

ANALISIS DAN IMPLEMENTASI IDENTIFIKASI KEPERIBADIAN MELALUI TULISAN TANGAN PADA SISTEM OPERASI ANDROID BERDASARKAN PENGOLAHAN CITRA

ANALYSIS AND IMPLEMENTATION PERSONALITY IDENTIFICATION THROUGH HANDWRITING ON OPERATING SYSTEM ANDROID BASED ON IMAGE PROCESSING

Nydia Amelinda Putri¹ Gelar Budiman, S.T., M.T.² Yuli Sun Hariyani, S.T., M.T.³

^{1,2}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

³Prodi D3 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom

¹nydiaamellinda@gmail.com ²gelar.budiman@gmail.com ³yulisun@tass.telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Fakultas Teknik Industri memberikan sebuah training grafologi dan pengembangan diri di Universitas Telkom pada tahun 2014. Mahasiswa yang mengikuti training grafologi tersebut berjumlah 80 orang. Hasil dari analisis grafologi tersebut, di analisis oleh sebuah lembaga training yang bekerjasama dengan Ketua Program Studi Teknik Industri. Pada training tersebut hanya terdapat 3 orang trainer, disebabkan karena yang mempelajari ilmu grafologi di Indonesia masih sedikit.

Pada tugas akhir ini diambil 30 sampling tulisan mahasiswa Universitas Telkom. Selanjutnya dari tulisan tersebut dilakukan pengolahan citra dengan menggunakan Matlab sebagai server nya dan Android sebagai interface untuk user. Aplikasi ini dibuat dengan tujuan untuk memudahkan para trainer yang ahli di bidang grafologi untuk mengidentifikasi kepribadian seseorang. Aplikasi membutuhkan ponsel dengan kamera minimum 3 MP untuk menangkap tulisan yang dibuat pengguna. Adapun tiga parameter tulisan tangan yang akan dianalisis yaitu berdasarkan garis dasar tulisan, margin, dan spasi antar kata.

Hasil dari penelitian ini adalah mencapai kesamaan antara sistem dengan perhitungan manual. Untuk margin dengan tingkat akurasi optimal sebesar 76,67% merupakan hasil dari resolusi 480x640, gradient dengan tingkat akurasi optimal sebesar 60 % merupakan hasil dari jenis dilasi rectangle dan tingkat akurasi optimal sebesar 60% pada resolusi 480x640, dan tingkat akurasi spasi antar kata optimal sebesar 60%.

Keyword: grafologi, pengolahan citra, klasifikasi

Abstract

Faculty of Industrial Engineering gives a graphology training and self-development in Telkom University in 2014. Students who follow the graphology training amounted to 80 people. Analysis result, will give to a training institute in cooperation with the Chairman of the Industrial Engineering Program. At the training there are only 3 trainers, due to the studied graphology in Indonesia is still small.

In this final project, sample taken from 30 students of Telkom University. After that, the data will process to Matlab as its servers and Android as an interface for user. This application was created to make it easier for trainers who experts in graphology, to identify a person's personality. Applications need a mobile phone with minimum 3 MP camera to capture user-created handwriting. Three parameters which will be analyzed that is the bottom line of text, margins, and spacing between words.

Results of this study is to achieve commonality between systems with manual calculations. Margins with optimal accuracy rate 76.67% was the result of a resolution 480x640, gradient with optimal accuracy rate 60% is a result of the type dilation rectangle and optimal accuracy rate 60% at a resolution 480x640, and level accuracy for optimal spacing between words 60%

Keyword: *graphology, image processing, classification*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fakultas Teknik Industri memberikan sebuah training grafologi dan pengembangan diri di Universitas Telkom pada tahun 2014. Mahasiswa yang mengikuti training grafologi tersebut berjumlah 80 orang. Hasil dari analisis grafologi tersebut di analisis oleh sebuah lembaga training yang bekerjasama dengan Ketua Program Studi Teknik Industri. Selanjutnya hasil analisis mahasiswa baru tersebut diserahkan ke Fakultas. sedangkan

yang membaca tulisan tersebut hanya 3 orang trainer disebabkan karena yang mempelajari ilmu grafologi di Indonesia masih sedikit.

Dengan permasalahan seperti di atas, maka dibuatlah tugas akhir yang berjudul “Analisis dan Implementasi Identifikasi Kepribadian melalui Tulisan Tangan pada Operasi Sistem Android berdasarkan Pengolahan Citra”, dengan membuat sebuah aplikasi yang bertujuan memudahkan para trainer yang ahli di bidang grafologi untuk mengidentifikasi kepribadian seseorang. Dimana analisis dilakukan terhadap tiga fitur grafologi yaitu margin kiri-kanan tulisan, garis dasar tulisan, dan spasi antar kata.

Perbedaan Tugas Akhir ini dengan penelitian terdahulu adalah gambar yang diambil secara langsung dari kamera handphone bukan hasil dari scan. Untuk itu pada tugas akhir ini dibuat sebuah aplikasi grafologi berdasarkan pengolahan citra dengan menggunakan 3 parameter dalam grafologi yaitu garis dasar, spasi antar kata, dan margin tulisan.

2. DASAR TEORI

2.1 Grafologi

Tulisan tangan merupakan hasil dari pikiran sadar dan bawah sadar manusia yang menggambarkan atau mencerminkan karakter kepribadian manusia. Tulisan tangan menyimpan informasi yang dapat mengidentifikasi sifat, perkembangan jiwa dan tingkat kesehatan seseorang. Dalam cabang ilmu psikologi, ilmu yang mempelajari karakter kepribadian seseorang dengan cara menganalisa tulisan tangan disebut grafologi. Tulisan tangan terbentuk dari rangsangan kecil dari otak sehingga sering sekali para ahli grafologis menyebut tulisan tangan adalah tulisan otak. Tulisan tangan yang di analisis dalam grafologi antara lain tingkat kemiringan, besar kecil tulisan, naik turun tulisan, klasifikasi per-huruf dan penulisan huruf kapital. Namun ada beberapa hal yang tidak dapat dianalisis melalui grafologi seperti gender, usia, karakter fisik, masa depan, suku, ras dan agama.^[6]

2.2 Tipe Pola Garis Dasar Tulisan Tangan^[6]

1. Garis Dasar Lurus

Orang ini sangat terkontrol, mengikuti aturan main (go by the book), dan diplomatis. Apa yang dia kenakan, apa yang dia ucapkan dan lakukan, semuanya terkontrol dengan rapi (minimal dipermukaan), sesuai dengan aturan yang berlaku.

2. Garis Dasar Sungguh Menaik

Tulisan menanjak bermakna energi mental yang sehat dan menandai seseorang yang ingin tetap sibuk, aktif, dan secara konstan giat, terlibat didalam banyak aktivitas secara serempak. Ciri ini tidak selalu berarti optimisme.

3. Garis Dasar Turun

Orang-orang ini sering fatalis, orang-orang yang berada pada suatu “ke-bawah-an”, sinis dengan suatu sikap kekalahan dan kekecewaan yang tetap.

2.3 Margin^[6]

Margin atau jarak pinggiran tulisan. Secara sekilas, margin menceritakan tentang pandangan dan hubungan seseorang dengan konsep ruang dan waktu. Margin atas dan kiri mewakili masa lalunya sedangkan margin bawah dan kanan mewakili masa depannya. Berikut adalah kepribadian dan kondisi emosi orang yang memiliki tulisan:

1. Margin Kiri dan Kanan Ideal (margin kiri antara 1,5-2,5 cm dan margin kanan sekitar 0,5-1 cm untuk kertas A4)
Orang ini umumnya mempunyai harga diri yang sehat, nyaman dengan dirinya dan orang lain, selalu memulai tugas dengan perencanaan yang baik dan masuk akal, dan bisa menyesuaikan diri serta bisa menerima keadaan.
2. Margin rata di kedua sisi (justified)
Tulisan dengan margin rata di kedua sisi adalah orang yang sangat terkontrol, rapi, dan terencana. Penulis lebih mementingkan penampilan dibanding apapun. Penulis sangat suka bersolek dan merasa harus melakukan apapun demi menghasilkan penampilan yang baik.
3. Margin kiri yang sangat lebar
Margin kiri diasosiasikan sebagai masa lalu seseorang. Orang yang menulis dengan margin kiri yang lebar umumnya adalah orang yang mempunyai masa lalu yang kelabu, masa lalu yang tidak ingin diingat kembali.
4. Margin kanan yang sangat lebar
Margin kanan disimbolkan sebagai masa depan seseorang. Orang yang menulis dengan margin kanan yang sangat lebar merasa tidak yakin dengan masa depannya. Ciri khas orang ini adalah selalu nampak bersemangat diawal tugas dan pekerjaan, tetapi tidak berlangsung lama dan habis di tengah jalan.

5. Tidak ada Margin
Penulis umumnya bukanlah orang yang mudah percaya pada orang lain karena mungkin dia sangat PD. Tuntutan untuk bertanggung jawab penuh dan bahkan harus melakukan segala sesuatu dengan tuntas dan bagus, menjadikannya seorang yang perfeksionis.

2.4 Spasi^[6]

Spasi mencerminkan kenyamanan penulis berinteraksi dengan orang lain dan kenyamanannya dengan apa yang dituliskannya, apakah jujur dan spontan atau ragu-ragu.

1. Spasi ideal dan konsisten (ukuran spasi menggunakan satu huruf “m”)
Penulis adalah orang yang spontan, bahagia, stabil secara emosional, dan nyaman dengan dirinya sendiri.
2. Jarak antarbaris sangat lebar
Penulis cenderung boros dan suka menjaga jarak dengan orang lain. Penulis menolak hubungan persahabatan dengan orang lain karena menurutnya sahabat itu tidak ada dan orang lain tidak bisa dipercaya.
3. Spasi Sempit
Penulis memiliki mental yang tidak stabil. Kemampuan berpikir logikanya terganggu, berpikirnya tidak sistematis. Emosi penulis terganggu sehingga tidak mampu menjaga pola dan ritme hidupnya. Penulis memiliki masalah secara fisik, bisa penglihatannya atau tangannya.

2.5 Pengolahan Citra Digital

Istilah citra digital sangat populer pada masa kini. Banyak peralatan elektronik yang menghasilkan citra digital; misalnya scanner, kamera digital, mikroskop digital, dan fingerprint reader (pembaca sidik jari). Perangkat lunak untuk mengolah citra digital juga sangat populer digunakan oleh pengguna untuk mengolah foto atau untuk berbagai keperluan lain.^[5]

Secara umum, istilah pengolahan citra digital menyatakan “pemrosesan gambar berdimensi-dua melalui komputer digital”. Pengolahan citra adalah istilah umum untuk berbagai teknik yang keberadaannya untuk memanipulasi dan memodifikasi citra dengan berbagai cara.^[8]

2.6 Dilasi^[11]

Dilasi merupakan proses penggabungan titik-titik latar (0) menjadi bagian dari objek (1), berdasarkan structuring element (S) yang digunakan dengan A adalah citra biner yang dikenakan operasi (dan mengalami perubahan bentuk pada obyeknya) dan B adalah citra yang melakukan operasi (dan tidak mengalami perubahan bentuk). Citra B sering disebut elemen penstruktur (structuring element) dan komposisinya akan menentukan hasil dari operasi dilasi yang dilakukan.

2.7 Android^[8]

Android adalah kumpulan perangkat lunak yang ditujukan bagi perangkat bergerak mencakup sistem operasi, middleware, dan aplikasi kunci. Android Standart Development Kit (SDK) menyediakan perlengkapan dan Application Programming Interface (API) yang diperlukan untuk mengembangkan aplikasi pada platform Android menggunakan bahasa pemrograman Java.

2.8 Otsu Thresholding^[4]

Metode otsu merupakan cara untuk menentukan nilai threshold dari penyebaran latarbelakang (background) dan latar depan (foreground). Sehingga parameter yang masuk itu sesuai dengan karakteristik inputan yang ada. Dasar dari metode otsu adalah perbedaan intensitas dari setiap piksel yang dipisahkan dalam kelas tertentu (background dan foreground).

3. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

3.1 Identifikasi Kebutuhan Sistem

Pada Tugas Akhir ini digunakan perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software). Spesifikasi perangkat keras yang digunakan untuk membangun sistem ini adalah sebagai berikut :

- a. System Model: DELL Inspiron N4050
- b. Processor : Intel(R) Core(TM) i3-2350M
- c. Memory : 4096MB RAM

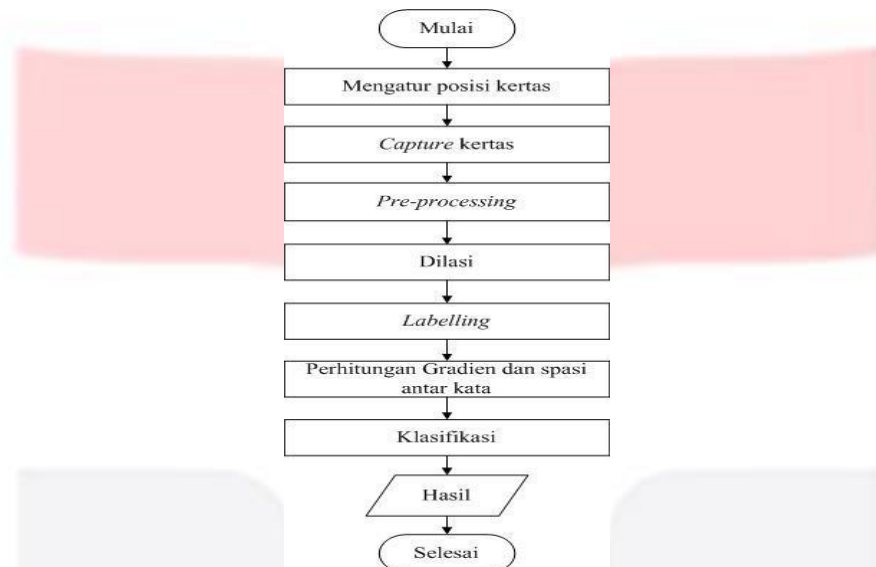
d. Handphone : Samsung GT-P3100

Spesifikasi perangkat lunak yang digunakan untuk membangun sistem ini adalah sebagai berikut :

- a. Programming tool : eclipse juno dan MATLAB R2009a
- b. Platform eclipse : versi 4.0 (API 14)
- c. Sistem operasi : Windows 7 Ultimate

3.2 Flowchart Sistem

Secara garis besar, flowchart sistem untuk sistem identifikasi tulisan tangan dapat direpresentasikan sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram Alir Sistem Keseluruhan

3.2.1 Mengatur Posisi Kertas

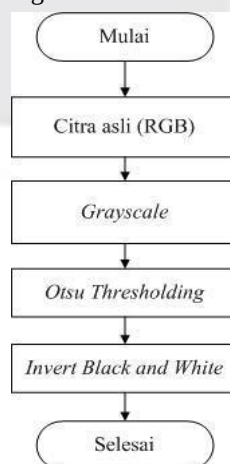
Pada tahap ini, dilakukan proses pengambilan citra menggunakan kamera ponsel berbasis android. Pencahayaan yang digunakan adalah pada ruang tertutup, pada pagi dan sore hari. Citra tulisan yang akan diproses adalah margin tulisan, garis dasar dan spasi tulisan. Citra dikatakan tepat apabila posisi kertas potrait dan kertas tidak terpotong ketika dipotret.

3.2.2 Capture Kertas

Capture kertas yang posisinya telah diatur tadi, lalu tunggu sampai hasil capture muncul. Ketika hasil capture yang muncul adalah landscape, maka ulang kembali proses capture sampai hasil yang muncul adalah potrait. Setelah memilih save pada hasil capture, kemudian hasil potret di upload ke server untuk dilakukan proses selanjutnya

3.2.3 Pre-processing

Tahap ini bertujuan untuk mempersiapkan dan memodifikasi citra agar kualitas dari citra tulisan meningkat. Berikut tahap-tahap dalam pre-processing dalam sistem :



Gambar 3.2 Flowchart Pre-Processing

3.2.3.1 Citra Berwarna (RGB)

Citra RGB merupakan jenis citra yang menyajikan warna dalam bentuk komponen R(merah), G(Hijau), dan B(Biru).^[5]

3.2.3.2 Grayscale

Tahap selanjutnya adalah mengubah citra berwarna tersebut menjadi grayscale. Tujuannya agar pada saat proses thresholding, citra di proses dengan satu layer saja.

3.2.3.3 Thresholding

Untuk memperbaiki pixel yang hilang, hasil dari Otsu dikalikan dengan sebuah nilai threshold. Untuk mengetahui nilai yang sesuai untuk dikalikan dengan hasil dari metode Otsu, dilakukan 5 perkalian dengan nilai : 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, dan 1.5. Threshold 1.2 adalah nilai yang sesuai untuk dikalikan dengan otsu thresholding karena kemungkinan adanya noise pada gambar dan kemungkinan hilangnya pixel tulisan paling minimal.

3.2.3.4 Invert Black and White

Nilai 0 menyatakan warna hitam dan nilai 1 menyatakan warna putih. Pada tahap invert black and white, kedua nilai tersebut dibalik.^[5] Sehingga nilai 0 menjadi 1 dan 1 menjadi 0, atau warna hitam menjadi putih dan warna putih menjadi hitam. Dari invert black and white ini sistem sudah bisa mendapatkan berapa lebar margin yang di dapatkan. Karena pada Tugas Akhir ini menggunakan ukuran kertas A5, maka ukuran syarat margin yang ideal menjadi (margin kiri antara 1,06-1,77 cm dan margin kanan antara 0,35 dan 0,71 cm).

3.2.4 Dilasi

Dilasi digunakan untuk menyatukan tiap huruf dalam satu kata menjadi satu objek untuk dijadikan sebagai input pada proses berikutnya. Pada gradien tulisan, proses dilasi dilakukan supaya proses iterasi yang dilakukan per piksel tidak memakan waktu yang lama. Untuk spasi kata dibutuhkan dilasi karena jarak yang akan dicari adalah spasi antar kata bukan spasi antar huruf, sehingga satu kata dijadikan satu objek yang sama agar tidak terjadi kesalahan perhitungan spasi di sistem. Proses dilasi hanya diterapkan pada fitur spasi antar kata dan gradien tulisan.

3.2.5 Labelling

Proses labelling dilakukan untuk memberikan label yang sama pada sekumpulan pixel pembentuk objek yang saling berdekatan. Objek yang berbeda memiliki label yang berbeda pula.^[5]

3.2.6 Perhitungan Gradien dan Spasi antar Kata

Untuk spasi antar kata dibutuhkan huruf "m" sebagai acuan klasifikasi jarak antar kata. Dimana untuk Tugas Akhir ini dilakukan pemotongan huruf "m" secara manual.

3.2.7 Klasifikasi

Setelah melakukan proses deteksi margin, spasi kata dan gradient, kemudian dilakukan klasifikasi pada masing-masing parameter, dimana semua parameter menggunakan modus sesuai dengan ilmu grafologi.

3.2.8 Hasil

Output dari sistem diambil dari hasil klasifikasi pada masing-masing parameter, kemudian ditampilkan dalam bentuk text pada interface user.

3.3 Analisa Performansi

Pada tugas akhir ini dilakukan analisis terhadap performansi sistem aplikasi yang telah dibuat. Adapun parameter dari performansi adalah sebagai berikut :

1. Parameter Input
 - a. Jarak Pengambilan Gambar
 - b. Resolusi Citra
 - c. Perubahan Threshold
 - d. Waktu Komputasi

2. Parameter Output

Tingkat akurasi margin, spasi dan gradien : Tingkat akurasi adalah tingkat ukuran ketepatan sistem dalam mengenali tulisan tangan. Adapun rumus matematis tingkat akurasi dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Jumlah data benar}}{\text{Jumlah data keseluruhan}} \times 100\% \quad (1)$$

4. PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM

4.1 Pengujian Sistem

Untuk mengetahui hasil performansi perlu melakukan pengujian aplikasi yang telah dirancang. Adapun tujuan dari pengujian aplikasi ini adalah sebagai berikut:

- Menganalisis performansi berdasarkan parameter input.
- Menganalisis performansi berdasarkan parameter output yaitu akurasi pendeteksian tulisan tangan.
- Menganalisis hasil kerja sistem sehingga dapat diketahui kekurangan dan kelebihan sistem.

4.2 Skenario Pengujian Sistem

Dalam pengujian sistem ini, citra masukan berupa citra yang diambil menggunakan dengan kamera smartphone Samsung Galaxy GT-P3100 secara real time sebanyak 30 data. Penulis mengambil sampel foto pada jarak jauh (25 cm), sedang (23 cm), dan dekat (21 cm), menggunakan size strel untuk dilasi yang berbeda yaitu 5 dan 8, serta mengambil sampel pada resolusi 480x640, 2048x1536, 2560x1920

4.3 Hasil Pengujian Sistem

Berikut salah satu hasil pengujian yang telah dilakukan di Matlab dengan masukan citra sebanyak 30 citra tulisan.

4.3.1 Pengujian Resolusi dengan Threshold

Pada pengujian ini, dilakukan setting camera terlebih dahulu untuk mendapatkan resolusi 480 x 640, 2048 x 1536, 2560 x 1920. Dan dilakukan pengujian dengan menguji dua threshold, yang pertama hanya menggunakan otsu thresholding sedangkan pengujian kedua dengan mengkalikan otsu thresholding dengan nilai threshold 1,2.

- Pengujian dengan hanya menggunakan threshold otsu
Akurasi margin kiri dan kanan dengan hanya menggunakan Otsu :

- Pengujian dengan mengkalikan hasil dari Otsu thresholding dengan nilai threshold= 1,2
Akurasi margin kiri dan kanan dengan menggunakan nilai threshold = 1,2 :

4.3.2 Pengujian Resolusi terhadap Perhitungan Manual

Perhitungan manual adalah perhitungan jarak margin yang dilakukan secara manual berdasarkan pada referensi grafologi untuk mencari margin. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui resolusi yang paling memiliki kesamaan dengan perhitungan manual, dimana output yang keluar adalah jenis klasifikasi margin.

4.3.2 Pengujian Jarak Citra

Berikut hasil pengujian yang telah dilakukan dengan 30 image tulisan tangan. Keterangan tabel adalah TB (Terdilasi Benar), TS (Terdilasi Salah), dan T (Tidak Terdilasi). Hal yang penting pada identifikasi tulisan tangan ini adalah citra pixel tulisan tangan itu sendiri. Jika ada citra yang hilang maka akan mempengaruhi proses analisis dan hasil tidak sesuai dengan kepribadian user. Berikut hasil pengujian jarak citra pada size strel = 5 dan pada size strel = 8:

Tabel 4.1 Hasil Pengujian pada Size Strel = 5

Hasil	Jarak (cm)			Keterangan
	21	23	25	
TB	28	25	25	Terdilasi Benar
TS	0	3	3	Terdilasi Salah
T	2	2	2	Tidak Terdilasi

Tabel 4.2 Hasil Pengujian pada Size Strel = 8

Hasil	Jarak (cm)			Keterangan
	21	23	25	
TB	29	27	26	Terdilasi Benar
TS	1	3	3	Terdilasi Salah
T	0	0	1	Tidak Terdilasi

4.3.4 Pengujian Parameter Output untuk Pengujian Jarak Citra

Setelah melakukan pengujian dengan parameter input, maka dapat dihitung parameter outputnya. Berikut total akurasi jarak pada size strel 5 :

Total akurasi jarak pada size strel 8 :

4.3.5 Pengujian Gradien dengan Dilasi

Pada pengujian gradient, digunakan dua jenis dilasi, yaitu disk dan rectangle pada resolusi 480x640. Akurasi untuk sistem dengan jenis strel = rectangle :

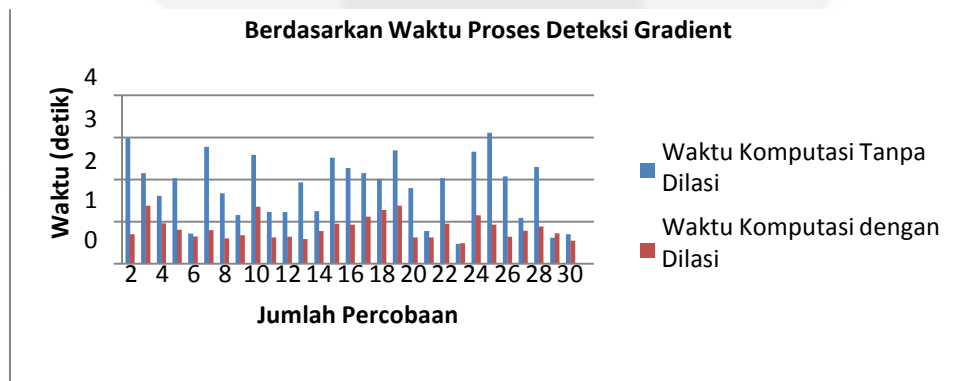
Akurasi untuk sistem dengan jenis strel = disk :

4.3.6 Pengujian Gradien terhadap Resolusi

Pada pengujian ini dilakukan pengujian terhadap Resolusi dan menggunakan dilasi dengan jenis rectangle karena memiliki akurasi lebih besar, seperti yang dapat dilihat pada pengujian 4.3.5. akurasi untuk resolusi :

4.3.6 Pengujian Waktu Komputasi pada Gradien

Pada pengujian waktu komputasi pada *gradient*, digunakan dua parameter yaitu tanpa dilasi dan dengan dilasi, kemudian dilihat akurasi nya dan menggunakan resolusi 480x640. Pengujian ini bertujuan untuk melihat pengaruh dari menggunakan dilasi dan tanpa dilasi dari segi akurasi dan waktu.



Gambar 4.1 Grafik Hasil Pengujian Berdasarkan Proses Deteksi Gradien

4.3.6 Pengujian Spasi

Lebar Spasi antar kata dibandingkan dengan lebarnya spasi huruf “m”. Berikut hasil akurasi pengujian spasi:

—

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun beberapa kesimpulan dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada aplikasi ini adalah sebagai berikut :

1. Sistem ini dapat bekerja optimal pada jarak 21 cm menggunakan jenis size stel dilasi = 8, dengan tingkat akurasi 91.11% .
2. Aplikasi dapat mencapai kesamaan output antara sistem dengan perhitungan manual untuk margin sebesar 76,67% pada resolusi 480x640, gradien sebesar 60 % pada jenis dilasi rectangle dan gradien sebesar 60% pada resolusi 480x640, dan spasi antar kata sebesar 60%.
3. Penggunaan threshold lebih baik menggunakan otsu threshold yang dikalikan lagi dengan sebuah nilai threshold = 1,2 untuk mengurangi noise.

5.2 Saran

Adapun saran untuk mengembangkan tugas akhir ini agar menjadi lebih baik, yaitu sebagai berikut :

1. Memperbolehkan beckground selain berwarna gelap atau merah tua dan juga memperbolehkan background untuk tidak polos.
2. Sistem dikembangkan dengan fleksibilitas sudut pengambilan citra.
3. Sistem dianalisis dengan sistem komputasi yang lebih cepat.
4. Mencoba fitur grafologi lainnya untuk di implementasikan.
5. Menggunakan filter untuk hasil terbaik.

Daftar Pustaka

- [1] Efford, N. (2000). Digital Image Processing a Practical Introduction Using Java. Essex: Pearson Education Limited.
- [2] Gonzales RC, Woods RE. (2002). Digital Image Processing. Massachussets: Addison Wasley.
- [3] H N Champa, Ananda Kumar Dr. K R. (2010). Artificial Neural Network for Human Behavior Prediction through Handwriting Analysis. International Journal of Computer Applications Volume 2- No 2, May 2010
- [4] Image Thresholding Using Otsu. Available : <http://www.scribd.com/doc/77263523/Image-Thresholding-Using-Otsu#scribd> (Access on 28 July 2015)
- [5] Kadir A dan Susanto A. (2013). Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- [6] Ludvianto, Bayu. (2013). Analisis Tulisan Tangan, Grapho for Success. Jakarta : Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama
- [7] McNichol, Andrea. (2004). Biarkan Tulisan Tangan Berbicara. Jakarta : Penerbit Andi.
- [8] Nazruddin Safaat, H. (2012). Pemrograman Aplikasi Mobile Smartphone dan Tablet PC Berbasis Android. Bandung : Penerbit Informatika.
- [9] Otsu Thresholding. Available : <http://labbookpages.co.uk/software/imgProc/otsuThreshold.html> (Access on 8 July 2015)
- [10] Santan Omar, Travieso M. Carlos, Alonso B. Jesus, Ferrer A. Miguel. (2010). Writer Identification Based on Graphology Techniques. IEEE A&E SYSTEMS MAGAZINE, Juni 2010.
- [11] Susilawati, Indah., S.T., M.Eng. (2009). Teknik Pengolahan citra, Mathematical Morphology. Yogyakarta : Universitas Mercubuana.
- [12] Widoretno Sri, Sarosa M, Muslim MA. (2013). Implementasi Pengenalan Karakter Seseorang Berdasarkan Pola Tulisan Tangan. Jurnal EECCIS Vol. 7, No. 2, Desember 2013.