

**PENERAPAN TEMPLATE MATCHING DALAM
MENGENALI NILAI MATA UANG LOGAM
MENGUNAKAN METODE SUM OF SQUARED**

Tugas Akhir



Oleh:

EDUARD ORLANDO WIBOWO
71120016

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

2016

**PENERAPAN TEMPLATE MATCHING DALAM
MENGENALI NILAI MATA UANGLOGAM
MENGUNAKAN METODE SUM OF SQUARED**

Tugas Akhir



Diajukan kepada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi
Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana
Sebagai Salah Satu Syarat dalam Memperoleh gelar
Sarjana Komputer

Disusun Oleh:

EDUARD ORLANDO WIBOWO
71120016

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

2016

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

PENERAPAN TEMPLATE MATCHING DALAM MENGENALI NILAI MATA UANG LOGAM MENGGUNAKAN METODE SUM OF SQUARED

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 kesarjanaan 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 kesarjanaan saya.

Yogyakarta, 2 Juni 2016



EDUARD ORLANDO WIBOWO

71120016

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : PENERAPAN TEMPLATE MATCHING DALAM
MENGENALI NILAI MATA UANG LOGAM
MENGUNAKAN METODE SUM OF SQUARED

Nama Mahasiswa : EDUARD ORLANDO WIBOWO

N I M : 71120016

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)


Kode : TIW276

Semester : Genap


Tahun Akademik : 2015/2016

Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 2 Juni 2016

Dosen Pembimbing I


Sri Suwarno, Dr. Ir. M.Eng.

Dosen Pembimbing II


Yuan Lukito, S.Kom., M.Cs.

HALAMAN PENGESAHAN

PENERAPAN TEMPLATE MATCHING DALAM MENGENALI NILAI MATA UANG LOGAM MENGGUNAKAN METODE SUM OF SQUARED

Oleh: EDUARD ORLANDO WIBOWO / 71120016

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 1 Juni 2016

Yogyakarta, 2 Juni 2016
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Sri Suwarno, Dr. Ir. M.Eng.
2. Yuan Lukito, S.Kom., M.Cs.
3. R. Gunawan Santosa, Drs. M.Si.
4. Hendro Setiadi, M.Eng.



Dekan

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

Ketua Program Studi

(Gloria Virginia, Ph.D.)

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kasih dan rahmatNya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir INI. Ucapan terimakasih diberikan kepada semua pihak yang telah mendukung dan memberikan semangat kepada penulis selama penyusunan tugas akhir ini, diantaranya :

1. Tuhan Yesus Kristus yang melimpahkan kasih dan berkat-Nya.
2. Keluarga yang senantiasa memberi dukungan dan dorongan semangat serta pengertian terhadap hambatan-hambatan yang dialami selama pelaksanaan penelitian.
3. Bapak Dr Ir. Sri Suwarno selaku dosen pembimbing I, dan Bapak Yuan Lukito, S.Kom., M.Cs. selaku dosen pembimbing II yang telah mendukung dan memberi berbagai masukan terkait pengerjaan penelitian.
4. Teman-teman yang telah bersama-sama memberikan masukan dan dorongan semangat.
5. Pihak-pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu jalannya pelaksanaan penelitian.

Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat bermangfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan khususnya di bidang teknologi.

Yogyakarta, 3 Juni 2016

Eduard Orlando Wibowo

KATA PENGANTAR

Penulisan laporan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat kelulusan bidang studi Teknik Informatika. Dalam hasil laporan tugas akhir ini, penulis menyadari banyak masukan dan kritik dari berbagai pihak yang sangat membantu dalam memberikan ide sebagai pemecahan masalah. Berdasarkan sistem pengenalan nominal koin uang logam ini diharapkan bisa bermanfaat dan mampu menjadi referensi untuk penelitian serupa di masa yang akan datang.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis masih memiliki banyak kekurangan dalam pengerjaan laporan skripsi ini dan penulisannya yang memiliki banyak kekurangan.

Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan apabila ada masukan dari para pembaca baik berupa kritik maupun saran yang sifatnya membangun untuk penyempurnaan penulisan-penulisan skripsi di masa yang akan datang.

Yogyakarta, 3 Juni 2016

Eduard Orlando Wibowo

INTISARI

PENERAPAN TEMPLATE MATCHING DALAM MENGENALI NILAI MATA UANG LOGAM MENGGUNAKAN METODE SUM OF SQUARED

Mengenali nominal uang logam dengan komputer bukanlah hal yang mudah. Hal ini disebabkan karena pada dasarnya komputer tidak mampu membedakan objek pada citra secara langsung. Untuk itu maka diperlukan sebuah algoritma khusus untuk mengenali objek pada citra di komputer terutama dalam mengenali nominal koin logam. Salah satu algoritma yang sering dipakai dalam mengenali citra ialah algoritma *Template Matching*. Metode *Template Matching* banyak digunakan untuk meneliti kemiripan wajah, klasifikasi simbol, *fingerprint*, mengidentifikasi huruf dan pengenalan citra yang lainnya. Maka untuk mengenali nominal uang logam diterapkan metode *Template Matching* pada penelitian ini.

Pada metode *Template Matching* citra akan diproses sedemikian rupa untuk dibandingkan dengan *template* setiap pikselnya. Proses tersebut dimulai dari mengubah citra warna menjadi citra keabuan, membinerkan citra, *me-cropping* dan *me-resize* ukuran citranya. Metode ini menghitung jumlah *error* terkecil dari perbandingan dua matrik atau lebih yang dihitung menggunakan *Sum of Square Error (SSE)*. Nilai *error* terkecil inilah yang merupakan nilai yang akan digunakan sebagai proses klasifikasi citra.

Dari pengujian yang dilakukan penguji, hasil pengujian klasifikasi uang logam menggunakan metode *Template Matching* dengan *Sum of Square Error* dapat mengenali nominal citra koin dengan baik. Hasil pengujian terbaik menghasilkan akurasi sebesar 65% dari pengujian yang dilakukan terhadap 10 citra dengan 4 buah koin pada setiap citranya.

Kata Kunci: *Template Matching*, uang logam, *SSE*, *Cropping*, *Resize*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
INTISARI.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB 1.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Metodologi Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Landasan Teori.....	9
2.2.1 Uang Logam.....	9
2.2.2 Citra Digital.....	10
2.2.3 Citra <i>Grayscale</i>	10
2.2.4 Citra Biner.....	11
2.2.5 <i>Template Matching</i>	12
2.2.6 <i>Sum of Square Error</i>	14
BAB 3.....	17
3.1 Alat Penelitian.....	17
3.1.1 Perangkat Keras.....	17
3.1.2 Perangkat Lunak.....	18

3.2 Rancangan Kerja Sistem.....	18
3.2.1 Perangkat Keras.....	18
3.3.2 <i>Flowchart</i>	19
3.3 Perancangan Antarmuka.....	22
3.3.1 Antarmuka Halaman Utama	22
3.3.2 Antarmuka Main Program	23
3.3.3 Antarmuka Tentang Program	24
3.4 Perancangan Algoritma <i>Template Matching</i>	26
3.4.1 Tujuan Pengujian.....	26
3.4.2 Mekanisme Pengujian	26
BAB 4.....	27
4.1 Implementasi Sistem	27
4.1.1 Antarmuka Program	27
4.1.2 Implementasi <i>Input</i> dan <i>Output</i>	31
4.1.3 Implementasi Algoritma dan Program	36
4.2 Hasil Pengujian Sistem.....	41
4.3 Analisis Sistem.....	52
BAB 5.....	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran.....	56
LAMPIRAN A TEMPLATE dan CITRA UJI.....	
A.1 Template 50 Rupiah	
A.2 Template 100 Rupiah	
A.3 Template 200 Rupiah	
A.4 Template 500 Rupiah	
A.5 Template 1000 Rupiah	
A.6 Citra Uji.....	
LAMPIRAN B CODE PROGRAM.....	
B.1 Code Untuk Membuat CSV.....	
B.2 Code Untuk Membinerkan Citra.....	
B.3 Code Untuk Preprocessing.....	
B.4 Code Untuk Baca Template.....	
B.5 Code Untuk Pengujian Citra.....	
B.6 Code Untuk Menulis Hasil Pengujian ke Text File	
LAMPIRAN C DOKUMEN PENDUKUNG	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Uang Logam Keluaran Indonesia	9
Gambar 2.2. Contoh Citra <i>Grayscale</i>	11
Gambar 2.3. Contoh Citra Biner.....	11
Gambar 2.4. Ilustrasi <i>Template Matching</i>	13
Gambar 3.1. <i>Usecase</i> Diagram	18
Gambar 3.2. Diagram Alir Utama	19
Gambar 3.3. Diagram Alir <i>Preprocessing</i>	20
Gambar 3.4. Diagram Alir klasifikasi uang logam dengan <i>Template Matching</i> dengan <i>SSE</i>	21
Gambar 3.5. Urutan Proses Sistem pada Tahap 3	21
Gambar 3.6. Antarmuka Home.....	23
Gambar 3.7. Antarmuka Proses Pengujian.....	24
Gambar 3.8. Antarmuka Tentang Program	26
Gambar 4.1. Halaman Utama	28
Gambar 4.2. Halaman Tentang Program	29
Gambar 4.3. Halaman Main Program.....	31
Gambar 4.4. <i>Input</i> Citra.....	33
Gambar 4.5. <i>Preprocessing</i>	33
Gambar 4.6. Hasil <i>Preprocessing</i>	34
Gambar 4.7. Pengujian Citra	35
Gambar 4.8. Verifikasi Akurasi Pengujian.....	35
Gambar 4.9. Verifikasi Akurasi Pengujian Lanjutan	36
Gambar 4.10. Hasil Pengujian Citra dan Verifikasi	36
Gambar 4.11. Penyimpanan Hasil Pengujian	37
Gambar 4.12. Potongan Program Proses <i>Input</i> Citra.....	37
Gambar 4.13. Potongan Program Proses <i>Grayscale</i>	38
Gambar 4.14. Potongan Program Proses Mengubah Citra <i>Grayscale</i> Menjadi Biner	38
Gambar 4.15. Potongan Program Proses <i>Cropping</i> dan <i>Resize</i>	38
Gambar 4.16. Potongan Program Untuk Menampilkan Proses <i>Preprocessing</i>	39

Gambar 4.17. Potongan Program Untuk Membaca <i>Template</i>	39
Gambar 4.18. Potongan Program Proses metode <i>Template Matching</i> dengan menghitung <i>Sum Square Error</i>	40
Gambar 4.19. Potongan Program Proses Klasifikasi Citra Uji.....	41
Gambar 4.20. Potongan Program Proses Menyimpan Hasil Pengujian ke <i>Text File</i>	42
Gambar 4.21. Citra Uji Sebelum Dibinerkan	53
Gambar 4.22. Citra Uji Setelah Dibinerkan	54
Gambar 4.23. Perbandingan Tingkat Akurasi Pengujian	54
Gambar 4.23. Akurasi Pengenalan dengan 16 <i>Input</i> Lebih Rendah.....	61

©UKDW

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Ringkasan Referensi Penelitian	8
Tabel 2.2. Karakter dan Deretan Angka Pola Pixel.....	13
Tabel 2.3. Perhitungan Nilai Error	14
Tabel 2.4. Data Sampel.....	15
Tabel 2.5. Data rentang SSE.....	15
Tabel 2.6. Data Hasil Identifikasi Kaleng Tidak Cacat	15
Tabel 2.7. Data Hasil Identifikasi Kaleng Cacat	16
Tabel 4.1. Hasil Pengujian.....	43
Tabel 4.2. Nilai Hitam Template	46
Tabel 4.3. Pengujian untuk <i>Resize</i> 32*32.....	47
Tabel 4.4. Pengujian untuk <i>Template</i> 6 Variasi Sudut	49
Tabel 4.5. Pengujian untuk Melihat Perbedaan Hasil Preproses	52
Tabel 4.6. Potongan Tabel Pengujian	54
Tabel 4.7. Nilai Hitam Template Yang Mirip	55

INTISARI

PENERAPAN TEMPLATE MATCHING DALAM MENGENALI NILAI MATA UANG LOGAM MENGGUNAKAN METODE SUM OF SQUARED

Mengenali nominal uang logam dengan komputer bukanlah hal yang mudah. Hal ini disebabkan karena pada dasarnya komputer tidak mampu membedakan objek pada citra secara langsung. Untuk itu maka diperlukan sebuah algoritma khusus untuk mengenali objek pada citra di komputer terutama dalam mengenali nominal koin logam. Salah satu algoritma yang sering dipakai dalam mengenali citra ialah algoritma *Template Matching*. Metode *Template Matching* banyak digunakan untuk meneliti kemiripan wajah, klasifikasi simbol, *fingerprint*, mengidentifikasi huruf dan pengenalan citra yang lainnya. Maka untuk mengenali nominal uang logam diterapkan metode *Template Matching* pada penelitian ini.

Pada metode *Template Matching* citra akan diproses sedemikian rupa untuk dibandingkan dengan *template* setiap pikselnya. Proses tersebut dimulai dari mengubah citra warna menjadi citra keabuan, membinerkan citra, *me-cropping* dan *me-resize* ukuran citranya. Metode ini menghitung jumlah *error* terkecil dari perbandingan dua matrik atau lebih yang dihitung menggunakan *Sum of Square Error (SSE)*. Nilai *error* terkecil inilah yang merupakan nilai yang akan digunakan sebagai proses klasifikasi citra.

Dari pengujian yang dilakukan penguji, hasil pengujian klasifikasi uang logam menggunakan metode *Template Matching* dengan *Sum of Square Error* dapat mengenali nominal citra koin dengan baik. Hasil pengujian terbaik menghasilkan akurasi sebesar 65% dari pengujian yang dilakukan terhadap 10 citra dengan 4 buah koin pada setiap citranya.

Kata Kunci: *Template Matching*, uang logam, *SSE*, *Cropping*, *Resize*

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi belakangan ini semakin berkembang dengan cepat dan dapat menggantikan fungsi indra manusia dalam mengenali objek citra. Cukup banyak metode pengenalan objek citra yang tersedia saat ini. Salah satu metode pengenalan yang sering digunakan yaitu metode *Template Matching*. Metode *Template Matching* banyak digunakan karena memiliki tingkat akurasi yang baik dalam proses pengujianya. Salah satu keunggulan metode *Template Matching* adalah mampu mengenali perbedaan citra sampai dengan kedalaman *pixel*.

Maka dari itu munculah gagasan yang melatar belakangi penulis untuk mengenali objek citra dengan membuat suatu aplikasi dengan mengusung judul penelitian “Penerapan *Template Matching* Menggunakan Metode *Sum of Squared*” Pengolahan citra yang dilakukan berdasarkan bentuk citra dari uang logam yang dimasukkan. Citra akan dicocokkan dengan setiap *template* yang ada dengan metode *Template Matching* lalu akan dilakukan perhitungan nilai *error* dengan *Sum of Squared* dan diidentifikasi yang memiliki *error* terkecil. Nilai terkecil inilah yang merupakan citra *template* yang paling mirip dengan citra *input*.

Pada penelitian ini, akan dilakukan pendeteksian uang logam dengan metode *Template Matching* untuk mendeteksi nominal uang berbasis uang logam. Metode ini dipilih karena penerapan yang sederhana dan memiliki kelebihan yaitu mampu mengenali suatu bentuk sampai tingkatan *pixel*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan aplikasi yang dapat mendeteksi nilai uang logam berdasarkan pada pengolahan citra digital dengan metode *Template Matching*.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan sebelumnya, maka permasalahan yang akan diteliti oleh penulis adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana mengidentifikasi nilai uang logam dengan *Template Matching* ?
2. Seberapa baik akurasi aplikasi yang dirancang dalam mengidentifikasi nilai uang logam dengan metode *Template Matching* ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan dari sistem yang akan dibuat adalah :

1. Jumlah jenis / satuan uang logam yang digunakan adalah pecahan 100 rupiah cetakan 1999-2008, 200 rupiah cetakan 2003 & 2008, 500 rupiah cetakan 1997-2003, 500 rupiah cetakan 2003 & 2008, 1000 rupiah cetakan 2010.
2. Ukuran citra yang digunakan adalah 128 * 128 dengan format JPEG atau JPG.
3. Sistem tidak dirancang untuk mengidentifikasi citra selain citra uang logam.
4. Letak citra, skala ukuran citra selalu tetap dan jumlah uang logam dalam 1 citra 4 buah.
5. Koin yang digunakan adalah koin mata uang rupiah yang dicetak tahun 1997 – 2010 yang berbahan aluminium ataupun berlapis nikel (pecahan 100, 200, 500, 1000).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai penulis melalui penelitian ini antara lain :

1. Mengimplementasikan metode *Template Matching* dengan penghitungan *Sum of Squared* untuk mengidentifikasi nilai uang logam pada citra.
2. Mengetahui tingkat keberhasilan aplikasi yang dirancang untuk mengidentifikasi nilai mata uang logam menggunakan *Template Matching*.

1.5 Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan meliputi:

1. Pengumpulan data

Dilakukan dengan cara konsultasi dengan kedua dosen pembimbing dan pengumpulan jurnal-jurnal yang berkaitan dengan judul skripsi.

2. Proses pengolahan data

a. Proses penyimpanan data

Pada proses sistem pengenalan nilai mata uang logam ini sistem akan secara otomatis menyimpan *template* yang ada pada folder *template* master untuk menjadi *database*. Sistem menyimpan gambar *template* master nilai mata uang logam berdasarkan yang ditentukan oleh *user* berdasarkan berapa banyak gambar nilai uang logam yang diinginkan menjadi *template* master tiap nominalnya.

b. Proses pengujian

Setelah semua *template* master *database* diklasifikasikan dan tersimpan di *database*, *user* dapat menginputkan kembali gambar uang logam baru (gambar yang diuji) untuk menguji apakah hasil *output* pengenalan yang keluar dengan nilai mata uang yang diinputkan hasilnya sama atau tidak. Setelah kesimpulan dari hasil *output* keluar, sistem akan menampilkan semua nilai terdekat yang mendekati pengenalan tersebut berdasarkan jumlah kemiripan yang diinputkan *user*, lalu akan dilakukan perhitungan berapa jumlah *output*.

c. Analisis data

Setelah proses pengolahan data, maka dari *output* yang keluar dapat dilakukan analisis mengenai rata-rata tingkat akurasi pengenalan sistem berdasarkan pilihan *preprocessing* dan nilai *Sum of Squared*.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika diperlukan untuk memberi dasar-dasar penulisan supaya hasil yang diperoleh dari penulisan akan lebih terarah. Adapun sistematika penulisan yang digunakan kali ini adalah:

BAB 1 : PENDAHULUAN

Bab Pendahuluan adalah merupakan bagian awal dari penulisan ini. Pada bagian ini memuat Latar Belakang Masalah, Perumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Penelitian, Metode Penelitian dan Sistematika Penulisan.

BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini memuat uraian mengenai berbagai teori yang didapatkan dari berbagai sumber pustaka serta penjelasan mengenai konsep dan prinsip utama yang diperlukan untuk memecahkan masalah. Bab ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori.

BAB 3 : ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Perancangan sistem merupakan suatu bab, dimana dalam bab ini diuraikan mengenai analisis teori-teori yang digunakan dan bagaimana menerjemahkannya ke dalam suatu sistem yang akan dibuat. Bab ini terbagi dalam beberapa sub-bab, yaitu Alat Penelitian, Rancangan Kerja Sistem, Perancangan Antarmuka Sistem dan Perancangan Sistem.

BAB 4 : IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM

Implementasi Sistem mencakup beberapa sub-bab yang memuat mengenai hasil dari penelitian dan pembahasannya yang sifatnya terpadu. Adapun sub-bab yang tercakup dalam bab ini adalah Implementasi, Pengujian dan Analisis Program Aplikasi.

BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan uraian singkat dan tepat yang dijabarkan dari hasil penelitian dalam penulisan. Bab ini hanya terdiri dari dua sub-bab yakni Kesimpulan dan Saran.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan penulis maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Akurasi terbaik yang diperoleh dari beberapa pengujian adalah sebesar 65% dengan kondisi citra uji *dirresize* menjadi 128×128 piksel dan pengujian dilakukan dengan 60 buah *template* citra dengan komposisi variasi rotasi masing-masing citra sebanyak 12 buah yaitu setiap 30 derajat rotasi. Semua citra uji dan citra *template* diperoleh dari proses *scanning* dengan pertimbangan sudut pengambilan dan intensitas cahaya yang akan selalu tetap.
2. Faktor pertama yang mempengaruhi tingkat keberhasilan pengujian yaitu proses *binary* citra yang terkendala oleh nilai *threshold* yang terbaik, dikarenakan faktor tersebut seperti pada pembahasan sebelumnya keberagaman warna citra uji berpengaruh pada nilai *threshold* yang dihasilkan sehingga mempengaruhi nilai hitam nilai uji.
3. Faktor kedua yang mempengaruhi tingkat keberhasilan pengujian yaitu proses *cropping* citra uji maupun citra *template*. Seperti yang dibahas pada bab sebelumnya ukuran citra yang lebih besar memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan citra yang ukurannya lebih kecil.
4. Faktor ketiga yang juga berpengaruh dalam pengujian adalah banyaknya variasi rotasi *template*. Semakin banyak variasi rotasi yang disediakan maka akan semakin baik pula akurasi yang didapatkan.
5. Faktor terakhir yang berpengaruh ialah similaritas atau kemiripan citra. Kemiripan tersebut disebabkan karena jumlah nilai hitam beberapa citra *template* yang hampir sama.

5.2 Saran

Melalui penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan saran untuk pengembangan selanjutnya, antara lain yaitu:

1. Sistem pengenalan nominal mata uang logam Indonesia ini dapat dikembangkan untuk mengenali nominal mata uang logam negara lain misalnya koin logam Inggris yang berbentuk *hendecagon* atau segi sebelas.
2. Tampilan desain antarmuka yang lebih menarik.
3. Perlu penambahan proses pada *preprocessing* seperti normalisasi citra dalam proses *cropping* dan *binary*.
4. Sistem dapat dikembangkan dengan algoritma Jaringan Syarat Tiruan yang diharapkan akan mendapatkan hasil lebih baik untuk mengenali nominal uang logam Indonesia.

Daftar Pustaka

- (t.thn.). Diambil kembali dari Universitas Sumatera Utara:
<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/46879/4/Chapter%20II.pdf>
- Bahri, R. S., & Maliki, I. (2012). Perbandingan Algoritma Template Matching dan Feature Exteaction pada Optical Character Recogniton. *Jurnal Komputer dan Informatika (Komputa) Edisi I Volume 1*.
- Elean. (2010, 09 Juni Rabu). *Template Matching (Online)*. Diambil kembali dari abikindo:
<http://abikindo.blogspot.com/2010/06/template-matching.html>
- Galery, W. C. (2015, Oktober 15). *Coin Type From Indonesia*. Diambil kembali dari World Coin Galery: <http://worldcoingallery.com/countries/Indonesia.php>
- Gonzales, R. C., & Wood, R. E. (2010). *Digital Image Processing Third Edition*. New Jersey: Prentice Hall.
- Hidayatno, A., Isnanto, R. R., & Kurniawan, D. (2006). Penentuan Wilayah Wajah Manusia Pada Citra Berwarna Berdasarkan Wana Kulit Dengan Metode Template Matching.
- Masruri, A. K., & Setiyono, B. (2008). Penggunaan Metode Template Matching Untuk Mendeteksi Cacat Pada Produksi Peluru.
- Putri, F. Z., Andrizal, M., & DR.Dosi Devianto, M. (2012). Aplikasi Webcam dan Pengolahan Citra untuk Identifikasi Kecacatan Kemasan Minuman Kaleng.
- Rapsudia, Y. Y. (2013). Identifikasi Uang Kertas Berdasarkan Warna Dengan Metode Template Matching.
- Sari, I. P., Andrizal, & Devianto, D. (2012). Perancangan Sistem Pengenalan Wajah Manusia Menggunakan Web Camera dengan Metode Summary Squared Error (SSE).
- Sitompul, E. S., Magdalena, R., & Rizal, A. (2011). Konversi Notasi Balok Menjadi Nada Berbasis Pengolahan Citra Digital Menggunakan Metode Template Matching.
- Wardhana, A. W., & Prayudi, Y. (2008). Penggunaan Metode Template Matching Untuk Identifikasi Kecacatan Pada PCB. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2008 (SNATI 2008)*, J-47-J-50.
- Wikipedia. (2015, Oktober 15). *Uang Logam*. Diambil kembali dari wikipedia:
https://id.wikipedia.org/wiki/Uang_logam
- Yuliaratih, K. A., Haryatno, J., & Usman, K. (2010). Identifikasi Aksara Bali Ke Huruf Latin Dengan Menggunakan Klasifikasi Template Matching dan K-Nearest Neighbor (K-NN).
- Zul, M. I. (2012). Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Gerak Berbasis Web Dengan Menggunakan Metode Frame Differences Dan Dynamic Template Matching.