

Verifikasi Pola Tanda Tangan Dosen IT POLNES Menggunakan *Fuzzy Rule Base*

Arief Bramanto W.P., Mardhiyah Huurin H.P.

Abstrak – Citra Tanda tangan merupakan sesuatu yang unik dimiliki seseorang. Citra digital tanda tangan menghasilkan suatu pola citra yang dibangun melalui proses analisis ciri. Analisis ciri yang digunakan pada penelitian ini adalah Ekstraksi ciri, yang menggunakan metode rata – rata jarak *Euclidean Distance* dan pusat massa. Ciri yang diperoleh dibagi menjadi data training dan data pengenalan. Keputusan yang diharapkan adalah tanda tangan dapat diverifikasi dengan menguji data citra pelatihan dengan data pengenalan menggunakan metode *Fuzzy logic*. Uji unjuk kerja digunakan untuk mengukur tingkat kesalahan dan pengukuran keberhasilan penentuan verifikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari pengujian yang di bagi menjadi 15 data valid dan 30 data forgery, menghasilkan suatu nilai FAR 30%, FRR 60% dan diperoleh tingkat akurasi sebesar 68,89%

Kata Kunci — Citra tanda tangan, verifikasi, unjuk kerja, *fuzzy logic*

I. PENDAHULUAN

Pola tanda tangan banyak diterapkan dalam berbagai bidang khususnya bidang keamanan. ini tanda tangan merupakan ciri khas yang bisa memudahkan seseorang untuk bisa berinteraksi dengan baik, maupun memperbaiki hal yang harusnya lebih diperhatikan. Tanda tangan adalah sebuah *sign* dari pemiliknya yang akan dengan mudah membaca kepribadian maupun karakter seseorang [1]. 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 [2].

Pola adalah suatu entitas yang samar yang dapat diberi nama seperti : citra sidik jari, tulisan tangan, sinyal suara, wajah, urutan DNA, dan lain-lain. Fitur adalah atribut dari pola yang mendeskripsikan ciri-

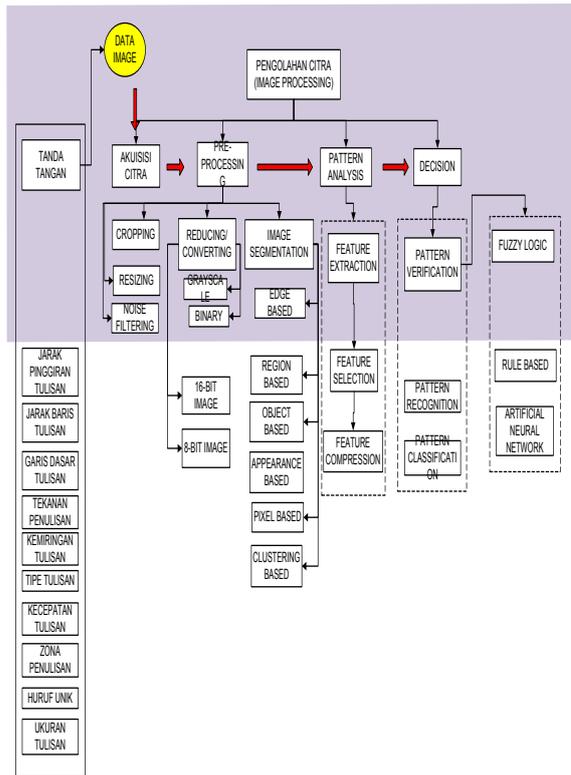
ciri pola dalam berbagai entitas tergantung dari polanya. Umumnya, fitur dari suatu pola digital adalah berupa lebar atau tinggi obyek, intensitas warna, dan lain-lain. Fitur juga dapat berupa sekumpulan pengukuran secara statistik dari *pixel-pixel* yang ada yang dapat didasarkan pada posisi *pixel*, warna *pixel*, jarak antar *pixel*, dan lain-lain[3]. Tanda tangan yang dilindungi dengan sistem yang baik akan menguntungkan banyak orang, dalam penelitian ini identifikasi dan verifikasi tanda tangan dikembangkan dengan konsep teori grafik. Dengan menggunakan sistem arsitektur yang dibagi menjadi tiga modul yaitu data akuisisi, ekstraksi fitur, dan proses identifikasi. Norma grafik digunakan untuk pengklasifikasian objek dengan cepat, lalu membandingkan setiap nilai yang dihasilkan dari norma grafik dengan nilai yang sudah disimpan didalam database. Sistem ini melaporkan 94,25% akurasi identifikasi [4]

Berdasarkan acuan penelitian yang berkaitan tentang verifikasi pola tanda tangan, percobaan pada penelitian ini membahas tentang pengenalan pola tanda tangan yang diawali dengan pengumpulan data, akuisisi citra, *preprocessing*, segmentasi, ekstraksi ciri. Hasil yang diharapkan adalah sebuah keputusan untuk melakukan verifikasi kemiripan yang diuji dengan 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 tanda tangan sebagai objek yang akan diamati dengan bentuk citra digital. Penelitian secara eksperimen dengan kajian simulatif dilakukan pada bagian pemotongan di tahapan *pre processing*, bagian ekstraksi fitur di tahapan *image analysis*, dan bagian verifikasi menggunakan *fuzzy logic* di tahapan *decision*. Kerangka Konsep penelitian ini disajikan dalam gambar 1 dibawah ini :

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

Mardhiyah Huurin HP adalah Peneliti Muda, Alumni Teknologi Informasi POLNES (email: pudriemhelf@gmail.com)



Gambar 1. Kerangka Konsep Penelitian

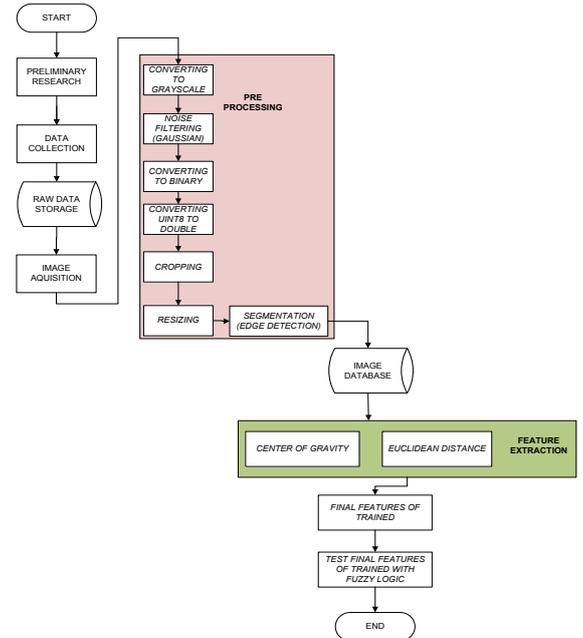
II. METODE PENELITIAN

Data mentah berasal dari data yang diambil menggunakan scanner dengan pengaturan resolusi yang sama, cara pencetakan dengan ukuran dan peletakan yang sama, noise akan diperbaiki, dan jika gambar melebihi template matching yang telah disediakan akan dilakukan cropping. Sehingga dari jumlah data mentah yang diambil akan terpilih beberapa data 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 atau yang selanjutnya disebut Guess Signature Pattern (GSP) dengan Original Signature Pattern (OSP).

Tahapan diatas dibangun dalam bentuk flow diagram seperti ditunjukkan pada gambar 2 berikut



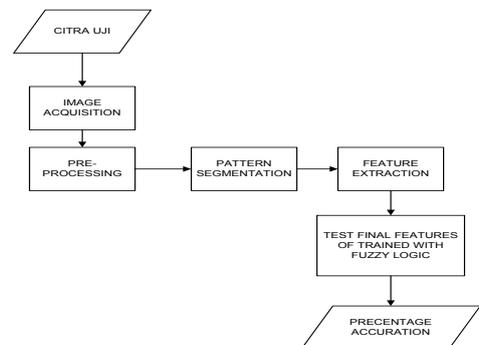
Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Citra yang diolah berasal dari data primary 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 color transformation dari RGB to grayscale
3. Menghilangkan derau (noise filtering) dengan filter Gaussian
4. Melakukan konversi type dari uint8 ke double
5. Melakukan cropping (reduce pixel) untuk menghilangkan kesalahan informasi
6. Melakukan edge detection untuk memperoleh citra dengan basis warna hitam putih (binary)

Pada tahap ekstrasi fitur, masing masing basis mengeluarkan fitur khusus yang berupa Center Of Gravity 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 3. Pengujian Citra Uji Dengan Fuzzy Logic

GSI (*Guess Signature Image*) yang diperoleh akan digunakan sebagai data uji *raw*, kemudian melalui tahap *pre-processing* dan *pattern segmentation*, fitur dari *Guess Signature Pattern* (GSP) diperoleh melalui proses ekstraksi. Fitur 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*)

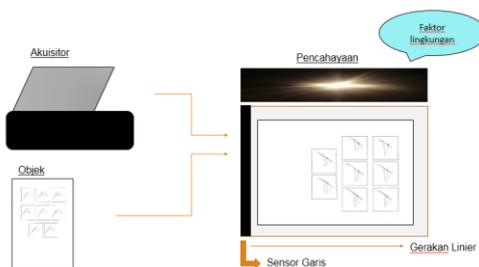
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Akuisisi Dan *Pre Processing*

Pada penelitian kali ini menggunakan sensor garis yang melakukan pencitraan satu arah. Sensor ini berupa deretan sensor yang disatukan dalam satu baris sehingga dapat melakukan akuisisi sumbu x secara bersamaan. Untuk mengakuisisi citra keseluruhan, sensor digerakkan searah sumbu y. Objek yang menjadi penelitian utama kali ini adalah tanda tangan dari Dosen TI yang sudah dipilih, untuk saat ini baru digunakan sampel tanda tangan sederhana untuk mensimulasikan proses ini. Metode dalam mengambil objek adalah dengan menggunakan *Scanner* yang hasilnya berupa citra digital. Tahapan proses akuisisi disusun seperti berikut :

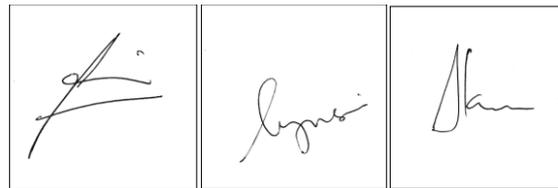
1. Mengumpulkan tanda tangan dengan mengisi kotak tanda tangan yang telah disediakan, sebanyak 20 tanda tangan.
2. Kondisi pencahayaan mengikuti default scanner dengan menggunakan resolusi 300 dpi.
3. Scan data dengan menggunakan kertas A4 dengan tanda tangan sudah ada di kotak tanda tangan.
4. Format yang dipilih adalah PNG, untuk ekstensi file dari RAW scanner Canon MP230.

Hal ini disajikan dalam gambar 6 berikut:



Gambar 6. Tahapan Akuisisi

Data citra yang telah di *scan* akan diolah kedalam proses *preprocessing*. Akan diambil 10 sampel tanda tangan untuk di ambil ciri, yang hasilnya ditunjukkan dalam Gambar 7 berikut :

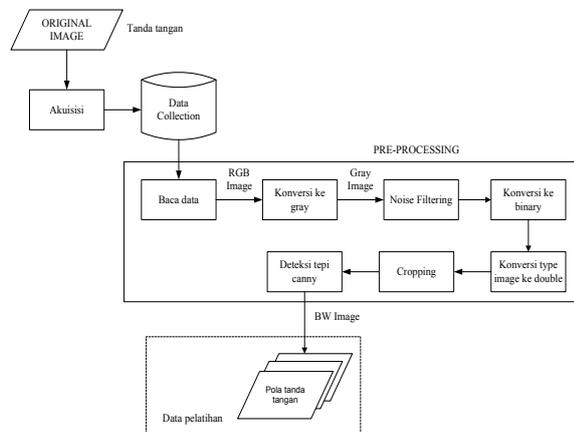


Gambar 7. Citra Dijital Hasil Akuisisi

Pada tahapan *pre processing* ini, hasil akuisisi akan diproses dengan menggunakan bantuan program komputasi dan simulasi. Berikut proses yang telah dilakukan :

1. Pembacaan data akuisisi
2. Konversi warna *Image* dari RGB ke *grayscale*
3. Proses *filtering*
4. *Convert to Binary*
5. *Convert type to Double*
6. *Cropping Image*
7. *Resizing image*

Flowchart *Preprocessing* yang dibangun ditunjukkan oleh gambar 8 dibawah ini :



Gambar 8. Flowchart *Pre Processing*

Pembacaan data citra yang berada di data *collection*. Akan menjadi sebuah array akan tersimpan di penyimpanan sementara aplikasi simulasi yang digunakan. Pada proses ini, citra yang terbaca masih dalam bentuk *truecolor*(RGB) yang berdimensi 3 yaitu [baris kolom komponen RGB]. Sebelum proses selanjutnya ukuran matriks juga perlu diketahui dengan menggunakan :

```
>> size(image);
ans =
    550    442     3
```

Setelah data citra dibaca selanjutnya yang dilakukan adalah melakukan konversi warna untuk mengurangi kompleksitas gambar dan. 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. Hasil konversi ke dalam citra grayscale tidak terlalu terlihat oleh kasat mata, karena hanya berwarna hitam putih.

Proses *filtering* untuk menghilangkan *noise* yang tidak di inginkan di ruang lingkup data yang dibutuhkan. Pada penelitian kali ini digunakan Filter Gauss (h) yang sudah disediakan oleh Matlab :

```
h=fspecial('gaussian',hsize, sigma);
```

dalam Filter Gauss secara default nilai *hsize* adalah [3 3] yang merupakan vector baris dan kolom, dan nilai deviasi sigma adalah positif 0.5

Dengan tujuan memperoleh tepi objek agar bisa dianalisis dengan mudah, *image* dengan jenis citra biner dengan setiap piksel hanya dinyatakan dengan sebuah nilai dari dua buah kemungkinan (yaitu nilai 0 dan 1). Nilai 0 menyatakan warna hitam dan nilai 1 menyatakan warna putih, dapat memudahkan dalam pemrosesan citra digital. Proses *convert to binary* adalah sebagai berikut. :

- Sebelum konversi ke citra biner, citra awal sudah dalam bentuk *grayscale*.
- Dalam proses konversi dapat menggunakan metode *otsu* yaitu menggunakan fungsi *graythresh* pada matlab. Fungsinya adalah untuk menolak semua piksel yang bernilai bukan 0 dan 1 atau mengkonversi citra *grayscale* ke biner

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 menjadi tipe data bilangan riil berpresisi ganda sehingga proses aritmatika pada matriks bisa dilakukan

Proses *cropping* merupakan bagian yang paling penting untuk mendapatkan data citra yang maksimum dengan memotong tepi koordinat X dan Y pada *image*, yang hasilnya berupa pola citra yang mempunyai X dan Y yang maksimum. *Syntax* yang digunakan pada proses ini menggunakan fungsi *imcrop* yang sudah disediakan oleh matlab. Sebelum menggunakan fungsi *imcrop*, yang dilakukan adalah membuat fungsi *cropping.m* :

1. Memperoleh ukuran citra.

```
A=var1;
[brs kol]=size(A);
```

2. Mencari koordinat batas atas dari obyek

```
for i = brs:-1:1
for j = kol:-1:1
if A(i,j)==0
kor1=[i,j];
end
end
end
```

3. Mencari koordinat batas bawah atas dari obyek

```
for i = 1:brs
for j = 1:kol
if A(i,j)==0
kor2=[i,j];
end
end
end
```

4. Mencari koordinat batas kanan dari obyek

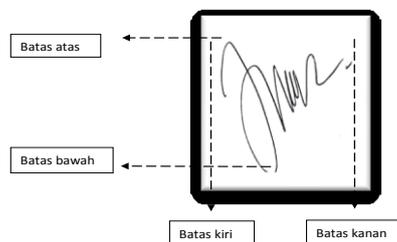
```
for i = 1:kol
for j = 1:brs
if A(j,i)==0
kor3=[j,i];
end
end
end
```

5. Mencari koordinat batas kiri dari obyek

```
for i = kol:-1:1
for j = brs:-1:1
if A(j,i)==0
kor4=[j,i];
end
end
end
```

6. Menggunakan fungsi *imcrop* pada matlab untuk menggabungkan koordinat yang dicari sebelumnya.

```
crop =imcrop(A,[kor4(2) kor1(1)
kor3(2)-kor4(2) kor2(1)-
kor1(1)]);
```



Gambar 9. Tahapan *Cropping*

Ukuran setiap gambar sangat bervariasi setelah proses *cropping image*. Lalu tinggi dan lebar dari tanda tangan juga sangat bervariasi setiap orangnya. Bahkan tanda tangan yang dimiliki oleh satu orang juga bisa memiliki ukuran yang berbeda. Untuk mendapatkan tujuan penelitian yaitu verifikasi, diperlukan ukuran citra yang sebanding. Dalam hal ini ukuran asli dari data citra sebelum dan sesudah *cropping* harus diketahui :

Tabel 1. Ukuran Citra asli Mr.X

citra	Nama	Size Awal	Size cropping
1	Mr. X	555 x 558	536x463
2	Mr. X	557 x 556	373x513
3	Mr. X	557 x 556	338x473
4	Mr. X	558 x 555	196x453
5	Mr. X	558 x 554	427x467

Dari beberapa sampling data, maka ukuran citra yang akan diseragamkan menggunakan rerata nilai baris dan kolom citra hasil *cropping* maka diperoleh keputusan untuk melakukan *resize* menjadi 200 X 240 piksel

Proses yang digunakan dalam memperoleh tepi objek sehingga objek dapat diteliti lebih detail dengan menggunakan Deteksi tepi, disini metode yang dipakai adalah metode *Canny*. Deteksi tepi *canny* dapat mendeteksi tepian yang sebenarnya dengan tingkat kesalahan minimum. Operator *Canny* didesain untuk menghasilkan citra tepian yang optimal. Metode *Canny* juga dikalkulasi menggunakan *Gaussian filter*, dan juga metode ini menggunakan dua ambang untuk mendeteksi tajam atau lemahnya tepi, dan termasuk tepi yang terlemah di *output* hanya ketika terhubung ke tepi yang tajam

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].

Untuk mengukur ciri tekstur ini, suatu citra harus mengalami proses deteksi tepi. Pada penelitian ini, citra deteksi tepi diperoleh dengan deteksi tepi berdasarkan turunan pertama. Konsep dasarnya adalah dengan memanfaatkan perbedaan nilai suatu piksel dengan piksel tetangganya. Kali ini yang digunakan adalah operator *Canny*. Setelah melalui proses *Canny edge detection*, ekstraksi ciri dilakukan dengan dua cara yaitu dengan menghitung *Euclidean distance* dan pusat massa yang selanjutnya disebut *Centroid Of Gravity (COG)*.

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 tanda tangan yang sudah melalui preprocessing dan segmentasi, lalu dihitung rata – rata baris dan kolom dari setiap piksel satu tanda tangan sehingga hanya ada satu nilai *Euclidean distance* untuk setiap citra tanda tangan. Dengan menggunakan tools matlab fungsi untuk *Euclidean distance* sudah tersedia dan ciri disimpan dalam database.

```
>>ed =
```

```
mean(mean(dist(im_canny)));
>> ed =
    2.9161
```

Dist merupakan fungsi dari *Euclidean distance*, *mean* pertama digunakan untuk merata – ratakan kolom piksel, lalu *mean* terakhir digunakan untuk merata – ratakan baris piksel agar mendapatkan satu nilai ciri untuk satu tanda tangan. Selanjutnya hasil rata – rata *Euclidean distance* yang sudah didapatkan disimpan kedalam *variable* yang sudah disiapkan.

b. *Centroid Of Gravity*

Pusat massa atau sentroid (*centroid*) lazim ditemukan dengan menggunakan nilai rerata koordinat setiap piksel yang menyusun objek. Pada proses ekstraksi ciri dengan menggunakan pusat massa, nilai yang digunakan adalah hasil dari menghitung jarak terpanjang antara pusat massa dan titik dalam kontur (*Dmax*) dan menghitung jarak terpendek antara pusat massa dan titik dalam kontur (*Dmin*) [7]. Dengan menggunakan fungsi implementasi pusat massa yaitu :

1. Memanggil fungsi *centroid.m* dan *inbound_tracing.m* untuk memperoleh pusat massa dan memperoleh kontur yang telah terurutkan dengan menggunakan algoritma pelacakan kontur Moore

```
[px, py] = centroid(BW);
U = inbound_tracing(BW);
U(length(U),@) = [];
```

2. Menyatakan nilai rerata, terkecil, terbesar, dan *jum_piksel* awal

```
rerata = 0;
terkecil = 99999999;
terbesar = 0;
jum_piksel = length(U);
```

3. Mendapatkan nilai panjang dan rerata piksel

```
for j = 1 : jum_piksel
    panjang = sqrt((U(j,1)-py)^2 +
(U(j,2)-px)^2);
    rerata = rerata + panjang;
```

4. Mendapatkan nilai jarak terbesar, jarak terkecil, rerata

```
if panjang > terbesar

    terbesar = panjang;
end

if panjang < terkecil
    terkecil = panjang;
end
end
```

```
rerata = rerata / jum_piksel;
```

```
dmaxmin = terbesar / terkecil;
dmaxmean = terbesar / rerata;
dminmean = terkecil / rerata;
```

Dengan menggunakan fungsi tersebut, ekstraksi ciri yang dihasilkan sudah disimpan dalam database sebagai berikut :

```
%Ciri 1 tanda tangan dosen dengan
pusat massa
terbesar_pak_X1 = terkecil_pak_X1 =
```

```

78.3970          77.0295
maxmin_Pak_X1 = maxmean_pak_X1 =
1.0178          1.0088
minmean_pak_didil =
0.9912
    
```

IV. UJI VERIFIKASI POLA

A. Data Uji (*Guess Signature Pattern*)

Pada penelitian ini, data pengujian yang digunakan sejumlah 30 buah tanda tangan dari 3 orang dosen JTI, yang terdiri dari 5 data acuan (*training*) dan 5 data uji (pengenalan). Data pengujian dikelompokkan menjadi :

- *Valid data*, terdiri dari 10 data, 5 data menjadi data acuan dan 5 lainnya menjadi data uji.
- *Forgery data*, terdiri dari 15 data pengenalan yang akan diuji dengan 5 data acuan.

Selanjutnya adalah menentukan data image yang akan dijadikan 5 OSP (*Original Signature Pattern*) yang terdiri dari *Valid Data* dan 15 GSP (*Guest Signature Pattern*) yang terdiri dari *Valid data* dan *Forgery data*. Dalam penelitian ini, *valid data* adalah nilai ciri hasil dari rata – rata *Euclidean distance* (ED) dan *COG*. Diambil *sample* sebanyak 3 orang dan memiliki *valid data* sebanyak 10 tanda tangan.

Tabel 2. *Valid Data* Mr.X

Nama	Mr X	ED	COG
<i>Valid Data</i>	1	3.3265	1.0019
	2	3.1990	1.0045
	3	3.1990	1.0070
	4	3.1260	1.0086
	5	3.4350	1.0086
	6	3.5889	1.0093
	7	3.3531	1.0097
	8	3.0685	1.0099
	9	2.9161	1.0178
	10	3.1606	1.0225

Tabel 3. *Valid Data* Mr. Y

Nama	Mr. Y	ED	COG
<i>Valid Data</i>	1	3.1939	1.0039
	2	4.0396	1.0040
	3	4.0992	1.0050
	4	3.1702	1.0065
	5	3.1819	1.0033
	6	3.0434	1.0046
	7	3.9141	1.0048
	8	4.1752	1.0039
	9	4.1597	1.0039
	10	3.7059	1.0064

Tabel 4. *Valid Data* Mr.Z

Nama	Mr. Z	ED	COG
<i>Valid Data</i>	1	3.9062	1.3909

2	3.9242	1.3994
3	3.9344	1.0187
4	3.9471	1.4861
5	3.9568	1.4470
6	4.0236	1.0279
7	4.0454	1.0143
8	4.0796	1.0569
9	4.0863	1.4915
10	4.1399	1.3312

Dalam penelitian ini, *forgery data* adalah nilai ciri hasil dari rata – rata *Euclidean distance* (ED) dan *COG* tetapi menjadi data pengenalan atau data yang akan diujikan dengan data acuan. Diambil *sample* sebanyak 3 orang dan memiliki *forgery data* sebanyak 5 tanda tangan yang di ambil dari masing masing *valid data* perorangan

Tabel 5. *Forgery Data* Mr. X

Nama	Mr. X	ED	COG
<i>GSP / Forgery Data</i>	1	3.5889	1.0093
	2	3.3531	1.0097
	3	3.0685	1.0099
	4	2.9161	1.0178
	5	3.1606	1.0225

Tabel 6. *Forgery Data* Mr. Y

Nama	Mr. Y	ED	COG
<i>GSP / Forgery Data</i>	1	3.0434	1.0046
	2	3.9141	1.0048
	3	4.1752	1.0039
	4	4.1597	1.0039
	5	3.7059	1.0064

Tabel 7. *Forgery Data* Mr. Z

Nama	Mr. Z	ED	COG
<i>GSP / Forgery Data</i>	1	4.0236	1.0279
	2	4.0454	1.0143
	3	4.0796	1.0569
	4	4.0863	1.4915
	5	4.1399	1.3312

B. Verifikasi GSP Menggunakan *Fuzzy Rule Based*

Tahapan verifikasi GSP dimaksudkan untuk menentukan kemiripan GSP dengan OSP yang telah dilatih. Proses verifikasi dengan ciri yang diperoleh akan diuji dengan bantuan *Fuzzy Rule Based*, yang dijelaskan seperti dibawah ini :

Tahap pertama yang dilakukan adalah menetapkan nilai minimum, maksimum dan rata – rata hasil verifikasi

dengan cara statistik yaitu dengan mengurangi nilai data pengenalan dengan rata – rata data training dengan hasil selisih absolut. Data minimum, maksimum dan rata – rata hasil selisih di tunjukkan dalam tabel berikut :

Tabel 8. Nilai ciri Min, Max, dan Rerata data training Rerata ED

	Min	max	Rerata
Mr X	3.126042	3.434951	3.257084
Mr Y	3.170217	4.099195	3.536960
Mr Z	3.906194	3.956799	3.933740

Tabel 9. Nilai ciri Min, Max, dan Rerata data training Rerata COG

	Min	max	Rerata
Mr X	1.001915	1.008637	1.006130
Mr Y	1.003281	1.006537	1.004546
Mr Z	1.018742	1.486098	1.348434

Lalu membuat table jarak untuk tiap data *valid/forgery* terhadap nilai minimum, maksimum, dan rata rata hasil pelatihan dengan cara statistik yaitu mengurangi data pengenalan atau GSP dengan nilai minimum, maksimum, dan rata – rata hasil selisih data training.

Tabel 10. Tabel jarak untuk masing masing data pelatihan dengan contoh 1 data pengenalan Mr Y Menggunakan ED

	Min	Max	Rerata	Ket.
Mr X	3.1260	3.4350	3.257084	<i>valid</i>
Mr Y	3.1702	4.0992	3.53696	<i>forgery</i>
Mr Z	3.9062	3.9568	3.93374	<i>forgery</i>
GSP Mr Y	Min	Max	Rerata	Ket.
3.043404	0.0826	0.3915	0.21368	<i>valid</i>
3.043404	0.1268	1.0558	0.493556	<i>forgery</i>
3.043404	0.8628	0.9134	0.890337	<i>forgery</i>

Tabel 11. Tabel jarak untuk masing masing data pelatihan dengan contoh 1 data pengenalan Mr Y Menggunakan COG

Nama	Min	Max	Rerata	Ket.
MR X	1.001915	1.008637	1.00613	<i>valid</i>
Mr Y	1.003281	1.006537	1.00455	<i>forgery</i>
Mr Z	1.018742	1.486098	1.34843	<i>forgery</i>
GSP Mr Y	Min	Max	Rerata	Ket.
1.00464	0.0027	0.0040	0.001491	<i>valid</i>
1.00464	0.0014	0.0019	0.000094	<i>forgery</i>

1.00464	0.0141	0.4815	0.343794	<i>fogery</i>
---------	--------	--------	----------	---------------

Dari tabel diatas maka dengan menggunakan aturan fuzzy mamdani, maka diperoleh hasil pengujian kemiripan sebagai berikut :

Tabel 11. Hasil Verifikasi GSP Valid Data MR. Y Terhadap Data Latih

Normalisasi ED	Normalisasi COG	Rata-Rata statistik	FIS	Hasil
0.33179	0.00314	0.16746	0.780	Sangat Mirip
0.09600	0.00355	0.04978	0.737	Kurang Mirip
0.18855	0.00375	0.09615	0.809	Sangat Mirip
0.34094	0.01162	0.17628	0.748	Kurang Mirip
0.09643	0.01641	0.05642	0.795	Sangat Mirip

Tabel 12. Hasil Verifikasi GSP *Forgery* Data MR. Y Terhadap Data Latih

Normalisasi ED	Normalisasi COG	Rata-Rata statistik	FIS	Hasil
0.21368	0.00149	0.10759	0.81100	Sangat Mirip
0.65699	0.00135	0.32917	0.50000	Kurang Mirip
0.91813	0.00222	0.46018	0.50000	Kurang Mirip
0.90264	0.00221	0.45243	0.50000	Kurang Mirip
0.44879	0.00031	0.22455	0.50000	Kurang Mirip
0.76654	0.02181	0.39417	0.50000	Kurang Mirip
0.78829	0.00815	0.39822	0.50000	Kurang Mirip
0.82253	0.05072	0.43662	0.50000	Kurang Mirip
0.82920	0.48540	0.65730	0.50000	Kurang Mirip
0.88281	0.32505	0.60393	0.50000	Kurang Mirip

Tahapan selanjutnya setelah diperoleh hasil pengujian GSP 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 sensivity, atau rasio ketepatan, rumus nya adalah *match valid image* selanjutnya disebut *True Positive* (TP) dibagi jumlah *valid image* (P)

$$TPR = \frac{TP}{P} \tag{4}$$

- 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)

$$FPR = \frac{FP}{N} \tag{5}$$

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

$$TNR = \frac{TN}{N} \gg TNR = 1 - FPR \tag{6}$$

Selanjutnya adalah memperoleh FAR dan FRR, serta *Accuracy* [9] yang dijelaskan berikut :

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

$$FAR = FPR \tag{7}$$

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

$$FRR = 1 - TPR \tag{8}$$

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

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

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

Tabel 13. Tabel Unjuk Kerja Mr Y

	Mr Y				
	GSP	True Positive (TP)	False Positive (FP)	True Negatif (TN)	False negatif (FN)
Mr Y	P1	0	1		
	P2	1	0		
	P3	0	1		
	P4	0	1		
	P5	1	0		
Mr X	N1			0	1
	N2			0	1
	N3			1	0
	N4			1	0
	N5			0	1
Mr Z	N6			1	0
	N7			1	0
	N8			0	1
	N9			1	0
	N10			1	0
Total	2	3	6	4	
P		5			
N			10		

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

$$\begin{aligned}
 P_{total} &= P_{Mr X} + P_{Mr Y} + P_{Mr Z} \\
 N_{total} &= N_{Mr X} + N_{Mr Y} + N_{Mr Z} \\
 TP_{total} &= TP_{Mr X} + TP_{Mr Y} + TP_{Mr Z} \\
 FP_{total} &= FP_{Mr X} + FP_{Mr Y} + FP_{Mr Z} \\
 TN_{total} &= TN_{Mr X} + TN_{Mr Y} + TN_{Mr Z} \\
 FN_{total} &= FN_{Mr X} + FN_{Mr Y} + FN_{Mr Z}
 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh :
 FAR = 30%, FRR = 60% dan Accuracy 68.89%

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. 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 menghitung rata - rata *Euclidean distancedan Centroid Of Gravity*.
- Dalam implementasi verifikasi dengan *Fuzzy Rule Base*, Ciri dari rata - rata *Euclidean distance* yang disebut ED dan COG diambil rata - ratanya sebagai input. ouput yang dihasilkan adalah sangat mirip, kurang mirip dan tidak mirip, dengan penyelesaian metode *fuzzy inference system* metode mamdani.
- Dengan menggunakan uji unjuk kerja didapatkanlah nilai presentase FAR sebesar 30%, FRR sebesar 60% dan tingkat akurasi sebesar 68.89% dengan pengujian data sebanyak 30

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ludvianto, B. *Analisis Tulisan Tangan*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 2011
- [2] Wicaksono Putra, A.B. *Rancang Bangun Prototype Ciri Citra Kulit Luar Kayu Menggunakan Metode VCG*. Jurnal EECIS Vol.8 No.1 (19-26), 2014
- [3] T. Acharya, A. K. Ray, *Image Processing : Principles and Applications*, Wiley Interscience. Jhon Wiley & Sons Inc., 2005
- [4] Niles Y.C., Rupal P., Umesh B., Bhupendra M. C. *Signature Recognition & Verification System Using Propagation Neural Network*. International Journal of IT, Engineering and Applied Sciences Research (IJEASR), Volume 2, No. 1, 2013.
- [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 Statistiscal Pattern Recognition*, Idiap Research Institute Martigny, Switzerland, Senior Researcher, www.idiap.ch/~marchel, 22 May 2013