

STUDI LITERATUR PENERAPAN OCR PADA PENGENALAN TEKS

Skripsi



oleh
TRY HARDIYANTI
22064136

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2015

STUDI LITERATUR PENERAPAN OCR PADA PENGENALAN TEKS

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
TRY HARDIYANTI
22064136

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2015

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

STUDI LITERATUR PENERAPAN OCR PADA PENGENALAN TEKS

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, 20 Juni 2015



TRY HARDIYANTI
22064136

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : STUDI LITERATUR PENERAPAN OCR PADA
PENGENALAN TEKS
Nama Mahasiswa : TRY HARDIYANTI
N I M : 22064136
Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)
Kode : TIW276
Semester : Genap
Tahun Akademik : 2014/2015

Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 20 Juni 2015

Dosen Pembimbing I



Sri Suwarno, Ir. M.Eng.

Dosen Pembimbing II



Antonius Rachmat C., S.Kom.,M.Cs.

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI LITERATUR PENERAPAN OCR PADA PENGENALAN TEKS

Oleh: TRY HARDIYANTI / 22064136

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 8 Juni 2015

Yogyakarta, 20 Juni 2015
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Sri Suwarno, Ir. M.Eng.
2. Antonius Rachmat C., S.Kom., M.Cs.
3. Gloria Virginia, S.Kom., MAI, Ph.D.
4. Ignatia Dhian E K R, S.Kom, M.Eng



Dekan

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

Ketua Program Studi

(Gloria Virginia, Ph.D.)

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan dalam penulisan tugas akhir ini saya mendapatkan banyak bantuan dari berbagai pihak, oleh karenanya dari hati yang terdalam saya ingin mengungkapkan rasa terima kasih saya kepada:

1. Bapak Budi Susanto, S.Kom., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta sekaligus sebagai dosen wali yang selalu memberikan arahan yang baik kepada saya.
2. Bapak Sri Suwarno, Ir. M.Eng. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan arahan dan dorongan yang berharga bagi saya dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Antonius Rachmat C., S.Kom., M.Cs. selaku dosen pembimbing II yang mendorong, membimbing serta memberikan arahan kepada saya untuk menyelesaikan skripsi ini.
4. Ibu Gloria Virginia, S.Kom., MAI, Ph.D. selaku Ketua Program Studi Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi sekaligus dosen penguji pendadaran.
5. Ibu Ignatia Dhian E K R, S.Kom, M.Eng. selaku dosen penguji pendadaran.
6. Keluarga yang selalu berdoa, memberikan dukungan dan percaya bahwa saya mampu untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Kak Yonas, kak Agust, Astrid, Hanako, Daniel dan teman-teman komunitas Unstoppable Heroes yang tidak dapat saya tulis namanya satu persatu, yang juga berdoa, memberikan semangat dan dukungan untuk saya. Kalian selalu menolong saya dan maaf saya selalu merepotkan kalian.
8. Teman-teman seperjuangan angkatan '06, khususnya Corry, sekalipun jarak kita jauh tetapi dukungan dan semangat yang diberikan melalui komunikasi tak pernah ada habisnya.

9. Semua pihak yang tak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis berdoa agar Tuhan memberikan berkat jasmani dan rohani, kesehatan dan sukacita atas segala bantuan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyusun dan menyelesaikan skripsi ini.

Penulis

Try Hardiyanti

©UKDW

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur senantiasa penulis berikan kepada Tuhan Yesus, karna kasih karunia, berkat, kebaikan dan kemurahanNya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Segala sesuatu ada masanya dan janjiNya telah digenapi. Meskipun dalam proses pengerjaannya penulis ingin menyerah, tetapi pada akhirnya tugas ini berhasil diselesaikan dengan baik sekalipun membutuhkan waktu yang cukup lama.

Skripsi yang berjudul “Studi Literatur Penerapan OCR pada Pengenalan Teks”, disusun sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini memiliki terdapat kekurangan, untuk itu penulis berharap kepada seluruh pihak agar dapat memberikan kritik dan saran yang bersifat membangun. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan bahan pembelajaran kepada kita semua.

Yogyakarta, 20 Juni 2015

Penulis

INTISARI

Pengenalan teks merupakan salah satu teknologi pada komputer untuk mengolah dan mengenali citra, berupa teks dengan tulisan tangan maupun dengan sebuah *font*. Aplikasi komputer selama ini mengalami perbedaan dalam mengolah hasil dari pengenalan citra yang berupa teks. Tujuan dari penelitian ini membandingkan dari tiga metode yang sering digunakan dalam pengenalan teks. Ketiga metode tersebut *Template Matching*, *Backpropagation* dan *Support Vector Machine (SVM)*.

Metode *Template Matching* dilakukan dengan cara membandingkan *template* tertentu dengan *template* pada basis data. Pengenalan dengan metode ini menghasilkan citra yang berbeda dari citra aslinya karena *template* yang digunakan sebagai acuan berbeda dengan citra uji. Metode *Backpropagation* merupakan suatu algoritma pelatihan terbimbing yang menggunakan *error output* untuk mengubah nilai bobot-bobotnya dalam arah mundur. Metode ini memiliki kekurangan karena tidak dapat mengenali huruf. Metode SVM digunakan dalam klasifikasi. SVM melakukan penggolongan biner dengan fungsi diskriminan sehingga menjadi fungsi kernel atas semua sampel pelatihan. Pengenalan dengan metode ini menghasilkan citra yang dapat dikenali, baik berupa huruf maupun angka.

Penelitian ini telah menguji ketiga metode tersebut dan menyimpulkan metode SVM lebih baik dibandingkan dengan *Template Matching* maupun *Backpropagation*. Disarankan dalam pengenalan teks menggunakan metode SVM, sehingga dapat menghasilkan citra berupa teks dengan jelas dan baik. Hasil persentase yang didapatkan dari pengenalan ini 46 % untuk 50 citra yang diuji. Keterbatasan dari penelitian ini adalah kualitas citra uji yang digunakan. Disarankan untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan kualitas citra yang lebih baik.

Kata Kunci: *Optical Character Recognition, OCR, Template Matching, Backpropagation, Support Vector Machine, SVM*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
HALAMAN PESETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
UCAPAN TERIMAKASIH	vi
KATA PENGANTAR	viii
INTISARI	xi
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Metodologi Penelitian	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 STUDI LITERATUR	4
2.1 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.2 LANDASAN TEORI	7
2.2.1 <i>Optical Character Recognition (OCR)</i>	7
2.2.1.1 <i>Penerimaan Citra</i>	9
2.2.1.2 <i>Pre-processing</i>	9
2.2.1.3 <i>Segmentasi</i>	10
2.2.1.4 <i>Feature Extraction</i>	11
2.2.1.5 <i>Klasifikasi</i>	15
2.2.1.6 <i>Post Processing</i>	16

2.2.2	Metode <i>Template Matching</i>	16
2.2.3	<i>Neural Network</i>	17
2.2.3.1	<i>Backpropagation</i>	18
2.2.4	<i>Support Vector Machine (SVM)</i>	22
2.3	Perhitungan Persentase Akurasi	24
BAB 3 ANALISIS DAN PEMBAHASAN		25
3.1	Hasil Uji Citra dalam Persentase dan Waktu	26
3.1.1	Metode <i>Template Matching</i>	26
3.1.2	Metode <i>Backpropagation</i>	36
3.1.3	Metode <i>Support Vector Machines (SVM)</i>	43
3.2	Pembahasan	48
3.2.1	Pembahasan metode <i>Template Matching</i>	48
3.2.2	Pembahasan metode <i>Backpropagation</i>	51
3.2.3	Pembahasan metode <i>Support Vector Machine (SVM)</i>	54
3.3	Analisis	57
3.3.1	Analisis metode <i>Template Matching</i>	57
3.3.2	Analisis metode <i>Backpropagation</i>	60
3.3.3	Analisis metode <i>Support Vector Machine (SVM)</i>	61
BAB 4 KESIMPULAN DAN SARAN		63
4.1	KESIMPULAN	63
4.2	SARAN	64
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		65
5.1	KESIMPULAN	65
5.2	SARAN	66
DAFTAR PUSTAKA		67
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Hasil pengenalan pada citra yang direproduksi	30
Tabel 3.2 Hasil pengenalan pada 50 citra dengan metode <i>template matching</i>	33
Tabel 3.3 Hasil pengenalan pada citra yang didapat dari program	40
Tabel 3.4 Hasil pengenalan pada 50 citra dengan metode <i>backpropagation</i>	40
Tabel 3.5 Hasil pengenalan pada 3 citra yang didapat dari program	44
Tabel 3.6 Hasil pengenalan pada 50 citra dengan metode SVM	45
Tabel 3.7 Kelebihan dan Kekurangan metode <i>Template Matching</i>	60
Tabel 3.8 Kelebihan dan Kekurangan metode <i>Backpropagation</i>	61
Tabel 3.9 Kelebihan dan Kekurangan metode SVM	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram blok dari sistem OCR	9
Gambar 2.2 Zona citra yang dibagi menjadi 16 zona	12
Gambar 2.3 Diagonal dari kiri ke kanan	12
Gambar 2.4 Diagonal dari kanan ke kiri	13
Gambar 2.5 Zona 23 - Zona 25	13
Gambar 2.6 Zona 26, Zona 27 dan Zona 28	14
Gambar 2.7 Zona 29, Zona 30 dan Zona 31	14
Gambar 2.8 Zona 33-40	15
Gambar 2.9 Ilustrasi <i>template matching</i>	16
Gambar 2.10 Proses Komunikasi antar <i>Neuron</i>	18
Gambar 2.11 <i>Backpropagation Network</i>	19
Gambar 2.12 Konsep SVM dalam memisah <i>linear</i>	23
Gambar 3.1 Citra Hitam dan Putih dengan nilai piksel 1 dan 0	27
Gambar 3.2 Citra sampel yang akan menjadi <i>template</i>	28
Gambar 3.3 Proses <i>Vertical Profile Projection</i>	29
Gambar 3.4 Hasil pengenalan pada citra reproduksi yang digunakan sebagai <i>template</i>	29
Gambar 3.5 Citra angka 0, 1, 2, 3, 4 dengan tulisan tangan yang pertama	31
Gambar 3.6 Citra angka 5, 6, 7, 8, 9 dengan tulisan tangan yang pertama	31

Gambar 3.7 Citra angka 0, 1, 2, 3, 4 dengan tulisan tangan yang kedua	31
Gambar 3.8 Citra angka 5, 6, 7, 8, 9 dengan tulisan tangan yang kedua	31
Gambar 3.9 Hasil pengenalan pada citra dengan tulisan tangan pertama untuk angka 0	32
Gambar 3.10 Hasil pengenalan pada citra dengan tulisan tangan pertama untuk angka 1	32
Gambar 3.11 Hasil pengenalan pada citra dengan tulisan tangan pertama untuk angka 2	32
Gambar 3.12 Hasil pengenalan pada citra dengan tulisan tangan pertama untuk angka 3	33
Gambar 3.13 Hasil pengenalan pada citra dengan tulisan tangan pertama untuk angka 4	33
Gambar 3.14 Gambar dipotong dan ukurannya diubah	37
Gambar 3.15 Citra mengubah ukuran untuk memenuhi persyaratan masuk ke dalam jaringan	38
Gambar 3.16 Citra uji yang berasal dari program	39
Gambar 3.17 Hasil dari pengenalan dari citra yang didapat dari program untuk angka 1	39
Gambar 3.18 Salah satu citra yang didapat dari program	44
Gambar 3.19 Hasil pengenalan pada citra yang didapat dari program	44
Gambar 3.20 Penjelasan mengenai angka 4, 5, 7 dan 8	58

INTISARI

Pengenalan teks merupakan salah satu teknologi pada komputer untuk mengolah dan mengenali citra, berupa teks dengan tulisan tangan maupun dengan sebuah *font*. Aplikasi komputer selama ini mengalami perbedaan dalam mengolah hasil dari pengenalan citra yang berupa teks. Tujuan dari penelitian ini membandingkan dari tiga metode yang sering digunakan dalam pengenalan teks. Ketiga metode tersebut *Template Matching*, *Backpropagation* dan *Support Vector Machine (SVM)*.

Metode *Template Matching* dilakukan dengan cara membandingkan *template* tertentu dengan *template* pada basis data. Pengenalan dengan metode ini menghasilkan citra yang berbeda dari citra aslinya karena *template* yang digunakan sebagai acuan berbeda dengan citra uji. Metode *Backpropagation* merupakan suatu algoritma pelatihan terbimbing yang menggunakan *error output* untuk mengubah nilai bobot-bobotnya dalam arah mundur. Metode ini memiliki kekurangan karena tidak dapat mengenali huruf. Metode SVM digunakan dalam klasifikasi. SVM melakukan penggolongan biner dengan fungsi diskriminan sehingga menjadi fungsi kernel atas semua sampel pelatihan. Pengenalan dengan metode ini menghasilkan citra yang dapat dikenali, baik berupa huruf maupun angka.

Penelitian ini telah menguji ketiga metode tersebut dan menyimpulkan metode SVM lebih baik dibandingkan dengan *Template Matching* maupun *Backpropagation*. Disarankan dalam pengenalan teks menggunakan metode SVM, sehingga dapat menghasilkan citra berupa teks dengan jelas dan baik. Hasil persentase yang didapatkan dari pengenalan ini 46 % untuk 50 citra yang diuji. Keterbatasan dari penelitian ini adalah kualitas citra uji yang digunakan. Disarankan untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan kualitas citra yang lebih baik.

Kata Kunci: *Optical Character Recognition, OCR, Template Matching, Backpropagation, Support Vector Machine, SVM*

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Komputer pada dasarnya mempunyai kemampuan untuk mengolah dan mengenali informasi seperti teks tertulis, komputer juga dapat menerima informasi berupa citra atau gambar. Suatu citra bagi komputer dikenali sebagai kumpulan piksel. Semakin berkembangnya jaman, teknologi pun semakin berkembang sehingga pada pengolahan citra digital, ditemukan teknologi yang dapat digunakan untuk mengenali teks.

Pengenalan teks pada citra merupakan teknologi yang mampu mengenali teks pada citra dan mengalihkannya menjadi sebuah dokumen dalam bentuk digital, sehingga setiap teks yang dikenali dapat dikonversi sesuai dengan kebutuhan pengguna. Aplikasi dari teknologi pengenalan teks ini dikenal dengan nama *Optical Character Recognition*(OCR).

Ada banyak cara yang dapat digunakan untuk melakukan pengenalan teks, dimana setiap metode mempunyai kekurangan dan kelebihan masing-masing. Metode yang dibandingkan dalam penulisan ini berdasarkan metode yang penerapannya banyak digunakan dalam pengenalan teks. Dalam tugas akhir ini, peneliti akan membandingkan tiga metode pada OCR agar dapat diketahui penerapan metode yang lebih baik untuk dapat digunakan dalam pengenalan teks.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka dalam studi literatur ini akan dibahas tentang perbandingan 3 metode yang ada pada OCR dalam pengenalan teks. Metode yang digunakan ialah *Template Matching*, *Backpropagation* dan *Support Vector Machine (SVM)*,

dengan membandingkan metode berdasarkan hasil akurasi dari proses pengenalan dan waktu yang diperlukan oleh masing-masing metode.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Citra yang digunakan dalam pengujian berupa citra yang dibuat sendiri dengan menggunakan berbagai jenis *font* dan citra hasil *scan* yang dibuat sendiri dari tulisan tangan.
2. Citra yang dibandingkan dalam pengujian hanya citra yang berisi angka.
3. Metode-metode yang digunakan yaitu *Template Matching*, *Backpropagation* dan *Support Vector Machine (SVM)*.
4. Setiap metode yang digunakan akan dibandingkan berdasarkan akurasi hasil pengenalan dan waktu yang dibutuhkan oleh masing-masing metode.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Membandingkan ketiga metode dalam penerapan OCR agar dapat diketahui metode yang terbaik yang digunakan dalam pengenalan teks.
2. Untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari masing-masing metode.

1.5 Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang dipakai untuk menyelesaikan penulisan studi literatur ini adalah dengan melakukan studi pustaka untuk mencari penjelasan pada metode yang digunakan. Kemudian menerapkannya pada pengenalan teks, selanjutnya mencari kelebihan/kekurangan masing-masing metode agar dapat diketahui metode mana yang baik untuk digunakan dalam pengenalan teks.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan studi literatur ini disusun dalam 4 bab yaitu :

Bab I adalah pendahuluan yang berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, metode penelitian, tujuan serta sistematika penulisan.

Bab II adalah studi literatur yang berisi tentang penjelasan *tentang Optical Character Recognition (OCR), Template Matching, Backpropagation* dan *Support Vector Machine (SVM)*.

Bab III adalah analisis dan pembahasan. Pada bab ini akan dilakukan pengujian dengan citra uji dan penjelasan tentang kekurangan dan kelebihan dari metode-metode yang akan dibandingkan untuk penerapannya pada pengenalan teks.

Bab IV adalah kesimpulan dan saran, berisi kesimpulan dan saran dari keseluruhan pembahasan yang ada.

BAB V

KESIMPULAN dan SARAN

5.1 Kesimpulan

Pada penulisan ini, penulis membahas tentang penerapan OCR pada pengenalan teks. Penulis membandingkan 3 metode yang sering digunakan oleh kebanyakan pengguna untuk dapat mencari metode yang terbaik dari ketiga metode tersebut. Metode tersebut ialah *Template Matching*, *Backpropagation* dan *Support Vector Machines (SVM)*. Dari ketiga metode yang dibandingkan, penulis menyimpulkan:

5. Metode *Support Vector Machine (SVM)* dapat mengenali dengan baik dibandingkan dengan metode *template matching* dan *backpropagation*.
6. Berdasarkan hasil akurasi, metode *template matching* dan metode SVM memiliki hasil yang sama yaitu 46 % untuk citra angka yang teridentifikasi benar dan 54 % untuk citra yang teridentifikasi salah. Metode *backpropagation* memiliki hasil akurasi sebesar 42 % untuk citra yang teridentifikasi benar dan 58 % untuk citra yang teridentifikasi salah.
7. Berdasarkan hasil waktu yang diperlukan dalam proses pengenalan, rata-rata waktu yang dibutuhkan dengan menggunakan metode *template matching* adalah 1,46 detik. Rata-rata waktu yang diperlukan dengan menggunakan metode *backpropagation* adalah 9,72 detik. Rata-rata waktu yang diperlukan dengan menggunakan metode SVM adalah 1,28 detik.
8. Berdasarkan dari kelebihan dan kekurangan, ketiga metode dapat diaplikasikan dengan baik pada pengenalan citra. Metode *template matching* memiliki kelebihan pada konsepnya yang sederhana sehingga lebih mudah dimengerti. Metode *backpropagation* memiliki kelebihan pada proses pelatihan untuk dapat mengenali citra. Metode SVM memiliki kelebihan pada waktu yang diperlukan saat proses pengenalan.

5.2 Saran

Penulis mengharapkan adanya kumpulan *template* untuk setiap jenis *font* yang ada untuk digunakan dalam metode *template matching*. Memang membutuhkan waktu yang cukup lama untuk bisa mengumpulkannya, tetapi dengan adanya kumpulan *template* ini dapat membantu program *template matching* untuk dapat mengenali karakter lebih luas karena data referensi yang dihasilkan banyak.

Diharapkan adanya pengembangan program untuk setiap metode yang ada agar lebih meningkatkan nilai persentase akurasi untuk pengenalan teks, terutama untuk metode *backpropagation*. Pada metode *backpropagation* diharapkan tidak hanya mengenali angka saja tetapi juga untuk alphabet sehingga metode *backpropagation* dapat meningkatkan kualitas untuk sistem komputer dalam mengenali citra karakter.

Pada metode SVM pun diharapkan adanya pengembangan program ini. Diharapkan program ini dapat mengenali dengan lebih baik lagi dan adanya cara untuk menambahkan fungsi pada program untuk membedakan garis atas huruf dan garis bawah huruf.

Kualitas citra uji yang digunakan juga merupakan keterbatasan dalam penulisan ini. Disarankan untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan kualitas citra yang lebih baik sehingga pada proses pengenalan akan didapatkan hasil akurasi yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aghaie, M., Shokri, F., & Tabari, M. Y. Z. (2013). Automatic Iranian Vehicle License Plate Recognition System Based on Support Vector Machine (SVM) Algorithms. *Computer Engineering and Applications Journal*, 2(1), 161-174.
- Arora, S., Bhattacharjee, D., Nasipuri, M., Malik, L., Kundu, M., & Basu, D. K. (2010). Performance comparison of SVM and ANN for handwritten devnagari character recognition. *arXiv preprint arXiv:1006.5902*.
- Bahri, R. S., & Maliki, I. (2012). Perbandingan Algoritma Template Matching dan Feature Extraction pada Optical Character Recognition. *Jurnal Komputer dan Informatika, Edisi, 1*, 29-35.
- Barragán, D. (2007, 31 Desember). *Optical Character Recognition (OCR)*. Diakses pada tanggal 19 Januari 2015 dari World Wide Web: <http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/18169-optical-character-recognition--ocr->
- Devireddy, S. K., & Rao, S. A. (2009). Hand written character recognition using back propagation network. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 5(3).
- Fauzi, M. R. (2014, 16 Februari). Mengubah Tulisan Tangan Menjadi Text Digital OCR (Optical Character Recognition) Dengan Menggunakan Metode Segmentasi dan Korelasi. *Undip Institutional Repository*.
- Hendry, J. (2011). Deteksi Karakter Pada Citra Digital (OCR) Dengan Teknik Korelasi (Template Matching). Diakses pada tanggal 20 Januari 2015 dari World Wide Web: <http://www.scribd.com/doc/68866773/Project-Deteksi-Karakter-Pada-Citra-Digital-Ocr-Dengan-Teknik-Korelasi-Template-Matching#scribd>.
- Kumar, M., Sharma, R. K., & Jindal, M. K. (2012, Desember). Offline handwritten gurmukhi character recognition: Study of different feature-classifier combinations. In *Proceeding of the workshop on Document Analysis and Recognition* (pp. 94-99). ACM.
- Luh, T. C. (2005, 07 Oktober). Character Recognition Example (III): Training a Simple NN for Classification. Diakses pada tanggal 19 Januari 2015 dari World Wide Web: www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/8676-character-recognition-example-iii-training-a-simple-nn-for-classification.
- Mohanty, S., & Bebartta, H. N. D. (2011). Performance Comparison of SVM and K-NN for Oriya Character Recognition. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Special Issue on Image Processing and Analysis*, pp-112-116.
- Muda, N., Ismail, N. K. N., Bakar, S. A. A., Zain, J. M., Zain, J.K. (2007, 20-21 Agustus). Optical Character Recognition By Using Template Matching (Alphabet).

National Conference on Software Engineering & Computer Systems 2007 (NaCSES'07).

- Nawaz, T., Naqvi, S. A. H. S., ur Rehman, H., & Faiz, A. (2009). Optical character recognition system for urdu (naskh font) using pattern matching technique. *International Journal of Image Processing (IJIP)*, 3(3), 92.
- Ngarap, I. M. (2011). Perancangan Program Aplikasi Pengenalan Teks Menggunakan Fuzzy Logic. *Telematika*, (6).
- Nurmila, N., Sugiharto, A., & Sarwoko, E. A. (2010). Algoritma Back Propagation Neural Network Untuk Pengenalan Pola Karakter Huruf Jawa. *Jurnal Masyarakat Informatika*, 1(1).
- Potocnik, P. and Zadnik, Z.(n.d).Handwritten character Recognition: Training a Simple NN for classification using MATLAB
- Saha, S., Paul, N., Das, S. K., & Kundu, S. (2013). Optical Character Recognition using 40-point Feature Extraction and Artificial Neural Network. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, 3(4).
- Sholahuddin, A. (2002, 21 – 22 Agustus).PenerapanNeural Network tentang Metode Backpropagation pada Pengenalan pola Huruf. *Proceedings Komputer dan Sistem Intelejen(KOMMIT2002)*.
- Singh, P., & Budhiraja, S. (2011). Feature Extraction and Classification Techniques in OCR Systems for Handwritten Gurmukhi Script–A Survey. *International Journal of Engineering Research and Applications*, s (IJERA) ISSN, 2248-9622.
- Tiwari, S., Mishra, S., Bhatia, P., & Yadav, P. K. (2013). Optical Character Recognition using MATLAB. *International Journal of Advanced Research in Electronics and Communication Engineering (IJARECE) Volume*, 2.
- Verma, R., & Ali, J. (2012). A-Survey of Feature Extraction and Classification Techniques in OCR Systems. *International Journal of Computer Applications & Information Technology*, 1(3).
- Yeremia, H., Raymond, P., Yuwono, N.A., Budiharto, W., Si, S., & Kom, M. (2013). *Aplikasi Optical Character Recognition Menggunakan Genetic Algorithm Dan Neural Network* (Doctoral dissertation, BINUS).