

**OPTICAL CHARACTER RECOGNITION DENGAN METODE  
INVARIANT MOMENT UNTUK PENGENALAN KARAKTER  
PADA CAPTCHA**

Skripsi



oleh

**RENATA ANDRIANI KARTOLO**

**71110108**

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

2015

**OPTICAL CHARACTER RECOGNITION DENGAN METODE  
INVARIANT MOMENT UNTUK PENGENALAN KARAKTER  
PADA CAPTCHA**

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

**RENATA ANDRIANI KARTOLO**

**71110108**

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

2015

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

### OPTICAL CHARACTER RECOGNITION DENGAN METODE INVARIANT MOMENT UNTUK PENGENALAN KARAKTER PADA CAPTCHA

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, 19 Juni 2015



RENATA ANDRIANI KARTOLO  
71110108

## HALAMAN PENGESAHAN

### OPTICAL CHARACTER RECOGNITION DENGAN METODE INVARIANT MOMENT UNTUK PENGENALAN KARAKTER PADA CAPTCHA

Oleh: RENATA ANDRIANI KARTOLO / 71110108

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 9 Juni 2015

Yogyakarta, 19 Juni 2015

Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Willy Sudiarto Raharjo, S.Kom., M.Cs.
2. Kristian Adi Nugraha, S.Kom., M.T.
3. Rosa Delima, S.Kom., M.Kom.
4. Antonius Rachmat C., S.Kom., M.Cs.



 Dekan

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

Ketua Program Studi

  
(Gloria Virginia, Ph.D.)

## UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga skripsi yang berjudul “Optical Character Recognition dengan Metode Invariant Moment untuk Pengenalan Karakter pada CAPTCHA” dapat diselesaikan. Penulis menyusun skripsi ini dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk mencapai gelar sarjana (S1) pada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu tugas akhir ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik. Pihak-pihak yang telah membantu tugas akhir ini yaitu:

1. Bapak Willy Sudiarto Raharjo, S.Kom., M.Cs selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing dan memberikan masukan-masukan dalam penulisan tugas akhir ini.
2. Bapak Kristian Adi Nugraha, S.Kom., M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan masukan-masukan guna menyelesaikan tugas akhir ini sebaik mungkin.
3. Bapak Aditya Wikan Mahastama, S.Kom. yang telah membimbing selama masa pemilihan judul.
4. Seluruh dosen teknik informatika yang telah banyak mengajarkan metode-metode yang diimplementasikan dalam pembuatan program ini.
5. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan selama pengerjaan tugas akhir.
6. Teman-teman seangkatan yang membantu memberi solusi ketika menghadapi kendala saat pengerjaan tugas akhir.
7. Terakhir, penulis hendak berterima kasih pula untuk setiap nama yang tidak bisa disebutkan satu per satu, terima kasih atas dukungan dan doa yang telah diberikan tanpa diketahui penulis.

Terima Kasih.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang atas berkah dan rahmat yang telah diberikan hingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini.

Laporan tugas akhir ini membahas tentang penelitian yang dilakukan untuk mengenali karakter pada *CAPTCHA*. Pengenalan karakter ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem dalam mengenali karakter pada *CAPTCHA*.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis tentunya masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat menghargai dan menerima jika ada berbagai masukan dari para pembaca baik berupa kritik maupun saran yang sifatnya membangun demi penyempurnaan penulisan-penulisan Skripsi di masa yang akan datang. Penulis meminta maaf bila ada kesalahan dalam penulisan Skripsi ini.

Yogyakarta, Mei 2015

Penulis

## INTISARI

### ***OPTICAL CHARACTER RECOGNITION DENGAN METODE INVARIANT MOMENT UNTUK PENGENALAN KARAKTER PADA CAPTCHA***

Penelitian terhadap *CAPTCHA* sangat berguna untuk mengetahui tingkat keamanannya. Dengan penelitian ini maka dapat diketahui seberapa besar tingkat keberhasilan komputer dapat mengenali karakter pada *CAPTCHA* yang seharusnya hanya dapat dibaca manusia. Salah satu metode populer untuk dapat mengenali karakter ialah *Optical Character Recognition*. Program *OCR* ini dikembangkan dengan beberapa tahap yaitu *pre-processing image*, *feature extraction*, dan *classification*. Pada tahap *pre-processing*, citra RGB diubah menjadi *grayscale*. Setelah didapatkan citra *grayscale* dari *CAPTCHA*, dilakukan *thresholding* untuk mengubah citra *grayscale* menjadi citra biner. Pada akhir *pre-processing* dilakukan dilasi pada citra untuk memperjelas karakter pada citra lalu dilakukan segmentasi pada tiap karakternya. Untuk mengenali tiap-tiap karakter tersebut pada tahap pengujian, perlu diketahui ciri tiap karakter yang akan didapatkan menggunakan metode *Hu' invariant moment*. *Hu' invariant moment* akan menyimpan 7 nilai momen dari suatu karakter. Pada tahap pengujian, tiap karakter yang diuji akan dicocokkan dengan karakter yang ada pada *dataset* menggunakan *Euclidian distance*, dimana perhitungan jarak *Euclidian* terkecil akan diambil menjadi karakter yang dikenali. Berdasarkan hasil analisis, *Optical Character Recognition* dengan metode *Hu's Invariant Moment* dapat mengenali karakter pada citra suatu *CAPTCHA* secara utuh dengan rata-rata persentase tingkat keberhasilan 74%.

Kata kunci : *CAPTCHA*, *Optical Character Recognition*, *invariant moment*, *pre-processing*, *Euclidian distance*

## DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
UCAPAN TERIMAKASIH.....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
INTISARI.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Hipotesis.....	2
1.5 Tujuan Penelitian .....	2
1.6 Metode Penelitian.....	3
1.7 Sistematika Penulisan .....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Landasan Teori.....	6
2.2.1 <i>Optical Character Recognition (OCR)</i> .....	6
2.2.2 <i>Binarization</i> .....	6
2.2.3 <i>Dilation</i> .....	7
2.2.4 <i>Segmentation</i> .....	7
2.2.5 <i>Histogram Approach</i> .....	7
2.2.6 <i>Feature Extraction</i> .....	8



2.2.7	<i>The HU Invariant Moment</i> .....	8
2.2.8	<i>Eucledian Distance</i> .....	10
BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM .....		11
3.1	Spesifikasi Sistem .....	11
3.1.1	Kemampuan Sistem.....	11
3.1.2	Kebutuhan Perangkat Lunak .....	11
3.1.3	Kebutuhan Perangkat Keras .....	12
3.2	Gambaran Kerja Sistem .....	12
3.3	Diagram <i>Use Case</i> .....	13
3.4	Blok Diagram dan Flow Chart .....	14
3.4.1	Blok Diagram Sistem Secara Keseluruhan .....	14
3.4.2	Flow Chart Proses Tambah <i>Dataset</i> .....	16
3.4.3	Flow Chart Proses <i>Pre-processing</i> Citra.....	17
3.4.4	Flow Chart Proses Ekstraksi Citra.....	18
3.4.5	Flow Chart Proses Pengenalan Karakter <i>CAPTCHA</i> .....	19
3.5	Perancangan Form Antarmuka Sistem.....	20
3.5.1	Halaman Utama.....	20
3.5.2	Halaman Lihat Template.....	22
3.6	Kamus Data.....	23
BAB 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM.....		24
4.1	Implementasi Sistem .....	24
4.1.1	Antarmuka Program .....	24
4.1.1.1	Tampilan Halaman Depan .....	24
4.1.1.2	Tampilan Halaman Tambah <i>Dataset</i> .....	25
4.1.1.3	Tampilan Halaman Lihat <i>Dataset</i> .....	27
4.1.1.4	Halaman Pengujian .....	28
4.1.2	Implementasi Algoritma.....	29
4.1.2.1	<i>Pre-processing</i> Citra.....	29
4.1.2.2	Algoritma <i>Invariant Moment</i> .....	32
4.1.2.3	Algoritma <i>Eucledian Distance</i> .....	34
4.2	Analisis Sistem.....	34

4.2.1	Analisis Input Data <i>Training</i> .....	34
4.2.2	Analisis Pengenalan Karakter .....	35
4.2.2.1	Analisis Pengenalan <i>CAPTCHA</i> Sesuai Jenis.....	35
4.2.2.2	Analisis Pengenalan <i>CAPTCHA</i> Terhadap Semua <i>Dataset</i> .....	38
4.2.2.3	Analisis Pengenalan Karakter <i>CAPTCHA</i> Sesuai Jenis.....	39
4.2.2.4	Analisis Pengenalan Karakter <i>CAPTCHA</i> Terhadap <i>Dataset</i> .....	43
4.3	Kelebihan dan Kekurangan Sistem .....	46
4.3.1	Kelebihan Sistem.....	46
4.3.2	Kekurangan Sistem.....	46
BAB 5 KESIMPULAN.....		48
5.1	Kesimpulan .....	48
5.2	Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA .....		50
LAMPIRAN.....		

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel Karakter.....	23
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian <i>CAPTCHA</i> dengan Jenis Angka.....	35
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian <i>CAPTCHA</i> dengan Jenis Huruf Besar.....	36
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian <i>CAPTCHA</i> dengan Jenis Huruf Kecil.....	37
Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian <i>CAPTCHA</i> Semua Jenis.....	38
Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Karakter Angka pada <i>CAPTCHA</i> .....	39
Tabel 4.6 Data Hasil Pengujian Karakter Huruf Besar pada <i>CAPTCHA</i> .....	40
Tabel 4.7 Data Hasil Pengujian Karakter Huruf Kecil pada <i>CAPTCHA</i> .....	42
Tabel 4.8 Data Hasil Pengujian Karakter pada <i>CAPTCHA</i> .....	43

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram <i>Use Case</i> Sistem.....	13
Gambar 3.2 Diagram Alir Aplikasi Pengenalan Citra <i>CAPTCHA</i> .....	14
Gambar 3.3 Diagram Alir Proses Tambah Template.....	16
Gambar 3.4 Diagram Alir Proses Preprocessing Citra.....	17
Gambar 3.5 Diagram Alir Proses Ekstraksi Citra.....	18
Gambar 3.6 Diagram Alir Proses Pengenalan Karakter.....	19
Gambar 3.7 Rancangan Halaman Utama.....	20
Gambar 3.8 Rancangan Halaman Lihat Template.....	22
Gambar 4.1 Tampilan halaman depan.....	24
Gambar 4.2 Tampilan Halaman Tambah <i>Dataset</i> .....	25
Gambar 4.3 Tampilan Proses Halaman Tambah <i>Dataset</i> .....	26
Gambar 4.4 Tampilan Halaman Lihat <i>Dataset</i> .....	27
Gambar 4.5 Tampilan Halaman Pengujian.....	28
Gambar 4.6 Pola Struktural Element.....	30
Gambar 4.7 Potongan Program Perhitungan Normalisasi Momen.....	33
Gambar 4.8 Potongan Program Perhitungan Hu's Invariant Moment.....	34

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A : Citra <i>CAPTCHA Train Set</i> .....	
LAMPIRAN B : Code Program.....	

©UKDW

©UKDW

## INTISARI

### ***OPTICAL CHARACTER RECOGNITION DENGAN METODE INVARIANT MOMENT UNTUK PENGENALAN KARAKTER PADA CAPTCHA***

Penelitian terhadap *CAPTCHA* sangat berguna untuk mengetahui tingkat keamanannya. Dengan penelitian ini maka dapat diketahui seberapa besar tingkat keberhasilan komputer dapat mengenali karakter pada *CAPTCHA* yang seharusnya hanya dapat dibaca manusia. Salah satu metode populer untuk dapat mengenali karakter ialah *Optical Character Recognition*. Program *OCR* ini dikembangkan dengan beberapa tahap yaitu *pre-processing image*, *feature extraction*, dan *classification*. Pada tahap *pre-processing*, citra RGB diubah menjadi *grayscale*. Setelah didapatkan citra *grayscale* dari *CAPTCHA*, dilakukan *thresholding* untuk mengubah citra *grayscale* menjadi citra biner. Pada akhir *pre-processing* dilakukan dilasi pada citra untuk memperjelas karakter pada citra lalu dilakukan segmentasi pada tiap karakternya. Untuk mengenali tiap-tiap karakter tersebut pada tahap pengujian, perlu diketahui ciri tiap karakter yang akan didapatkan menggunakan metode *Hu' invariant moment*. *Hu' invariant moment* akan menyimpan 7 nilai momen dari suatu karakter. Pada tahap pengujian, tiap karakter yang diuji akan dicocokkan dengan karakter yang ada pada *dataset* menggunakan *Euclidian distance*, dimana perhitungan jarak *Euclidian* terkecil akan diambil menjadi karakter yang dikenali. Berdasarkan hasil analisis, *Optical Character Recognition* dengan metode *Hu's Invariant Moment* dapat mengenali karakter pada citra suatu *CAPTCHA* secara utuh dengan rata-rata persentase tingkat keberhasilan 74%.

Kata kunci : *CAPTCHA*, *Optical Character Recognition*, *invariant moment*, *pre-processing*, *Euclidian distance*

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Sistem keamanan telah banyak diterapkan pada situs untuk menghindari situs tersebut dari serangan *spam*. Salah satu sistem keamanan yang digunakan ialah *Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart* atau yang sering disebut *CAPTCHA*. *CAPTCHA* sendiri dibuat agar dapat dibaca oleh manusia tetapi tidak dengan komputer. Namun, perkembangan *CAPTCHA* sangat pesat dan beragam.

Penelitian terhadap *CAPTCHA* sangat berguna untuk mengetahui tingkat keamanannya. Dengan penelitian ini maka dapat diketahui seberapa besar komputer dapat mengenali karakter pada *CAPTCHA* yang seharusnya hanya dapat dibaca manusia. Salah satu metode populer untuk dapat mengenali karakter pada berbagai macam jenis dokumen ialah *Optical Character Recognition*. *OCR* terdiri dari beberapa tahap untuk dapat mendapatkan hasil yang optimal dalam membaca karakter pada *CAPTCHA*. Beberapa tahapannya ialah *pre-processing image*, *feature extraction*, dan *classification*.

Tahap penting untuk menentukan keberhasilan pembacaan citra ialah pada tahap *feature extraction*. Salah satunya metodenya ialah *invariant moment*. Metode ini diharapkan dapat membaca citra *CAPTCHA* secara tepat. Dimana *Optical Character Recognition* dengan berbagai metode yang digunakan telah banyak digunakan untuk melakukan pengenalan citra karakter baik dalam bentuk tulisan tangan maupun hasil *scan*. Namun, *Optical Character Recognition* dengan metode *invariant moment* masih jarang digunakan. Oleh karena itu *invariant moment* dipilih sebagai salah satu metode dalam *Optical Character Recognition* untuk dapat menunjukkan bahwa metode ini benar dapat mengenali karakter pada citra yang diambil dari *CAPTCHA*.



## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini yaitu seberapa akurat hasil pengenalan karakter yang dilakukan dengan metode *invariant moment*.

## 1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, penulis memberikan batasan sistem yang akan dibuat antara lain :

- a. *CAPTCHA* yang digunakan sebagai pengujian dan training dibuat dari website: “webspamprotect.com”.
- b. *CAPTCHA* yang digunakan dalam penelitian tidak mengandung tulisan yang saling bersambung.
- c. *CAPTCHA* yang dibuat berisi karakter *alphanumeric* (A-Z, 0-9, a-z) dengan *size* citra medium, tanpa *filling style* dan font “Arial”.
- d. *Background* dan variasi warna pada *CAPTCHA* merupakan *default setting* dari “webspamprotect.com”.

## 1.4 Hipotesis

Berdasarkan latar belakang masalah di atas maka hipotesis yang dapat diambil adalah bahwa *invariant moment* dapat digunakan untuk mengenali karakter pada *CAPTCHA* dengan tingkat keberhasilan 90%.

## 1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan pengenalan karakter pada *CAPTCHA* yang berasal dari website: “webspamprotect.com” serta mengetahui akurasi hasil pengenalan karakter dengan metode *invariant moment* sehingga diketahui tingkat keamanan *CAPTCHA* dari website tersebut.

## 1.6 Metode Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

### 1. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan mempelajari buku, jurnal serta materi-materi lain yang berhubungan dengan *feature extraction* dan *pre-processing* citra dalam pengenalan karakter pada citra *CAPTCHA*.

### 2. Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan dengan membuat diagram *use case*, diagram alir, dan perancangan antar muka sistem menggunakan program *mock up*.

### 3. Pembuatan Program

Pembuatan program berdasarkan perancangan yang telah dibuat.

### 4. Implementasi dan testing

Percobaan pada sistem dilakukan dengan mencoba berbagai macam citra *CAPTCHA* yang diperoleh untuk memastikan sistem bekerja dengan baik pada berbagai macam citra *CAPTCHA*. Testing dilakukan dengan melihat tingkat keberhasilan pengenalan *CAPTCHA* dengan menggunakan *precision*.

## 1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir yang disusun oleh penulis adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, hipotesis, tujuan penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan skripsi.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA berisi gagasan-gagasan yang muncul dengan memberikan landasan teori yang sehubungan dengan penelitian dari

berbagai sumber dan konsep-konsep yang dibutuhkan dalam pengenalan karakter menggunakan *Optical Character Recognition* dengan metode *invariant moment*.

BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM berisi rancangan sistem dari penelitian mengenai pengenalan karakter yang akan dilakukan pada *CAPTCHA* dengan metode *invariant moment* beserta rancangan proses *preprocessing*. Perancangan dilakukan dengan pembuatan diagram *use case* dan diagram alir serta perancangan *interface* program.

BAB 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM berisi implementasi dari rancangan sistem yang telah dibuat sebelumnya serta penjelasan dari analisis uji coba sistem yang ada.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN berisi kesimpulan atas sistem yang telah dibuat serta saran-saran dalam penelitian yang lebih lanjut.

©UKDW

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi dan analisis sistem, penulis menarik beberapa kesimpulan :

1. Pengenalan karakter pada *CAPTCHA* berdasarkan jenisnya yaitu *CAPTCHA* berisi karakter angka, *CAPTCHA* berisi karakter huruf besar dan *CAPTCHA* berisi karakter huruf kecil memiliki rata-rata persentase tingkat keberhasilan terbesar yaitu 82,66%.
2. Pengenalan karakter pada *CAPTCHA* yang berisikan gabungan karakter angka, huruf besar dan huruf kecil memiliki rata-rata persentase tingkat keberhasilan paling kecil yaitu sebesar 48%.
3. Pengenalan karakter *alphanumeric*(A-Z, 0-9, a-z) yang terdapat pada *CAPTCHA* yang dilakukan berdasarkan pengelompokan jenisnya yaitu angka, huruf besar dan huruf kecil pada *dataset* memiliki rata-rata persentase tingkat keberhasilan 81,66%.
4. Pengenalan karakter *alphanumeric*(A-Z, 0-9, a-z) yang terdapat pada *CAPTCHA* yang dilakukan dengan menggunakan seluruh *dataset* memiliki rata-rata persentase tingkat keberhasilan 69%.
5. Algoritma *Hu's invariant moment* memiliki beberapa kelemahan dalam pengenalan karakter yang memiliki bentuk yang sama seperti 'b', 'p' dan 'q' yang membuatnya kurang akurat dalam mengenali suatu karakter karena *Hu's invariant moment* menyimpan ciri tanpa memperhatikan ukuran, posisi dan arah dari objek.
6. Persentase tingkat keberhasilan kurang baik dikarenakan nilai momen pertama yang menyimpan ciri signifikan memiliki selisih nilai yang sangat kecil sehingga dengan banyaknya *dataset* yang ada pengenalan karakter sering mengalami kesalahan.

## 5.2 Saran

Melalui penelitian yang dilakukan, penulis memberikan saran untuk pengembangan selanjutnya, diantaranya adalah :

1. Pembuatan *CAPTCHA* yang baik agar tidak mudah dibaca oleh komputer adalah dengan menggunakan gabungan antara huruf dan angka.
2. Program pengenalan *CAPTCHA* ini dapat dikembangkan untuk mengenali *CAPTCHA* dengan berbagai tipe *CAPTCHA*.
3. Proses *pre-processing* dapat dikembangkan untuk meningkatkan tingkat keberhasilan pengenalan pada *CAPTCHA*.
4. Penambahan metode *invariant moment* untuk menambah ciri karakter agar karakter seperti 'p', 'q' dan 'b' dapat dibedakan dan dikenali dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Azad R, S. H. (2014). A New Approach Towards Web Security Cracking based on CAPTCHA Recognition Using Mixture of Experts. *I.J. Computer Network and Information Security*, 24-31.
- Bahri, R. S., & Maliki, I. (2012). Perbandingan Algoritma Template Matching dan Feature Extraction pada Optical Character Recognition. *Jurnal Komputer dan Informatika Edisi 1 Volume 1*, 29-35.
- Chandavale A A, S. A. (2011). Algorithm to Break Visual Captcha. *Second International Conference on Emerging Trends in Engineering and Technology, ICETET-09*, 258-262.
- Dongre V J, M. V. (2011). Devnagari Document Segmentation Using Histogram Approach. *International Journal of Computer Science Engineering and Information Technology Vol 1*, 46-53.
- Huang, Z., & Leng, J. (2010). Analysis of Hu's Moment Invariants on Image Scaling and Rotation. *2010 2nd International Conference on Computer Engineering and Technology*, 476-480.
- Jawas, N., & Suciati, N. (2013). Image Inpainting using Erosion and Dilation Operation. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 128-134.
- Kadam P B, D. L. (2013). A Hybrid Approach to Detect and Recognize. *International Journal of Research in Computer and Communication Technology*, 406-410.
- Mishra, M., & Adhikary, F. L. (2014). Detection of Clones in Digital Image. *International Journal of Computer Science and Business Informatics*, 91-102.
- Mithe, R., Indalkar, S., & Divekar, N. (2013). Optical Character Recognition. *International Journal of Recent Technology and Engineering Volume-2 Issue-1*, 72-75.

- Pan, J.-S., Chen, S.-M., & Nguyen, N. T. (2010). *Computational Collective Intelligence*. Kaohsiung: Springer.
- Patil, J. M., & Mane, A. P. (2013). Multi Font And Size Optical Character Recognition Using. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering Volume 3 Issue 1*, 504-506.
- Putra, I. K., & Prapitasai, L. P. (2011). Segmentasi Karakter pada Skrip Bahasa Bali Menggunakan Metode Canny Edge Detection. *Konferensi*, 402-406.
- Putra, I., Sunarya, I., & Kesima, M. (2014). Aplikasi pembelajaran Pengenalan Bangun Datar Menggunakan Metode Invarian Moment. *Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika*, 9-18.
- Singh, R., Yadav, C. S., Verma, P., & Yadav, V. (2010). Optical Character Recognition (OCR) for Printed Devnagari Script Using. *International Journal of Computer Science & Communication*, 91-95.