

**Pengenalan Tulisan Tangan
Menggunakan Ekstraksi Ciri Wavelet Transform
dari Projection Profile**

Radian Rizki Triadhi

NRP : 1222033

E-mail : radianrizkitriadhi@gmail.com

ABSTRAK

Pengenalan tulisan tangan dipengaruhi oleh fitur ekstraksi, fitur seleksi, dan klasifikasi. Pada tugas akhir ini akan fokus pada fitur ekstraksi.

Wavelet transform dari *projection profile* merupakan salah satu metode ekstraksi ciri. Metode ekstraksi ciri *projection profile* yaitu mencari nilai *density* dari sebuah matriks citra secara *vertical projection* (per kolom) dan *horizontal projection* (per baris), sedangkan *wavelet transform* yaitu mendekomposisi sebuah citra satu dimensi untuk mendapatkan sebuah koefisien dari sebuah citra.

Pada tugas akhir ini diimplementasikan metode ekstraksi ciri *wavelet transform* dari *projection profile* untuk dapat mengenali tulisan tangan huruf kapital. Langkah pertama; citra akan dilakukan binerisasi, inversi, segmentasi, *cropping*, dan *resize*, langkah kedua; citra diekstraksi ciri menggunakan *projection profile* secara *vertical projection* dan *horizontal projection*, langkah ketiga; *vertical projection* dan *horizontal projection* didekomposisi dua level menggunakan filter *db2*, *db6*, *sym4*, *sym6*, *coif1*, dan *coif2* sehingga akan didapatkan *coefficient approximation* dan *detail vertical level 2*, *coefficient approximation* dan *detail horizontal level 2*, langkah keempat; *coefficient* tersebut menjadi input *Multi Layer Perceptron* untuk *training*, langkah kelima; *testing* menggunakan MLP.

Didapatkan hasil akurasi pengenalan sebesar 84.22% dengan akurasi tertinggi menggunakan filter *coif2* sebesar 85.13 %.

Kata kunci: pengenalan tulisan tangan, MLP, *projection profile*, *wavelet transform*

**HANDWRITING RECOGNITION
USING WAVELET TRANSFORM
OF PROJECTION PROFILE FEATURE EXTRACTION**

Radian Rizki Triadhi

NRP : 1222033

E-mail : radianrizkitriadhi@gmail.com

ABSTRACT

Handwriting recognition influenced by feature extraction, feature selection, and classification. This final project focus on feature extraction.

Wavelet transform from projection profile is one of feature extraction method. Projection profile is calculate density value of matrix image in vertical projection (by coloumn) and horizontal projection (by row), and wavelet transform is decomposition an one dimension image to get a coefficient.

In this final project, implemented wavelet transform from projection profile for recognition handwriting capital letters. The first step ; binary, invers, segmentation, cropping, and resize image, the second step ; calculate density of vertical projection and horizontal projection, the third step ; decomposition vertical projection and horizontal projection two level using filter db2, db6, sym4, sym6, coif1, and coif2 so that will obtained coefficient approximation and detail vertical level 2 and coefficient approximation and detail horizontal level 2, the fourth step ; the coefficient will be the input of multi layer perceptron to training, and the fifth step ; testing using MLP.

Obtained the results of recognition accuracy amounted 84.22% with highest accuracy using filters coif2 amounted 85.13%.

Keywords: *handwriting recognition, MLP, projection profile, wavelet transform*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	
SURAT PERNYATAAN	
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR	
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Tujuan	2
I.4 Batasan Masalah	2
I.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
II.1 Citra ^[8]	4
II.1.1 Jenis Citra Digital ^[7]	4
II.2 Pengolahan Citra	5
II.2.1 Operasi Pengolahan Citra	5
II.3 Pengenalan Pola ^[8]	6
II.3.1 Metode Ekstraksi Ciri Projection Profile ^{[2][9]}	6

II.3.2 Metode Ekstraksi Ciri Wavelet Transform ^[4]	7
II.4 Jaringan Syaraf Tiruan (JST) ^[10]	14
II.4.1 Neuron	15
II.4.2 Dasar Jaringan Syaraf Tiruan	15
II.4.3 Arsitektur Jaringan Syaraf tiruan.....	16
II.4.4 Pelatihan (Training).....	17
II.4.5 Fungsi Aktivasi.....	18
II.4.6 Metode Propagasi Balik (Backpropagation)	19
II.5 Segmentasi Bounding Box-8 Connected Component ^{[1][12]}	22
BAB III PERANCANGAN SISTEM	24
III.1 Perancangan Sistem	24
III.1.1 Input Citra	25
III.1.2 Binerisasi Citra.....	25
III.1.3 Inversi Citra.....	25
III.1.4 Segmentasi Citra, Cropping, Resize.....	26
III.1.5 Ekstraksi Ciri Projection Profile	26
III.1.6 Ekstraksi Ciri Wavelet Transform	26
III.2 Klasifikasi Huruf dengan Jaringan Syaraf Tiruan.....	34
III.2.1 Database	35
III.2.2 Data Uji	35
III.2.3 Pelatihan (Training)	35
III.2.4 Pengujian (Testing)	37
III.3 Perancangan GUI Matlab.....	38
BAB IV DATA PENGAMATAN DAN ANALISIS	40
IV.1 Data Pengamatan	40
IV.1.1 Hasil Input Citra.....	40

IV.1.2 Hasil Binerisasi Citra	44
IV.1.3 Hasil Inversi Citra	44
IV.1.4 Hasil Segmentasi, Cropping, dan Resize	44
IV.1.5 Hasil Ekstraksi Ciri Projection Profile.....	45
IV.1.6 Hasil Ekstraksi Ciri Wavelet Transform.....	46
IV.1.7 Database Dalam File Excel	55
IV.1.8 Data uji Dalam File Excel.....	56
IV.1.7 Hasil Pelatihan (Training).....	56
IV.1.8 Karakteristik Huruf X dengan Filter coif2.....	58
IV.1.9 Karakteristik Huruf Y dengan Filter coif2.....	59
IV.1.10 Huruf X yang Dikenali Sebagai Huruf V dengan Filter coif2	60
IV.1.11 Hasil Pengujian (Testing)	61
IV.1.12 Akurasi Pengenalan	61
IV.2 Analisis	67
IV.2.1 Analisis Hasil Pelatihan (Training).....	67
IV.2.2 Analisis Huruf X Filter Coif2	67
IV.2.3 Analisis Akurasi Pengenalan.....	67
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	68
V.1 Simpulan	68
V.2 Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN A <i>SYNTAX PROGRAM</i>	A-1
LAMPIRAN B DATA PENGAMATAN.....	B-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 <i>Projection Profile</i> Huruf A.....	7
Gambar II.2 Ruang/ <i>Space V</i>	8
Gambar II.3 Bentuk <i>Scaling Function</i> dengan Berbagai Nilai <i>j</i> dan <i>k</i>	9
Gambar II.4 Contoh Representasi Sebuah Fungsi dengan HAAR <i>Scaling Function</i>	10
Gambar II.5 <i>The Nested Function Spaces Spanned by a Scaling Function</i>	10
Gambar II.6 Hubungan Antara <i>Scaling</i> dan <i>Wavelet Function Spaces</i>	11
Gambar II.7 Bentuk <i>Wavelet Function</i> dengan Berbagai Nilai <i>j</i> dan <i>k</i>	12
Gambar II.8 <i>Fast Wavelet Transform</i>	14
Gambar II.9 Arsitektur <i>Neuron</i> Pada JST.....	15
Gambar II.10 <i>Single Layer Network</i>	16
Gambar II.11 <i>Multi Layer Network</i>	17
Gambar II.12 Contoh Arsitektur <i>Backpropagation</i>	21
Gambar II.13 Proses Segmentasi dengan <i>Bounding Box</i> & <i>Connected Component</i> (1).....	22
Gambar II.14 Proses Segmentasi dengan <i>Bounding Box</i> & <i>Connected Component</i> (2).....	23
Gambar II.15 Proses Segmentasi dengan <i>Bounding Box</i> & <i>Connected Component</i> (3).....	23
Gambar III.1 <i>Flowchart</i> Utama	24
Gambar III.2 <i>Pen Tablet Intuos Pro Wacom (Small)</i>	25
Gambar III.3 Tampilan Ms Paint	25
Gambar III.4 <i>Lowpass Filter db2</i>	27
Gambar III.5 <i>Highpass Filter db2</i>	27
Gambar III.6 <i>Lowpass Filter db6</i>	29
Gambar III.7 <i>Highpass Filter db6</i>	29
Gambar III.8 <i>Lowpass Filter sym4</i>	30
Gambar III.9 <i>Highpass Filter sym4</i>	30
Gambar III.10 <i>Lowpass Filter sym6</i>	31

Gambar III.11 <i>Highpass Filter sym6</i>	31
Gambar III.12 <i>Lowpass Filter coif1</i>	32
Gambar III.13 <i>Highpass Filter coif1</i>	32
Gambar III.14 <i>Lowpass Filter coif2</i>	33
Gambar III.15 <i>Highpass Filter coif2</i>	33
Gambar III.16 <i>Flowchart Training</i>	34
Gambar III.17 <i>Flowchart Testing</i>	34
Gambar III.18 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan Pengenalan Tulisan Tangan Menggunakan Ekstraksi Ciri <i>Wavelet Transfrom</i> dari <i>Projection Profile</i>	36
Gambar III.19 Tampilan <i>GUI Matlab</i>	38
Gambar IV.1 Contoh Citra yang di <i>Input</i> Menggunakan <i>Pen Tablet Intuos Pro Wacom</i>	40
Gambar IV.2 Contoh Tulisan Huruf B,G,J, dan P Set I	41
Gambar IV.3 Contoh Tulisan Huruf B,G,J, dan P Set II	41
Gambar IV.4 Contoh Tulisan Huruf B,G,J, dan P Set III	41
Gambar IV.5 Contoh Tulisan Huruf B,G,J, dan P Set IV	42
Gambar IV.6 Contoh Tulisan Huruf B,G,J, dan P Set V	42
Gambar IV.7 Contoh Tulisan Huruf B,G,J, dan P Set VI	42
Gambar IV.8 Contoh Tulisan Huruf B,G,J, dan P Set VII	43
Gambar IV.9 Contoh Tulisan Huruf B,G,J, dan P Set VIII	43
Gambar IV.10 Contoh Tulisan Huruf B,G,J, dan P Set IX	43
Gambar IV.11 Citra Hasil Binerisasi	44
Gambar IV.12 Citra Hasil Inversi Gambar IV.11	44
Gambar IV.13 Citra Hasil Segmentasi, <i>Cropping</i> , dan <i>Resize</i> Gambar IV.12	44
Gambar IV.14 Citra Hasil <i>Preprocessing</i> Huruf A	44
Gambar IV.15 <i>Vertical Projection</i> Huruf A Pada Gambar IV.14	45
Gambar IV.16 <i>Horizontal Projection</i> Huruf A Pada Gambar IV.14	45
Gambar IV.17 Hasil Konvolusi <i>Vertical Projection Profile</i> Gambar IV.15 dengan <i>Lowpass Filter db2</i>	46
Gambar IV.18 <i>Approximation Coefficient Vertical Level 1</i> Hasil <i>Downsampling 2n</i>	46
Gambar IV.17	46

Gambar IV.19 Hasil Konvolusi <i>Coefficient Approximation Vertical Level 1</i> Gambar IV.18 dengan <i>Lowpass Filter db2</i>	47
Gambar IV.20 <i>Coefficient Approximation Vertical Level 2</i> Hasil <i>Downsampling 2n</i> Gambar IV.19.....	47
Gambar IV.21 Hasil Konvolusi <i>Coefficient Approximation Vertical Level 1</i> Gambar IV.18 dengan <i>Highpass Filter db2</i>	48
Gambar IV.22 <i>Coefficient Detail Vertical Level 2</i> Hasil <i>Downsampling 2n</i> Gambar IV.21	48
Gambar IV.23 Hasil Konvolusi <i>Horizontal Projection</i> Gambar IV.16 dengan <i>Lowpass Filter db2</i>	49
Gambar IV.24 <i>Coefficient Approximation Horizontal Level 1</i> Hasil <i>Downsampling 2n</i> Gambar IV.23.....	49
Gambar IV.25 Hasil Konvolusi <i>Coefficient Approximation Horizontal Level 1</i> Gambar IV.24 dengan <i>Lowpass Filter db2</i>	50
Gambar IV.26 <i>Coefficient Approximation Horizontal Level 2</i> Hasil <i>Downsampling 2n</i> Gambar IV.25.....	50
Gambar IV.27 Hasil Konvolusi <i>Coefficient Approximation Horizontal Level 1</i> Gambar IV.24 dengan <i>Highpass Filter db2</i>	51
Gambar IV.28 <i>Coefficient Detail Horizontal Level 2</i> Hasil <i>Downsampling 2n</i> Gambar IV.27.....	51
Gambar IV.29 <i>Coefficient</i> Hasil <i>Dekomposisi 2 Level Huruf A</i> Gambar IV.14 dengan <i>Filter db2</i>	52
Gambar IV.30 <i>Scaling Coefficient Filter db2</i> Huruf A Gambar IV.14	52
Gambar IV.31 <i>Scaling Coefficient Filter db6</i>	53
Gambar IV.32 <i>Scaling Coefficient Filter sym4</i>	53
Gambar IV.33 <i>Scaling Coefficient Filter sym6</i>	54
Gambar IV.34 <i>Scaling Coefficient Filter coif1</i>	54
Gambar IV.35 <i>Scaling Coefficient Filter coif2</i>	55
Gambar IV.36 <i>Database Dalam File Excel</i>	55
Gambar IV.37 <i>Data Uji Dalam File Excel</i>	56
Gambar IV.38 Salah Satu Contoh Karakteristik Huruf X Set II dengan <i>Filter coif2</i>	58

Gambar IV.39 Salah Satu Contoh Karakteristik Huruf X Set III dengan <i>Filter coif2</i>	58
Gambar IV.40 Salah Satu Contoh Karakteristik Huruf X Set IV dengan <i>Filter coif2</i>	58
Gambar IV.41 Salah Satu Contoh Karakteristik Huruf X Set V dengan <i>Filter coif2</i>	59
Gambar IV.42 Salah Satu Contoh Karakteristik Huruf Y Set II dengan <i>Filter coif2</i>	59
Gambar IV.43 Salah Satu Contoh Karakteristik Huruf Y Set III dengan <i>Filter coif2</i>	59
Gambar IV.44 Salah Satu Contoh Karakteristik Huruf Y Set IV dengan <i>Filter coif2</i>	60
Gambar IV.45 Salah Satu Contoh Karakteristik Huruf Y Set V dengan <i>Filter coif2</i>	60
Gambar IV.46 Contoh Karakteristik Huruf X yang Dikenali Sebagai Huruf V dengan <i>Filter coif2</i>	60
Gambar IV.47 Contoh Karakteristik Huruf X yang Dikenali Sebagai Huruf V dengan <i>Filter coif2</i>	61
Gambar IV.48 Contoh Karakteristik Huruf X yang Dikenali Sebagai Huruf V dengan <i>Filter coif2</i>	61
Gambar IV.49 Akurasi Pengenalan <i>Filter db2</i>	62
Gambar IV.50 Akurasi Pengenalan <i>Filter db6</i>	63
Gambar IV.51 Akurasi Pengenalan <i>Filter sym4</i>	63
Gambar IV.52 Akurasi Pengenalan <i>Filter sym6</i>	64
Gambar IV.53 Akurasi Pengenalan <i>Filter coif1</i>	64
Gambar IV.54 Akurasi Pengenalan <i>Filter coif1</i>	65

DAFTAR TABEL

Tabel III.1 Tabel Beberapa Pelatihan dengan Fungsi Aktivasi dan Jumlah Database berbeda-beda	35
Tabel III.2 Tabel Target Pelatihan	37
Tabel III.3 Tabel Komponen GUI Matlab	39
Tabel IV.1 Tabel Hasil Pelatihan JST Ke-1	56
Tabel IV.2 Tabel Hasil Pelatihan JST Ke-2	56
Tabel IV.3 Tabel Hasil Pelatihan JST Ke-3	57
Tabel IV.4 Tabel Hasil Pelatihan JST Ke-4	57
Tabel IV.5 Tabel Hasil Pelatihan JST Ke-5	57
Tabel IV.6 Tabel Akurasi Pengenalan	62
Tabel IV.7 Tabel Rata-Rata Akurasi Pengenalan Filter	65
Tabel IV.8 Tabel Rekapitulasi Kesalahan Pengenalan Tulisan Tangan	66



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A <i>SYNTAX PROGRAM</i>	A-1
Lampiran B DATA PENGAMATAN	B-1

