

**PENGENALAN RAMBU LALU LINTAS (PETUNJUK)  
BERBASIS WARNA DAN BENTUK DENGAN METODE  
*ZERNIKE MOMENTS***

Skripsi



Oleh

**ERICK SUTIONO**  
71120138

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI  
INFORMASI UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA  
2016

**PENGENALAN RAMBU LALU LINTAS (PETUNJUK)  
BERBASIS WARNA DAN BENTUK DENGAN METODE  
*ZERNIKE MOMENTS***

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

**ERICK SUTIONO**  
**71120138**

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI  
INFORMASI UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA  
2016

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

### **Pengenalan Rambu Lalu Lintas (Petunjuk) Berbasis Bentuk dan Warna dengan Metode Zernike Moment**

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 keserjanaan 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 keserjanaan saya.

Yogyakarta, 21 Desember 2016



ERICK SUTIONO

71120138

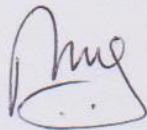
## HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : PENGENALAN RAMBU LALU LINTAS  
(PETUNJUK) BERBASIS BENTUK DAN WARNA  
DENGAN METODE ZERNIKE MOMENT

Nama Mahasiswa : ERICK SUTIONO  
N I M : 71120138  
Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)  
Kode : TIW276  
Semester : Gasal  
Tahun Akademik : 2016/2017

Telah diperiksa dan disetujui di  
Yogyakarta,  
Pada tanggal 21 Desember 2016

Dosen Pembimbing I



Nugroho Agus Haryono, M.Si

Dosen Pembimbing II



Kristian Adi Nugraha, S.Kom., M.T.

## HALAMAN PENGESAHAN

### Pengenalan Rambu Lalu Lintas (Petunjuk) Berbasis Bentuk dan Warna dengan Metode Zernike Moment

Oleh: ERICK SUTIONO / 71120138

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 19 Desember 2016

Yogyakarta, 21 Desember 2016

Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Nugroho Agus Haryono, M.Si
2. Kristian Adi Nugraha, S.Kom., M.T.
3. Ignatia Dhian E K R, S.Kom, M.Eng
4. Widi Hapsari, Dra. M.T.

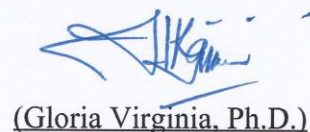


Dekan



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

Ketua Program Studi



(Gloria Virginia, Ph.D.)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan berkatnya sehingga penyusunan laporan tugas akhir yang berjudul “Pengenalan Rambu Lalu Lintas (Petunjuk) Berbasis Bentuk dengan Metode Zernike Moment” dapat diselesaikan dengan baik. Pembuatan laporan ini merupakan suatu kelengkapan dan pemenuhan dari tugas akhir yang diberikan di Universitas Kristen Duta Wacana. Selain itu, pembuatan tugas akhir ini bertujuan melatih mahasiswa untuk dapat membuat suatu karya bukan hanya untuk pemenuhan tugas matakuliah yang diberikan, tetapi dapat dipertanggungjawabkan sehingga dapat bermanfaat bagi pengguna dan pengembangan selanjutnya.

Dalam menyusun laporan tugas akhir ini, tentunya penulis tidak terlepas dari dukungan dari berbagai pihak, baik kritik, saran serta bimbingannya. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada semua pihak yang telah mendukung sehingga penyusunan laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik terkhusus untuk:

1. Bapak Nughoro Agus Haryono, S.Si., M.Si. dan Bapak Kristian Adi Nugraha, S.Kom., M.T. selaku dosen pembimbing atas segala bimbingan dan masukkannya dalam proses pengerjaan tugas akhir.
2. Keluarga yang sudah senantiasa memberi doa, dukungan dan semangat.
3. Yesica Puteri yang sudah membantu memberikan semangat selama pengerjaan tugas akhir.
4. Jeffie Avando Saputra, Ria Suciati, Inggar Saputra, Anindito Widi Prabowo, Maria Dina selaku teman seperjuangan yang sudah memberi dukungan penuh baik sebelum pelaksanaan maupun setelah pelaksanaan tugas akhir.

5. Teman-teman serta saudara-saudara yang lain yang tidak bisa disebutkan satu persatu untuk segala masukan dan dukungan sehingga pengerjaan tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa dalam pelaksanaan tugas akhir mulai dari pelaksanaan hingga penyusunan laporan tidak luput dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna bekal bagi penulis untuk lebih baik di masa mendatang.

Yogyakarta, 1 Desember 2016

Penulis

©UKDW

## INTISARI

Rambu lalu lintas merupakan salah satu alat perlengkapan jalan dalam bentuk tertentu yang memuat lambang, huruf, angka, kalimat atau perpaduan diantaranya, yang digunakan untuk memberikan peringatan, larangan, perintah dan petunjuk bagi pemakai jalan. Keanekaragaman rambu inilah yang membuat masyarakat kesulitan dalam mengenali arti dari rambu-rambu lalu lintas tersebut, sehingga banyak masyarakat yang tidak berperilaku tertib di jalan raya. Rambu lalu lintas sendiri dibuat untuk kenyamanan para pengguna jalan, sehingga sudah seharusnya pengguna jalan harus mematuhi.

Dengan latar belakang seperti yang disebutkan di atas, penulis membangun sebuah sistem yang dapat mengenali rambu lalu lintas khususnya petunjuk utilitas umum. Tahap proses yang dilakukan pada penelitian ini yaitu *preprocessing*, ekstraksi fitur dan klasifikasi. *Preprocessing* yang digunakan pada penelitian ini adalah *resize*, *ROI (Region of Interest)* dan *cropping*. Sedangkan proses ekstraksi fitur yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan metode *Zernike Moment* dan klasifikasi menggunakan algoritma k-nearest neighbor (KNN).

Hasil dari penelitian ini menunjukkan dengan menggunakan *Zernike Moments* dan KNN akurasi tertinggi terdapat pada gambar normal dengan orde 8 dan  $K=3$ , dengan persentase yaitu sebesar 83%. Perbedaan signifikan dihasilkan pada gambar cahaya dan miring dengan akurasi sebesar 40% dan 69.09%.

**Kata Kunci:** *Zernike Moments*, k-Nearest Neighbor, HSV, rambu lalu lintas.



## DAFTAR ISI

JUDUL.....	i
JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
INTISARI.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB 1 .....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Metode atau Pendekatan Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB 2 .....	6
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka .....	6
2.2 Landasan Teori .....	9
BAB 3 .....	24
ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM .....	24
3.1 Analisis Kebutuhan .....	24
BAB 4 .....	37
IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM.....	37
4.1 Implementasi Antarmuka Sistem .....	37

BAB 5 .....	69
KESIMPULAN DAN SARAN.....	69
5.1 Kesimpulan.....	69
5.2 Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA .....	70
LAMPIRAN.....	72

©UKDWN

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Rambu Petunjuk Lalu Lintas.....	8
Gambar 2. 2. Perubahan warna dari RGB ke HSV .....	10
Gambar 2. 3. Rentang Derajat Warna .....	12
Gambar 2. 4. Keterangan derajat warna HSV .....	13
Gambar 3. 1. Diagram <i>Usecase</i> Sistem.....	26
Gambar 3. 2. Diagram Alir Utama.....	27
Gambar 3. 3. Diagram Alir <i>Segmentasi</i> Warna.....	30
Gambar 3. 4. Diagram Alir <i>Zernike Moments</i> .....	31
Gambar 3. 5. Diagram Alir KNN.....	33
Gambar 3. 6. Rancangan Antar Muka Menu Utama.....	35
Gambar 3. 7. Rancangan Antar Muka Halaman Masuk .....	36
Gambar 4.1. Halaman <i>Welcome Page</i> .....	37
Gambar 4.2. Halaman Antar Muka Pengenalan.....	38
Gambar 4. 3. Halaman Menginput Citra.....	39
Gambar 4. 4. Halaman Memilih Citra.....	40
Gambar 4. 5. Halaman Preprocessing .....	40
Gambar 4. 6. Nilai Hasil Fitur.....	41
Gambar 4. 7. Tampilan Proses Klasifikasi.....	41
Gambar 4. 8. Tampilan Validasi Sistem .....	44
Gambar 4. 9. Matrix Setelah Biner .....	44
Gambar 4. 10. Hasil Perhitungan Zernike Moments .....	46

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Tabel Atribut dan Kelas Data Latih .....	21
Tabel 2. 2. Tabel Hasil Perhitungan Eucledian Distance .....	21
Tabel 2. 3. Tabel Hasil Urutan Jarak.....	22
Tabel 4. 1. Hasil Segmentasi Warna .....	42
Tabel 4. 2. Hasil Cropping & Padarray.....	43
Tabel 4. 3. Tabel Hasil Pemilihan panjang dari titik pusat ke (x,y).....	45
Tabel 4. 4. Tabel Hasil Perhitungan sudut antara panjang titik pusat ke (x,y) .....	45
Tabel 4. 5. Tabel Hasil Perhitungan zernike real dan imajiner .....	46
Tabel 4. 6. Tabel Hasil Pengenalan citra ekstraksi ZM orde 3 dan normal.....	49
Tabel 4. 7. Tabel Hasil Perhitungan citra orde 5 dan normal .....	51
Tabel 4. 8. Tabel Hasil Perhitungan citra orde 8 dan normal .....	53
Tabel 4. 9. Tabel Hasil Perhitungan citra orde 3 dan cahaya .....	55
Tabel 4. 10. Tabel Hasil Perhitungan citra orde 5 dan cahaya.....	57
Tabel 4. 11. Tabel Hasil Perhitungan citra orde 8 dan cahaya.....	59
Tabel 4. 12. Tabel Hasil Perhitungan citra orde 3 dan miring .....	61
Tabel 4. 13. Tabel Hasil Perhitungan citra orde 5 dan miring .....	63
Tabel 4. 14. Tabel Hasil Perhitungan citra orde 8 dan miring .....	65

## INTISARI

Rambu lalu lintas merupakan salah satu alat perlengkapan jalan dalam bentuk tertentu yang memuat lambang, huruf, angka, kalimat atau perpaduan diantaranya, yang digunakan untuk memberikan peringatan, larangan, perintah dan petunjuk bagi pemakai jalan. Keanekaragaman rambu inilah yang membuat masyarakat kesulitan dalam mengenali arti dari rambu-rambu lalu lintas tersebut, sehingga banyak masyarakat yang tidak berperilaku tertib di jalan raya. Rambu lalu lintas sendiri dibuat untuk kenyamanan para pengguna jalan, sehingga sudah seharusnya pengguna jalan harus mematuhi.

Dengan latar belakang seperti yang disebutkan di atas, penulis membangun sebuah sistem yang dapat mengenali rambu lalu lintas khususnya petunjuk utilitas umum. Tahap proses yang dilakukan pada penelitian ini yaitu *preprocessing*, ekstraksi fitur dan klasifikasi. *Preprocessing* yang digunakan pada penelitian ini adalah *resize*, *ROI (Region of Interest)* dan *cropping*. Sedangkan proses ekstraksi fitur yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan metode *Zernike Moment* dan klasifikasi menggunakan algoritma k-nearest neighbor (KNN).

Hasil dari penelitian ini menunjukkan dengan menggunakan *Zernike Moments* dan KNN akurasi tertinggi terdapat pada gambar normal dengan orde 8 dan  $K=3$ , dengan persentase yaitu sebesar 83%. Perbedaan signifikan dihasilkan pada gambar cahaya dan miring dengan akurasi sebesar 40% dan 69.09%.

**Kata Kunci:** *Zernike Moments*, k-Nearest Neighbor, HSV, rambu lalu lintas.

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Fenomena masyarakat dalam berlalu lintas terutama mengerti dan menaati rambu lalu lintas sekarang ini semakin berkurang, karena hal inilah banyak sekali kecelakaan yang terjadi di jalan raya. Harus diakui bahwa tingkat kecelakaan berlalu lintas di negara Indonesia sangat tinggi, data kecelakaan menunjukkan dari tahun ke tahun statistik kecelakaan lalu lintas yang berujung kepada kematian semakin meningkat ((Purba, 2016)). Rambu lalu lintas sendiri merupakan salah satu alat perlengkapan jalan dalam bentuk tertentu yang memuat lambang, huruf, angka, kalimat atau perpaduan di antaranya, yang digunakan untuk memberikan peringatan, larangan, perintah dan petunjuk bagi pemakain jalan.

Salah satu kekurangan masyarakat dalam mengenali arti dari rambu-rambu lalu lintas inilah yang membuat masyarakat tidak dapat berperilaku tertib di jalan raya. Karena rambu lalu lintas dibuat untuk kenyamanan para pengguna jalan, sehingga sudah seharusnya pengguna jalan harus mematuhi rambu-rambu tersebut baik ada petugas maupun tidak adanya petugas. Seiring berkembangnya teknologi sudah banyak sistem pengenalan citra (*image recognition*) rambu lalu lintas untuk mengenali arti rambu tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah sistem pengenalan rambu lalu lintas petunjuk lokasi utilitas umum dengan metode *Zernike Moments* sebagai ekstraksi fitur dan KNN sebagai pengenalan rambu lalu lintas. Alasan penulis memilih metode tersebut karena metode ini sering dipakai dalam pengenalan pola, tetapi belum pernah digunakan untuk mengenali rambu lalu lintas khususnya rambu lalu lintas petunjuk. Akurasi yang didapat dalam pengenalan bentuk rata-rata memiliki akurasi yang tinggi. *Zernike Moments* sendiri merupakan metode yang

digunakan untuk mempresentasikan jumlah angka pada suatu jarak tertentu dari titik acuan atau sumbu. Sistem ini diharapkan untuk membantu masyarakat agar lebih mudah mengenali rambu lalu lintas khususnya petunjuk utilitas umum di jalan raya sehingga bisa mengurangi resiko kecelakaan dengan adanya pengetahuan yang lebih baik dalam mengetahui arti dari rambu lalu lintas tersebut.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah yang dapat diperoleh dari penelitian yang dilakukan adalah bagaimana tingkat akurasi dari metode *Zernike Moments* dan *k-nearest neighbor* pada klasifikasi dalam mengenali citra rambu lalu lintas?

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan-batasan yang diterapkan dalam penelitian meliputi :

- a. Rambu lalu lintas yang digunakan dalam sistem ini adalah rambu petunjuk utilitas umum.
- b. Citra rambu berada di sekitar kota Yogyakarta.
- c. Format citra yang digunakan untuk rambu lalu lintas adalah .jpg/jpeg (*Joint Photographic Experts Group Image*).
- d. Citra diambil dari kamera HP.
- e. Pengambilan citra dilakukan pada rentang waktu pagi hari sampai siang hari dengan kondisi cuaca normal.
- f. Citra bebas dari *background* berwarna gelap dan biru.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yaitu untuk membangun sebuah sistem dengan mengimplementasikan metode *Zernike Moments* sebagai ekstraksi fitur dan K-

*Nearest Neighbor* untuk pengenalan citra rambu lalu lintas petunjuk utilitas umum. Kemudian mengetahui seberapa akurat metode *Zernike Moments* dalam mendapatkan nilai fitur citra rambu lalu lintas petunjuk utilitas umum dan keberhasilan mengenali sebuah citra rambu dengan metode KNN, sehingga sistem yang dibangun diharapkan dapat bermanfaat bagi masyarakat pengguna jalan.

### **1.5 Metode atau Pendekatan Penelitian**

Metode yang digunakan sebagai langkah-langkah untuk pemecahan masalah dalam penelitian adalah sebagai berikut:

a. Studi Pustaka dan Literatur

Studi pustaka dilakukan untuk mempelajari sumber-sumber yang berkaitan dengan pendeteksian dan pengenalan bentuk citra menggunakan metode *Zernike Moments*. Sumber pustaka dan literature diambil dari buku, jurnal ilmiah baik nasional maupun internasional, serta laporan Tugas Akhir di Perpustakaan Universitas Kristen DutaWacana.

b. Konsultasi

Melakukan konsultasi pada dosen pembimbing dalam perancangan sistem maupun penulisan tugas akhir.

c. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu citra rambu lalu lintas petunjuk utilitas umum yang masih ada di jalan raya dan menggunakan citra masing-masing 15 citra untuk setiap rambu lalu lintas yang diperoleh dari kamera HP peneliti maupun citra yang di foto dari buku maupun papan. File format citra adalah .jpg, dikarenakan *default* dari hasil pengambilan gambar menggunakan kamera HP. Setelah mendapatkan data citra, maka dilakukan pengolahan data. Citra rambu lalu lintas yang digunakan memiliki bentuk kotak dan berwarna biru serta terdapat warna putih di dalamnya dan hitam sebagai objek tentang citra rambu tersebut.



d. Perancangan Sistem

Sistem yang akan dibuat dirancang terlebih dahulu dengan membuat rancangan desain antarmuka (*user interface*). Kemudian, merancang alur sistem dimulai dari input citra ke sistem, meresize inputan citra, segmentasi warna citra dengan HSV, ubah citra ke dalam citra biner, melakukan *labeling* objek-objek pada citra, lalu mengimplementasikan metode *Zernike Moments*, lalu mengklasifikasi dengan melakukan *k-Nearest Neighbors*.

e. Analisis Data

Sebelum masuk ke analisis data, data diolah terlebih dahulu dengan 2 proses pengolahan data :

1) Proses Pelatihan Data

Pada proses sistem klasifikasi rambu lalu lintas ini, sistem menyimpan nilai-nilai dari hasil ekstraksi fitur yang mewakili setiap gambar yang ada dan disimpan dalam *database*.

2) Proses Pengujian

Setelah semua pola rambu mendapatkan nilai ciri fiturnya dan tersimpan di *database*, peneliti dapat menginputkan kembali citra rambu lalu lintas (citra pola uji) untuk menguji apakah hasil *output* klasifikasi yang keluar dengan nama lalu lintas yang diinputkan hasilnya sama atau tidak.

Setelah proses pengolahan data penulis akan menganalisa tentang pola bentuk dari rambu petunjuk utilitas umum lalu lintas dan dilakukan uji coba terhadap sistem yang telah dibuat, kemudian melakukan evaluasi dan menganalisis rata rata tingkat persentase nilai ekstraksi ciri berdasarkan metode *Zernike Moments* dan *K- Nearest Neighbor* (KNN).

## 1.6 Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini akan ditulis dengan sistematika penulisan yang terdiri dari lima bab :

Bab I PENDAHULUAN yang berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan sistem, tujuan penelitian, metode atau pendekatan penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab II TINJAUAN PUSTAKA, terdiri dari tinjauan pustaka dan landasan teori yang digunakan untuk referensi saat melakukan penelitian. Tinjauan Pustaka berisi tentang penelitian-penelitian dari sebelumnya, sedangkan untuk Landasan Teori berisi tentang penjelasan rambu lalu lintas, rambu petunjuk lalu lintas, metode *preprocessing* yang digunakan dan metode ekstraksi fitur *Zernike Moments* yang digunakan serta metode klasifikasi *K-Nearest Neighbors*. Pada bab ini diuraikan berbagai konsep, teori maupun rumus-rumus yang mendukung proses penelitian.

Bab III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM berisi tentang perancangan sistem yang menjelaskan gambaran sistem yang akan dibuat dan menjelaskan tahapan-tahapan yang akan dilakukan dalam perancangan sistem.

Bab IV IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM yang berisi tahapan implementasi sistem, pengujian terhadap sistem yang telah dibuat, dan menganalisis kendala-kendala yang dihadapi dalam pembuatan sistem.

Bab V KESIMPULAN DAN SARAN berisi tentang kesimpulan terhadap sistem yang telah dibuat dan saran-saran yang bisa membuat sistem menjadi lebih baik. Harapannya dapat memperbaiki kinerja sistem pada riset mendatang.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Pada penelitian kali ini di dapatkan kesimpulan bahwa Metode ekstraksi *Zernike Moments* dan metode klasifikasi *K-Nearest Neighbor* dapat mengklasifikasikan citra rambu lalu lintas petunjuk utilitas umum dengan baik karena memperoleh rata-rata akurasi tertinggi sebesar 83% untuk gambar normal, sedangkan untuk gambar cahaya memiliki akurasi sebesar 45% dan untuk gambar miring memiliki akurasi sebesar 69%. Oleh karena itu sistem belum baik dalam mengenali citra rambu yang terkena cahaya.

#### 5.2 Saran

Pada penelitian ini masih ada beberapa kekurangan yang terjadi pada saat pengujian dilakukan. Beberapa saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

- a. Menambahkan *preprocessing* lainnya agar dapat meminimalisir objek lain yang dapat mempengaruhi hasil ROI dan nilai fitur.
- b. Perlu ditambahkan metode pengecekan cahaya citra agar dapat membaca citra lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asadi, M., Vahedi, A., & Amindavar, H. (2006). Leukemia Cell Recognition with Zernike Moments of Holographic Images. *In Proceedings of the 7th Nordic signal Processing Symposium* (pp. 214-217). NORSIG.
- Bramer, M. (2007). *Principles of Data Mining*. London: Springer.
- Duda, R., Hart, P., & Stork, D. (2001). *Pattern Classification, Second Edition*. Canada: John Wiley and Sons Inc.
- Giannakopoulos, T. (2008, Mei 12). *Matlab Color Detection Software*. Retrieved from [www.di.uoa.gr/~tyiannak](http://www.di.uoa.gr/~tyiannak)
- Goyal, A. (2013). Study of Zernike Moments and Complex Zernike Moments for Improvind Retrival Accuracy in Shape Based Image Retriieval.
- Gunanto, S. G. (2009). Segmentasi Wawrna Bagian Tubuh Manusia pada Citra 2D. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Aplikasi*, 133-137.
- Han, J., & Kamber, M. (2006). *Data Mining Concept and Tehniques*. San Fransisco: Morgan Kauffman.
- Haris, M. (2009). *Pembuatan Sistem Dental Search dengan Ekstraksi Fitur Zernike Moment*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Hendra, Nurinda, Daniel, & Fendy. (2006). *Pengenalan Tulisan Tangan Berupa Karakter Dengan Ekstraksi Fitur Zernike Moments Menggunakan Fuzzy ARTMAP*. JAKARTA BARAT: Binus University e-Thesis Repository.
- Hwang, S.-K., & Kim, W. Y. (2006). A novel approach to the fast computation of Zernike moments. *PATTERN RECOGNITON*, 133-791.
- INDONESIA, M. P. (2014). Peraturan Menteri PM 13 Tahun 2014. Menteri Perhubungan Republik Indonesia.
- Juharwidningsih, E., Faticah, C., & Wijayanti, N. K. (2013). Pengenalan Karakter Tulisan Tangan Angka dan Operator Matematika Berdasarkan Zernike Moments Menggunakan Support Vector Machine. *JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 2, No. 1*.

- Kale, K., Deshmukh, P., Chavan, S., Kazi, M., & Rode, Y. (2014). Zernike Moment Feature Extraction for Handwritten Devanagari (Marathi) Compound Character Recognition. *IJARAI*, 68 - 76.
- Munir. (2004). *Pengolahan Citra Digital*. Bandung: Informatika.
- Octanty, M., Dzuratul, U., Auliya, S., Anastasia, C., Hilman, F. M., & M., S. (2013). *Deteksi Gambar Lalu Lintas dengan Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan*. Retrieved from <http://yudistira.lecture.ub.ac.id/files/2014/04/DETEKSI-GAMBAR-RAMBU-LALU-LINTAS-DENGAN-ALGORITMA-JARINGAN-SYARAF-TIRUAN-.pdf>
- Purba, D. O. (2016, Juli 7). *Kompas.com/Nasional*. Retrieved from Kompas.com: [nasional.kompas.com/read/2016/07/07/18330781/angka.kecelakaan.dan.korban.jiwa.pada.arus.mudik.2016.menurun](http://nasional.kompas.com/read/2016/07/07/18330781/angka.kecelakaan.dan.korban.jiwa.pada.arus.mudik.2016.menurun)
- Putra, D. (2009). *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Putranto, B. Y. (2010). Segmentasi Warna Citra dengan Deteksi Warna HSV untuk Mendeteksi Objek. *Jurnal Informatika Vol 6, No 2*.
- Wu, K. V. (2009). *The Top Ten Algorithms in Data Mining*. New York: CRC Press.
- Yaumil, A. (2011). *Analisis Identifikasi Rambu-Rambu Lalu Lintas dengan Pengolahan Citra Digital Menggunakan Metode Template Matching*. Bandung: Universitas Telkom.