

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|---------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN SETELAH HALAMAN JUDUL | ii |
| HALAMAN PERSETUJUAN | iii |
| PERNYATAAN PROMOVENDUS | iv |
| PRAKATA | v |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR GAMBAR | xvi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xxii |
| INTISARI | xxiii |
| <i>ABSTRACT</i> | xxiv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Keaslian Penelitian | 3 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.3 Manfaat Penelitian | 5 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 7 |
| 2.1 Hasil-hasil Penelitian Sebelumnya | 8 |
| 2.2 Teknik-teknik Pengenalan Kata Tulisan-tangan | 11 |

| | | |
|---------|--|----|
| 2.3 | Teknik Pengenalan Tulisan-tangan yang Terkait | 15 |
| 2.3.1 | Teknik Pengenalan Kata Tulisan-tangan dengan Pendekatan Analitis | 16 |
| 2.3.1.1 | Pengolahan awal | 17 |
| 2.3.1.2 | Segmentasi | 18 |
| 2.3.1.3 | Ekstraksi ciri | 18 |
| 2.3.1.4 | Pengenalan huruf | 19 |
| 2.3.1.5 | Pengolahan akhir | 20 |
| 2.3.2 | Kombinasi Pengklasifikasi | 20 |
| 2.3.3 | Data Sintetis | 22 |
| 2.4 | Teknik Pengenalan Kata Tulisan-tangan yang Dikaji | 22 |
| 2.4.1 | Normalisasi | 24 |
| 2.4.1.1 | Koreksi <i>slope</i> , <i>slant</i> , dan skala | 25 |
| 2.4.1.2 | Koreksi penipisan dan penebalan | 27 |
| 2.4.2 | Segmentasi | 31 |
| 2.4.3 | Ekstraksi Ciri | 36 |
| 2.4.4 | Jaringan Syaraf Tiruan untuk Pengenalan Huruf | 39 |
| 2.4.4.1 | Pelatihan | 40 |
| 2.4.4.2 | Generalisasi dan validasi | 45 |
| 2.4.4.3 | Bobot awal | 45 |
| 2.4.4.4 | Bilangan acak dan bibit acak | 46 |
| 2.4.4.5 | Modifikasi JST | 47 |
| 2.4.5 | Evaluasi Deretan Huruf, Penggabungan Segmen, dan Pencocokan Leksikon | 48 |

| | | |
|----------------|---|-----------|
| 2.4.6 | Perhitungan Skor Kata dan Pengolahan Hasil Pengenalan | 52 |
| BAB III | CARA PENELITIAN | 54 |
| 3.1 | Bahan dan Alat Penelitian | 54 |
| 3.1.1 | Bahan Penelitian | 54 |
| 3.1.2 | Alat Penelitian | 55 |
| 3.2 | Ruang Lingkup dan Tahapan Penelitian | 55 |
| 3.2.1 | Ruang Lingkup Penelitian | 55 |
| 3.2.2 | Tahapan Penelitian | 61 |
| 3.3 | Inisialisasi Penelitian | 61 |
| 3.4 | Rekayasa Proses-proses dalam Pengenalan Kata Tulisan-tangan | 61 |
| 3.4.1 | Normalisasi Kata | 62 |
| 3.4.1.1 | Koreksi <i>slope</i> dan <i>slant</i> | 62 |
| 3.4.1.2 | Koreksi skala | 63 |
| 3.4.1.3 | Pemotongan sesuai kotak yang mengelilingi kata | 66 |
| 3.4.2 | Segmentasi | 67 |
| 3.4.2.1 | Penapisan pelewat-rendah | 68 |
| 3.4.2.2 | Tinjauan cara-cara segmentasi lain yang sejalan | 70 |
| 3.4.3 | Normalisasi Huruf | 72 |
| 3.4.3.1 | Koreksi skala dan pergeseran | 73 |
| 3.4.3.2 | Koreksi ketebalan | 74 |
| 3.4.4 | Ekstraksi Ciri | 75 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 3.4.4.1 | Penapisan pelewat-rendah | 75 |
| 3.4.4.2 | Partisi citra kedalam blok-blok dan perataan blok | 78 |
| 3.4.4.3 | Konversi 2D ke 1D | 80 |
| 3.4.4.4 | Tinjauan cara-cara ekstraksi ciri lain | 81 |
| 3.4.5 | Pembuatan Leksikon | 82 |
| 3.4.6 | Inisialisasi Citra Huruf | 85 |
| 3.4.6.1 | Pembagian set citra huruf | 85 |
| 3.4.6.2 | Pertimbangan pembangkitan citra huruf turunan | 87 |
| 3.4.7 | Pelatihan JST | 89 |
| 3.4.7.1 | Arsitektur JST | 90 |
| 3.4.7.2 | Algoritma pelatihan | 93 |
| 3.4.8 | Pengenalan Kata Melalui Pengenalan Huruf yang Menggunakan JST | 96 |
| 3.4.8.1 | Jumlah maksimum segmen/huruf | 99 |
| 3.4.8.2 | Jumlah kandidat huruf terbaik | 101 |
| 3.4.8.3 | Tinjauan atas pengenalan kata lain yang sejalan | 103 |
| 3.4.9 | Kombinasi Pengenalan Kata | 104 |
| 3.4.9.1 | Pembangkitan sejumlah JST untuk kombinasi JST | 105 |
| 3.4.9.2 | Tinjauan atas pembangkitan kombinasi JST lain yang sejalan | 108 |
| 3.4.9.3 | Jumlah JST dalam kombinasi JST | 110 |
| 3.4.10 | Penentuan Sejumlah Citra Huruf untuk Evaluasi Nilai-nilai parameter | 111 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 3.4.11 | Penentuan Sejumlah Citra Kata untuk Evaluasi Nilai-nilai Parameter | 112 |
| 3.4.12 | Penentuan Sejumlah JST untuk Evaluasi Nilai-nilai Parameter | 113 |
| 3.5 | Ringkasan Parameter-parameter Pengenalan Kata Tulisan-tangan | 114 |
| 3.6 | Evaluasi dan Analisis Lebih Lanjut | 117 |
| 3.6.1 | Evaluasi Pengaruh Sejumlah Koreksi pada Normalisasi Kata | 117 |
| 3.6.2 | Evaluasi Pengaruh Koreksi Ketebalan pada Normalisasi | 119 |
| 3.6.3 | Evaluasi Pengaruh Pengembangan (<i>Thresholding</i>) pada Segmentasi Kata | 121 |
| 3.6.4 | Evaluasi Pengaruh Keacakan pada Bilangan Acak | 124 |
| 3.6.5 | Evaluasi Pengaruh Pembobotan Huruf pada Keluaran JST | 125 |
| 3.6.6 | Evaluasi Pengaruh Penapisan Pelewat-rendah pada Segmentasi | 127 |
| 3.6.7 | Evaluasi Lebih Lanjut Jumlah Lapisan Tersembunyi pada Pelatihan JST | 129 |
| 3.6.8 | Evaluasi Pengaruh Keberadaan Leksikon | 130 |
| 3.6.9 | Evaluasi Pengaruh Ukuran Leksikon Terhadap Tingkat Pengenalan Kata dan Rerata Waktu Pengenalan Kata | 131 |
| 3.6.10 | Evaluasi Pengaruh Persamaan Perhitungan Skor Kata Kandidat | 133 |
| 3.6.11 | Analisis Kombinasi Algoritma Pencarian Terbaik Pertama dengan Pelacakan-mundur | 134 |
| 3.7 | Cara Pengujian dan Pembahasan | 136 |

| | | |
|----------------|---|-----|
| 3.7.1 | Cara Pengujian dan Pembahasan untuk Pengaruh Jumlah Kata Uji Terhadap Tingkat Pengenalan Kata | 136 |
| 3.7.2 | Cara Pengujian dan Pembahasan untuk Pengaruh Variasi Penulisan Kata | 137 |
| BAB IV | HASIL DAN PEMBAHASAN | 138 |
| 4.1 | Pengujian dan Pembahasan Pengaruh Jumlah Kata Uji Terhadap Tingkat Pengenalan Kata | 138 |
| 4.2 | Hasil Pengujian dan Pembahasan Kemampuan Pengenalan Berbagai Variasi Penulisan Kata | 140 |
| BAB V | KESIMPULAN DAN SARAN | 142 |
| 5.1 | Kesimpulan | 142 |
| 5.1.1 | Hal-hal Umum | 142 |
| 5.1.2 | Hal-hal Khusus | 143 |
| 5.2 | Saran | 145 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 148 |
| LAMPIRAN | | 158 |

DAFTAR TABEL

| | | Halaman |
|------------|--|---------|
| Tabel 2.1 | Beberapa hasil penelitian pengenalan kata tulisan-tangan sebelumnya. | 10 |
| Tabel 3.1 | Pembagian penulis berdasarkan kelompok umur dan jenis kelamin. | 54 |
| Tabel 3.2 | Evaluasi mode lebar-pita dan ukuran lebar-pita acuan terhadap tingkat pengenalan kata (dalam %). | 65 |
| Tabel 3.3 | Evaluasi tapis Gaussian 1D (dengan parameter panjang tapis dan deviasi standar) terhadap tingkat pengenalan kata (dalam %). | 68 |
| Tabel 3.4 | Evaluasi tapis Gaussian 2D (dengan parameter ukuran tapis dan deviasi standar) terhadap rerata tingkat pengenalan huruf (dalam %). | 76 |
| Tabel 3.5 | Ukuran blok partisi dan ukuran citra hasil perataan blok yang terkait, dengan citra 64x64 piksel. | 78 |
| Tabel 3.6 | Evaluasi cara konversi ciri 2D ke 1D terhadap tingkat pengenalan huruf. | 80 |
| Tabel 3.7 | Perbandingan kinerja ekstraksi ciri perataan blok, transformasi <i>wavelet</i> , dan DCT. | 82 |
| Tabel 3.8 | Contoh nama-nama ibukota propinsi di Indonesia. | 84 |
| Tabel 3.9 | Contoh nama-nama matakuliah Program S2 Teknik Elektro UGM. | 84 |
| Tabel 3.10 | Contoh kata-kata dalam karya sastra. | 85 |
| Tabel 3.11 | Evaluasi rotasi terhadap tingkat pengenalan huruf dan kata. | 86 |
| Tabel 3.12 | Evaluasi jumlah neuron pada lapisan tersembunyi 1 dan 2 terhadap rerata tingkat pengenalan huruf (dalam %). | 90 |

| | | |
|------------|---|-----|
| Tabel 3.13 | Evaluasi jumlah neuron pada lapisan tersembunyi terhadap rerata tingkat pengenalan huruf. | 92 |
| Tabel 3.14 | Evaluasi nilai Δ_0 terhadap rerata tingkat pengenalan huruf. | 94 |
| Tabel 3.15 | Pengaruh nilai Δ_0 terhadap MSE. | 95 |
| Tabel 3.16 | Evaluasi jumlah maksimum segmen/huruf terhadap tingkat pengenalan kata dan rerata waktu pengenalan kata. | 100 |
| Tabel 3.17 | Evaluasi jumlah huruf kandidat terbaik terhadap tingkat pengenalan kata dan rerata waktu pengenalan kata. | 102 |
| Tabel 3.18 | Evaluasi nilai bibit acak dalam pembangkitan 10 JST. | 106 |
| Tabel 3.19 | Pengurutan JST berdasarkan tingkat pengenalan huruf. | 107 |
| Tabel 3.20 | Perbandingan konsep-konsep pembangkitan kombinasi JST, bila diterapkan pada teknik pengenalan kata yang dikaji. | 109 |
| Tabel 3.21 | Evaluasi jumlah JST dalam kombinasi JST terhadap tingkat pengenalan kata dan rerata waktu pengenalan kata. | 110 |
| Tabel 3.22 | Daftar kata dalam leksikon 48 kata. | 115 |
| Tabel 3.23 | Pengaruh sejumlah koreksi pada pengolahan awal kata terhadap rerata tingkat pengenalan kata. | 117 |
| Tabel 3.24 | Pengaruh mode koreksi ketebalan terhadap rerata tingkat pengenalan huruf. | 120 |
| Tabel 3.25 | Pengaruh perulangan nilai-nilai acak terhadap rerata tingkat pengenalan huruf dan rerata MSE. | 125 |
| Tabel 3.26 | Pembobotan huruf untuk leksikon 48 kata. | 126 |
| Tabel 3.27 | Perbandingan kinerja mode pembobotan huruf. | 126 |
| Tabel 3.28 | Pengaruh penapisan pelewat-rendah pada segmentasi terhadap rerata tingkat pengenalan kata. | 128 |
| Tabel 3.29 | Evaluasi jumlah neuron pada lapisan tersembunyi 1, 2, dan 3 terhadap rerata tingkat pengenalan huruf (dalam %). | 129 |
| Tabel 3.30 | Pengaruh keberadaan leksikon terhadap tingkat pengenalan kata. | 130 |



| | | |
|------------|---|-----|
| Tabel 3.31 | Pengaruh ukuran leksikon terhadap tingkat pengenalan kata dan rerata waktu pengenalan kata. | 132 |
| Tabel 3.32 | Pengaruh persamaan perhitungan skor kata kandidat terhadap tingkat pengenalan kata. | 134 |
| Tabel 3.33 | Analisis kompleksitas ruang dan waktu dari kombinasi algoritma pencarian terbaik pertama dan pelacakan balik. | 135 |
| Tabel 3.34 | Pemilihan kata uji secara sistematis berdasarkan nomor penulis. | 136 |
| Tabel 4.1 | Hasil pengujian pengaruh jumlah kata uji terhadap tingkat pengenalan kata. | 138 |

DAFTAR GAMBAR

| | | Halaman |
|-------------|---|---------|
| Gambar 2.1 | Ketidaktejelasan huruf yang dilingkari dalam kata tulisan-tangan. | 8 |
| Gambar 2.2 | Teknik pengenalan kata tulisan-tangan yang dikaji | 23 |
| Gambar 2.3 | Pengenalan kata melalui pengenalan huruf yang menggunakan JST | 24 |
| Gambar 2.4 | Contoh variasi skala, <i>slant</i> , dan <i>slope</i> dalam kata tulisan-tangan. (a) Skala besar. (b) Skala kecil. (c) <i>Slant</i> ke kiri. (d) <i>Slant</i> ke kanan. (e) <i>Slope</i> naik. (f) <i>Slope</i> turun. | 25 |
| Gambar 2.5 | Contoh variasi ketebalan dalam huruf tulisan-tangan. Penulisan huruf pada (a) cenderung lebih tebal dari (b). | 28 |
| Gambar 2.6 | Jendela-geser pada algoritma Zhang-Suen. | 28 |
| Gambar 2.7 | Contoh elemen struktur bujur sangkar 3×3 , dengan nilai $p_0 = p_1 = \dots = p_8 = 1$. | 30 |
| Gambar 2.8 | Contoh segmentasi menggunakan histogram proyeksi vertikal. (a) Citra masukan. (b) Histogram proyeksi vertikal. (c) Penapisan dengan tapis Gaussian 1D 20 titik yang deviasi standarnya 8. (d) Garis-garis vertikal yang menandakan tempat-tempat minimum lokal. (e) Hasil segmentasi. | 35 |
| Gambar 2.9 | Contoh pengaburan dan perataan blok. (a) Citra asli 64×64 piksel. (b) Pengaburan dengan tapis Gaussian 14×14 yang deviasi standarnya 10. (c) Partisi menggunakan blok partisi 8×8 piksel. (d) Hasil nilai rerata atas setiap blok partisi yang menghasilkan citra 8×8 piksel. | 38 |
| Gambar 2.10 | Contoh JST perambatan-balik dengan dua lapisan tersembunyi. | 39 |

| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 2.11 | Contoh pengenalan kata dengan graf segmentasi. (a) Kata yang tersegmentasi-lebih. (b) Graf segmentasi yang disederhanakan, dengan setiap rusuk yang digambarkan merupakan representasi dari 4 rusuk. (c) Contoh rusuk-rusuk yang menghubungkan simpul 1 dan 4, yang masing-masing mempunyai bobot dan huruf yang berkaitan. (d) Contoh jalur solusi dan kata yang bersesuaian. | 51 |
| Gambar 3.1 | Langkah-langkah normalisasi kata. | 62 |
| Gambar 3.2 | Langkah-langkah evaluasi <i>shearing</i> . | 63 |
| Gambar 3.3 | Contoh hasil evaluasi <i>shearing</i> secara simultan, untuk koreksi <i>slope</i> dan <i>slant</i> . (a) Citra masukan. (b) Hasil koreksi <i>slant</i> pada (a) (berbasis histogram proyeksi horisontal). (c) Citra keluaran yang merupakan hasil koreksi <i>slant</i> pada (b) (berbasis histogram proyeksi vertikal). | 63 |
| Gambar 3.4 | Langkah-langkah koreksi skala. | 64 |
| Gambar 3.5 | Contoh koreksi skala. (a) Citra masukan. (b) Histogram proyeksi horisontal dari (a), dengan lebar 29 piksel. (c) lebar-pita sepertiga-puncak dari (b), dengan lebar 18 piksel. (d) Citra keluaran yang telah terskala, dengan menggunakan nilai B_{ref} (pada persamaan 3.1) sebesar 25 piksel. | 64 |
| Gambar 3.6 | Grafik evaluasi mode lebar-pita dan ukuran lebar-pita acuan terhadap tingkat pengenalan kata. | 65 |
| Gambar 3.7 | Contoh adanya segmentasi kesalahan segmentasi dan berlebihan akibat penyekalaan. (a) Citra asli. (b) Kesalahan segmentasi akibat penyekalaan dengan lebar-pita seperlima-puncak acuan 15 piksel. (c) Segmentasi berlebihan (dengan ketentuan jumlah maksimum segmen/huruf adalah 4) akibat penyekalaan dengan lebar-pita setengah-puncak acuan 35 piksel. | 66 |
| Gambar 3.8 | Contoh adanya perubahan <i>template</i> kata pada proses normalisasi kata. (a) Citra masukan. (b) Hasil koreksi <i>slope</i> . (c) Hasil koreksi <i>slant</i> . (d) Hasil koreksi skala. (e) Citra keluaran, yang merupakan hasil pemotongan sesuai kotak yang mengelilingi kata. | 67 |

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 3.9 | Langkah-langkah segmentasi. | 68 |
| Gambar 3.10 | Grafik evaluasi tapis Gaussian 1D (dengan parameter panjang tapis dan deviasi standar) terhadap tingkat pengenalan kata. | 69 |
| Gambar 3.11 | Contoh adanya kesalahan segmentasi dan segmentasi berlebihan dalam penggunaan tapis Gaussian 1D. (a) Ada kesalahan segmentasi (tapis 28 titik dengan deviasi standar 0). (b) Segmentasi yang sesuai dengan ketentuan jumlah maksimum segmen/huruf adalah 4 (tapis 16 titik dengan deviasi standar 8). (c) Ada segmentasi berlebihan (tapis 12 titik dengan deviasi standar 16). | 70 |
| Gambar 3.12 | Perbandingan hasil tiga cara segmentasi. (a) Citra masukan. (b)-(d) Hasil segmentasi seragam, dengan ketebalan masing-masing segmen adalah 5, 10, dan 15 piksel. (e) Hasil segmentasi dengan transformasi <i>wavelet</i> stasioner, yang menggunakan fungsi <i>wavelet</i> biorthogonal 6.8. (f) Hasil segmentasi dengan tapis Gaussian 1D 20 titik dengan deviasi standar 8. | 71 |
| Gambar 3.13 | Langkah-langkah normalisasi huruf | 73 |
| Gambar 3.14 | Contoh pengaruh penyekalaan huruf dalam <i>template</i> 64x64 piksel. (a) dan (d) Penyekalaan huruf ke 64x64 dan 48x48 piksel. (b) dan (e) Masing-masing adalah hasil penapisan (a) dan (d), dengan tapis Gaussian 2D 14x14 yang deviasi standarnya 10. (c) dan (f) Masing-masing adalah gambaran jaring (<i>mesh</i>) untuk (b) dan (e). | 74 |
| Gambar 3.15 | Langkah-langkah ekstraksi ciri. | 75 |
| Gambar 3.16 | Grafik evaluasi tapis Gaussian 2D (dengan parameter ukuran tapis dan deviasi standar) terhadap tingkat pengenalan huruf. | 76 |
| Gambar 3.17 | Contoh pengaruh pengaburan dengan tapis Gaussian 2D. (Contoh pengaruh pengaburan dengan tapis Gaussian 2D. (a) Citra asal. (b)-(f) Masing-masing adalah pengaburan menggunakan tapis berukuran 6x6, 18x18, 14x14, 6x6, dan 18x18 piksel, yang deviasi standarnya 2, 2, 10, 14, dan 14. | 77 |

- Gambar 3.18 Contoh penampakan citra pada tingkat resolusi yang berbeda-beda. (a) Citra asli 64x64 piksel. (b) Pengaburan menggunakan tapis Gaussian 14x14 yang deviasi standarnya 10. (c)-(h) Masing-masing adalah representasi citra (b) pada tingkat resolusi 32x32, 16x16, 8x8, 4x4, 2x2, dan 1x1 piksel. Sebagai catatan, citra (c)-(h) dibangkitkan dengan perataan blok yang masing-masing menggunakan blok partisi 2x2, 4x4, 8x8, 16x16, 32x32, dan 64x64 piksel. 79
- Gambar 3.19 Perbandingan hasil ekstraksi ciri perataan blok dengan transformasi *wavelet*. (a) Citra huruf 64x64 piksel. (b) Hasil penapisan dengan tapis Gaussian 2D 14x14 yang deviasi standarnya 10. (c) dan (d) Masing-masing adalah hasil ekstraksi ciri perataan blok (ukuran blok partisi 8x8 piksel) dan transformasi *wavelet* (dekomposisi tiga tingkat, dengan *wavelet* Haar) pada (b). (e) dan (f) Masing-masing adalah gambaran jaring untuk (c) dan (d). 80
- Gambar 3.20 Contoh citra asli, ternormalisasi, dan turunannya, dalam inialisasi citra huruf. (a) Citra asli. (b) Citra ternormalisasi, yang dikoreksi dalam hal rotasi, ukuran, ketebalan, dan pergeseran. (c) – (f) Citra ternormalisasi yang masing-masing dirotasi dengan sudut -5° , -10° , 5° , dan 10° . 87
- Gambar 3.21 Contoh citra asli, ternormalisasi, dan turunannya dengan cara *shearing* dan rotasi. (a) Citra asli. (b) Citra ternormalisasi yang merupakan citra asli yang telah dikoreksi dalam hal rotasi, ukuran, ketebalan, dan pergeseran. (c) – (f) Citra ternormalisasi yang masing-masing telah di-*shearing* dengan koefisien -0,2, -0,1, 0,1, dan 0,2. (g) – (j) Citra ternormalisasi yang masing-masing telah dirotasi dengan sudut -5° , -10° , 5° , dan 10° . 88
- Gambar 3.22 JST perambatan-balik dengan dua lapisan tersembunyi, yang digunakan dalam penelitian ini. 89
- Gambar 3.23 Grafik evaluasi jumlah neuron pada lapisan tersembunyi 1 dan 2 terhadap rerata tingkat pengenalan huruf. 90
- Gambar 3.24 Grafik evaluasi nilai Δ_0 terhadap rerata tingkat pengenalan huruf. 94
- Gambar 3.25 Langkah-langkah pengenalan kata melalui pengenalan huruf yang menggunakan JST. 96

| | | |
|-------------|---|-----|
| Gambar 3.26 | Diagram alir pengenalan kata melalui pengenalan huruf yang menggunakan JST. | 97 |
| Gambar 3.27 | Grafik evaluasi jumlah maksimum segmen/huruf terhadap (a) tingkat pengenalan kata dan (b) waktu pengenalan kata. | 100 |
| Gambar 3.28 | Grafik evaluasi jumlah kandidat huruf terbaik terhadap (a) tingkat pengenalan kata dan (b) waktu pengenalan kata. | 102 |
| Gambar 3.29 | Kombinasi lima pengenalan kata melalui pengenalan huruf yang menggunakan JST. Setiap JST berarsitektur sama, namun mempunyai nilai-nilai bobot yang saling berbeda. | 104 |
| Gambar 3.30 | Grafik evaluasi jumlah JST dalam kombinasi JST terhadap (a) tingkat pengenalan kata dan (b) waktu pengenalan kata. | 110 |
| Gambar 3.31 | Contoh pengaruh koreksi <i>slope</i> dan <i>slant</i> terhadap segmentasi, yang menggunakan tapis Gaussian 1D 20 titik dengan deviasi standar 8. (a) Citra masukan. (b) Hasil koreksi lengkap (koreksi <i>slope</i> , <i>slant</i> , dan skala). (c) Hasil tanpa koreksi <i>slope</i> (koreksi <i>slant</i> dan skala). (d) Hasil tanpa koreksi <i>slant</i> (koreksi <i>slope</i> dan skala). (e) Hasil tanpa koreksi skala (koreksi <i>slope</i> dan <i>slant</i>). (f)-(i) Masing-masing adalah hasil segmentasi (a)-(e). | 118 |
| Gambar 3.32 | Contoh pengaruh koreksi ketebalan huruf terhadap tingkat kekaburan huruf. (a) Tanpa koreksi ketebalan. (b) Koreksi ketebalan yang hanya menggunakan operasi penipisan. (c)-(e) Masing-masing adalah koreksi ketebalan yang menggunakan operasi penipisan dan penebalan dengan elemen struktur bujur-sangkar 2x2, 3x3, dan 4x4. (f)-(j) Masing-masing adalah hasil pengaburan (a)-(e) menggunakan tapis Gaussian 2D 14x14 yang deviasi standarnya 10. | 121 |
| Gambar 3.33 | Contoh pengembangan nilai-nilai minimum yang menghasilkan segmentasi sempurna. (a) Citra masukan. (b) Histogram proyeksi vertikal dari (a). (c) Hasil penapisan pelewat-rendah (b) dengan tapis Gaussian 1D 20 titik dengan deviasi standar 8. (d) Garis-garis vertikal yang berkaitan dengan nilai-nilai minimum pada (c). (e) Hasil segmentasi (a) dengan berdasarkan pada (d). Hasil segmentasi (a) yang sempurna (satu huruf satu segmen), karena menggunakan nilai ambang pada persamaan (5.2). | 122 |

- Gambar 3.34 Contoh pengembangan nilai-nilai minimum yang menghasilkan kesalahan segmentasi. (a) Citra masukan. (b) Histogram proyeksi vetikal dari (a). (c) Hasil penapisan pelewat-rendah (b) dengan tapis Gaussian 1D 20 titik dengan deviasi standar 8. (d) Garis-garis vertikal yang berkaitan dengan nilai-nilai minimum pada (c). (e) Hasil segmentasi (a) dengan berdasarkan pada (d). Hasil segmentasi (a) ada yang salah (ada dua huruf dalam satu segmen), karena menggunakan nilai ambang pada persamaan (3.2). 123
- Gambar 3.35 Pengaruh penapisan pelewat-rendah pada segmentasi. (a) Citra masukan. (b) Histogram proyeksi vertikal. (c) Garis-garis vertikal yang menandakan tempat-tempat minimum lokal dari (b). (d) Hasil segmentasi yang menggunakan (c). (e) Hasil penapisan pelewat-rendah dari (b) dengan menggunakan tapis Gaussian 1D 20 titik yang deviasi standarnya 8. (f) Garis-garis vertikal yang menandakan tempat-tempat minimum lokal dari (f). (g) Hasil segmentasi yang menggunakan (f). 128
- Gambar 4.1 Hasil pengujian pengaruh jumlah kata diuji terhadap tingkat pengenalan kata. 139

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|------------|---|
| Lampiran 1 | Inisialisasi Penelitian 159 |
| Lampiran 2 | Contoh Lembar Pengambilan Sampel Kata 161 |
| Lampiran 3 | Contoh Lembar Pengambilan Sampel Huruf 162 |
| Lampiran 4 | Contoh Citra Kata Terisolasi 163 |
| Lampiran 5 | Contoh Citra Huruf Terisolasi 164 |
| Lampiran 6 | Daftar Kata dalam Leksikon 48, 96, dan 192 Kata 165 |
| Lampiran 7 | Contoh-contoh Pengenalan Kata 167 |
| Lampiran 8 | Ilustrasi Teknik Pengenalan Kata yang Dikaji 169 |