

**PENGENALAN MOTIF TRUNTUM BERBASIS BENTUK
DENGAN SHAPE MATRIX**

Skripsi



Oleh

PETRUS KANISIUS PEKIK B.

71110170

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

2017

PENGENALAN MOTIF TRUNTUM BERBASIS BENTUK DENGAN SHAPE MATRIX

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

PETRUS KANISIUS PEKIK B.

71110170

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

2017

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

PENGENALAN MOTIF TRUNTUM BERBASIS BENTUK DENGAN SHAPE MATRIX

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

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

Yogyakarta, 8 Juni 2017



PETRUS KANISUS PERIK B.
71110170

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : PENGENALAN MOTIF TRUNTUM BERBASIS
BENTUK DENGAN SHAPE MATRIX
Nama Mahasiswa : PETRUS KANISIUS PEKIK B.
N I M : 71110170
Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)
Kode : TIW276
Semester : Genap
Tahun Akademik : 2016/2017

Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 10 Mei 2017

Dosen Pembimbing I



Nugroho Agus Haryono, M.Si

Dosen Pembimbing II



R. Gunawan Santosa, Drs. M.Si.

**PENGENALAN MOTIF TRUNTUM BERBASIS BENTUK DENGAN
SHAPE MATRIX**

Oleh: PETRUS KANISIUS PEKIK B. / 71110170

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 31 Mei 2017

Yogyakarta, 6 Juni 2017
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Nugroho Agus Haryono, M.Si
2. R. Gunawan Santosa, Drs. M.Si.
3. Widi Hapsari, Dra. M.T.
4. Prihadi Benny Waluyo, SSi., MT.



Dekan



(Budi Susanto, S.Kom., M.T.)

Ketua Program Studi



(Gloria Virginia, Ph.D.)

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji Syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas segala kasih karunia dan berkat yang Tuhan berikan kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S-1) Program Studi Teknik Informatika. Skripsi yang penulis kerjakan merupakan hasil penelitian tentang “Pengenalan Motif Truntum Berbasis Bentuk Dengan Shape Matrix”

Selama proses penyusunan skripsi, penulis banyak mendapat bantuan, bimbingan, serta saran dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan selesainya skripsi ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak berikut ini :

1. Gloria Virginia, S.Kom., MAI, Ph.D., selaku kepala Prodi TI UKDW.
2. Nugroho Agus Haryono, M. Si selaku dosen pembimbing pertama yang telah bersedia meluangkan waktu, serta dengan sabar membantu dan memberikan masukan selama masa pengerjaan skripsi.
3. R. Gunawan Santosa, Drs. M.Si. selaku dosen pembimbing kedua yang telah bersedia meluangkan waktu, serta dengan sabar membantu dan memberikan masukan selama masa pengerjaan skripsi.
4. Teristimewa kepada Ibu penulis FM. Murdiyanti yang selalu mensupport tentang finansial, mendoakan dan memberi semangat motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir.
5. Tersayang buat putri kecil penulis Dominica Aiko Petra Bonowidi yang menjadi mood booster selama dalam pengerjaan skripsi.
6. Seluruh dosen dan Staf Prodi Teknik Informatika yang telah membantu penulis selama masa perkuliahan.
7. Seluruh dosen dan Staf Unit MKH yang telah membantu penulis memberikan masukan, semangat, dorongan dan juga tempat untuk mengerjakan penelitian.

8. Seluruh mahasiswa Prodi TI angkatan 2011 yang telah menjadi teman dan membantu penulis selama masa kuliah dan penelitian.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah membantu kelancaran studi dari awal hingga akhir.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharap kritik, saran dan masukan yang membangun. Penulis berharap skripsi ini memberikan manfaat dan berperan dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Yogyakarta,2017

Petrus Kanisius Pekik Bonowidi

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Kepada Tuhan Yesus Kristus atas segala kasih karunia dan berkat yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan skripsi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S-1) Program Studi Informatika. Skripsi yang penulis kerjakan adalah hasil penelitian tentang “Pengenalan Motif Truntum Berbasis Bentuk Dengan Shape Matrix”

Dengan selesainya tugas akhir ini tidak lepas dari banyaknya bantuan dari banyak pihak yang telah memberikan masukan kepada penulis. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terimakasih.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna baik dalam bentuk penyusunan laporan maupun materinya. Oleh karena itu segala kritikan dan saran yang membangun akan penulis terima. Akhir kata semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Yogyakarta,2017

Petrus Kanisius Pekik Bonowidi

INTISARI

Pengenalan Motif Truntum Berbasis Bentuk Dengan Shape Matrix

Truntum merupakan salah satu motif batik yang cukup unik, karena seperti delapan penjuru mata angin atau kelopak bunga yang memiliki delapan penjuru sudut yang sama. Keunikan tersebut akan diteliti dengan menggunakan metode *shape descriptor* yang berbasis pada *shape matrix*. Dengan metode tersebut maka akan dapat diketahui *structuring element* pada citra tersebut, dan juga bisa diketahui berapa ambang batas yang efektif untuk dapat mengenali motif truntum dengan baik.

Langkah awal penelitian ini menggunakan metode *preprocessing* yang meliputi mengubah citra RGB menjadi *grayscale*, selanjutnya citra *grayscale* diubah menjadi citra biner, setelah citra menjadi biner barulah kita membersihkan *noise* yang berada dalam citra menggunakan *bwareopen*, selanjutnya dilakukan penentuan titik tengah dan juga titik terjauh citra untuk pemrosesan pemotongan citra, setelah itu barulah citra diletakan di meja kerja dan dicari titik koordinat *matrix* sesuai dengan nilai *matrix* yang sudah ditetapkan dan disesuaikan dengan ambang batas terendah dari dataset dan muncul pemberitahuan bahwa citra termasuk truntum atau non truntum.

Berdasarkan 40 *sample* data yang terdiri dari 30 motif truntum, 10 motif non truntum, menghasilkan tingkat keberhasilan rata-rata pengujian pada ambang batas terkecil 95% dengan tabel *matrix* 3x8 sebesar 100%, tabel *matrix* 4x12 sebesar 100%, tabel *matrix* 5x16 sebesar 100%, tabel *matrix* 6x20 sebesar 100% dan tabel *matrix* 7x24 sebanyak 100%. Maka tabel *matrix* 5x16 dan 7x24 yang paling baik mengenali dikarenakan memiliki garis *structuring element* sudut yang mewakili sudut-sudut truntum.

Kata kunci : *Shape matrix, Truntum, Image preprocessing.*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
INTISARI.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB 1.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah.....	1
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Metode Penelitian.....	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1 Motif Truntum.....	7
2.2.2 Proses Pemrosesan Citra.....	8
2.2.3 Structuring Element.....	11
2.2.4 Representasi Shape Matrix.....	12
2.2.5 Persamaan Linier dengan Matrix.....	13
BAB 3.....	16
PERANCANGAN SISTEM.....	16
3.1 Analisis Kebutuhan.....	16

3.1.1 Perangkat Keras.....	16
3.1.2 Perangkat Lunak.....	16
3.2. Rancangan Program.....	16
3.2.1 Perancangan Antarmuka Program.....	16
3.3 Rancangan Penelitian.....	18
3.3.1 Dataset Citra.....	18
3.3.2 Mekanisme Pengujian.....	19
3.3.3 Tujuan Pengujian.....	19
3.3.4 Diagram Alir Pengambilan Dataset dan Pengujian.....	19
BAB 4.....	22
IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM.....	22
4.1 Implementasi Sistem.....	22
4.2 Uji Validasi Dengan Sampel Motif Truntum.....	26
4.3 Analisa Sistem.....	28
4.4 Analisa Hasil Pengenalan.....	28
4.5 Analisis Secara Umum.....	34
BAB 5.....	35
KESIMPULAN DAN SARAN.....	35
5.1 Kesimpulan.....	35
5.2 Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA.....	36
LAMPIRAN.....	37

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Pengujian dengan ukuran matrix 3x8.....	29
Tabel 4.2 Pengujian dengan ukuran matrix 4x12.....	30
Tabel 4.3 Pengujian dengan ukuran matrix 5x16.....	30
Tabel 4.4 Pengujian dengan ukuran matrix 6x20.....	31
Tabel 4.5 Pengujian dengan ukuran matrix 7x24.....	32
Tabel 4.6 Pengujian dengan berbagai macam ukuran matrix.....	32
Tabel 4.7 Hasil beberapa pemrosesan citra uji.....	33

©UKDW

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Motif truntum.....	7
Gambar 2.2 Sekuntum bunga melati.....	8
Gambar 2.3 Bintang bertaburan dilangit.....	8
Gambar 2.4 Citra RGB.....	9
Gambar 2.5 Citra grayscale.....	9
Gambar 2.6 Citra biner.....	9
Gambar 2.7 Citra sebelum proses pembersihan dan yang sudah dibersihkan.....	10
Gambar 2.8 Titik tengah dan terjauh.....	10
Gambar 2.9 Hasil cropping.....	10
Gambar 2.10 Citra uji pada meja kerja.....	11
Gambar 2.11 Contoh structuring element.....	11
Gambar 2.12 contoh shape dan shape matrix (1).....	12
Gambar 2.12 contoh shape dan shape matrix (2).....	13
Gambar 3.1 Rancangan antarmuka halaman depan.....	17
Gambar 3.2 Rancangan halaman antarmuka proses pengenalan.....	17
Gambar 3.3 Rancangan halaman antarmuka tentang kami.....	18
Gambar 3.4 Diagram alir pengambilan dataset.....	20
Gambar 3.5 Diagram alir pengujian.....	20
Gambar 4.1 Halaman depan.....	22
Gambar 4.2 Tentang kami.....	23
Gambar 4.3 Tampilan antarmuka pengenalan motif truntum.....	24
Gambar 4.4 Antarmuka ambil gambar.....	25
Gambar 4.5 Tampilan citra yang dipilih dan nilai lingkaran, garis.....	25
Gambar 4.6 Tampilan setelah tmbol proses ditekan.....	26
Gambar 4.7 Pengujian ambang batas minimum dengan citra uji motif truntum..	27
Gambar 4.7 Pengujian ambang batas minimum dengan citra uji motif non truntum.....	27

DAFTAR LAMPIRAN

DATA UJI 1.....	38
DATA UJI 2.....	43
DATA UJI 3.....	48
DATA UJI 4.....	53
DATA UJI 5.....	58
DATA UJI 6.....	63
DATA UJI 7.....	68
DATA UJI 8.....	73
DATA UJI 9.....	78
DATA UJI 10.....	83
DATA UJI 11.....	88
DATA UJI 12.....	93
DATA UJI 13.....	98
DATA UJI 14.....	103
DATA UJI 15.....	108
DATA UJI 16.....	113
DATA UJI 17.....	118
DATA UJI 18.....	123
DATA UJI 19.....	128
DATA UJI 20.....	133
DATA UJI 21.....	138
DATA UJI 22.....	143
DATA UJI 23.....	148
DATA UJI 24.....	153
DATA UJI 25.....	158
DATA UJI 26.....	163
DATA UJI 27.....	168
DATA UJI 28.....	173
DATA UJI 29.....	178
DATA UJI 30.....	183

DATA UJI 31.....	188
DATA UJI 32.....	193
DATA UJI 33.....	198
DATA UJI 34.....	203
DATA UJI 35.....	208
DATA UJI 36.....	213
DATA UJI 37.....	218
DATA UJI 38.....	223
DATA UJI 39.....	228
DATA UJI 40.....	233
REKAP DATA UJI.....	238
HASIL PEMROSESAN CITRA UJI.....	244

©UKDW

INTISARI

Pengenalan Motif Truntum Berbasis Bentuk Dengan Shape Matrix

Truntum merupakan salah satu motif batik yang cukup unik, karena seperti delapan penjuru mata angin atau kelopak bunga yang memiliki delapan penjuru sudut yang sama. Keunikan tersebut akan diteliti dengan menggunakan metode *shape descriptor* yang berbasis pada *shape matrix*. Dengan metode tersebut maka akan dapat diketahui *structuring element* pada citra tersebut, dan juga bisa diketahui berapa ambang batas yang efektif untuk dapat mengenali motif truntum dengan baik.

Langkah awal penelitian ini menggunakan metode *preprocessing* yang meliputi mengubah citra RGB menjadi *grayscale*, selanjutnya citra *grayscale* diubah menjadi citra biner, setelah citra menjadi biner barulah kita membersihkan *noise* yang berada dalam citra menggunakan *bwareopen*, selanjutnya dilakukan penentuan titik tengah dan juga titik terjauh citra untuk pemrosesan pemotongan citra, setelah itu barulah citra diletakan di meja kerja dan dicari titik koordinat *matrix* sesuai dengan nilai *matrix* yang sudah ditetapkan dan disesuaikan dengan ambang batas terendah dari dataset dan muncul pemberitahuan bahwa citra termasuk truntum atau non truntum.

Berdasarkan 40 *sample* data yang terdiri dari 30 motif truntum, 10 motif non truntum, menghasilkan tingkat keberhasilan rata-rata pengujian pada ambang batas terkecil 95% dengan tabel *matrix* 3x8 sebesar 100%, tabel *matrix* 4x12 sebesar 100%, tabel *matrix* 5x16 sebesar 100%, tabel *matrix* 6x20 sebesar 100% dan tabel *matrix* 7x24 sebanyak 100%. Maka tabel *matrix* 5x16 dan 7x24 yang paling baik mengenali dikarenakan memiliki garis *structuring element* sudut yang mewakili sudut-sudut truntum.

Kata kunci : *Shape matrix, Truntum, Image preprocessing.*

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Truntum merupakan salah satu motif batik yang cukup unik, karena memiliki selalu memiliki motif seperti bunga yang memiliki delapan sudut.

Tetapi dengan banyaknya jenis motif yang ada dan mungkin ada motif yang hampir sama, sehingga membuat kita susah untuk menentukan jenis dari motif batik yang kita temui. Banyak metode yang bias digunakan untuk membedakan motif truntum dan motif batik lainnya, salah satunya ialah *Shape descriptor*. *Shape descriptor* merupakan teknik untuk merepresentasikan bentuk objek, dan sebuah representasi yang baik akan dapat menggambarkan karakteristik infinsik dari sebuah *shape* secara eksplisit. Salah satu teknik *shape descriptor* adalah *shape matrix*.

Pada penelitian ini penulis menggunakan metode *shape matrix* karena *shape matrix* dapat menggunakan informasi global dari sebuah *shape*, kemudian mengubahnya menjadi sebuah *matrix* yang mendeskripsikan sebuah *shape*. Dan dari beberapa penelitian yang mengemukakan bahwa *shape matrix* dapat menggambarkan bentuk objek secara invariant terhadap *scaling*, *rotasi* dan *translasi*. Representasi bentuk objek dengan metode *shape matrix similarity* dapat digunakan untuk mendeteksi bentuk *structuring element* yang mendekati bentuk objek yang diteliti sehingga diharapkan dapat menentukan bentuk *structuring element* yang mirip dengan objek yang sedang diteliti dapat mengenali pola dengan baik.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diperoleh dari latar belakang diatas yaitu :

- 1) Bagaimana cara merepresentasikan dan mengenali motif truntum dalam bentuk berbasis *shape matrix*?

- 2) Bagaimana cara menentukan bentuk *structuring element* berdasar representasi motif truntum berbasis *shape matrix*?

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah di atas, memiliki batasan masalah sebagai berikut :

- a) Sistem berjalan dalam bentuk aplikasi desktop dengan memasukan input dan menghasilkan output jenis batik beserta tabel *matrix* nya.
- b) Input gambar berupa *file* gambar ber format *.jpg*.
- c) Pembuatan sistem menggunakan *matlab*.
- d) Besar area uji dalam gambar berupa 1 gambar motif truntum, yang nantinya ditempatkan pada meja kerja berukuran 450x450 *pixel*.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menerapkan metode *shape matrix* dengan menggunakan *shape matrix similarity* agar bisa digunakan untuk membandingkan antara *shape matrix* objek uji dengan *shape matrix* yang ada di data induk sehingga dapat membantu mengenali mana motif truntum dan yang bukan termasuk motif truntum.

1.5. Metode Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan terdiri dari beberapa langkah yang nantinya digunakan adalah sebagai berikut :

- 1) Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data ini penulis mengumpulkan sample berupa 20 jenis gambar motif batik truntum dari internet, dari museum batik dan dari majalah-majalah yang mana nantinya akan diekstraksi fitur dan akan dijadikan sebagai bata basis dari motif bentuk *shape matrix* truntum.

- 2) Perancangan Sistem
 - Titik-titik koordinat *shape matrix*
 - Deteksi tepi untuk objek gambar yang diteliti
 - Perbandingan *shape matrix* data uji dengan *shape matrix* dataset
- 3) Implementasi dan Testing
 - 30 sampel truntum untuk dataset
 - 30 sampel truntum sebagai data uji
 - 10 sampel non truntum sebagai data uji
- 4) Analisis Hasil Percobaan dan Evaluasi
 - Mengetahui keakuratan *shape matrix* mengenali pola
 - Ambang batas terkecil untuk mengenali *shape matrix* uji, dengan *shape matrix* data induk.
- 5) Konsultasi

Melakukan konsultasi dengan dosen pembimbing berhubungan dengan perancangan dan pelaporan tugas akhir.

1.6. Sistematika Penulisan

Bab 1 Pendahuluan berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, hipotesis, tujuan penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan dari judul yang telah diangkat yaitu “Pengenalan Motif Truntum Berbasis Bentuk Dengan Shape Matrix”.

Bab 2 Tinjauan Pustaka berisi landasan teori yang digunakan pada sistem yang dibangun. Pada bab ini juga akan dijelaskan tentang konsep dan teori dari metode yang digunakan yaitu Representasi *shape matrix* untuk perhitungan ambang batas minimum dalam pengenalan *matrix* citra uji dengan *matrix* citra induk.

Bab 3 Analisis dan Perancangan Sistem berisi perancangan sistem, struktur dan cara kerja sistem, serta desain interface yang akan diterapkan.

Bab 4 Implementasi dan Analisis Sistem berisi hasil dari sistem yang telah dibangun serta penjelasan dari metode yang diterapkan.

Bab 5 Kesimpulan dan Saran berisi kesimpulan dari semua yang telah dibahas sebelumnya. Selain itu bab ini juga menjawab rumusan masalah yang ada pada Bab 1 dan pernyataan apakah hipotesis yang telah dibuat valid atau tidak. Saran-saran dari penulis juga disampaikan pada bab ini.

©UKDW

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dalam penelitian yang sudah dilakukan oleh penulis, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Ambang batas terendah pengenalan koordinat *matrix* sangat penting, karena mempengaruhi keakuratan dalam mengenali antara *shape matrix* data uji dengan *shape matrix* dataset.
- Nilai lingkaran dan juga garis sangat berpengaruh untuk menentukan tabel *matrix* yang nantinya digunakan untuk pengenalan letak koordinat-koordinat *matrix* data uji dengan dataset.

5.2. Saran

Untuk pengembangan sistem penulis memberi saran sebagai berikut :

- Penelitian ini masih kurang sempurna sehingga masih bisa ditambahkan riset lanjutan untuk mendapatkan hasil *matrix* yang paling akurat untuk motif truntum.
- Penambahan proses *preprocessing* dapat ditambahkan sehingga dapat meningkatkan tingkat keberhasilan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Awariningsing, S.H., Arifin, A.Z., Yuniarti, A. (2012). *ESTIMASI BENTUK STRUCTURING ELEMEN*.
- F.G. Huang, G. Yang, dkk. (2000). *The Application of Soft Morphology in Image Edge Detection, Journal of Image and Graphics of China*, 284-288.
- Gonzalez, R., R. E. Woods, & S.L. Eddins. (2009). *Digital Image Processing Using MATLAB*.
- Goshtasby, A. (1985). In *Description and Discrimination of Planar Shapes Using Shape Matrices* (pp. PAMI-7, 738-743).
- Goshtasby, A. (2005). In *Interscience 2-D and 2-D and 3-D Image Registration for Medical, Remote Sensing and Industrial Application*. New York: Wiley & Sons, Inc.
- Jayaraman, S., Esakkirajan, S. & Veerakumar, T. (2009). *Digital Image Processing*.
- Munir, R. (2005). *Pengolahan Citra Digital Informatika*.
- Nur Hadi Waryanto, S.Si., (2007). *PENGENALAN PROGRAM MATLAB MENGGUNAKAN OPERASI-OPERASI MATRIKS*.
- Sri Huning A. (n.d.). *METODE SHAPE DESCRIPTOR BERBASIS SHAPE MATRIX UNTUK ESTIMASI BENTUK STRUCTURING ELEMEN*.
- Zhang, D., & Lu, G. (2003). *Review of Shape Representation and Description Techniques*.