

Pengenalan Expression Wajah Menggunakan Local Binery Pattern

GIFAN ARIEF CAESAR¹, ASEP NANA HERMANA²

^{1,2}Program Studi Informatika Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia
Email: gifanc@gmail.com

Received DD MM YYYY | *Revised* DD MM YYYY | *Accepted* DD MM YYYY

ABSTRAK

Komunikasi tidak hanya disampaikan melalui lisan, tulisan, ataupun gerakan tubuh seseorang, tetapi dapat disampaikan melalui emosi dasar yang dirasakan oleh seseorang. Ekspresi emosi disampaikan melalui bentuk ekspresi wajah. Ekspresi wajah menyumbang sebesar 55% dalam penyampaian pesan (Mehrabian, 1971). LBP memiliki perhitungan yang cepat karena algoritmanya yang sederhana, namun tetap dapat menghasilkan ciri wajah secara efisien dilihat dari ujung alis, mata dan mulut. Local Binery Pattern dengan menggunakan kernel berukuran 3 x 3 menggunakan 8 piksel ketetanggaan in dari sebuah piksel tengah ic. Piksel ketetanggaan ke-n tersebut di-threshold menggunakan nilai keabuan dari piksel tengah. Setelah didapatkan nilai ekstrasi fitur Local Binery Pattern kemudian menghitung 5 nilai ciri tekstur orde pertama yaitu mean, skewness, variance, kurtosis, dan entropy (Melati, 2020). Dari hasil pengujian karakteristik ekspresi wajah dengan menggunakan metode Local Binery Pattern terdapat 7 ekspresi wajah, anger(marah) 90%, contempt(meremehkan) 89%, disgust(jijik) 92%, fear(takut) 90%, happy (senyum) 95%, sadness (sedih) 91%, dan surprise (terkejut) 94%. Total rata-rata hasil pengujian dari 7 ekspresi wajah didapatkan nilai sebesar 92%. Bagian pada wajah sangat menentukan keberhasilan pengenalan ekspresi wajah, karena keberagaman model pada tiap-tiap ekspresi pada data latih mengakibatkan beberapa ekspresi wajah pada data uji tidak terdeteksi dengan benar.

Kata kunci: Local Binery Pattern, ekspresi wajah, ekstrasi fitur

ABSTRACT

Communication is not only conveyed through oral, written, or one's body movements, but can be conveyed through the basic emotions felt by a person. Emotional expressions are conveyed through the form of facial expressions. Facial expressions account for 55% in message delivery (Mehrabian, 1971). LBP has a fast calculation because its algorithm is simple, but it can still produce facial features efficiently seen from the tip of the eyebrows, eyes and mouth. Local Binery Pattern using a 3 x 3 kernel using 8 pixels in neighboring from a center pixel ic. The nth neighboring pixel is thresholded using the gray value of the center pixel. After obtaining the Local Binery Pattern feature extraction value, then calculating the 5 first-order texture characteristic values, namely mean, skewness, variance, kurtosis, and entropy (Achsani et al, 2015). From the results of testing facial expression characteristics using the Local Binery Pattern method, there are 7 facial expressions. , anger 90%, contempt 89%, disgust 92%, fear 90%, happy 95%, sadness 91% and surprise 94% . The total average of the test results from 7 facial expressions obtained a value of 92%. The part of the face greatly determines the success of facial expression recognition, because the diversity of models for each expression in the training data results in some facial expressions in the test data not being detected correctly.

Keywords: Local Binery Pattern, Facial expressions, Feature extraction

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kehidupan manusia tidak terlepas dari komunikasi antara individu satu dengan individu yang lain. Komunikasi tidak hanya disampaikan melalui lisan, tulisan, ataupun gerakan tubuh seseorang, tetapi dapat disampaikan melalui emosi dasar yang dirasakan oleh seseorang. Ekspresi emosi disampaikan melalui bentuk ekspresi wajah. Ekspresi wajah dapat ditampilkan secara normal ataupun sangat singkat (Muna, 2017). Ekspresi wajah dalam kehidupan manusia sehari-hari digunakan sebagai bentuk respon alami manusia yang menggambarkan perasaan yang dirasakan oleh seseorang dalam berinteraksi dengan suatu hal tertentu. Dalam interaksi antar sesama manusia ekspresi digunakan sebagai bagian dari komunikasi.

Seorang psikolog bernama Mehrabian dalam penelitiannya menyatakan bahwa ekspresi wajah menyumbang sebesar 55% dalam penyampaian pesan, sementara bahasa dan suara masing-masing menyumbang 7% dan 38%. (Mehrabian, 1971).

Pengenalan ekspresi wajah manusia merupakan salah satu bidang penelitian yang sangat penting karena merupakan perpaduan antara perasaan dan aplikasi komputer seperti interaksi antara manusia dengan komputer, pengkompresan data, animasi wajah dan pencarian citra wajah dari video. Dengan berkembangnya teknologi multimedia, penggunaan kamera serta pengolah gambar/video menjadi meningkat. Salah satu penggunaan dari kamera dan pengolah gambar/video adalah pendeteksi dan pengenalan wajah.

Face recognition adalah teknologi komputer untuk mengidentifikasi atau mendeteksi wajah manusia melalui sebuah gambar digital dengan cara mencocokkan tekstur lekuk wajah manusia dengan data yang tersimpan di database. Proses pengenalan objek dipengaruhi oleh dua faktor variabilitas, yaitu variabilitas *extra-personal* dan *intra-personal*. *Extra-personal* timbul karena proses pengenalan pada objek yang berbeda sedangkan *intra-personal* pada objek yang sama. (Purwati & Ariyanto, 2018). Objek yang diteliti adalah bagian ujung alis, mata dan mulut dimana dapat membedakan ekspresi seseorang.

Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengenali emosi *expressions* pada dataset uji coba yang telah digunakan pada penelitian sebelumnya. Dengan harapan menghasilkan akurasi yang lebih baik. LBP memiliki perhitungan yang cepat karena algoritmanya yang sederhana, namun tetap dapat menghasilkan ciri wajah secara efisien.

1.2. Rumusan Masalah

Analisis *expressions* wajah merupakan salah satu topik penelitian baru yang masih perlu untuk dikembangkan (Muna, 2017) Gerakan halus (*subtle motion*) yang relatif singkat dari setiap perubahan *expressions* membuat banyak orang masih sulit untuk mengetahui dan mengenali emosi yang terjadi dari perubahan ekspresi wajah secara mikro. Berdasarkan identifikasi yang telah ditetapkan maka muncul berbagai masalah yang akan ditemui sebagai berikut:

1. Bagaimana cara membangun sistem pengenalan *expression* wajah menggunakan *local binery pattern*.

2. Bagaimana tingkat akurasi pada proses ekstraksi ciri menggunakan metode *local binery pattern*.

1.3. Tujuan

Penelitian ini memiliki tujuan untuk melakukan pendeteksian pengenalan *expression* wajah menggunakan *local binery pattern* berdasarkan ujung alis, mata dan mulut.

1.4 Ruang Lingkup

Dalam penelitian pembuatan aplikasi yang dilakukan, dibatasi ruang lingkup sebagai berikut:

1. Objek wajah yang dideteksi untuk *expression* adalah ujung alis, mata dan mulut.

2.Sistem yang digunakan berbasis desktop.

3.Ekspresi yang akan diteliti disgust (rasa jijik), anger (marah), fear (takut), sadness (sedih), happiness (bahagia), surprise (terkejut) dan contempt (benci).

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Metodologi Pembangunan Sistem

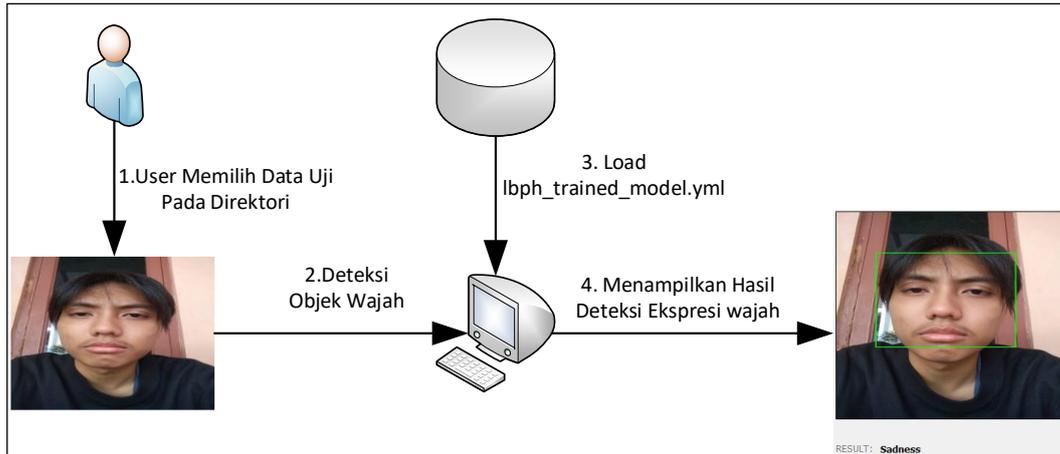
Dalam penelitian ini ditujukan untuk membuat sebuah sistem pengenalan ekspresi wajah. Metode yang digunakan dalam perancangan penelitian ini adalah metode Prototype. Metode prototype merupakan sebuah model dengan sebuah pendekatan pengembangan sistem dengan mempertimbangkan kebutuhan algoritma. Selain itu pendekatan yang dilakukan mempertimbangkan sisi kebutuhan pada interaksi pengguna dengan sistem. Tujuan pendekatan tersebut adalah membangun model menjadi sebuah sistem yang bersifat final (**Pressman, 2010**). Tahapan-tahapan mengenai pengembangan sistem dengan model prototype dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1. Tahapan Pengembangan Model Prototype

No	Tahapan	Keterangan
1	Communication	Sebagai proses dalam menentukan tujuan umum,kebutuhan dan bagian yang dibutuhkan dalam pengembangan sistem
2	Quick Plan	Tahapan perencanaan secara cepat yang mewakili segala aspek mengenai pengembangan perangkat lunak maupun perangkat keras
3	Modelling Quick Designs	Melakukan perincian lebih dalam mengenai representasi perangkat lunak yang dapat dilihat pengguna. Tahapan ini juga cenderung terhadap pembangunan sistem
4	Construction of Prototype	Tahapan ini merupakan proses pembangunan prototype yang sesuai berdasarkan kerangka dari hasil perencanaan
5	Deployment Delivery and Feedback	Melakukan presentasi terhadap pengguna untuk selanjutnya dilakukan evaluasi dan memperbaiki sesuai dengan hasil evaluasi pengembangan sistem

2.2 Perancangan Umum (*Quick Design*)

Pada tahap pemodelan sistem akan menjelaskan tentang *user* memilih gambar untuk data uji pada *direktori* dan sistem akan menampilkan hasil deteksi objek ekspresi wajah.



Gambar 1. Perancangan Quick Design

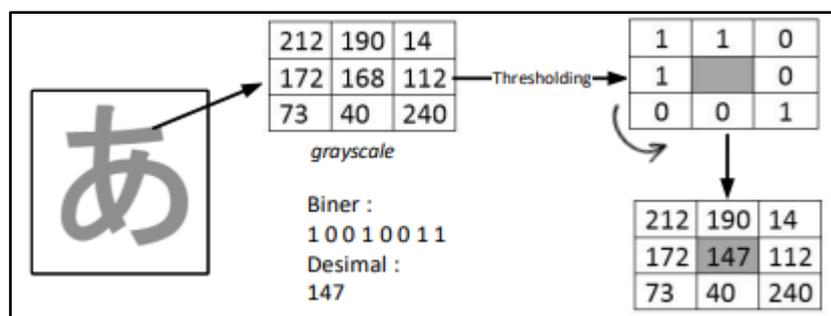
Pada Gambar 1 diilustrasikan terdapat 4 langkah proses antara *user* dengan sistem untuk mendeteksi ekspresi wajah:

1. Langkah pertama *user* memilih *file* gambar yang akan di uji pada *directory*.
2. Langkah kedua sistem akan mendeteksi objek wajah.
3. Langkah ketiga tersambung dengan langkah kedua adalah *load* model yang sudah di *training* menggunakan model *lbph_trained_model.yml* yang berisi bobot dari model tersebut.
4. Langkah terakhir sistem akan menampilkan hasil dari deteksi dan klasifikasi dari gambar yang di masukan oleh *user*.

2.3 Local Binary Pattern

Local Binary Pattern pertama kali diperkenalkan oleh Ojala et al, didefinisikan sebagai ukuran tekstur *grayscale* yang invarian, disebut invarian karena hampir tidak dipengaruhi oleh pencahayaan yang berbeda. LBP ampuh untuk mendeskripsikan suatu tekstur, mempunyai daya pembeda yang akurat, dan juga memiliki toleransi terhadap perubahan grayscale yang *monotonic* (S, Bettiza, & Hayaty, 2017)

Pada Gambar 2 merupakan contoh dasar dari perhitungan metode Local Binary Pattern dengan menggunakan kernel berukuran 3 x 3 menggunakan 8 piksel ketetanggan in dari sebuah piksel tengah ic. Piksel ketetanggaan ke-n tersebut di-threshold menggunakan nilai keabuan dari piksel tengah.



Gambar 2. Ilustrasi Metode Local Binary Pattern

2.3.1 Statistik Ekstraksi Ciri

Statistik Ekstraksi Ciri Setelah mendapatkan hasil dari ekstraksi fitur Local Binary Pattern (LBP) kemudian menghitung 5 nilai ciri tekstur orde pertama yaitu mean, skewness, variance, kurtosis, dan entropy (Melati, 2020).

1. Mean

Mean adalah rata-rata dari nilai-nilai pixel pada gambar dengan persamaan sebagai berikut:

$$\mu = \sum_n f_{ij} p(f_{ij})$$

Keterangan:

f_{ij} = nilai intensitas keabuan

$p(f_{ij})$ = nilai histogram (probabilitas kemunculan intensitas)

2. Variance

Variance adalah menunjukkan seberapa banyak tingkat ke abu-abuan yang beragam dari rata-rata. Variance dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$\sigma^2 = \sum (f_{ij} - \mu)^2 n p(f_{ij})$$

Keterangan:

f_{ij} = nilai intensitas keabuan

μ = Parameter yang menunjukkan ukuran variasi citra

$p(f_{ij})$ = nilai histogram (probabilitas kemunculan intensitas)

3. Skewness

Skewness adalah tingkat asimetri dari distribusi pixel disekitar mean. Skewness dapat dihitung dengan Persamaan sebagai berikut.

$$\alpha_3 = \frac{1}{\sigma^3} \sum (f_{ij} - \mu)^3 n p(f_{ij})$$

Keterangan: f_{ij} = nilai intensitas keabuan

μ = Parameter yang menunjukkan ukuran variasi citra

$p(f_{ij})$ = nilai histogram (probabilitas kemunculan intensitas)

4. Kurtosis

Kurtosis adalah ukuran dari tingkat distribusi normal dari yang tertinggi atau terendah. Kurtosis dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$\alpha_4 = \frac{1}{\sigma^4} \sum (f_{ij} - \mu)^4 n p(f_{ij}) - 3$$

Keterangan:

f_{ij} = nilai intensitas keabuan

μ = nilai mean

$p(f_{ij})$ = nilai histogram (probabilitas kemunculan intensitas)

5.Entropy

Entropy adalah menghitung keacakan intensitas gambar. Entropy dapat dihitung dengan Persamaan sebagai berikut.

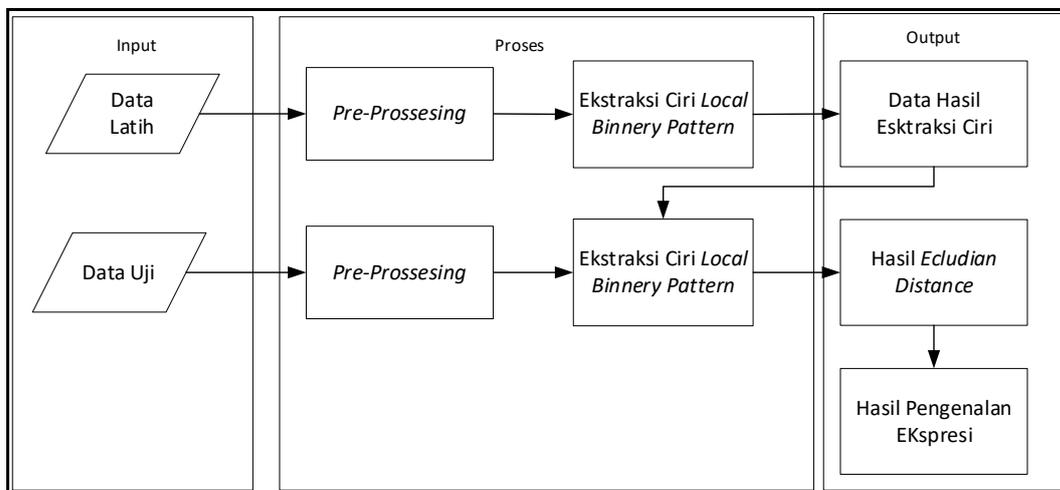
$$H = - \sum_n p(f_{ij}). \text{Log}_2 p(f_{ij})$$

Keterangan:

$p(f_{ij})$ = nilai histogram (probabilitas kemunculan intensitas).

2.4 Blok Diagram

Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3 proses-proses yang berlangsung dalam pembangunan sistem, dapat dijelaskan sebagai berikut :



Gambar 3. Blok Diagram Sistem

- **Input**

Proses input merupakan proses untuk memasukan parameter dari penelitian, berikut penjelasan mengenai tahapan input.

1.Menyiapkan data latih dan data uji untuk diproses pada system.

- **Process**

Pada tahapan ini sistem melakukan proses dari data yang sudah didapatkan dari tahap input. Terdapat beberapa proses yang diolah sebelum mendapatkan kesimpulan. Berikut penjelasan proses.

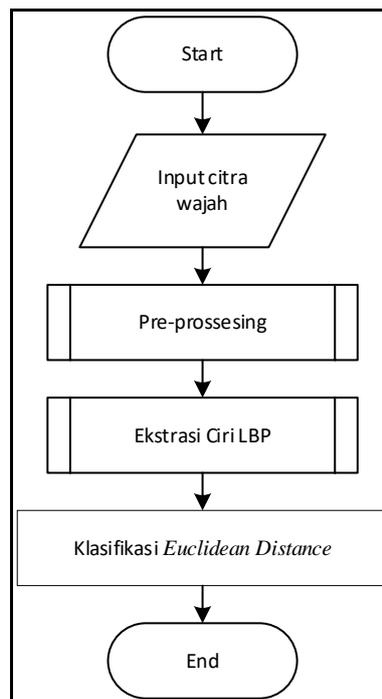
2.*Pre-processing* yang merupakan proses pengolahan citra paling awal yang berfungsi untuk memperbaiki kualitas citra sebelum dilakukan tahapan selanjutnya, pada *Pre-processing* dilakukan empat sub-proses. *Grayscale*, *Haar cascade classifier*, *Cropping*, dan *Resize*. Proses ini akan dilakukan pada data latih dan data uji. Setelah melakukan Tahapan *Pre-processing* maka dilakukan tahapan ekstrasi ciri menggunakan metode LBP (*Local Binary Pattern*).

- **Output**

3.Data uji yang telah melalui proses *Pre-processing* dan ekstrasi ciri dapat dicocokkan dengan data latih yang tersimpan dalam database. Untuk melakukan klasifikasi dengan menggunakan *Euclidean Distance* untuk mendeteksi tingkat kemiripan citra.

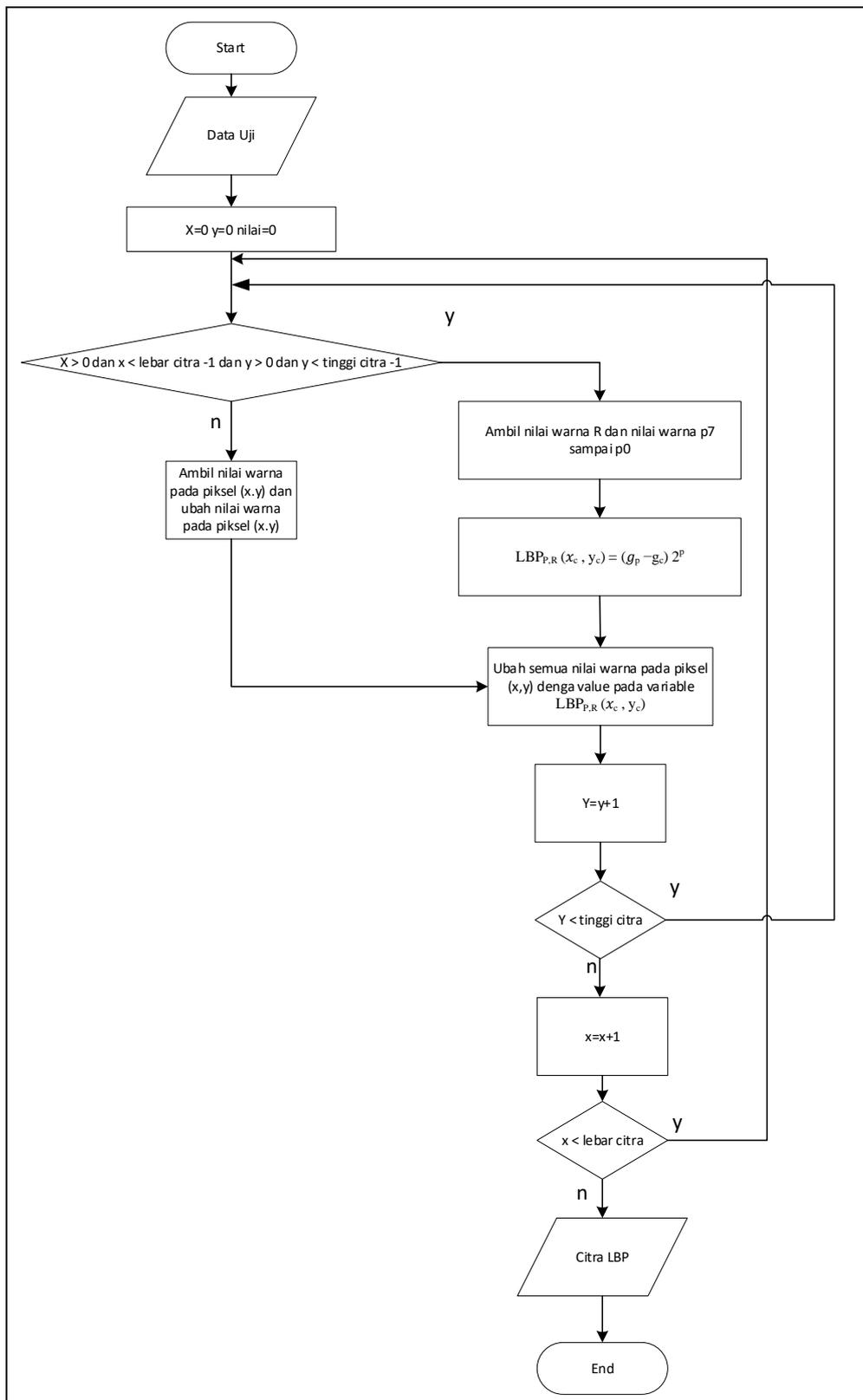
2.5 Flowchart Sistem

Pada Gambar 4 diilustrasikan *flowchart* data uji sistem untuk memperoleh yang telah dilatih untuk digunakan pada tahapan deteksi atau *testing* sistem menentukan deteksi objek wajah. Sistem dimulai dengan *input* citra kemudian melakukan *preprocessing*. Setelah melakukan Tahapan *Pre-processing* maka dilakukan tahapan kedua yaitu citra dilakukan ekstraksi fitur menggunakan metode LBP (*Local Binary Pattern*). Setelah hasil LBP (*Local Binary Pattern*) untuk mendapatkan melakukan klasifikasi dengan menggunakan *Euclidean Distance* untuk mendeteksi tingkat kemiripan citra.



Gambar 4. Flowchart data uji

Pada Gambar 4 dilakukan tahapan *pre-processing* yang pertama citra yang dimasukan akan dilakukan proses *Grayscale* tahapan ini merupakan proses awal pada proses *pre-processing* citra. Pada tahap ini citra masukan dikonversi menjadi citra *grayscale* sehingga citra memiliki nilai piksel (0-255). Sub-proses yang kedua yaitu melakukan *face detection* dengan mendeteksi mata, mulut dan wajah pada sebuah citra yaitu dengan menggunakan tipe *face detector* yang disebut *Haar cascade classifier*. Sub-proses berikutnya *cropping*. *cropping* adalah proses seleksi sub piksel dari citra menjadi citra baru. Proses ini bertujuan untuk mengambil objek wajah pada citra dan membuang bagian yang tidak diperlukan sehingga proses ekstraksi fitur lebih minim. Setelah melalui tahapan *cropping* sistem akan melakukan *resize* pada data uji dengan ukuran 500x500.



Gambar 5. Flowchart Metode Local Binary Pattern

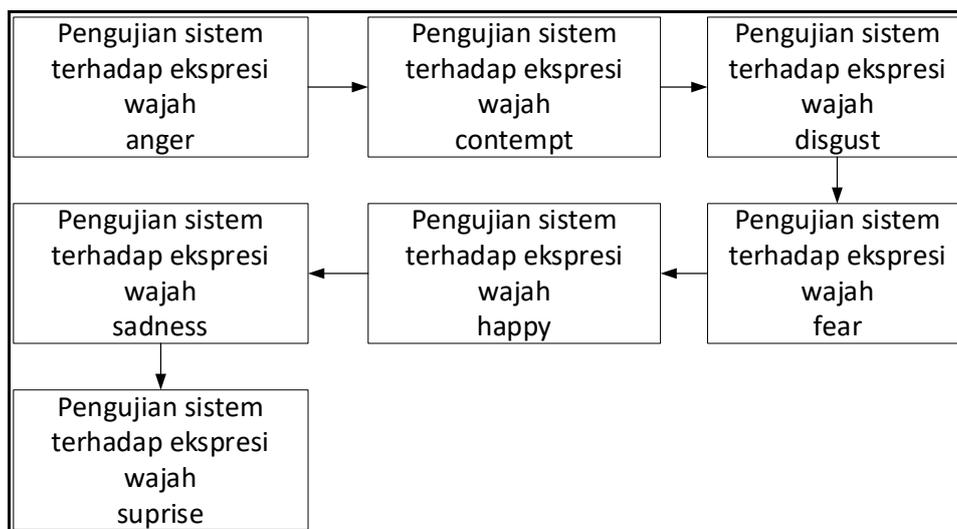
Setelah sistem melakukan tahap *pre-processing* maka tahap selanjutnya yang akan dilakukan oleh sistem adalah melakukan proses ekstraksi ciri menggunakan metode *Local Binary Pattern*. Pada Gambar 5 merupakan flowchart metode LBP (*Local Binary Pattern*). Dimana operator LBP

melabeli piksel-piksel dari sebuah citra dengan melakukan proses *thresholding* ketetanggaan 3x3 dari masing-masing piksel sebagai nilai tengah dan mengubah hasilnya menjadi nilai biner.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Skema Pengujian.

Pada Gambar 6 merupakan pembahasan pengujian akurasi sistem dilakukan pengujian akurasi dari pendeteksian karakteristik ekspresi wajah. Pendeteksian wajah dilakukan untuk mengenali ekspresi wajah dari objek yang diuji. Pada penelitian yang dilakukan terdapat 7 buah karakteristik ekspresi wajah yaitu *anger*, *contempt*, *disgust*, *fear*, *happy*, *sadness*, *suprise*. Berikut adalah skema pengujian pendeteksian ekspresi wajah.



Gambar 6 Skema Pengujian Ekspresi Wajah

3.2 Pengujian Akurasi Sistem

Pengujian kinerja sistem dilakukan dengan menggunakan 3 metode yaitu *Precision*, *Recall*, dan *Accuracy*. Pengujian *precision* dilakukan untuk menunjukkan ketepatan antara informasi yang diminta oleh pengguna dan jawaban yang dihasilkan oleh sistem. Pengujian untuk mendapatkan nilai *Recall* digunakan untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem dalam menemukan suatu informasi. Sedangkan nilai *Accuracy* adalah nilai seberapa besar tingkat kedekatan antara nilai prediksi dan nilai sebenarnya (Anugrah, 2019). Nilai presisi pada pengujian *multiclass* dilakukan dengan mengambil nilai rata-rata presisi yang didapatkan dari tiap-tiap kelas.

$$precision\ kelas = \frac{TP}{TP + FP}$$

$$recall\ kelas = \frac{TP}{TP + FN}$$

$$Akurasi = \frac{(TP + FN)}{(TP + FP + FN + TN)} \times 100$$

dimana :

TP = banyaknya data positif yang terklasifikasi dengan benar oleh sistem.

TN = banyaknya data negative yang terklasifikasi dengan benar oleh sistem.

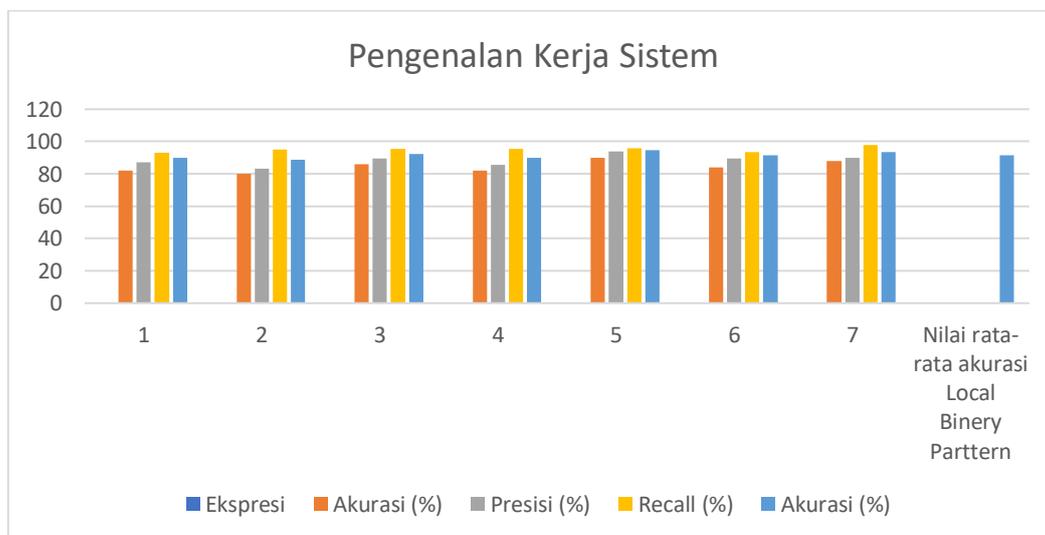
FN = banyaknya data negative yang terklasifikasi salah oleh sistem.
 FP = banyaknya data positif yang terklasifikasi salah oleh sistem.

Pengujian ini menghasilkan nilai A (Akurasi) P (Presisi) dan R (*Recall*). Nilai TP pada persamaan tersebut merupakan jumlah ekspresi yang terdeteksi benar oleh sistem, nilai FN pada persamaan tersebut merupakan jumlah ekspresi yang tidak terdeteksi oleh sistem, dan nilai FP pada persamaan tersebut merupakan jumlah objek lain yang terdeteksi sebagai ekspresi oleh sistem. Berdasarkan pada skema pengujian karakteristik ekspresi wajah diperoleh hasil pengujian yang diuraikan pada tabel.

Tabel 2. Skema pengujian

No	Ekspresi	Jumlah objek deteksi(wajah)	Akurasi (%)	Presisi (%)	Recall (%)	Akurasi (%)
1	Anger	50	82	87	93	90
2	Contempt	50	80	83	95	89
3	Disgust	50	86	90	96	92
4	Fear	50	82	85	95	90
5	Happy	50	90	94	96	95
6	Sadness	50	84	89	93	91
7	Surprise	50	88	90	98	94
Nilai rata-rata akurasi Local Binery Parttern						92

Pada tabel 2 diatas merupakan hasil pengujian untuk mendapatkan akurasi deteksi ekspresi wajah dalam sistem. Dari setiap karakteristik ekspresi wajah dilakukan sebanyak 50 pengujian, adapun dari setiap karakteristik ekspresi wajah memiliki sebanyak 500 data latih, sehingga di dalam pengujian ini dilakukan sebanyak 350 pendeteksian ekspresi wajah. Berikut adalah grafik persentase pengujian kerja system pendeteksian karakteristik ekspresi wajah.



Gambar 7. Diagram Pengenalan Kerja Sistem

Dalam Gambar 7 merupakan grafik persentase pengujian kerja system pendeteksian karakteristik ekspresi wajah didapatkan nilai akurasi sebesar 90% dalam pengujian karakteristik ekspresi wajah anger, lalu nilai akurasi 89% dalam dalam pengujian karakteristik ekspresi wajah contempt, lalu nilai akurasi 92% dalam pengujian karakteristik ekspresi wajah disgust, lalu nilai akurasi 90% dalam pengujian karakteristik ekspresi wajah fear, lalu nilai akurasi 95% dalam pengujian karakteristik ekspresi wajah happy, lalu nilai akurasi 91% dalam pengujian karakteristik ekspresi wajah sadness dan akurasi 94% dalam pengujian karakteristik ekspresi wajah surprise. Sehingga dari sekumpulan pengujian tersebut didapatkan rata-rata 92%.

4. KESIMPULAN

Pengambilan citra wajah dilakukan dengan cara memotret wajah seseorang yang akan digunakan sebagai data latih maupun data uji secara menyeluruh pada bagian wajah. Dan citra wajah yang akan dipakai adalah citra wajah tampak depan. Dari hasil pengujian karakteristik ekspresi wajah dengan menggunakan metode Local Binary Pattern terdapat 7 ekspresi wajah. Total hasil pengujian dari 7 ekspresi wajah didapatkan nilai sebesar 92%. Dari 7 ekspresi wajah meliputi anger(marah) 90%, contempt(meremehkan) 89%, disgust(jijik) 92%, fear(takut) 90%, happy (senyum) 95%, sadness (sedih) 91%, dan surprise (terkejut) 94%. Bagian pada wajah sangat menentukan keberhasilan pengenalan ekspresi wajah, karena keberagaman model pada tiap-tiap ekspresi pada data latih mengakibatkan beberapa ekspresi wajah pada data uji tidak terdeteksi dengan benar. karena apabila bagian wajah tidak terdeteksi dengan tepat maka memungkinkan pengenalan ekspresi yang diproses menghasilkan klasifikasi yang tidak tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Aidid, S., & Daniel S, P. (2018). Sistem Pengenalan Wajah dengan Algoritma Haar Cascade dan Local Binary Pattern Histogram. *Rekayasa Elektrika*.
- Amynarto, N., Yuita A, S., & Randy C, W. (2018). Pengenalan Emosi Berdasarkan Ekspresi Mikro Menggunakan Metode Local Binary Pattern. *Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*.
- Anugrah, I. G. (2019, 08 7). *ASIS Net*. Diambil kembali dari asisonline.site
- Choirina, P., & Asmara, R. A. (2016). *DETEKSI JENIS KELAMIN BERDASARKAN CITRA WAJAH JARAK JAUH DENGAN METODE HAAR CASCADE CLASSIFIER*.
- Gangopadhyay, I., Chatterjee, A., & Das, I. (2018). *FACE DETECTION AND RECOGNITION USING HAAR CLASSIFIER AND LBP*.
- Gazali, W., Haryono, S., & Ohliati, J. (2012). Penerapan Metode Konvolusi dalam Pengolahan Citra Digital. *Jurnal Mat Stat*, 103-113.
- Houam, L., Hafiane, A., Boukrouche, A., Lespessailles, E., & Jennane, R. (2014). One dimensional local binary pattern for bone texture characterization. *Pattern Analysis and Applications*.
- Huang, X., Wang, S.-J., Zhao, G., & Pietikainen, M. (2015). Facial Micro-Expression Recognition using Spatiotemporal Local Binary Pattern with Integral Projection. *Center for Machine Vision Research, Department of Computer Science and Engineerin*.

- Husdi. (2016). Pengenalan Ekspresi Wajah Pengguna Elearning Menggunakan Artificial Neural Network Dengan Fitur Ekstraksi Local Binary Pattern Dan Gray Level Co-Occurrence Matrix. *Ilmiah ILKOM*.
- Indraani, S. E., Jumaddina, I. D., & Sinaga, S. R. (2014). Implementasi Edge Detection Pada Citra Grayscale dengan Metode Operator Prewitt dan Operator Sobel. *Majalah Ilmiah Inti*.
- Kadir, A., & Adhi. (2013). *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Khusnil, M., Hidayatno, A., & Prakoso, T. (2018). *PENGENALAN WAJAH MENGGUNAKAN LOCAL BINARY PATTERN (LBP) DAN SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM)*. Indonesia.
- Lanaro, G., Nguyen, Q., & Kasampalis, S. (2019). *Learning Path Advanced Python Programming*. Birmingham: Packt Publishing.
- Latif, M., & Umam, F. (2015). *IMPLEMENTASI SISTEM PENDETEKSIAN TARGET BERDASARKAN UPPER BODY DAN WARNA PADA ROBOT PENGIKUT MANUSIA*.
- Mehrabian, A. (1971). *Silent messages (Vol. 8)*. Belmont, CA: Wadsworth.
- Melati, P. (2020). *PENERAPAN K-NEAREST NEIGHBOR PADA PENGOLAHAN CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN LOCAL BINARY PATTERN UNTUK KLASIFIKASI TANAMAN HERBAL*. Indonesia.
- Mujib, K., Hidayatno, A., & Prakoso, T. (2018). Pengenalan Wajah Menggunakan Local Binary Pattern (Lbp) Dan Support Vector Machine (Svm). *TRANSIENT*.
- Muna, N. (2017). *KLASIFIKASI MICRO-EXPRESSIONS WAJAH BERBASIS SUBPIXEL SUBTLE MOTION BERBASIS SUBPIXEL SUBTLE MOTION PERCEPTRON*.
- Munir, R. (2004, July 14). *Pengolahan Citra Digital*. Bandung: Informatika. Diambil kembali dari Informatika STEI ITB: <http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Buku/Pengolahan%20Citra%20Digital/>
- Purwati, R., & Ariyanto, G. (2018). Pengenalan Wajah Manusia Berbasis Algoritma Local Binary Pattern. *Emitor*.
- Rahim, M. A., Hossain, M. N., & Wahid, T. (2013). *Face Recognition using Local Binary Patterns (LBP)*.
- Retnoningrum, D., widodo, a. w., & rahman, m. a. (2019). *Ekstraksi Ciri Pada Telapak Tangan Dengan Metode Local Binary Pattern*. Indonesia.
- Rizki A, S., & Rosa A, A. (2015). Pengenalan Ekspresi Wajah Berdasarkan Ekstraksi Fitur Alis, Mata dan Mulut. *Prosiding Seminar Informatika Aplikatif Polinema*.
- S, D. E., Bettiza, M., & Hayaty, N. (2017). *PENGENALAN WAJAH DENGAN FITUR LOCAL BINARY PATTERN DAN EUCLIDEAN DISTANCE*. Indonesia.
- Saputra, A., & Budi, T. A. (2016). Pengenalan Ekspresi Wajah Menggunakan Local Binary Pattern (LBP) . *Jurnal Telkom University*.
- Simaremare, H., & Kurniawan, A. (2016). Perbandingan Akurasi Pengenalan Wajah Menggunakan Metode LBPH dan Eigenface dalam Mengenali Tiga Wajah Sekaligus secara Real-Time. *Sains, Teknologi dan Industri*.
- Simaremare, H., & Kurniawan, A. (2016). *Perbandingan Akurasi Pengenalan Wajah Menggunakan Metode LBPH dan Eigenface dalam Mengenali Tiga Wajah Sekaligus secara Real-Time*. Indonesia.
- Sugianto, Setyati, E., & Armanto, H. (2019). *DETEKSI ALAT PELINDUNG KEPALA (HELM) MENGGUNAKAN METODE LOCAL BINERY PATTERN*. Indonesia.
- wahyudi, e., kusuma, h., & wirawan. (2015). *Perbandingan Unjuk Kerja Pengenalan Wajah Berbasis Fitur Local Binary Pattern dengan Algoritma PCA dan Chi Square*.
- Wahyudi, E., Wirawan, & Kusuma, H. (2016). Teknik Pengenalan Wajah Berbasis Fitur Local Binary Pattern (LBP). *Eepis final project. Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.

Wang, Y., See, J., Phan, R., & Oh, Y. (2014). LBP with six interaction points: Reducing redundant information in LBP-TOP for micro-expression recognition. *In Asian Conference on Computer Vision*.