

Ekstraksi Ciri Entropy Untuk Pengenalan Pola Wajah Menggunakan *Fuzzy Rule Base*

Arief Bramanto W.P., Rihartanto, Enggrid Subkhiana

Abstrak – Wajah merupakan salah satu ciri unik dari setiap insan manusia meskipun kembar identik memiliki ciri unik yang berbeda, dengan demikian wajah bisa menjadi sebuah identitas bagi masing-masing manusia. Penelitian ini menitikberatkan verifikasi pola wajah yang digunakan untuk menguji keaslian/kesamaan suatu wajah dengan data wajah yang diperoleh dari hasil ekstraksi ciri *entropy* dan diperkuat ciri dari hasil ekstraksi dari pengukuran *euclidean distance*. Penggunaan

Fuzzy Rule Base bertujuan menghasilkan kombinasi ciri yang lebih handal dan unik dalam setiap wajah dan proses pengujian ciri data baru dengan hasil ciri pelatihan. Unjuk kerja keberhasilan penelitian ini diperoleh akurasi sebesar 81,33% dari 50 data

Kata Kunci — Citra wajah, verifikasi, *entropy*, *fuzzy logic*

I. PENDAHULUAN

Pengolahan citra dan verifikasi pola merupakan bagian dari *computer vision*. Pengolahan citra merupakan suatu teknik pengolahan gambar untuk memperoleh suatu output yang dibutuhkan sedangkan verifikasi pola merupakan proses untuk pencocokan pola satu dengan pola lain. Teknik-teknik dalam pengolahan citra dan verifikasi pola memainkan peranan penting pada verifikasi pola wajah sebagai bagian keilmuan biometrik dimana anggota tubuh manusia yang dijadikan objek verifikasi, sebagai contoh adalah biometrik sidik jari dan geometri tangan. [1].

Verifikasi wajah merupakan salah satu teknologi biometrika yang menjadi pusat perhatian para peneliti, banyak sekali sistem aplikasi yang berbasis kepada verifikasi wajah. Penggunaan biometrika untuk sistem pengenalan mempunyai banyak keunggulan dibandingkan sistem tradisional [2]

Pengenalan pola (*pattern recognition*) bertujuan untuk menentukan kelompok atau kategori pola berdasarkan ciri – ciri 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

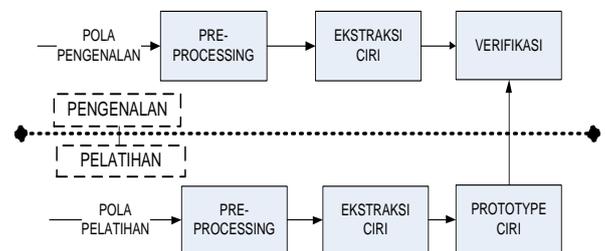
digital beserta teknologi yang digunakan. Tahap *pre-processing* meliputi proses konversi jenis citra dari true color (RGB) ke *grayscale* atau ke citra biner, reduksi ukuran *piksel*, reduksi *noise* citra, dan segmentasi citra. Tahap analisis pola dapat berupa proses seleksi ciri, kompresi ciri atau ekstraksi ciri. Tahap pengambilan keputusan dapat berupa klasifikasi pola, seleksi pola, pengenalan pola, verifikasi pola [3].

Dalam proses verifikasi menggunakan logika fuzzy, logika fuzzy merupakan sebuah solusi untuk mendapatkan nilai yang samar dari proses verifikasi, *fuzzy logic* mengenal keadaan berhingga dari nilai “0” sampai ke nilai “1”. *Fuzzy Logic* tidak hanya mengenal dua keadaan tetapi juga mengenal sejumlah keadaan yang berkisar dari keadaan salah sampai keadaan benar [4]

Berdasarkan acuan penelitian yang berkaitan tentang verifikasi pola, percobaan pada penelitian ini membahas tentang pengenalan pola wajah yang diawali dengan pengumpulan data, akuisisi citra, *preprocessing*, segmentasi, ekstraksi ciri. Hasil yang diharapkan adalah sebuah keputusan untuk melakukan verifikasi kecocokan yang diuji dengan menggunakan metode unjuk kerja *False Acceptance Rate* dan *False Rejected Rate* sebagai pengukuran tingkat kesalahan.

Terdapat beberapa konsep pada penelitian ini, yang terdiri dari konsep pengenalan pola sebagai suatu model dalam proses verifikasi pola dan konsep pengolahan citra sebagai suatu proses dalam transformasi citra hasil akuisisi menjadi citra siap saji yang bertujuan memperoleh ciri yang optimal

Kerangka Konsep penelitian ini disajikan dalam gambar 1 dan 2 dibawah ini :



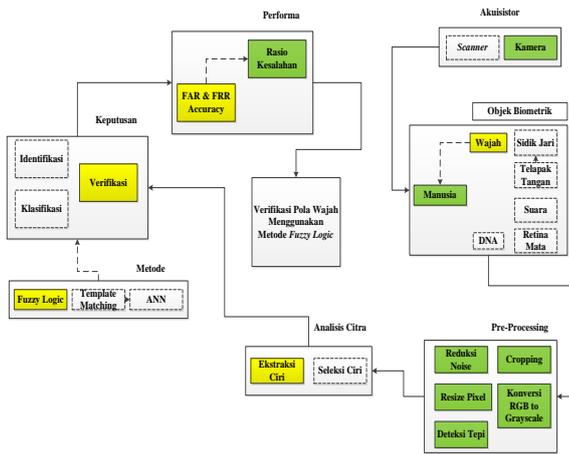
Gambar 1. Konsep Pengenalan Pola

Berdasarkan konsep pengenalan pola maka penelitian verifikasi pola wajah dapat digambarkan dalam bentuk kerangka konsep seperti dibawah ini

Arief Bramanto Wicaksono Putra adalah Dosen Teknologi Informasi, POLNES (email: ariefbram@gmail.com)

Rihartanto adalah Dosen Teknologi Informasi, POLNES (email: rihart.c@gmail.com)

Enggrid Subkhiana adalah Peneliti Muda, Alumni Teknologi Informasi POLNES (email: enggridink@gmail.com)



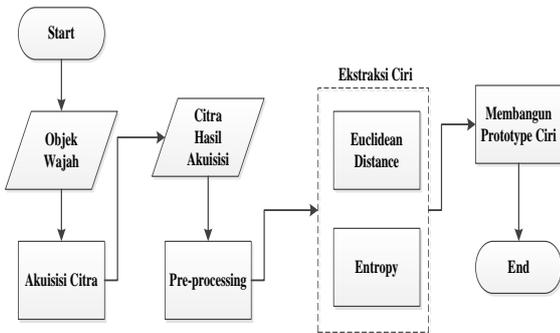
Gambar 2. Kerangka Konsep Penelitian

II. METODE PENELITIAN

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 atau yang selanjutnya disebut *Guess Face Pattern* (GFP) dengan *Original Face Pattern* (OFP).

Tahapan diatas dibangun dalam bentuk *flow diagram* seperti ditunjukkan pada gambar 3 berikut



Gambar 3. *Prototype* Ciri

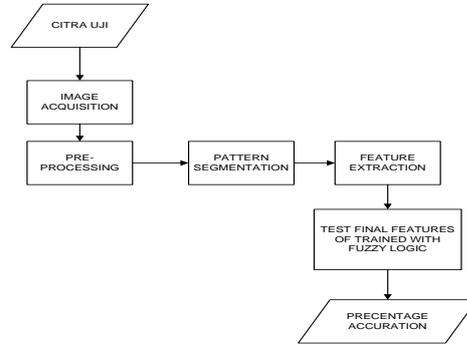
Citra yang diolah berasal dari data berupa objek wajah manusia yang diakuisisi kemudian dikumpulkan dalam suatu *raw data storage* Selanjutnya data citra digital tersebut akan melalui tahap *pre-processing* yang terdiri dari [5] :

1. Pembacaan data dari *raw data collection*
2. Melakukan *cropping* (*reduce pixel*) untuk menghilangkan kesalahan informasi
3. Menghilangkan derau (*noise filtering*) dengan *filter Gaussian*
4. Melakukan *color transformation* dari RGB to *grayscale*

Pada tahap ekstrasi fitur, masing masing basis mengeluarkan fitur khusus yang berupa *Entropy* dan

Rata-rata Jarak *Euclidean Distance*. Hasil dari ekstrasi fitur ini diolah sehingga memperoleh fitur yang diharapkan.

Pengujian yang di gunakan untuk solusi klasifikasi pada tahap keputusan menggunakan *fuzzy rule based*, di tunjukan dalam gambar 3 berikut :



Gambar 4. Pengujian Citra Uji Dengan *Fuzzy Logic*

GFI (*Guess Face Image*) yang diperoleh akan digunakan sebagai data uji *raw* , kemudian melalui tahap *pre-processing* dan *pattern segmentation*, fitur dari *Guess Face Pattern* (GFP) diperoleh melalui proses ekstraksi. Fitur yang diperoleh kemudian dikenali dan diuji kecocokan terhadap ciri latih yang telah diperoleh. Pengukuran unjuk kerja menggunakan metode FAR (*False Acceptance Rate*) dan FRR (*False Rejection Rate*)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Akuisisi Dan *Pre Processing*

Akuisisi citra berfungsi untuk mendapatkan citra digital yang di akuisisi dari citra analog. Tujuan akuisisi citra adalah mendapatkan citra wajah yang diperlukan dalam penelitian, metode perekaman citra digital yang digunakan adalah kamera digital, objek dalam akuisisi citra adalah mahasiswa jurusan Teknologi Informasi Politeknik Negeri Samarinda. Identitas dari akuisisi diharapkan memiliki ukuran pixel yang berjumlah 3696 x 2448 pixel dan jenis citra ini adalah citra RGB dengan format gambar JPEG. hasil pengambilan gambar pada objek penelitian ditunjukkan pada gambar 5 berikut:



Gambar 5. Hasil Akuisisi Citra

Data citra yang telah di diakuisisi diolah kedalam proses *preprocessing*. Akan diambil 7 sampel wajah untuk di ambil cirinya .Pada tahapan *pre processing* ini,

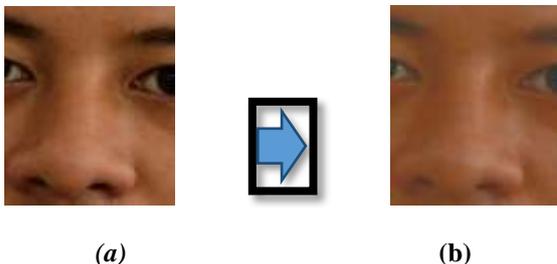
hasil akuisisi akan diproses dengan menggunakan bantuan program komputasi dan aplikasi.

Proses pertama yaitu cropping atau pengambilan objek hidung dengan menggunakan frame yang berjumlah 656 x 858 pixel, penempatan frame ini menggunakan titik tengah sebagai acuan dalam menempatkan frame agar seluruh citra yang digunakan pada proses akuisisinya menggunakan prosedur yang sama untuk mengurangi resiko terjadinya perbedaan hasil antara citra uji dan citra yang digunakan untuk prototype ciri, hasil terlihat pada gambar 6 :



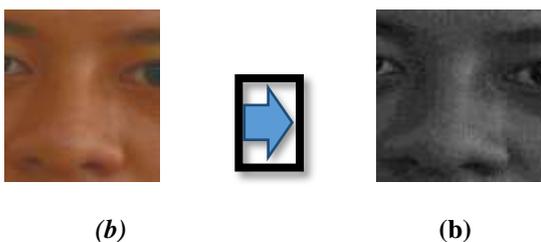
Gambar 6. Hasil Cropping Bagian Hidung

Citra yang dihasilkan pada gambar 6 memiliki jumlah pixel sesuai dengan jumlah pixel dari frame yang digunakan yaitu 656 x 858 pixel, pada citra ini masih berjenis citra RGB dengan format JPEG. Tahap selanjutnya dari preproses adalah menghilangkan *noise*. *Filtering* citra merupakan salah satu bagian dari perbaikan kualitas citra, yakni menghaluskan dan menghilangkan atau mereduksi *noise* yang ada pada citra. Pada tahap ini hasil filter menggunakan *gaussian filter* ditunjukkan pada gambar 7 berikut :



Gambar 7. Proses sebelum (a) dan setelah (b) reduksi *noise*

Konversi citra RGB ke grayscale bertujuan agar citra RGB yang tersusun dari 3 nilai yaitu red, green dan blue di konversi menjadi 1 nilai saja hal ini mempermudah dalam hal komputasi dan ekstraksi ciri, oleh karena itu pada tahapan terakhir dari preproses yang dilakukan adalah konversi tipe warna, dimana hasil dari konversi ini ditampakan dalam gambar 8 dibawah ini :



Gambar 8. Proses sebelum (a) dan setelah (b) konversi RGB to Grayscale

B. Analisis Ciri

Analisis ciri memiliki input berupa citra dan memiliki output berupa hasil pengukuran terhadap citra tersebut. Pada penelitian kali ini, citra tanda tangan dianalisis untuk mendapatkan ciri nilai tanda tangan dari citra biner hasil dari deteksi tepi. 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. Fitur dapat dinyatakan dengan variable kontinu, diskret atau diskret-biner. Fitur biner dapat digunakan untuk menyatakan ada tidaknya suatu fitur tertentu. fitur yang baik memiliki syarat berikut :

1. Mudah dalam komputasi
2. Mampu sebagai pembeda dan memberikan keberhasilan tinggi dalam pengenalan
3. Besarnya data dapat diperkecil tanpa menghilangkan informasi yang penting.

Karakteristik fitur yang baik sebisa mungkin memenuhi persyaratan berikut :

1. Dapat membedakan suatu objek dengan yang lainnya.
2. Memperhatikan kompleksitas komputasi dalam memperoleh fitur. Kompleksitas komputasi yang tinggi tentu akan menjadi beban tersendiri dalam menemukan suatu fitur.
3. 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) [6].

Ekstraksi ciri dilakukan dengan dua cara yaitu dengan menghitung *Euclidean distance* dan pusat massa yang selanjutnya disebut *Entropy*

a. *Euclidean Distance*.

Euclidean Distance adalah metrika yang paling sering digunakan untuk menghitung kesamaan dua vector. *Euclidean distance* menghitung akar dari kuadrat perbedaan dua vektor. Rumus dari *Euclidean Distance* :

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ij} - x_{jk})^2}$$

Pada proses ekstraksi ciri disini, semua objek citra yang sudah melalui preprocessing dan segmentasi dihitung rata – rata baris dan kolom dari setiap piksel satu objek sehingga hanya ada satu nilai Euclidean distance untuk setiap citra. Dengan fungsi yang sudah tersedia di matlab dapat digunakan syntax sebagai berikut :

```
ETADIKAI = imread('D:\asli\FRAME
ADIKAI.jpg');
ETADIKAI = mean(mean(dist(ETADIKAI)))
```

b. Entropy

Metode Entropy, nilai entropy menunjukkan keteracakan distribusi derajat keabuan suatu citra, semakin acak distribusi derajat keabuannya, semakin tinggi nilai entropy yang dihasilkan. Entropi mengindikasikan kompleksitas citra, Semakin tinggi nilai entropi, semakin kompleks citra tersebut. entropi dan energi berkecenderungan berkebalikan. Entropi juga merepresentasikan jumlah informasi yang terkandung di dalam sebaran data. Entropy adalah ukuran statistik dari keacakan yang dapat digunakan untuk mengkarakterisasi tekstur gambar input. [7] Dapat dilihat rumus entropi sebagai berikut

$$entropi = -\sum_{i=0}^{L-1} p(i) \log_2(p(i)) \tag{1}$$

Pada tools matlab telah tersedia fungsi untuk metode entropy, pada penelitian ini memanfaatkan tools matlab dalam proses ekstraksi ciri entropi, dimana secara algoritma entropi diperoleh dengan cara

$$entropi = -sum(p.*log2(p)) \tag{2}$$

Dengan fungsi yang sudah tersedia di matlab dapat digunakan syntax sebagai berikut :

```
FRAMEADIK1 = imread('D:\asli\FRAME
ADIK1.jpg');
ETADIK1 = entropy(FRAMEADIK1)
```

Hasil ekstraksi ciri data prototypekan menampilkan hasil ekstraksi ciri dari citra yang digunakan untuk membangun prototype ciri, terdapat 5 mahasiswa masing-masing memiliki 7 citra yang digunakan untuk prototype ciri, berikut ditampilkan pada tabel 1 :

Tabel 1. Ekstraksi ciri data *prototype*

NO	NAMA	ENTROPY	EUCLIDEAN
1	ADIKA_1	6,3404	231,0384
2	ADIKA_2	6,3371	231,2234
3	ADIKA_3	6,3739	232,2650
4	ADIKA_4	6,3270	227,8591
5	ADIKA_5	6,3840	233,5374
6	ADIKA_6	6,2282	224,6716
7	ADIKA_7	6,2700	228,1245
8	ARJUN_1	5,6659	190,0716
9	ARJUN_2	5,6266	186,8216
10	ARJUN_3	5,7069	190,8443
11	ARJUN_4	5,8318	198,0254
12	ARJUN_5	5,9612	204,5271
13	ARJUN_6	5,9071	202,5531
14	ARJUN_7	5,9232	203,0237
15	EDO_1	6,2563	225,3377
16	EDO_2	6,1460	219,4475
17	EDO_3	6,1726	219,5847
18	EDO_4	6,2160	222,6771
19	EDO_5	6,2000	220,6493
20	EDO_6	6,1914	219,3710
21	EDO_7	6,2591	222,2305
22	IZUL_1	5,5563	180,6682
23	IZUL	5,5384	179,8381

24	IZUL	5,5114	178,1712
25	IZUL	5,3856	168,9311
26	IZUL	5,2441	158,9231
27	IZUL	5,1723	153,8800
28	IZUL	5,0879	147,6662
29	OZI	5,2333	159,4863
30	OZI	5,2293	162,8638
31	OZI	5,1538	156,2422
32	OZI	4,9073	140,0949
33	OZI	4,8787	137,4866
34	OZI	5,1303	154,8437
35	OZI	4,8402	134,4856

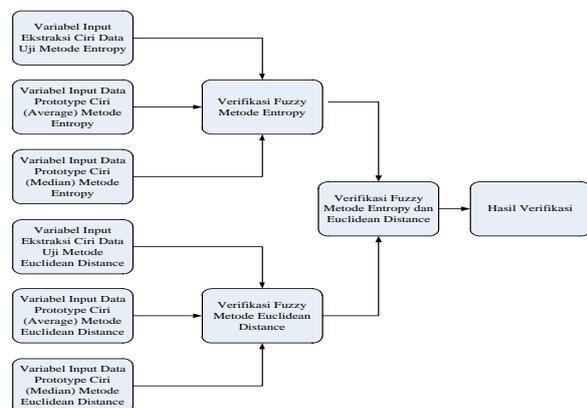
Dari hasil ekstraksi ciri pada masing-masing citra maka dibangun lah prototype ciri untuk masing-masing objek dengan cara memperoleh nilai minimal, median, average dan maksimal yang akan ditunjukkan pada tabel 2 :

Tabel 2. *Prototype* Ciri

NAMA	PARAMETER	ENTROPY	EUCLIDEAN
ADIKA	MIN	6,2282	224,6716
	MEDIAN	6,3371	231,0384
	AVERAGE	6,3229	229,8171
	MAX	6,3840	233,5374
ARJUN	MIN	5,6266	186,8216
	MEDIAN	5,8318	198,0254
	AVERAGE	5,8032	196,5524
	MAX	5,9612	204,5271
EDO	MIN	6,1460	219,3710
	MEDIAN	6,2000	220,6493
	AVERAGE	6,2059	221,3283
	MAX	6,2591	225,3377
IZUL	MIN	5,0879	147,6662
	MEDIAN	5,3856	168,9311
	AVERAGE	5,3566	166,8683
	MAX	5,5563	180,6682
OZI	MIN	4,8402	134,4856
	MEDIAN	5,1303	154,8437
	AVERAGE	5,0533	149,3576
	MAX	5,2333	162,8638

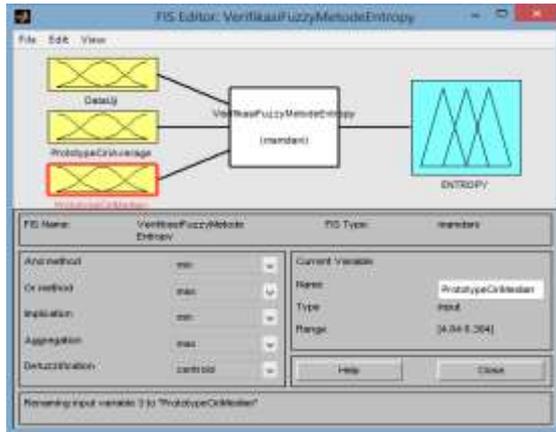
IV. UJI VERIFIKASI POLA

Verifikasi pola menggunakan fuzzy memiliki maksud melakukan pengujian citra uji terhadap seluruh prototype ciri yang dibuat pada masing-masing objek, adapun cara melakukan verifikasi pola menggunakan logika fuzzy dimana desain pengujian akan ditunjukkan pada gambar 9 berikut :



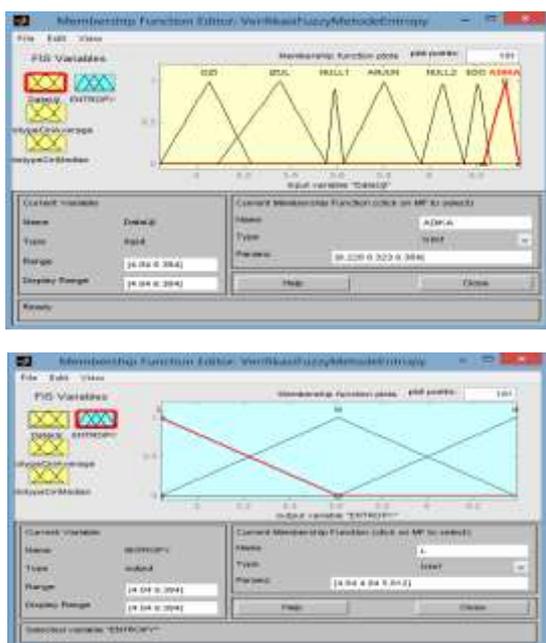
Gambar 9. Desain Verifikasi Menggunakan Aturan Fuzzy

Untuk struktur pada masing-masing Fuzzy Inference System yang selanjutnya disingkat menjadi FIS akan dijelaskan. Verifikasi fuzzy metode entropy, pada tahap verifikasi metode entropy menggunakan FIS memiliki tujuan untuk mendapatkan hasil verifikasi metode entropy yaitu antara data uji dan data tabel prototype ciri, adapun FIS verifikasi metode entropy akan dijelaskan sebagai berikut, pada FIS verifikasi fuzzy metode entropy memiliki 3 variabel input dan 1 variabel output, ditunjukkan pada gambar 10



Gambar 10. Verifikasi Metode Entropy

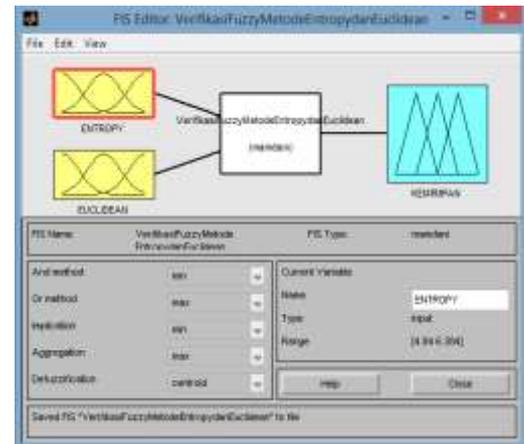
Input Membership function dan range dari FIS verifikasi fuzzy metode entropy merujuk kepada data prototype ciri. Sedangkan variabel output FIS verifikasi fuzzy metode entropy ditentukan berupa nilai Low, Medium dan High. Pada FIS verifikasi fuzzy metode entropy juga menggunakan rule base, adapun rule tersebut berjumlah 343 rule. Proses ini ditunjukkan dalam gambar 11 berikut :



Gambar 11. Membership Function Input/Output Metode Entropy

FIS verifikasi metode euclidean distance pada prinsipnya sama seperti FIS verifikasi metode entropy baik dari variabel input, variabel output, membership function dan rule, adapun perbedaan dari FIS verifikasi metode euclidean distance dan FIS verifikasi metode entropy adalah nilai membership function dan range yang berdasarkan prototype ciri untuk masing-masing objek.

Verifikasi fuzzy metode entropy dan euclidean distance, FIS verifikasi metode entropy dan euclidean distance difungsikan untuk melakukan verifikasi pola dari output verifikasi metode entropy dan verifikasi metode euclidean distance. FIS verifikasi metode entropy dan euclidean distance memiliki 2 variabel input yang terdiri dari input Entropy yang berasal dari output FIS verifikasi metode entropy dan input Euclidean yang berasal dari output FIS verifikasi metode euclidean distance, dan juga memiliki 1 output untuk lebih jelas ditunjukkan pada gambar 12 dibawah ini :



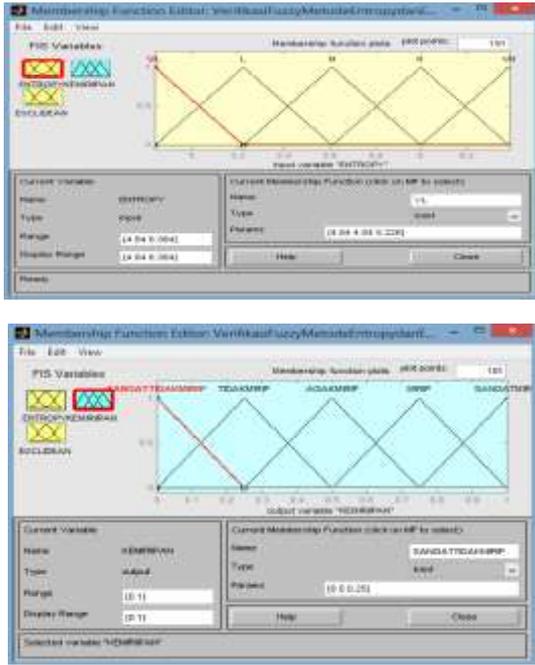
Gambar 12. Verifikasi Prototype Ciri (Kombinasi Metode Entropy dan Euclidean Distance)

Input Membership function dan range dari FIS Verifikasi Prototype ciri ditentukan bernilai VL (Very low), L (Low), M (Middle), H (High) dan VH (Very high). Sedangkan variabel output nya adalah tingkat kecocokan pengujian yang dibangun dari aturan yang ditunjukkan oleh tabel 3 dibawah ini :

Tabel 3. Aturan Penentuan Output Verifikasi

ENTROPY	EUCLIDEAN	HASIL
VL	VL	SANGAT TIDAK COCOK
L	L	TIDAK COCOK
M	M	AGAK COCOK
H	H	COCOK
VH	VH	SANGAT COCOK

Dari uraian diatas maka proses tersebut dapat diperlihatkan dalam bentuk gambar 13



Gambar 13. Membership Function Input / Output Verifikasi Prototype Ciri

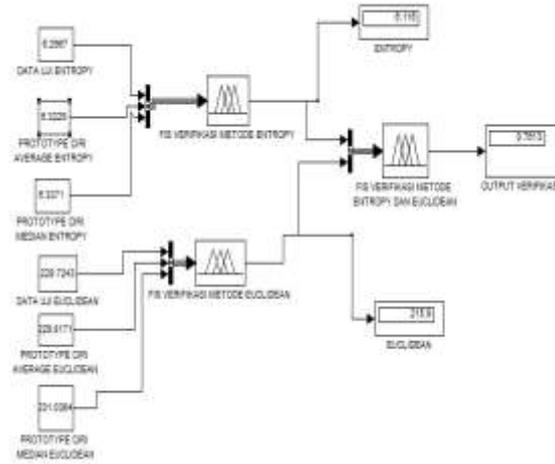
Pengujian verifikasi menggunakan total 15 data uji dari setiap orang, yang dibagi menjadi 3 original face pattern, dan 12 guess face pattern. Dimana hasil dari ekstraksi ciri data uji ditunjukkan dalam tabel 4 berikut :

Tabel 4. Ekstraksi Ciri Data Uji

NO	NAMA	ENTROPY	EUCLIDEAN
1	ADIKA_8	6,2967	229,7243
2	ADIKA_9	6,2966	229,1300
3	ADIKA_10	6,3100	230,4159
4	ARJUN_8	5,9618	203,9141
5	ARJUN_9	5,9726	203,4376
6	ARJUN_10	5,9698	202,7190
7	EDO_8	6,2385	221,7182
8	EDO_9	6,2514	222,0829
9	EDO_10	6,2224	221,3725
10	IZUL_8	5,1368	151,0217
11	IZUL_9	5,0744	146,5086
12	IZUL_10	4,9200	134,6717
13	OZI_8	4,9638	142,7136
14	OZI_9	4,6723	121,6766
15	OZI_10	5,3553	169,2392

Sebagai contoh hasil dalam penelitian ini digunakan Original Face Pattern (GFP) yaitu "adika_8" terhadap prototype ciri dimana Output dari hasil proses verifikasi adalah 0,7613 yang tergolong pada linguistik "Cocok". Oleh karena dalam proses verifikasi menggunakan 3 model FIS maka agar memudahkan tampilan user

dalam proses verifikasi digunakan bantuan simulink pada matlab. Dimana desain dan implementasi dari simulink tersebut ditunjukkan pada gambar 14 berikut :



Gambar 14. Verifikasi OFP "Adika_8" terhadap Prototype Ciri

Dari contoh diatas, maka dapat dihasilkan tabel pengujian dari total 5 orang, dengan verifikasi terhadap prototype ciri yang diperoleh adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Hasil Uji Verifikasi

Hasil Pengujian Terhadap Prototype Ciri Adika			
NO	NAMA	FIS VERIFIKASI METODE ENTROPY DAN EUCLIDEAN	LINGUISTIK
1	ADIKA_8	0,7613	COCOK
2	ADIKA_9	0,7613	COCOK
3	ADIKA_10	0,7614	COCOK
4	ARJUN_8	0,2498	TIDAKCOCOK
5	ARJUN_9	0,2490	TIDAKCOCOK
6	ARJUN_10	0,2493	TIDAKCOCOK
7	EDO_8	0,2500	TIDAKCOCOK
8	EDO_9	0,5000	AGAKCOCOK
9	EDO_10	0,2386	TIDAKCOCOK
10	IZUL_8	0,2414	TIDAKCOCOK
11	IZUL_9	0,2384	TIDAKCOCOK
12	IZUL_10	0,2498	TIDAKCOCOK
13	OZI_8	0,2411	TIDAKCOCOK
14	OZI_9	0,5000	AGAKCOCOK
15	OZI_10	0,2384	TIDAKCOCOK
Hasil Pengujian Terhadap Prototype Ciri Ajun			
16
17
18	ARJUN_8	0,5000	AGAKCOCOK
19	ARJUN_9	0,5000	AGAKCOCOK
20	ARJUN_10	0,5000	AGAKCOCOK
21	EDO_8	0,2444	TIDAKCOCOK
22	EDO_9	0,2471	TIDAKCOCOK
Hasil Pengujian Terhadap Prototype Ciri Ozi			
...
...
74	OZI_9	0,2373	TIDAKCOCOK
75	OZI_10	0,5000	AGAKCOCOK

Tahapan selanjutnya setelah diperoleh hasil pengujian OFP dan GFP terhadap *prototype* ciri. Maka diperlukan pengukuran unjuk kerja tingkat keberhasilan (*Performance Acceptance*). Unjuk kerja suatu sistem pengenalan pola dapat diukur berdasarkan nilai kesalahan yang terjadi dan dapat pula diukur dari seberapa besar tingkat kesuksesan pengenalan pola. 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) atau rasio kesalahan penolakan [8].

Dalam unjuk kerja model klasifikasi maka perlu dilakukan perhitungan untuk pencarian *True Positive Rate* (TPR), *False Positive Rate* (FPR), dan *True Negative Rate* (TNR) [9]. yang dijabarkan sebagai berikut

- TPR juga biasa disebut dengan *sensitivity*, atau rasio ketepatan, rumus nya adalah *match valid image* selanjutnya disebut *True Positive* (TP) dibagi jumlah *valid image* (P)

$$TPR = \frac{TP}{P} \quad (4)$$

- FPR juga bisa disebut alarm kesalahan atau rasio ketidak tepatan, rumus nya adalah *unmatch valid image* selanjutnya disebut *False Positive* (FP) dibagi jumlah *forgery image* (N)

$$FPR = \frac{FP}{N} \quad (5)$$

- TNR juga bisa disebut *specificity*, rumusnya adalah *match forgery image* selanjutnya disebut *True Negative* (TN) dibagi jumlah *forgery image* (N) .

$$TNR = \frac{TN}{N} \quad \gg \quad TNR = 1 - FPR \quad (6)$$

Selanjutnya adalah memperoleh FAR dan FRR, serta *Accuracy* yang dijelaskan berikut :

- *False Acceptance Rate* adalah nilai dari *False Positive Rate*, dinyatakan dengan persamaan seperti berikut :

$$FAR = FPR \quad (7)$$

- *False Rejection Rate* adalah nilai dari *False Negative Rate*, persamaannya adalah :

$$FRR = 1 - TPR \quad (8)$$

- *Accuracy* yang selanjutnya disebut Acc, adalah prosentase ketepatan keberhasilan total pengujian terhadap *prototype* ciri, persamaan yang menyatakannya adalah :

$$Acc = \frac{(TP + TN)}{(P + N)} \times 100\% \quad (9)$$

Pada percobaan pengujian unjuk kerja GSP, maka diperoleh nilai FAR, FRR dan Acc yang ditunjukkan dalam contoh tabel berikut:

Tabel 6. Unjuk Kerja "Adika"

Uji Unjuk Kerja Terhadap <i>Prototype</i> Ciri Adika				
Data	TRUE POSITIF	FALSE POSITIF	TRUE NEGATIF	FALSE NEGATIF
ADIKA_8	1	0		
ADIKA_9	1	0		
ADIKA10	1	0		
ARJUN_8			1	0
ARJUN_9			1	0
ARJUN10			1	0
EDO_8			1	0
EDO_9			0	1
EDO_10			1	0
IZUL_8			1	0
IZUL_9			1	0
IZUL_10			1	0
OZI_8			1	0
OZI_9			0	1
OZI_10			1	0
Jumlah	3	0	10	2
POSITIF	3			
NEGATIF			12	

Tabel 7. Unjuk Kerja "Arjun"

Uji Unjuk Kerja Terhadap <i>Prototype</i> Ciri Arjun				
Data	TRUE POSITIF	FALSE POSITIF	TRUE NEGATIF	FALSE NEGATIF
ADIKA_8			1	0
ADIKA_9			1	0
ADIKA10			1	0
ARJUN_8	1	0		
ARJUN_9	1	0		
ARJUN10	1	0		
EDO_8			1	0
EDO_9			1	0
EDO_10			1	0
IZUL_8			1	0
IZUL_9			1	0
IZUL_10			1	0
OZI_8			1	0
OZI_9			0	1
OZI_10			1	0
Jumlah	3	0	11	1
POSITIF	3			
NEGATIF			12	

Tabel 8. Unjuk Kerja "Edo"

Uji Unjuk Kerja Terhadap <i>Prototype</i> Ciri Edo				
Data	TRUE POSITIF	FALSE POSITIF	TRUE NEGATIF	FALSE NEGATIF
ADIKA_8			1	0
ADIKA_9			1	0
ADIKA10			1	0
ARJUN_8			1	0

ARJUN_9			1	0
ARJUN10			1	0
EDO_8	1	0		
EDO_9	1	0		
EDO_10	1	0		
IZUL_8			1	0
IZUL_9			1	0
IZUL_10			1	0
OZI_8			1	0
OZI_9			0	1
OZI_10			1	0
Jumlah	3	0	11	1
POSITIF	3			
NEGATIF				12

Tabel 9. Unjuk Kerja "Izul"

Uji Unjuk Kerja Terhadap <i>Prototipe</i> Ciri Izul				
Data	TRUE POSITIF	FALSE POSITIF	TRUE NEGATIF	FALSE NEGATIF
ADIK_A_8			1	0
ADIK_A_9			1	0
ADIK_A10			1	0
ARJUN_8			1	0
ARJUN_9			1	0
ARJUN10			1	0
EDO_8			1	0
EDO_9			1	0
EDO_10			1	0
IZUL_8	0	1		
IZUL_9	0	1		
IZUL_10	0	1		
OZI_8			1	0
OZI_9			0	1
OZI_10			0	1
Jumlah	0	3	10	2
POSITIF	3			
NEGATIF				12

Tabel 10. Unjuk Kerja "Ozi"

Uji Unjuk Kerja Terhadap <i>Prototipe</i> Ciri Ozi				
Data	TRUE POSITIF	FALSE POSITIF	TRUE NEGATIF	FALSE NEGATIF
ADIK_A_8			1	0
ADIK_A_9			1	0
ADIK_A10			1	0
ARJUN_8			1	0
ARJUN_9			1	0
ARJUN10			1	0
EDO_8			1	0
EDO_9			1	0
EDO_10			1	0
IZUL_8	0	1		
IZUL_9	0	1		
IZUL_10	0	1		
OZI_8	0	1		
OZI_9	0	1		
OZI_10	1	0		
Jumlah	1	2	9	3
POSITIF	3			
NEGATIF				12

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

$$\begin{aligned}
 P_{total} &= P_{adika} + P_{arjun} + P_{edo} + P_{izul} + P_{ozi} \\
 N_{total} &= N_{adika} + N_{arjun} + N_{edo} + N_{izul} + N_{ozi} \\
 TP_{total} &= TP_{adika} + TP_{arjun} + TP_{edo} + TP_{izul} + TP_{ozi} \\
 FP_{total} &= FP_{adika} + FP_{arjun} + FP_{edo} + FP_{izul} + FP_{ozi} \\
 TN_{total} &= TN_{adika} + TN_{arjun} + TN_{edo} + TN_{izul} + TN_{ozi} \\
 FN_{total} &= FN_{adika} + FN_{arjun} + FN_{edo} + FN_{izul} + FN_{ozi}
 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh Accuracy 81.33%

V. KESIMPULAN

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

- Ciri masing - masing pola wajah dibangun dengan menggunakan metode ekstraksi ciri yaitu dengan menghitung rata – rata *Euclidean distance* dan nilai *entropy* yang selanjutnya dikombinasi menjadi *prototype* ciri.
- Dalam implementasi verifikasi dengan *Fuzzy Rule Base*, Ciri dari rata – rata *Euclidean distance* yang disebut ED dan *Entropy* diambil 3 jenis input yakni nilai ekstraksi ciri, nilai median dan nilai mean. Variabel output sejumlah 5 yang dihasilkan adalah sangat tidak cocok, tidak cocok dan agak cocok, dan cocok dengan penyelesaian metode *fuzzy inference system* metode mamdani.
- Dengan menggunakan uji unjuk kerja didapatkanlah tingkat akurasi sebesar 81.33% dengan pengujian data sebanyak 75 sampel

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Utama, Hadian, Harlianto, Kosasih Rudon., Pemanfaatan Web Cam Dengan Metoda *Principal Components* Untuk Sistem Presensi Karyawan Pada Komputer, Jurnal TESLA, Vol. 10 No. 1, March 2008, pp. 1.
- [2] Fadlil A, Yeki S, Sistem Verifikasi Wajah Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan *Learning Vector Quantization*, Jurnal INFORMATIKA, Vol. 4 No. 2, July 2010, pp. 1.
- [3] Wicaksono Putra, A.B. *Rancang Bangun Prototype Ciri Citra Kulit Luar Kayu Menggunakan Metode VCG*. Jurnal EECIS Vol.8 No.1 (19-26), 2014
- [4] Aisyah. E.S.N, Hayat. A, Widanti. P, Prasetya. S.Y, Iskandar. Y., 2015. Analisis Kemiripan Pola Citra Digital Menggunakan Metode Euclidean. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi dan Multimedia 2015. STMIK AMIKOM Yogyakarta. 6-8 Februari 2015
- [5] Gonzales RE, Woods RE, *Digital Image Processing Edisi Ke 2*, New Jersey : Prentice Hall, Inc, 2002
- [6] Dharma Putra, *Pengolahan CiTra DigiTal* : Andi Offset, Yogyakarta, 2010.
- [7] Kadir, A., Susanto A. *Teori Dan Aplikasi Pengolahan Citra* Andi Offset, 2013
- [8] R Syam, M Hariadi, M Hery Purnomo, *Penentuan Nilai Standar Distorsi Berminyak Pada Akuisisi Citra Sidik Jari*, Jurnal MAKARA Teknologi Vol.15, No.1, (55-62), April 2011
- [9] Marcel S, *Fundamental in Statitiscal Pattern Recognition*, Idiap Research Institute Martigny, Switzerland, Senior Researcher, www.idiap.ch/~marchel, 22 May 2013