

EKSTRAKSI CIRI CITRA WAJAH MANUSIA MENGGUNAKAN METODE *MEAN ABSOLUTE ERROR* (MAE) DAN *DISCRETE COSINE TRANSFORM* (DCT) PADA KLASIFIKASI USIA MANUSIA

Mardhiyah Huuriin Haspaning Putri^{1*}, Arief Bramanto Wicaksono Putra²,
Achmad Fanany Onnilita Gaffar³

^{1,3}Prodi Teknik Informatika Multimedia, Jurusan Teknologi Informasi
Politeknik Negeri Samarinda

²Prodi Teknik Informatika, Jurusan Teknologi Informasi
Politeknik Negeri Samarinda

Jl. Ciptomangunkusumo Kampus Gunung Lipan, Samarinda Seberang

*Email : mhhputri1309@gmail.com

Abstrak

Citra kulit wajah merupakan salah satu citra yang cukup unik untuk menentukan usia wajah manusia. Klasifikasi usia wajah dapat diselesaikan dengan pengolahan citra digital. Citra digital wajah dapat menghasilkan suatu pola citra yang telah dibangun melalui proses analisis ciri. Analisis ciri yang digunakan pada penelitian ini adalah Ekstraksi ciri dengan menggunakan Mean Absolute Error (MAE), Discrete Cosine Transform (DCT) dan Correlation Coefficient (CC). Ciri yang diperoleh dibagi menjadi data latih dan data uji. Keputusan yang diharapkan adalah citra kulit wajah dapat diklasifikasikan sesuai usia masing – masing manusia dengan menguji data citra latih dengan data uji menggunakan metode Fuzzy Logic. Uji unjuk kerja digunakan untuk mengukur tingkat kesalahan dan pengukuran keberhasilan penentuan klasifikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari pengujian yang dibagi menjadi 6 data latih dan 9 data uji, menghasilkan suatu nilai FAR 0%, FRR 0% dan diperoleh tingkat akurasi sebesar 77.78%.

Kata Kunci : Citra Kulit Wajah, Discrete Cosine Transform, Klasifikasi Citra, Mean Absolute Error, Uji Unjuk Kerja

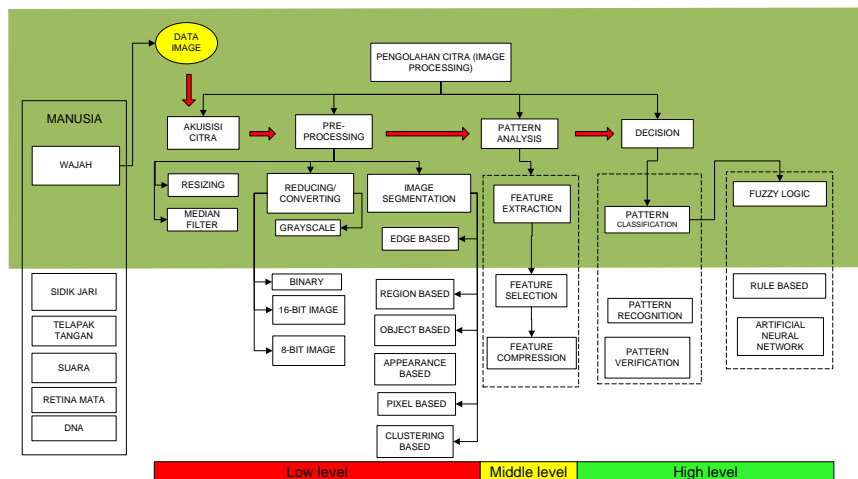
1. PENDAHULUAN

Penentuan usia makhluk hidup menggunakan teknologi sangat diperlukan saat ini. Tidak sedikit penelitian tentang menentukan usia manusia melalui wajah atau kerutan wajah. Dan salah satu elemen wajah yang berpengaruh untuk diteliti adalah kulit. Kulit adalah lapisan atau jaringan yang menutup seluruh tubuh dari bahaya yang datang dari luar. Dari kulit seorang dokter dapat mengetahui penyakit yang diderita pasiennya. Kulit wajah sedikit berbeda karena di lapisan bawahnya terdapat lebih banyak pembuluh darah. Dengan bertambahnya usia, kulit mengalami perubahan, pertama adalah dalam tingkat elastisitasnya elastisitas kulit ini ditentukan oleh lapisan serabut *elastin* yang terdapat pada lapisan bawah kulit (Putri, 2015). Pengenalan pola (*pattern recognition*) bertujuan untuk menentukan kelompok atau kategori pola berdasarkan fitur – fitur yang dimiliki oleh pola tersebut. Pengenalan pola terdiri dari beberapa tahapan besar yang meliputi : pengumpulan data citra, *pre-processing*, analisis pola (*pattern analysis*) dan pengambilan keputusan (*decision*). Tahap pengumpulan data terkait dengan berbagai teknik akuisisi data citra digital beserta teknologi yang digunakan. Tahap *pre-processing* meliputi proses konversi jenis citra dari true color (RGB) ke *grayscale* atau ke citra biner, reduksi ukuran *pixel*, reduksi *noise* citra, dan segmentasi citra. Tahap analisis pola dapat berupa proses seleksi fitur, kompresi fitur atau ekstraksi fitur. Tahap pengambilan keputusan dapat berupa klasifikasi pola, seleksi pola, pengenalan pola, verifikasi pola (Qasim, 2017).

Pola adalah suatu entitas yang samar yang dapat diberi nama seperti : citra sidik jari, tulisan tangan, citra kulit wajah, sinyal suara, urutan DNA dan lain – lain. Fitur Fitur adalah atribut dari pola yang mendeskripsikan ciri – ciri pola dalam berbagai entitas tergantung dari polanya. Umumnya fitur dari suatu pola digital adalah berupa lebar atau tinggi obyek, intensitas warna dan lain – lain. Fitur juga dapat berupa sekumpulan pengukuran secara statistik dari *pixel-pixel* yang

ada yang dapat didasarkan pada posisi *pixel*, warna *pixel*, jarak antar *pixel*, dan lain – lain (Putra, 2010). Klasifikasi usia manusia dari gambar wajah yaitu mengklasifikasikan gambar yang diinput kedalam tiga kelompok usia, yaitu bayi, dewasa muda, dan dewasa tua. Komputasinya adalah berdasarkan teori perkembangan wajah cranio dan analisis kerutan kulit. Dengan menggunakan lokasi antara fitur wajah dan banyaknya kerutan di wajah, mereka dapat menentukan kelompok usia dari wajahnya. Klasifikasi tersebut berhasil untuk 15 sampel wajah (Gonzales, 2002).

Berdasarkan acuan penelitian tentang penentuan usia dan klasifikasi dengan menggunakan beberapa metode pengelompokan percobaan pada penelitian ini membahas tentang klasifikasi usia manusia melalui kulit yang diawali dengan pengumpulan data, akusisi citra, *resizing*, *converting*, segmentasi, ekstraksi. Hasil yang diharapkan adalah sebuah keputusan untuk melakukan klasifikasi kemiripan yang diuji menggunakan metode unjuk kerja *False Acceptance Rate* dan *False Rejected Rate* sebagai pengukuran tingkat kesalahan. Ruang lingkup pengolahan citra dan model pengenalan pola berbasis statistik merupakan landasan deduktif dalam membangun sebuah kerangka konsep penelitian yang menjelaskan proses data empiris tanda tangan maka dalam penelitian ini memilih model kontur kulit wajah sebagai objek yang akan diamati dengan kajian simulatif dilakukan pada bagian pemotongan di tahapan *preprocessing*, bagian ekstraksi fitur di tahapan *image analysis*, dan uji klasifikasi menggunakan *fuzzy logic* di tahapan *decision*. Kerangka konsep penelitian ini disajikan dalam gambar 1 dibawah ini :

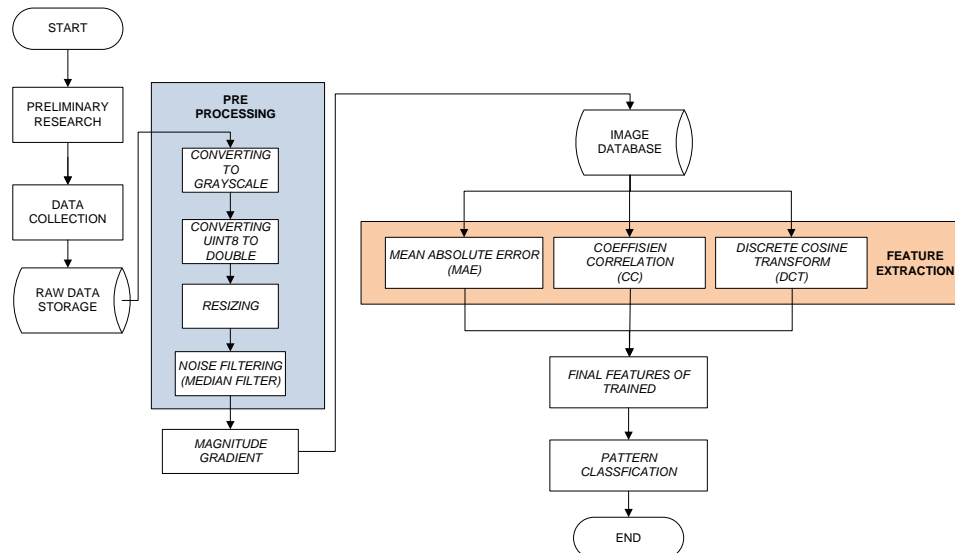


Gambar 1. Kerangka Konsep Penelitian

2. METODE PENELITIAN

Data mentah berasal dari Gambar 1. Kerangka Konsep Penelitian digital dengan pengaturan format serta resolusi yang sama, selanjutnya dilakukan *cropping* dan konkurensi data. Bagian wajah yang diambil adalah bagian dahi setelah *cropping*. Dan terpilih dari jumlah data mentah yang diambil menjadi data yang relatif lebih baik. Variabel data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah format citra, ciri, komponen pengujian citra uji dengan citra latih, dan komponen unjuk kerja. Analisis data pada penelitian ini dibagi menjadi dua tahap yaitu untuk data pelatihan atau data yang digunakan untuk memperoleh ciri dan data pengujian yang terdiri dari *valid image* dan *forgery image*.

Solusi masalah terdiri dari dua tahapan utama yaitu membangun *prototype* ciri dan menguji citra uji. Tahapan tersebut dibangun dalam bentuk *flow diagram* dibawah ini :

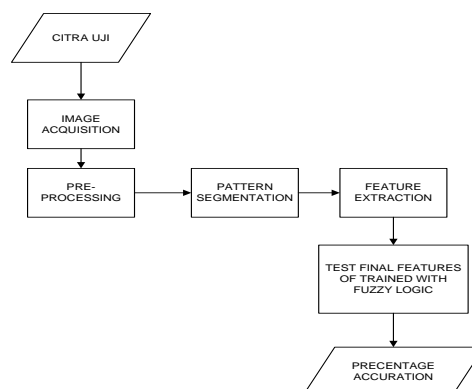


Gambar 2. Metode Penelitian

Citra yang diolah berasal dari data yang telah diakuisisi kemudian dikumpulkan dalam *raw data storage*. Selanjutnya data citra digital tersebut masuk ke dalam tahap *preprocessing* yang terdiri dari empat langkah yaitu :

- Pembacaan data dari *raw data storage*
- Melakukan konversi warna dari RGB ke *grayscale*
- Mengkonversi tipe data citra dari *uint8* ke *double*
- Melakukan perubahan ukuran atau *resizing*
- Selanjutnya menghilangkan derau (*Noise Filtering*) dalam hal ini menggunakan *Median Filtering*

Pada tahap deteksi tepi dengan menggunakan *magnitude gradient* untuk mendapatkan nilai tekstur citra digital yang selanjutnya akan masuk ke tahap ekstraksi ciri. Pada tahap ekstraksi ciri, didapat ciri khusus berupa ciri dari *Mean Absolute Error* dan *Discrete Transform Cosine*. Pengujian yang digunakan untuk solusi klasifikasi pada tahap keputusan menggunakan *fuzzy rule based*, ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 3. Proses Pengujian

Data uji yang diperoleh akan digunakan sebagai data uji *raw*, kemudian melalui tahap *preprocessing* dan *pattern segmentation (magnitude gradient)*, ciri dari data uji diperoleh melalui proses ekstraksi ciri. Ciri yang diperoleh kemudian dikenali dan diuji kemiripan terhadap ciri latih yang telah diperoleh. Pengukuran unjuk kerja menggunakan metode FAR (*False Acceptance Rate*) dan FRR (*False Rejection Rate*).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1.1 Akuisisi dan *Preprocessing*

Proses akuisisi citra menggunakan sensor larik. Sensor ini berbentuk larik 2 dimensi, yang terdapat pada kamera digital disebut sensor CMOS. Sensor akan menangkap setiap iluminasi yang dipantulkan oleh objek dan akan di proyeksikan ke dalam bidang citra. Secara bersamaan sensor larik akan menghasilkan keluaran yang setara dengan integral dari cahaya yang diterima setiap sensor. Bagian wajah yang bisa dijadikan penelitian adalah bagian dahi, samping mata kanan dan kiri, bawah mata, dan dagu. Pada penelitian kali ini objek yang diambil adalah bagian dahi, dengan kelas objek anak (0 – 12), dewasa (13 – 25) dan dewasa tua (26 – 45). Dahi diambil dengan proses *cropping* menggunakan *tools adobe photoshop CS6*. Proses pengambilan gambar antara lain :

- Mengambil objek yang berada di posisi 30 – 60 cm dari batas akuisitor.
- Kondisi pencahayaan diambil siang hari pada saat cahaya matahari berada diatas tempat akuisisi yang beratap dan berada di jam 13.00 – 15.00 WITA.
- Jarak fokus lensa yang digunakan 18mm.
- Sensitivitas sensor terhadap cahaya (ISO) yang digunakan 400-600.
- Aperture* menggunakan nilai f/5.6 f-stop tanpa flash.
- Format gambar adalah JPEG.

Proses tersebut disajikan dalam gambar 4 berikut :



Gambar 3. Tahapan Akuisisi

Setelah pengambilan citra wajah, dipotong pada bagian dahi dengan cara mengambil garis tengah masing – masing wajah dan pengambilan dahi diatas alis masing – masing wajah dengan ukuran 360 x 360 piksel, dan setelah itu disimpan dengan format PNG. Ditunjukkan pada gambar berikut :



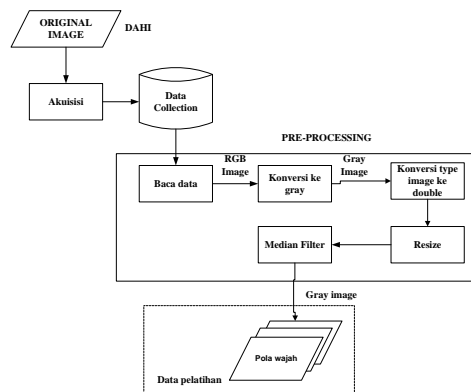
Gambar 4. Citra Dahi Dijital Setelah Akuisisi dan *Cropping*

Pada tahapan berikut ini, citra akan hasil akuisisi akan diproses dengan menggunakan bantuan program komputasi dan simulasi. Dengan menggunakan fitur aplikasi pada matlab yaitu *simulink*. Dengan menggunakan *simulink*, kita dapat melakukan pemrograman manual secara cepat. Berikut proses yang telah dilakukan :

- Pembacaan data akuisisi
- Konversi warna *Image* dari RGB ke *grayscale*
- Konversi type *Image* dari *uint8* ke *double*
- Resizing image*

e. *Median filter*

Flowchart *Preprocessing* yang dibangun ditunjukkan oleh gambar 6 dibawah ini :



Gambar 5. *Flowchart Preprocessing*

Pembacaan data citra yang berada di *data collection* akan menjadi sebuah array yang akan tersimpan di penyimpanan sementara aplikasi simulasi yang digunakan. Pada proses ini citra yang terbaca masih dalam bentuk RGB (*truecolor*) yang berdimensi 3 yaitu [baris kolom komponen RGB]. Setelah data citra dibaca selanjutnya adalah melakukan konversi warna untuk mengurangi kompleksitas gambar. Citra *grayscale* memiliki warna dari warna hitam, keabuan dan putih. Cara mendapatkan citra *grayscale* adalah dengan mengambil rata – rata nilai R,G,B. Variabel *gray* menyimpan hasil konversi array citra yang sudah dibaca sebelumnya. Lalu proses konversi tipe data, Proses aritmatika pada matriks tidak akan bisa dikalkulasi jika tidak memiliki tipe kelas yang sudah ditentukan oleh matlab, sehingga gambar harus diubah menjadi tipe data *double* terlebih dahulu yaitu tipe data bilangan riil berpresisi ganda sehingga proses aritmatika pada matriks bisa dilakukan. Ukuran gambar citra wajah telah mendapatkan ukuran yang sama yaitu 360 x 360 piksel. Tetapi untuk mendapatkan hasil yang maksimal dalam analisis ciri citra, dilakukan *resizing* agar piksel menjadi lebih rapat yaitu menjadi 200 x 200 piksel.

Proses *median filter* digunakan untuk menghilangkan *noise* yang tidak diinginkan di ruang lingkup data yang dibutuhkan. Masuk pada tahap segmentasi menggunakan *Magnitude Gradient*, dengan menggunakan perhitungan gradien pada citra, ciri yang akan diekstrak akan terlihat perbedaan teksturnya dikarenakan citra hasil proses filtering memiliki kedalaman (lekukan dan kerut). Dalam hal ini operator *Sobel* mengembalikan tepi pada titik dimana gradien I adalah maksimum. Dengan menggunakan fitur *Simulink* pada matlab tahapan *Magnitude Gradient* sebagai berikut :

- Citra keluaran dari preprocessing dimasukkan kedalam subblock sistem magnitude gradien. Lalu menjadi input didalam block operator Sobel untuk melakukan deteksi tepi pada citra.
- Dengan menggunakan block sistem operator Sobel, nilai matriks pada citra diatur untuk menghasilkan keluaran berupa komponen gradien vertikal dan gradien horizontal.
- Setelah terbagi menjadi gradien vertikal (Gv) dan gradien horizontal (Gh), tahap selanjutnya nilai matriks dari Gv dan Gh dikurangi nilai minimum dari nilai matriks Gv dan Gh.
- Setelah dilakukan pengurangan matriks, hasil pengurangan tersebut dibagi menjadi 2 inputan untuk dilakukan operasi pembagian antara nilai hasil pengurangan matriks Gv (Pengurangan_Gv) dan nilai hasil pengurangan matriks Gh (Pengurangan_Gh) dengan nilai maksimum dari matriks variabel Pengurangan_Gv dan Pengurangan_Gh
- Setelah mendapatkan hasil bagi diatas, hasil bagi dijadikan input untuk operasi berikutnya yaitu melakukan pencarian akar matriks square dari penjumlahan matriks square. Dengan menggunakan rumus :

$$c = \text{sqrt}(\text{abs}(v).^2 + \text{abs}(h).^2) \quad (1)$$

dengan :

v : nilai gradien vertikal

h : nilai gradien horizontal

3.2 Analisis Ciri

Dalam teori pengolahan citra, analisis ciri memiliki input berupa citra dan memiliki output berupa hasil pengukuran terhadap citra tersebut. Pada penelitian kali ini, citra wajah dianalisis untuk mendapatkan ciri nilai wajah dari citra *grayscale* hasil dari *magnitude gradient*. Teknik mendapatkan ciri ini adalah dengan menggunakan ekstraksi ciri, yaitu mengukur besaran kuantitatif ciri di setiap piksel. Fitur atau yang juga disebut dengan ciri adalah semua hasil pengukuran yang bisa diperoleh dan merupakan karakteristik pembeda dari objek fitur dapat berupa symbol warna, numerik seperti berat, atau gabungan dari keduanya.

Ekstraksi ciri atau ekstraksi fitur merupakan bagian fundamental dari analisis citra. Menurut Putra (2010), karakteristik fitur yang baik sebisa mungkin memenuhi persyaratan berikut :

- Dapat membedakan suatu objek dengan yang lainnya.
- Memperhatikan kompleksitas komputasi dalam memperoleh fitur. Kompleksitas komputasi yang tinggi tentu akan menjadi beban tersendiri dalam menemukan suatu fitur.
- Tidak terikat (*independence*) dalam arti bersifat invariant terhadap berbagai transformasi (rotasi, penskalaan, penggeseran, dan lain sebagainya).
- Jumlahnya sedikit, karena fitur yang jumlahnya sedikit akan dapat menghemat waktu komputasi dan ruang penyimpanan untuk proses selanjutnya (proses pemanfaatan fitur).

Setelah melalui proses *preprocessing* dan deteksi tepi, ekstraksi ciri dilakukan dengan dua acara yaitu dengan menghitung *Mean Absolute Error (MAE)* dan *Discrete Cosine Transform (DCT)*.

- Mean Absolute Error (MAE)*

MAE sudah disebutkan adalah untuk rata – rata selisih jarak antar piksel. Pada penelitian kali ini MAE dijadikan metode untuk pencarian ciri karena MAE dari setiap citra memiliki perbedaan nilai yang dapat dijadikan pembeda antar citra satu dengan citra yang lain. Dengan rumus :

$$MAE = [n^{-1} \sum_{i=1}^n |e_i|] \quad (2)$$

dengan :

n : nilai *magnitude gradient*

Penggunaan MAE kali ini memakai aplikasi Simulink pada MATLAB. Pada metode ekstraksi ciri MAE, yang pertama dilakukan adalah matriks dipisah menjadi kolom dan baris yang ditunjukkan pada model Column Sum dan Row Sum. Pada block sistem ini, matriks bagian kolom dijumlahkan dan baris juga dijumlahkan. Setelah dilakukan penjumlahan matriks kolom dan baris, matriks yang dilakukan penyamaan bentuk (*Reshape*) agar dapat dilakukan komputasi satu citra dengan menggunakan matriks kolom saja. Setelah dilakukan *Reshape* proses selanjutnya adalah melakukan pengurangan antara kolom yang di *Reshape* dari baris dengan kolom matriks tanpa perubahan. Karena pada proses pengurangan matriks terdapat beberapa nilai imajiner, ditambahkan operator absolut untuk menjadikan nilai negative (-) menjadi tetap positif. Setelah diabsolutkan, nilai matriks di rata – ratakan dan hasil akhirnya merupakan nilai parameter performansi ciri MAE. Setelah mengetahui proses MAE pada simulasi diatas, nilai sesungguhnya dari citra yang diambil menggunakan proses MAE terdapat pada tabel berikut :

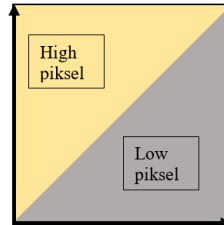
Tabel 1. Ekstraksi ciri menggunakan Mean Absolute Error (MAE)

EKSTRAKSI CIRI MENGGUNAKAN MAE					
	USIA ANAK	USIA REMAJA	USIA DEWASA		
agdh1	0,1751	adh1	0,5055	redh1	0,3944
agdh2	0,1702	adh2	0,4451	redh2	0,3926

agdh3	0,1611	adh3	0,4612	redh3	0,3785
agdh4	0,1821	adh4	0,4480	redh4	0,3503

b. *Discrete Cosine Transform (DCT)*

DCT digunakannya untuk mengubah data citra 2 dimensi menjadi data frekuensi 2 dimensi. DCT pada ekstraksi ciri kali ini tujuannya adalah untuk memisahkan frekuensi menjadi frekuensi tinggi yang selanjutnya disebut sebagai high piksel dan frekuensi rendah disebut low piksel, yang ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 6. Pembagian Nilai Piksel pada Proses DCT

Dengan bantuan DCT maka dapat dianalisa dari sebuah citra untuk memperoleh ciri yaitu kondisi *high* piksel, dikarenakan kondisi *low* piksel dianggap sebagai *background* maupun *noise* dari citra tersebut. Rumus DCT :

$$f(x, y) = \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} \alpha(u) \alpha(v) C(u, v) \cos\left[\frac{\pi(2x+1)u}{2N}\right] \cos\left[\frac{\pi(2y+1)v}{2N}\right] \quad (3)$$

dengan :

$$u, v = 0, 1, 2, \dots, N-1$$

$$x, y = 0, 1, 2, \dots, N-1$$

$$\alpha(u) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{N}} & \text{for } u = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{N}} & \text{for } u \neq 0 \end{cases}$$

4. Prototype Klasifikasi Pola

Data Penelitian pada penelitian ini, akan dilakukan pengenalan wajah berdasarkan kategori usia. Kategori usia ditetapkan berupa :

- Usia anak (0 – 12 th)
- Usia Dewasa Muda (13 – 25 th)
- Usia Dewasa Pertengahan (26 – 45 th)

Tiap kategori usia, sumber data ditetapkan sebanyak 3 orang dimana setiap orang akan diambil sejumlah 5 sampel citra wajah. Dari setiap 5 sampel citra wajah, 2 sampel digunakan sebagai data latih dan 3 sampel digunakan sebagai data uji. Dalam hal ini data penelitian akan berupa :

- Data latih sejumlah 6 sampel per kategori
- Data uji sejumlah 9 sampel per kategori

Dari data penelitian tersebut di atas maka akan terdapat dua kategori data berdasarkan tahap pengujian, yaitu antara lain :

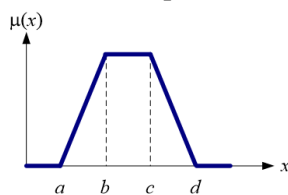
- Valid Data , adalah data uji dari sumber yang sama.
- Forgery data, adalah data uji dari sumber yang berbeda.

Data yang diperoleh berupa data primer, dimana pengambilan proses data dilakukan dengan menggunakan kamera digital. Data tersebut berupa citra wajah yang kemudian diambil bagian dahi. Proses *preprocessing* & Ekstraksi ciri sama pada data uji. Sebelum masuk ke *fuzzy rule based*, perlu dilakukan konversi bilangan *Crisp* menjadi bilangan *fuzzy*, tujuannya adalah untuk melakukan normalisasi dari seluruh nilai ciri yang memiliki batas interval yang berbeda satu sama lain untuk dipetakan kedalam bilangan *fuzzy*. Sebagai contoh untuk kategori anak :

- a. MAE : [0,1429 0,2039]
- b. CC : [0,8067 0,8401]
- c. DCT : [0,0010 0,0014]

Oleh karena setiap ciri memiliki nilai batas min max yang berbeda, maka fungsi pemetaan yang digunakan adalah *trapezoid membership function*. Salah satu contoh adalah sebagai berikut :

Trapezoidal Membership Function



Dengan syarat sebagai berikut :

$$\mu(x, a, b, c, d) = \begin{cases} 0 & x \leq a, x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a} & a < x \leq b \\ 1 & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c} & c \leq x < d \end{cases}$$

Untuk contoh digunakan MAE dengan rentang nilai : [0,1429 0,2039] yang mana disini min dan max merupakan variabel b dan c. Sesuai dengan syarat : $a < x$ dan $x < d$. Disini x adalah nilai ciri data uji yaitu x : 0,1611. Bisa ditulis sebagai berikut :

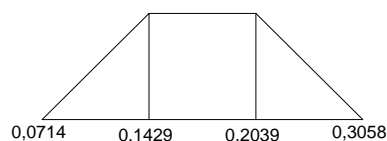
- a : ?
- b : 0,1429
- c : 0,2039
- d : ?
- x : 0,1611

dengan menggunakan syarat tersebut diatas maka :

$$a = 0,5 \times b = 0,5 \times 0,1429 = 0,0714$$

$$d = 1,5 \times c = 1,5 \times 0,2039 = 0,3058$$

Didapatkan nilai variabel a dan d sesuai dengan syarat trapezoid membership function dan dapat digambarkan sebagai berikut :



Selanjutnya dapat dilakukan pencarian nilai y yang merupakan nilai bilangan *fuzzy* untuk masing – masing metode, sebagai berikut :

$$y = \frac{x-a}{b-a} = \frac{0,1611-0,0714}{0,1429-0,0714} = \frac{0,08965}{0,0714} = 1,2547 \approx 1$$

4.1 Verifikasi Klasifikasi menggunakan *Fuzzy Rule Based*

Pengujian pada tahap ini adalah pengujian antara data uji dengan prototype ciri yang sudah konversi kedalam bilangan *fuzzy* yang selanjutnya menjadi input untuk *fuzzy rule base 15 rules*. Hasil uji kemiripan antar kelas :



a. Uji kemiripan kelas usia anak (tabel meliputi bilangan fuzzy dan nilai kemiripan)

UJI KELAS ANAK DENGAN KELAS ANAK					UJI KELAS ANAK DENGAN KELAS DEWASA MUDA					UJI KELAS ANAK DENGAN KELAS DEWASA USIA PERTENGAHAN										
NO	NAMA FILE	Bilangan Fuzzy			Nilai Kemiripan	KET	NO	NAMA FILE	Bilangan Fuzzy			Nilai Kemiripan	KET	NO	NAMA FILE	Bilangan Fuzzy			Nilai Kemiripan	KET
		MAE	CC	DCT					MAE	CC	DCT					MAE	CC	DCT		
1	agdh3	1,0000	0,9929	1,0000	0,8366	MIRIP	1	adh3	0,0000	0,4773	1,0000	0,5000	KURANG MIRIP	1	dedh3	0,0000	0,4485	0,9736	0,4990	KURANG MIRIP
2	agdh4	1,0000	1,0000	1,0000	0,8367	MIRIP	2	adh4	0,0000	0,4767	0,9652	0,4992	KURANG MIRIP	2	dedh4	0,0000	0,5107	0,8338	0,5000	KURANG MIRIP
3	agdh5	1,0000	1,0000	1,0000	0,8367	MIRIP	3	adh5	0,0000	0,4540	1,0000	0,5000	KURANG MIRIP	3	dedh5	0,0000	0,4749	1,0000	0,5000	KURANG MIRIP
4	cadh3	1,0000	1,0000	1,0000	0,8367	MIRIP	4	jokdh3	0,0000	0,6937	0,7909	0,5000	KURANG MIRIP	4	ardh3	0,3366	0,6923	1,0000	0,5598	KURANG MIRIP
5	cadh4	1,0000	1,0000	1,0000	0,8367	MIRIP	5	jokdh4	0,0000	0,6698	1,0000	0,5000	KURANG MIRIP	5	ardh4	0,0000	0,6729	1,0000	0,5000	KURANG MIRIP
6	cadh5	1,0000	1,0000	1,0000	0,8367	MIRIP	6	jokdh5	0,0000	0,6393	1,0000	0,5000	KURANG MIRIP	6	ardh5	0,0000	0,6752	0,8619	0,5000	KURANG MIRIP
7	vidh3	1,0000	0,9635	0,9792	0,8356	MIRIP	7	mudh3	0,0000	0,4269	1,0000	0,5000	KURANG MIRIP	7	redh3	0,0000	0,6468	0,9340	0,5000	KURANG MIRIP
8	vidh4	1,0000	1,0000	1,0000	0,8367	MIRIP	8	mudh4	0,0000	0,4462	0,8609	0,4964	KURANG MIRIP	8	redh4	0,0000	0,7077	0,9835	0,5000	KURANG MIRIP
9	vidh5	1,0000	1,0000	1,0000	0,8367	MIRIP	9	mudh5	0,0000	0,3871	0,9792	0,4993	KURANG MIRIP	9	redh5	0,0000	0,6419	0,9524	0,5000	KURANG MIRIP

A

B

C

b. Uji kemiripan kelas usia dewasa muda (tabel meliputi bilangan fuzzy dan nilai kemiripan)

UJI KELAS DEWASA MUDA DENGAN KELAS DEWASA MUDA					UJI KELAS DEWASA MUDA DENGAN KELAS DEWASA USIA PERTENGAHAN					UJI KELAS DEWASA MUDA DENGAN KELAS ANAK										
NO	NAMA FILE	Bilangan Fuzzy			Nilai Kemiripan	KET	NO	NAMA FILE	Bilangan Fuzzy			Nilai Kemiripan	KET	NO	NAMA FILE	Bilangan Fuzzy			Nilai Kemiripan	KET
		MAE	CC	DCT					MAE	CC	DCT					MAE	CC	DCT		
1	adh3	1,0000	1,0000	0,9803	0,8363	MIRIP	1	ardh3	0,9584	0,9798	1,0000	0,8354	MIRIP	1	agdh3	0,1620	0,5048	1,0000	0,5001	KURANG MIRIP
2	adh4	1,0000	1,0000	0,9976	0,8366	MIRIP	2	ardh4	1,0000	1,0000	1,0000	0,8367	MIRIP	2	agdh4	0,3136	0,5585	1,0000	0,5063	KURANG MIRIP
3	adh5	1,0000	0,9845	1,0000	0,8364	MIRIP	3	ardh5	1,0000	1,0000	0,8925	0,8298	MIRIP	3	agdh5	0,2360	0,5200	1,0000	0,5008	KURANG MIRIP
4	jokdh3	1,0000	0,9782	0,8204	0,8202	MIRIP	4	dedh3	1,0000	0,9770	1,0000	0,8362	MIRIP	4	cadh3	0,3529	0,5454	0,7682	0,5035	KURANG MIRIP
5	jokdh4	1,0000	1,0000	1,0000	0,8367	MIRIP	5	dedh4	1,0000	1,0000	0,8687	0,8270	MIRIP	5	cadh4	0,2113	0,5516	0,7810	0,5038	KURANG MIRIP
6	jokdh5	1,0000	1,0000	0,9843	0,8364	MIRIP	6	dedh5	1,0000	1,0000	1,0000	0,8367	MIRIP	6	cadh5	0,3109	0,5441	0,8042	0,5037	KURANG MIRIP
7	mudh3	1,0000	0,9475	1,0000	0,8347	MIRIP	7	redh3	1,0000	1,0000	0,9658	0,8357	MIRIP	7	vidh3	0,1478	0,6561	1,0000	0,5223	KURANG MIRIP
8	mudh4	1,0000	0,9738	0,8915	0,8297	MIRIP	8	redh4	1,0000	0,9614	1,0000	0,8355	MIRIP	8	vidh4	0,1018	0,5772	1,0000	0,5066	KURANG MIRIP
9	mudh5	1,0000	0,8932	1,0000	0,8299	MIRIP	9	redh5	1,0000	1,0000	0,9845	0,8364	MIRIP	9	vidh5	0,0309	0,5996	1,0000	0,5013	KURANG MIRIP

A

B

C

c. Uji kemiripan kelas usia dewasa pertengahan (tabel meliputi bilangan fuzzy dan nilai kemiripan)

UJI KELAS DEWASA USIA PERTENGAHAN DENGAN KELAS ANAK					UJI KELAS DEWASA USIA PERTENGAHAN DENGAN KELAS ANAK					UJI KELAS DEWASA USIA PERTENGAHAN DENGAN KELAS ANAK										
NO	NAMA FILE	Bilangan Fuzzy			Nilai Kemiripan	KET	NO	NAMA FILE	Bilangan Fuzzy			Nilai Kemiripan	KET	NO	NAMA FILE	Bilangan Fuzzy			Nilai Kemiripan	KET
		MAE	CC	DCT					MAE	CC	DCT					MAE	CC	DCT		
1	ardh3	0,9584	0,9798	1,0000	0,8354	MIRIP	1	adh3	1,0000	1,0000	0,9803	0,8363	MIRIP	1	agdh3	0,1620	0,5048	1,0000	0,5001	KURANG MIRIP
2	ardh4	1,0000	1,0000	1,0000	0,8367	MIRIP	2	adh4	1,0000	1,0000	0,9976	0,8366	MIRIP	2	agdh4	0,3136	0,5585	1,0000	0,5063	KURANG MIRIP
3	ardh5	1,0000	1,0000	0,8925	0,8298	MIRIP	3	adh5	1,0000	0,9845	1,0000	0,8364	MIRIP	3	agdh5	0,2360	0,5200	1,0000	0,5008	KURANG MIRIP
4	dedh3	1,0000	0,9770	1,0000	0,8362	MIRIP	4	jokdh3	1,0000	0,9782	0,8204	0,8202	MIRIP	4	cadh3	0,3529	0,5454	0,7682	0,5035	KURANG MIRIP
5	dedh4	1,0000	1,0000	0,8687	0,8270	MIRIP	5	jokdh4	1,0000	1,0000	1,0000	0,8367	MIRIP	5	cadh4	0,2113	0,5516	0,7810	0,5038	KURANG MIRIP
6	dedh5	1,0000	1,0000	1,0000	0,8367	MIRIP	6	jokdh5	1,0000	1,0000	0,9843	0,8364	MIRIP	6	cadh5	0,3109	0,5441	0,8042	0,5037	KURANG MIRIP
7	redh3	1,0000	1,0000	0,9658	0,8357	MIRIP	7	mudh3	1,0000	0,9475	1,0000	0,8347	MIRIP	7	vidh3	0,1478	0,6561	1,0000	0,5223	KURANG MIRIP
8	redh4	1,0000	0,9614	1,0000	0,8355	MIRIP	8	mudh4	1,0000	0,9738	0,8915	0,8297	MIRIP	8	vidh4	0,1018	0,5772	1,0000	0,5066	KURANG MIRIP
9	redh5	1,0000	1,0000	0,9845	0,8364	MIRIP	9	mudh5	1,0000	0,8932	1,0000	0,8299	MIRIP	9	vidh5	0,0309	0,5996	1,0000	0,5013	KURANG MIRIP

A

B

C

4.2 Uji tingkat Keberhasilan

Setelah diperoleh hasil pengujian, diperlukan pengukuran unjuk kerja tingkat keberhasilan. Unjuk kerja pada model klasifikasi dapat dilihat dengan dua model kesalahan yakni *False Acceptance Rate (FAR)* atau rasio kesalahan penerimaan dan *False Rejection Rate (FRR)*. Dari uraian uji unjuk kerja pada sub bab 4.1 salah satu contoh uji unjuk kerja usia dewasa muda ditunjukkan pada Tabel 2.

Untuk mendapatkan hasil accuracy yang dilakukan adalah menghitung FPR dan FRR. Dari proses *learning* yang dilakukan dalam penelitian ini sehingga didapatkan :

$$\begin{aligned}
 P_{total} &= P_{dewasamudai} + P_{dewasausiapertengahan} + P_{anak} \\
 N_{total} &= N_{dewasamudai} + N_{dewasausiapertengahan} + N_{anak} \\
 TP_{total} &= TP_{dewasamudai} + TP_{dewasausiapertengahan} + TP_{anak} \\
 FP_{total} &= FP_{dewasamudai} + FP_{dewasausiapertengahan} + FP_{anak} \\
 TN_{total} &= TN_{dewasamudai} + TN_{dewasausiapertengahan} + TN_{anak} \\
 FN_{total} &= FN_{dewasamudai} + FN_{dewasausiapertengahan} + FN_{anak}
 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh :

$$\begin{aligned}
 1. \quad TPR &= \frac{TP}{P} = \frac{27}{27} = 1 \\
 2. \quad FPR &= \frac{FP}{N} = \frac{0}{54} = 0
 \end{aligned}$$

3. $TNR = TN/N = 36 - 54 = 0,67$
4. $FAR = FPR \times 100\% = 0 \times 100\% = 0\%$
5. $FRR = (FN/P) \times 100\% = 0,67\%$
6. $Acc = \frac{(TP+TN)}{(P+N)} = \frac{(27+36)}{(27+54)} = 77,78\%$

FAR = 0%, FRR = 0,67%, Accuracy = 77,78%.

Tabel 2. Uji Unjuk Kerja Usia Dewasa Muda

	DEWASA MUDA				
	GUEST	True Positive (TP)	False Positive (FP)	True Negatif (TN)	False negatif (FN)
REMAJA	adh3	1			
	adh4	1			
	adh5	1			
	jokdh3	1			
	jokdh4	1			
	jokdh5	1			
	mudh3	1			
	mudh4	1			
	mudh5	1			
DEWASA	ardh3				1
	ardh4				1
	ardh5				1
	dedh3				1
	dedh4				1
	dedh5				1
	redh3				1
	redh4				1
	redh5				1
ANAK	agdh3			1	
	agdh4			1	
	agdh5			1	
	cadh3			1	
	cadh4			1	
	cadh5			1	
	vidh3			1	
	vidh4			1	
	vidh5			1	
		9	0	9	9
	p				9
	N				18

5. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan, analisis, implementasi dan pengujian sistem maka dapat disimpulkan hal – hal sebagai berikut :

- Ciri masing - masing tanda tangan dibangun dengan menggunakan metode ekstraksi ciri yaitu dengan MAE dengan menghitung rata – rata selisih jarak antar piksel dan DCT memisahkan frekuensi citra menjadi *high* piksel dan *low* piksel
- Dalam implementasi klasifikasi dengan *fuzzy rule base*, ciri dari rata – rata *Mean Absolute Error (MAE)* dan *Discrete Cosine Transform (DCT)* diambil nilai normalisasi bilangan *fuzzy* untuk dijadikan *input*. *Output* yang dihasilkan adalah mirip, kurang mirip dan tidak mirip, dengan penyelesaian metode *fuzzy inference system* metode mamdani.
- Dengan menggunakan uji unjuk kerja didapatkanlah nilai presentasi FAR sebesar 0 %, FRR sebesar 0% dan tingkat akurasi sebesar 77,78% dengan pengujian data sebanyak 9 sampel per kategori.

DAFTAR PUSTAKA

- Putri, M.H. , 2015, Verifikasi Tanda Tangan Dosen IT POLNES Menggunakan *Fuzzy Rule Base*, *Jurnal Smartics*, Vol. 1 No. 1 (6-13)
- Qasim, I.H., 2017, Prototype Ciri Citra Tanda Tangan Menggunakan Fuzzy Logic, *Prosiding Seminar Nasional Serba Informatika* (5)



- Putra, D., 2010, *Pengolahan Citra Digital*, Yogyakarta, Andi Offset
- Gonzales, R.E., Woods, 2002, *Digital Image Processing*, Edisi Ke 2, New Jersey: Prentice Hall, Inc
- Acharya, T., Ray, A.K., 2005, *Image Processing : Principles and Applications*, Wiley Interscience, Jhon Wiley & Sons Inc
- Wibowo, D.S, 2008, *Anatomi Tubuh Manusia*, Bab 2, Jakarta : Grasindo
- Wicaksono, Putra, A.B, 2014, Rancang Bangun Prototype Ciri Citra Kulit Luar Kayu Menggunakan Metode VCG, *Jurnal EECIS* Vol. 8 No. 1 (19-26)
- Kwon, Y.H., dkk., 1999, Age Classification From Facial Images, *Computer Vision and Image Understanding*, Vol. 74, No. 1, April, pp. 1 – 21