *Border*

Jika sudah tidak ditemukan lagi piksel-piksel tetangga yang terdapat kedekatan secara *8-connected neighborhood*. Maka hasil terakhirlah yang menjadi hasil dari penghapusan *borde* objek yang dilakukan.

Tabel 4.11 Nilai Citra Biner Hasil Penghapusan *Border*

(x,y)	A	B	C	D	....	LB	LC	LD	LE	....	AMI	AMJ
1	0	0	0	0	....	0	0	0	0	....	0	0
2	0	0	0	0	....	0	0	0	0	....	0	0
3	0	0	0	0	....	0	0	0	0	....	0	0
....
643	0	0	0	0	....	1	0	0	0	....	0	0
644	0	0	0	0	....	1	1	1	1	....	0	0

645	0	0	0	0	....	1	1	1	1	....	0	0
646	0	0	0	1	....	0	0	0	0	....	0	0
...
1024	0	0	0	0	....	0	0	0	0	....	0	0

Dengan dilakukan proses diatas maka didapatkan citra akhir dari proses yang telah dilakukan. Berikut hasil citra akhir dari semua proses



Gambar 4.29 Hasil Akhir *Otsu* dan Operasi Tambahkan Citra Biner

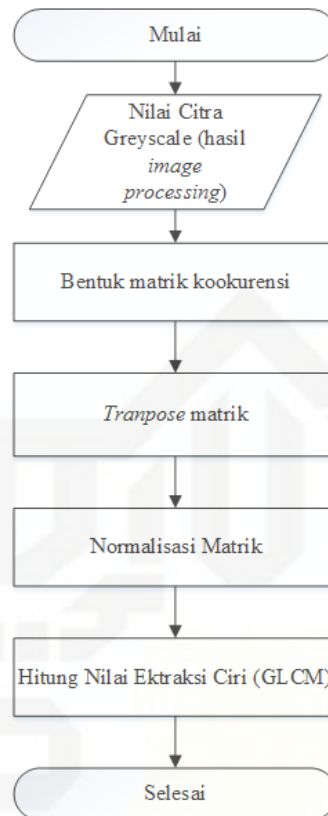
Nilai citra pada hasil segmentasi akhir diatas akan digunakan untuk tahapan selanjutnya yakni ekstraksi ciri tekstur GLCM.

4.2.5 Ekstraksi Ciri Tekstur *Gray Level Co-Occurance Matrix* (GLCM)

Setelah melakukan tahap *preprocessing* pada citra yakni operasi titik dan tahap segmentasi dengan metode *otsu*, langkah selanjutnya adalah melakukan ekstraksi citra. Ekstraksi citra adalah suatu teknik pengambilan nilai atau parameter suatu citra. Pada proses ini gambar yang dilakukan ekstraksi ciri tekstur ialah gambar yang telah dilakukan *preprocessing* yakni gambar hasil dari segmentasi *otsu*. Proses ekstraksi citra dapat dilakukan dengan metode *Gray Level Coocurrence Matrix* (GLCM). Parameter-parameter hasil ekstraksi citra yang digunakan dalam tugas akhir ada 14 fitur, yaitu kontras (2.10), korelasi (2.11), energy (2.12), homogenitas (2.13), entropi (2.14), sum of squares (2.15), inverse difference moment (2.16), sum average (2.17), sum entropy (2.18), sum variance (2.19), difference variance (2.20), difference entropy (2.21), probabilitas maksimum (2.22) dan dissimilarity (2.23). Berikut tahapan dalam ekstraksi ciri GLCM.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 4.30 Alur Perhitungan Ekstraksi Ciri GLCM

4.2.5.1 Membentuk Matrik *Co-occurrence*

Statistik orde-kedua mempertimbangkan hubungan antara dua piksel (piksel yang bertetangga) pada citra. Untuk kebutuhan analisisnya, analisis tekstur orde dua memerlukan bantuan matriks kookurensi (matrix *Co-Occurrence*) untuk citra keabuan, biasanya disebut GLCM. Berdasarkan nilai citra dari hasil akhir pemrosesan *image processing* pada citra yakni citra hasil dari penghapusan *border* objek, dibentuk suatu matriks *Co-Occurrence*. Langkah awalnya yaitu menentukan hubungan spasial matriks dan menentukan area kerja dari matriks terlebih dahulu, sehingga nanti akan membentuk matrik *Co-Occurrence* atau dengan kata lain mencari hubungan spasial dari matriks hasil segmentasi *otsu (grayscale)*, kemudian dituliskan kedalam ruangan area kerja matriks. Berikut diambil contoh hubungan spasial matriks.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4.12 Hubungan Spasial Matriks

(x,y)	KX	KY	KZ	LA	LB	LC	LD	LE	LF	LG
653	6	7	8	7	6	6	6	7	7	7
654	7	7	8	7	7	6	6	6	7	7
655	7	7	7	7	7	7	7	6	7	6
656	7	7	8	8	8	8	7	7	6	7
657	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8
658	7	8	8	8	8	9	8	9	9	9
659	7	8	10	9	9	10	10	10	10	10
660	7	8	7	8	9	9	10	10	10	10
661	7	8	8	8	8	9	9	10	10	10
662	7	7	7	8	8	8	9	10	10	10

Tabel 4.13 Area Kerja Matriks

(x,y)	6	7	8	9	10	11	...	16	...	255
6	6,6	6,7	6,8	6,9	6,10	6,11	...	6,16	...	6,255
7	7,6	7,7	7,8	7,9	7,10	7,11	...	7,16	...	7,255
8	8,6	8,7	8,8	8,9	8,10	8,11	...	8,16	...	8,255
9	9,6	9,7	9,8	9,9	9,10	9,11	...	9,16	...	9,255
10	10,6	10,7	10,8	10,9	10,10	10,11	...	10,16	...	10,255
11	11,6	11,7	11,8	11,9	11,10	11,11	...	11,16	...	11,255
12	12,6	12,7	12,8	12,9	12,10	12,11	...	12,16	...	12,255
13	13,6	13,7	13,8	13,9	13,10	13,11	...	13,16	...	13,255
14	14,6	14,7	14,8	14,9	14,10	14,11	...	14,16	...	14,255
15	15,6	15,7	15,8	15,9	15,10	15,11	...	15,16	...	15,255
16	16,6	16,7	16,8	16,9	16,10	16,11	...	16,16	...	16,255

.....
255	255,6	255,7	255,8	255,9	255,10	255,11	.....	255,16	.....	255,255

Pada tabel 4.13 area kerja matriks pada perhitungan ini dimulai dari 6, hal ini dikarenakan nilai minimal citra yang ada yaitu 6 dan nilai maksimal ialah 255. Maka area kerja tersebut dibentuk sesuai aturan pembentukan GLCM, yaitu jumlah matriks pada *Co-Occurrence* diwakilkan menjadi beberapa *windows* atau jendela matriks yakni dengan ukuran $3 \times 3, 5 \times 5, 7 \times 7$ dan 9×9 , dengan jarak spasial yang digunakan pada penelitian ini (d) = 1 piksel dengan orientasi sudut $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ dan 135° berdasarkan nilai derajat citra keabuan dari citra pada tabel 4.2. Pada penelitian ini diambil ukuran *windows* 5×5 .

a. Matriks co-occurrence $\theta=0^\circ$ dan $d=1$

Proses pembentukan matriks co-occurrence $\theta=0^\circ$ dan $d=1$ yaitu dengan menghitung jumlah hubungan ketetanggaan atau pasangan setiap piksel dengan spasial 1 dan orientasi sudut 0° .

Tabel 4.14 Matriks Co-Occurrence dengan sudut 0°

(x,y)	6	7	8	9	10	.....	16	.....	255
6	4	4	0	0	0	.....		.....
7	5	15	10	0	0	.....		.....
8	0	4	19	5	1	.....		.....
9	0	0	1	4	4	.....		.....
10	0	0	0	1	11	.....		.....
.....						
16						.....		.....
.....
255						.....		.....

Berdasarkan tabel 4.14 didapatkan matriks berukuran 5×5 yang diambil sebagai contoh atau perwakilan nilai matriks *co-occurence* untuk membentuk matriks simetris dan normalisasinya. Berikut nilai matriks yang didapatkan tersebut.

$$\begin{bmatrix} 4 & 4 & 0 & 0 & 0 \\ 5 & 15 & 10 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 19 & 5 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 4 & 4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 11 \end{bmatrix}$$

Matriks Asli Yang Didapatkan

Setelah matriks 5×5 terbentuk maka tahap selanjutnya yaitu menjumlahkan nilai matriks 5×5 dengan matriks transposenya sehingga membentuk matriks simetris. Matriks simetris tersebut kemudian dinormalisasikan dengan menjumlahkan semua angka matriks hasilnya dijadikan pembagi bagi nilai-nilai matriks yang ada. Nantinya digunakan untuk menghitung nilai ciri statistik dari citra. Tahap memperoleh nilai matriks simetris dan normalisasinya dapat dilihat sebagai berikut

$$\begin{bmatrix} 4 & 4 & 0 & 0 & 0 \\ 5 & 15 & 10 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 19 & 5 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 4 & 4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 11 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 4 & 5 & 0 & 0 & 0 \\ 4 & 15 & 4 & 0 & 0 \\ 0 & 10 & 19 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 5 & 4 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 4 & 11 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 8 & 9 & 0 & 0 & 0 \\ 9 & 30 & 10 & 0 & 0 \\ 0 & 14 & 38 & 6 & 1 \\ 0 & 0 & 6 & 8 & 5 \\ 0 & 0 & 1 & 5 & 22 \end{bmatrix}$$

Matriks Asli

Matriks Transpose

Matriks Simetris

$$\begin{bmatrix} 8/172 & 9/172 & 0/172 & 0/172 & 0/172 \\ 9/172 & 30/172 & 10/172 & 0/172 & 0/172 \\ 0/172 & 14/172 & 38/172 & 6/172 & 1/172 \\ 0/172 & 0/172 & 6/172 & 8/172 & 5/172 \\ 0/172 & 0/172 & 1/172 & 5/172 & 22/172 \end{bmatrix}$$

Normalisasi Matriks

$$\begin{bmatrix} 0,04651 & 0,05232 & 0 & 0 & 0 \\ 0,05232 & 0,17441 & 0,05813 & 0 & 0 \\ 0 & 0,08139 & 0,22093 & 0,03488 & 0,00581 \\ 0 & 0 & 0,03488 & 0,04651 & 0,02906 \\ 0 & 0 & 0,00581 & 0,02906 & 0,12790 \end{bmatrix}$$

Hasil Normalisasi Matriks

b. Matriks co-occurrence $\theta=45^\circ$ dan $d=1$

Proses pembentukan matriks co-occurrence $\theta=45^\circ$ dan $d=1$ yaitu dengan menghitung jumlah hubungan ketetanggaan atau pasangan setiap piksel dengan spasial 1 dan orientasi sudut 45° .

Tabel 4.15 Matriks Co-Occurence dengan sudut 45°

(x,y)	6	7	8	9	10	....	16	....	255
6	2	3	0	0	0	....		....
7	6	9	8	1	0	....		....
8	0	9	12	5	1	....		....
9	0	0	4	1	5	....		....
10	0	0	2	3	7	....		....
....						
16						....		....
....
255						....		....

Berdasarkan tabel 4.15 didapatkan matriks berukuran 5×5 yang diambil sebagai contoh atau perwakilan nilai matriks *co-occurence* untuk membentuk matriks simetris dan normalisasinya. Berikut nilai matriks yang didapatkan tersebut.

$$\begin{bmatrix} 2 & 3 & 0 & 0 & 0 \\ 6 & 9 & 8 & 1 & 0 \\ 0 & 9 & 12 & 5 & 1 \\ 0 & 0 & 4 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & 2 & 3 & 7 \end{bmatrix}$$

Matriks Asli Yang Didapatkan

Setelah matriks 5×5 terbentuk maka tahap selanjutnya yaitu menjumlahkan nilai matriks 5×5 dengan matriks transposenya sehingga membentuk matriks simetris. Matriks simetris tersebut kemudian dinormalisasikan dengan

menjumlahkan semua angka matriks hasilnya dijadikan pembagi bagi nilai-nilai matriks yang ada. Nantinya digunakan untuk menghitung nilai ciri statistik dari citra. Tahap memperoleh nilai matriks simetris dan normalisasinya dapat dilihat sebagai berikut

$$\begin{bmatrix} 2 & 3 & 0 & 0 & 0 \\ 6 & 9 & 8 & 1 & 0 \\ 0 & 9 & 12 & 5 & 1 \\ 0 & 0 & 4 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & 2 & 3 & 7 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 2 & 6 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & 9 & 9 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 12 & 4 & 2 \\ 0 & 1 & 5 & 1 & 3 \\ 0 & 0 & 1 & 5 & 7 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4 & 9 & 0 & 0 & 0 \\ 9 & 18 & 14 & 1 & 0 \\ 0 & 17 & 24 & 9 & 3 \\ 0 & 1 & 9 & 2 & 8 \\ 0 & 0 & 3 & 8 & 14 \end{bmatrix}$$

Matriks Asli

Matriks Transpose

Matriks Simetris

4/153	9/153	0/153	0/153	0/153
9/153	18/153	14/153	1/153	0/153
0/153	17/153	24/153	9/153	3/153
0/153	1/153	9/153	2/153	8/153
0/153	0/153	3/153	8/153	14/153

Normalisasi Matriks

0,02614	0,05882	0	0	0
0,05882	0,11764	0,09150	0,00653	0
0	0,11111	0,15686	0,05882	0,01960
0	0	0,05882	0,01307	0,05228
0	0	0,01960	0,05228	0,09150

Hasil Normalisasi Matriks

c. Matriks co-occurrence $\Theta=90^\circ$ dan $d=1$

Proses pembentukan matriks co-occurrence $\Theta=90^\circ$ dan $d=1$ yaitu dengan menghitung jumlah hubungan ketetanggaan atau pasangan setiap piksel dengan spasial 1 dan orientasi sudut 90° .

Tabel 4.16 Matriks Co-Occurence dengan sudut 90°

(x,y)	6	7	8	9	10	....	16	....	255
6	3	4	0	0	0	....		....
7	6	18	2	0	1	....		....
8	1	9	16	3	0	....		....

9	0	0	6	3	2	...		...
10	0	0	2	4	10	...		...
...						
16						...		...
...
255						...		...

Berdasarkan tabel 4.16 didapatkan matriks berukuran 5×5 yang diambil sebagai contoh atau perwakilan nilai matriks *co-occurrence* untuk membentuk matriks simetris dan normalisasinya. Berikut nilai matriks yang didapatkan tersebut.

$$\begin{bmatrix} 3 & 4 & 0 & 0 & 0 \\ 6 & 18 & 2 & 0 & 1 \\ 1 & 9 & 16 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 6 & 3 & 2 \\ 0 & 0 & 2 & 4 & 10 \end{bmatrix}$$

Matriks Asli Yang Didapatkan

Setelah matriks 5×5 terbentuk maka tahap selanjutnya yaitu menjumlahkan nilai matriks 5×5 dengan matriks transposenya sehingga membentuk matriks simetris. Matriks simetris tersebut kemudian dinormalisasikan dengan menjumlahkan semua angka matriks hasilnya dijadikan pembagi bagi nilai-nilai matriks yang ada. Nantinya digunakan untuk menghitung nilai ciri statistik dari citra. Tahap memperoleh nilai matriks simetris dan normalisasinya dapat dilihat sebagai berikut

$$\begin{bmatrix} 3 & 4 & 0 & 0 & 0 \\ 6 & 18 & 2 & 0 & 1 \\ 1 & 9 & 16 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 6 & 3 & 2 \\ 0 & 0 & 2 & 4 & 10 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 3 & 6 & 1 & 0 & 0 \\ 4 & 18 & 9 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 16 & 6 & 2 \\ 0 & 0 & 3 & 3 & 4 \\ 0 & 1 & 0 & 2 & 10 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6 & 10 & 1 & 0 & 0 \\ 10 & 36 & 11 & 0 & 1 \\ 1 & 11 & 32 & 9 & 2 \\ 0 & 1 & 9 & 6 & 6 \\ 0 & 1 & 2 & 6 & 20 \end{bmatrix}$$

Matriks Asli

Matriks Transpose

Matriks Simetris

$$\begin{bmatrix} 6/180 & 10/180 & 1/180 & 0/180 & 0/180 \\ 10/180 & 36/180 & 11/180 & 0/180 & 1/180 \\ 1/180 & 11/180 & 32/180 & 9/180 & 2/180 \\ 0/180 & 1/180 & 9/180 & 6/180 & 6/180 \\ 0/180 & 1/180 & 2/180 & 6/180 & 20/180 \end{bmatrix}$$

Normalisasi Matriks

$$\begin{bmatrix} 0,03333 & 0,05555 & 0,00555 & 0 & 0 \\ 0,05555 & 0,2 & 0,06111 & 0 & 0,00555 \\ 0,00555 & 0,06111 & 0,17777 & 0,05 & 0,01111 \\ 0 & 0,00555 & 0,05 & 0,03333 & 0,03333 \\ 0 & 0,00555 & 0,01111 & 0,03333 & 0,11111 \end{bmatrix}$$

Hasil Normalisasi Matriks

d. Matriks co-occurrence $\theta=135^\circ$ dan $d=1$

Proses pembentukan matriks co-occurrence $\theta=135^\circ$ dan $d=1$ yaitu dengan menghitung jumlah hubungan ketetanggaan atau pasangan setiap piksel dengan spasial 1 dan orientasi sudut 135° .

Tabel 4.17 Matriks Co-Occurence dengan sudut 135°

(x,y)	6	7	8	9	10	...	16	...	255
6	5	1	0	0	0	...		...
7	2	12	4	0	0	...		...
8	1	13	13	0	1	...		...
9	0	0	6	5	0	...		...
10	0	0	3	4	9	...		...
...						
16						...		...
...
255						...		...

Berdasarkan tabel 4.17 didapatkan matriks berukuran 5×5 yang diambil sebagai contoh atau perwakilan nilai matriks *co-occurrence* untuk membentuk matriks simetris dan normalisasinya. Berikut nilai matriks yang didapatkan tersebut.

$$\begin{bmatrix} 5 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 12 & 4 & 0 & 0 \\ 1 & 13 & 13 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 6 & 5 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & 4 & 9 \end{bmatrix}$$

Matriks Asli Yang Didapatkan

Setelah matriks 5×5 terbentuk maka tahap selanjutnya yaitu menjumlahkan nilai matriks 5×5 dengan matriks transposenya sehingga membentuk matriks simetris. Matriks simetris tersebut kemudian dinormalisasikan dengan menjumlahkan semua angka matriks hasilnya dijadikan pembagi bagi nilai-nilai matriks yang ada. Nantinya digunakan untuk menghitung nilai ciri statistik dari citra. Tahap memperoleh nilai matriks simetris dan normalisasinya dapat dilihat sebagai berikut

$$\begin{bmatrix} 5 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 12 & 4 & 0 & 0 \\ 1 & 13 & 13 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 6 & 5 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & 4 & 9 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 5 & 2 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 12 & 13 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 13 & 6 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 5 & 4 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 9 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 & 3 & 1 & 0 & 0 \\ 3 & 24 & 17 & 0 & 0 \\ 1 & 17 & 26 & 6 & 4 \\ 0 & 0 & 6 & 10 & 4 \\ 0 & 0 & 4 & 4 & 18 \end{bmatrix}$$

Matriks Asli

Matriks Transpose

Matriks Simetris

$$\begin{bmatrix} 10/168 & 3/168 & 1/168 & 0/168 & 0/168 \\ 3/168 & 24/168 & 17/168 & 0/168 & 0/168 \\ 1/168 & 17/168 & 26/168 & 6/168 & 4/168 \\ 0/168 & 0/168 & 6/168 & 10/168 & 4/168 \\ 0/168 & 0/168 & 4/168 & 4/168 & 18/168 \end{bmatrix}$$

Normalisasi Matriks

$$\begin{bmatrix} 0,05952 & 0,01785 & 0,00595 & 0 & 0 \\ 0,01785 & 0,14285 & 0,10119 & 0 & 0 \\ 0,00595 & 0,10119 & 0,15476 & 0,03571 & 0,02380 \\ 0 & 0 & 0,03571 & 0,05952 & 0,02380 \\ 0 & 0 & 0,02380 & 0,02380 & 0,10714 \end{bmatrix}$$

Hasil Normalisasi Matriks

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4.2.5.2 Hitung Nilai Ciri Tekstur GLCM

Setelah didapatkan nilai ciri statistik orde dua dari keempat sudut matriks *co-occurrence*, maka dilakukan penjumlahan terhadap keempat matriks tersebut dan hasilnya dibagi empat, berikut perhitungan selanjutnya.

$$P(i,j) = \left[\frac{(P(i,j) 0^\circ + P(i,j) 45^\circ + P(i,j) 90^\circ + P(i,j) 135^\circ)}{4} \right]$$

$$P(i,j) = \begin{bmatrix} 0,1655/4 & 0,18453/4 & 0,0115/4 & 0/4 & 0/4 \\ 0,18453/4 & 0,6349/4 & 0,31192/4 & 0,00653/4 & 0,00555/4 \\ 0,0115/4 & 0,3548/4 & 0,71031/4 & 0,17941/4 & 0,06032/4 \\ 0/4 & 0,00555/4 & 0,17941/4 & 0,15243/4 & 0,13846/4 \\ 0/4 & 0,00555/4 & 0,06032/4 & 0,14847/4 & 0,43765/4 \end{bmatrix}$$

$$P(i,j) = \begin{bmatrix} 0,04137 & 0,04613 & 0,00287 & 0 & 0 \\ 0,04613 & 0,15872 & 0,07798 & 0,00163 & 0,00138 \\ 0,002875 & 0,0227 & 0,17757 & 0,04485 & 0,01508 \\ 0 & 0,00138 & 0,04485 & 0,03810 & 0,03461 \\ 0 & 0,00138 & 0,01508 & 0,03711 & 0,10941 \end{bmatrix}$$

Setelah memperoleh hasil normalisasi matriks *co-occurrence*, tahap selanjutnya menghitung nilai ciri statistik orde dua atau nilai fitur ekstraksi tekstur GLCM. Langkah awal menghitung nilai ciri statistik orde dua yaitu dengan menghitung nilai μ_x , μ_y , σ_x dan σ_y menggunakan persamaan secara terurut 2.11a, 2.11b, 2.11c dan 2.11d sebagai berikut :

$$X = \sum P(i) = [0,090383 \ 0,285858 \ 0,329085 \ 0,118963 \ 0,162998]$$

$$Y = \sum P(j) = [0,090383 \ 0,296333 \ 0,318365 \ 0,12171 \ 0,160495]$$

$$I = [1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5]$$

$$\mu_x = ((0,090383*1) + \dots + (0,162998*5)) = 2,94019$$

$$\mu_y = ((0,090383*1) + \dots + (0,160495*5)) = 2,92746$$

$$\sigma_x = \sqrt{((1-2,94019)^2 * 0,090383) + \dots + ((1-2,94019)^2 * 0,162998)}$$

$$\sigma_x = 1,92782$$

$$\sigma_y = \sqrt{((1 - 2,92746)^2 * 0,090383) + \dots + ((1 - 2,92746)^2 * 0,160495)}$$

$$\sigma_y = 1,91516$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Selanjutnya dilakukan perhitungan *energy* (X1), kontras (X2), korelasi (X3), *sum of squares* (X4), *inverse difference moment* (X5), *sum average* (X6), *sum variance* (X7), *sum entropy* (X8), *entropy* (X9), *difference variance* (X10), *difference entropy* (X11), maksimum probabilitas (X12), homogenitas (X13), dan *dissimilarity* (X14) (merujuk persamaan 2.10 sampai 2.23 pada Bab II). Berikut perhitungan yang dihasilkan.

Diketahui :

N_g = Banyak tingkat keabuan dari citra

i, j = baris ke-1 dan kolom ke-j

$P(i, j)$ = Entri pada GLCM bari ke-i dan kolom ke-j

$$\sigma_x = 1,92782$$

$$\sigma_y = 1,91516$$

$$\mu_x = 2,94019$$

$$\mu_y = 2,92746$$

a. *energy* (E), dengan persamaan (2.10)

$$E = (0,04137^2) + (0,04613^2) + \dots + (0,10941^2)$$

$$E = 0,982826$$

b. Kontras (CON), dengan persamaan (2.11)

$$CON = ((1-1)^2 * 0,04137) + ((1-2)^2 * 0,04613) + \dots + ((5-5)^2 * 0,10941)$$

$$CON = 0,016184$$

c. Korelasi (COR), dengan persamaan (2.12)

$$COR = ((1*1*0,04137) - (2,94019 * 2,92746)) + ((1*2*0,04613) -$$

$$(2,94019 * 2,92746)) + \dots + ((5*5*0,10941) -$$

$$(2,94019 * 2,92746)) / (1,92782 * 1,91516)$$

$$COR = 0,999711$$

d. *sum of squares* (SS), dengan persamaan (2.13)

$$SS = ((1-2,94019)*(1-2,92746)*0,04137)+((1-2,94019)*(2-2,92746)*0,04613)+\dots+((5-2,94019)*(5-2,92746)*0,10941)$$

$$SS = 63,216974$$

e. inverse difference moment (IDM), dengan persamaan (2.14)

$$IDM = \left(\frac{1*0,04137}{1+(1-1)^2}\right) + \left(\frac{1*0,04613}{1+(1-2)^2}\right) + \dots + \left(\frac{1*0,10941}{1+(5-5)^2}\right)$$

$$IDM = 0,999857$$

f. sum average (SA), dengan persamaan (2.15)

$$SA = -((1+1)*0,04137)+((1+2)*0,04613)$$

$$+\dots+((5+5)*0,10941)$$

$$SA = 15,88108$$

g. sum variance (SV), dengan persamaan (2.16)

$$SV = -((1-0,051148)*0,04137)+((2-0,051148)*0,04613)$$

$$+\dots+((5-0,051148)*0,10941)$$

$$SV = 252,2213$$

h. sum entropy (SE), dengan persamaan (2.17)

$$SE = -((0,04137*\log(0,04137))+((0,04613*\log(0,04613)))$$

$$+\dots+(0,10941*\log(0,10941))$$

$$SE = 0,051148$$

i. entropy (EN), dengan persamaan (2.18)

$$EN = -((0,04137*\log(0,04137))+((0,04613*\log(0,04613)))$$

$$+\dots+(0,10941*\log(0,10941))$$

$$EN = 0,051377$$

j. difference variance (DV), dengan persamaan (2.19)

$$DV = 63,21697461*(0,04137*0,04613\dots*0,10941)$$

$$DV = 0,016184$$

k. difference entropy (DE), dengan persamaan (2.20)

$$DE = 0,002978$$

l. maksimum probabilitas (IMF1), dengan persamaan (2.21)

$$IMF1 = (0,329085 * (0,04137 * 0,04613 \dots * 0,10941))$$

$$IMF1 = 0,991341$$

m. homogenitas (IMF2), dengan persamaan (2.22)

$$IMF2 = \left(\frac{0,04137}{1+|1-1|}\right) + \left(\frac{0,04613}{1+|1-2|}\right) + \dots + \left(\frac{0,10941}{1+|5-5|}\right)$$

$$IMF2 = 0,999711$$

n. dissimilarity (D), dengan persamaan (2.23)

$$D = 0,04137 * |1-1| + 0,04613 * |1-2| + \dots + 0,10941 * |5-5|$$

$$D = 0,002312$$

Setelah didapatkan perhitungan ekstraksi ciri orde dua, nilai-nilai tersebut dinormalisasikan. Hal ini ditujukan agar nantinya dalam pembelajaran LVQ akan menjadi baik hasilnya.

Berdasarkan dari perhitungan yang telah dilakukan pada citra mbd028.pgm diatas, diperoleh hasil akhir data yang telah dinormalisasi sesuai pada tabel 4.18 berikut.

Tabel 4.18 Hasil Perhitungan Nilai Ekstraksi Ciri (Normalisasi)

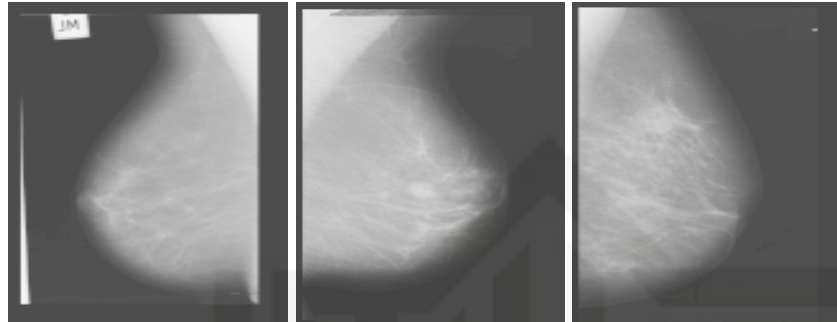
E	C O N	COR	SS	IDM	SA	S V	SE	EN	DV	DE	IMF1	IMF2	D
0,003 8875	0	0,003 9545	0,250 634	0,003 9551	0,062 9563	1	0,000 1936	0,000 1945	5,5x 10 ⁻⁵	2,64 x10 ⁻⁶	0,003 9213	0,003 9545	0

Dengan langkah dan cara yang sama, hasil perhitungan ekstraksi ciri (GLCM) untuk citra latih serta citra uji lainnya dapat dilihat pada Lampiran B yang telah dilampirkan.

4.2.6 Klasifikasi LVQ

Pada langkah ini, proses perhitungan menjelaskan tentang proses yang terdapat pada algoritma LVQ, yakni proses pembelajaran terhadap data latih yang telah ditetapkan sebelumnya. Sebelum masuk pada proses pembelajaran LVQ, telah ditentukan data yang akan diolah sesuai pada penjelasan Bab III. Setelah ditentukan data latih yang akan diolah, pada proses perhitungan manual ini setiap data pertama dari masing-masing kelas akan dijadikan sebagai vektor perwakilan (W) dan data kedua hingga akhir dari masing-masing kelas dijadikan sebagai vektor input

pembelajaran. Berikut data latih yang digunakan pada perhitungan LVQ yang dilakukan.



Gambar 4.31 Gambar Citra Normal, Jinak dan Ganas Berurutan

dan berikut dibawah ini merupakan hasil ekstraksi ciri *Gray Level Co-Occurrence Matriz* (GLCM) yang dihasilkan.

Tabel 4.19 Ekstraksi Data Latih Perhitungan LVQ

Nilai Masukkan	Citra 1	Citra 2	Citra 3
E	0,0037979	0,0039019	0,0039063
CON	0,000376	2,70E-05	8,67E-19
COR	0,0040139	0,0039049	0,0039063
SS	0,2533832	0,2491616	0,2490244
IDM	0,0040178	0,0039051	0,0039063
SA	0,0637411	0,0625336	0,0625
SV	0	1	1
SE	0,0004924	1,22E-05	0
EN	0,0004986	1,26E-05	0
DV	0,000376	2,70E-05	8,67E-19
DE	1,09E-06	1,74E-06	0
IMF1	0,0039068	0,0039036	0,0039063
IMF2	0,0040139	0,0039049	0,0039063
D	0	0	8,67E-19
Kelas	Ganas	Jinak	Normal

4.2.6.1 Pembelajaran LVQ

Pada tahapan ini, pembelajaran dilakukan dengan menggunakan metode *learning vector quantization* (LVQ), nilai-nilai hasil dari ekstraksi ciri GLCM yang telah didapatkan menjadi masukkan terhadap pembelajaran yang akan dilakukan

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

oleh LVQ. Pada proses ini, perhitungan manual ini menggunakan parameter *learning rate* 0,001. Perhitungan LVQ ini disesuaikan dengan algoritma 2.2 pada bab II. Dalam mencari bobot atau vektor pemenang, setiap vektor masukkan berupa data latih dicari masing-masing peluang terhadap kelas vektor data latih. Setelah dapat hasil keluaran dari pembelajaran LVQ maka, vektor masukkan data uji akan disimulasikan terhadap hasil pembelajaran LVQ dengan mencari jarak terdekat dari nilai-nilai bobot atau keluaran dari pembelajaran LVQ. Bobot awal dan data latih yang digunakan pada perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.20 Bobot Awal Data Latih untuk Setiap Kelas

Nilai Masukkan	Citra 1	Citra 2	Citra 3
E	0,003831	0,003903	0,003486
CON	0,000387	1,79E-05	0,001997
COR	0,003897	0,003906	0,004107
SS	0,250919	0,249136	0,259502
IDM	0,003901	0,003906	0,004127
SA	0,062985	0,062528	0,065524
SV	1	1	1
SE	0,000167	1,07E-05	0,001119
EN	0,000174	1,10E-05	0,00115
DV	0,000387	1,79E-05	0,001997
DE	5,86E-07	1,33E-06	0
IMF1	0,003867	0,003905	0,003791
IMF2	0,003897	0,003906	0,004107
D	0	0	6,63E-05
Kelas	Ganas	Jinak	Normal

Tabel 4.21 Data Latih (X) yang Akan dilatih

Nilai Masukkan	Citra 1	Citra 2	Citra 3
E	0,0037979	0,0039019	0,0039063
CON	0,000376	2,70E-05	8,67E-19
COR	0,0040139	0,0039049	0,0039063
SS	0,2533832	0,2491616	0,2490244
IDM	0,0040178	0,0039051	0,0039063
SA	0,0637411	0,0625336	0,0625
SV	0	1	1

SE	0,0004924	1,22E-05	0
EN	0,0004986	1,26E-05	0
DV	0,000376	2,70E-05	8,67E-19
DE	1,09E-06	1,74E-06	0
IMF1	0,0039068	0,0039036	0,0039063
IMF2	0,0040139	0,0039049	0,0039063
D	0	0	8,67E-19
Kelas	Ganas	Jinak	Normal

Pada langkah awal menentukan jarak terdekat pada vektor latih atau mencari vektor perwakilan w_p , dengan persamaan (2.29) sebagai berikut.

Diketahui :

E_{Inputan} dan $E_{\text{data latih}}$ = terdapat pada tabel 4.11 dan 4.12

D_{Inputan} dan $D_{\text{data latih}}$ = terdapat pada tabel 4.11 dan 4.12

Proses pembelajaran dimulai dari iterasi 1

Data latih (X) ke 1 (target ke 1)

$$D_1 = \sqrt{(0,0037979 - 0,003831)^2 + \dots (0-0)^2}$$

$$D_1 = 1,000003$$

$$D_2 = \sqrt{(0,0037979 - 0,003903)^2 + \dots (0-0)^2}$$

$$D_2 = 1,000001$$

$$D_3 = \sqrt{(0,0037979 - 0,003486)^2 + \dots (0-6,63 \times 10^{-5})^2}$$

$$D_3 = 1,000023$$

Dari perhitungan jarak diatas, nilai minimum yang didapatkan = 1,000001, yaitu kelas 2 atau jinak, sedangkan target kelas 1 atau ganas. Sehingga target bobot minimum tidak sama dengan target yang dituju. Menggunakan persamaan (2.28) dapat dihitung perubahan bobot sebagai berikut :

Diketahui :

w_p = vektor pemenang

$\alpha = 0,01$

x = data latih nilai minimum

$$\begin{aligned} (W1_{\text{baru}}) &= 0,003831 - 0,01 * (0,0039019 - 0,003831) = 0,003829 \\ (W2_{\text{baru}}) &= 0,000387 - 0,01 * (2,70 \times 10^{-5} - 0,000387) = 0,000391 \\ (W3_{\text{baru}}) &= 0,003897 - 0,01 * (0,0039049 - 0,003897) = 0,003896 \\ (W4_{\text{baru}}) &= 0,250919 - 0,01 * (0,2491616 - 0,250919) = 0,250937 \\ (W5_{\text{baru}}) &= 0,003901 - 0,01 * (0,0039051 - 0,003901) = 0,0039501 \\ (W6_{\text{baru}}) &= 0,062985 - 0,01 * (0,0625336 - 0,062985) = 0,062989 \\ (W7_{\text{baru}}) &= 1 - 0,01 * (1 - 1) = 1 \\ (W8_{\text{baru}}) &= 0,000167 - 0,01 * (1,22 \times 10^{-5} - 0,000167) = 0,000168 \\ (W9_{\text{baru}}) &= 0,000174 - 0,01 * (1,26 \times 10^{-5} - 0,000174) = 0,000175 \\ (W10_{\text{baru}}) &= 3,87 \times 10^{-5} - 0,01 * (2,70 \times 10^{-5} - 3,87 \times 10^{-5}) = 0,000391 \\ (W11_{\text{baru}}) &= 5,86 \times 10^{-7} - 0,01 * (1,74 \times 10^{-6} - 5,86 \times 10^{-7}) = 5,744 \times 10^{-7} \\ (W12_{\text{baru}}) &= 0,003867 - 0,01 * (0,0039036 - 0,003867) = 0,003867 \\ (W13_{\text{baru}}) &= 0,003897 - 0,01 * (0,0039049 - 0,003897) = 0,003896 \\ (W14_{\text{baru}}) &= 0 - 0,01 * (0 - 0) = 0 \end{aligned}$$

Data perhitungan bobot baru diatas digunakan untuk langkah selanjutnya.

Masuk langkah selanjutnya untuk

Data latih (X) ke 2 (target ke-2)

$$\begin{aligned} D_1 &= \sqrt{(0,0039019 - 0,003829)^2 + \dots (0-0)^2} \\ D_1 &= 0,001919 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_2 &= \sqrt{(0,0039019 - 0,003903)^2 + \dots (0-0)^2} \\ D_2 &= 0,000002 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_3 &= \sqrt{(0,0039019 - 0,003486)^2 + \dots (0 - 6,63 \times 10^{-5})^2} \\ D_3 &= 0,01125 \end{aligned}$$

Dari perhitungan jarak diatas, nilai minimum yang didapatkan = 0,000002, yaitu kelas 2 atau jinak, sedangkan target kelas 2 atau Jinak. Sehingga target bobot

minimum sama dengan target yang dituju. Menggunakan persamaan (2.27) dapat dihitung perubahan bobot sebagai berikut :

Diketahui :

w_p = vektor pemenang

α = 0,01

x = data latih nilai minimum

$$(W1 \text{ baru}) = 0,003903 + 0,01 * (0,0039019 - 0,003903) = 0,003903$$

$$(W2 \text{ baru}) = 1,79 \times 10^{-5} + 0,01 * (2,70 \times 10^{-5} - 1,79 \times 10^{-5}) = 0,000017$$

$$(W3 \text{ baru}) = 0,003906 + 0,01 * (0,0039049 - 0,003906) = 0,003905$$

$$(W4 \text{ baru}) = 0,249136 + 0,01 * (0,2491616 - 0,249136) = 0,249136$$

$$(W5 \text{ baru}) = 0,003906 + 0,01 * (0,0039051 - 0,003906) = 0,003906$$

$$(W6 \text{ baru}) = 0,062528 + 0,01 * (0,0625336 - 0,062528) = 0,062528$$

$$(W7 \text{ baru}) = 1 + 0,01 * (1 - 1) = 1$$

$$(W8 \text{ baru}) = 1,07 \times 10^{-5} + 0,01 * (1,22 \times 10^{-5} - 1,07 \times 10^{-5}) = 0,000011$$

$$(W9 \text{ baru}) = 1,10 \times 10^{-5} + 0,01 * (1,26 \times 10^{-5} - 1,10 \times 10^{-5}) = 0,000011$$

$$(W10 \text{ baru}) = 1,79 \times 10^{-5} + 0,01 * (2,70 \times 10^{-5} - 1,79 \times 10^{-5}) = 0,000018$$

$$(W11 \text{ baru}) = 1,33 \times 10^{-6} + 0,01 * (1,74 \times 10^{-6} - 1,33 \times 10^{-6}) = 1,3341 \times 10^{-6}$$

$$(W12 \text{ baru}) = 0,003905 + 0,01 * (0,0039036 - 0,003905) = 0,003904$$

$$(W13 \text{ baru}) = 0,003906 + 0,01 * (0,0039049 - 0,003906) = 0,0039058$$

$$(W14 \text{ baru}) = 0 + 0,01 * (0 - 0) = 0$$

Data perhitungan bobot baru diatas digunakan untuk langkah selanjutnya.

Masuk langkah selanjutnya untuk

Data latih (X) ke 3 (target ke-3)

$$D_1 = \sqrt{(0,0039063 - 0,003829)^2 + \dots (0-0)^2}$$

$$D_1 = 0,002066$$

$$D_2 = \sqrt{(0,0039063 - 0,003903)^2 + \dots (0-0)^2}$$

$$D_2 = 0,000119$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$D_3 = \sqrt{(0,0039063 - 0,003486)^2 + \dots + (0 - 6,63 \times 10^{-5})^2}$$

$$D_3 = 0,011393$$

Dari perhitungan jarak diatas, nilai minimum yang didapatkan = 0,000119, yaitu kelas 2 atau jinak, sedangkan target kelas 3 atau NormaL. Sehingga target bobot minimum tidak sama dengan target yang dituju. Menggunakan persamaan (2.28) dapat dihitung perubahan bobot sebagai berikut :

Diketahui :

w_p = vektor pemenang

α = 0,01

x = data latih nilai minimum

$$(W1 \text{ baru}) = 0,0039033 - 0,01 * (0,0039019 - 0,0039033) = 0,003903$$

$$(W2 \text{ baru}) = 1,80 \times 10^{-5} - 0,01 * (2,70 \times 10^{-5} - 1,80 \times 10^{-5}) = 0,000019$$

$$(W3 \text{ baru}) = 0,003906 - 0,01 * (0,0039049 - 0,003906) = 0,0039058$$

$$(W4 \text{ baru}) = 0,249136 - 0,01 * (0,2491616 - 0,249136) = 0,2491367$$

$$(W5 \text{ baru}) = 0,003906 - 0,01 * (0,0039051 - 0,003906) = 0,0039061$$

$$(W6 \text{ baru}) = 0,062528 - 0,01 * (0,0625336 - 0,062528) = 0,0625281$$

$$(W7 \text{ baru}) = 1 - 0,01 * (1 - 1) = 1$$

$$(W8 \text{ baru}) = 1,07 \times 10^{-5} - 0,01 * (1,22 \times 10^{-5} - 1,07 \times 10^{-5}) = 0,000017$$

$$(W9 \text{ baru}) = 1,10 \times 10^{-5} - 0,01 * (1,26 \times 10^{-5} - 1,10 \times 10^{-5}) = 0,000011$$

$$(W10 \text{ baru}) = 1,80 \times 10^{-5} - 0,01 * (2,70 \times 10^{-5} - 1,80 \times 10^{-5}) = 0,000018$$

$$(W11 \text{ baru}) = 1,33 \times 10^{-6} - 0,01 * (1,74 \times 10^{-6} - 1,33 \times 10^{-6}) = 1,33004 \times 10^{-6}$$

$$(W12 \text{ baru}) = 0,003905 - 0,01 * (0,0039036 - 0,003905) = 0,0039048$$

$$(W13 \text{ baru}) = 0,003906 - 0,01 * (0,0039049 - 0,003906) = 0,0039059$$

$$(W14 \text{ baru}) = 0 - 0,01 * (0 - 0) = 0$$

Pada langkah ini bobot akan berubah menjadi sebagai berikut :

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4.22 Bobot Akhir Pembelajaran

Nilai Masukkan	Citra 1	Citra 2	Citra 3
E	0,00383	0,0039034	0,003486
CON	0,000391	1,79E-05	0,001997
COR	0,003896	0,0039059	0,004107
SS	0,250937	0,2491362	0,259502
IDM	0,003901	0,0039061	0,004127
SA	0,062989	0,062528	0,065524
SV	1	1	1
SE	0,000169	1,07E-05	0,001119
EN	0,000175	1,10E-05	0,00115
DV	0,000391	1,79E-05	0,001997
DE	5,74E-07	1,33E-06	0
IMF1	0,003867	0,0039048	0,003791
IMF2	0,003896	0,0039059	0,004107
D	0	0	6,63E-05
Kelas	Ganas	Jinak	Normal

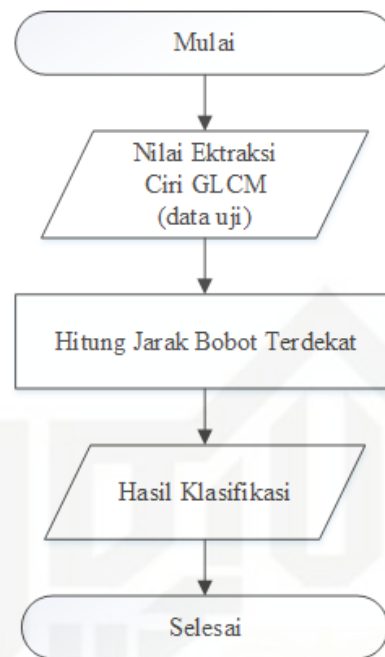
Setelah selesai proses iterasi pertama, maka akan dilakukan pengurangan nilai *learning rate* dengan rumus $\alpha_{\text{baru}} = \alpha - (0.1 * \alpha)$. Langkah selanjutnya dengan iterasi kedua, bobot akhir tadi akan digunakan kembali untuk perhitungan hingga dapat mencapai *minimum learning rate* atau maksimal epoch tercapai, atau kondisi lainnya tergantung parameter yang ditentukan. Hasil dari proses pembelajaran ini berupa nilai-nilai bobot vektor W yang telah diperbaharui.

4.2.6.2 Pengujian LVQ

Hasil bobot akhir dari pembelajaran LVQ diatas pada tabel 4.22 akan digunakan untuk proses pengujian LVQ. Dari nilai bobot akhir tersebut dicari jarak terdekat untuk memperoleh klasifikasi yang dilakukan dari data uji.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 4.32 Proses Klasifikasi

Berikut data uji yang akan diujikan yakni gambar mdb028.pgm dengan kelas ganas :

Tabel 4.23 Data Uji Pengujian LVQ

E	C O N	COR	SS	IDM	SA	S V	SE	EN	DV	DE	IMF1	IMF2	D
0,003 8875	0	0,003 9545	0,250 634	0,003 9551	0,062 9563	1	0,000 1936	0,000 1945	5,5x 10 ⁻⁵	2,64 x10 ⁻⁶	0,003 9213	0,003 9545	0

Berikut hasil proses perhitungan yang dilakukan :

$$D_1 = \sqrt{(0,0038875 - 0,00383)^2 + \dots (0-0)^2}$$

$$D_1 = 0,000613$$

$$D_2 = \sqrt{(0,0038875 - 0,0039034)^2 + \dots (0-0)^2}$$

$$D_2 = 0,001582$$

$$D_3 = \sqrt{(0,0038875 - 0,003486)^2 + \dots (0-6,63 \times 10^{-5})^2}$$

$$D_3 = 0,009748$$

Dari perhitungan diatas bobot minimum didapatkan = 0,000613, dengan kelas 1 atau ganas. Sehingga dalam klasifikasi ini data uji tersebut digolongkan kedalam

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

kelas kanker ganas. Disinilah fungsi dari pembelajaran LVQ yang dilakukan. Proses pengujian tersebut dilakukan hingga mendapatkan hasil dari semua data uji yang akan diujikan.

4.3 Perancangan Aplikasi

Dalam menerapkan suatu metode dengan menjadikan dalam bentuk aplikasi sebagai penerapannya, perancangan aplikasi mempunyai tujuan akhir yakni untuk mewujudkan perangkat lunak yang sesuai dengan apa yang telah dianalisa sebelumnya, dengan kata lain tidak ada kesalahan yang terjadi saat membangun sebuah aplikasi yang diinginkan.

4.3.1 Perancangan Antarmuka (interface)

Interface aplikasi adalah penerapan dari metode yang digunakan untuk membuat komunikasi yang lebih mudah, dan konsisten. Penekanan interface meliputi tampilan yang menarik, mudah dipahami, dan tombol-tombol yang familiar. Pembangunan aplikasi serta implementasi dan pengujian dalam penelitian ini dirancang dengan menggunakan MATLAB R2015b.

- a. Rancangan *Main Menu* (Halaman awal)

Menu halaman awal ialah tampilan awal dari aplikasi yang dibuat, dimana berisi judul, logo serta tampilan dasar dari pembuatan aplikasi. Rancangan halaman awal depan dilihat pada gambar 4.33 berikut.



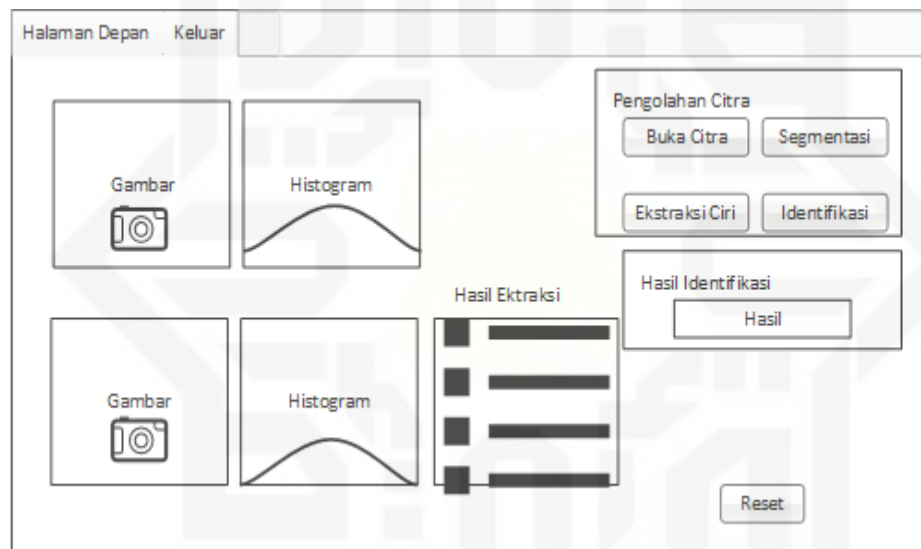
Gambar 4.33 Tampilan Halaman Awal

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

b. Rancangan *Main Page* (Halaman Utama)

Selain halaman awal rancangan *interface* yang ada yakni tampilan halaman utama aplikasi, dimana pada tampilan ini merupakan inti dari isi tujuan aplikasi. Pada halaman ini terdapat semua proses yang diterapkan. Adapun proses-proses yang ada ialah pengambilan citra, segmentasi, ekstraksi ciri dan identifikasi citra. Selain itu pada halaman ini ditampilkan histogram citra yang asli dan juga histogram akhir dari citra yang telah dilakukan pengolahan citra. Dapat dilihat pada gambar 4.34 berikut



Gambar 4.34 Tampilan Utama Aplikasi

Pada halaman ini proses yang utama diterapkan, dimana terdapat beberapa menu. Dengan langkah pengoperasian buka citra terlebih dahulu, citra dan histogram citra ditampilkan, setelah itu diklik tombol segmentasi dan hasil dari citra segmentasi akan ditampilkan begitu juga tampilan histogram citra hasil segmentasi. Terdapat juga tombol reset untuk mengulangi proses yang ada. Sehingga proses-proses yang diterapkan berada pada halaman utama ini.