

**PENERAPAN NORMALIZED CROSS CORRELATION
UNTUK PENGENALAN KARAKTER PADA KARTU TANDA
MAHASISWA DI RASPBERRY PI**

Skripsi



oleh

MICHAEL KRISTIAN TO BUNTORO

71130042

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

2017

**PENERAPAN NORMALIZED CROSS CORRELATION
UNTUK PENGENALAN KARAKTER PADA KARTU TANDA
MAHASISWA DI RASPBERRY PI**

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

MICHAEL KRISTIAN TO BUNTORO
71130042

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2017

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

PENERAPAN NORMALIZED CROSS CORRELATION UNTUK PENGENALAN KARAKTER PADA KARTU TANDA MAHASISWA DI RASPBERRY PI

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, 23 Oktober 2017



MICHAEL KRISTIAN TO BUNTORO
71130042

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : PENERAPAN NORMALIZED CROSS
CORRELATION UNTUK PENGENALAN
KARAKTER PADA KARTU TANDA
MAHASISWA DI RASPBERRY PI

Nama Mahasiswa : MICHAEL KRISTIANTO BUNTORO

N I M : 71130042

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

Kode : TIW276

Semester : Gasal

Tahun Akademik : 2017/2018

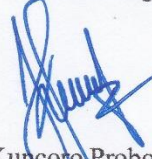
Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 27 September 2017

Dosen Pembimbing I



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

Dosen Pembimbing II



Laurentius Kuncoro Probo Saputra,
S.T., M.Eng.

HALAMAN PENGESAHAN

PENERAPAN NORMALIZED CROSS CORRELATION UNTUK PENGENALAN KARAKTER PADA KARTU TANDA MAHASISWA DI RASPBERRY PI

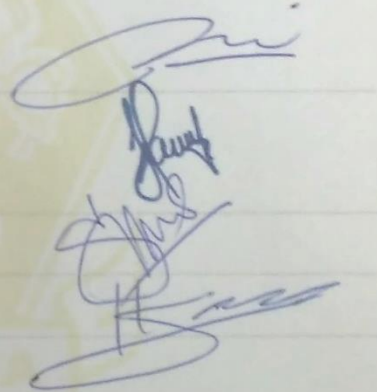
Oleh: MICHAEL KRISTIANTO BUNTORO / 71130042

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 17 Oktober 2017

Yogyakarta, 23 Oktober 2017
Mengesahkan,


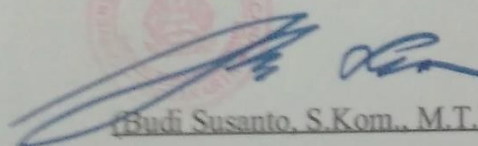
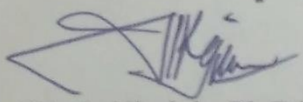
Dewan Penguji:

1. Kristian Adi Nugraha, S.Kom., M.T.
2. Laurentius Kuncoro Probo Saputra, S.T.,
M.Eng.
3. Hendro Setiadi, M.Eng
4. Junius Karel, M.T.



Dekan

Ketua Program Studi



(Budi Susanto, S.Kom., M.T.)
(Gloria Virginia, Ph.D.)

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena telah melimpahkan rahmat dan kasih karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini yang berjudul “Penerapan Normalized Cross Correlation Untuk Pengenalan Karakter Pada Kartu Tanda Mahasiswa Di Raspberry Pi” dengan baik dan pada waktu yang selainya.

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.

Dalam menyelesaikan program skripsi ini, penulis telah banyak mendapatkan bimbingan, saran, serta dukungan dari berbagai pihak. Maka dari itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak **Kristian Adi Nugraha, S.Kom., M.T.** selaku dosen pembimbing I, yang telah banyak memberikan bimbingan selama penyusunan dan penulisan Skripsi ini.
2. Bapak **Laurentius Kuncoro Probo Saputra, S.T., M.Eng.** selaku dosen pembimbing II yang juga telah banyak memberikan masukan dan arahan selama pembuatan skripsi.
3. Bapak **Antonius Rachmat C., S.Kom., M.Cs.** selaku Koordinator Skripsi.
4. Keluarga yang selalu mendukung dan menyemangati dalam proses pengerjaan skripsi.
5. Angela Melinda yang selalu ingat untuk mengingatkan untuk mengerjakan tugas akhir ini.
6. Teman-teman seperjuangan skripsi Billy, Sagara, Raynald, Yudha, Alan, Senna, Hiro, Buntoro, Yuga, Pascal, Rully yang telah memberikan bantuan berupa pengajaran, dukungan, semangat, yang selalu siap sedia menemani mengerjakan skripsi dan menjadi tempat berkeluh kesah selama proses penelitian ini.

7. Rekan-rekan kantor yang selalu mendukung terselesaikannya tugas akhir ini. Terutama Mas Faisal, Bimo, Vinsen dan Refky
8. Rekan-rekan mahasiswa/wi yang telah bersedia meminjamkan kartu mahasiswanya untuk penelitian ini.
9. Terakhir, penulis hendak menyapa setiap nama yang tidak dapat penulis cantumkan satu per satu, terima kasih atas doa yang senantiasa mengalir tanpa sepengetahuan penulis.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, tentunya penulis masih memiliki banyak kekurangan pada topik dalam Skripsi ini dan masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan Skripsi ini.

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. Akhir kata penulis ingin meminta maaf apabila terdapat kesalahan dalam penyusunan laporan maupun yang pernah penulis lakukan sewaktu pelaksanaan skripsi.

Yogyakarta, 28 September 2017

Penulis

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkah dan arahan-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Penerapan Normalized Cross Correlation Untuk Pengenalan Karakter Pada Kartu Tanda Mahasiswa Di Raspberry Pi” dengan lancar.

Dengan selesainya tugas akhir ini, tidak lepas dari bantuan banyak pihak yang telah memberikan masukan dan saran kepada penulis. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan Skripsi ini. Oleh karena itu segala kritik dan saran yang membangun akan penulis terima dengan baik. Akhir kata semoga laporan skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada kita sekalian.

Yogyakarta, 28 September 2017

Penulis

INTISARI

Penerapan Normalized Cross Correlation Untuk Pengenalan Karakter Pada Kartu Tanda Mahasiswa Di Raspberry Pi

Presensi menggunakan media tercetak (kertas dan tanda tangan) memiliki beberapa kekurangan yang bisa dengan mudah diatasi dengan digitalisasi. Proses digitalisasi data dapat dilakukan dengan pemakaian teknologi tertentu, sebagai contoh, pembacaan karakter tercetak dengan *optical character recognition* pada kartu identitas. Pada kasus dalam penelitian, terdapat kartu tanda mahasiswa sebagai objek yang akan dibaca isinya sebagai cara untuk digitalisasi presensi dan *raspberry pi* sebagai *platform* pengembangan perangkat pembacaan.

Untuk dapat melakukan pengenalan karakter diperlukan cara agar sistem bisa mengetahui struktur dari karakter dan menemukan kemiripan terkuat antara karakter yang dibaca dan yang dikenali terlebih dahulu. Pemakaian *Normalized Cross Correlation* pada konteks ini berguna memungkinkan komputer mencari kedekatan antara karakter uji dan karakter latih, sehingga bisa diperoleh karakter dengan kesamaan tertinggi dengan yang sedang dibaca.

Implementasi yang dibuat membandingkan dari beberapa ukuran pemotongan yaitu 64x64, 32x32, 16x16, 8x8 dan 4x4 dengan hasil terbaik untuk pembacaan karakter pada ukuran 16x16 dengan akurasi 80,11% dan untuk pengenalan identitas kartu tanda mahasiswa dengan ukuran 32x32 dengan akurasi pengenalan 84%. Dari 39 kartu mahasiswa yang diujikan didapat akurasi tertinggi 33 dapat dikenali oleh sistem. Hasil penelitian juga didapati dipengaruhi faktor segmentasi yang dilakukan terhadap gambar uji dan cara pengambilan gambar uji.

Kata Kunci: *Optical Character Recognition, Normalized Cross Correlation, Raspberry Pi*

DAFTAR ISI

SAMPUL LUAR.....	i
SAMPUL DALAM.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	i
KATA PENGANTAR	viii
INTISARI.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Metodologi Penelitian	3
1.7 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori.....	6
2.2.1 <i>Optical Character Recognition</i>	6
2.2.1.1 Cross Correlation	7
2.2.1.2 Normalized Cross Correlation.....	7
2.2.1.3 Normalized Cross Correlation Dimensi Citra.....	8
2.2.2 Pengolahan Citra	9
2.2.2.1 Preprocessing	10
2.2.2.2 Citra <i>Grayscale</i>	10
2.2.2.3 Citra Biner.....	11

2.2.2.4 Citra <i>HSV</i>	12
2.2.2.4 Segmentasi Bloomberg	13
2.2.2.6 Segmentasi Histogram	15
2.2.2.7 <i>Run-Data-Based Contour Finding</i>	15
2.2.3 Bahasa Pemrograman <i>Python</i>	16
2.2.4 Raspberry Pi	16
2.2.4.1 Raspberry Pi 3 Model B	16
2.2.4.2 Raspberry Camera	17
2.2.5 Kartu Tanda Mahasiswa Universitas Kristen Duta Wacana	17
BAB III PERANCANGAN SISTEM	18
3.1 Deskripsi Umum	18
3.2 Kebutuhan Sistem	18
3.2.1 Spesifikasi Perangkat Keras	18
3.2.2 Spesifikasi Perangkat Lunak	19
3.3 Perancangan Alur Kerja Sistem	19
3.3.1 Perancangan Alur Kerja Pengolahan Citra	20
3.3.2 Perancangan Metode Pengenalan	20
3.3.3 Perancangan Metode Pengenalan Karakter	21
3.3.4 Perancangan Komputer Embedded	23
3.4 Metode Pengujian	23
3.5 Metode Evaluasi	24
BAB IV IMPLEMENTASI DAN ANALIS SISTEM	25
4.1 Implementasi Sistem	25
4.1.1 Implementasi Segmentasi <i>HSV</i>	26
4.1.2 Implementasi Metode Bloomberg	27
4.1.3 Implementasi Deteksi Logo Universitas	28
4.1.4 Implementasi Segmentasi Histogram	29
4.1.5 Implementasi Pengenalan Karakter	30
4.1.6 Data Latih	31
4.2 Pengujian dan Analisis	33
4.2.1 Pengujian dan Analisis Pengenalan Logo Universitas	33
4.2.2 Pengujian dan Analisis Pengenalan Karakter	36

4.2.3 Akurasi Pengenalan Karakter.....	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	51
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN A LISTING PROGRAM	Lampiran A-1
LAMPIRAN B DATASET	Lampiran B-1
LAMPIRAN C KARTU KONSULTASI	Lampiran C-1

©UKDWN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses NCC pada untuk dua buah citra.....	9
<i>Gambar 2.2.</i> Perbandingan citra RGB dengan <i>grayscale</i>	11
<i>Gambar 2.3.</i> Perbandingan citra <i>grayscale</i> dengan citra biner (T=90)	12
<i>Gambar 2.4.</i> Proses <i>sampling</i> dari citra asli metode bloomberg.	14
<i>Gambar 2.5.</i> Proses keseluruhan dari metode bloomberg.	14
<i>Gambar 2.6.</i> <i>Run-Based-Data Contour Finding</i>	16
<i>Gambar 2.7.</i> <i>Contoh desain KTM UKDW Tahun 2013</i>	17
<i>Gambar 3.1.</i> Diagram Alur Pengolahan Citra	20
Gambar 3. 2 Diagram Alur Pengenalan Karakter	22
<i>Gambar 3.3.</i> Rancangan Prototipe Alat	23
<i>Gambar 4.1.</i> Perbandingan filter <i>HSV</i> yang dipergunakan	26
<i>Gambar 4.2.</i> Hasil Pemotongan berdasar kontur kartu tanda mahasiswa.....	28
Gambar 4. 3 Proses Pencarian Logo dengan <i>Find Contours</i>	28
<i>Gambar 4.4.</i> Contoh area teks yang diekstraksi dari KTM	29
<i>Gambar 4.5.</i> Perbandingan area yang diambil dibanding dengan KTM	29
<i>Gambar 4.6.</i> Contoh karakter terpotong	30
Gambar 4. 7 Proses pencocokan karakter dalam penelitian.....	30
Gambar 4. 8 Contoh Penentuan Hasil Pencocokan karakter	31
<i>Gambar 4.9.</i> <i>Data Latih Logo</i>	32

<i>Gambar 4.10. Data Latih Karakter</i>	33
<i>Gambar 4.11. Perbandingan Hasil Data Uji Logo</i>	35
<i>Gambar 4.12. Subregion 64x64, 32x32,16x16,8x8 dan 4x4 untukPemotongan Data Uji Huruf D data 6 dengan Data Latih Helvetica-D</i>	43
<i>Gambar 4.13. Detil Pemotongan dibanding subregion yang disamakan.....</i>	45
<i>Gambar 4.14. Perbandingan Data Uji dan Latih Alphabet.....</i>	47
<i>Gambar 4.15. Contoh Karakter yang didapat dari filter HSV yang Rusak</i>	49
<i>Gambar 4.16. Hasil pemotongan Data Uji 32.....</i>	50

©UKDW

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Nilai Filter HSV yang Dipergunakan Sistem.....	25
Tabel 4.2 Hasil Pengenalan Logo Universitas	32
Tabel 4.3 Hasil Pengenalan Karakter dengan ukuran subregion 4x4	33
Tabel 4.4 Hasil Pengenalan Karakter dengan ukuran subregion 8x8	34
Tabel 4.5 Hasil Pengenalan Karakter dengan ukuran subregion 16x16	37
Tabel 4.6 Hasil Pengenalan Karakter dengan ukuran subregion 32x32.....	38
Tabel 4.7 Hasil Pengenalan Karakter dengan ukuran subregion 64x64	40
Tabel 4.8 Hasil Penghitungan Similaritas Data 6-D Dengan Data Training Helvetica-D	42
Tabel 4.9 Hasil Penghitungan Akurasi per Ukuran Subregion	45
Tabel 4.10 Hasil Pengenalan Identitas dan waktu pemrosesan	47

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Presensi berbasis tanda tangan masih menjadi pilihan utama metode pembuktian kehadiran di kampus Universitas Kristen Duta Wacana (UKDW), walaupun demikian, presensi dengan menggunakan tanda tangan memiliki banyak kelemahan, seperti mudahnya pemalsuan tanda tangan, kertas presensi mudah hilang bahkan rusak. Beberapa alternatif bisa diterapkan untuk mengatasi masalah tersebut, salah satunya adalah menggunakan sistem kartu untuk mengidentifikasi partisipan.

Diantara sekian banyak metode yang bisa dipergunakan, pemakaian kartu baik melalui sistem barcode, *optical character recognition* (OCR) maupun *radio frequency identification* (RFID) memiliki beberapa keunggulan, diantaranya untuk mempercepat dan mengurangi penyalahgunaan presensi. Selama ini pemakaian kartu tanda mahasiswa di UKDW tidak dimanfaatkan untuk identifikasi secara digital. Padahal apabila bisa dibuat, kartu tanda mahasiswa bisa menjadi alat pengenalan digital yang efektif, akurat dan relatif lebih aman.

Untuk memungkinkan penggunaan kartu mahasiswa UKDW untuk presensi diperlukan teknik yang disebut sebagai *optical character recognition* (OCR) untuk melakukan ekstraksi informasi yang terdapat di dalam kartu. Penerapan teknik *template matching* sendiri pada penelitian lain terbukti akurat untuk pembacaan data teks tercetak hingga mencapai akurasi 96,5% (Majumdar, 2007) . Dari berbagai pendekatan dalam melakukan *template matching* pada kasus ini akan diterapkan algoritma *Normalized Cross Correlation* untuk mencari kesamaan antar karakter.

Dikarenakan keperluan untuk membuat sistem presensi yang siap dipergunakan dan bersifat tidak statis maka pada implementasi akan dipergunakan *Raspberry Pi*. *Raspberry Pi* sendiri merupakan salah satu platform komputer kecil yang ditujukan untuk pembuatan berbagai macam perangkat yang memiliki berbagai macam kegunaan. Kemampuan komputasi dari *Raspberry Pi* sendiri

tidaklah terlalu kuat, sehingga mengharuskan implementasi algoritma yang ada efektif dan cepat sehingga tidak memakan terlalu banyak waktu.

Pemakaian *internet* untuk menghubungkan antara *Raspberry Pi* dan *server* akan sangat berguna dan bisa dimanfaatkan untuk berbagai fungsi dan sangat mudah untuk diintegrasikan dengan berbagai kebutuhan atau sistem lainnya. Dari situlah kemungkinan untuk melakukan penelitian tentang penerapan OCR di *embedded system* seperti *Raspberry Pi* agar dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan.

1.2 Perumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas pada penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana cara untuk mengembangkan sistem presensi berdasarkan OCR menggunakan kartu tanda mahasiswa pada platform *Raspberry Pi*?
2. Bagaimana akurasi sistem yang dihasilkan?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah untuk penelitian ini adalah :

1. Penelitian dilakukan untuk kartu tanda mahasiswa Universitas Kristen Duta Wacana.
2. Kartu tanda mahasiswa yang dipergunakan berdasar pada desain tahun 2013 dan 2015.
3. Data latih akan diambil dari *font* yang menyerupai *font* yang tercetak pada kartu tanda mahasiswa UKDW yang menjadi objek penelitian.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini ditujukan untuk mengimplementasi *normalized cross correlation* untuk melakukan pembacaan karakter tercetak di kartu tanda mahasiswa pada platform *Raspberry Pi* dan melihat permasalahan, akurasi serta performanya.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat pada penelitian ini adalah:

1. Hasil pembaca teks bisa dimanfaatkan untuk keperluan penelitian lebih lanjut seperti pada pembuatan mesin pemindai serba guna atau untuk sensor robotik.
2. Membantu meneliti permasalahan yang timbul dan keterbatasan implementasi pada platform *Raspberry Pi*.

1.6 Metodologi Penelitian

Metodologi yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur:

Studi literatur akan dilakukan dengan cara melakukan review penerapan algoritma yang ada pada sistem untuk mempersiapkan penulis dalam penelitian.

2. Permodelan Sistem:

Permodelan sistem yang akan dibuat adalah berupa sistem embedded yang terdiri dari 3 komponen yaitu *software* pemrosesan berbasis *Python*, *embedded computer Raspberry Pi* dan *API server*. Dimana *software* berjalan pada platform *Raspberry Pi* dan berkomunikasi dengan *API server* melalui *internet* untuk melakukan pengolahan data.

3. Implementasi Sistem:

Pada tahapan implementasi akan dilakukan beberapa langkah yaitu:

3.1. Pengembangan Perangkat Lunak

Pengembangan dilakukan dengan bahasa *python* dan diintegrasikan dengan sistem operasi pada *raspberry pi*.

3.2. Pengumpulan Data Latih

Pengumpulan data-data untuk menjadi contoh dan untuk pengujian sederhana.

3.3. Pengujian Perangkat Lunak Menggunakan Sistem Embedded

Pengujian dilakukan dengan sebanyak-banyaknya data uji dan dilihat performa dari Sistem Embedded yang dihasilkan dari penelitian.

4. Analisis dan Evaluasi:

Analisis dan evaluasi dari sistem dilakukan untuk mendapat kesimpulan untuk menjawab rumusan masalah dari penelitian, data didapat dari tahapan pengujian pada saat implementasi sistem.

1.7 Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir ini akan disusun menjadi lima bab yang terdiri dari Pendahuluan, Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori, Perancangan Sistem, Implementasi dan Analisis Sistem, Kesimpulan dan Saran.

1. Bab I, Pendahuluan

Bab ini memberikan gambaran umum mengenai penelitian yang akan dilakukan mencakup latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

2. Bab II, Tinjauan Pustaka

Bab ini terdiri dari tinjauan pustaka dan landasan teori yang digunakan sebagai referensi saat melakukan penelitian. Pada bab ini akan diuraikan berbagai konsep, teori maupun rumus-rumus yang mendukung proses penelitian.

3. Bab III, Perancangan Sistem

Bab ini membahas rancangan sistem yang dibangun berupa spesifikasi sistem, perancangan alur kerja sistem, perancangan struktur data, perancangan desain antarmuka, dan perancangan pengujian sistem.

4. Bab IV, Implementasi dan Analisis Sistem

Bab ini akan membahas hasil dari implementasi dari metode yang digunakan dan analisis dari hasil implementasi sistem.

5. Bab V, Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi tentang kesimpulan terhadap sistem yang telah dibuat dan saran yang mendukung supaya penelitian ini dapat lebih baik untuk kedepannya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dibahas pada Bab IV, maka ditarik kesimpulan bahwa untuk melakukan pengenalan karakter kartu mahasiswa yang berfokus pada NIM dan nama mahasiswa pemakaian pemotongan dan pencocokan *subregion* 32x32 piksel memberikan hasil paling baik dengan akurasi total sistem 78.67%, yang dipecah lagi menjadi akurasi pembacaan nama sebesar 83.96% dan NIM sebesar 88.78%. Hasilnya dari 39 kartu uji berhasil dikenali sebanyak 33 kartu uji.

Pada sisi lain penelitian, akurasi terbaik dalam pembacaan keseluruhan karakter didapatkan dengan menggunakan ukuran *subregion* 16x16. Dimana didapat akurasi total sistem 80.11% dari 1664 karakter uji yang ada.

Penerapan algoritma NCC untuk mengenali objek yang berukuran relatif kecil seperti teks sendiri membutuhkan proses lanjutan yaitu pemotongan dan pencocokan agar didapat akurasi terbaik, sedangkan untuk mengenali bagian yang memiliki tekstur lebih bervariasi dan besar, hasil yang didapat tanpa pencocokan bagian terpotong cukup baik dengan skor similaritas yang didapat untuk data uji yang berbeda dengan data latih hingga 0.936 (Data Uji 29).

Beberapa hal lain yang berdampak pada pengenalan dalam penelitian adalah penerapan filter *HSV*, dimana didapati filter *HSV* sensitif terhadap perubahan cahaya di saat pengambilan gambar. Selain segmentasi *HSV*, penerapan segmentasi bloomberg untuk menghapus bagian non teks dari gambar tidak dapat mengambil seluruh bagian non teks dari gambar apabila ukuran teks dan gambar tidak terlalu berbeda jauh seperti pada kartu mahasiswa.

5.2 Saran

Dari penelitian yang dilakukan penulis, masih ada beberapa hal yang bisa diteliti dan dikembangkan lebih jauh, diantaranya sebagai berikut:

1. Metode segmentasi menggunakan *HSV* yang dipergunakan masih memiliki kelemahan bila terjadi perubahan yang drastis dalam citra uji.
2. Penerapan metode NCC dengan pemotongan sampel bisa diteliti lebih jauh untuk meningkatkan akurasi sistem yang dihasilkan. Terutama dibagian agregasi hasil kesamaan dari subregion yang dipotong.
3. Metode untuk mentolerir kesalahan pembacaan dengan melihat jarak kata bisa diterapkan untuk meningkatkan hasil pengenalan identitas pada objek penelitian.

©UKDW

DAFTAR PUSTAKA

- Bukhari, S. S., Shafait, F., & Breuel, T. M. (2011). Improved document image segmentation algorithm using multiresolution morphology, 78740D. <https://doi.org/10.1117/12.873461>
- Camera Module - Raspberry Pi. (n.d.). Retrieved from <https://www.raspberrypi.org/products/camera-module-v2/>
- Ciotic, E. (2012). Raspberry Pi : An Affordable Learning Platform for Parallel Processing.
- Deswal, M., & Sharma, N. (2014). A Simplified Review on Fast *HSV* Image Color and Texture Detection and Image Conversion Algorithm, 3(5), 1216–1222.
- Kiran, J. S., Kumar, N. V., Prabha, N. S., & Kavya, M. (2015). A Literature Survey on Digital Image Processing Techniques in Character Recognition of Indian Languages, 6(3), 2065–2069.
- Kumar, T., & Verma, K. (2010). A Theory Based on Conversion of RGB image to Gray image. *International Journal of Computer Applications*, 7(2), 5–12. <https://doi.org/10.5120/1140-1493>
- Lewis, J. P. (1995). Fast Template Matching. *Pattern Recognition*, 10(11), 120–123. <https://doi.org/10.1007/s00034-009-9130-7>
- Majumdar, A. (2007). Bangla Basic Character Recognition Using Digital Curvelet Transform, 1, 17–26.
- Manoj, T. H., & Rubia, A. S. (2013). Text Recognition in Street Level Images, 3(1), 392–395.
- Munir, R. (n.d.). *Pengolahan Citra Digital*.
- Oji, R. (2012). An Automatic Algorithm for Object Recognition and Detection Based on Asift Keypoints. *Signal & Image Processing : An International*

Journal, 3(5), 29–39. <https://doi.org/10.5121/sipij.2012.3503>

Python Documentation. (n.d.). Retrieved from <https://www.python.org/doc/>

Rado, D., & Vidovi, S. (2016). Optical Text Recognition : Basic Procedures and Current State. *Multimedia Systems*, (January 2000), 392–403.

Raspberry Pi 3 Model B - Raspberry Pi. (n.d.). Retrieved from <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>

Seo, J., Chae, S., Shim, J., Kim, D., Cheong, C., & Han, T. D. (2016). Fast contour-tracing algorithm based on a piksel-following method for image sensors. *Sensors (Switzerland)*, 16(3), 1–27.
<https://doi.org/10.3390/s16030353>

Singh, S., & Ganotra, D. (2011). Modifications in Normalized Cross Correlation Expression for Template Matching Applications.
<https://doi.org/10.1.1.218.50>

©UKYDWN