

**IMPLEMENTASI METODE  
LEARNING VECTOR QUANTIZATION  
DALAM APLIKASI *HANDWRITING CALCULATOR*  
BERBASIS *MOBILE***

**Skripsi**



**Oleh:**

**JOSEPH CARLO KOTUALUBUN**

**22094739**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA**

**2013**

**IMPLEMENTASI METODE  
LEARNING VECTOR QUANTIZATION  
DALAM APLIKASI *HANDWRITING CALCULATOR*  
BERBASIS *MOBILE***

**Skripsi**



Diajukan kepada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi  
Universitas Kristen Duta Wacana  
Sebagai Salah Satu Syarat dalam Memperoleh Gelar  
Sarjana Komputer

**Disusun oleh:**

**JOSEPH CARLO KOTUALUBUN**

**22094739**

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA  
2013

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

### **IMPLEMENTASI METODE LEARNING VECTOR QUANTIZATION DALAM APLIKASI HANDWRITING CALCULATOR BERBASIS MOBILE**

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi kesarjanaan di lingkungan Universitas Kristen Duta Wacana maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jika dikemudian hari didapati bahwa hasil skripsi ini adalah hasil plagiasi atau tiruan dari skripsi lain, saya bersedia dikenai sanksi yakni pencabutan gelar kesarjanaan saya.

Yogyakarta, 27 Mei 2013



JOSEPH CARLO KOTUALUBUN  
22094739

## HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : IMPLEMENTASI METODE LEARNING VECTOR  
QUANTIZATION DALAM APLIKASI  
HANDWRITING CALCULATOR BERBASIS  
MOBILE

Nama Mahasiswa : JOSEPH CARLO KOTUALUBUN

N I M : 22094739

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

Kode : TIW276

Semester : Genap

Tahun Akademik : 2012/2013

Telah diperiksa dan disetujui di  
Yogyakarta,  
Pada tanggal 27 Mei 2013

Dosen Pembimbing I



Drs. R. Gunawan Santosa, M.Si.

Dosen Pembimbing II



Rosa Delima, S.Kom., M.Kom.

HALAMAN PENGESAHAN

IMPLEMENTASI METODE LEARNING VECTOR QUANTIZATION  
DALAM APLIKASI HANDWRITING CALCULATOR BERBASIS  
MOBILE



Oleh: JOSEPH CARLO KOTUALUBUN / 22094739


Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi  
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi  
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta  
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Komputer  
pada tanggal 23 Mei 2013

Yogyakarta, 27 Mei 2013  
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Drs. R. Gunawan Santosa, M.Si.
2. Rosa Delima, S.Kom., M.Kom.
3. Nugroho Agus Haryono, M.Si.
4. Yuan Lukito, S.Kom.

  
Dekan  
  
(Drs. Wimmie Handiwidjaja, MIT.)

Ketua Program Studi  
  
(Nugroho Agus Haryono, M.Si.)

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan anugerah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Implementasi Metode Learning Vector Quantization Dalam Aplikasi Handwriting Calculator Berbasis Mobile* ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah banyak membantu dan memberikan dukungan kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir ini, diantaranya :

1. **Drs. R. Gunawan Santosa, M.Si**, selaku dosen pembimbing 1, yang telah memberikan ide, masukan, kritik dan saran dalam penulisan laporan dan pembuatan program Tugas Akhir ini.
2. **Rosa Delima, M.Kom**, selaku dosen pembimbing 2, yang telah memberikan ide, masukan, kritik dan saran selama penulisan laporan dan pembuatan Tugas Akhir ini.
3. Papa Jans, Mama Phian, serta Ce Evan dan Ce Tessa atas limpahan kasih sayang, kesabaran, doa, serta dukungan yang luar biasa yang selalu menjadi motivasi dan semangat penulis sehingga selalu bersemangat. Terimakasih untuk selalu berada disisi penulis dalam kondisi apapun.
4. Keluarga besar Kotualubun dan Ganwarin yang berada di Saumlaki atas segala dukungan dan perhatian yang kalian berikan selama ini. Kalian merupakan keluarga terbaik yang pernah penulis miliki didunia ini.
5. Pacar saya, Lilian Dewiyani yang selalu ada bagi penulis dikala suka dan duka, memberikan dukungan dan membangkitkan kembali semangat penulis ketika merasa lelah selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
6. Teman-teman Berkibi (Bersama Kita Bisa) : Adi, Adit, Agung, Andi, Ari, Ayu, Daniel, Guan, Jay, Ratih, dan Sherly, teman seperjuangan yang selalu menghadirkan suasana menyenangkan penuh canda tawa sewaktu pengerjaan Tugas Akhir ini.

7. Pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang secara langsung maupun tidak langsung telah mendukung penyelesaian Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, 15 Mei 2013

Penulis,

JOSEPH CARLO KOTUALUBUN

22094739

©UKYDUN

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	ii
PERNYATAAN .....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN .....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
INTISARI .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Metode Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Tinjauan Pustaka.....	4
2.2 Landasan Teori.....	6
2.2.1 Thresholding .....	6
2.2.2 Segmentasi Citra .....	7
2.2.3 Connected Component Labeling.....	9
2.2.4 Ekstraksi Fitur .....	11
2.2.5 Learning Vector Quantization.....	11
2.2.5.1 Arsitektur Jaringan LVQ.....	11



2.2.5.2 Algoritma LVQ.....	13
2.2.6 Infix dan Postfix.....	14
<b>BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM .....</b>	<b>20</b>
3.1 Gambaran Umum Sistem.....	20
3.2 Analisis Kebutuhan.....	21
3.2.1 Analisis Data.....	21
3.2.2 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak.....	22
3.2.3 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras .....	22
3.3 Rancangan Database .....	22
3.4 Rancangan Sistem.....	23
3.4.1 Blok Diagram Sistem.....	24
3.4.2 Flowchart .....	25
A. Thresholding .....	25
B. Segmentasi Karakter .....	26
C. Cropping dan Resizing.....	28
D. Ekstraksi Fitur.....	30
E. Learning Vector Quantization.....	31
F. Konversi Notasi Infix ke Postfix.....	34
3.5 Rancangan Antarmuka Sistem.....	35
3.5.1 Rancangan Tampilan Form Kalkulaotr.....	35
3.5.2 Rancangan Tampilan Form info .....	36
<b>BAB IV IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM .....</b>	<b>37</b>
4.1 Implementasi Sistem.....	37
4.1.1 Implementasi Proses Thresholding.....	37
4.1.2 Implementasi Proses Segmentasi (Phase-1).....	37
4.1.3 Implementasi Proses Update Array_Equivalent_Map .....	38
4.1.4 Implementasi Proses Segmentasi (Phase-2).....	38
4.1.5 Implementasi Proses Filter untuk Karakter '=' .....	38
4.1.6 Implementasi Proses Sorting Label .....	38

4.1.7 Implementasi Proses Cropping, Resizing, dan Ekstraksi Fitur .....	39
4.1.8 Implementasi Metode Learning Vector Quantization.....	39
4.1.9 Implementasi Proses Konversi Notasi Infix ke Postfix .....	39
4.1.10 Implementasi Proses Evaluator .....	40
4.2 Implementasi Antarmuka .....	40
4.2.1 Tampilan Form Kalkulator .....	40
4.2.2 Tampilan Form Info .....	41
4.3 Analisis Sistem .....	42
4.3.1 Proses Akuisisi Data Masukan.....	42
4.3.2 Hasil EKstraksi Modul .....	42
4.3.3 Hasil Penyimpanan Basisdata .....	43
4.3.4 Analisis Hasil Pengenalan.....	45
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>52</b>
5.1 Kesimpulan .....	52
5.2 Saran .....	53
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>54</b>
<b>LAMPIRAN A .....</b>	<b>A-1</b>
<b>LAMPIRAN B .....</b>	<b>B-1</b>
<b>LAMPIRAN C .....</b>	<b>C-1</b>
<b>LAMPIRAN D .....</b>	<b>D-1</b>

## DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	KETERANGAN	HALAMAN
Gambar 2.1	Contoh Proses Thresholding	7
Gambar 2.2	Teknik Segmentasi Citra	8
Gambar 2.3	8-connectivity neighbourhood	10
Gambar 2.4	Contoh Arsitektur Jaringan LVQ	12
Gambar 2.5	Proses Konversi dari Notasi Infix ke notasi Postfix	17
Gambar 3.1	Blok Diagram Sistem	24
Gambar 3.2	Flowchart Proses Thresholding	26
Gambar 3.3	Flowchart Proses Segmentasi Karakter	27
Gambar 3.4	Contoh Resizing Citra	29
Gambar 3.5	Flowchart Proses Ekstraksi Fitur	31
Gambar 3.6	Flowchart Proses Pelatihan pada LVQ	32
Gambar 3.7	Flowchart Proses Pengujian pada LVQ	33
Gambar 3.8	Flowchart Proses Konversi Notasi Infix ke Postfix	34
Gambar 3.9	Rancangan Form Kalkulator	35
Gambar 3.10	Rancangan Form Info	36
Gambar 4.1	Tampilan Form Kalkulator	40
Gambar 4.2	tampilan Form Info	41
Gambar 4.3	Citra Input	42
Gambar 4.4	Citra Hasil Proses thresholding	43

## DAFTAR TABEL

<b>TABEL</b>	<b>KETERANGAN</b>	<b>HALAMAN</b>
Tabel 2.1	Level Operator dalam Stack	16
Tabel 3.1	Tabel Karakter	22
Tabel 4.1	Beberapa hasil penyimpan informasi karakter pada basisdata	44
Tabel 4.2	Hasil Pengujian per tiap karakter menggunakan 30 data pelatihan	45
Tabel 4.3	Hasil Pengujian per tiap karakter menggunakan 60 data pelatihan	46
Tabel 4.4	Hasil Pengujian pada ekspresi matematika	48

©UKDW

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	KETERANGAN	HALAMAN
Lampiran A	Pola Pelatihan per tiap Karakter	A-1
Lampiran B	Pola Pengujian per tiap Karakter	B-1
Lampiran C	Perhitungan Manual	C-1
Lampiran D	Pseudo Code	D-1

©UKDW

## INTISARI

### Implementasi Metode Learning Vector Quantization Dalam Aplikasi *Handwriting Calculator* Berbasis *Mobile*

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) merupakan cabang ilmu yang masih berkembang dan menjadi pusat studi dan penelitian. Banyak aplikasi JST yang telah dihasilkan, salah satunya adalah pengenalan pola (*pattern recognition*). Seiring dengan perkembangan teknologi, pengenalan pola pun dapat diterapkan dalam berbagai macam aplikasi, salah satunya adalah *handwriting calculator*. Pada kasus ini, JST berfungsi untuk mengenali pola *input* berupa operand dan operator yang terdapat pada kalkulator.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengenali pola adalah *Learning Vector Quantization* (LVQ). *Learning Vector Quantization* adalah suatu metode pengklasifikasian pola yang mana masing-masing unit *output* mewakili kategori atau kelas tertentu. LVQ melakukan pembelajaran pada lapisan kompetitif yang terawasi. Lapisan kompetitif akan secara otomatis belajar untuk mengklasifikasikan vektor-vektor input. Kelas-kelas yang diperoleh sebagai hasil dari lapisan kompetitif ini hanya tergantung pada jarak antara vektor-vektor *input*.

Proses pengenalan Karakter ini dimulai dari melakukan preprocessing terhadap citra input berupa proses *thresholding*, kemudian dilanjutkan ke tahap segmentasi, dan normalisasi karakter. Setelah itu akan dilanjutkan pada proses ekstraksi fitur, yang nantinya akan menghasilkan fitur-fitur dari karakter yang disebut dengan vektor input. Setelah itu akan dilakukan proses pengenalan pola menggunakan metode *Learning Vector Quantization*.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, diketahui bahwa dengan menggunakan 30 data pelatihan, sistem dapat mengenali pola dengan persentase keberhasilan sebesar 79.1%. Sedangkan jika menggunakan 60 data pelatihan, sistem dapat mengenali pola dengan persentase keberhasilan sebesar 86.38%. Hasil pengenalan karakter dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya bentuk dari *sample* pola yang uji, ukuran pola baik dari sisi lebar maupun panjang pola, dan jarak antar pola. Semakin baik dan jelas bentuk dari *sample* pola, dan memiliki ukuran pola yang standar dan juga jarak antar pola yang baik, maka hasil pengenalan pola pun dapat lebih tepat.

**Kata kunci:** Pengenalan Pola, *handwriting calculator*, *Learning Vector Quantization*, *Preprocessing*, *Thresholding*, Segmentasi, ekstraksi fitur.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) merupakan cabang ilmu yang masih berkembang dan menjadi pusat studi dan penelitian. “Pada dasarnya JST mencoba meniru cara kerja otak makhluk hidup. Salah satu struktur yang ingin ditiru adalah bentuk *neuron*-nya” (Kristanto, 2004, hal.1) Banyak aplikasi JST yang telah dihasilkan, salah satunya adalah pengenalan pola (*pattern recognition*). Pengenalan pola dapat diartikan sebagai proses klasifikasi dari objek atau pola menjadi beberapa kategori atau kelas berdasarkan kesamaan dan kemiripan ciri.

Seiring dengan perkembangan teknologi, pengenalan pola pun dapat diterapkan dalam berbagai macam aplikasi, salah satunya adalah *handwriting calculator*. Pada kasus ini, JST berfungsi untuk mengenali pola *input* berupa operand dan operator yang terdapat pada kalkulator. Salah satu cara untuk dapat mengenali pola-pola tersebut adalah dengan melakukan proses pelatihan yang bertujuan agar sistem mampu dalam mengenali ciri dari setiap pola yang ada.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengenali pola adalah *Learning Vector Quantization (LVQ)*. *Learning Vector Quantization* adalah suatu metode pengklasifikasian pola yang mana masing-masing unit *output* mewakili kategori atau kelas tertentu. LVQ melakukan pembelajaran pada lapisan kompetitif yang terawasi. Lapisan kompetitif akan secara otomatis belajar untuk mengklasifikasikan vektor-vektor input. Kelas-kelas yang diperoleh sebagai hasil dari lapisan kompetitif ini hanya tergantung pada jarak antara vektor-vektor *input*. “Apabila beberapa vektor input memiliki jarak yang sangat berdekatan, maka vektor-vektor input tersebut akan dikelompokkan dalam kelas yang sama” (Kusumadewi, 2004, hal.295).

Dengan memanfaatkan metode *Learning Vector Quantization (LVQ)*, maka akan dibangun sistem untuk dapat mengenali pola *input* berupa operand dan operator yang akan diimplementasikan pada aplikasi *handwriting calculator*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas, masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah metode *Learning Vector Quantization* dapat digunakan untuk mengenali pola input berupa operand dan operator pada aplikasi *handwriting calculator*?
2. Seberapa tingkat akurasi metode *Learning Vector Quantization* dalam mengenali pola operand dan operator?

## 1.3 Batasan Masalah

Ruang lingkup permasalahan dalam penelitian ini dibatasi oleh hal-hal sebagai berikut :

1. Pengenalan pola yang dilakukan berupa bilangan operand dari 0 – 9, operator berupa +, -, x, /, (, ), . dan =
2. Penulisan posisi operand dan operator dilakukan secara horizontal.
3. Setiap *input*, baik itu operand maupun operator tidak boleh saling berimpit, karena dua atau lebih pola yang berimpit akan dianggap sebagai suatu kesatuan.
4. Perhitungan dilakukan pada saat menerima pola input '=', atau menekan tombol 'count'
5. Metode yang digunakan untuk mengenali pola adalah metode *Learning Vector Quantization*
6. Operasi matematika yang disediakan berupa tambah, kurang, kali, dan bagi.
7. Aplikasi yang bernama *handwriting calculator* akan diimplementasikan pada sistem berbasis iOS.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengimplementasikan metode *Learning Vector Quantization* dalam mengenali pola *input* berupa operand dan operator pada aplikasi *handwriting calculator*.



## 1.5 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan :

1. Melakukan studi pustaka melalui membaca buku, jurnal, *e-book*, maupun artikel mengenai pengenalan pola yang mendukung penulisan tugas akhir.
2. Melakukan analisis terhadap masalah yang ada, batasan yang dimiliki, dan kebutuhan yang diperlukan.
3. Membuat aplikasi *handwriting calculator* dengan menggunakan *Learning Vector Quantization* sebagai metode untuk mengenali pola *input* operand dan operator.
4. Melakukan serangkaian uji coba terhadap program yang telah dibangun dan melakukan analisis terhadap program yang dibuat.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan tugas akhir ini akan dibagi menjadi 5 (lima) bagian, yaitu:

Bab 1 Pendahuluan, berisi tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab 2 Tinjauan Pustaka. Bab ini terdiri dari dua sub bab, yaitu tinjauan pustaka dan landasan teori. Bab ini menjelaskan tentang penelitian-penelitian terdahulu beserta teori yang berkaitan dengan topik penelitian yang diambil oleh penulis.

Bab 3 Analisis dan Perancangan Sistem. Bab ini terdiri dari beberapa sub bab yang digunakan dalam perancangan sistem, antara lain gambaran umum sistem, analisis kebutuhan, rancangan database, algoritma dalam membangun sistem, serta rancangan antarmuka sistem.

Bab 4 Implementasi dan Analisis Sistem, berisi implementasi program berupa tampilan program. Disertakan input dan output program, penjelasan, pengujian, dan analisa dari system kerja program.

Bab 5 Kesimpulan Dan Saran, berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan serta saran-saran yang mungkin untuk pengembangan lebih lanjut.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa yang dilakukan terhadap sistem mengacu pada hasil pengamatan yang telah dilakukan pada proses uji coba, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode *Learning Vector Quantization* dapat diimplementasikan ke dalam aplikasi *handwriting calculator* sebagai metode pengenalan karakter.
2. Jumlah data pelatihan berpengaruh pada kemampuan sistem dalam mengenali pola. Jika menggunakan 30 *sample* data pelatihan, maka presentase keakuratan sistem dalam mengenali pola sebesar 79.1%, sedangkan jika menggunakan 60 *sample* data pelatihan, maka presentase keakuratan sistem dalam mengenali pola sebesar 86.38%. Semakin banyak data pelatihan yang digunakan, maka tingkat keakuratan hasil pengenalan karakter akan semakin meningkat.
3. Hasil pengenalan karakter dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya bentuk dari *sample* pola yang uji, ukuran pola baik dari sisi lebar maupun panjang pola, dan jarak antar pola. Semakin baik dan jelas bentuk dari *sample* pola, dan memiliki ukuran pola yang standar dan juga jarak antar pola yang baik, maka semakin besar pula tingkat keberhasilan sistem dalam mengenali pola.

#### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, maka dapat disarankan beberapa hal yaitu :

1. Perlu dilakukan pengembangan sistem pada pengenalan karakter, salah satunya dengan cara menambahkan jumlah klasifikasi target output, sehingga dapat meningkatkan keberhasilan sistem dalam mengenali pola.

2. Pada pengembangan selanjutnya dapat ditambahkan operasi matematika yang belum ada pada aplikasi *handwriting calculator*, seperti operasi pangkat, akar, dll.
3. Ekspresi matematika tidak hanya dapat dilakukan secara horizontal, tetapi juga dapat dilakukan secara vertikal (terutama untuk bilangan pecahan)

©UKDW

## DAFTAR PUSTAKA

- Arianty, R. (2008). Mengkonversi notasi infix menjadi notasi postfix menggunakan aplikasi stack pada struktur data.
- Castleman. (1996). *Digital Image Processing* .
- Haryanto, & Heri Purnomo, M. (2009). Pengenalan Plat Mobil Indonesia menggunakan Learning Vector Quantization. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya* , 5.
- Kristianto, A. (2004). *Jaringan Syaraf tiruan*. Klaten: Gaya Media.
- Kusumadewi. (2004). *Membuat Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan Matlab dan Excel Link*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Picolov. (2008). Perancangan Program Aplikasi Pengawas Ruang Yang Cerdas Menggunakan Webcam Dan Sms [http://thesis.binus.ac.id/Doc/Bab3/2008-1-00278-MTIF%20Bab %203.pdf, diakses tanggal 13 Maret 2013]
- Prabowo, A., Adi Sarwoko, E., & dan Er Ryanto, D. (2006). Perbandingan Antara Metode Kohonen Neural Network dengan Metode Learning Vector Quantization Pada Pengenalan Pola Tandatangan. *Jurnal Sains & Matematika (JSM)* , 14.
- Ramadijanti, N., Setiawardhana, & Mahsun, H. (2009). Implementasi Pengolahan Citra Untuk Identifikasi Produk Kemasan Berdasarkan Label Kemasannya [http://digilib.its.ac.id/ public/ITS-NonDegree-7548-7405040015-bab2.pdf , diakses tanggal 13 Maret 2013]
- Ronny, Rahman, S., & dan Munir, A. (2012). pengenalan karakter dengan segmentasi citra dan algoritma learning vector quantization.
- Sylvianto, & Charles. (2012). Segmentasi citra spasial multi resolusi untuk Klasifikasi tutupan lahan menggunakan algoritma Region growing [http://library.binus.ac.id/eColls/eThesis/Bab2/2012-1-00290-IF%20Bab%202.pdf, diakses tanggal 13 Maret 2013]