

## PENGENALAN EMOSI WAJAH MANUSIA MENGGUNAKAN *BIORTHOGONAL WAVELET ENTROPY* DAN *SUPPORT VECTOR MACHINE*

### *HUMAN'S FACIAL EMOTION RECOGNITION USING BIORTHOGONAL WAVELET ENTROPY AND SUPPORT VECTOR MACHINE*

Enki Probo Sidhi<sup>1</sup>, Anditya Arifianto<sup>2</sup>, Febryanti Sthevanie<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[enkiaja12@gmail.com](mailto:enkiaja12@gmail.com), <sup>2</sup>[anditya@telkomuniversity.ac.id](mailto:anditya@telkomuniversity.ac.id), <sup>3</sup>[febryantisthevanie@gmail.com](mailto:febryantisthevanie@gmail.com)

#### Abstrak

Pengenalan emosi di dalam suatu interaksi merupakan kunci sukses dalam interaksi tersebut. Oleh karena itu, penelitian mengenai cara komputer mengenali emosi manusia perlu dilakukan. Data yang memiliki dimensi yang tinggi sulit untuk diklasifikasi. Oleh karena itu, reduksi dimensi perlu dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk meneliti sistem pengenalan emosi berdasarkan ekspresi wajah manusia dalam kasus pereduksian dimensi. Kategori emosi yang akan dikenali adalah marah, senang, sedih, takut, jijik, terkejut, dan netral. Untuk mengenali emosi tersebut, digunakan metode *Biorthogonal Wavelet Entropy* (BWE) sebagai metode ekstraksi fitur dan reduksi dimensi, dan *Multi-class Support Vector Machine* (MSVM) sebagai metode klasifikasi. Hasil implementasi sistem pada dataset JAFFE menunjukkan bahwa *entropy* pada BWE tidak berhasil mereduksi dimensi *coeffiecient subband* hasil dari dekomposisi *Biorthogonal Wavelet Transform*. Akurasi tertinggi yang didapatkan BWE adalah 44.45%. Saat *entropy* pada BWE tidak digunakan, akurasi tertinggi yang didapatkan adalah 82.73%.

**Kata Kunci:** *wavelet, biorthogonal wavelet, support vector machine, shannon entropy, pengenalan emosi wajah manusia, biorthogonal wavelet entropy.*

#### Abstract

*Emotion recognition is the key of successfull interaction. Therefore, research about how computer recognize human's emotion is needed. Data in higher dimension can be difficult to classify. Therefore, dimension reduction is also needed. This final task research the facial emotion recognition system in dimension reduction case. The emotions are angry, happy, sad, fear, surprised, and neutral. For recognizing the emotion, a method named Biorthogonal Wavelet Entropy (BWE) is used for system's feature extraction and as dimension reduction method, and Multi-class Support Vector Machine (MSVM) is used for system's classification method. System is implemented to JAFFE datasets. The result is not satisfactory because entropy in BWE can't reduct the dimension of the coeffiecient subband. The result give 44.45% for the accuracy using BWE. Without Entropy in BWE the accuracy is rising up to 82.73%.*

**Keywords:** *wavelet, biorthogonal wavelet, support vector machine, shannon entropy, biorthogonal wavelet entropy, facial emotion recognition, FER.*

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Pengenalan emosi merupakan kemampuan yang penting dalam kehidupan sosial [1]. Emosi yang dapat dikenali dari ekspresi wajah manusia merupakan sumber utama terjadinya komunikasi yang sukses [2]. Untuk mengenali emosi wajah, dibutuhkan metode pengklasifikasi. Pengklasifikasian data dalam dimensi yang tinggi dapat memberikan kesulitan [3]. Padahal, data memiliki informasi yang dapat berulang dan dapat diperkecil jumlah fiturnya (reduksi dimensi) [3]. Oleh karena itu, teknik reduksi dimensi perlu dilakukan.

Beberapa penelitian mengenai pengenalan emosi manusia telah dilakukan. Khususnya, pengenalan emosi berdasarkan wajah manusia atau yang dikenal dengan facial emotion recognition (FER). Vivek dan Guddeti [4] menggunakan metode *Cat Swarm Optimization* (CSO) yang digabungkan dengan *Genetic Algorithm* (GA) dan *Particle Swarm Optimization* (PSO) menghasilkan 66 fitur dengan akurasi 86%. Lalu, Musaed Alhussein [5] menggunakan metode *Weber Local Descriptor* menghasilkan lebih dari 100 dengan akurasi 99.28%. Selain itu, Ali et al. [6] menggunakan *Radon Transform* (RT), *Higher-order Spectral* (HOS), dan SVM menghasilkan 100

fitur dengan akurasi 86%. Penelitian-penelitian tersebut memiliki performansi sistem yang baik tetapi fitur yang dihasilkan lebih dari 100.

Pada Penelitian ini, teknik reduksi dimensi yang dapat mereduksi dimensi hingga 7 fitur digunakan. Penelitian dilakukan terhadap sistem FER yang menggunakan metode ekstraksi fitur bernama *Biorthogonal Wavelet Transform* (BWT) dan direduksi fiturnya menggunakan *Shannon Entropy*. Metode ini diberi nama *Biorthogonal Wavelet Entropy* (BWE) [7]. Pada Penelitian ini, digunakan metode lain bernama *Principal Component Analysis* (PCA) untuk dibandingkan dengan metode utama yaitu BWE. Lalu, Pengklasifikasian dilakukan oleh *Support Vector Machine* (SVM) dalam bentuk *OneVsRest Multi-class SVM*.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, berikut adalah rumusan masalah yang diangkat pada Penelitian ini.

1. Bagaimana pengaruh BWE pada sistem pengenalan emosi wajah manusia yang dirancang?
2. Bagaimana performa SVM pada sistem pengenalan emosi wajah manusia yang dirancang?
3. Bagaimana pengaruh PCA pada sistem pengenalan emosi wajah manusia yang dirancang?

Untuk memperkecil cakupan dari Penelitian ini, diberikan beberapa batasan masalah, sebagai berikut:

1. Sistem hanya mengenali emosi wajah dari gambar yang tidak bergerak.
2. Gambar yang digunakan merupakan gambar yang memuat wajah manusia dari tampak depannya saja.
3. Emosi yang dikenali berjumlah 7 emosi yaitu emosi senang, sedih, marah, jijik, takut, terkejut, dan netral.
4. Gambar masukan merupakan gambar yang telah dipotong berdasarkan aturan pemotongan pada paper acuan.
5. Gambar yang digunakan merupakan gambar berukuran 256x256 pixel.

## 1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang diangkat, berikut adalah tujuan yang ingin dicapai pada pengerjaan penelitian ini.

1. Mengetahui pengaruh BWE pada sistem pengenalan emosi wajah manusia yang dirancang;
2. Mengetahui performa MSVM pada sistem pengenalan emosi wajah manusia yang dirancang;
3. Mengetahui pengaruh PCA pada sistem pengenalan emosi wajah manusia yang dirancang;

## 1.4 Metodologi Penyelesaian Masalah

Beberapa metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang diangkat adalah:

### 1.4.1 Kajian Pustaka

Metode ini digunakan untuk mengenal komponen pembentuk sistem dengan cara mencari dan mempelajari referensi yang berkaitan dengan citra digital, FER, *Biorthogonal Wavelet Transform*, dan *Support Vector Machine*. Selain itu, metode ini juga digunakan sebagai dasar dilakukannya suatu kegiatan di dalam penelitian.

### 1.4.2 Pengumpulan Data

Syarat data yang dikumpulkan dan digunakan adalah data yang sudah terverifikasi dan telah banyak digunakan pada bidang FER. JAFFE atau *Japanese Female Facial Expression* merupakan data yang telah memenuhi syarat tersebut.

### 1.4.3 Analisis dan Perancangan Sistem

Untuk mendapatkan analisis penelitian dari cakupan yang jelas, perancangan sistem dijelaskan secara rinci pada Penelitian ini. Sistem yang dibangun merupakan sistem pengenalan emosi wajah manusia yang dibangun dengan menggunakan dua metode utama yaitu *Biorthogonal Wavelet Entropy* (BWE) dan *Support Vector Machine* (SVM). Sistem yang dirancang dibagi ke dalam beberapa skenario lagi untuk mendapatkan hasil penelitian yang akurat.

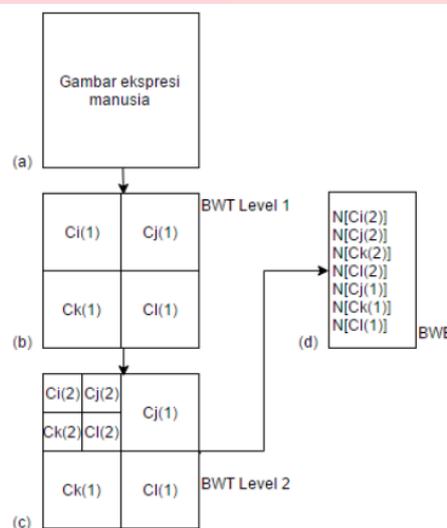
1.4.4 Analisis dan Pengujian

Pengujian dilakukan berdasarkan skenario sistem yang dirancang. Hasil pengujian memuat informasi mengenai performa sistem yang dirancang berdasarkan skenarionya. Lalu, performa sistem tersebut digunakan sebagai bahan untuk menganalisis sistem yang dibangun.

2. Dasar Teori dan Perancangan

2.1 Biorthogonal Wavelet Entropy (BWE)

Biorthogonal Wavelet Entropy (BWE) merupakan metode ekstraksi fitur yang dibentuk dari dua metode yaitu Biorthogonal Wavelet Transform (BWT) dan Shannon Entropy [7]. BWT merupakan metode transformasi wavelet yang menggunakan wavelet berjenis biorthogonal sebagai penghasil filter bank-nya. Pada BWE, BWT digunakan untuk mendekomposisi citra dan menghasilkan coefficient subband. Sedangkan, Shannon Entropy digunakan untuk mereduksi dimensi pada coefficient subband yang dihasilkan oleh BWT. Shannon Entropy diimplementasikan pada setiap coefficient subband untuk menghasilkan fitur. Ilustrasi proses ini ditunjukkan pada gambar di bawah dengan level dekomposisi adalah dua dan  $N[Y]$  terdiri dari  $N$  yang merupakan proses Shannon Entropy pada coefficient subband  $Y$ .



Gambar 2.1 Ilustrasi proses ekstraksi ciri menggunakan biorthogonal wavelet entropy

2.2. Support Vector Machine (SVM)

SVM mencari hyperplane terbaik untuk memisahkan data berdasarkan kelasnya. Hyperplane terbaik pada data yang ingin diklasifikasi merupakan hyperplane yang memiliki margin terbesar. Pada kasus data yang dapat dipisahkan secara linear, mencari hyperplane terbaik pada SVM sama saja dengan menyelesaikan permasalahan optimasi berikut:

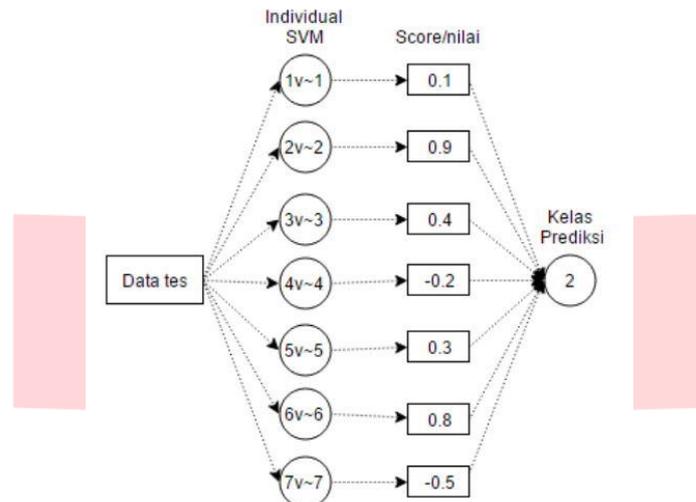
$$\begin{aligned}
 \max_{\alpha} \sum_{i=1}^m \alpha_i - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \alpha_i \alpha_j y_i y_j K(x_i, x_j) \\
 \text{st } 0 \leq \alpha_i \leq C, i = 1, \dots, m \\
 \sum_{i=1}^m \alpha_i y_i = 0
 \end{aligned} \tag{2.1}$$

$\alpha$  merupakan lagrange multiplier.  $K$  merupakan kernel function.  $y_i$  merupakan kelas target pada data ke- $i$ .  $x_i$  merupakan data ke- $i$ .  $C$  merupakan konstanta. Setelah permasalahan optimasi sebelumnya diselesaikan, maka hyperplane dengan nilai  $w$  dan  $b$  didapatkan dari persamaan berikut:

$$w = \sum_{i=1}^m \alpha_i y_i x_i \tag{2.2}$$

$$b = y_i - w \cdot x_i \tag{2.3}$$

Bentuk SVM yang digunakan adalah *OneVsRest Multiclass SVM*. Berikut adalah ilustrasinya:



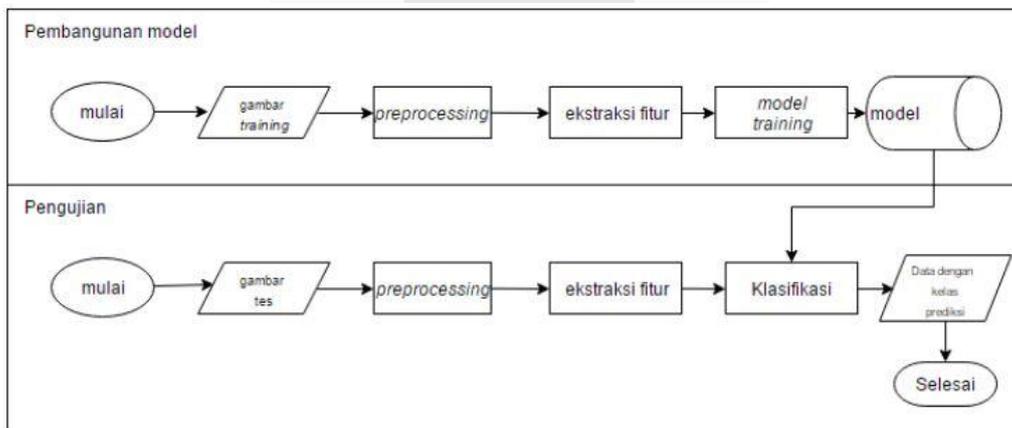
Gambar 2.2 Ilustrasi *OneVsRest Multiclass SVM* pada dataset JAFFE

### 2.3. Perancangan Sistem

Pada penelitian ini, sistem pengenalan emosi berdasarkan wajah manusia atau *facial emotion recognition* (FER) dibagi menjadi dua bagian utama yaitu bagian pembangunan model dan bagian pengujian. Pada kedua bagian utama ini, keduanya memiliki data masukan awal berupa gambar wajah manusia yang dibagi menjadi gambar *training* dan gambar tes. Gambar wajah, selanjutnya di-*preprocessing*. Sebelum memasuki proses model training dan proses klasifikasi, data hasil preprocessing tersebut melewati tahap ekstraksi fitur menggunakan metode *Biorthogonal Wavelet Transform* (BWT) dan *Shannon Entropy* atau *Principal Component Analysis* (PCA).

Pada bagian pembangunan model, model dibentuk menggunakan *Multiclass Support Vector Machine* (MSVM). Pembentukan model ini dilakukan pada proses model training. Model yang telah dibentuk melalui proses model *training* digunakan pada proses klasifikasi di bagian pengujian.

Data yang dihasilkan dari proses klasifikasi merupakan data berisi kelas-kelas dari data masukan awal yang diprediksi menggunakan model MSVM. Hasil dari tahap klasifikasi disebut dengan data dengan kelas prediksi. Data dengan kelas prediksi ini digunakan untuk penelitian mengenai performa sistem FER yang dibentuk pada Penelitian ini. Ilustrasi dari kedua bagian utama sistem ini dapat dilihat pada gambar berikut.



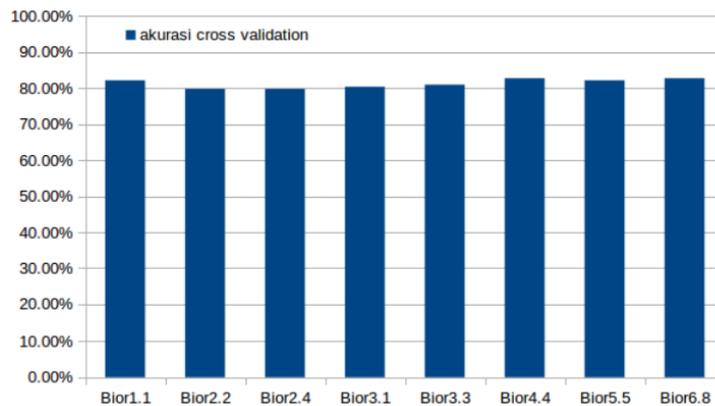
Gambar 2.3 Gambaran Umum Sistem

### 3. Hasil Pengujian dan Analisis

#### 3.1. Hasil Pengujian BWT

Tujuan dari skenario ini adalah mencari jenis *wavelet biorthogonal* yang terbaik dilihat dari akurasi yang dihasilkan. Parameter SVM yang ditetapkan adalah *kernel linear* dan  $C=1$ .

*Wavelet* jenis bior1.1, bior4.4, bior5.5, dan bior6.8 menghasilkan akurasi *cross validation* yang memiliki selisih 0.59% dengan akurasi tertinggi dihasilkan oleh bior4.4, dan 6.8 yaitu 82.73%. Berikut adalah gambar yang memuat grafiknya.



Gambar 3.1 Akurasi Cross validation di setiap jenis wavelet

Untuk memilih *wavelet* yang terbaik, selanjutnya akan dibandingkan jumlah fitur yang dihasilkan. Jumlah fitur masing-masing jenis wavelet dapat dilihat di tabel berikut.

Tabel 3.1 Jumlah fitur setiap wavelet terbaik

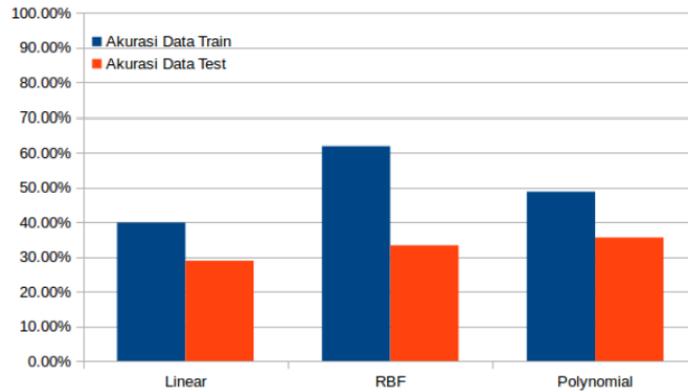
Jenis wavelet	Jumlah fitur
bior1.1	65,536
bior4.4	71,872
bior5.5	73,803
bior6.8	78,592

Tabel di atas menunjukkan bahwa *wavelet* jenis bior1.1 menghasilkan jumlah fitur yang lebih sedikit dari jenis *wavelet* yang lainnya. Selain menghasilkan akurasi yang baik pada data tes, bior1.1 juga menghasilkan jumlah fitur yang sedikit. Oleh karena itu, bior1.1 digunakan untuk skenario lainnya.

#### 3.2. Hasil Pengujian BWE Satu Distribusi

Tujuan dari skenario ini adalah untuk mendapatkan akurasi yang terbaik dari proses ekstraksi fitur menggunakan BWE melalui tahap *continuous entropy* dengan distribusi *genlogistic*.

Grafik di bawah menunjukkan akurasi terbaik pada masing-masing *kernel* setelah dilakukan konfigurasi parameter kernel SVM-nya. Pada data latih, kernel RBF dengan parameter  $C=2$  dan  $\gamma=15$  mendapatkan akurasi terbesar jika dibandingkan dengan *kernel* lainnya yaitu 70.24%. Pada data tes, *kernel polynomial* dengan parameter  $C=2$  dan  $d=3$  mendapatkan akurasi terbesar yaitu 42.23%. Hal ini disebabkan oleh dimensi yang tereduksi sebanyak 99.99% yaitu dari 65,536 ke 7 fitur.

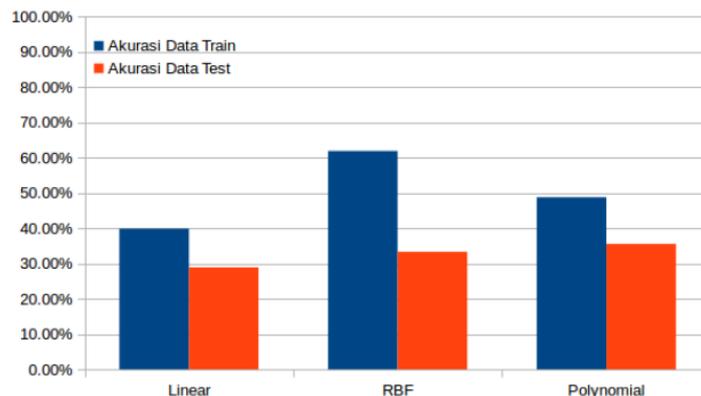


Gambar 3.2 persentase skenario BWE satu distribusi menggunakan tiga kernel SVM

### 3.2 Hasil Pengujian BWE Beberapa Distribusi

Tujuan dari skenario ini adalah untuk mendapatkan akurasi yang terbaik dari proses ekstraksi fitur menggunakan BWE melalui tahap *continuous entropy* dengan distribusi yang disesuaikan dengan masing-masing *coefficient subband*.

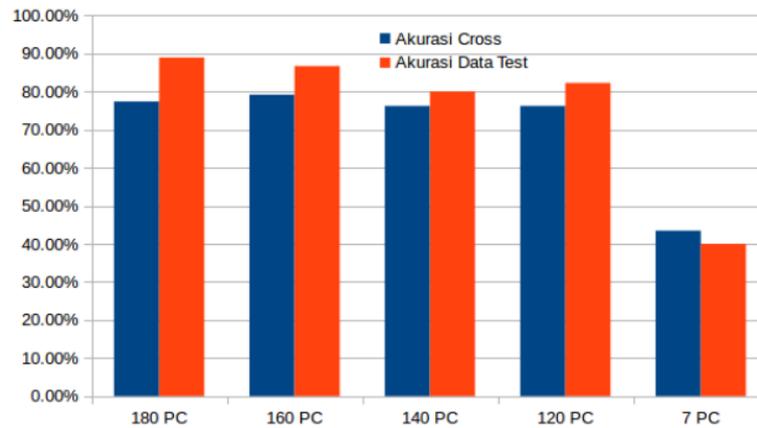
Grafik persentase akurasi ditunjukkan pada gambar di bawah. Gambar menunjukkan bahwa akurasi terbaik pada data latih diperoleh oleh *kernel RBF* dengan parameter  $C=1$  dan  $\gamma=10$  yaitu 61.9%, sedangkan untuk data tes *kernel polynomial* dengan parameter  $C=4$  dan  $d=3$  mendapatkan akurasi terbaik yaitu 35.56%. Sama seperti skenario sebelumnya, hal ini disebabkan oleh dimensi yang tereduksi sebanyak 99.99%.



Gambar 3.3 persentase skenario BWE beberapa distribusi menggunakan tiga kernel SVM

### 3.3. Hasil Pengujian BWT+PCA

Pada skenario ini, digunakan metode *Principal Component Analysis* (PCA) untuk mereduksi dimensi. Metode ini digunakan sebagai metode pembandingan dengan metode sebelumnya. Gambar di bawah merupakan grafik persentase pada masing-masing PC yang digunakan.



Gambar 3.4 persentase akurasi cross validation dan data tes di setiap PC

PCA yang menggunakan 180 Principal Component (PC) berhasil mereduksi dimensi hingga 99.73% dengan menghasilkan akurasi 88.89% pada data tes. Sebagai pembandingan dengan metode sebelumnya, diambil tujuh PC pada PCA. PCA dengan tujuh PC (tereduksi 99.99%) menghasilkan akurasi yang masih berada dibawah 80% yaitu 40%. Hal tersebut terjadi karena jumlah PC tidak cukup untuk merepresentasikan data dari dimensi yang lebih tinggi.

## 4. Kesimpulan dan Saran

### 4.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari pengujian dan analisis sistem FER pada Penelitian ini adalah:

1. BWE memiliki jumlah fitur yang lebih sedikit dari pada BWT. Tetapi dengan menggunakan BWE performansi sistem FER menurun hingga 46.66% jika dibandingkan dengan penggunaan BWT yang memiliki akurasi 88.89%. Hal ini terjadi karena fitur BWT yang berjumlah 65,536 tereduksi hingga 7 fitur (tereduksi 99.99%).
2. BWE tidak dapat menghasilkan performansi yang baik pada sistem FER di Penelitian ini. Hal ini terlihat dari akurasi tertingginya sebesar 44.44% dengan menggunakan *kernel polynomial* SVM pada data tes, serta akurasi 56% yang dihasilkan dari data train menggunakan *kernel RBF* SVM. Hal ini dapat disebabkan oleh penggunaan jenis *wavelet* atau *dataset* yang berbeda dari paper acuan [7].
3. PCA dapat mereduksi dimensi hingga 99.73% dan menghasilkan performansi yang baik pada sistem FER. Jumlah PC 180 (tereduksi 99.73%) menghasilkan akurasi 88.89% pada data tes, tetapi PCA dengan jumlah PC tujuh mendapatkan akurasi 40%. Pereduksian dimensi dari 65.536 ke 7 dimensi masih belum bisa menghasilkan akurasi yang mencapai 80% jika dilakukan dengan metode BWE maupun PCA.

### 4.2. Saran

Saran yang dapat diberikan mengenai penelitian yang lebih lanjut pada topik yang sama adalah jika ingin melakukan penelitian lebih lanjut menggunakan *Biorthogonal Wavelet Entropy*, maka coba menggunakan dataset atau jenis *wavelet* dengan *family* yang lain karena pada paper acuan [7] metode ini dapat menghasilkan performansi yang baik dengan menggunakan *dataset* yang berbeda.

## 5. Daftar Pustaka

- [1] M. K. P. J. S. R. A. a. W. C. d. S. Ana Idalina de Paiva-Silva, "How Do We Evaluate Facial Emotion Recognition?," *Psychology and Neuroscience*, pp. 153--175, 2016.
- [2] C. M. a. A. P. F. Abdat, "Human-computer interaction using emotion recognition from facial expression," *2011 UKSim 5th European Symposium on Computer Modeling and Simulation*, pp. 196--201, 2011.
- [3] J. V. A. P.-M. C.O.S. Sorzano, "A Survey of Dimensionality Reduction Techniques".

- [4] V. T. V. a. R. M. R. Guddeti, "A Hybrid Bioinspired Algorithm for Facial Emotion Recognition Using CSO-GA-PSO-SVM," *2015 Fifth International Conference on Communication Systems and Network Technologies*, pp. 472--477, 2015.
- [5] M. Alhessein, "Automatic Facial Emotion Recognition Using Weber Local Descriptor for E-Healthcare System," *Springer Science+Business Media New York 2016*, 2016.
- [6] M. H. S. Y. a. A. H. A. Hasimah Ali, "Facial Emotion Recognition Based on Higher-Order Spectra Using Support Vector Machines," *Journal of Medical Imaging and Health Informatics*, pp. 1272--1277, 2015.
- [7] Z.-J. Y. H.-M. L. X.-X. Z. P. P. Q.-M. L. a. S.-H. W. Yu-Dong Zhang, "Facial Emotion Recognition Based on Biorthogonal Wavelet Entropy, Fuzzy Support Vector Machine, and Stratified Cross Validation," *IEEE Access*, pp. 8375--8385, 2016.

