



TESIS TE142599

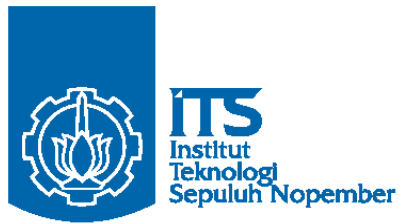
SEGMENTASI AKSARA PADA TULISAN AKSARA JAWA MENGGUNAKAN *ADAPTIVE THRESHOLD*

TEGUH ARIFANTO
2211 205 201

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng
Dr. Ir. Yoyon Kusnendar Suprpto, M.Sc

**PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN JARINGAN CERDAS MULTIMEDIA
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016**



THESIS TE142599

SEGMENTATION CHARACTER OF CHARACTER JAVA USE ADAPTIVE THRESHOLD

TEGUH ARIFANTO
2211 205 201

SUPERVISOR

Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng
Dr. Ir. Yoyon Kusnendar Suprpto, M.Sc


MASTER PROGRAM
MULTIMEDIA INTELLIGENT NETWORK
DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (M.T)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya


Oleh:
Teguh Arifianto
NRP. 2211 205 201


Tanggal Ujian : 07 Januari 2016
Periode Wisuda : Maret 2016

Disetujui Oleh :


1.  Prof. Dr. Ir. Mardighi Hery Purnomo, M.Eng (Pembimbing I)
NIP. 19580916 198601 1 001

2.  Dr. Ir. Yoyon Kusnendar Suprpto, M.Sc (Pembimbing II)
NIP. 19540925 197803 1 001

3.  Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT (Penguji)
NIP. 19690730 199512 1 001

4.  Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, ST., MT (Penguji)
NIP. 19680601 199512 1 009

Mengetahui,
Direktur Program Pasca Sarjana ITS,


Prof. Ir. Dhaubar Manfaat, M.Sc., Ph.D
NIP. 19661202 198701 1 001

SEGMENTASI AKSARA PADA TULISAN AKSARA JAWA MENGUNAKAN *ADAPTIVE THRESHOLD*

Nama Mahasiswa : Teguh Arifianto
NRP : 2211 205 201
Pembimbing I : Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng
Pembimbing II : Dr. Ir. Yoyon Kusnendar Suprpto, M.Sc

ABSTRAK

Penelitian mengenai Aksara Jawa sudah banyak digunakan. Salah satunya adalah penelitian mengenai naskah pada Aksara Jawa. Kondisi naskah Aksara Jawa sebagian besar dalam kondisi baik meskipun masih terdapat beberapa halaman yang robek dan warna kertas yang memudar. Hal ini disebabkan karena umur kertas yang sudah puluhan tahun lebih dan bahan kertas yang kurang baik.

Penelitian ini difokuskan hanya untuk membagi aksara pada citra tulisan tangan menjadi karakter-karakter aksara yang dapat digunakan dalam pengenalan Aksara Jawa pada penelitian selanjutnya. Penelitian ini terdapat lima proses, yaitu akuisi citra, proses *preprocessing*, proses segmentasi, *dilasi*, dan pelabelan Aksara. Pada proses segmentasi, penelitian ini menggunakan *adaptive threshold*.

Metode *adaptive threshold* dapat digunakan pada segmentasi citra Aksara Jawa karena metode ini memilih nilai *threshold* berdasarkan variasi intensitas tiap lokal *window*. Hasil nilai akurasi yang didapat dari penelitian ini yaitu sebesar 88.60% dari 30 data citra Aksara Jawa.

Kata kunci : Aksara Jawa, segmentasi, *adaptive threshold*

SEGMENTATION CHARACTER OF CHARACTER JAVA USE ADAPTIVE THRESHOLD

Name : Teguh Arifianto
Student Identity Number : 2211 205 201
Supervisor I : Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng
Supervisor II : Dr. Ir. Yoyon Kusnendar Suprpto, M.Sc

ABSTRACT

Research on character java there have been many used. One of them is research on manuscript in character java. The condition manuscript character java mostly in good condition although there is still several pages torn and color paper faded. This is because age paper already dozens of more years and materials paper a less well.

Research is focused only to divide character in image handwriting be the characters characters that can be used in the introduction of character java in the next research. This research there are five the process, image aquation, the preprocessing, the process segmentation, dilations, and the labeling character. To the process segmentation, this research using adaptive threshold.

A method of adaptive threshold can be used on segmentation image character java because this method choose threshold value based on variations in intensity every local window. The results of value accuracy obtained from the study is as much as 88.60% of 30 image data character java.

Key words : Character java, segmentation, adaptive threshold

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis ini yang berjudul:

Segmentasi Aksara Pada Tulisan Aksara Jawa Menggunakan *Adaptive Threshold*

Dalam penulisan ini tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah banyak memberi motivasi hingga pada akhirnya penulis mampu menyelesaikan Tesis ini dengan baik. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Kedua Orang Tua (Ayah Suparno, Ibu Ngarsi, Ayah Munir, Ibu Hartini) penulis yang senantiasa memberi do'a, dukungan, cinta, harapan, serta mencurahkan segala-galanya demi keberhasilan penulis dalam menyelesaikan studi. Semoga Allah SWT menjadikan penulis anak yang berbakti serta bermanfaat bagi sesama.
2. Istri tercinta (Fila Harmuningtyas) dan adik-adikku tersayang (Maydita Indah Wulan, Hesti Sofiarini, dan Ikbal Falah Yulian), semoga Allah SWT memberikan Rahmat-Nya kepada kita semua.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng dan Dr. Ir. Yoyon Kusnendar Suprpto, M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu dan pikiran dalam membimbing proses terselesainya Tesis ini. Semoga Allah SWT senantiasa merahmati Bapak dan sekeluarga.
4. Bapak Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT dan Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, ST., MT selaku dosen penguji yang telah banyak membantu penulis untuk bisa menjadi lebih baik.

5. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemendikbud) atas bantuan Beasiswa Unggulan Kerjasama Luar Negeri (BU-BKLN) yang diterima selama menempuh pendidikan Program Magister ini.
6. Bapak R. Agus Sudjatmoko Surosudirdjo yang telah memberikan data naskah tulisan Aksara Jawa kepada penulis.
7. Seluruh dosen pengajar dan staf di Program Studi Teknik Elektro bidang keahlian Jaringan Cerdas Multimedia.
8. Bapak Susijanto Tri Rasmana, M.T, Dr. Arif Muntasa, Dr. Indah Agustien, Fitri Damayanti, M.Kom, yang telah memberikan ilmu kepada penulis.
9. Seluruh rekan kerja di STMIK Yadika Bangil, Bapak Abdul Rozak, Abdul Makin, Dr. Moh. Aries Syufagi, Yusron Rijal, M.T, Renita Selviana, M. Fatkhur Rozi yang telah memberikan semangat dan dorongan untuk menyelesaikan studi ini.
10. Semua rekan mahasiswa S2 Bidang Studi Jaringan Cerdas Multimedia yang telah memberikan bantuannya baik secara langsung maupun tidak langsung.
11. Terimakasih juga penulis ucapkan pada pihak-pihak yang tak dapat penulis sebut satu persatu yang telah membantu dalam menyelesaikan Tesis ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini masih banyak keterbatasan dan kekurangan. Untuk itu saran serta kritik yang membangun sangat penulis harapkan seperti pepatah “**Tak Ada Gading yang Tak Retak**”. Semoga Tesis ini dapat berguna bagi pembaca dan bagi penulis khususnya.

Surabaya, 25 Januari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	v
LEMBAR PENGESAHAN	vii
KATA PENGANTAR	ix
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR ISTILAH	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	4
1.5 Kontribusi Penelitian	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 <i>State of the Art Review</i>	5
2.1.1 <i>State of the Art</i> Terkait dengan Naskah	5
2.1.2 <i>State of the Art</i> Terkait dengan Morfologi Matematika Citra	5
2.1.3 <i>State of the Art</i> Terkait dengan <i>Connected Component Labeling</i> ...	6
2.2 Naskah	6
2.3 Aksara Jawa	7
2.3.1 Penulisan Aksara Jawa	10
2.3.1.1 Aksara <i>Carakan</i> dan Pasangannya	10
2.3.1.2 Aksara <i>Murda</i> dan Aksara Pasangannya	14
2.3.1.3 Aksara <i>Swara</i>	16
2.3.1.4 Aksara <i>Rekan</i> dan Aksara Pasangannya	17

2.4	<i>Adaptive Threshold</i>	18
2.5	Morfologi Matematika	19
2.5.1	Konsep Dasar Teori Himpunan	20
2.5.2	Operasi Logika Dasar	20
2.5.3	Operasi Dasar Morfologi Matematika	21
2.5.3.1	<i>Dilasi</i>	22
2.6	<i>Connected Component Labeling</i>	24
BAB III METODE PENELITIAN		27
3.1	Gambaran Umum Sistem Segmentasi Tulisan Aksara Jawa	27
3.2	Proses Akuisi Data	27
3.3	Proses <i>Preprocessing</i>	28
3.3.1	<i>Grayscale</i>	28
3.3.2	<i>Median filter</i>	30
3.4	Proses Segmentasi	31
3.5	Proses Morfologi Matematika	33
3.6	Proses Pelabelan Aksara	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		37
4.1	Data Uji Coba	37
4.2	Proses Uji Coba	37
4.2.1	Uji Coba Parameter	38
4.2.1.1	Uji Coba Parameter <i>Window Size</i>	38
4.2.1.2	Uji Coba Parameter Struktur Elemen pada <i>Dilasi</i>	41
4.2.2	Uji Coba Perbandingan Metode	45
4.2.2.1	Uji Coba Perbandingan <i>Adaptive Threshold</i> dengan <i>Global Threshold</i>	45
4.3	Evaluasi Hasil Uji Coba Parameter	47
4.3.1	Evaluasi Hasil Uji Coba Parameter <i>Window Size</i>	47
4.3.2	Evaluasi Hasil Uji Coba Parameter Struktur Elemen <i>Dilasi</i>	48
4.4	Evaluasi Hasil Uji Coba Perbandingan Metode	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		53
5.1	Kesimpulan	53
5.2	Saran	53

DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	57
A. Data Citra	57
A.1 Data Citra Pertama	57
A.2 Data Citra Kedua	59
A.3 Data Citra Ketiga	60
B. Hasil Segmentasi	62
B.1 Hasil <i>Adaptive Threshold</i> dengan Ukuran <i>Window</i> $w = 3$	62
B.2 Hasil <i>Adaptive Threshold</i> dengan Ukuran <i>Window</i> $w = 15$	63
B.3 Hasil <i>Adaptive Threshold</i> dengan Ukuran <i>Window</i> $w = 30$	63
B.4 Hasil Pelabelan Aksara dengan Struktur Elemen $R = 1$	64
B.5 Hasil Pelabelan Aksara dengan Struktur Elemen $R = 3$	69
B.6 Hasil Pelabelan Aksara dengan Struktur Elemen $R = 7$	73
B.7 Hasil Pelabelan Aksara dengan Struktur Elemen $R = 10$	78
B.8 Hasil Pelabelan Aksara dengan Struktur Elemen $R = 12$	83
BIOGRAFI PENULIS	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Naskah karya KPH. Brontodiningrat	1
Gambar 2.1	Naskah Aksara Jawa	7
Gambar 2.2	Aksara <i>Nglegena</i>	8
Gambar 2.3	Aksara <i>Pasangan</i>	8
Gambar 2.4	Aksara <i>Murda</i>	8
Gambar 2.5	Aksara <i>Swara</i>	9
Gambar 2.6	Aksara <i>Rekan</i>	9
Gambar 2.7	<i>Sandangan</i>	10
Gambar 2.8	<i>Angka</i>	10
Gambar 2.9	Kernel <i>structuring element</i>	22
Gambar 2.10	Operasi kernel terhadap citra	22
Gambar 2.11	Visualisasi operasi <i>dilasi</i>	24
Gambar 2.12	Operator 4-konektifitas	25
Gambar 2.13	Operator 8-konektifitas	25
Gambar 3.1	Desain sistem penelitian	27
Gambar 3.2	Data citra tulisan Aksara Jawa	28
Gambar 3.3	Hasil <i>crop</i> citra tulisan Aksara Jawa	28
Gambar 3.4	Citra Aksara berwarna (<i>true colour</i>)	29
Gambar 3.5	Citra Aksara hasil <i>grayscale</i>	30
Gambar 3.6	Citra Aksara hasil <i>median filter</i>	31
Gambar 3.7	Citra Aksara hasil <i>threshold</i>	32
Gambar 3.8	Citra Aksara hasil <i>dilasi</i>	33
Gambar 3.9	Citra hasil pelabelan Aksara	35
Gambar 3.10	Sebuah citra di- <i>cropping</i> sebesar $w \times h$	35
Gambar 3.11	Potongan citra hasil <i>cropping</i>	35
Gambar 4.1	Data penelitian (a) citra DB_01, (b) citra DB_02, dan (c) citra DB_03	37

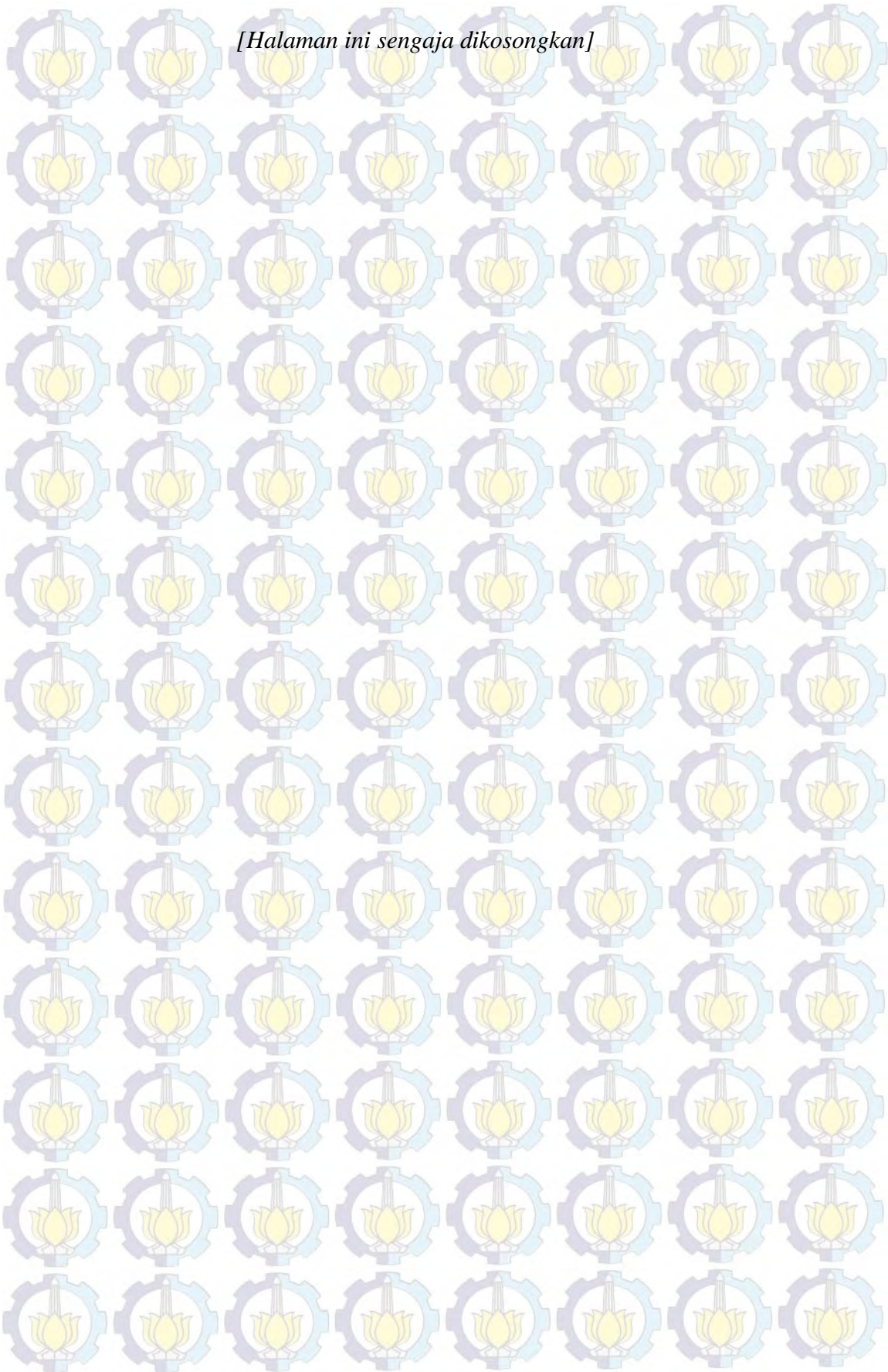
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penggunaan Aksara <i>Carakan</i> dan Pasangannya	11
Tabel 2.2	Penggunaan Aksara <i>Murda</i> dan Aksara Pasangannya	15
Tabel 2.3	Penggunaan Aksara <i>Swara</i>	16
Tabel 2.4	Penggunaan Aksara <i>Rekan</i>	17
Tabel 2.5	Operasi logika dasar <i>AND</i> dan <i>OR</i>	20
Tabel 2.6	Operasi logika dasar <i>NOT</i>	21
Tabel 2.7	Operasi logika dasar <i>XOR</i> dan <i>NAND</i>	21
Tabel 3.1	Nilai piksel citra <i>input</i>	30
Tabel 3.2	Nilai piksel citra <i>grayscale</i>	30
Tabel 4.1	Hasil uji coba parameter ukuran <i>window</i>	38
Tabel 4.2	Hasil uji coba parameter struktur elemen	41
Tabel 4.3	Hasil uji coba perbandingan <i>adaptive threshold</i> dengan <i>global threshold</i>	45
Tabel 4.4	Uji coba parameter <i>window size</i>	47
Tabel 4.5	Uji coba parameter struktur elemen <i>dilasi</i>	48
Tabel 4.6	Uji coba perbandingan metode	51
Tabel A.1	Data citra pertama	57
Tabel A.2	Data citra kedua	59
Tabel A.3	Data citra ketiga	60
Tabel B.1	Hasil <i>adaptive threshold</i> dengan ukuran <i>window</i> $w = 3$	62
Tabel B.2	Hasil <i>adaptive threshold</i> dengan ukuran <i>window</i> $w = 15$	63
Tabel B.3	Hasil <i>adaptive threshold</i> dengan ukuran <i>window</i> $w = 30$	63
Tabel B.4	Hasil pelabelan aksara dengan struktur elemen $R = 1$	64
Tabel B.5	Hasil pelabelan aksara dengan struktur elemen $R = 3$	69
Tabel B.6	Hasil pelabelan aksara dengan struktur elemen $R = 7$	73
Tabel B.7	Hasil pelabelan aksara dengan struktur elemen $R = 10$	78
Tabel B.8	Hasil pelabelan aksara dengan struktur elemen $R = 10$	83

DAFTAR ISTILAH

σ	:	standar deviasi
T	:	nilai ambang <i>threshold</i>
k	:	nilai konstanta
m	:	nilai <i>mean</i>
M	:	panjang citra
N	:	lebar citra
W	:	ukuran <i>window size</i>
$A \oplus B$:	<i>dilasi</i>
(i_1, j_1)	:	koordinat titik pojok kiri atas citra
(i_2, j_2)	:	koordinat titik pokok kanan bawah citra
$c(i, j)$:	nilai kontras
$f(i, j)$:	nilai piksel citra
$Gray(i, j)$:	citra <i>grayscale</i>
$Red(i, j)$:	nilai intensitas citra berwarna merah
$Green(i, j)$:	nilai intensitas citra berwarna hijau
$Blue(i, j)$:	nilai intensitas citra berwarna biru
$Med(i, j)$:	citra <i>median filter</i>
$Thres(i, j)$:	citra <i>threshold</i>

[Halaman ini sengaja dikosongkan]



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang kaya akan budaya dan adat istiadatnya. Hal ini tercermin dari banyaknya warisan hasil budaya yang dimiliki oleh setiap daerah. Salah satunya adalah suku bangsa Jawa. Suku bangsa Jawa memiliki warisan hasil budaya yaitu wayang, tarian, Aksara Jawa, dan lain sebagainya. Penulisan Aksara Jawa merupakan tradisi penulisan yang cukup kental. Media penulisan Aksara Jawa pun bermacam-macam. Bisa menggunakan media naskah, lontar, prasasti, logam, dan lain-lain.

Naskah adalah bahan tulisan tangan yang menyimpan berbagai ungkapan pikiran dan perasaan sebagai hasil budaya bangsa masa lampau (Baried, 1994). Naskah Jawa mempunyai isi yang beraneka ragam bidang ilmu. Menurut Soebadio (1991), naskah Jawa mengandung isi sebagai berikut yaitu keagamaan, kebahasaan, filsafat, mistik rahasia, ajaran dan pendidikan moral, mengenai peraturan dan pengalaman hukum, keturunan dan warga-warga raja, bangunan dan arsitektur, obat-obatan, perbintangan, ramalan, kesastraan, sejarah, dan jenis-jenis lain yang tidak tercakup dalam kategori-kategori di atas. Gambar 1.1 menunjukkan contoh naskah Jawa karya KPH. Brontodiningrat.



Gambar 1.1 Naskah karya KPH. Brontodiningrat

Saat ini naskah Jawa banyak yang tersimpan di museum (Museum Mpu Tantular, Museum Sonobudoyo, Museum Pura Pakualaman), kraton (Kraton Yogyakarta), bahkan ada yang disimpan secara pribadi. Salah satunya naskah Aksara Jawa yang disimpan oleh Bapak R. Agus Sudjatmoko Surosudirdjo yang beralamat di Surabaya. Bapak R. Agus Sudjatmoko Surosudirdjo menyimpan naskah karya KPH. Brontodiningrat (Menantu Sri Sultan Hamengkubuwono ke VII) yang berisi Tembang Macapat tentang Serangan Umum di Yogyakarta tahun 1949.

Kondisi naskah tersebut sebagian besar dalam kondisi baik meskipun masih terdapat beberapa halaman yang robek dan warna kertas mulai memudar. Hal ini disebabkan karena umur kertas tersebut yang sudah puluhan tahun lebih dan bahan kertas yang kurang baik. Selain itu disebabkan karena perawatan yang kurang memadai.

Dengan mengingat betapa pentingnya upaya-upaya penyelamatan, pelestarian, dan penyebarluasan naskah-naskah kuno, maka penelitian mengenai upaya digital dan pengolahan pada hasil digital naskah, misalnya segmentasi pada Aksara Jawa. Segmentasi adalah pemisahan suatu objek secara individu dari *background* dan diberi label pada tiap-tiap segmen atau istilah lain dapat disebut dengan *full segmentation* (Adipranata, 2005). Tujuan segmentasi ini adalah memisahkan antara objek yaitu Aksara Jawa dengan *background* agar hasil dari segmentasi tersebut mempermudah memahami tulisan Aksara Jawa. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan minat generasi muda dalam melestarikan kebudayaan Jawa khususnya Aksara Jawa.

Penelitian mengenai Aksara Jawa sudah banyak dilakukan. Pada umumnya adalah mengenai bagaimana cara mengenali Aksara Jawa pada tulisan tangan, sedangkan sebagian kecil lainnya adalah penelitian pada bagian dari cara-cara mengolah data awal naskah sehingga siap diolah. Penelitian ini difokuskan hanya untuk membagi aksara pada citra tulisan menjadi karakter-karakter aksara yang dapat digunakan dalam pengenalan Aksara Jawa pada penelitian selanjutnya. Sedangkan data yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah naskah Aksara Jawa milik Bapak R. Agus Sudjatmoko Surosudirdjo.

1.2 Rumusan Masalah

Langkah yang dilakukan oleh beberapa peneliti dalam hal segmentasi citra merupakan beberapa langkah yang saling terkait satu sama lain. Langkah-langkah tersebut secara berturut-turut adalah *grayscale*, *median filter*, *adaptive threshold*, *dilasi*, dan *connected component labeling* dalam pelabelan aksara. Apabila dilakukan pengelompokan langkah segmentasi citra Aksara Jawa, maka hanya diperoleh lima tahap utama, yaitu tahap akuisi citra, tahap *preprocessing*, tahap segmentasi, tahap *dilasi*, dan tahap pelabelan aksara.

Tahap awal yaitu tahap akuisi citra. Tahap ini bertujuan untuk mengambil data dari data analog naskah tulisan Aksara Jawa menjadi citra tulisan Aksara Jawa menggunakan *scanner*. Tahap selanjutnya yaitu tahap *preprocessing*. Tahap ini sebagian besar mempunyai banyak kesamaan dengan langkah-langkah pada umumnya di pengolahan citra, yaitu *grayscale* dan *median filter*. Kedua langkah awal dalam tahap *preprocessing* mempunyai tujuan agar memudahkan proses segmentasi aksara pada naskah. Tahap kedua yaitu tahap segmentasi. Tahap segmentasi dalam penelitian ini menggunakan *adaptive threshold*. Tahap terakhir yaitu tahap pelabelan aksara. Tahap ini menggunakan *connected component labeling*.

Hasil penelitian ini adalah membagi aksara pada citra tulisan menjadi karakter-karakter aksara yang dapat digunakan dalam pengenalan Aksara Jawa pada penelitian selanjutnya. Berkaitan dengan hasil yang ingin dicapai dengan tahap segmentasi, maka dirumuskan persoalan dalam penelitian ini, yaitu bagaimana cara mensegmentasi Aksara Jawa pada citra tulisan tangan menggunakan *adaptive threshold* sehingga akan dihasilkan karakter-karakter Aksara Jawa.

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah melakukan segmentasi tulisan Aksara Jawa dengan menggunakan *adaptive threshold* dan melakukan pelabelan aksara menggunakan *connected component labeling*. Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan mampu meningkatkan kualitas citra dan selanjutnya disegmentasi untuk membantu pembaca tulisan tangan sehingga mudah untuk

membaca tulisan tangan beraksara Jawa. Selain itu juga bermanfaat bagi generasi muda khususnya di Jawa untuk membangkitkan semangat melestarikan budaya Jawa khususnya pemahaman tulisan tangan beraksara Jawa.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Uraian ruang lingkup penelitian adalah sebagai berikut:

1. Citra yang digunakan dalam penelitian ini yaitu citra tulisan tangan Aksara Jawa milik R. Agus Sudjarmoko Surosudirdjo.
2. Metode yang digunakan dalam segmentasi Aksara Jawa pada naskah tulisan tangan yaitu *adaptive threshold*.

1.5 Kontribusi Penelitian

Penelitian mengenai pengenalan Aksara Jawa sudah banyak dilakukan namun sangat sedikit penelitian yang memfokuskan pembagian aksara pada citra menjadi karakter-karakter yang dapat digunakan dalam pengenalan Aksara Jawa. Penelitian ini memberikan sebuah kontribusi bagi ahli paleografi (ilmu yang mempelajari tentang tulisan-tulisan kuno) dalam membaca citra Aksara Jawa yang sudah tersegmentasi menggunakan *adaptive threshold*.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN TEORI

2.1. State of the Art Review

Penelitian mengenai pengenalan Aksara Jawa sudah ada yang meneliti. Namun penelitian mengenai tulisan Aksara Jawa menjadi karakter-karakter aksara sangat sedikit. Beberapa referensi yang bisa dijadikan acuan dalam penelitian ini yaitu:

2.5.1. State of the Art Terkait dengan Naskah

1. Penelitian Anastasia Rita Widiarti yang berjudul “*Line Segmentation of Javanese Image of Manuscripts in Javanese Scripts*”. Naskah yang digunakan dalam penelitian tersebut yaitu Pakem Ringgit Purwo, Serat Babad Jumeneng Sultan Kabanaran, Macapat, dan Serat Pertanda.
2. Penelitian Agustinus Rudatyo Himamunanto yang berjudul “*Javanese Character Image Segmentation of Document Image of Hamong Tani*”. Penelitian ini menggunakan buku *Hamong Tani* yang ditulis oleh Karel Frederik Holle dalam bahasa Jerman dan diterjemahkan oleh F. L. Winter ke dalam bahasa Jawa pada tahun 1894.
3. Penelitian Anastasia Rita Widiarti yang berjudul “Implementasi Model Segmentasi Manuskrip Beraksara Jawa pada Manuskrip Beraksara Batak”. Penelitian ini membahas mengenai segmentasi manuskrip beraksara Batak pada manuskrip *Poda ni si Aji Mamis Ma Inon*.

2.5.2. State of the Art Terkait dengan Morfologi Matematika Citra

1. Penelitian K. Parvati yang berjudul “*Image Segmentation Using Gray-Scale Morphology and Marker-Controlled Watershed Transformation*”. Dalam penelitiannya, morfologi yang digunakan yaitu *dilasi*, *erosi*, *opening*, dan *closing*.

2. Penelitian Rodolfo P. dos Santos yang berjudul “*Text Line Segmentation Based on Morphology dan Histogram Projection*”. Penelitian ini menggunakan morfologi *closing* dan *opening* dalam proses segmentasi garis.
3. Penelitian Mamatha yang berjudul “*Morphological Operations and Projection Profiles based Segmentation of Handwritten Kannada Document*”. Penelitian ini mensegmentasi dokumen tulisan tangan Kannada menggunakan morfologi *dilasi* dan *erosi*.

2.5.3. State of the Art Terkait dengan Connected Component Labeling

1. Penelitian Min Li yang berjudul “*Segmentation of Brain Tissue based on Connected Component Labeling and Mathematic Morphology*”. Morfologi yang digunakan dalam penelitian tersebut menggunakan *erosi* dan *dilasi* kemudian *connected component labeling* pada tahap segmentasi. Data yang digunakan yaitu ciyta kepala manusia yang didapatkan di Universitas Kedokteran Militer di Cina.
2. Penelitian Vyavahare yang berjudul “*Connected Component based Medical Image Segmentation*”. Penelitian ini mensegmentasi sel darah yang mengandung leukimia menggunakan *connected component labeling*.

2.2. Naskah

Naskah adalah karangan seseorang yang masih ditulis dengan tangan dan belum diterbitkan (Alwi, 2005). Naskah banyak ditemukan di pulau Jawa, tetapi beberapa ditemukan di Sumatera, Bali, Sulawesi, dan lain sebagainya. Naskah juga banyak tersimpan di museum, kraton, bahkan ada yang disimpan secara pribadi. Salah satunya adalah naskah Aksara Jawa yang dimiliki oleh R. Agus Sudjarmoko Surosudirdjo.



Gambar 2.1 Naskah Aksara Jawa

Gambar 2.1 merupakan naskah Aksara Jawa yang dimiliki oleh R. Agus Sudjatmoko Surosudirdjo. Kondisi naskah tersebut dalam kondisi baik meskipun masih terdapat beberapa halaman yang robek dan warna kertas mulai memudar. Hal ini disebabkan karena umur kertas tersebut yang sudah puluhan tahun lebih dan bahan kertas yang digunakan juga kurang baik. Selain itu disebabkan karena perawatan yang kurang memadai.

2.3. Aksara Jawa

Aksara Jawa atau lebih dikenal dengan nama Hanacaraka atau Carakan adalah aksara turunan dari Aksara Brahmi yang berasal dari India. Penggunaan Aksara Jawa ini sudah digunakan sejak masa Kesultanan Mataram (abad ke-17) (Arismadhani, 2013). Aksara Jawa mempunyai beberapa bentuk penulisan terhadap huruf-hurufnya. Berikut adalah bentuk penulisan aksara dibedakan berdasarkan fungsinya masing-masing (Daryanto, 1999; Nugraha, 2006):

1. Aksara *Nglegena*, yang merupakan huruf dasar dan memiliki 20 bentuk huruf yaitu *ha, na, ca, ra, ka, da, ta, sa, wa, la, pa, dha, ja, ya, nya, ma, ga, ba, tha*, dan *nga*. Gambar 2.2 menunjukkan Aksara *Nglegena*.

𑌓	𑌔	𑌕	𑌖	𑌗
ha	na	ca	ra	ka
𑌘	𑌙	𑌚	𑌛	𑌜
da	ta	sa	wa	la
𑌝	𑌞	𑌟	𑌠	𑌡
pa	dha	ja	ya	nya
𑌢	𑌣	𑌤	𑌥	𑌦
ma	ga	ba	tha	nga

Gambar 2.2 Aksara *Nglegena*

2. Aksara *Pasangan*, yang merupakan penghubung suku kata yang diakhiri konsonan dengan suku kata berikutnya dan memiliki 20 bentuk huruf. Gambar 2.3 menunjukkan Aksara *Pasangan*.

𑌓𑌔	𑌔𑌕	𑌕𑌖	𑌖𑌗	𑌗𑌘
𑌘𑌙	𑌙𑌚	𑌚𑌛	𑌛𑌜	𑌜𑌝
𑌝𑌞	𑌞𑌟	𑌟𑌠	𑌠𑌡	𑌡𑌢
𑌢𑌣	𑌣𑌤	𑌤𑌥	𑌥𑌦	𑌦𑌧

Gambar 2.3 Aksara *Pasangan*

3. Aksara *Murda*, digunakan untuk menuliskan huruf kapital. Aksara *murda* terdiri dari 7 bentuk huruf yaitu *Na, Ka, Ta, Sa, Pa, Ga, dan Ba*. Gambar 2.4 menunjukkan Aksara *Murda*.

𑌓	𑌔	𑌕	𑌖	𑌗	𑌘	𑌙
Na	Ka	Ta	Sa	Pa	Ga	Ba

Gambar 2.4 Aksara *Murda*

4. Aksara *Swara*, disebut sebagai huruf vokal mandiri dan digunakan untuk menuliskan aksara vokal untuk mempertegas pelafalannya. Aksara *Swara*

terdiri dari 5 huruf yaitu A, I, U, E, dan O. Gambar 2.5 menunjukkan Aksara Swara.



Gambar 2.5 Aksara Swara

5. Aksara *Rekan*, digunakan untuk menuliskan aksara konsonan pada kata-kata asing yang masih dipertahankan seperti aslinya. Aksara *Rekan* terdiri dari 5 huruf yaitu Kha, Dha, Fa/Va, Za, dan Gha. Gambar 2.6 menunjukkan Aksara *Rekan*.



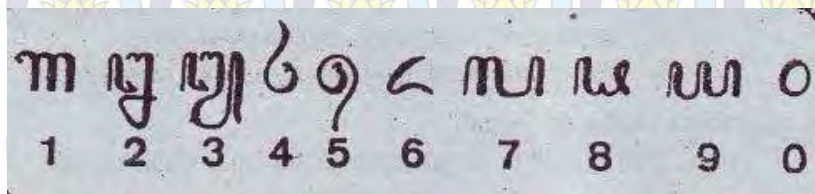
Gambar 2.6 Aksara Rekan

6. *Sandangan*, adalah tanda yang dipakai sebagai pengubah bunyi di dalam Aksara Jawa. *Sandangan* terdiri dari wulu, suku, taling, taling tarung, pepet, layar, wigyan, cecak, pangkon, cakra ra, cakra keret, cakra la, cakra wa, pangkal, pa cerek, nga lelet, pada lingsa, pada lungsi, pada pangkat, dan pada adeg-adeg. Gambar 2.7 menunjukkan *Sandangan*.



Gambar 2.7 Sandangan

7. Angka dan lambang bilangan. Angka terdiri dari angka 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, dan 0. Gambar 2.8 menunjukkan angka dan lambang bilangan.



Gambar 2.8 Angka

2.5.1. Penulisan Aksara

2.5.3.1. Aksara Carakan dan Pasangannya

Aksara Jawa yang digunakan di dalam ejaan bahasa Jawa pada dasarnya terdiri dari 20 (dua puluh) aksara pokok yang bersifat kesukukataan. Masing-masing aksara pokok mempunyai aksara *pasangan*, yakni aksara yang berfungsi untuk menghubungkan suku kata yang tertutup konsonan dengan suku kata berikutnya, kecuali suku kata yang tertutup *wignyan* (...³), *layar* (...⁴), dan

Ta	၇	...	<i>tapak tilas</i> ဇာပာဏံ ဟဇာ bekas peninggalan
Sa	၇	...၇	<i>sanak sedulur</i> ဇာဏာဒိယုဏ် saudara
Wa	၇	...	<i>watuk-watuk</i> ပာဗုဏ္ဍဗုဏ္ဍ batuk-batuk
La	၇	...	<i>lamuk lanang</i> ဏာဗုဏ္ဍာဏံ nyamuk jantan
Pa	၇	...၇	<i>panen pari</i> ပာဏိဏာဏံ panen padi
Dha	၇	...	<i>dhawul-dhawul</i> ဇာဗုဏ္ဍဗုဏ္ဍ kusut masai
Ja	၇	...၇	<i>jajal-jajal</i> ဇာဇာဏ္ဍဇာဏ္ဍ coba-coba
ya	၇	...	<i>yakin yekti</i> ဇာဏံဏိဏံ ယာဏ်

dalam hal ini aksara *sigegan ha* diganti *wignyan* (... 𑄆), aksara *sigegan ra* diganti *layar* (... 𑄇), aksara *sigegan nga* diganti *cecak* (... 𑄈), dan hampir tidak ada suku kata yang berakhir *sigegan ca, wa, dha, ya, tha*.

Contoh:

a. Pemakaian *wignyan* (... 𑄆) sebagai pengganti aksara *sigegan ha* (𑄃)

<i>gajah</i>	𑄃𑄆𑄇𑄈	<i>gajah</i>
<i>wahyu</i>	𑄃𑄆𑄇𑄈𑄉	<i>wahyu</i>

b. Pemakaian *layar* (... 𑄇) sebagai pengganti aksara *sigegan ra* (𑄂)

<i>kursi</i>	𑄇𑄂𑄃	<i>kursi</i>
<i>pawarta</i>	𑄇𑄂𑄃𑄄𑄅	<i>berita</i>

c. Pemakaian *cecak* (... 𑄈) sebagai pengganti aksara *sigegan nga* (𑄁)

<i>bawang</i>	𑄈𑄁𑄂	<i>bawang</i>
<i>garing</i>	𑄈𑄁𑄂𑄃	<i>kering</i>

2.5.3.2. Aksara Murda dan Aksara Pasangannya

Aksara *murda* berjumlah tujuh buah yakni *na, ka, ta, sa, pa, ga, dan ba*. Penggunaan aksara *murda* dapat dipakai untuk menuliskan nama gelar dan nama diri, nama geografi, nama lembaga pemerintahan, dan nama lembaga berbadan hukum. Aksara murda tidak dapat dipakai sebagai penutup suku kata.

Tabel 2.2 menunjukkan daftar aksara *murda*, aksara *murda pasangan*, dan contoh pemakaian aksara murda serta aksara *murda pasangannya* (nama masing-masing aksara diletakkan di depannya).





2.5.3.3. Aksara Swara

Aksara *swara* berjumlah lima buah yakni *A, I, U, E,* dan *O*. Aksara *swara* dapat digunakan unruk menuliskan aksara vokal yang menjadi suku kata, terutama yang berasal dari bahasa asing dan untuk mempertegas pelafalannya.

Aksara *swara* tidak dapat dijadikan sebagai aksara pasangan sehingga aksara *sigegan* yang terdapat di depannya harus dimatikan dengan pangkon.

Aksara *swara* dapat diberi *sandangan wignyan* (... ᳚), *layar* (... ᳛), dan *cecak* (... ᳜). Tabel 2.3 menunjukkan daftar aksara *swara* beserta contoh pemakaiannya di dalam kata (nama masing-masing aksara diletakkan di depannya).

Tabel 2.3 Penggunaan Aksara Swara

Nama Aksara Swara	Wujud Aksara Swara	Contoh Pemakaian di Dalam Kata
A	᳚	<i>wus akil balig</i>  sudah akil balig
I	᳛	<i>iklan</i>  iklan
U	᳜	<i>urbanisasi</i>  urbanisasi
E	᳝	<i>wong Eskimo</i>  orang Eskimo
O	᳞	<i>organisasi</i>

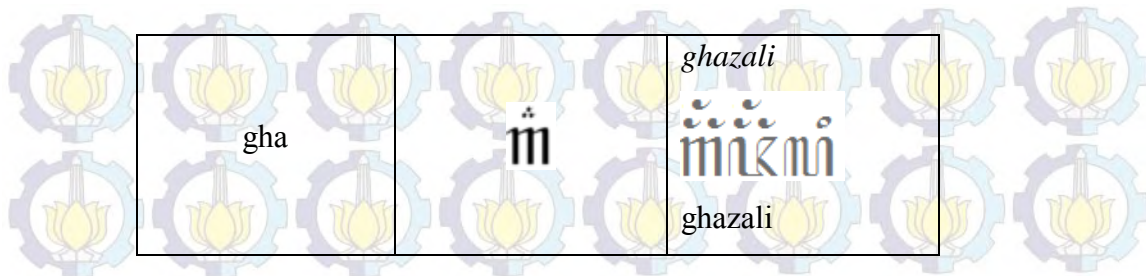
		 organisasi
--	--	--

2.5.3.4. Aksara *Rekan* dan Aksara Pasangannya

Aksara *rekan* berjumlah lima buah yaitu *kha*, *dza*, *fa/va*, *za*, dan *gha*. Aksara *rekan* dipakai untuk menuliskan aksara konsonan pada kata-kata asing yang masih dipertahankan seperti aslinya. Aksara *rekan* dapat menjadi aksara pasangan, dapat diberi pasangan, serta dapat diberi *sandangan*. Tabel 2.4 menunjukkan daftar aksara *rekan* dan aksara pasangan masing-masing, serta contoh pemakaiannya di dalam kata (nama aksara diletakkan di depan masing-masing aksara).

Tabel 2.4 Penggunaan Aksara *Rekan*

Nama Aksara <i>Rekan</i>	Wujud Aksara <i>Rekan</i>	Pemakaian di dalam Kata
kha	كَا	<i>khatib</i>  <i>khatib</i>
dza	ذَا	<i>dzikir</i>  <i>dzikir</i>
fa/va	فَا	<i>vitamin</i>  <i>vitamin</i>
za	زَا	<i>zakat</i>  <i>zakat</i>



2.4. Adaptive Threshold

Thresholding merupakan salah satu teknik segmentasi yang baik digunakan untuk citra dengan perbedaan nilai intensitas yang signifikan antara latar belakang dan objek utama. Dalam penerapannya, *thresholding* membutuhkan suatu nilai yang digunakan sebagai nilai pembatas antara objek utama dengan latar belakang dan nilai tersebut dinamakan dengan *threshold*.

Berdasarkan teknik yang ada saat ini, *thresholding* dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu *thresholding global* dan *thresholding lokal* (adaptif). *Thresholding* lokal bertujuan untuk menangani kesulitan yang disebabkan oleh intensitas variasi, dimana nilai *threshold* ditentukan dari setiap piksel berdasarkan nilai *grayscale* sendiri dan nilai *grayscale* tetangga. Oleh karena itu, pendekatan ini disebut algoritma *thresholding* adaptif. Beberapa algoritma *thresholding* adaptif yang telah dikembangkan yaitu metode Niblack (1986), Sauvola (2000), dan Bernsen (1986).

Niblack (1986) mengusulkan algoritma untuk menghitung nilai *threshold* untuk setiap piksel dengan menggeser *window* di citra. Nilai *threshold* T dihitung menggunakan rata-rata dan nilai intensitas citra.

$$T = m + k\sigma \quad (2.1)$$

dimana k adalah konstanta (nilai antara 0 sampai 1) dengan nilai *window size* ditentukan secara manual. Misalnya, nilai *window size*nya 15x15, m adalah nilai *mean*, dan σ adalah standar deviasi dari nilai piksel. Hasil dari metode Niblack tergantung parameter k dan nilai *window size*.

Metode Sauvola terinspirasi dari metode Niblack. Metode ini bertujuan untuk mengatasi masalah *noise* yang berdampak pada nilai standar deviasi dengan

menggunakan berbagai nilai *gray-level* dari citra. Nilai *threshold* dihitung menggunakan persamaan (2.2).

$$T = m \left(1 - k \left(1 - \frac{\sigma}{R} \right) \right) \quad (2.2)$$

dimana nilai R adalah standar deviasi dari citra *grayscale* yaitu 128 dan k adalah nilai konstanta yang bernilai positif (biasanya nilai k yaitu 0,5). Metode ini mengatasi masalah terhadap *noise* hingga tingkat tinggi. Metode Sauvola membutuhkan nilai konstanta dan nilai *window size* yang dapat diatur secara manual.

Metode Bernsen mengusulkan metode *thresholding* berdasarkan nilai kontras. Nilai *threshold* dihitung dari nilai rata-rata minimum $I_{min}(i, j)$ dan nilai maksimum *gray* $I_{max}(i, j)$ dengan nilai *window size*. Metode ini bergantung pada nilai k dan nilai *window size* (w).

$$T(i, j) = 0,5 \{ \max_w [I(i + m, j + n)] \min_w [I(i + m, j + n)] \} \quad (2.3)$$

$$C(i, j) = I_{max}(i, j) - I_{min}(i, j) \geq 15 \quad (2.4)$$

2.5. Morfologi Matematika

Di dalam pengolahan citra digital, istilah morfologi matematika digunakan untuk mengolah struktur suatu obyek dalam citra sedemikian rupa sehingga diperoleh struktur objek yang diinginkan. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, dibutuhkan sebuah alat yaitu morfologi matematika.

Morfologi matematika adalah suatu metode untuk mendapatkan informasi struktur geometri suatu citra obyek dengan melakukan transformasi dengan suatu elemen penstruktur yaitu obyek yang bentuk dan ukurannya lebih sederhana.

Morfologi matematika juga dapat digunakan untuk *praprocessing* dan *postprocessing* dari analisa citra, seperti (*thinning*, *filtering*, dan sebagainya).

Operasi-operasi morfologi matematika berbasis pada teori himpunan. Dalam hal ini himpunan mewakili sebuah citra.

2.5.1. Konsep Dasar Teori Himpunan

Jika diketahui bahwa A, B, C, D adalah himpunan dalam Z^2 maka:

- $a = (a_1, a_2)$ adalah elemen dari A , maka dituliskan $a \in A$
- jika a bukan elemen A , dituliskan $a \notin A$
- \emptyset adalah himpunan kosong
- jika tiap elemen dari himpunan A adalah juga elemen dari himpunan B , maka A adalah *subset* dari B , dan dituliskan $A \subseteq B$
- union* atau gabungan himpunan A dan B , dinyatakan dengan $C = A \cup B$, adalah himpunan dari semua elemen anggota A, B , atau keduanya
- irisan dari himpunan A dan B , dinyatakan dengan $D = A \cap B$, adalah himpunan dari semua elemen yang merupakan anggota A dan B
- dua himpunan A dan B disebut *disjoint* jika kedua himpunan tersebut tidak memiliki elemen bersama. Dalam kasus ini, $A \cap B = \emptyset$
- komplemen himpunan A adalah himpunan elemen yang bukan anggota A , memiliki definisi $A^c = \{w | w \notin A\}$
- selisih dua himpunan A dan B , yaitu $A - B = \{w | w \in A, w \notin B\} = A \cap B^c$
- refleksi dari himpunan B adalah $\hat{B} = \{w | w = -b, b \in B\}$
- translasi dari himpunan A dengan titik $z = (z_1, z_2)$, dinyatakan dengan A_z , memiliki definisi $A_z = \{c | c = a + z, a \in A\}$

2.5.2. Operasi Logika Dasar

Operasi logika dasar yang sering digunakan pada citra biner adalah *AND*, *OR*, *NOT*, *XOR*, dan *NAND*.

Tabel 2.5 Operasi logika dasar *AND* dan *OR*

Masukan 1	Masukan 2	<i>AND</i>	<i>OR</i>
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	1

Tabel 2.5 menunjukkan operasi logika dasar *AND* dan *OR*. Operasi logika *AND* akan bernilai 1 jika kedua *input* bernilai 1. Jika salah satu dari *input* bernilai 0, maka hasil *output* bernilai 0. Sedangkan operasi logika *OR*, jika kedua *input* bernilai 0, maka *output* bernilai 0. Jika salah satu *input* bernilai 1, maka *output* yang dihasilkan bernilai 1.

Tabel 2.6 Operasi logika dasar *NOT*

Masukan	Keluaran
0	1
1	0

Tabel 2.6 menunjukkan operasi logika dasar *NOT*. Jika *input* bernilai 0, maka *output* bernilai 1 dan jika *input* bernilai 1, maka *output* bernilai 0.

Tabel 2.7 Operasi logika dasar *XOR* dan *NAND*

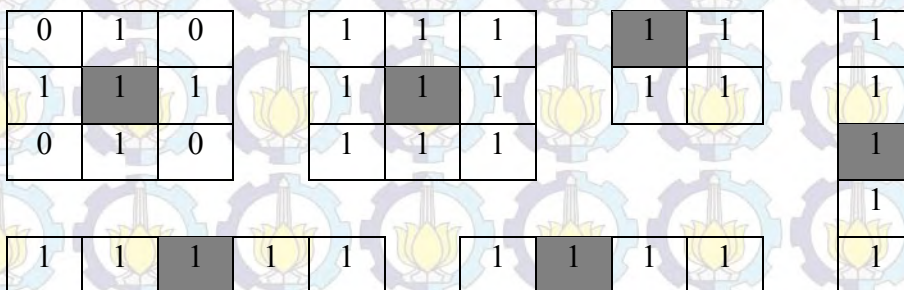
Masukan 1	Masukan 2	<i>XOR</i>	<i>NAND</i>
0	0	0	1
0	1	1	1
1	0	1	1
1	1	0	0

Tabel 2.7 menunjukkan operasi logika dasar *XOR* dan *NAND*. Pada operasi logika dasar *XOR*, jika kedua *input* bernilai sama, maka *output* bernilai 0. Pada logika dasar *NAND*, jika kedua *input* bernilai 1, maka *output* bernilai 0.

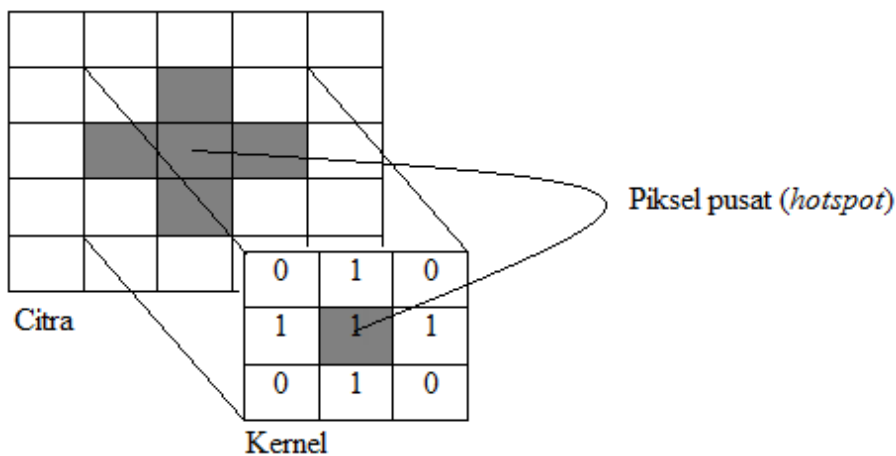
2.5.3. Operasi Dasar Morfologi Matematika

Secara umum, pemrosesan citra secara morfologi matematika dilakukan dengan cara mem-*passing* sebuah *structuring element* terhadap sebuah citra dengan cara yang hampir sama dengan konvolusi. Operasi morfologi matematika juga dapat digunakan untuk mengolah citra *biner* yang memiliki dua kemungkinan yaitu 1 untuk *foreground pixel* dan 0 untuk *background pixel*.

Dalam operasi morfologi digunakan dua input himpunan yaitu citra *biner* dan *structuring element* (SE) yang sering disebut dengan kernel (Gambar 2.9). *Structuring element* dapat diibaratkan dengan *mask* pada pemrosesan citra biasa (bukan secara morfologi matematika). *Structuring element* dapat berbentuk sembarang dan memiliki titik poros (disebut juga titik *origin*/titik asal/titik acuan). Piksel pusat atau dapat disebut dengan nama *hotspot* ditandai dengan warna abu-abu. Piksel pusat ini yang menjadi pusat dalam melakukan operasi terhadap citra (Gambar 2.10).



Gambar 2.9 Kernel *structuring element*



Gambar 2.10 Operasi kernel terhadap citra

2.5.3.1. Dilasi

Dilasi merupakan proses penggabungan titik-titik latar (0) menjadi bagian dari objek (1), berdasarkan *structuring element* B yang digunakan. A, B merupakan himpunan dalam Z^2 dengan komponen $a = (a_1, a_2)$ dan $b = (b_1, b_2)$.

Secara matematis, *dilasi* dapat dituliskan pada persamaan (2.5) atau persamaan (2.6).

$$A \oplus B = \{x | (\hat{B})_x \cap A \neq \emptyset\} \quad (2.5)$$

$$A \oplus B = \{x | [(\hat{B})_x \cap A] \subseteq A\} \quad (2.6)$$

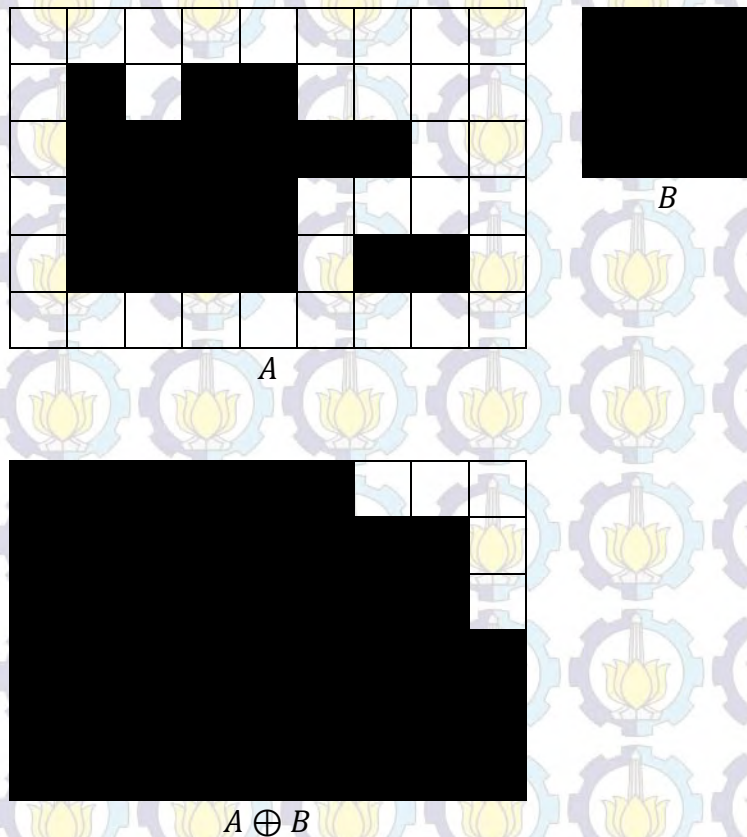
B disebut elemen penstruktur *dilasi*. Proses *dilasi* dilakukan dengan membandingkan setiap piksel citra *input* dengan nilai pusat struktur elemen dengan cara melapiskan struktur elemen dengan citra sehingga pusat struktur elemen tepat dengan posisi piksel citra yang diproses.

Jika paling sedikit ada 1 piksel pada struktur elemen sama dengan nilai piksel objek (*foreground*) citra, maka piksel *input* diset nilainya dengan nilai piksel *foreground* dan bila semua piksel yang berhubungan adalah *background* maka piksel *input* diberi nilai piksel *background*. Proses serupa dilanjutkan dengan menggerakkan (translasi) struktur elemen piksel demi piksel pada citra *input*.

Semakin besar ukuran struktur elemen maka semakin besar perubahan yang terjadi. Efek *dilasi* terhadap citra biner adalah memperbesar batas dari objek yang ada sehingga objek terlihat semakin besar dan lubang-lubang yang terdapat di tengah objek akan tampak mengecil. Contoh operasi *dilasi* dengan menggunakan persamaan (2.5).

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A \oplus B = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$



Gambar 2.11 Visualisasi operasi *dilasi*

Gambar 2.11 menunjukkan visualisasi operasi *dilasi*. Terdapat 2 citra yaitu citra A dan citra B. Citra A sebagai *input* dan citra B sebagai kernel 3x3. Kedua citra tersebut dilakukan proses *dilasi* menggunakan persamaan (2.5). Maka akan didapatkan citra hasil dilasi yaitu $A \oplus B$.

2.6. Connected Component Labeling

Connected component labeling (komponen terhubung) adalah proses pemberian label yang berbeda pada setiap karakter sehingga karakter yang satu dengan yang lain dapat dipisahkan berdasarkan label yang dimilikinya. Proses ekstraksi *connected component labeling* menghasilkan objek baru dimana kelompok *pixel* tersebut terhubung dengan diberikan nilai *integer* secara berurutan, misalnya latar belakang memiliki nilai 0, *pixel* objek pertama diberikan nilai 1, *pixel* objek berikutnya diberikan nilai 2, dan seterusnya.

Connected component labeling dilakukan dengan memeriksa suatu citra dan mengelompokkan setiap *pixel* ke dalam suatu komponen terhubung menurut aturan keterhubungan (4, 8, atau *m-connectivity*). Setiap komponen terhubung yang saling tidak terhubung (*disjoin*) pada suatu citra akan diberi label berbeda. Untuk menentukan piksel mana saja yang disekelilingi piksel $f(i, j)$ yang terkoneksi dengan piksel $f(i, j)$, terlebih dahulu harus diketahui kriteria konektivitasnya, apakah 4-konektivitas atau 8-konektivitas.

Untuk konektivitas 4, diantara 8 piksel yang mengelilingi $f(i, j)$ yang dianggap terkoneksi adalah piksel pada arah vertikal dan horisontal. Jadi piksel disekeliling piksel $f(i, j)$ yang terkoneksi pada $f(i, j)$ dengan konektivitas 4 adalah $f(i - 1, j), f(i, j - 1), f(i, j + 1), f(i + 1, j)$ (Gambar 2.12).

	$f(i - 1, j)$	
$f(i, j - 1)$	$f(i, j)$	$f(i, j + 1)$
	$f(i + 1, j)$	

Gambar 2.12 Operator 4-konektivitas

Untuk kriteria konektivitas 8, diantara 8 piksel yang mengelilingi $f(i, j)$ yang dianggap terkoneksi adalah piksel pada arah vertikal, horisontal, dan diagonal. Jadi semua piksel yang mengelilingi $f(i, j)$ terkoneksi dengan $f(i, j)$ (Gambar 2.13).

$f(i - 1, j - 1)$	$f(i - 1, j)$	$f(i - 1, j + 1)$
$f(i, j - 1)$	$f(i, j)$	$f(i, j + 1)$
$f(i, j - 1)$	$f(i + 1, j)$	$f(i + 1, j + 1)$

Gambar 2.13 Operator 8-konektivitas

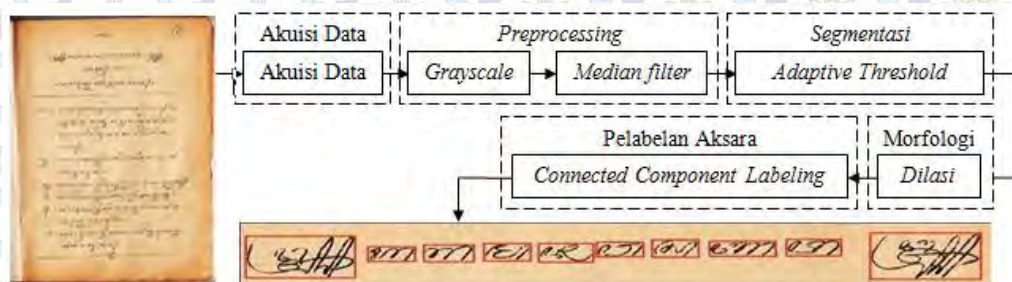
[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB III METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini membahas tentang rancangan penelitian. Rancangan penelitian ini terdapat empat proses yaitu akuisi data, proses *preprocessing*, proses segmentasi, dan tahap terakhir yaitu pelabelan aksara.

3.1 Gambaran Umum Sistem Segmentasi Tulisan Aksara Jawa

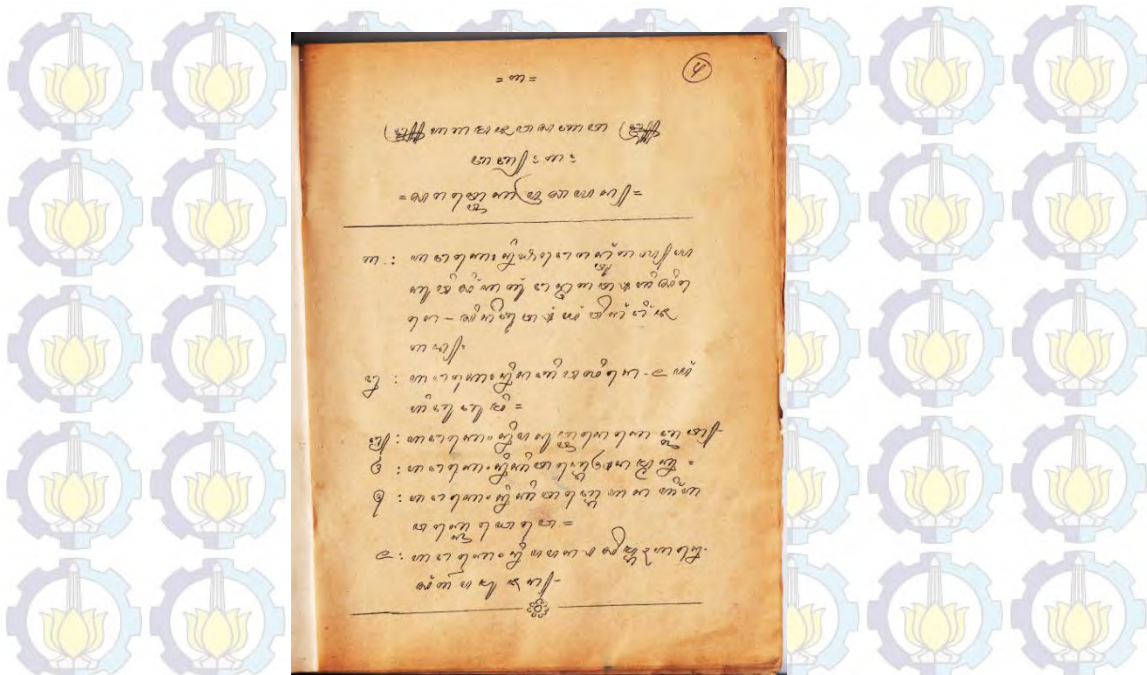
Penelitian ini diawali dengan proses akuisi data. Selanjutnya dilakukan proses *preprocessing* yang terdiri dari *grayscale* dan *median filter*. Setelah proses *preprocessing*, dilanjutkan dengan proses segmentasi citra. Proses segmentasi citra pada penelitian ini menggunakan *adaptive threshold*. Tahap terakhir yaitu tahap pelabelan aksara yaitu menggunakan *dilasi* dan *connected component labeling*. Gambar 3.1 menunjukkan desain sistem dalam penelitian ini.



Gambar 3.1 Desain sistem penelitian

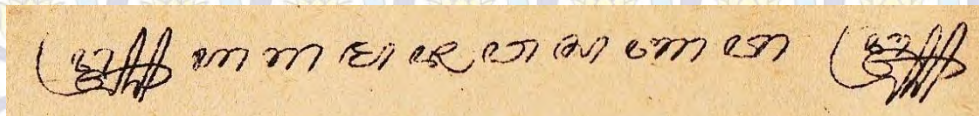
3.2 Proses Akuisi Data

Akuisi data adalah tahap awal untuk mendapatkan citra digital. Tujuan dari akuisi data adalah mengambil data dari data analog naskah tulisan Aksara Jawa menjadi citra tulisan Aksara Jawa menggunakan *scanner*. Data yang telah diperoleh akan diolah untuk proses segmentasi citra tulisan Aksara Jawa. Data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan naskah tulisan Aksara Jawa milik R. Agus Sudjatmoko Surosudirdjo (Gambar 3.2).



Gambar 3.2 Data citra tulisan Aksara Jawa

Langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan daerah yang akan dianalisis pada citra tulisan Aksara Jawa. Setelah menentukan daerah tersebut, kemudian di-*crop* per baris lalu dianalisa lebih lanjut (Gambar 3.3).



Gambar 3.3 Hasil *crop* citra tulisan Aksara Jawa

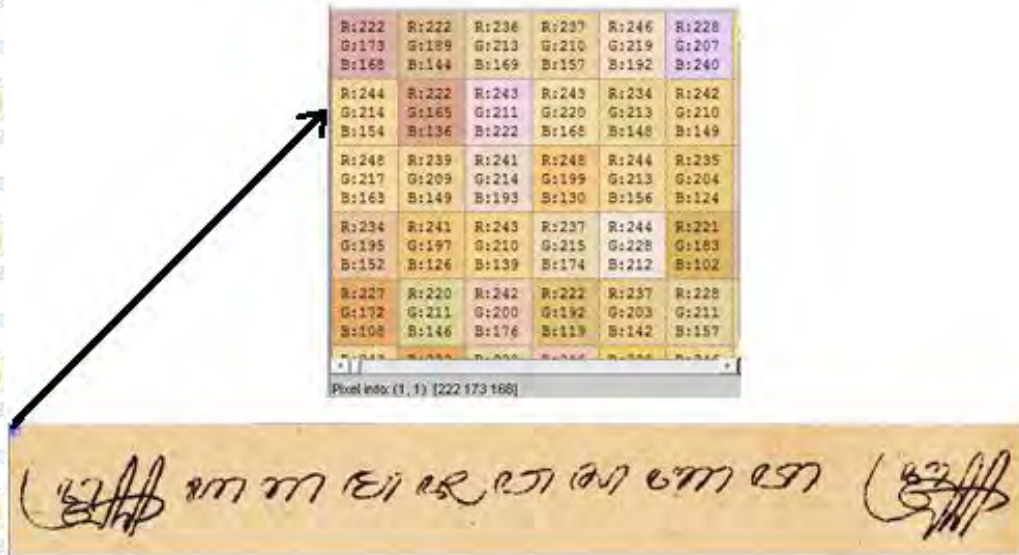
3.3 Proses *Preprocessing*

Proses *preprocessing* diawali dengan mengubah citra warna menjadi citra *grayscale*. Setelah proses *grayscale*, dilakukan proses *median filter*. Proses *median filter* dapat mereduksi *noise* atau derau citra.

3.3.1 *Grayscale*

Jenis citra digital yang diperoleh dari hasil akuisi data yaitu citra berwarna atau *true colour*. Setiap piksel pada citra warna mempunyai tiga warna dasar yaitu *red*, *green*, *blue* (RGB). Setiap warna dasar mempunyai intensitas sendiri dengan

nilai maksimum 255 (8 bit). Jumlah kombinasi warna yang mungkin untuk format citra ini adalah $2^8 \times 2^8 \times 2^8 = 2^{24} = 16$ juta warna lebih, dengan demikian bisa dianggap mencakup semua warna yang ada.



Gambar 3.4 Citra Aksara berwarna (*true colour*)

Gambar 3.4 menunjukkan citra Aksara berwarna. Nilai tiap piksel mengandung nilai *red*, *green*, dan *blue*. Tampak titik piksel (1,1) mempunyai nilai $RGB = 222,173,168$.

Proses selanjutnya yaitu merubah citra warna menjadi citra *grayscale*. Pada umumnya warna yang dipakai adalah antara hitam sebagai warna minimal dan putih sebagai warna maksimalnya, sehingga warna antaranya adalah abu-abu.

$$Gray(i, j) = (0,2989 * Red(i, j)) + (0,5870 * Green(i, j)) + \dots + (0,1140 * Blue(i, j)) \quad (3.1)$$

Tabel (3.1) menunjukkan nilai piksel citra *input* pada gambar (3.4). Untuk mendapatkan nilai *grayscale*, gunakan persamaan (3.1). Misal perhitungan pada piksel (1,1). $f(1,1) = (0,2989 * 222) + (0,5870 * 173) + (0,1140 * 168) = 187$. Tabel (3.2) pada piksel (1,1) menunjukkan angka 187. Hasil tersebut sama dengan hasil perhitungan menggunakan persamaan (3.1).

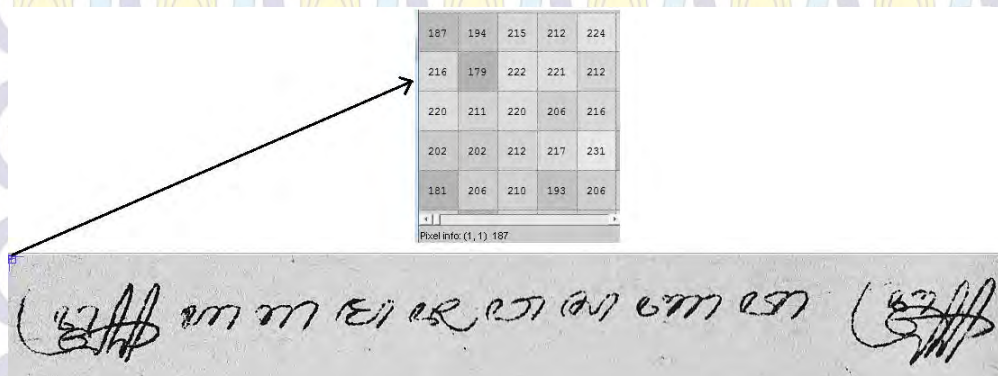
Tabel 3.1 Nilai piksel citra *input*

222,173,168	222,189,144	236,213,169	237,210,157
244,214,154	222,165,136	243,211,222	243,220,168
248,217,163	239,209,149	241,214,193	248,199,130
234,195,152	241,197,126	243,210,139	237,199,130

Tabel 3.2 Nilai piksel citra *grayscale*

187	194	215	212
216	179	222	221
220	211	220	206
202	202	212	217

Terlihat adanya perbedaan antara gambar (3.4) dan gambar (3.5). Gambar (3.4) menunjukkan adanya kombinasi nilai intensitas warna merah, hijau, dan biru dari masing-masing piksel. Sedangkan gambar (3.5) menunjukkan hasil *grayscale* dari intensitas warna merah, kuning, dan hijau.



Gambar 3.5 Citra Aksara hasil *grayscale*

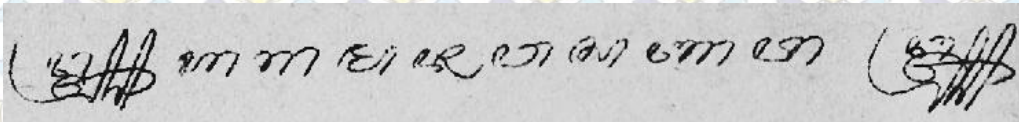
3.3.2 Median Filter

Hasil dari citra *grayscale*, dilanjutkan dengan proses *median filter*. *Median filter* dipakai untuk mereduksi *noise* atau derau citra. *Median filter* bekerja dengan mengevaluasi tingkat *brightness* dari suatu piksel dan menentukan piksel mana

yang tingkat *brightness*-nya adalah nilai *median* (nilai tengah) dari semua piksel. Nilai *median* ditentukan dan menempatkan *brightness* piksel pada urutan yang bertingkat dan memilih nilai tengah, sehingga angka yang didapat dari *brightness* piksel yang ada menjadi kurang dari dan lebih dari nilai tengah yang didapat. Secara matematis, *median filter* dapat ditulis pada persamaan (3.2).

$$Med(i, j) = median(f(i - 1, j - 1), f(i - 1, j), f(i - 1, j + 1), \dots, f(i, j - 1), f(i, j), f(i, j + 1), \dots, f(i + 1, j - 1), f(i + 1, j), f(i + 1, j + 1)) \quad (3.2)$$

Median filter tidak langsung dihitung dari konvolusi *mask*, tetapi terlebih dahulu akan diurutkan menurut nilai intensitas lalu nilai tengahnya yang akan dipilih. *Median filter* ini akan menghilangkan nilai piksel yang amat berbeda dengan tetangga-tetangganya. Citra hasil *median filter* ditunjukkan pada gambar (3.6).



Gambar 3.6 Citra Aksara hasil *median filter*

3.4 Proses Segmentasi

Hasil dari proses *median filter*, dilanjutkan dengan proses segmentasi. Segmentasi citra merupakan salah satu bagian penting dari pemrosesan citra yang bertujuan untuk membagi citra menjadi beberapa region yang homogen berdasarkan kriteria tertentu. Metode segmentasi yang diusulkan pada penelitian ini adalah *threshoding*. Dalam proses ini citra akan berubah menjadi citra biner yaitu citra yang memiliki dua nilai tingkat keabuan yaitu hitam dan putih. Secara matematis, *threshold* dapat dituliskan pada persamaan (3.3).

$$Thres(i, j) = \begin{cases} 1 & \text{if } f(i, j) \geq T \\ 0 & \text{if } f(i, j) < T \end{cases} \quad (3.3)$$

dengan $Thres(i, j)$ adalah citra biner dari *median filter* $f(i, j)$, dan T menyatakan nilai ambang *threshold*. Nilai T memegang peranan yang sangat penting dalam proses pengambangan. Kualitas hasil citra biner sangat tergantung pada nilai T yang digunakan.

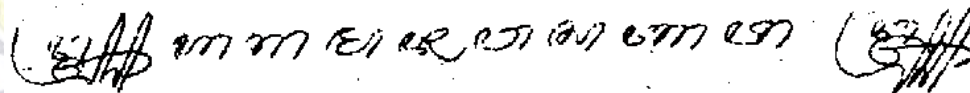
Penelitian ini menggunakan *local adaptive threshold*. Nilai ambang *threshold* pada *local adaptive threshold* dapat dihitung menggunakan persamaan (3.4), (3.5), dan (3.6).

$$T = \frac{\sum_{(i,j)} \sum_{\in W} f(i, j)}{N_W} - k \quad (3.4)$$

$$T = \text{median}\{f(i, j), (i, j) \in W\} \quad (3.5)$$

$$T = \frac{\max_{(i,j) \in W} f(i, j) + \min_{(i,j) \in W} f(i, j)}{2} \quad (3.6)$$

dengan W menyatakan blok yang diproses, N_W menyatakan banyaknya piksel pada setiap blok W dan k menyatakan konstanta yang dapat ditentukan secara bebas. Bila $k = 0$, berarti nilai ambang sama dengan nilai rata-rata setiap piksel pada blok yang bersangkutan. Persamaan (3.4), (3.5), dan (3.6) berturut-turut menghitung nilai T dengan menghitung nilai rata-rata median dan rata-rata nilai maksimum dan minimum dari piksel di dalam blok *window*. Gambar 3.7 menunjukkan citra hasil *local adaptive threshold*.



Gambar 3.7 Citra Aksara hasil *local adaptive threshold*

Algoritma *adaptive threshold* yang telah berkembang yaitu Niblack, Sauvola, dan Bernsen. Nilai *threshold* pada Niblack dihitung menggunakan rata-rata dan nilai intensitas citra. Secara matematis, dapat ditulis menggunakan persamaan (3.7).

$$T = m + k\sigma \quad (3.7)$$

Metode berikutnya yaitu Sauvola. Nilai *threshold* pada Sauvola dihitung menggunakan persamaan (3.8).

$$T = m \left(1 - k \left(1 - \frac{\sigma}{R} \right) \right) \quad (3.8)$$

dimana nilai R adalah standar deviasi dari *grayscale* yaitu 128, dan k adalah nilai konstanta yang bernilai positif.

Metode *thresholding* pada Bernsen berdasarkan nilai kontras. Nilai *threshold* dihitung dari nilai rata-rata minimum $I_{min}(i, j)$ dan nilai maksimum gray $I_{max}(i, j)$ dengan nilai *window size*.

3.5 Proses Morfologi Matematika

Hasil *threshold* yang menghasilkan citra *biner*, selanjutnya akan dilakukan proses morfologi matematika yaitu proses *dilasi*. *Dilasi* merupakan proses penggabungan titik-titik latar (0) menjadi bagian dari objek (1) berdasarkan *structuring element B* yang digunakan. Secara matematis, *dilasi* dapat dituliskan pada persamaan (3.9).

$$A \oplus B = \left\{ x \mid (\hat{B})_x \cap A \neq \emptyset \right\} \quad (3.9)$$

Proses *dilasi* digunakan untuk memberi efek memperbesar batas objek yang ada sehingga objek terlihat semakin besar dan lubang-lubang yang terdapat di tengah objek akan tampak mengecil. Hasil dari *dilasi* dapat dilihat pada gambar (3.8).



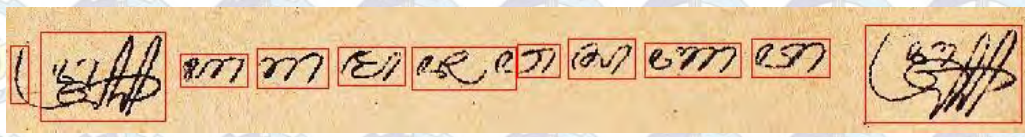
Gambar 3.8 Citra Aksara hasil *dilasi*

3.6 Proses Pelabelan Aksara

Setelah didapatkan hasil *dilasi*, dilanjutkan dengan proses pelabelan aksara. Proses ini digunakan untuk memberi label yang berbeda pada setiap karakter sehingga karakter yang satu dengan yang lain dapat dipisahkan berdasarkan label yang dimilikinya. Proses pelabelan aksara menggunakan *connected component labeling*. *Connected component labeling* dilakukan dengan memeriksa suatu citra dan mengelompokkan setiap *pixel* ke dalam suatu komponen terhubung menurut aturan keterhubungan (4, 8, atau *m-connectivity*). Setiap komponen terhubung yang saling tidak terhubung (*disjoin*) pada suatu citra akan diberi label berbeda.

Algoritma *connected component labeling* adalah sebagai berikut:

1. memberi label berbeda pada setiap piksel hitam. Label yang diberikan berupa angka dan diberikan secara berurutan mulai dari angka satu.
2. penggantian nilai label dengan melakukan *scan* pada citra secara mendatar dari kiri ke kanan, yang dimulai dari atas citra hingga ke bawah citra. Pada proses ini apabila ditemukan piksel hitam, akan dilakukan pengecekan nilai label dari piksel hitam tersebut dengan nilai piksel hitam disebelah kiri dan nilai label pada piksel hitam disebelah atas. Nilai label yang terkecil akan menggantikan nilai label dari dua piksel hitam yang lain.
3. penggantian nilai label dengan melakukan *scan* pada citra secara mendatar dari kanan ke kiri, yang dimulai dari bawah citra hingga ke atas citra. Pada proses ini apabila ditemukan piksel hitam, akan dilakukan pengecekan nilai label dari piksel hitam tersebut dengan nilai pada piksel hitam disebelah kanan dan nilai label pada piksel hitam disebelah bawah. Nilai label yang terkecil akan menggantikan nilai label dari dua piksel hitam yang lain.
4. ulangi langkah 2 dan 3 hingga tidak ada nilai label yang berubah.
5. memisahkan karakter yang satu dengan lainnya berdasarkan label yang dimiliki oleh karakter tersebut. Hasil dari proses pelabelan aksara dapat dilihat pada gambar (3.9).

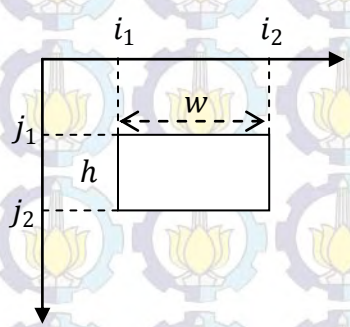


Gambar 3.9 Citra hasil pelabelan Aksara

Citra Aksara dari hasil segmentasi menggunakan *connected component labeling* (gambar 3.9) akan dipotong menjadi satu bagian dari citra menggunakan operasi *cropping*. Sebuah citra di-*cropping* sebesar $w \times h$. Titik (i_1, j_1) dan (i_2, j_2) adalah koordinat titik pojok kiri atas dan pojok kanan bawah citra yang akan di-*crop*.

$$w = i_2 - i_1 \tag{3.10}$$

$$h = j_2 - j_1 \tag{3.11}$$



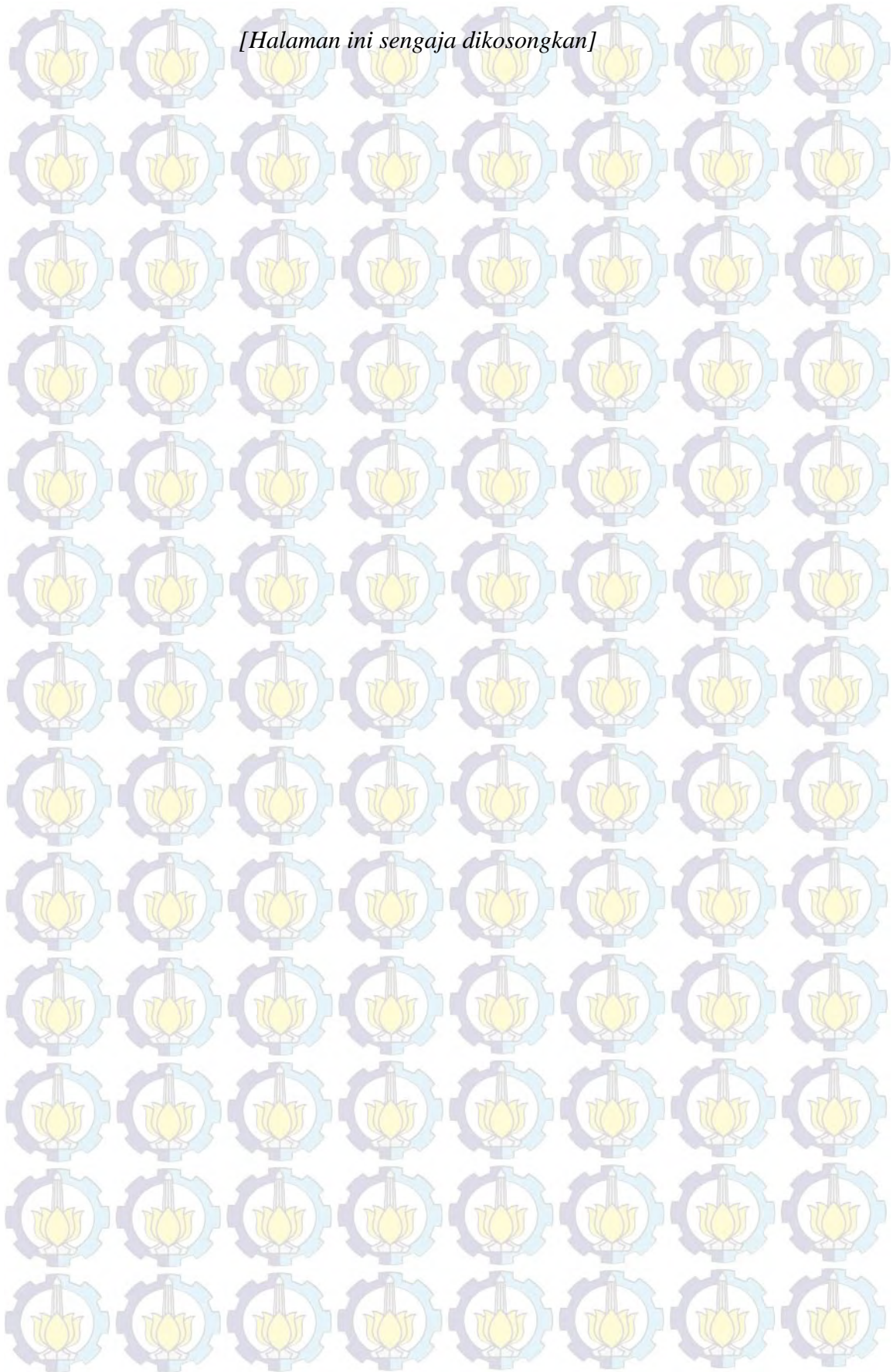
Gambar 3.10 Sebuah citra di-*cropping* sebesar $w \times h$



Gambar 3.11 Potongan citra hasil *cropping*

Gambar 3.10 menunjukkan sebuah citra di-*cropping* sebesar $w \times h$. Citra hasil *connected component labeling* akan di-*cropping* secara otomatis dengan menggunakan persamaan (3.10) dan (3.11). Hasil dari potongan citra dapat dilihat pada gambar (3.11).

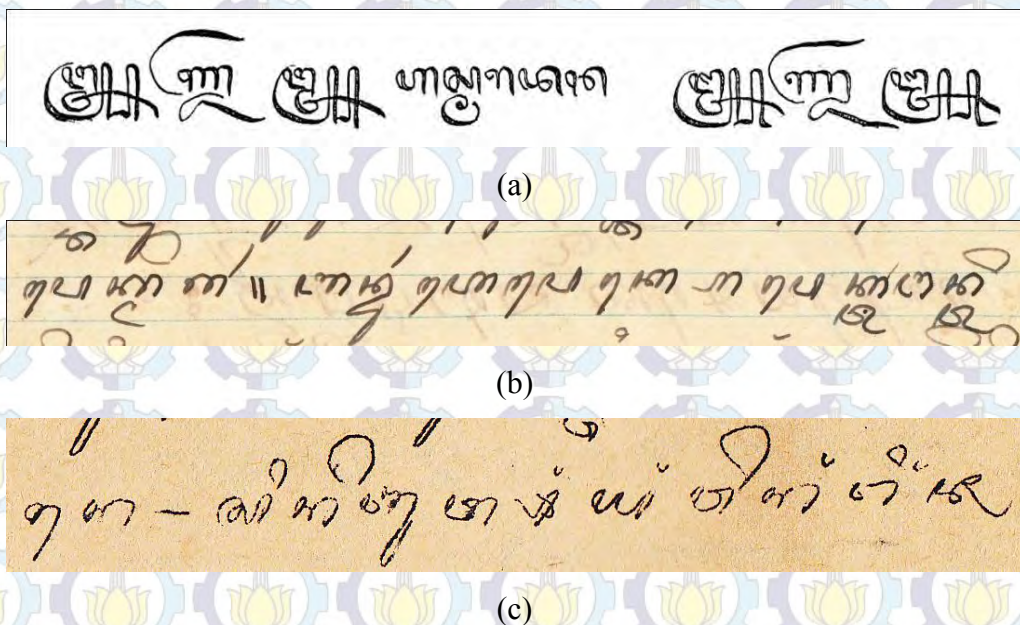
[Halaman ini sengaja dikosongkan]



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Uji Coba

Data yang digunakan dalam uji coba penelitian ini adalah citra Aksara Jawa yang terdiri dari 3 macam naskah Aksara Jawa dimana masing-masing naskah terdiri atas 10 citra. Tiap naskah merupakan jenis citra Aksara Jawa yang berbeda. Salah satu diantaranya adalah naskah karya KPH. Brontodiningrat dan naskah milik R. Agus Sudjatmoko Surosudirdjo. Citra tersebut memiliki berbagai macam model tulisan Aksara Jawa yang berbeda. Gambar 4.1 menunjukkan data citra yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 4.1 Data penelitian (a) citra DB_01, (b) citra DB_02, dan (c) citra DB_03

4.2 Proses Uji Coba

Uji coba yang dilakukan dalam penelitian ini terdapat dua jenis percobaan. Proses uji coba pertama menggunakan uji coba parameter dan proses yang kedua menggunakan uji coba perbandingan metode *global adaptive threshold* dengan *local adaptive threshold*.

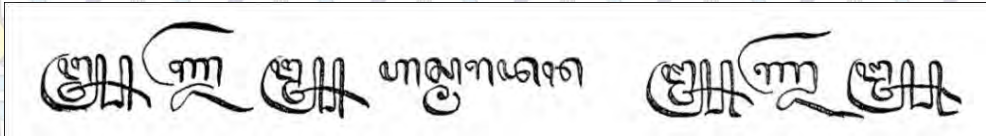
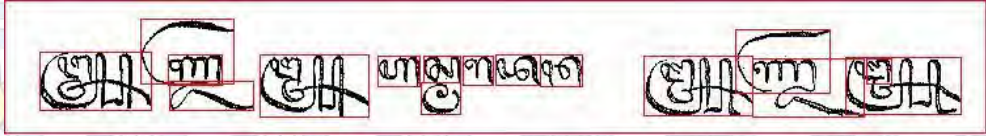
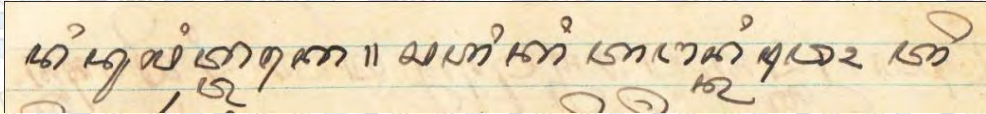
4.2.1 Uji Coba Parameter

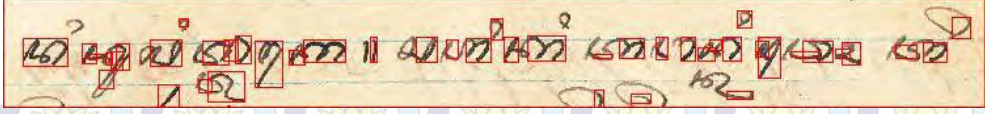
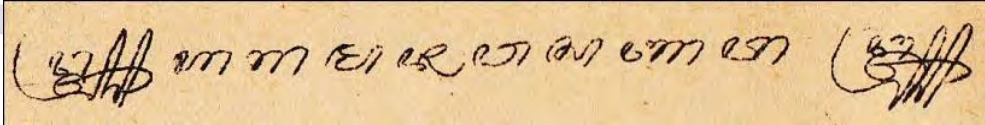

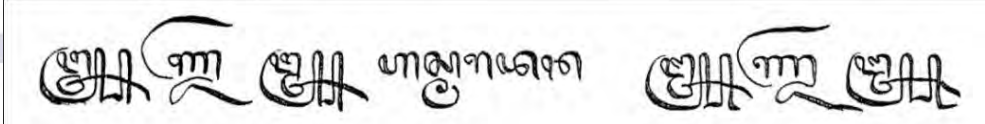
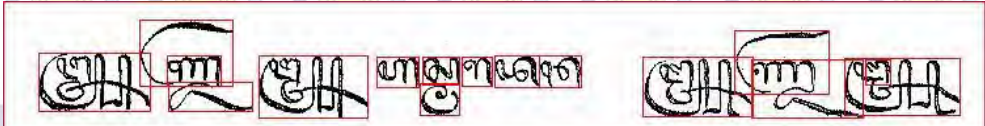
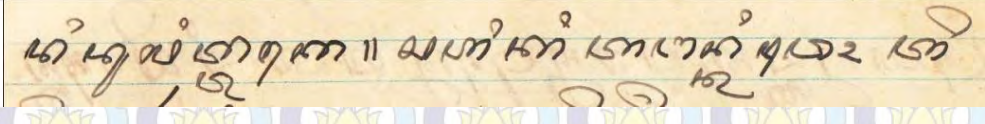

Pada penelitian ini dilakukan uji coba parameter pada *local adaptive threshold* dengan mengubah nilai *window size* (w) dan uji coba parameter pada tahap pelabelan Aksara dengan mengubah nilai struktur elemen dari proses *dilasi*. Hal ini menentukan untuk mengenali apakah suatu piksel dianggap sebagai *foreground* atau *background*. Oleh karena itu, pemilihan nilai *windows size* dan struktur elemen yang dianggap paling optimal sangat dibutuhkan dalam proses segmentasi Aksara.

4.2.1.1 Uji Coba Parameter Window Size

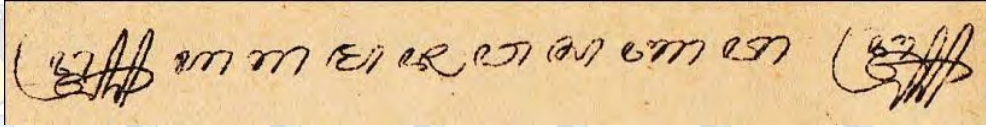
Uji coba parameter *window size* yaitu mencari ukuran *window* yang paling optimal yang dapat digunakan untuk proses *local adaptive threshold*. Tabel (4.1) menunjukkan hasil uji coba parameter ukuran *window* terhadap citra DB_01_01, DB_02_01, dan DB_03_01.

Tabel 4.1 Hasil uji coba parameter ukuran *window*

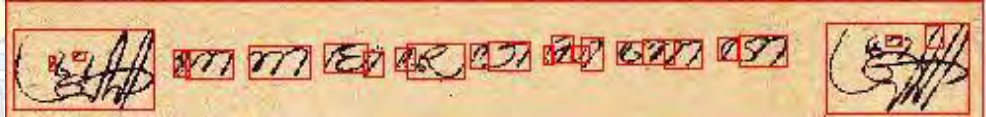
Ukuran <i>window</i> $w = 3$	
1	<p>DB_01_01</p> <p>Citra input</p>  <p>Citra output</p> 
2	<p>DB_02_01</p> <p>Citra input</p> 

	Citra output	
3	DB_03_01 Citra input	
	Citra output	
Ukuran window w = 15		
1	DB_01_01 Citra input	
	Citra output	
2	DB_02_01 Citra input	
	Citra output	

3 DB_03_01
Citra input

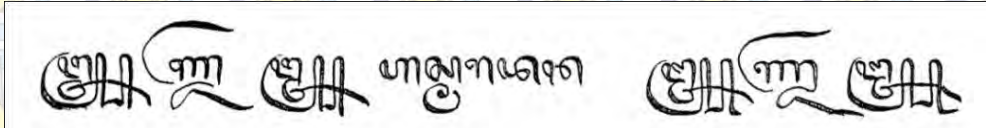


Citra output

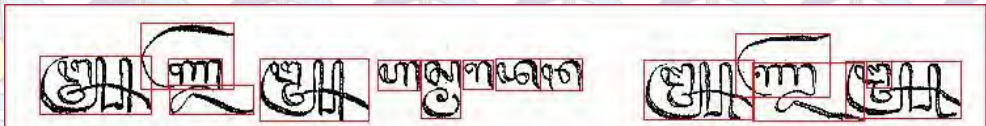


Ukuran window $w = 30$

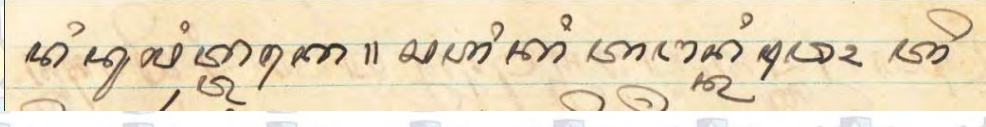
1 DB_01_01
Citra input



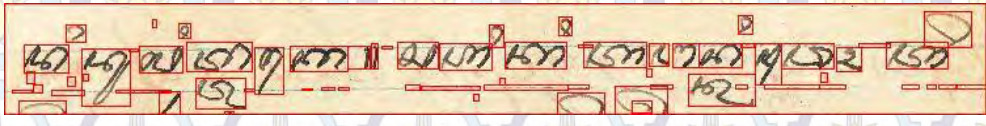
Citra output



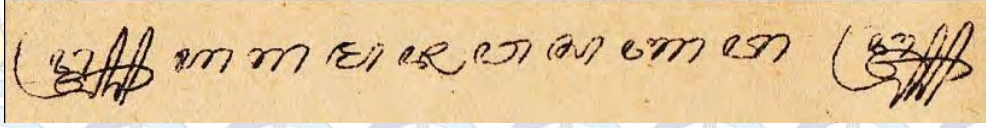
2 DB_02_01
Citra input



Citra output



3 DB_03_01
Citra input





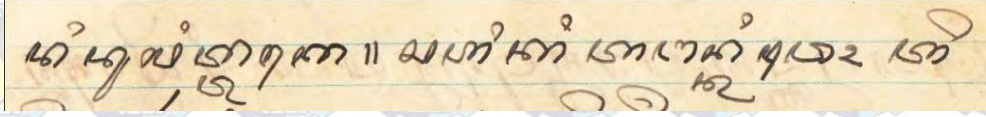
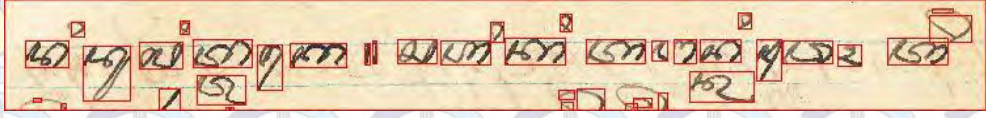
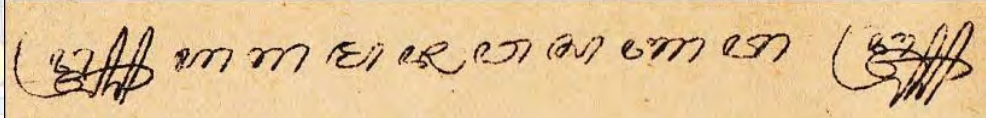
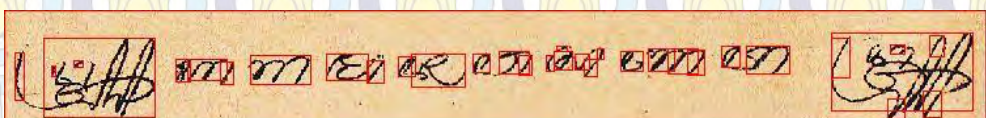
Hasil pengamatan menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran *window* maka semakin banyak blok citra yang dianggap sebagai *background* sehingga ada beberapa karakter yang hilang pada citra aksara. Sedangkan semakin besar ukuran *window* maka semakin banyak blok pada citra uji yang harus dilalui sehingga lebih banyak *background* yang dianggap sebagai karakter tampak pada citra hasil.

4.2.1.2 Uji Coba Parameter Struktur Elemen pada Dilasi

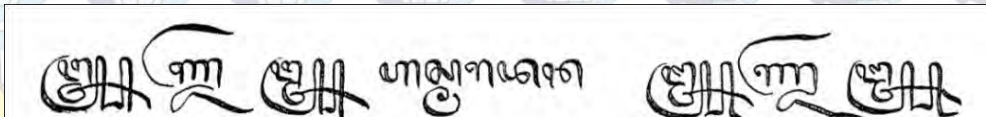
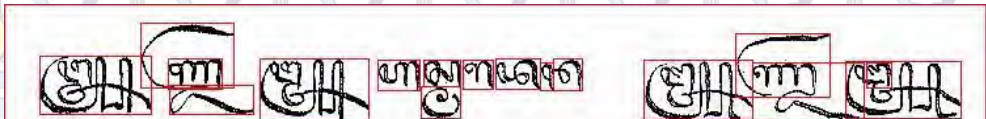
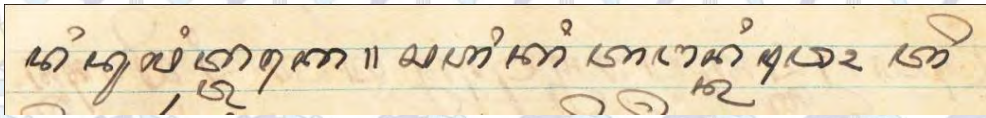
Uji coba selanjutnya yaitu uji coba parameter struktur elemen pada proses *dilasi*. Pada proses ini dilakukan 4 kali percobaan dengan mengubah nilai struktur elemen terhadap 3 data citra yang masing-masing citra terdiri dari 10 data citra. Tabel (4.2) menunjukkan hasil uji coba parameter struktur elemen terhadap citra DB_01_01, DB_02_01, dan DB_03_01.

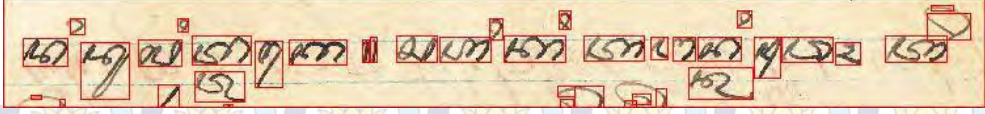
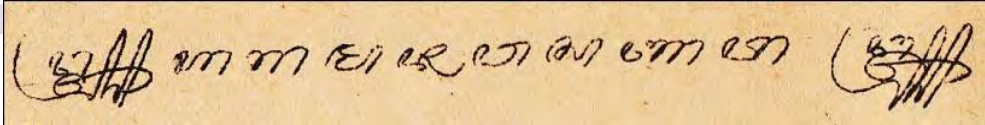
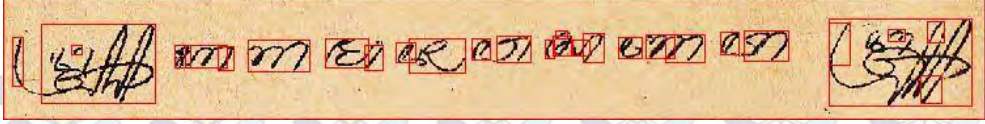
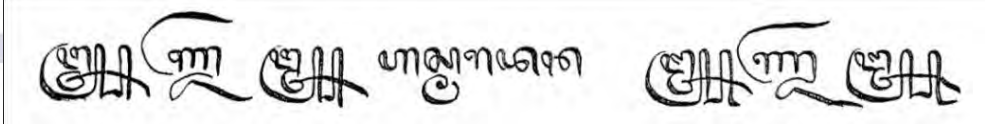

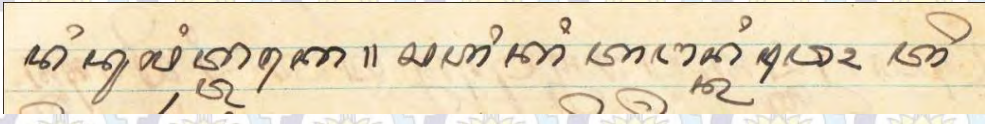

Tabel 4.2 Hasil uji coba parameter struktur elemen

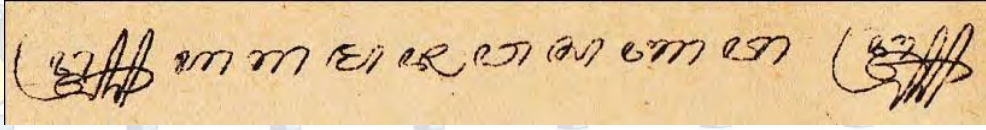
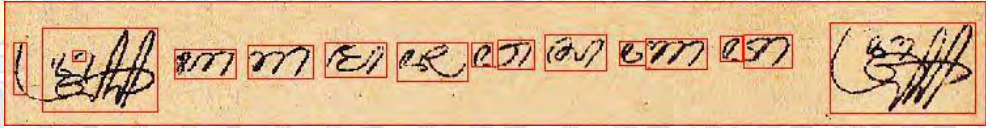
Struktur elemen $R = 1$	
1	<p>DB_01_01</p> <p>Citra input</p> <p>Citra output</p>

2	<p>DB_02_01</p> <p>Citra input</p>  <p>Citra output</p> 
3	<p>DB_03_01</p> <p>Citra input</p>  <p>Citra output</p> 

Struktur elemen $R = 3$

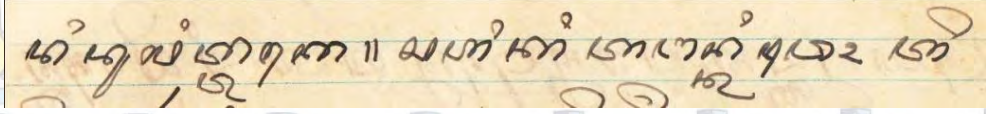
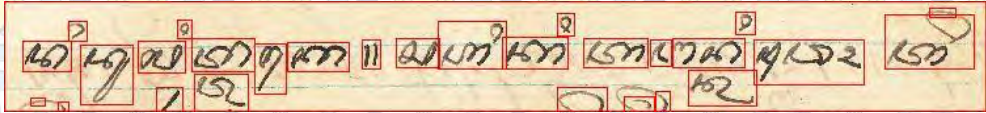
1	<p>DB_01_01</p> <p>Citra input</p>  <p>Citra output</p> 
2	<p>DB_02_01</p> <p>Citra input</p> 

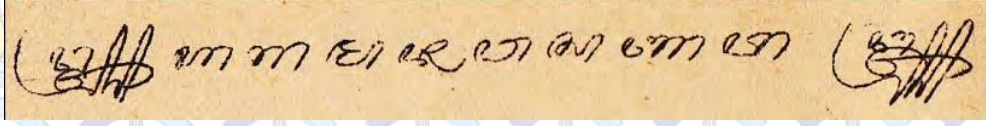
	Citra output	
3	DB_03_01 Citra input	
	Citra output	
Struktur elemen $R = 7$		
1	DB_01_01 Citra input	
	Citra output	
2	DB_02_01 Citra input	
	Citra output	

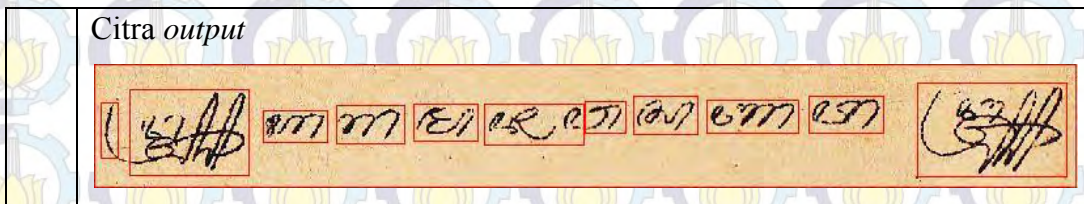
3	<p>DB_03_01</p> <p>Citra input</p>  <p>Citra output</p> 
---	--

Struktur elemen R = 10

1	<p>DB_01_01</p> <p>Citra input</p>  <p>Citra output</p> 
---	---

2	<p>DB_02_01</p> <p>Citra input</p>  <p>Citra output</p> 
---	--

3	<p>DB_03_01</p> <p>Citra input</p> 
---	---



Berdasarkan hasil pengamatan dari uji coba parameter struktur elemen *dilasi* yang telah dilakukan, semakin kecil nilai struktur elemen maka objek terlihat semakin kecil dan lubang-lubang yang terdapat di tengah objek akan tampak membesar. Sebaliknya semakin besar nilai struktur elemen *dilasi* maka objek terlihat semakin membesar dan lubang-lubang yang terdapat di tengah objek akan tampak mengecil.

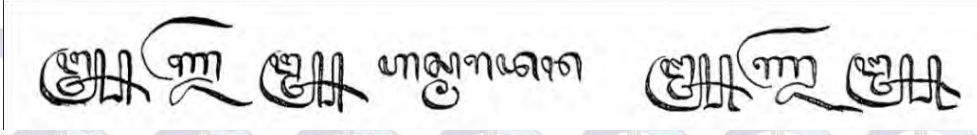
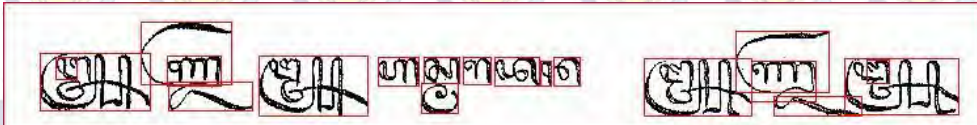
4.2.2 Uji Coba Perbandingan Metode

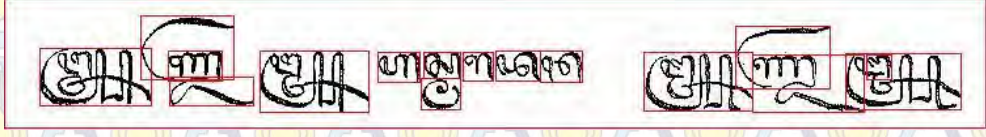
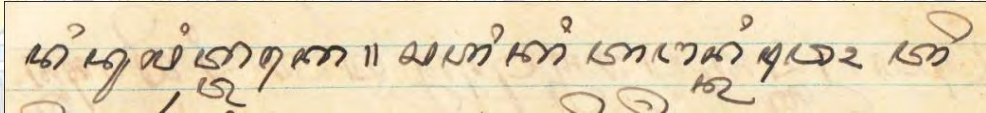
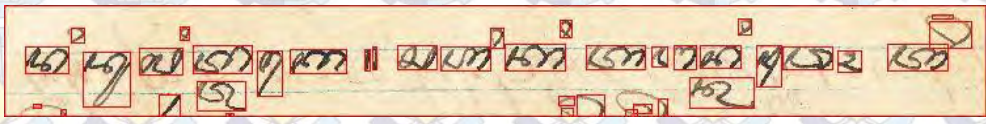

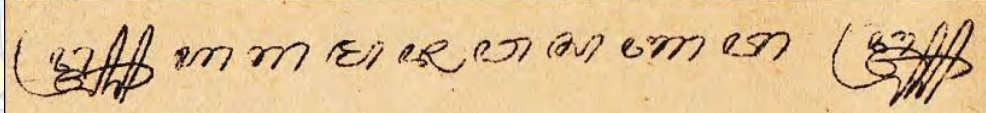
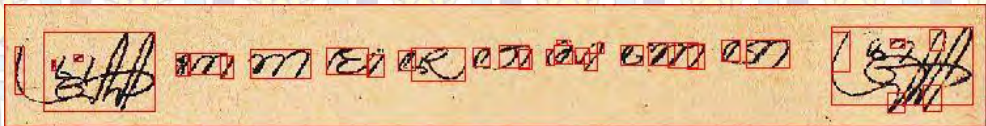

Uji coba yang kedua yaitu melakukan uji coba perbandingan *adaptive threshold* dengan *global threshold*.

4.2.2.1 Uji Coba Perbandingan *Adaptive Threshold* dengan *Global Threshold*

Uji coba perbandingan yang pertama adalah melakukan perbandingan citra hasil implementasi *adaptive threshold* dengan *global threshold*. Tabel (4.3) menunjukkan hasil uji coba antara *adaptive threshold* dengan *global threshold*.

Tabel 4.3 Hasil uji coba perbandingan *adaptive threshold* dengan *global threshold*

1	<p>DB_01_01 Citra <i>input</i></p>  <p>Citra hasil <i>adaptive threshold</i></p> 
---	---

	<p>Citra hasil <i>global threshold</i></p> 
2	<p>DB_02_01</p> <p>Citra <i>input</i></p>  <p>Citra hasil <i>adaptive threshold</i></p>  <p>Citra hasil <i>global threshold</i></p> 
3	<p>DB_03_01</p> <p>Citra <i>input</i></p>  <p>Citra hasil <i>adaptive threshold</i></p>  <p>Citra hasil <i>global threshold</i></p> 

Berdasarkan hasil pengamatan dari uji coba perbandingan *adaptive threshold* dengan *global threshold*, tampak hasil lebih baik terdapat pada *adaptive threshold*. Hal ini dibuktikan karena adanya sedikit *noise*. Pada *global threshold* ditemukan banyak *noise* yang seharusnya *foreground* dianggap objek.

4.3 Evaluasi Hasil Uji Coba Parameter

Evaluasi terhadap hasil uji coba parameter sangat dibutuhkan untuk mengetahui nilai parameter optimal yang akan digunakan pada proses selanjutnya. Sehingga implementasi algoritma *threshold* adaptif dapat memberikan hasil yang baik.

4.3.1 Evaluasi Hasil Uji Coba Parameter *Window Size*

Evaluasi untuk uji coba parameter ukuran *window* dapat dilihat pada tabel (4.4). Dengan memperhatikan tabel (4.4) dapat dilihat bahwa nilai optimal 76.64% dengan menggunakan *window size* sebesar 30.

Tabel 4.4 Uji coba parameter *window size*

No	Nama Citra	Ukuran Window		
		3	15	30
1	DB_01_01.jpg	74.75%	74.78%	76.64%
2	DB_01_02.jpg	56.50%	60.12%	64.65%
3	DB_01_03.jpg	48.96%	60.65%	57.32%
4	DB_01_04.jpg	55.80%	58.23%	62.54%
5	DB_01_05.jpg	58.82%	64.71%	65.60%
6	DB_01_06.jpg	30.66%	46.74%	38.89%
7	DB_01_07.jpg	31.82%	40.91%	37.27%
8	DB_01_08.jpg	67.37%	67.89%	76.15%
9	DB_01_09.jpg	51.00%	63.28%	62.43%
10	DB_01_10.jpg	58.26%	61.60%	57.25%
11	DB_02_01.jpg	28.57%	58.57%	59.71%
12	DB_02_02.jpg	20.12%	24.12%	25.68%
13	DB_02_03.jpg	17.69%	22.18%	35.23%
14	DB_02_04.jpg	23.30%	36.40%	55.35%
15	DB_02_05.jpg	28.50%	32.55%	54.50%
16	DB_02_06.jpg	25.75%	29.68%	45.00%

17	DB_02_07.jpg	50.00%	50.00%	58.26%
18	DB_02_08.jpg	53.33%	66.67%	70.00%
19	DB_02_09.jpg	38.46%	46.15%	43.85%
20	DB_02_10.jpg	18.00%	26.10%	38.15%
21	DB_03_01.jpg	28.12%	42.76%	50.32%
22	DB_03_02.jpg	25.86%	37.19%	64.00%
23	DB_03_03.jpg	22.30%	45.25%	75.20%
24	DB_03_04.jpg	23.60%	35.18%	31.42%
25	DB_03_05.jpg	16.60%	41.00%	65.24%
26	DB_03_06.jpg	36.36%	45.45%	54.55%
27	DB_03_07.jpg	12.78%	35.30%	64.33%
28	DB_03_08.jpg	22.25%	29.55%	68.50%
29	DB_03_09.jpg	20.15%	35.24%	50.35%
30	DB_03_10.jpg	18.30%	21.10%	37.45%

Dari hasil tabel (4.4) menunjukkan bahwa ukuran *window* 30 memiliki persentase terbaik sebesar 76.64% dan hampir seluruh citra menunjukkan hasil yang baik untuk ukuran *window* 30. Hal ini dikarenakan semakin kecil ukuran *window* maka semakin banyak karakter citra yang dianggap sebagai *background* sehingga ada beberapa karakter akan hilang pada citra hasil. Sedangkan semakin besar ukuran *window* maka semakin banyak *background* yang dianggap sebagai karakter hasil pada citra *output*.

4.3.2 Evaluasi Hasil Uji Coba Parameter Struktur Elemen Dilasi

Evaluasi untuk uji coba parameter struktur elemen dapat dilihat pada tabel (4.5). Dengan memperhatikan tabel (4.5) dapat dilihat bahwa nilai optimal 90%.

Tabel 4.5 Uji coba parameter struktur elemen *dilasi*

No	Nama Citra	Nilai Struktur Elemen			
		1	3	7	10
1	DB_01_01.jpg	63.64%	63.64%	81.82%	77.27%
2	DB_01_02.jpg	63.53%	65.29%	70.59%	57.65%

3	DB_01_03.jpg	50.00%	60.00%	50.00%	55.00%
4	DB_01_04.jpg	53.81%	58.57%	66.67%	58.57%
5	DB_01_05.jpg	58.82%	64.71%	64.71%	59.41%
6	DB_01_06.jpg	38.89%	38.89%	38.89%	44.44%
7	DB_01_07.jpg	31.82%	40.91%	37.27%	40.91%
8	DB_01_08.jpg	67.37%	67.89%	78.95%	67.37%
9	DB_01_09.jpg	52.63%	63.16%	52.63%	56.84%
10	DB_01_10.jpg	57.14%	61.90%	57.62%	53.81%
11	DB_02_01.jpg	28.57%	28.57%	35.71%	60.00%
12	DB_02_02.jpg	25.00%	25.00%	25.00%	58.33%
13	DB_02_03.jpg	7.69%	15.38%	38.46%	61.54%
14	DB_02_04.jpg	53.33%	53.33%	53.33%	66.67%
15	DB_02_05.jpg	28.57%	28.57%	28.57%	50.00%
16	DB_02_06.jpg	25.00%	25.00%	25.00%	50.00%
17	DB_02_07.jpg	50.00%	50.00%	57.14%	64.29%
18	DB_02_08.jpg	53.33%	66.67%	70.00%	86.67%
19	DB_02_09.jpg	38.46%	46.15%	43.85%	61.54%
20	DB_02_10.jpg	18.18%	18.18%	18.18%	45.45%
21	DB_03_01.jpg	40.00%	40.00%	70.00%	90.00%
22	DB_03_02.jpg	20.00%	20.00%	60.00%	80.00%
23	DB_03_03.jpg	20.00%	40.00%	80.00%	80.00%
24	DB_03_04.jpg	23.08%	23.08%	30.77%	46.15%
25	DB_03_05.jpg	16.67%	41.67%	75.00%	75.00%
26	DB_03_06.jpg	36.36%	45.45%	54.55%	63.64%
27	DB_03_07.jpg	33.33%	33.33%	33.33%	66.67%
28	DB_03_08.jpg	28.57%	28.57%	28.57%	35.71%
29	DB_03_09.jpg	20.00%	20.00%	20.00%	40.00%
30	DB_03_10.jpg	15.38%	23.08%	38.46%	46.15%

Dilihat dari tabel (4.5) untuk citra DB_01 menggunakan 4 nilai struktur elemen yaitu 1, 3, 7, dan 10 didapatkan hasil yang tidak terlalu signifikan

perubahannya karena citra *input* DB_01 terdapat beberapa huruf yang *overlapping* yang membuat hasil pendeteksiannya kurang maksimal. Kelebihan dari DB_01 walaupun terdapat huruf yang *overlapping* akan tetapi citra *input* sudah bersih dengan sedikit mengandung noise didalamnya. Hal ini yang menyebabkan nilai persentase akurasi tertinggi untuk DB_01 adalah 81.82% pada nilai struktur elemen *dilasi* 7.

Untuk DB_02 menggunakan 4 uji coba sama yang sudah dilakukan pada DB_01, hasil akurasi yang didapat terjadi lonjakan yang signifikan dengan nilai akurasi tertinggi adalah 86.67% pada pengujian nilai struktur elemen 10. Citra *input* DB_02 banyak huruf yang *overlapping* sehingga sangat sulit untuk dilakukan pendeteksian. Kekurangan dari citra DB_02 adalah terdapat *noise* berupa tembusan tulisan dari balik kertas tersebut pada *background* citra.

Pada uji coba 4 nilai struktur elemen menggunakan DB_03 didapatkan hasil yang tertinggi yakni ketika nilai struktur elemen adalah 10 dengan nilai persentase akurasi 90%. Ini dikarenakan citra DB_03 jarak antar huruf cukup lebar sehingga sangat mudah dilakukan pendeteksian.

4.4 Evaluasi Hasil Uji Coba Perbandingan Metode

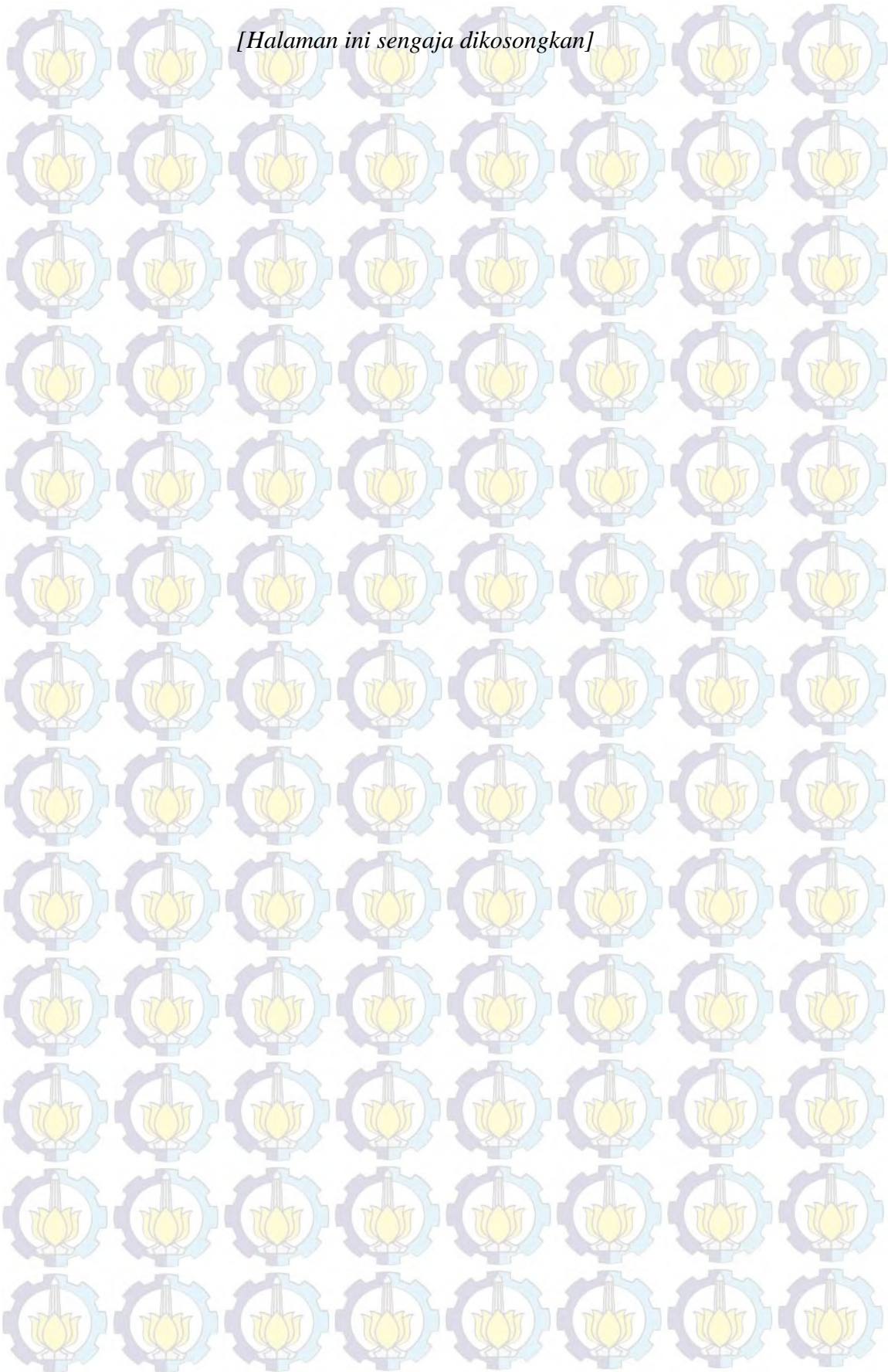
Evaluasi terhadap hasil uji coba perbandingan metode dibutuhkan untuk mengetahui kualitas metode *adaptive threshold* dibandingkan dengan metode-metode lainnya. Berikut ini merupakan evaluasi hasil yang didapatkan dari perbandingan metode dengan metode *global threshold*, Niblack, Sauvola, dan Bernsen. Evaluasi dilakukan terhadap 30 citra uji, yaitu 10 citra DB_01, 10 citra DB_02, dan 10 citra DB_03. Tabel (4.6) menunjukkan bahwa secara umum kinerja metode *adaptive threshold* lebih unggul dibandingkan dengan metode *global threshold*, Niblack, Sauvola, dan Bernsen.

Tabel 4.6 Uji coba perbandingan metode

No	Nama Citra	Metode Uji Coba				
		<i>Adaptive Threshold</i>	<i>Global Threshold</i>	Niblack	Sauvola	Bernsen
1	DB_01	88.60%	75.25%	60.50%	58.28%	46.35%
2	DB_02	86.85%	80.10%	62.76%	46.65%	38.75%
3	DB_03	78.94%	60.65%	55.24%	49.68%	45.80%

Dari hasil tabel (4.6) menunjukkan bahwa *adaptive threshold* memiliki nilai akurasi optimal yaitu 88.60% dibandingkan dengan metode yang lain. Metode ini memilih nilai *threshold* berdasarkan variasi intensitas tiap *lokal window* dimana nilai *threshold* ditentukan dari setiap piksel berdasarkan nilai *greyscalenya* sendiri dan nilai *greyscale* tetangga. Metode *global threshold* tidak optimal digunakan pada citra ini karena pada *global threshold* memilih nilai *threshold* antara objek dan *background*. Metode Niblack, Sauvola, dan Bernsen tidak efektif ketika *background* berupa tekstur pencahayaan.

[Halaman ini sengaja dikosongkan]



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan ujicoba hasil pengujian, dapat diuraikan beberapa kesimpulan dan saran guna pengembangan penelitian lebih lanjut.

5.1. Kesimpulan

Pada penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa

1. semakin kecil ukuran *window* maka semakin banyak blok citra yang dianggap sebagai *background* sehingga ada beberapa karakter yang hilang pada citra aksara. Sedangkan semakin besar ukuran *window* maka semakin banyak blok pada citra uji yang harus dilalui sehingga lebih banyak *background* yang dianggap sebagai karakter tampak pada citra hasil. Hal ini dibuktikan dengan hasil uji coba parameter *window* yaitu sebesar 30.
2. semakin kecil nilai struktur elemen maka objek terlihat semakin kecil dan lubang-lubang yang terdapat di tengah objek akan tampak membesar. Sebaliknya semakin besar nilai struktur elemen maka objek terlihat semakin membesar dan lubang-lubang yang terdapat di tengah objek akan tampak mengecil. Hal ini dibuktikan dengan hasil uji coba parameter struktur elemen tertinggi yaitu 10.
3. Metode *adaptive threshold* efektif digunakan pada citra Aksara Jawa karena metode ini memilih nilai *threshold* berdasarkan variasi intensitas tiap lokal *window* dimana nilai akurasi sebesar 88.60%.

5.2. Saran

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan segmentasi garis untuk menentukan area atau daerah yang menjadi objek citra Aksara Jawa. Setelah ditemukan citra Aksara Jawa yang tersegmentasi, penelitian selanjutnya yaitu mengenali citra Aksara Jawa tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Adipranata, R., Handojo, A., Prayogo, I., dan Yuliana, O.Y., (2005), *Perancangan dan Pembuatan Aplikasi Segmentasi Gambar dengan Menggunakan Metode Morphological Watershed*, Jurusan Teknik Informatika Universitas Petra, Surabaya.

Alwi, H., (2005), *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, Edisi Ketiga, Departemen Pendidikan Nasional, Balai Pustaka, Jakarta.

Arismadhani, A., Yuhana, U.L., dan Kuswardayan, I., (2013), “Aplikasi Belajar Menulis Aksara Jawa Menggunakan Android”, *Jurnal Teknik POMITS*, vol. 2, no. 1, hal. A-94 - A-98.

Baried, S.B., (1994), *Pengantar Teori Filologi*, Pusat Pembinaan dan Pengembangan Bahasa Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Jakarta, Jakarta.

Bernsen, J., (1986), “Dynamic Thresholding of Gray-level Images”, *Proceedings 8th International Conference on Pattern Recognition (ICPR)*, hal. 1251-1255.

Daryanto, S.S., (1999), *Kawruh Basa Jawa Pepak*, Apollo Lestari, Surabaya.

Gonzalez, R.C., Woods, R.E., Eddins, S.L., (2004), *Digital Image Processing using Matlab*, Pearson Education, Inc., Pearson Prentice-Hall, United States of America.

Himamunanto, A.R., dan Widiarti, A.R., (2013), “Javanese Character Image Segmentation of Document Image of Hamong Tani”, *Digital Heritage International Congress (DigitalHeritage)*, vol. 1, hal 641-644.

Li, M., Zheng, X., Wan, X., Luo, H., Zhang, S., Tan, L., (2011), “Segmentation of Brain Tissue based on Connected Component Labeling and Mathematic Morphology”, *International Conference on Biomedical Engineering and Informatics (BMEI)*, vol. 4, hal. 482-485.

Mamatha, H.R., dan Srikantamurthy, K., (2012), “Morphological Operations and Projection Profiles based Segmentation of Handwritten Kannada Document”, *International Journal of Applied Information Systems (IJ AIS)*, vol. 4, no. 5, ISSN : 2249-0868, hal. 13-19.

Niblack, W., (1986), “An Introduction to Digital Image Processing”, *Prentice Hall, Eaglewood Cliffs*, hal. 115-116.

Nugraha, G.S., dan Tofani, M.A., (2006), *Buku Pinter Bahasa Jawa*, Kartika.

Parvati, K., Rao, B.S.P., dan Das M.M., (2008), “Image Segmentation Using Gray-Scale Morphology and Marker-Controlled Watershed Transformation”, *Discrete Dynamics in Nature and Society*, vol. 2008, hal. 1-8.

Santos, R.P., Clemente, G.S., Ren, T.I., dan Calvalcanti, G.D.C., (2009), “Text Line Segmentation Based on Morphology dan Histogram Projection”, *10th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR)*, hal. 651-655.

Sauvola, J., Pietikainen, M., (2000), “Adaptive Document Image Binarisation”, *Pattern Recognition*, vol. 33, hal. 225-236.

Soebadio, H., (1991), “Relevansi Pernaskahan dengan Berbagai Bidang Ilmu”, *Penerbitan Ilmiah FS UI*, Universitas Indonesia, hal. 1-17.

Vyavahare, A.J., (2014), “Connected Component based Medical Image Segmentation”, *International Journal of Innovative Research in Electrical, Electronics, Instrumentation and Control Engineering (IJIREEICE)*, vol. 2, issue. 8, ISSN (Online) 2321-2004, ISSN (Print) 2321-5526, hal. 1808-1812.

Widiarti, A.R., Harjoko, A., Marsono., dan Hartati, S., (2013). “Line Segmentation of Javanese Image of Manuscripts in Javanese Scripts”, *International Journal of Engineering Innovation & Research*, vol. 2, issue. 3, ISSN: 2277-5668, hal. 239-244.

Widiarti, A.R., Harjoko, A., Marsono., dan Hartati, S., (2014). “Implementasi Model Segmentasi Manuskrip Beraksara Jawa pada Manuskrip Beraksara Batak”, *Seminar Nasional Inovasi dan Teknologi Informasi (SNITI)*, hal 1-4.

LAMPIRAN

A. Data Citra

A.1 Data Citra Pertama

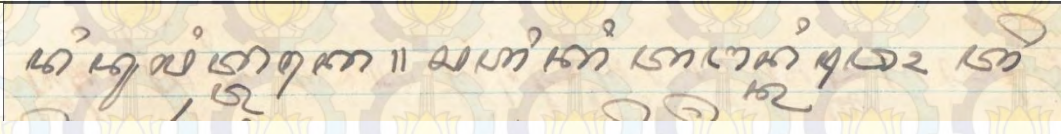
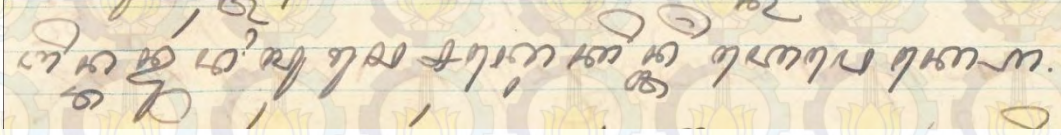
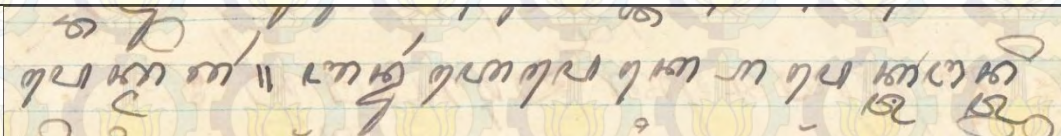
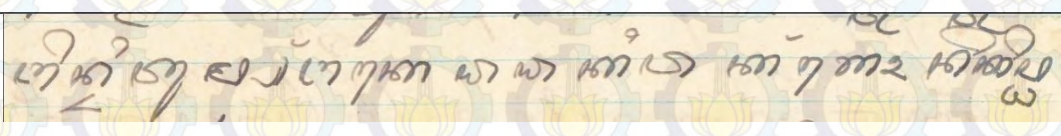
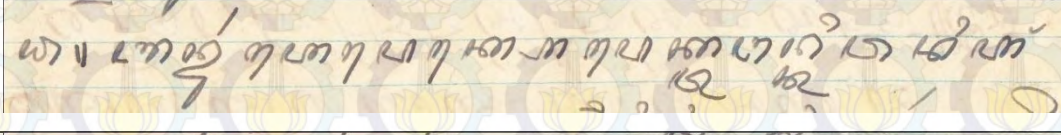
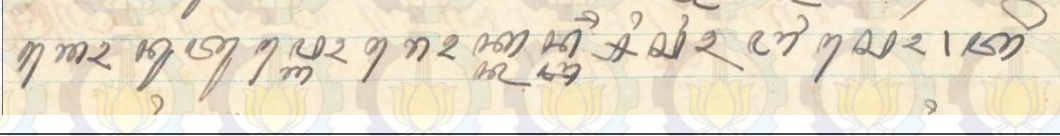
Tabel A.1 Data citra pertama

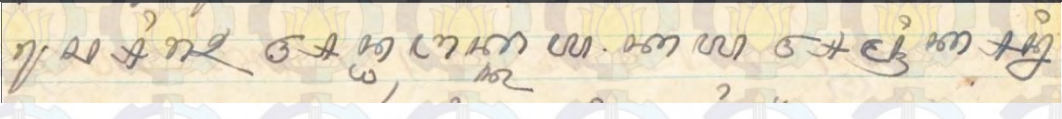
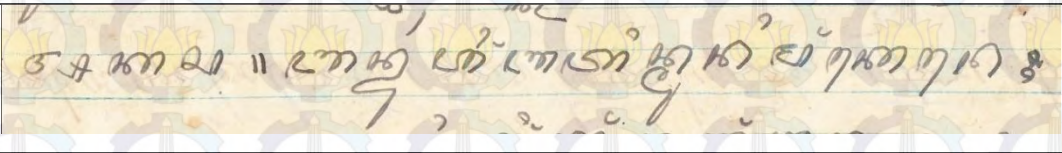
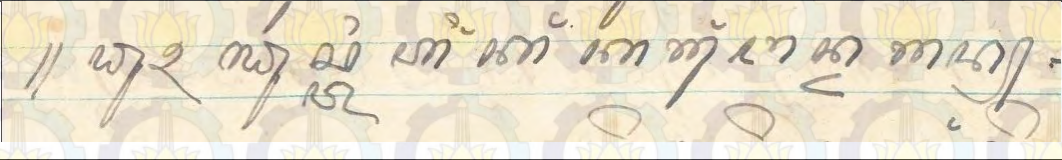
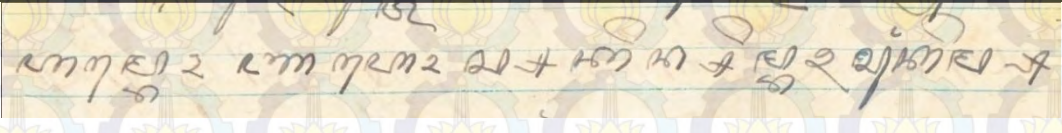
No	Nama File	Data Citra
1	DB_01_01.jpg	ပျော်ရွှင်ပျော်ရွှင် မာရ်ဘလေးရေ ပျော်ရွှင်ပျော်
2	DB_01_02.jpg	ရောင်ရောင်ရွှင်ရွှင်-မာရ်ဘလေးပျော်၊ မြို့ပေါ်ဆံ့ကျော့ရောင်ရောင်ပျော်လာ
3	DB_01_03.jpg	ကကျကကျ ပပပံ့ဂေါ်ကညွှ၊ ဘုရားရေပါရောင်-အပျက်ပုံရောင်ယံ့ပျော်
4	DB_01_04.jpg	ရင်ဟာပိကပရောင်၊ မြို့ပေါ်ရောင်ပျော်ပျော်ရောင်ပျော်၊ ကျံပျံရောင်ပိပိ

5	DB_01_05.jpg	ဗုဒ္ဓ၏အကျဉ်းချုပ် « ဗြဟ္မဂုဏ်အကျဉ်းချုပ် ဗုဒ္ဓ၏အကျဉ်းချုပ်
6	DB_01_06.jpg	ဗုဒ္ဓ၏အကျဉ်းချုပ် « ဗုဒ္ဓ၏အကျဉ်းချုပ် ဗုဒ္ဓ၏အကျဉ်းချုပ်
7	DB_01_07.jpg	ဗုဒ္ဓ၏အကျဉ်းချုပ် « ဗုဒ္ဓ၏အကျဉ်းချုပ် ဗုဒ္ဓ၏အကျဉ်းချုပ်
8	DB_01_08.jpg	ဗုဒ္ဓ၏အကျဉ်းချုပ် « ဗုဒ္ဓ၏အကျဉ်းချုပ် ဗုဒ္ဓ၏အကျဉ်းချုပ်
9	DB_01_09.jpg	ဗုဒ္ဓ၏အကျဉ်းချုပ် « ဗုဒ္ဓ၏အကျဉ်းချုပ် ဗုဒ္ဓ၏အကျဉ်းချုပ်
10	DB_01_10.jpg	ဗုဒ္ဓ၏အကျဉ်းချုပ် « ဗုဒ္ဓ၏အကျဉ်းချုပ် ဗုဒ္ဓ၏အကျဉ်းချုပ်

A.2 Data Citra Kedua

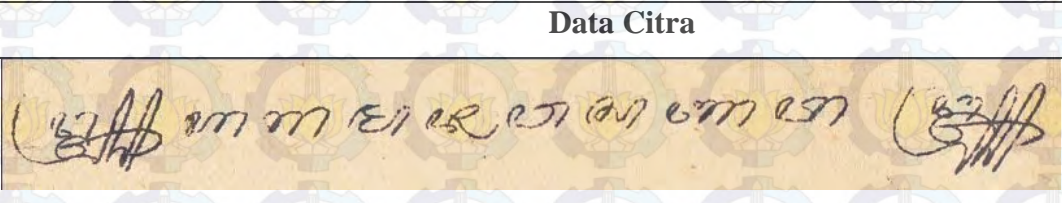
Tabel A.2 Data citra kedua

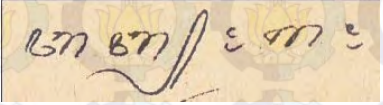

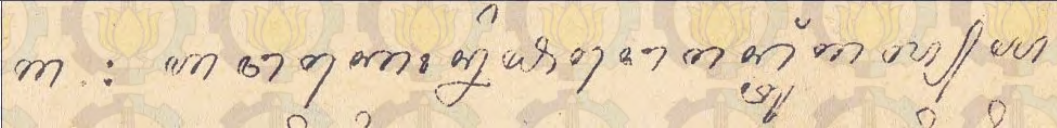
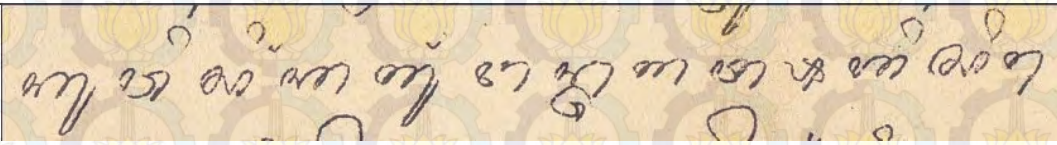

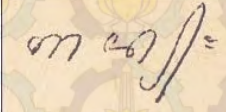
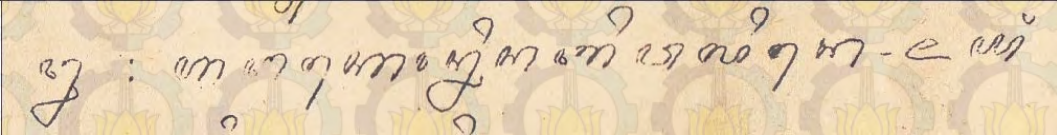
No	Nama File	Data Citra
1	DB_02_01.jpg	
2	DB_02_02.jpg	
3	DB_02_03.jpg	
4	DB_02_04.jpg	
5	DB_02_05.jpg	
6	DB_02_06.jpg	

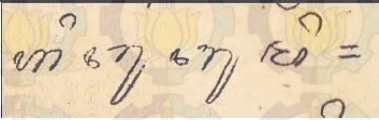
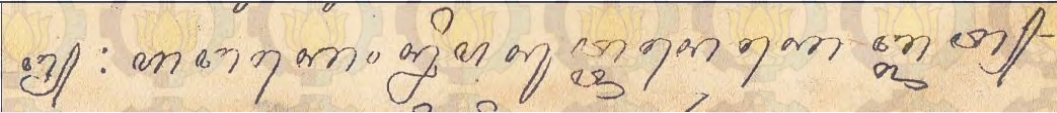
7	DB_02_07.jpg	
8	DB_02_08.jpg	
9	DB_02_09.jpg	
10	DB_02_10.jpg	

A.3 Data Citra Ketiga

Tabel A.3 Data citra ketiga

No	Nama File	Data Citra
1	DB_03_01.jpg	




2	DB_03_02.jpg	
3	DB_03_03.jpg	
4	DB_03_04.jpg	
5	DB_03_05.jpg	
6	DB_03_06.jpg	
7	DB_03_07.jpg	
8	DB_03_08.jpg	

9	DB_03_09.jpg	
10	DB_03_10.jpg	

B. Hasil Segmentasi

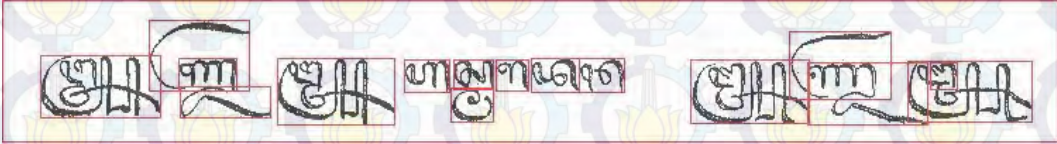


B.1 Hasil Adaptive Threshold dengan Ukuran Window $w = 3$

Tabel B.1 Hasil adaptive threshold dengan ukuran window $w = 3$

No	Nama File	Hasil
1	DB_01_01.jpg	
2	DB_02_01.jpg	
3	DB_03_01.jpg	

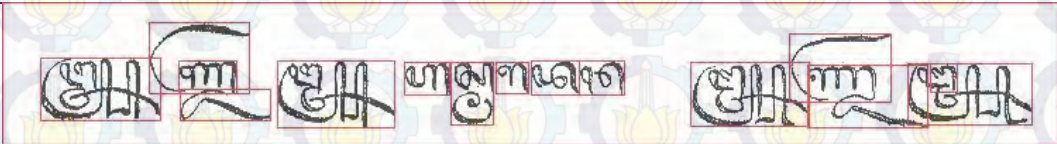
B.2 Hasil Adaptive Threshold dengan Ukuran Window $w = 15$


Tabel B.2 Hasil adaptive threshold dengan ukuran window $w = 15$

No	Nama File	Hasil
1	DB_01_01.jpg	
2	DB_02_01.jpg	
3	DB_03_01.jpg	

B.3 Hasil Adaptive Threshold dengan Ukuran Window $w = 30$

Tabel B.3 Hasil adaptive threshold dengan ukuran window $w = 30$






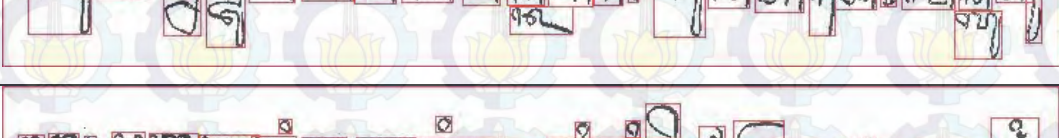
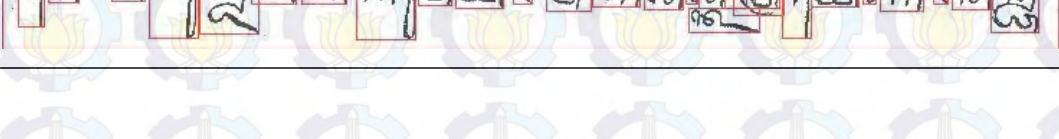
No	Nama File	Hasil
1	DB_01_01.jpg	








2	DB_02_01.jpg	
3	DB_03_01.jpg	

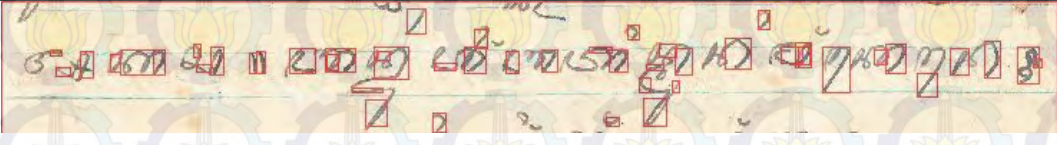


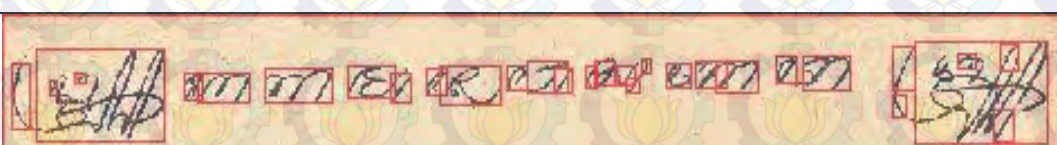

B.4 Hasil Pelabelan Aksara dengan Struktur Elemen $R = 1$







Tabel B.4 Hasil pelabelan aksara dengan struktur elemen $R = 1$

No	Nama File	Hasil
1	DB_01_01.jpg	
2	DB_01_02.jpg	
3	DB_01_03.jpg	

4	DB_01_04.jpg	
5	DB_01_05.jpg	
6	DB_01_06.jpg	
7	DB_01_07.jpg	
8	DB_01_08.jpg	
9	DB_01_09.jpg	
10	DB_01_10.jpg	

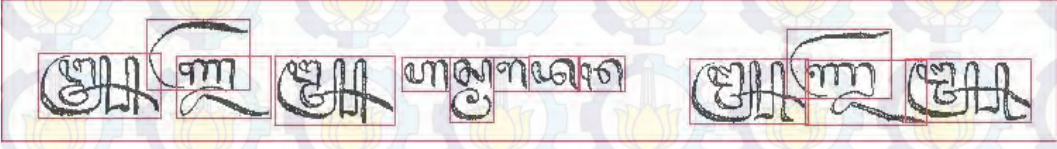



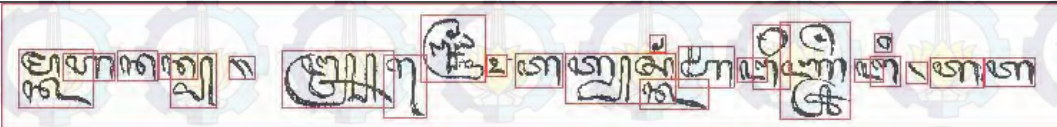
11	DB_02_01.jpg	
12	DB_02_02.jpg	
13	DB_02_03.jpg	
14	DB_02_04.jpg	
15	DB_02_05.jpg	
16	DB_02_06.jpg	
17	DB_02_07.jpg	

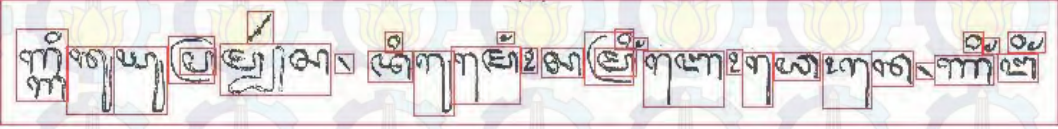


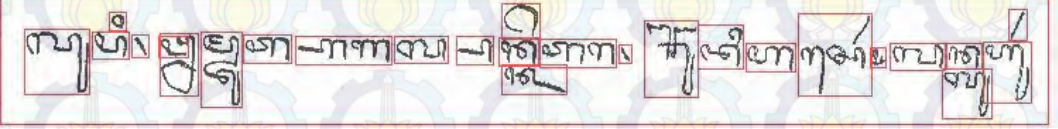

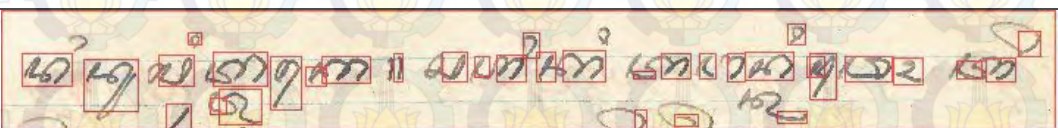

18	DB_02_08.jpg	
19	DB_02_09.jpg	
20	DB_02_10.jpg	
21	DB_03_01.jpg	
22	DB_03_02.jpg	
23	DB_03_03.jpg	
24	DB_03_04.jpg	


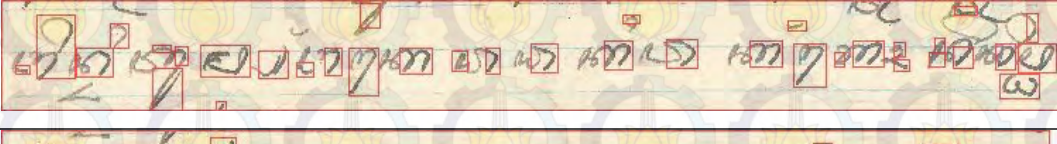
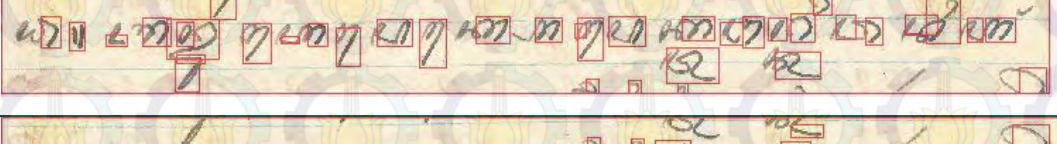



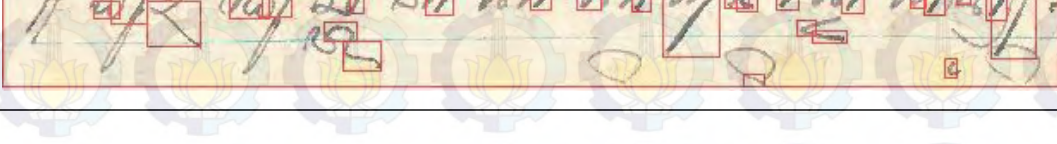
25	DB_03_05.jpg	
26	DB_03_06.jpg	
27	DB_03_07.jpg	
28	DB_03_08.jpg	
29	DB_03_09.jpg	
30	DB_03_10.jpg	








B.5 Hasil Pelabelan Aksara dengan Struktur Elemen $R = 3$





Tabel B.5 Hasil pelabelan aksara dengan struktur elemen $R = 3$

No	Nama File	Hasil
1	DB_01_01.jpg	
2	DB_01_02.jpg	
3	DB_01_03.jpg	
4	DB_01_04.jpg	
5	DB_01_05.jpg	

6	DB_01_06.jpg	
7	DB_01_07.jpg	
8	DB_01_08.jpg	
9	DB_01_09.jpg	
10	DB_01_10.jpg	
11	DB_02_01.jpg	
12	DB_02_02.jpg	

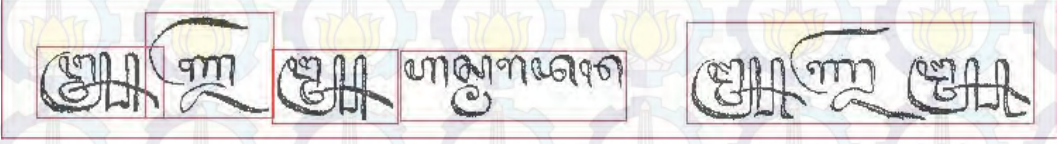
13	DB_02_03.jpg	
14	DB_02_04.jpg	
15	DB_02_05.jpg	
16	DB_02_06.jpg	
17	DB_02_07.jpg	
18	DB_02_08.jpg	
19	DB_02_09.jpg	

20	DB_02_10.jpg	
21	DB_03_01.jpg	
22	DB_03_02.jpg	
23	DB_03_03.jpg	
24	DB_03_04.jpg	
25	DB_03_05.jpg	
26	DB_03_06.jpg	

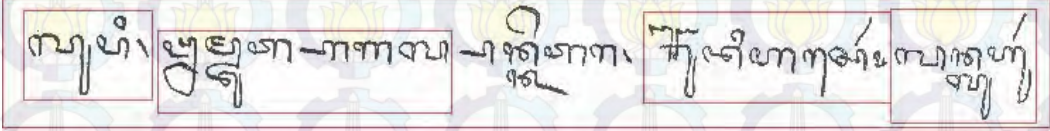
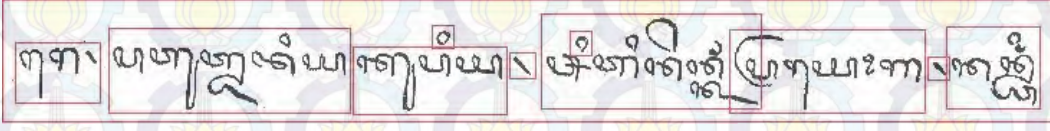

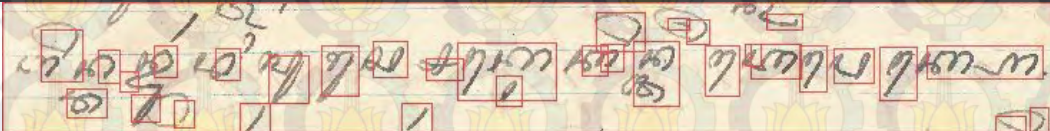
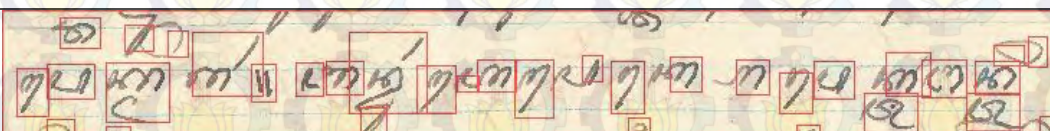


27	DB_03_07.jpg	
28	DB_03_08.jpg	
29	DB_03_09.jpg	
30	DB_03_10.jpg	


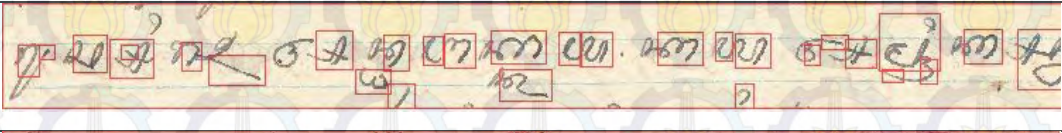
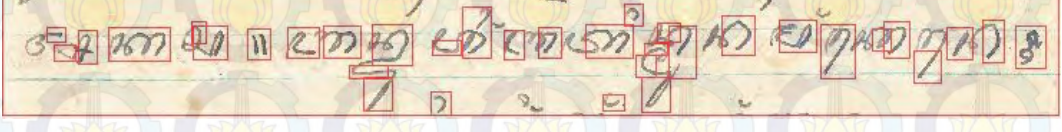


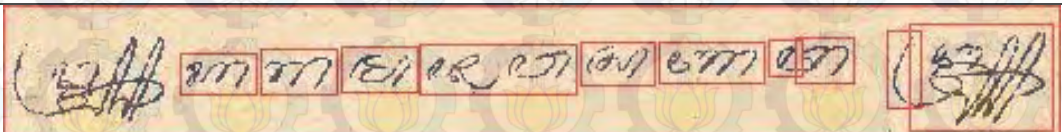
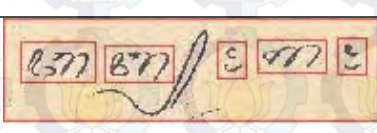
B.6 Hasil Pelabelan Aksara dengan Struktur Elemen $R = 7$





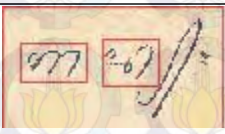
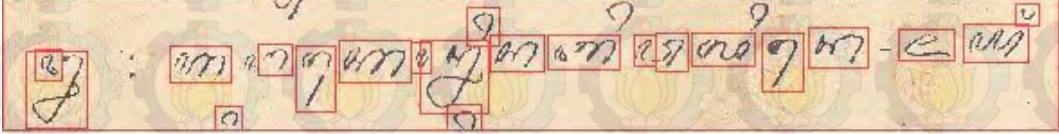

Tabel B.6 Hasil pelabelan aksara dengan struktur elemen $R = 7$

No	Nama File	Hasil
1	DB_01_01.jpg	

2	DB_01_02.jpg	၎င်း၏အဓိကအားဖြင့် နိုင်ငံရေးအဖွဲ့အစည်းများ
3	DB_01_03.jpg	ကဏ္ဍကဏ္ဍ ပါဝင်မှုများ၊ စာရေးဆရာများနှင့် အဖွဲ့အစည်းများ
4	DB_01_04.jpg	အင်္ဂလိပ်စာပေများ၊ နိုင်ငံရေးအဖွဲ့အစည်းများ၊ ကိုယ်ပိုင်အဖွဲ့အစည်း
5	DB_01_05.jpg	အဖွဲ့အစည်းများ၊ အဖွဲ့အစည်းများ၊ အဖွဲ့အစည်းများ၊ အဖွဲ့အစည်းများ
6	DB_01_06.jpg	ကိုယ်ပိုင်အဖွဲ့အစည်းများ၊ အဖွဲ့အစည်းများ၊ အဖွဲ့အစည်းများ၊ အဖွဲ့အစည်းများ
7	DB_01_07.jpg	အဖွဲ့အစည်းများ၊ အဖွဲ့အစည်းများ၊ အဖွဲ့အစည်းများ၊ အဖွဲ့အစည်းများ
8	DB_01_08.jpg	အဖွဲ့အစည်းများ၊ အဖွဲ့အစည်းများ၊ အဖွဲ့အစည်းများ၊ အဖွဲ့အစည်းများ

9	DB_01_09.jpg	
10	DB_01_10.jpg	
11	DB_02_01.jpg	
12	DB_02_02.jpg	
13	DB_02_03.jpg	
14	DB_02_04.jpg	
15	DB_02_05.jpg	



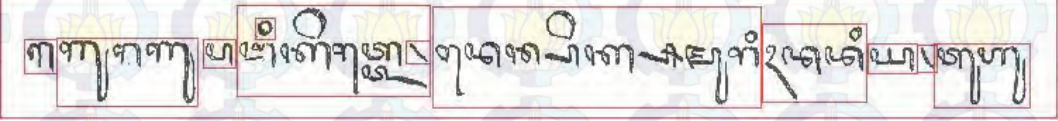

16	DB_02_06.jpg	
17	DB_02_07.jpg	
18	DB_02_08.jpg	
19	DB_02_09.jpg	
20	DB_02_10.jpg	
21	DB_03_01.jpg	
22	DB_03_02.jpg	

23	DB_03_03.jpg	
24	DB_03_04.jpg	
25	DB_03_05.jpg	
26	DB_03_06.jpg	
27	DB_03_07.jpg	
28	DB_03_08.jpg	
29	DB_03_09.jpg	

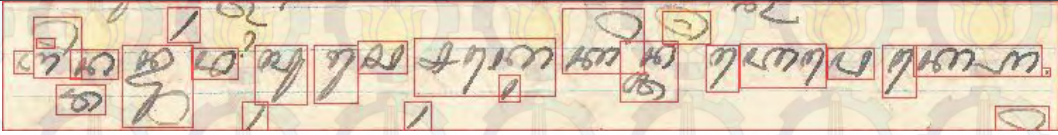
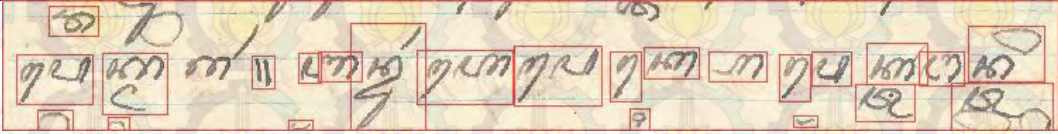



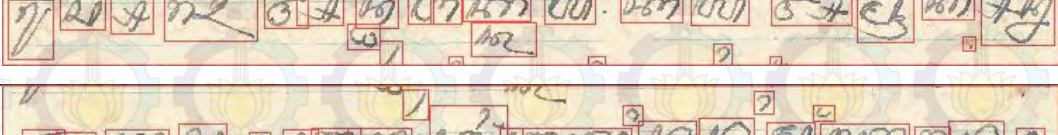

30	DB_03_10.jpg	
----	--------------	--



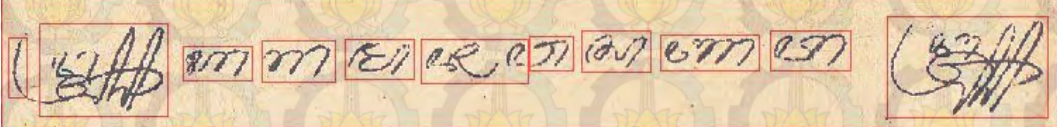
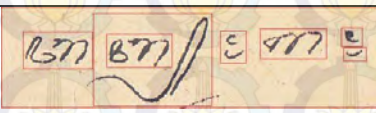
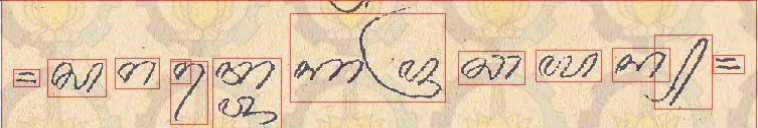
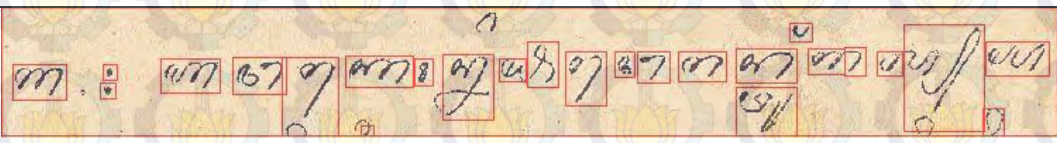

B.7 Hasil Pelabelan Aksara dengan Struktur Elemen $R = 10$


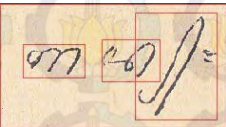
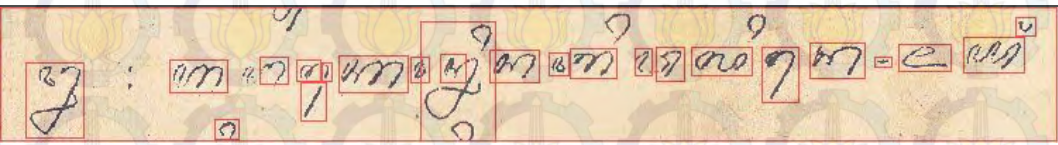
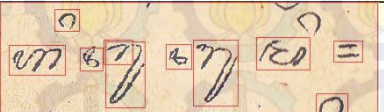

Tabel B.7 Hasil pelabelan aksara dengan struktur elemen $R = 10$

No	Nama File	Hasil
1	DB_01_01.jpg	
2	DB_01_02.jpg	
3	DB_01_03.jpg	
4	DB_01_04.jpg	

5	DB_01_05.jpg	
6	DB_01_06.jpg	
7	DB_01_07.jpg	
8	DB_01_08.jpg	
9	DB_01_09.jpg	
10	DB_01_10.jpg	
11	DB_02_01.jpg	


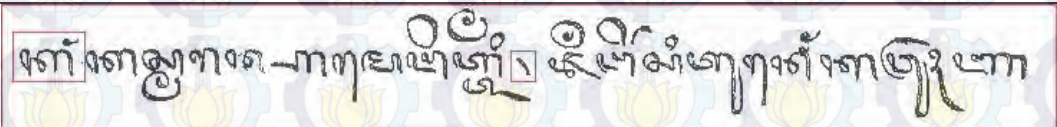
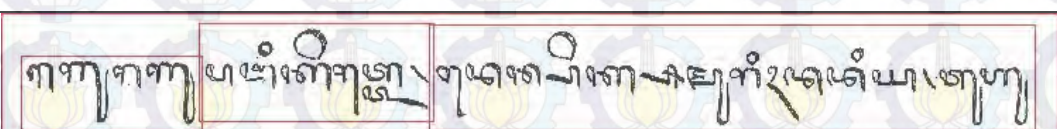
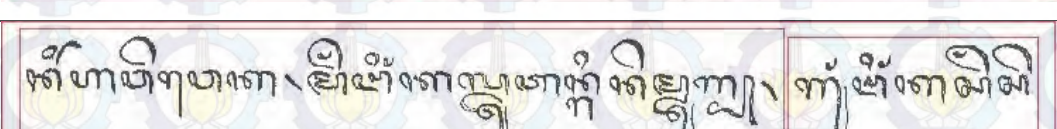
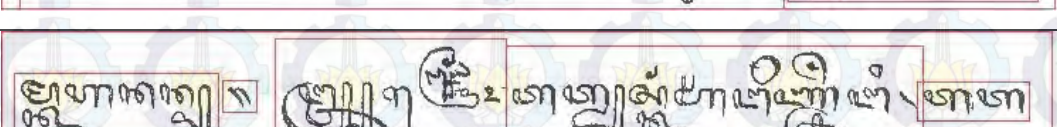
12	DB_02_02.jpg	
13	DB_02_03.jpg	
14	DB_02_04.jpg	
15	DB_02_05.jpg	
16	DB_02_06.jpg	
17	DB_02_07.jpg	
18	DB_02_08.jpg	

19	DB_02_09.jpg	
20	DB_02_10.jpg	
21	DB_03_01.jpg	
22	DB_03_02.jpg	
23	DB_03_03.jpg	
24	DB_03_04.jpg	
25	DB_03_05.jpg	



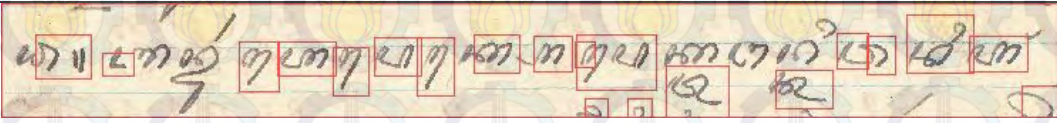

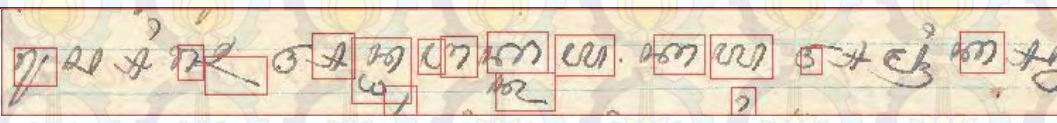

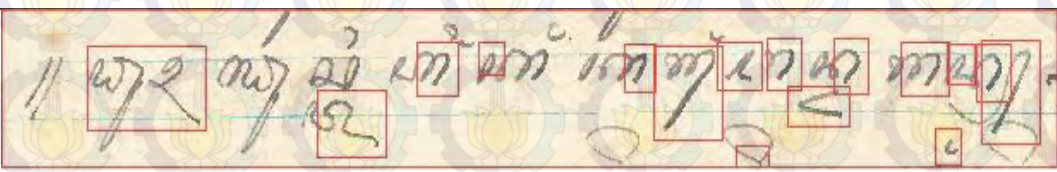
26	DB_03_06.jpg	
27	DB_03_07.jpg	
28	DB_03_08.jpg	
29	DB_03_09.jpg	
30	DB_03_10.jpg	


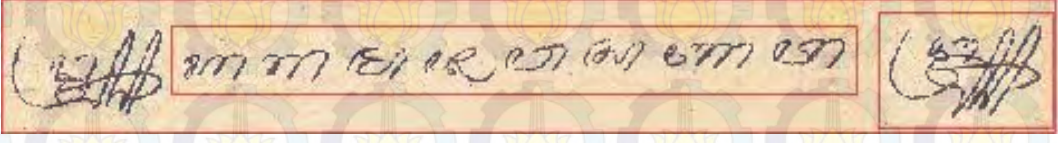

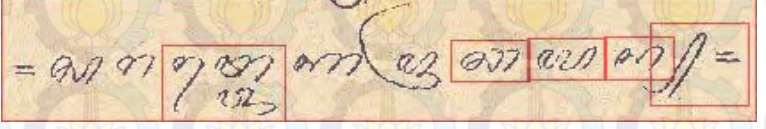
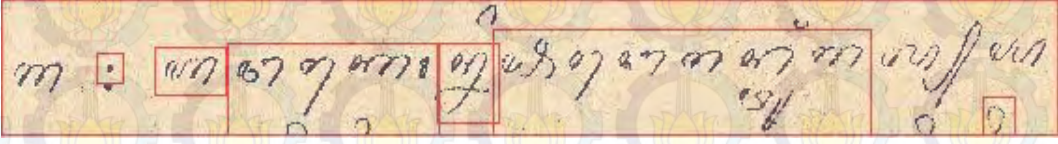


B.8 Hasil Pelabelan Aksara dengan Struktur Elemen $R = 12$

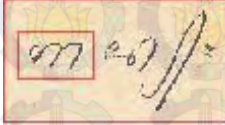
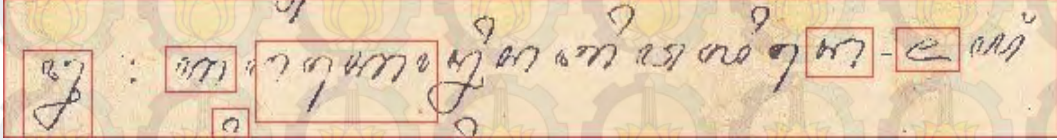


Tabel B.8 Hasil pelabelan aksara dengan struktur elemen $R = 12$

No	Nama File	Hasil
1	DB_01_01.jpg	
2	DB_01_02.jpg	
3	DB_01_03.jpg	
4	DB_01_04.jpg	
5	DB_01_05.jpg	

6	DB_01_06.jpg	
7	DB_01_07.jpg	
8	DB_01_08.jpg	
9	DB_01_09.jpg	
10	DB_01_10.jpg	
11	DB_02_01.jpg	
12	DB_02_02.jpg	

13	DB_02_03.jpg	
14	DB_02_04.jpg	
15	DB_02_05.jpg	
16	DB_02_06.jpg	
17	DB_02_07.jpg	
18	DB_02_08.jpg	
19	DB_02_09.jpg	

20	DB_02_10.jpg	
21	DB_03_01.jpg	
22	DB_03_02.jpg	
23	DB_03_03.jpg	
24	DB_03_04.jpg	
25	DB_03_05.jpg	
26	DB_03_06.jpg	

27	DB_03_07.jpg	
28	DB_03_08.jpg	
29	DB_03_09.jpg	
30	DB_03_10.jpg	

BIOGRAFI PENULIS

I. DATA PRIBADI



Nama Lengkap : Teguh Arifianto
Tempat, Tanggal Lahir : Tuban, 12 Desember 1988
Agama : Islam
Alamat Rumah : Jl. Apel Gg.III/B2 Perumahan Kidul Dalem, Bangil, Pasuruan, Jawa Timur
Email : teguh.arifianto.1988@gmail.com

II. RIWAYAT PENDIDIKAN

No	Jenjang	Tahun	Jurusan
1	SD Negeri Petrokimia Gresik	1995-2001	-
2	SLTP Negeri 3 Gresik	2001-2004	-
3	SMA Nahdlatul Ulama 2 Gresik	2004-2007	IPA
4	Universitas Trunojoyo	2007-2011	Teknik Informatika
5	ITS Surabaya	Angkatan 2011 Genap	Teknik Elektro

III. PENGALAMAN KERJA

No	Instansi	Posisi	Tahun
1	STMIK Yadika Bangil	Staf Pengajar	2011-sekarang
2	RSUD Bangil	Staf Pengelola Data Elektronik	2014-sekarang