

**PENGENALAN POLA RAMBU LALU LINTAS
LARANGAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE
GLCM DAN *BACKPROPAGATION***

Skripsi



Oleh

KHEVIEN

7112036

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKAFAKULTAS TEKNOLOGI
INFORMASI

UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

2016

**PENGENALAN POLA RAMBU LALU LINTAS LARANGAN DENGAN
MENGUNAKAN METODE GLCM DAN *BACKPROPAGATION***

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

KHEVIEN

71120136

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI
INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

2016

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

Pengenalan Pola Rambu Lalu Lintas Larangan Dengan Menggunakan Metode GLCM dan *Backpropagation*

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, 16 November 2016



HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : PENGENALAN POLA RAMBU LALU LINTAS
LARANGAN DENGAN MENGGUNAKAN
METODE GLCM DAN BACKPROPAGATION

Nama Mahasiswa : KHEVIEN
N I M : 71120136
Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)
Kode : TIW276
Semester : Gasal
Tahun Akademik : 2016/2017


© UKDW

Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 18 Desember 2016

Dosen Pembimbing I


Sri Suwarno, Dr. Ir. M.Eng.

Dosen Pembimbing II


Lukas Chrisantyo, S.Kom., M.Eng.

HALAMAN PENGESAHAN

Pengenalan Pola Rambu Lalu Lintas Larangan Dengan Menggunakan Metode GLCM dan Backpropagation

Oleh: KHEVIEN / 71120136

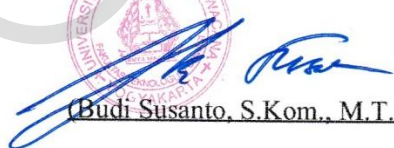
Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Komputer
pada tanggal 16 Desember 2016

Yogyakarta, 18 Desember 2016
Mengesahkan,


Dewan Penguji:

1. Sri Suwarno, Dr. Ir. M.Eng.
2. Lukas Chrisantyo, S.Kom., M.Eng.
3. Widi Hapsari, Dra. M.T.
4. Kristian Adi Nugraha, S.Kom., M.T.

Dekan


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

Ketua Program Studi


(Gloria Virginia, Ph.D.)

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur sebesar-besarnya penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas kasih dan limpahan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis menyusun tugas akhir ini sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana (S1) di program studi Teknik Informatika , Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta.

Selesainya tugas akhir ini tidak lepas dari partisipasi dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada

1. Bapak Dr. Ir. Sri Suwarno, M.Eng dan Bapak Lukas Chrisantyo, S.kom., M.Eng. Selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan masukan dan arahan dalam menyusun tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua dan kakak-kakak saya yang sangat saya cintai, beserta seluruh anggota keluarga tercinta dan khususnya pacar saya Silvia Yoko, yang telah memberikan nasihat, motivasi, serta doa sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir.
3. Terima kasih kepada teman-teman Berkibi yang saya cintai, yang selalu memberikan motivasi dan semangatnya.
4. Dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir yang belum penulis sebutkan satu persatu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas doa dan dukungan yang telah diberikan.

Penulis menyadari skripsi ini memiliki banyak kekurangan karena keterbatasan yang dimiliki oleh penulis, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Akhir kata semoga laporan ini berguna bagi semua pihak.

Yogyakarta, 20 Oktober 2016

Penulis

INTISARI

PENGENALAN POLA RAMBU LALU LINTAS LARANGAN DENGAN MENGUNAKAN METODE GLCM DAN *BACKPROPAGATION*

Rambu lalu lintas adalah bagian dari perlengkapan jalan yang memuat lambang, huruf, angka, dan kalimat yang digunakan untuk memberikan peringatan, larangan, perintah dan petunjuk bagi pemakai jalan. Rambu lalu lintas diperlukan untuk mengatur lalu lintas di jalan raya dan jalan kecil yang banyak dilalui kendaraan.

Jaringan saraf tiruan digunakan untuk mengidentifikasi gambar rambu lalu lintas. Metode ini melatih agar pola dari gambar dapat diambil dan disimpan untuk diuji dengan gambar penguji. Ekstraksi fitur yang digunakan dalam pengenalan rambu yaitu *Gray Level Co-Occurrence Matrix* dan selanjutnya menggunakan algoritma *backpropagation*.

Percobaan dilakukan dengan menggunakan 25 data yang ditemukan tingkat akurasi tertinggi di 50 data latih tanpa membatasi maksimum epoch. Ada 7 data citra atau 28 persen rambu larangan yang dapat diidentifikasi. Identifikasi dengan tingkat keberhasilan terendah ditemukan di 5 data latih dengan membatasi maksimum epoch dan 5 data latih tanpa membatasi maksimum epoch. Ada 3 dari 25 gambar atau 12 persen dari total data uji yang dapat berhasil diidentifikasi.

Kata kunci : Rambu lalu lintas, jaringan syaraf tiruan, *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM), *backpropagation*.

MOTTO

“If At First You Do Not Succeed, Laugh Until You Do”

©UKDWN

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	III
HALAMAN PERSETUJUAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
INTISARI.....	VII
MOTTO	VIII
DAFTAR ISI.....	IX
DAFTAR GAMBAR	XI
DAFTAR TABEL.....	XII
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	1
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Metode Penelitian.....	2
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Landasan Teori	7
2.2.1. Rambu Lalu Lintas	7
2.2.2. <i>Gray-scale</i>	7
2.2.3. <i>Gray Level Co-Occurrence Matrix</i>	8
2.2.4. Jaringan Syaraf Tiruan <i>Backpropagation</i>	10
BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	13
3.1. Gambaran Umum Sistem	13
3.2. Analisis Kebutuhan	14
3.2.1. Analisis Data	14
3.2.2. Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak.....	14
3.2.3. Analisis Kebutuhan Perangkat Keras.....	14
3.3. Rancangan Sistem dan Diagram Alir	14

3.3.1.	Sistem Pelatihan	14
3.3.2.	Sistem Pengenalan	16
3.3.3.	Flowchart	17
	A. <i>Grayscale</i>	17
	B. <i>Gray Level Co-Occurrence Matrix</i>	19
	C. Pelatihan <i>Backpropagation</i>	19
	D. Pengenalan <i>Backpropagation</i>	21
3.4.	Rancangan Antar Muka Sistem	22
	A. Rancangan Antar Menu Utama	22
	B. Rancangan Antar Muka Pelatihan	22
	C. Rancangan Antar Muka Pengenalan.....	23
BAB 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM.....		24
4.1.	Implementasi Sistem	24
	4.1.1. Antar Muka Utama Program.....	24
	4.1.2. Antar Muka Menu Pelatihan	25
	4.1.3. Antar Muka Menu Pengenalan	26
	4.1.4. Implementasi Proses <i>Grayscale</i>	26
	4.1.5. Implementasi Proses GLCM.....	27
	4.1.6. Implementasi Metode <i>Training Backpropagation</i>	28
	4.1.7. Implementasi Pengenalan <i>Backpropagation</i>	28
4.2.	Analisis Sistem	29
	4.2.1. Hasil Pelatihan <i>Backpropagation</i>	29
	4.2.2. Hasil Pengenalan <i>Backpropagation</i>	30
	1. Hasil Pengenalan Tanpa Membatasi Maks Epoch & 5 Data Latih.....	30
	2. Hasil Pengenalan Tanpa Membatasi Maks Epoch & 25 Data Latih.....	31
	3. Hasil Pengenalan Tanpa Membatasi Maks Epoch & 50 Data Latih.....	31
	4. Hasil Pengenalan Dengan Membatasi Maks Epoch & 5 Data Latih	31
	5. Hasil Pengenalan Dengan Membatasi Maks Epoch & 25 Data Latih ..	32
	6. Hasil Pengenalan Dengan Membatasi Maks Epoch & 50 Data Latih ..	33
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		36
5.1.	Kesimpulan.....	36
5.2.	Saran	36

DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN.....	A-1

©UKDW

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Matriks Ko-Okuresi.....	8
Gambar 2. 2. Struktur <i>Backpropagation Network</i>	10
Gambar 3. 1. Diagram Alur Sistem Pelatihan.....	16
Gambar 3. 2. Diagram Alur Sistem Pengenalan	18
Gambar 3. 3. Diagram Alir <i>Grayscale</i>	19
Gambar 3. 4. Diagram Alir GLCM.....	20
Gambar 3. 5. Diagram Alir Pelatihan <i>Backpropagation</i>	21
Gambar 3. 6. Diagram Alir Pengenalan	22
Gambar 3. 7. Rancangan Antar Muka Menu Utama.....	23
Gambar 3. 8. Rancangan Antar Muka Menu Pelatihan	24
Gambar 3. 9. Rancangan Antar Muka Menu Pengenalan	24
Gambar 4. 1. Tampilan Utama Program	25
Gambar 4. 2. Tampilan Menu Simpan Data Dan Pelatihan.....	26
Gambar 4. 3. Tampilan Menu Pengenalan.....	27
Gambar 4. 4. Tampilan Citra <i>Grayscale</i>	28
Gambar 4. 5. Tampilan Proses GLCM.....	28
Gambar 4. 6. Tampilan Proses Pelatihan <i>Backpropagation</i>	29
Gambar 4. 7. Tampilan Hasil Pengenalan.....	30
Gambar 4. 8. Grafik Hasil Pengenalan Menggunakan <i>Backpropagation</i>	35

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1. Tabel Hasil Pelatihan <i>Backpropagation</i>	30
Tabel 4. 2. Tabel Hasil Pelatihan <i>Backpropagation</i>	31
Tabel 4. 3. Tabel Hasil Pengenalan Tanpa Membatasi Maks <i>Epoch</i>	31
Tabel 4. 4. Tabel Hasil Pengenalan Tanpa Membatasi Maks <i>Epoch</i>	32
Tabel 4. 5. Tabel Hasil Pengenalan Dengan Membatasi Maks <i>Epoch</i>	33
Tabel 4. 6. Tabel Hasil Pengenalan Dengan Membatasi Maks <i>Epoch</i>	33
Tabel 4. 7. Tabel Hasil Pengenalan Dengan Membatasi Maks <i>Epoch</i>	34

©UKDW

INTISARI

PENGENALAN POLA RAMBU LALU LINTAS LARANGAN DENGAN MENGUNAKAN METODE GLCM DAN *BACKPROPAGATION*

Rambu lalu lintas adalah bagian dari perlengkapan jalan yang memuat lambang, huruf, angka, dan kalimat yang digunakan untuk memberikan peringatan, larangan, perintah dan petunjuk bagi pemakai jalan. Rambu lalu lintas diperlukan untuk mengatur lalu lintas di jalan raya dan jalan kecil yang banyak dilalui kendaraan.

Jaringan saraf tiruan digunakan untuk mengidentifikasi gambar rambu lalu lintas. Metode ini melatih agar pola dari gambar dapat diambil dan disimpan untuk diuji dengan gambar penguji. Ekstraksi fitur yang digunakan dalam pengenalan rambu yaitu *Gray Level Co-Occurrence Matrix* dan selanjutnya menggunakan algoritma *backpropagation*.

Percobaan dilakukan dengan menggunakan 25 data yang ditemukan tingkat akurasi tertinggi di 50 data latih tanpa membatasi maksimum epoch. Ada 7 data citra atau 28 persen rambu larangan yang dapat diidentifikasi. Identifikasi dengan tingkat keberhasilan terendah ditemukan di 5 data latih dengan membatasi maksimum epoch dan 5 data latih tanpa membatasi maksimum epoch. Ada 3 dari 25 gambar atau 12 persen dari total data uji yang dapat berhasil diidentifikasi.

Kata kunci : Rambu lalu lintas, jaringan syaraf tiruan, *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM), *backpropagation*.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Rumusan Masalah

Berapa tingkat akurasi metode *backpropagation* dan *gray level co-occurrence* dalam pengenalan pola rambu lalu lintas?

1.2 Latar Belakang

Rambu lalu lintas adalah bagian dari perlengkapan jalan yang memuat lambang, huruf, angka, dan kalimat yang digunakan untuk memberikan peringatan, larangan, perintah dan petunjuk bagi pemakai jalan. Rambu lalu lintas diperlukan untuk mengatur lalu lintas di jalan raya dan jalan kecil yang banyak dilalui kendaraan.

Dengan kondisi memudarnya warna rambu dan kondisi cuaca yang kurang mendukung, maka dari itu solusi yang dianjurkan dalam proses pengenalan gambar rambu-rambu lalu lintas dilakukan dengan memanfaatkan ciri atau fitur yang ada pada gambar tersebut dengan menggunakan algoritma *Gray Level Co-Occurrence Matrix* dan algoritma jaringan saraf tiruan.

Jaringan saaraf tiruan banyak diterapkan untuk membantu pengenalan pola pada obyek-obyek tertentu. Pada penelitian ini jaringan saraf tiruan merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi gambar rambu lalu lintas. Prinsip metode ini adalah melatih agar pola dari gambar dapat diambil dan disimpan untuk diuji dengan gambar penguji. Setelah tahap pelatihan, sistem siap melakukan tahap pengujian, setelah pola dari penguji didapatkan dari citra akan diujikan dengan pola yang sudah tersimpan. Ekstraksi fitur yang digunakan dalam pengenalan rambu yaitu *Gray Level Co-Occurrence Matrix* dan selanjutnya menggunakan algoritma *Backpropagation*.

Tugas akhir ini membuat suatu sistem pengenalan rambu lalu lintas

larangan dengan kondisi sistem offline dan supaya dapat dimanfaatkan dalam hal pengenalan terhadap rambu itu sendiri.

1.3 Batasan Masalah

Berikut merupakan jabaran batasan pada penelitian ini, dengan memperhitungkan kompleksitas pada proses pendeteksian dan pengenalan rambu lalu lintas :

1. Jenis rambu lalu lintas yang diteliti berbentuk lingkaran dan berjenis larangan.
2. Pengambilan sampel pada siang hari.
3. Gambar rambu yang diteliti diambil dengan kamera *smartphone*.
4. Jarak pengambilan sampel kurang lebih 1 meter.
5. Data sampel penelitian disimpan dalam bentuk *image*/gambar dengan format *bmp*.
6. Gambar sampel penelitian berukuran 100 x100 pixel.
7. Ekstraksi fitur yang digunakan berupa energi, kontras, homogenitas, entropi dan korelasi dan sudut 0 derajat

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membangun sebuah aplikasi dengan mengimplementasikan metode *backpropagation* dan *gray level co-occurrence* untuk pengenalan rambu lalu lintas. Kemudian mengetahui seberapa akurat metode *backpropagation* dan *Gray Level Co-Occurrence Matrix* dalam pengenalan pola rambu lalu lintas.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi pustaka dan literatur
pada tahap ini dilakukan untuk memperoleh informasi dengan memanfaatkan berbagai macam sumber pustaka melalui buku, artikel, jurnal ilmiah, dan sumber lain yang berkaitan dengan rambu lalu lintas,

pengenalan pola, *preprocessing* dan jaringan saraf tiruan.

2. pengumpulan data

pengumpulan data gambar rambu lalu lintas diperoleh dengan mengambil gambar standar yang dimiliki oleh kepolisian dan menggunakan gambar masing-masing 5 gambar untuk setiap rambu lalu lintas setelah mendapatkan data gambar, maka akan dilakukan pengolahan data.

3. proses pengolahan data

a. Proses penyimpanan data

Pada proses sistem klasifikasi rambu lalu lintas ini sistem menyimpan gambar rambu lalu lintas yang ada pada folder pola rambu untuk menjadi *database*.

b. Proses pengujian

Setelah semua pola rambu mendapatkan nilai ciri ekstraksinya dan tersimpan di *database*, peneliti dapat menginput gambar rambu lalu lintas (gambar pola uji) untuk menguji apakah hasil *output* klasifikasi yang keluar dengan nama rambu lalu lintas yang diinputkan hasilnya sama atau tidak. Setelah kesimpulan dari hasil *output* keluar, sistem akan menampilkan nilai yang terdekat yang mendekati klasifikasi berdasarkan perhitungan *backpropagation*, lalu akan dilakukan perhitungan berapa tingkat keakuratan dari sistem dari jumlah tingkat *output* yang benar.

4. Analisis dan percobaan

tahapan ini berisi hasil analisis pengujian sistem yang telah dilakukan sebelumnya. Hasil akhir analisis menampilkan persentase keberhasilan algoritma yang dipakai dalam membangun system

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan dalam menganalisa masalah dan pengerjaan sistem, penulis membagi tugas akhir ini menjadi 5 (lima) bab, antara lain :

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

Bab 2, landasan teori berisi mengenai tinjauan pustaka dan landasan teori yang digunakan dalam penelitian ini. Tinjauan pustaka menjelaskan berbagai teori yang diperoleh dari berbagai sumber yang terkait dengan penelitian.

Bab 3, analisis dan perancangan sistem menjelaskan tentang rancangan sistem yang akan dibangun oleh penulis. Rancangan sistem yang akan dibuat berupa spesifikasi dari sistem, rancangan diagram sistem, dan rancangan antarmuka sistem berupa input dan output.

Bab 4, implementasi dan analisis sistem menjelaskan tentang implementasi sistem yang telah dibangun seperti yang sudah dirancang pada bab 3.

Bab 5, kesimpulan dan saran berisi tentang kesimpulan dan hasil penelitian yang telah dibangun dan saran yang membantu untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh penulis, diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu sebagai berikut :

1. Metode *backpropagation* dapat diimplementasikan ke dalam sistem pengenalan pola rambu larangan.
2. Pengenalan jenis rambu larangan menggunakan algoritma *backpropagation* diperoleh tingkat akurasi paling tinggi pada data uji latih 50 rambu dengan dibatasi maksimum *epoch*. Citra yang tepat dikenali sebanyak 7 citra, dengan persentase 28%. Sedangkan tingkat akurasi paling rendah terdapat dua yaitu pengenalan tanpa membatasi maksimum *epoch* dengan 5 data latih dan pengenalan tanpa membatasi maksimum *epoch* dengan 5 data latih dengan persentase 12%, data yang berhasil dikenali sebanyak 3 dari total 25 citra. Tetapi tingkat persentase keberhasilan dengan membatasi maupun tanpa membatasi maksimum *epoch* terhadap pengenalan tidak terlalu berbeda jauh.
3. Metode *gray level co-occurrence matrix* tidak cocok diterapkan pada rambu lalu lintas larangan, dikarenakan *gray level co-occurrence matrix* berbasis tekstur sedangkan rambu lalu lintas larangan berbasis bentuk. Salah satu faktor diperolehnya tingkat akurasi tertinggi pada penelitian mengenali tumor otak dengan menggunakan ekstraksi fitur GLCM karena data latih yang berbentuk tekstur bukan berbasis bentuk.

5.2. SARAN

Setelah penulis menyimpulkan hasil dari penelitian, maka diperoleh saran sebagai berikut :

1. Melakukan pelatihan dengan mengubah beberapa parameter, sebagai contoh adalah mengganti learning rate, atau mengganti nilai hidden layer

untuk setiap pelatihan dengan harapan dapat mengenali hasil pengenalan yang lebih baik dan data latih diperbanyak.

2. Implementasi metode GLCM dapat ditambahkan fitur lain sehingga dapat mengenali ciri lebih baik lagi.
3. Metode GLCM ini dapat digunakan untuk pengenalan citra seperti batik, kayu, tumor, dan objek lain yang memiliki citra.
4. Beberapa penelitian mengemukakan bahwa metode *Shape Matrix* dapat menggambarkan bentuk objek, serta invariant terhadap scaling, rotasi, dan translasi. *Shape matrix* menggunakan informasi global dari sebuah *shape*, kemudian mengubahnya menjadi sebuah matrik yang mendeskripsikan sebuah *shape*. Maka dari itu penelitian selanjutnya bisa menggunakan *Shape Matrix*.
5. Pada pengembangan selanjutnya dapat dibuat secara real time dalam bentuk *mobile*.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Azawi, M. A. (2012). Neural Network Based Automatic Traffic Signs Recognition. *International Journal of Digital Information and Wireless Communication*, 1(4), 753-756.
- Azad, R., Azad, B., & Kazerooni, I. T. (2014). Optimized Method for Iranian Road Signs Detection and Recognition System. *International Journal of Research in Computer Science*, 4(1), 19-26.
- Danti Ajit Dr., K. J. (December 2013). Image Processing Approach To Detect Road Sign In Indian Road. *International Journal of Research in Advent Technology*, E-ISSN: 2321-9637.
- Dean, H. N., & T, J. K. (May-2013). Real Time Detection and Recognition of Indian Traffic Signs using Matlab. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, ISSN 2229-5518.
- Hatzidimos, J. (2004). Automatic Traffic Sign Recognition in Digital Images. *Proceedings of the International Conference on Theory and Application of Mathematics and Informatics*.
- Houben, S., Stalkamp, J., Salmen, J., Schlipf, M., & Igel, C. (2013, January). Detection of Traffic Sign in Real-World Images: The German Traffic Sign Detection Benchmark. *International Joint Conference on Neural Network*.
- Krishnamurthy, D. U. (2014). Traffic Symbol Recognition by Means of Image Segmentation . *Proc. of Int. Conf. on Recent Trends in Signal Processing*.
- Lorsakul, A., & Suthakorn, J. (2007). Traffic Sign Recognition for Intelligent Vehicle/Driver Assistance System Using Neural Network on OpenCV. *The 4th International Conference on Ubiquitous Robots dan Ambient Intelligence*.
- Mahadevaswamy U.B. Dr, K. A. (2013). Traffic Symbol Recognition by Means of Image Segmentation . *Proc Of Int Conf On Recent Trends In Signal Processing*.
- Mogelmose, A., Trivedi, M. M., & Moeslund, T. B. (2012). Traffic Sign Recognition and Analysis: Recent Studies and Emerging Trends. *15th International IEEE Conference on Intelligent Transportation System*.

- Mohanaiah, P., Sathyanarayana, P., & GuruKumar, L. (2016, may). Image Texture Feature Extraction Using GLCM Approach. *International Journal Of Scientific and Research Publications*, 3(5).
- Ruta, A., Li, Y., & Xiaohui, L. (2008, October 12-15). Detection, Tracking and Recognition of Traffic Signs from Video Input. *Proceedings of the 11th international IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems*.
- Statistik Transportasi 2013*. (2014). Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Statistik, B. P. (2014). *Statistik Transportasi 2013*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Sutojo, T., Mulyanto, E., & Suhartono, D. V. (2011). *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi Offset Yogyakarta.
- Vrushsen, Z. N. (May 2012). GLCM Textural Features for Brain Tumor Classification. *IJCSI International Journal of Computer Science*, ISSN 1694-0814.
- Wu, W. Y., Hsieh, T. C., & Lai, C. S. (2007). Extracting Road Signs using the Color Information. *International Journal of Computer Science and Engineering*, 2(1).
- Wuryandri, M. D., & Afrianto, I. (Maret 2012). Perbandingan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Dan Learning Vector Quantization Pada Pengenalan Wajah. *Jurnal Komputer dan Informatika (KOMPUTA)*, 45-51.