

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pembahasan

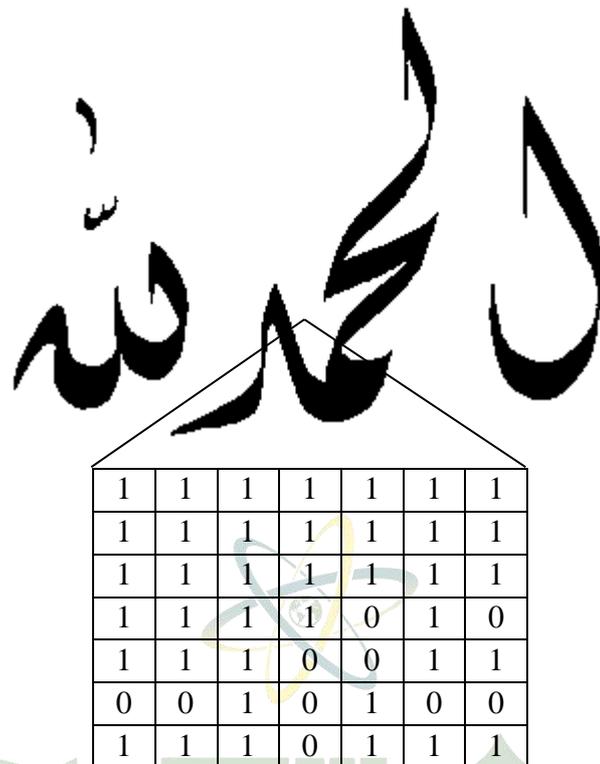
##### 4.1.1. Analisis Data

Setelah data didapatkan, maka selanjutnya menguraikan bagaimana cara pengolahan data tersebut. Tahapan analisis dimaksudkan untuk melakukan analisis terhadap data-data yang telah diperoleh yang selanjutnya akan dilakukan proses ekstraksi fitur citra kaligrafi menggunakan *Zernike Moment* dan kemudian melakukan proses pengenalan pola dengan *Support Vector Machine*. Adapun beberapa tahapan dalam mengelola data yang diperoleh antara lain adalah sebagai berikut:

1. Menyediakan citra kaligrafi format BMP dengan ukuran 320×240 piksel sebagai data untuk pengujian.
2. Menerapkan metode *Zernike Moment* untuk melakukan ekstraksi fitur.
3. Menerapkan metode *Support Vector Machine* untuk mengenali pola jenis tulisan kaligrafi berdasarkan bentuk.

##### 4.1.2. Representasi Data

Data yang digunakan berupa citra biner dengan ukuran 320×240 piksel yang akan dilakukan proses pengenalan pola jenis tulisan kaligrafi berdasarkan bentuk dengan menggunakan *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine*, tetapi untuk melakukan pengujian *sample* pada metode *Zernike Moment* penulis menggunakan citra kaligrafi berjenis biner dengan ukuran 7×7 piksel, sedangkan pada metode *Support Vector Machine* penulis melakukan pengujian *sample* sesuai dengan sistem yang dibuat.



Gambar 4.1 *Sample* citra kaligrafi berukuran  $7 \times 7$  piksel

*Sample* citra di atas merupakan citra kaligrafi yang memiliki nilai disetiap piksel, citra tersebut berjenis biner yang telah melalui *preprocessing* dengan ukuran  $7 \times 7$  piksel yang memiliki nilai kedalaman bit 1 dengan nilai intensitas 0 dan 1. *Sample* citra tersebut terdiri dari 7 baris dan 7 kolom yang akan digunakan untuk melakukan proses pengenalan pola jenis tulisan kaligrafi menggunakan ekstraksi fitur berdasarkan bentuk dengan menggunakan metode *Zernike Moment*. Sedangkan dalam penggunaan metode SVM (*Support Vector Machine*) menggunakan *sample* sesuai dengan sistem yang dibuat.

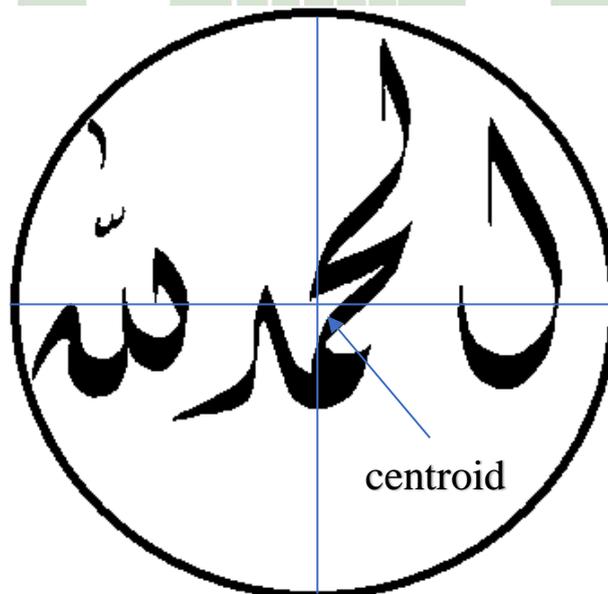
### 4.1.3. Hasil Analisis Data

Pada proses implementasi penggunaan metode *Zernike Moment* dalam melakukan proses ekstraksi fitur citra kaligrafi penulis menggunakan *sample* citra kaligrafi berjenis biner dengan ukuran  $7 \times 7$  piksel. Sedangkan pada proses implementasi penggunaan metode *Support Vector Machine* (SVM) dalam melakukan proses pengenalan pola jenis kaligrafi penulis menggunakan *sample* sesuai dengan sistem yang dibuat.

#### 4.1.3.1. Analisis Data dengan *Zernike Moment*

*Zernike Moment* didasari oleh *Zernike polynomial* yang bersifat orthogonal yang akan mencari centroid (titik koordinat citra) sebelum dilakukan nya proses pengambilan fitur nilai *Zernike Moment* berdasarkan titik-titik koordinat yang telah didapatkan dari proses *Zernike Polynomial* maka dari itu proses pertama yang dilakukan adalah menerapkan rumus *Zernike polynomial* agar didapat titik koordinat citra yang dinyatakan sebagai berikut:

$$V_{pq}(x, y) = U_{pq}(r \cos \theta, r \sin \theta) = R_{pq}(r) \cdot \exp(jq \theta) \quad (4.1.3.1)$$



Gambar 4.2 Citra kaligrafi yang memenuhi persamaan *Zernike Polynomial*

Pada gambar 4.1.3 terlihat dimana citra kaligrafi yang memenuhi persamaan *Zernike Polynomial* yang telah didapatkan titik koordinat citra nya yang kemudian akan dilanjutkan dengan proses pengambilan nilai fitur *Zernike Moment* yang menggunakan rumus sebagai berikut sebagai berikut:

$$M_{pq} = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} x^p y^q f(x, y)$$

Kemudian tahap untuk mendapatkan fitur pada masing-masing gambar melalui titik koordinat *Zernike Moment*. Menggunakan 6 persamaan *Zernike Moment* sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \phi_1 &= (3 / \pi)(2(\eta_{20} + \eta_{02}) - \eta_{00}) \\ \phi_2 &= (3 / \pi)^2[(\eta_{20} - \eta_{02})^2 + 4\eta_{11}^2] \\ \phi_3 &= (12 / \pi)^2[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 + (\eta_{03} + \eta_{21})] \\ \phi_4 &= (4 / \pi)^2[(\eta_{30} - \eta_{12})^2 + (\eta_{03} + \eta_{21})^2] \\ \phi_5 &= (5 / \pi)^2[(4\eta_{40} - \eta_{04}) - 3(\eta_{20} - \eta_{02})]^2 + [(6\eta_{11} - 8(\eta_{31} - 6\eta_{13}))^2] \\ \phi_6 &= (5 / \pi)^2[(\eta_{00} - 6(\eta_{20} + \eta_{02})^2 + 6(\eta_{40} + \eta_{04} + 2\eta_{22}))] \end{aligned}$$

Pada proses perhitungan untuk mendapatkan nilai fitur *Zernike Moment* dilakukan secara komputerisasi menggunakan sistem agar memudahkan penulis dalam mendapatkan nilai fitur hasil ekstraksinya. Hasil ekstraksi berupa data baru yang merupakan perhitungan nilai pada 6 persamaan *Zernike Moment*, dimana data baru tersebut akan menjadi dataset untuk pengenalan pola jenis kaligrafi dengan menggunakan metode *Support Vector Machine*.

Hasil dari perhitungan nilai ekstraksi fitur dengan menggunakan 6 persamaan *Zernike Moment* yang dihitung dengan cara komputerisasi dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil Nilai Ekstraksi Fitur *Zernike Moment*

Jenis	$\phi_1$	$\phi_2$	$\phi_3$	$\phi_4$	$\phi_5$	$\phi_6$
Diwani 1	62.8	187.0	4.8	2.1	-2.0	3.9
Diwani 2	75.2	149.1	6.0	2.2	-2.1	3.1
Diwani 3	3.7	190.3	4.9	2.6	-2.3	3.5
Diwani 4	80.1	153.5	5.4	2.2	-2.2	3.4
Diwani 5	42.3	158.4	5.6	1.8	-2.5	5.1
Diwani 6	5.5	183.0	4.9	2.1	-2.6	5.0
Diwani 7	2.6	177.7	5.2	2.2	-2.6	5.5
Diwani 8	18.0	171.0	5.9	2.2	-2.4	4.7
Diwani 9	11.8	168.2	5.5	2.5	-2.5	4.6
Diwani 10	19.8	157.0	5.2	2.1	-2.5	4.7
Diwani 11	8.3	169.0	6.2	2.4	-2.0	3.5
Diwani 12	61.5	165.3	5.7	2.3	-2.5	4.9
Diwani 13	7.9	176.4	4.7	2.6	-2.2	3.3
Diwani 14	0.1	172.0	5.9	2.4	-2.2	4.0
Diwani 15	1.1	169.3	5.4	2.3	-2.5	5.0
Diwani 16	42.9	158.1	5.0	2.3	-2.4	4.0
Diwani 17	51.4	182.8	4.7	2.1	-2.6	5.1
Diwani 18	43.7	176.1	5.5	2.5	-2.4	4.5
Diwani 19	48.1	168.7	5.7	2.4	-2.5	4.8
Diwani 20	3.0	159.1	4.7	2.0	-2.0	5.4
D.Jali 1	54.1	188.2	5.2	2.5	-1.0	1.9
D.Jali 2	107.7	170.5	6.1	3.0	-1.9	1.9
D.Jali 3	12.1	181.1	6.1	2.9	-2.0	2.5
D.Jali 4	4.7	167.9	5.9	3.1	-1.9	2.1
D.Jali 5	10.1	164.3	5.3	2.7	-2.1	2.7
D.Jali 6	3.4	154.5	5.6	2.3	-1.6	0.8
D.Jali 7	26.6	155.5	5.3	2.2	-1.9	2.0
D.Jali 8	155.0	148.1	6.0	2.1	-1.8	1.9
D.Jali 9	4.4	145.6	5.6	2.1	-1.9	2.1
D.Jali 10	121.7	139.2	5.2	2.0	-2.0	2.3
D.Jali 11	87.8	159.9	5.3	1.9	-2.0	2.3
D.Jali 12	32.9	155.4	5.5	2.1	-2.0	2.4
D.Jali 13	132.2	148.1	6.2	2.2	-1.6	1.4
D.Jali 14	95.0	142.8	5.6	2.1	-2.0	2.4
D.Jali 15	46.5	137.2	5.1	1.9	-2.0	2.3
D.Jali 16	95.1	159.2	5.6	2.2	-1.6	1.0
D.Jali 17	68.6	146.3	6.1	2.5	-1.6	1.1
D.Jali 18	83.6	163.6	5.3	2.1	-1.7	1.3
D.Jali 19	48.7	140.3	6.2	2.7	-1.3	0.2
D.Jali 20	13.2	141.5	5.6	2.3	-1.7	1.4
Naskhi 1	86.5	192.0	4.9	1.9	-2.3	4.1
Naskhi 2	41.2	174.0	5.9	2.0	-2.5	5.1

Tabel 4.2 Lanjutan

Naskhi 3	23.6	184.7	5.6	2.2	-2.4	4.6
Naskhi 4	67.5	167.4	5.5	2.6	-2.3	3.8
Naskhi 5	58.7	161.1	5.2	2.7	-2.2	3.1
Naskhi 6	5.2	180.1	5.2	2.9	-2.0	2.3
Naskhi 7	134.0	180.8	4.9	2.6	-2.3	3.7
Naskhi 8	32.0	172.2	5.9	2.7	-2.2	3.2
Naskhi 9	119.8	169.4	5.8	2.9	-2.1	3.1
Naskhi 10	32.5	158.4	5.1	3.0	-2.0	2.3
Naskhi 11	112.7	184.4	4.9	2.5	-2.3	3.7
Naskhi 12	11.5	181.1	5.2	2.7	-2.2	3.4
Naskhi 13	2.7	166.5	5.8	3.1	-2.0	2.5
Naskhi 14	42.7	178.3	5.7	3.0	-1.8	1.8
Naskhi 15	128.8	174.2	5.5	3.6	-1.7	1.2
Naskhi 16	71.1	167.2	5.9	3.1	-2.0	2.5
Naskhi 17	3.3	179.9	5.5	3.1	-1.9	1.8
Naskhi 18	73.3	176.6	5.6	3.6	-1.8	1.6
Naskhi 19	53.5	170.6	6.0	3.1	-1.9	2.2
Naskhi 20	34.6	165.7	5.8	3.0	-2	2.6
Tsuluts 1	78.0	189.4	5.3	2.8	-2	2.3
Tsuluts 2	50.0	169.5	6.0	3.5	-1.8	1.6
Tsuluts 3	159.2	177.1	6.2	3.3	-1.8	1.8
Tsuluts 4	51.0	164.3	6.1	3.8	-1.6	1.0
Tsuluts 5	109.2	162.0	5.3	3.1	-2.0	2.4
Tsuluts 6	140.6	158.5	5.9	1.8	-1.8	2.0
Tsuluts 7	100.4	158.9	5.3	2.2	-1.9	2.0
Tsuluts 8	90.3	152.5	6.0	2.4	-1.7	1.3
Tsuluts 9	97.1	148.4	5.9	2.5	-1.7	1.5
Tsuluts 10	95.7	138.9	5.5	2.2	-1.7	1.4
Tsuluts 11	148.8	160.0	5.5	2.0	-1.8	1.6
Tsuluts 12	67.0	155.8	5.2	2.4	-1.8	1.5
Tsuluts 13	127.8	152.7	6.0	2.6	-1.6	1.1
Tsuluts 14	87.1	145.6	5.6	2.4	-1.8	1.7
Tsuluts 15	76.0	138.4	5.3	2.3	-1.6	0.9
Tsuluts 16	80.3	178.2	5.6	3.3	-1.8	1.6
Tsuluts 17	154.0	176.8	5.2	3.7	-1.7	1.2
Tsuluts 18	109.4	168.4	6.2	3.6	-1.7	1.2
Tsuluts 19	19.4	155.7	5.4	3.8	-1.6	0.9
Tsuluts 20	35.3	167.3	5.8	3.8	-1.7	1.2

Data hasil ekstraksi fitur *Zernike Moment* merupakan data baru yang memiliki dimensi 6 x 80, yaitu terdiri dari 6 fitur kesamping *Zernike Moment* dan 80 data kebawah (jenis tulisan kaligrafi diwani, diwani jali, naskhi, dan tsuluts).

#### 4.1.3.2. Analisis Data Dengan *Support Vector Machine* (SVM)

Didalam sub bab ini akan menjelaskan bagaimana melakukan perhitungan dengan menggunakan metode *Support Vector Machine* (SVM) dengan data mentah yang telah diperoleh yang akan diproses melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

##### 1. Data yang Digunakan

Dataset yang digunakan untuk mengenali pola jenis tulisan kaligrafi berasal dari data citra kaligrafi hasil ekstraksi fitur *Zernike Moment*. Dataset yang digunakan mempunyai 6 fitur hasil ekstraksi fitur *Zernike Moment*, disini penulis mengambil 3 fitur untuk melakukan perhitungan manual metode *Support Vector Machine* yang tampak seperti tabel tabel 4.2 dibawah ini:

Tabel 4.3 Data yang digunakan

No	Jenis Kaligrafi	Nilai Hasil Ekstraksi Fitur <i>Zernike Moment</i>		
		X1	X2	X3
1	Diwani 1	62.8	187.0	2.1
2	Diwani Jali 1	54.1	188.2	2.5
3	Naskhi 1	86.5	192.0	1.9
4	Tsuluts 1	78.0	189.4	2.8

##### 2. Normalisasi Data

Dataset awal mempunyai data yang belum dinormalisasi tampak pada nilai fitur yang memiliki banyak angka dibelakang koma. Maka dari itu akan dilakukan normalisasi data. Normalisasi data terdiri dari berbagai cara. Pada penelitian ini, penulis menggunakan cara membulatkan nilai fitur sehingga pada nilai fitur tidak terdapat koma. Dataset hasil normalisasi dapat dilihat pada tabel 4.3 dibawah ini:

Tabel 4.4 Dataset Hasil Normalisasi

No	Jenis Kaligrafi	Nilai Hasil Ekstraksi Fitur <i>Zernike Moment</i>		
		X1	X2	X3
1	Diwani 1	67	187	2
2	Diwani Jali 1	54	188	3
3	Naskhi 1	87	192	2
4	Tsuluts 1	78	189	3

### 3. Penentuan Nilai *Output* (y)

Dari hasil normalisasi, maka akan ditentukan nilai *output* (y) dengan cara memberikan nilai  $y = 1$  untuk kelas pertama yang akan dicari fungsi keputusannya dan memberikan nilai  $y = -1$  untuk kelas lainnya. Sehingga akan menghasilkan 4 fungsi keputusan sesuai dengan kelas yang ada. Hasil penentuan nilai *output* (y) dapat dilihat pada tabel 4.4 dibawah ini:

Tabel 4.5 Nilai X dan Y

No	X1	X2	X3	Y
1	67	187	2	1
2	54	188	3	-1
3	87	192	2	-1
4	78	189	3	-1

### 4. Penentuan Nilai *Weight* (w) dan *Bias* (b)

Untuk menghitung nilai *weight* (w), maka digunakan rumus  $y_i(w \cdot x_i + b) \geq 1$  untuk kelas pertama yang akan dicari fungsi keputusannya dan digunakan rumus  $y_i(w \cdot x_i + b) \leq -1$  untuk kelas lainnya. Dimana  $i = 1, 2, 3, \dots, N$ . Maka diperoleh beberapa persamaan yaitu:

$$(w_1 + w_2 + w_3 + b) \geq 1 \text{ Untuk } y_1 = 1, x_1 = 67, x_2 = 187, x_3 = 2 \dots\dots\dots(1)$$

$$(w_1 - w_2 - w_3 - b) \leq -1 \text{ Untuk } y_2 = -1, x_1 = 54, x_2 = 188, x_3 = 3 \dots\dots\dots(2)$$

$$(w_1 - w_2 - w_3 - b) \leq -1 \text{ Untuk } y_3 = -1, x_1 = 87, x_2 = 192, x_3 = 2 \dots\dots\dots(3)$$

$$(w_1 - w_2 - w_3 - b) \leq -1 \text{ Untuk } y_4 = -1, x_1 = 78, x_2 = 189, x_3 = 3 \dots\dots\dots(4)$$

Setelah mendapat persamaan diatas, maka dilakukan pencarian nilai  $w_1$ ,  $w_2$  dan  $w_3$  dan nilai b dengan mengeliminasi persamaan 1 dan 2, persamaan 1 dan 3, persamaan 1 dan 4 sebagai berikut:

Eliminasi persamaan 1 dan 2:

$$67w_1 + 187w_2 + 2w_3 + b = 1 \dots\dots\dots (1)$$

$$54w_1 - 188w_2 - 3w_3 - b = -1 \dots\dots\dots (2)$$

$$\hline 13w_1 + 375w_2 + 5w_3 + 2b = 2 \dots\dots\dots (5)$$

Hasil eliminasi persamaan 1 dan 2 menghasilkan persamaan 5

Eliminasi persamaan 1 dan 3:

$$\begin{array}{r} 67w_1 + 187w_2 + 2w_3 + b = 1 \dots\dots\dots (1) \\ 87w_1 - 192w_2 - 2w_3 - b = -1 \dots\dots\dots (3) \\ \hline -20w_1 + 379w_2 + 4w_3 + 2b = 2 \dots\dots\dots (6) \end{array} -$$

Hasil eliminasi persamaan 2 dan 3 menghasilkan persamaan 6

Eliminasi persamaan 1 dan 4:

$$\begin{array}{r} 67w_1 + 187w_2 + 2w_3 + b = 1 \dots\dots\dots (1) \\ 78w_1 - 189w_2 - 3w_3 - b = -1 \dots\dots\dots (4) \\ \hline -11w_1 + 376w_2 + 5w_3 + 2b = 2 \dots\dots\dots (7) \end{array} -$$

Hasil eliminasi persamaan 3 dan 4 menghasilkan persamaan 7

Melakukan eliminasi  $w_3$  menggunakan persamaan 5 dan 6 dengan cara perkalian silang indeks  $w_3$

$$\begin{array}{r} 13w_1 + 375w_2 + 5w_3 + 2b = 2 \dots\dots\dots (5) \\ -20w_1 + 379w_2 + 4w_3 + 2b = 2 \dots\dots\dots (6) \\ \hline 52w_1 + 1500w_2 + 20w_3 + 8b = 8 \\ -100w_1 + 1895w_2 + 20w_3 + 10b = 10 \\ \hline 152w_1 - 395w_2 - 2b = -2 \dots\dots\dots (8) \end{array} -$$

Hasil eliminasi  $w_3$  menjadi persamaan 8

Melakukan eliminasi  $w_3$  menggunakan persamaan 6 dan 7 dengan cara perkalian silang indeks  $w_3$

$$\begin{array}{r} -20w_1 + 379w_2 + 4w_3 + 2b = 2 \dots\dots\dots (6) \\ -11w_1 + 376w_2 + 5w_3 + 2b = 2 \dots\dots\dots (7) \\ \hline -100w_1 + 1895w_2 + 20w_3 + 10b = 10 \\ -44w_1 + 1504w_2 + 20w_3 + 8b = 8 \\ \hline -56w_1 + 391w_2 + 2b = 2 \dots\dots\dots (9) \end{array} -$$

Hasil eliminasi  $w_3$  menjadi persamaan 9

Melakukan eliminasi  $w_2$  menggunakan persamaan 8 dan 9 dengan cara perkalian silang indeks  $w_2$

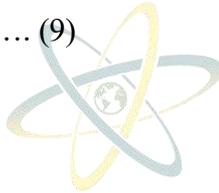
$$\begin{array}{r}
 152w_1 - 395w_2 - 2b = -2 \quad \dots\dots\dots (8) \\
 -56w_1 + 391w_2 + 2b = 2 \quad \dots\dots\dots (9) \\
 \hline
 59431w_1 - 154445w_2 - 782b = -782 \\
 22120w_1 - 154445w_2 - 790 = -790 \\
 \hline
 37311w_1 + 8b = 8
 \end{array}$$

Mencari nilai  $w_1$

$$\begin{aligned}
 37311w_1 &= 8 \\
 w_1 &= 0,0002
 \end{aligned}$$

Mencari nilai  $w_2$  dengan menggunakan persamaan 9 mensubstitusi  $w_1$

$$\begin{aligned}
 -56w_1 + 391w_2 + 2b &= 2 \quad \dots\dots\dots (9) \\
 -56(0,0002) + 391w_2 + 2b &= 2 \\
 -0,0112 + 391w_2 + 2b &= 2 \\
 -0,0112 + 391w_2 &= 2 \\
 w_2 &= 0,005
 \end{aligned}$$



Mencari nilai  $w_3$  dengan menggunakan persamaan 7 mensubstitusi  $w_1$  dan  $w_2$

$$\begin{aligned}
 w_1 &= 0,0002; w_2 = 0,005 \\
 -11w_1 + 376w_2 + 5w_3 + 2b &= 2 \quad \dots\dots\dots (7) \\
 -11(0,0002) + 376(0,005) + 5w_3 + 2b &= 2 \\
 -0,0022 + 1,88 + 5w_3 + 2b &= 2 \\
 1,8778 + 5w_3 &= 2 \\
 w_3 &= 0,02
 \end{aligned}$$

Mencari nilai bias dengan menggunakan persamaan 6 mensubstitusi  $w_1$ ,  $w_2$ ,  $w_3$ .

$$\begin{aligned}
 w_1 &= 0,0002; w_2 = 0,005; w_3 = 0,02 \\
 -20w_1 + 379w_2 + 4w_3 + 2b &= 2 \quad \dots\dots\dots (6) \\
 -20(0,0002) + 379(0,005) + 4(0,02) + 2b &= 2 \\
 -0,004 + 1,895 + 0,08 + 2b &= 2 \\
 1,971 + 2b &= 2 \\
 b &= 0,01
 \end{aligned}$$

## 5. Penentuan Nilai *Hyperplane*

Untuk menentukan nilai hyperplane, maka digunakan persamaan berikut:

$$f(x) = w_1.x_1 + w_2.x_2 + w_3.x_3 + b = 0$$

Dari persamaan diatas, digabungkan dengan nilai *weight*( $w$ ) dan bias( $b$ ), maka diperoleh nilai hyperplane sebagai berikut:

$$f(x) = 0,0002.x_1 + -0,005.x_2 + 0,02.x_3 + 0,01 = 0$$

setelah mendapatkan nilai *hyperplane* yang pertama maka proses perhitungan diatas dilakukan kembali mulai dari penentuan nilai *output* (y) hingga penentuan nilai *hyperplane* sampai mendapatkan 4 *hyperplane* yang mana didalam metode *svm one against all hyperplane* adalah fungsi keputusan yang akan menentukan kelas dari data yang dilatih dan diuji.

## 6. *Hyperplane* Sebagai Fungsi Keputusan

Dari hasil perhitungan yang dilakukan secara berulang maka didapatkan 4 *hyperplane* sebagai fungsi keputusan seperti berikut:

$$f_1(x) = 0,0002.x_1 + -0,005.x_2 + 0,02.x_3 + 0,01 = 0$$

$$f_2(x) = -0,001.x_1 + 0,004.x_2 + 0,07.x_3 + 0,04 = 0$$

$$f_3(x) = 0,0002.x_1 + -0,004.x_2 + 0,7.x_3 + 0,006 = 0$$

$$f_4(x) = 0,01.x_1 + 0,004.x_2 + 0,1.x_3 + -0,1 = 0$$

## 7. Pengujian Data

Pada tabel 4.5 dibawah ini merupakan data uji yang mana diambil 1 sample data uji untuk dilakukan proses pengenalan pola jenis tulisan kaligrafi yang akan dilakukan menggunakan 4 fungsi keputusan.

Tabel 4.6 Data Uji

No	Jenis Kaligrafi	Nilai Hasil Ekstraksi Fitur <i>Zernike Moment</i>		
		X1	X2	X3
1	Naskhi 20	34.6	165.7	3.0

Tabel 4.7 Data Uji Hasil Normalisasi

No	Jenis Kaligrafi	Nilai Hasil Ekstraksi Fitur <i>Zernike Moment</i>		
		X1	X2	X3
1	Naskhi 20	35	166	3

Tabel 4.8 Nilai X dan Y

No	X1	X2	X3	Y
1	35	166	3	1

Tabel 4.9 Fungsi Keputusan Metode *One Against All*

$y_i = 1$	$y_i = -1$	Hipotesis
Diwani	Bukan Diwani	$f1(x) = (w1.x1 + w2.x2 + w3.x3 + b)$
Diwani Jali	Bukan Diwani Jali	$f2(x) = (w1.x1 + w2.x2 + w3.x3 + b)$
Naskhi	Bukan Naskhi	$f3(x) = (w1.x1 + w2.x2 + w3.x3 + b)$
Tsuluts	Bukan Tsuluts	$f4(x) = (w1.x1 + w2.x2 + w3.x3 + b)$

Dengan menggunakan data uji yang tampak pada tabel 4.9, maka dilakukan pengenalan pola jenis tulisan kaligrafi dengan menggunakan persamaan fungsi keputusan metode *one against all* dengan kelas =  $sign(f(x))$ . Fungsi *sign* yang digunakan merupakan pengecekan pada hasil perhitungan yang dilakukan pada data uji. Hasil pengujian pada data uji yang menghasilkan fungsi keputusan dengan nilai paling maksimal maka akan diberi nilai  $y_i = 1$ , sedangkan pada fungsi keputusan lainnya akan diberi nilai  $y_i = -1$ . Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.10 dibawah ini:

Tabel 4.10 Hasil Pengujian

No	Data Uji			Fungsi Keputusan Metode <i>One Against All</i>	$y_i$
	X1	X2	X3	$f1(x) = sign(w1.x1 + w2.x2 + w3.x3 + b)$	
1	35	166	3	$sign(-0,753)$	-1
2	35	166	3	$sign(0,879)$	-1
3	35	166	3	$sign(1,449)$	1
4	35	166	3	$sign(1,414)$	-1

Pada tabel 4.10 diperlihatkan hasil pengenalan data dengan menggunakan 4 persamaan fungsi keputusan. Dari hasil pengenalan data, diperoleh nilai 1 pada fungsi keputusan 3 dan nilai -1 pada fungsi keputusan 1, 2, dan 4. Dimana fungsi keputusan 3 merupakan kelas jenis kaligrafi naskhi dan fungsi keputusan 1, 2, dan 4 merupakan kelas jenis kaligrafi diwani, diwani jali, dan tsuluts. Maka dari itu hasil dari pengujian data yang dilakukan benar bahwa data yang diuji adalah kaligrafi jenis naskhi.

Tabel 4.11 Hasil Pengenalan Data

No	Data Uji			Hasil Pengenalan Data	Keterangan
	X1	X2	X3		
1	35	166	3	-1	Bukan Kelas Diwani
2	35	166	3	-1	Bukan Kelas Diwani Jali
3	35	166	3	1	Kelas Naskhi
4	35	166	3	-1	Bukan Kelas Tsuluts

Untuk hasil pengenalan data uji yang lain tidak lagi dilakukan dengan cara manual seperti diatas, akan tetapi dilakukan pengenalan menggunakan aplikasi yang sudah dibuat.

#### 4.1.4. Perancangan

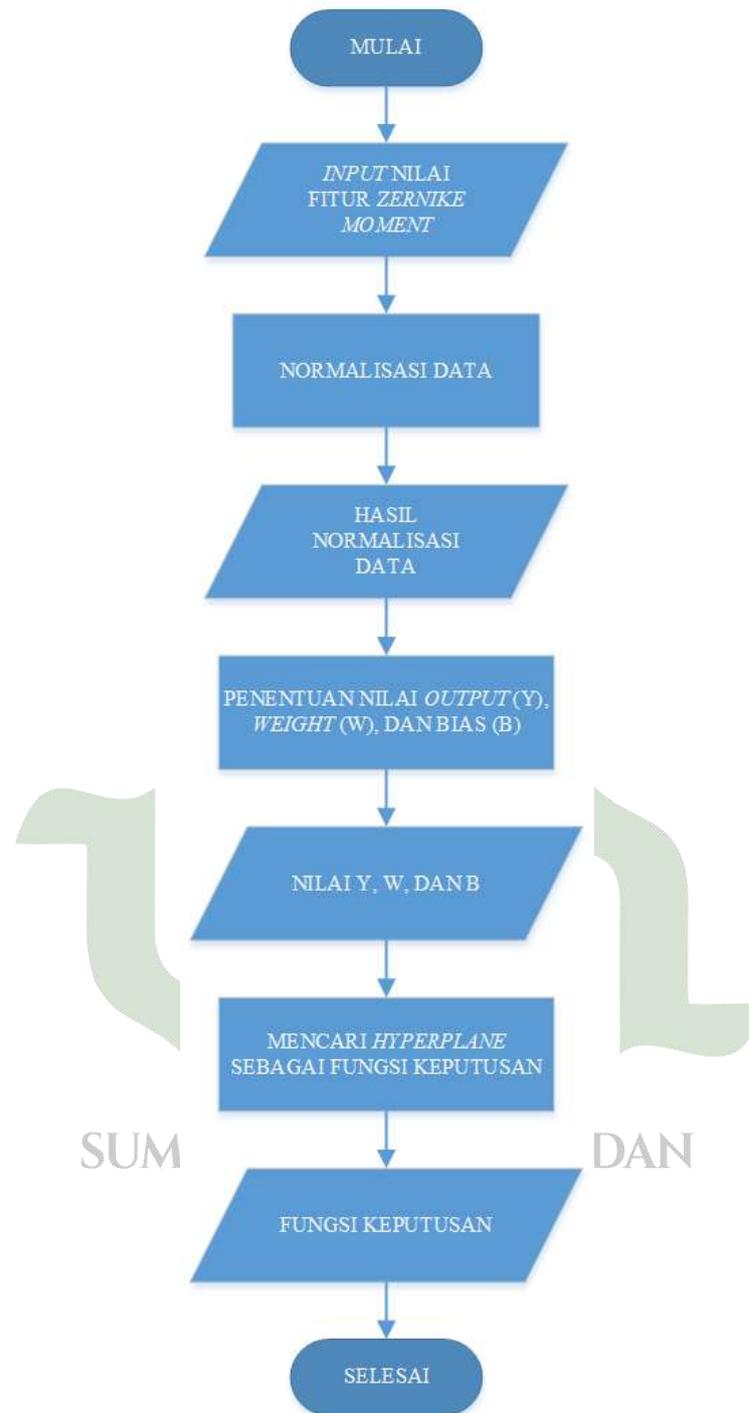
Berdasarkan analisis yang telah dilakukan terhadap metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine* (SVM) untuk melakukan pengenalan pola jenis tulisan kaligrafi, maka perancangan yang dilakukan oleh penulis adalah sebagai berikut:

##### 1. *Flowchart*

Perancangan *flowchart* pengenalan pola jenis tulisan kaligrafi berdasarkan bentuk dengan menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine* (SVM) dapat dilihat pada gambar 4.3 dan 4.4.

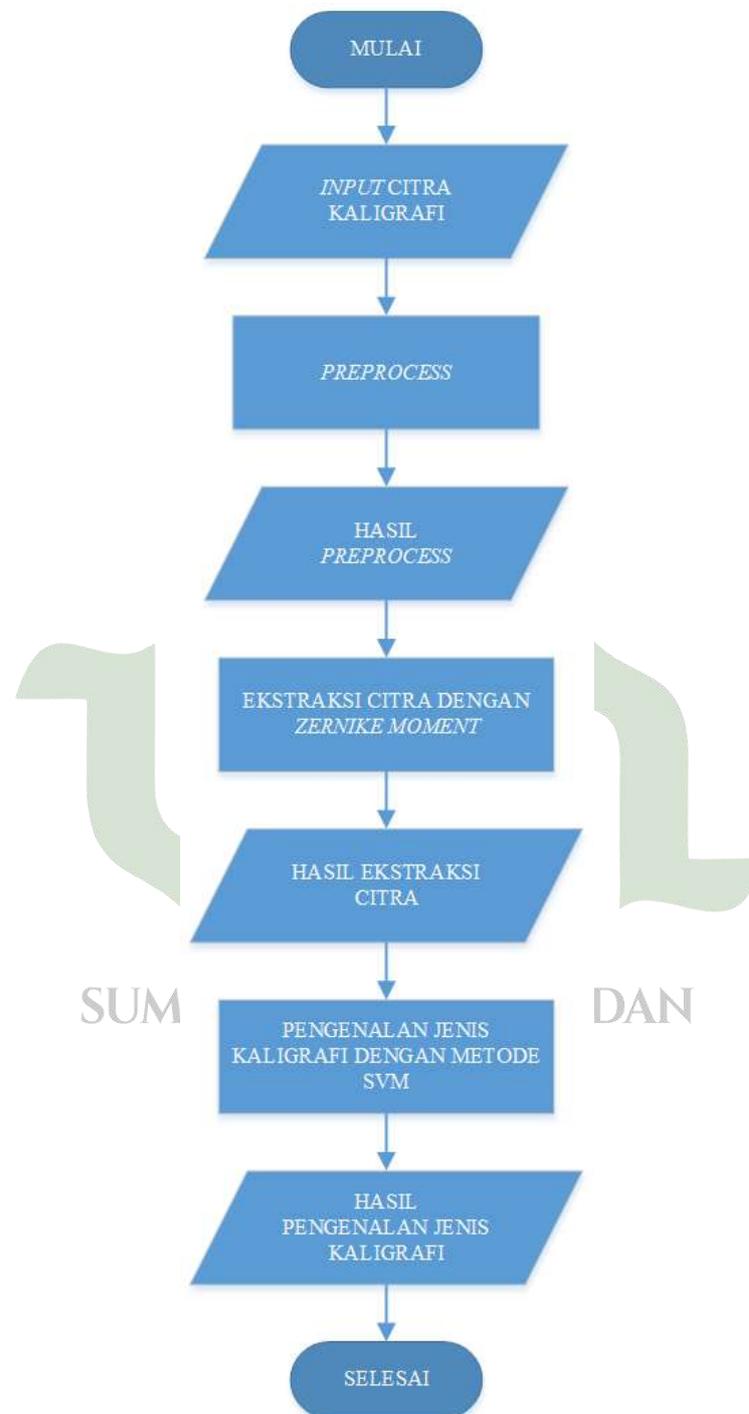


SUMATERA UTARA MEDAN  
Gambar 4.3 *Flowchart Metode Zernike Moment*



Gambar 4.4 *Flowchart Metode Support Vector Machine*

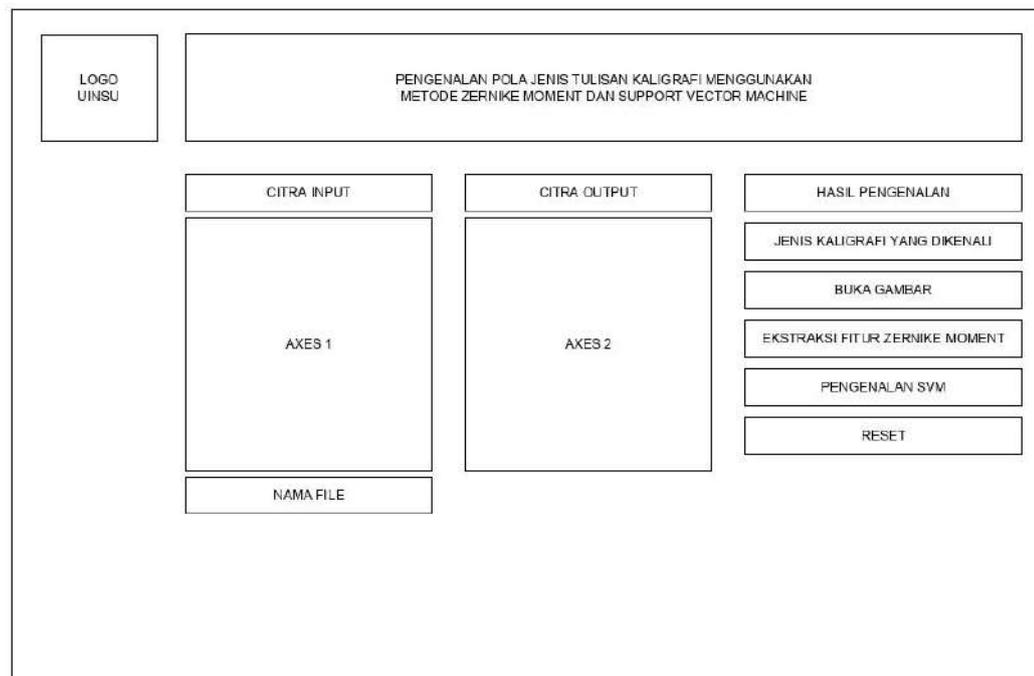
Perancangan *flowchart* sistem pengenalan pola jenis tulisan kaligrafi berdasarkan bentuk dapat dilihat pada gambar 4.5



Gambar 4.5 *Flowchart* sistem pengenalan jenis kaligrafi

## 2. Rancangan Sistem Aplikasi

Sistem ini dirancang dengan menggunakan *tools* matlab. Pada Gambar 4.1.4.4 terdapat gambar perancangan antarmuka bertujuan untuk memudahkan *user* dalam menggunakan sistem yang telah dibuat. Perancangan pada sistem ini terdiri dari logo Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, judul skripsi, tampilan citra input, tampilan citra output, *edit text* untuk menampilkan nama *file* citra yang diinput, *edit text* untuk menampilkan hasil pengenalan, button yang digunakan untuk mengoperasikan sistem diantaranya ada button buka gambar untuk membuka citra, button ekstraksi fitur *Zernike Moment* untuk mengekstrak citra serta menampilkan citra yang sudah diekstraksi, button pengenalan svm untuk menampilkan hasil pengenalan jenis citra yang diinput dan button reset untuk mereset ulang tampilan seperti awal pertama muncul.



Gambar 4.6 Rancangan Sistem Aplikasi

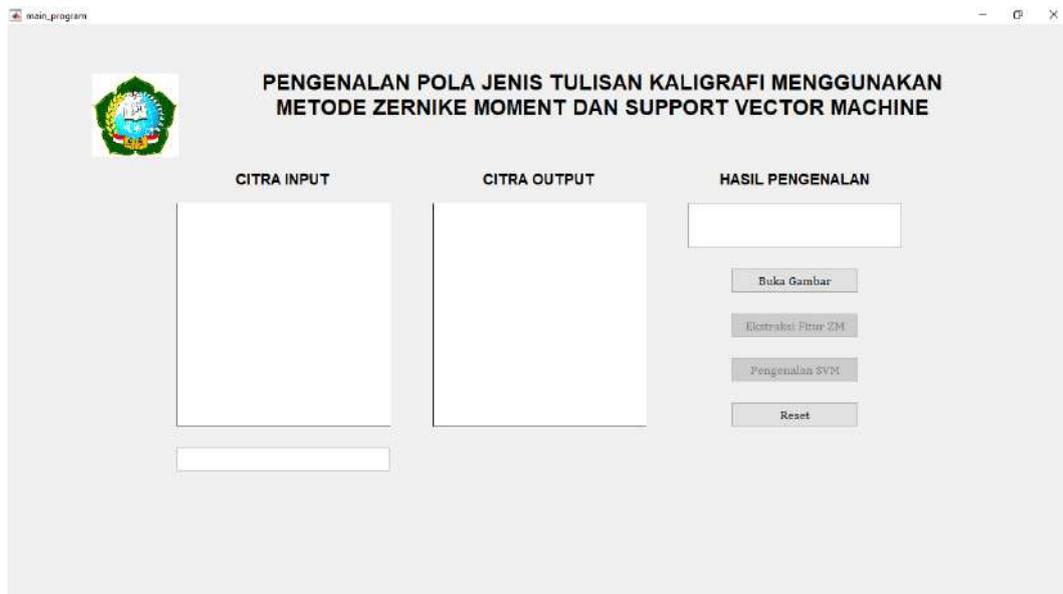
## 4.2 Hasil

### 4.2.1 Pengujian Sistem

Pada tahap ini akan dilakuka proses pengujian sistem pada objek citra, proses pengujian dilakukan terhadap objek citra dengan format file (.bmp). Adapun proses pengujian sistem dapat dilihat pada proses dibawah:

#### 1. Tampilan Awal Aplikasi

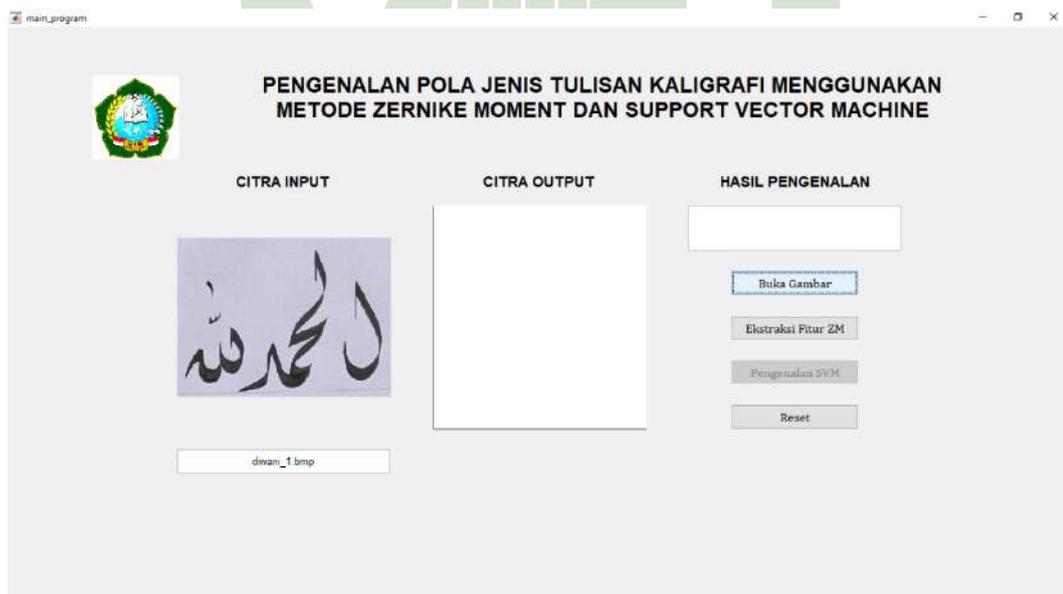
*Form* awal adalah halaman utama untuk menjalankan program yang akan dikerjakan. *Form* ini berisi logo Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, judul skripsi “Pengenalan Pola Jenis Tulisan Kaligrafi Menggunakan Metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine*”, tombol-tombol untuk mengoperasikan sistem yang berupa tombol buka gambar untuk menampilkan citra pada sistem, tombol ekstraksi fitur untuk mengekstrak citra menggunakan ekstraksi fitur *Zernike Moment*, tombol pengenalan untuk memproses pengenalan citra yang diinput menggunakan metode *Support Vector Machine* dan tombol reset untuk menampilkan tampilan sistem ke tampilan awal, edittext1 untuk menampilkan nama file citra yang diinput, edittext2 untuk menampilkan hasil pengenalan jenis citra yang di input, axes1 untuk menampilkan citra asli yang di input dan axes2 untuk menampilkan hasil citra yang diekstraksi menggunakan metode *Zernike Moment*.



Gambar 4.7 Form Tampilan Awal

## 2. Tampilan Input Citra

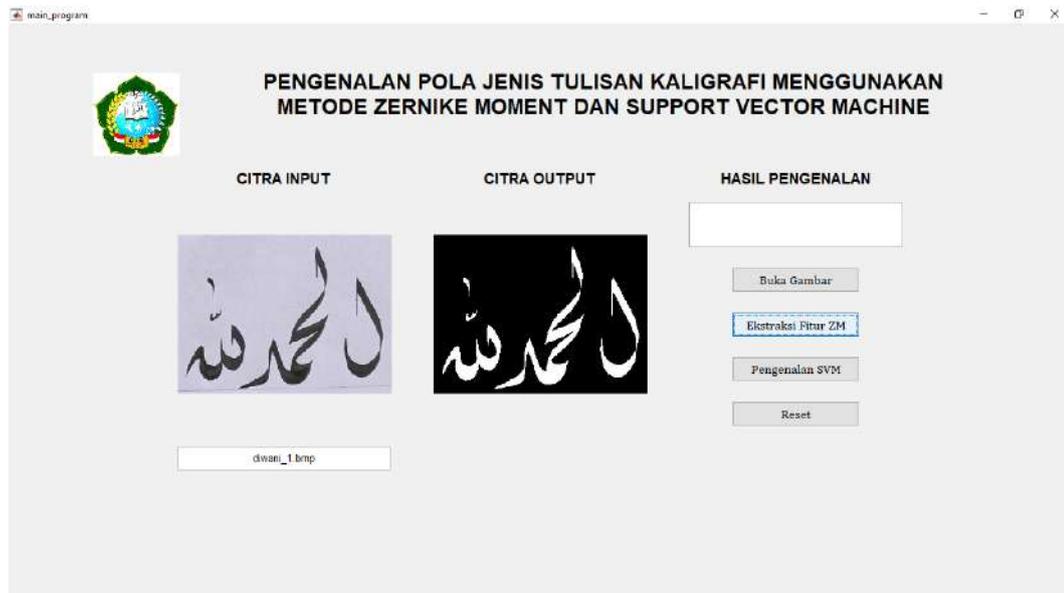
Tampilan pada form ini dilakukan penginputan citra dengan cara menekan tombol Buka Gambar, lalu sistem akan mengarahkan untuk memilih data yang akan di uji, kemudian sistem akan secara otomatis menampilkan citra yang diinput.



Gambar 4.8 Form Tampilan Input Citra

### 3. Tampilan Ekstraksi *Zernike Moment*

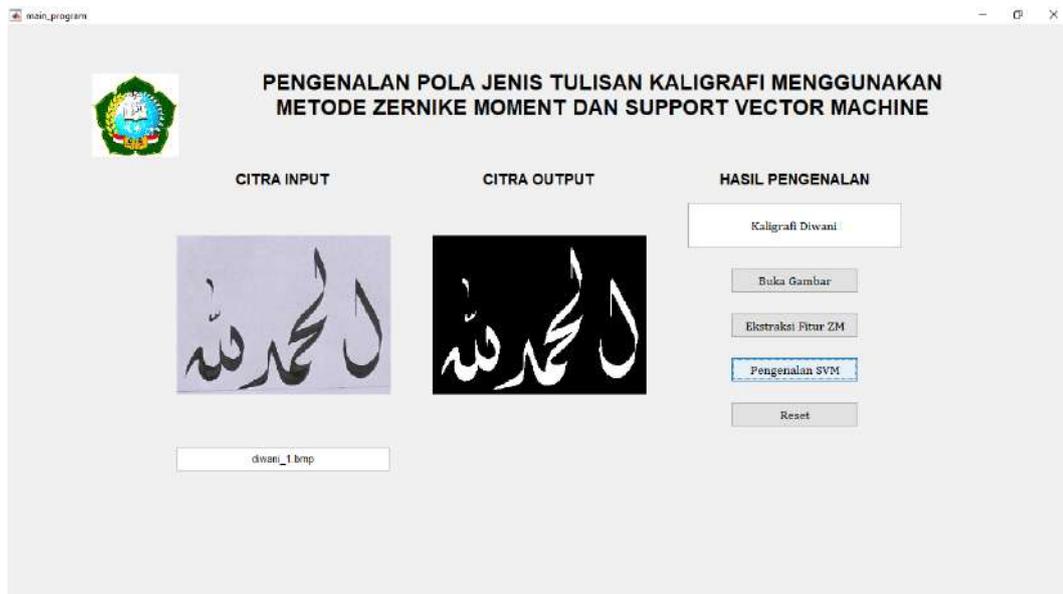
Tampilan pada form ini akan dilakukan ekstraksi ciri pada citra dengan cara menekan tombol Ekstraksi Fitur ZM, maka sistem akan menampilkan citra hasil ekstraksi *Zernike Moment* pada axes2.



Gambar 4.9 Form Tampilan Ekstraksi *Zernike Moment*

### 4. Tampilan Hasil Klasifikasi

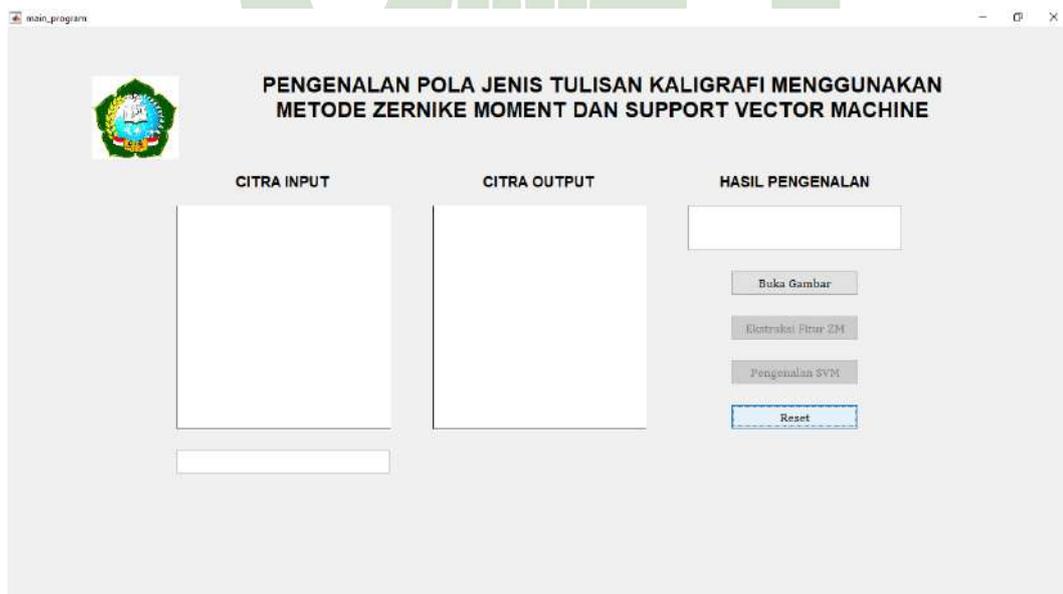
Tampilan pada form ini merupakan tampilan hasil pengenalan pada citra yang diinput, untuk menampilkan hasil pengenalan dengan cara menekan tombol Pengenalan SVM maka sistem akan langsung menampilkan hasil pengenalan citra yang diinput pada edittext2.



Gambar 4.10 Form Tampilan Hasil Pengenalan Pola Citra Kaligrafi

## 5. Tampilan Tombol Reset

Tampilan pada form ini dilakukan untuk menampilkan sistem Kembali seperti semula yaitu dengan cara menekan tombol reset maka secara langsung sistem akan mereset ulang tampilan Kembali seperti semula

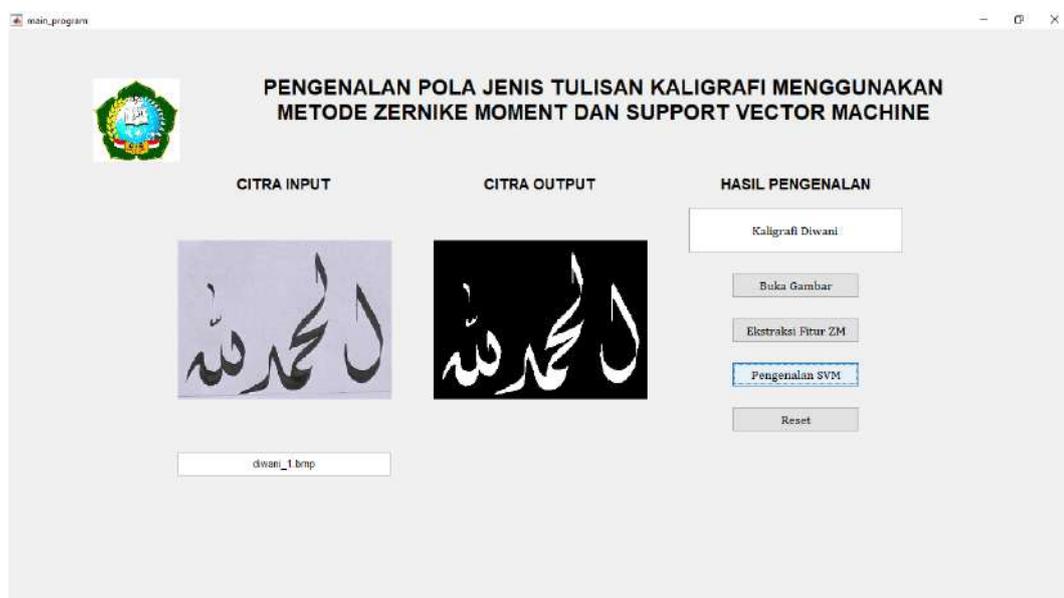


Gambar 4.11 Form Tampilan Tombol Reset

### 4.3 Hasil Pengujian Sistem

Berdasarkan data uji pada citra kaligrafi yang sudah ada maka dalam hal ini akan dilakukan proses pengujian terhadap citra kaligrafi dengan format (.bmp). Proses pengenalan citra kaligrafi akan dilakukan satu persatu menggunakan sistem yang telah dibuat dalam matlab. Adapun hasil dari pngujian masing-masing citra tersebut dapat dilihat dibawah ini:

#### 1. Pengujian Data 1

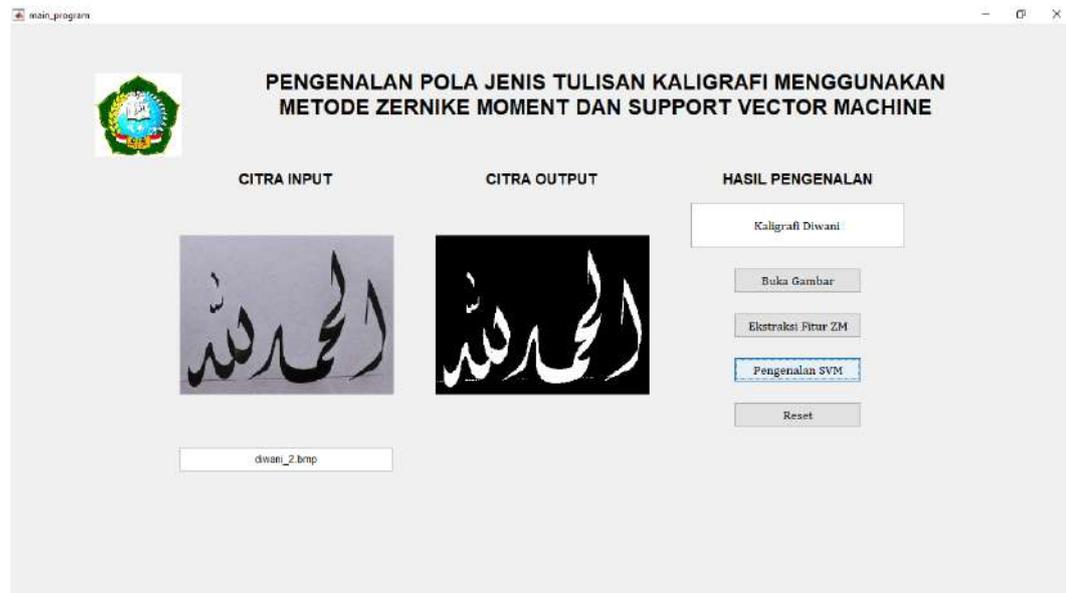


Gambar 4.12 Pengujian Data 1

Pada proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Support Vector Machine* diatas, citra yang diinput merupakan citra asli kaligrafi dengan nama file diwani\_1.bmp dengan ukuran citra 320 x 240 piksel. Untuk melakukan proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine*, klik tombol Ekstraksi Fitur ZM maka sistem akan menampilkan citra hasil dari ekstraksi metode *Zernike Moment*, lalu klik tombol Pengenalan SVM maka sistem akan menampilkan hasil pengenalan citra yang diinput. Hasil dari file citra yang diinput dengan nama file diwani\_1.bmp adalah Kaligrafi Diwani. Maka dapat dikatakan pengenalan pola kaligrafi pada file diwani\_1.bmp adalah benar. Adapun proses pengenalan pola citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike*

*Moment* dan *Support Vector Machine* pada cita diwani\_2.bmp dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

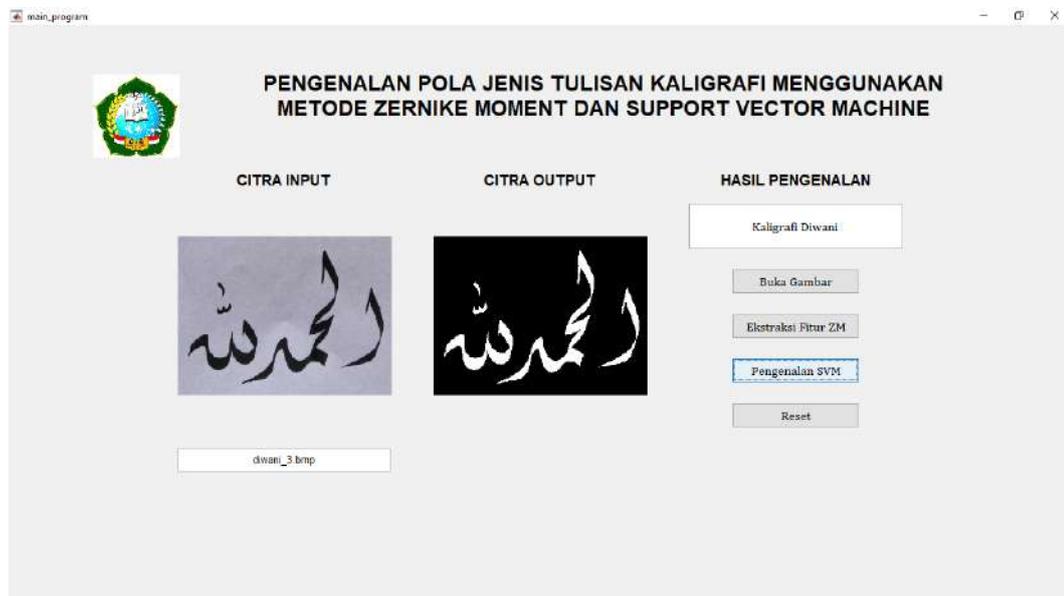
## 2. Pengujian Data 2



Gambar 4.13 Pengujian Data 2

Pada proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Support Vector Machine* diatas, citra yang diinput merupakan citra asli kaligrafi dengan nama file diwani\_2.bmp dengan ukuran citra 320 x 240 piksel. Untuk melakukan proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine*, klik tombol Ekstraksi Fitur ZM maka sistem akan menampilkan citra hasil dari ekstraksi metode *Zernike Moment*, lalu klik tombol Pengenalan SVM maka sistem akan menampilkan hasil pengenalan citra yang diinput. Hasil dari file citra yang diinput dengan nama file diwani\_2.bmp adalah Kaligrafi Diwani. Maka dapat dikatakan pengenalan pola kaligrafi pada file diwani\_2.bmp adalah benar. Adapun proses pengenalan pola citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine* pada citra diwani\_3.bmp dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

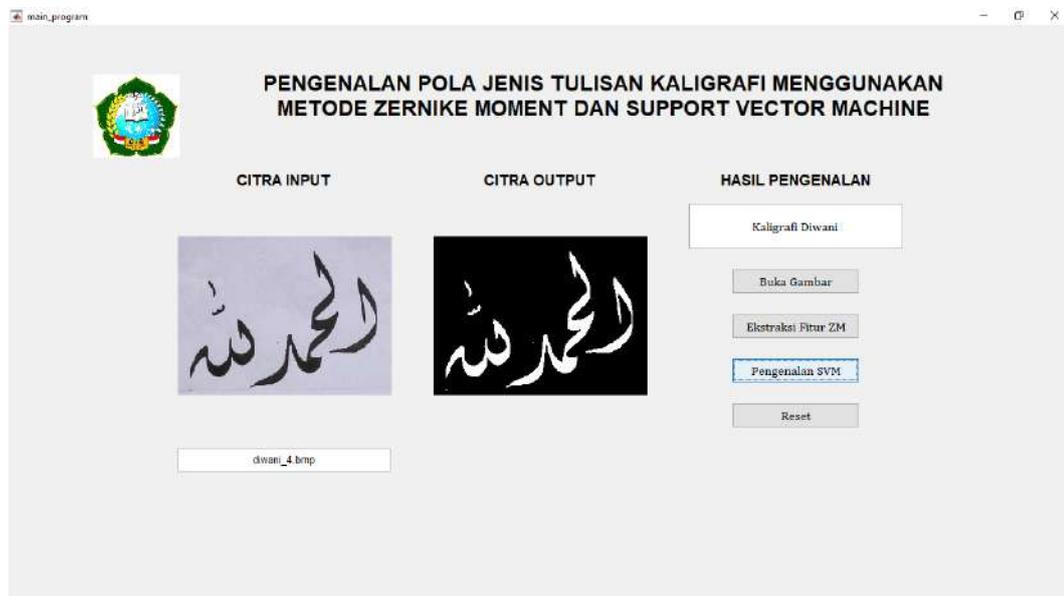
### 3. Pengujian Data 3



Gambar 4.14 Pengujian Data 3

Pada proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Support Vector Machine* diatas, citra yang diinput merupakan citra asli kaligrafi dengan nama file diwani\_3.bmp dengan ukuran citra 320 x 240 piksel. Untuk melakukan proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine*, klik tombol Ekstraksi Fitur ZM maka sistem akan menampilkan citra hasil dari ekstraksi metode *Zernike Moment*, lalu klik tombol Pengenalan SVM maka sistem akan menampilkan hasil pengenalan citra yang diinput. Hasil dari file citra yang diinput dengan nama file diwani\_3.bmp adalah Kaligrafi Diwani. Maka dapat dikatakan pengenalan pola kaligrafi pada file diwani\_3.bmp adalah benar. Adapun proses pengenalan pola citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine* pada citra diwani\_4.bmp dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

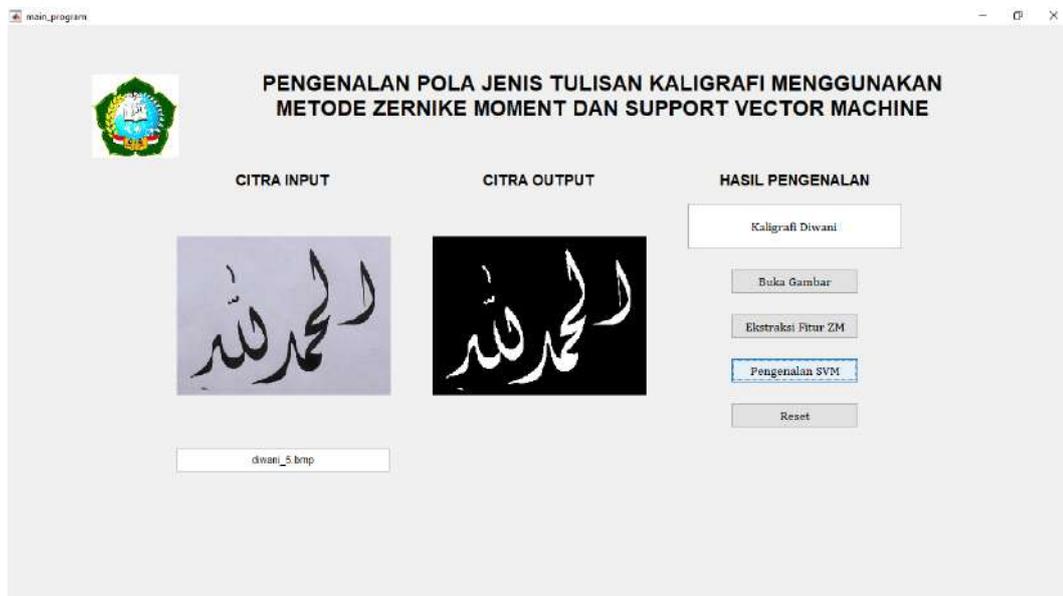
#### 4. Pengujian Data 4



Gambar 4.15 Pengujian Data 4

Pada proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Support Vector Machine* diatas, citra yang diinput merupakan citra asli kaligrafi dengan nama file diwani\_4.bmp dengan ukuran citra 320 x 240 piksel. Untuk melakukan proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine*, klik tombol Ekstraksi Fitur ZM maka sistem akan menampilkan citra hasil dari ekstraksi metode *Zernike Moment*, lalu klik tombol Pengenalan SVM maka sistem akan menampilkan hasil pengenalan citra yang diinput. Hasil dari file citra yang diinput dengan nama file diwani\_4.bmp adalah Kaligrafi Diwani. Maka dapat dikatakan pengenalan pola kaligrafi pada file diwani\_4.bmp adalah benar. Adapun proses pengenalan pola citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine* pada citra diwani\_5.bmp dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

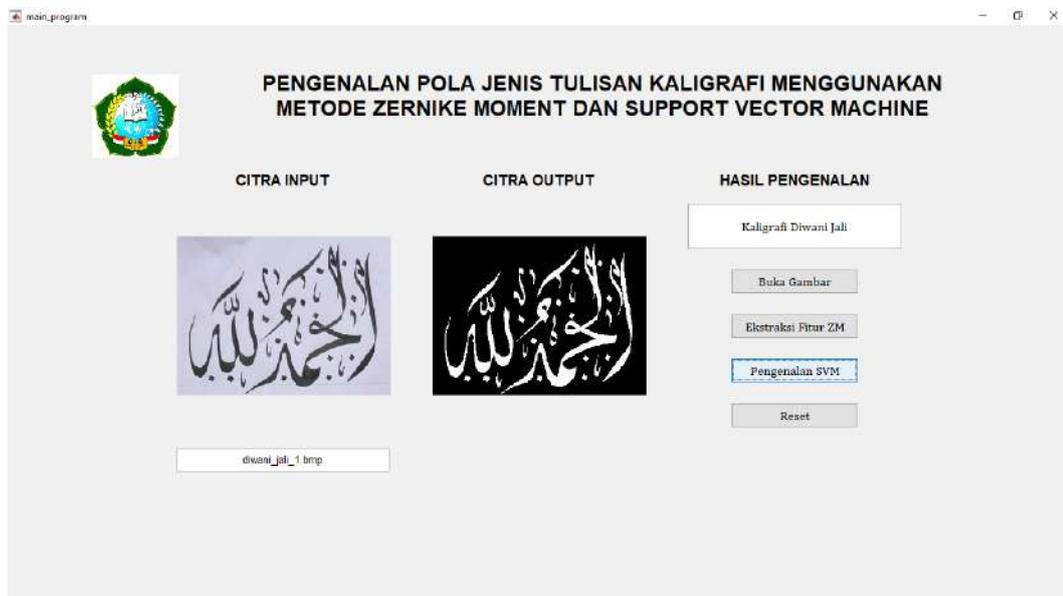
## 5. Pengujian Data 5



Gambar 4.16 Pengujian Data 5

Pada proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Support Vector Machine* diatas, citra yang diinput merupakan citra asli kaligrafi dengan nama file diwani\_5.bmp dengan ukuran citra 320 x 240 piksel. Untuk melakukan proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine*, klik tombol Ekstraksi Fitur ZM maka sistem akan menampilkan citra hasil dari ekstraksi metode *Zernike Moment*, lalu klik tombol Pengenalan SVM maka sistem akan menampilkan hasil pengenalan citra yang diinput. Hasil dari file citra yang diinput dengan nama file diwani\_5.bmp adalah Kaligrafi Diwani. Maka dapat dikatakan pengenalan pola kaligrafi pada file diwani\_5.bmp adalah benar. Adapun proses pengenalan pola citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine* pada citra diwani\_jali\_1.bmp dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

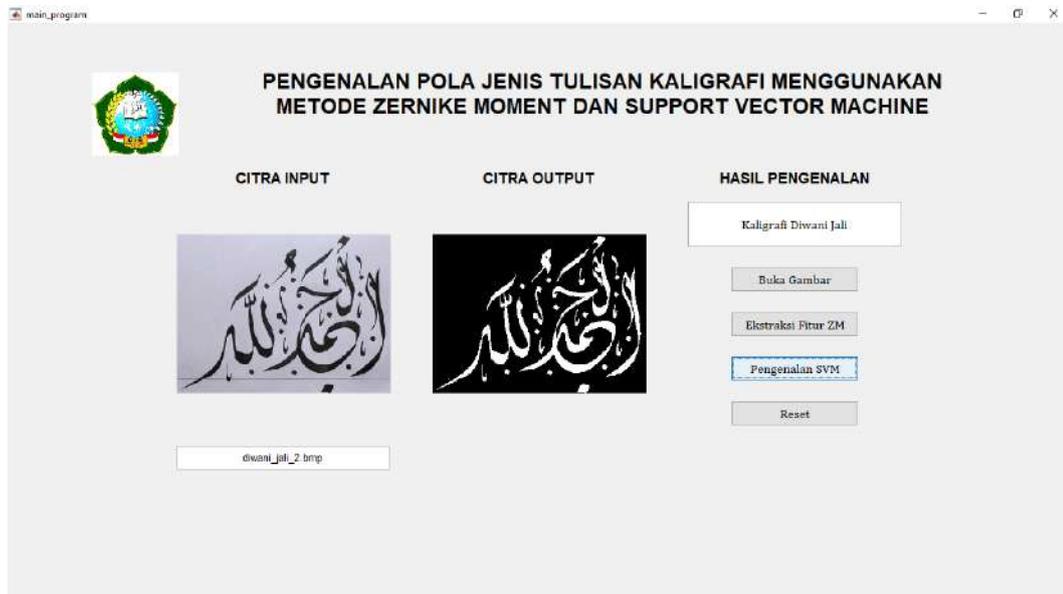
## 6. Pengujian Data 6



Gambar 4.17 Pengujian Data 6

Pada proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Support Vector Machine* diatas, citra yang diinput merupakan citra asli kaligrafi dengan nama file `diwani_jali_1.bmp` dengan ukuran citra 320 x 240 piksel. Untuk melakukan proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine*, klik tombol Ekstraksi Fitur ZM maka sistem akan menampilkan citra hasil dari ekstraksi metode *Zernike Moment*, lalu klik tombol Pengenalan SVM maka sistem akan menampilkan hasil pengenalan citra yang diinput. Hasil dari file citra yang diinput dengan nama file `diwani_jali_1.bmp` adalah Kaligrafi Diwani Jali. Maka dapat dikatakan pengenalan pola kaligrafi pada file `diwani_jali_1.bmp` adalah benar. Adapun proses pengenalan pola citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine* pada citra `diwani_jali_2.bmp` dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

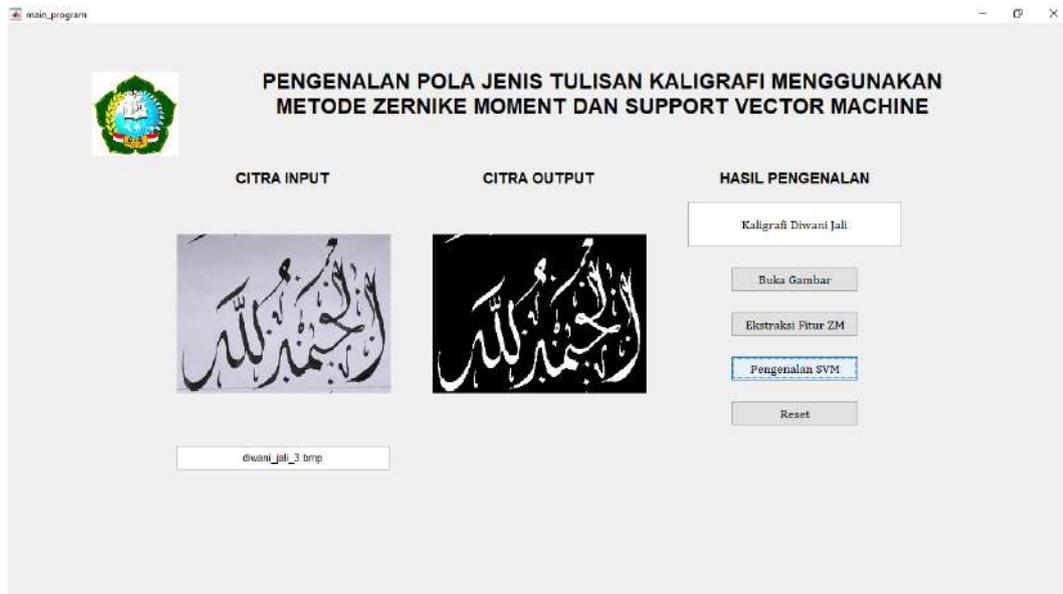
## 7. Pengujian Data 7



Gambar 4.18 Pengujian Data 7

Pada proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Support Vector Machine* diatas, citra yang diinput merupakan citra asli kaligrafi dengan nama file diwani\_jali\_2.bmp dengan ukuran citra 320 x 240 piksel. Untuk melakukan proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine*, klik tombol Ekstraksi Fitur ZM maka sistem akan menampilkan citra hasil dari ekstraksi metode *Zernike Moment*, lalu klik tombol Pengenalan SVM maka sistem akan menampilkan hasil pengenalan citra yang diinput. Hasil dari file citra yang diinput dengan nama file diwani\_jali\_2.bmp adalah Kaligrafi Diwani Jali. Maka dapat dikatakan pengenalan pola kaligrafi pada file diwani\_jali\_2.bmp adalah benar. Adapun proses pengenalan pola citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine* pada citra diwani\_jali\_3.bmp dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

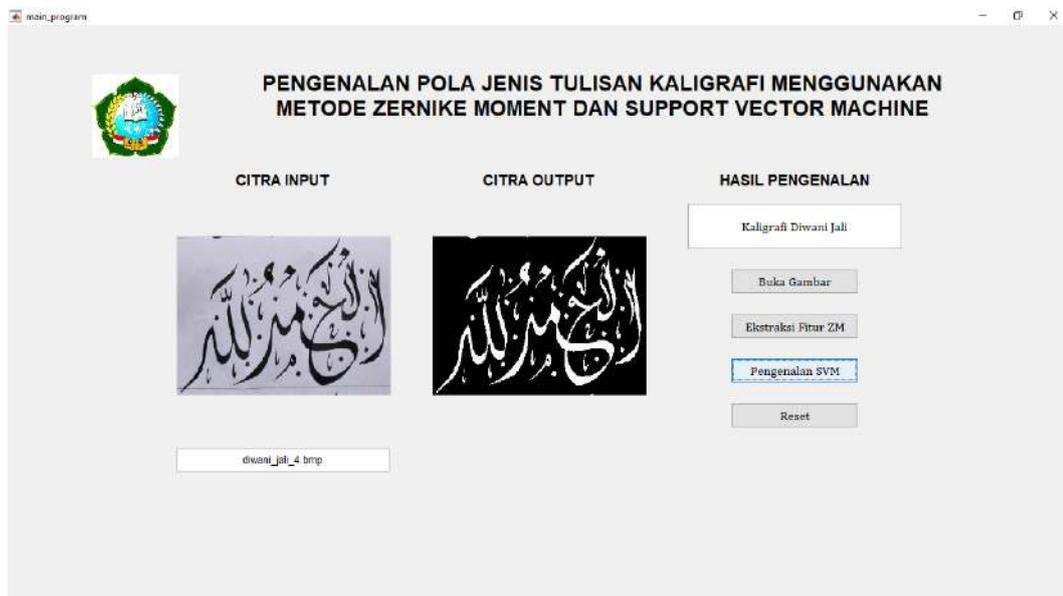
## 8. Pengujian Data 8



Gambar 4.19 Pengujian Data 8

Pada proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Support Vector Machine* diatas, citra yang diinput merupakan citra asli kaligrafi dengan nama file diwani\_jali\_3.bmp dengan ukuran citra 320 x 240 piksel. Untuk melakukan proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine*, klik tombol Ekstraksi Fitur ZM maka sistem akan menampilkan citra hasil dari ekstraksi metode *Zernike Moment*, lalu klik tombol Pengenalan SVM maka sistem akan menampilkan hasil pengenalan citra yang diinput. Hasil dari file citra yang diinput dengan nama file diwani\_jali\_3.bmp adalah Kaligrafi Diwani Jali. Maka dapat dikatakan pengenalan pola kaligrafi pada file diwani\_jali\_3.bmp adalah benar. Adapun proses pengenalan pola citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine* pada citra diwani\_jali\_4.bmp dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

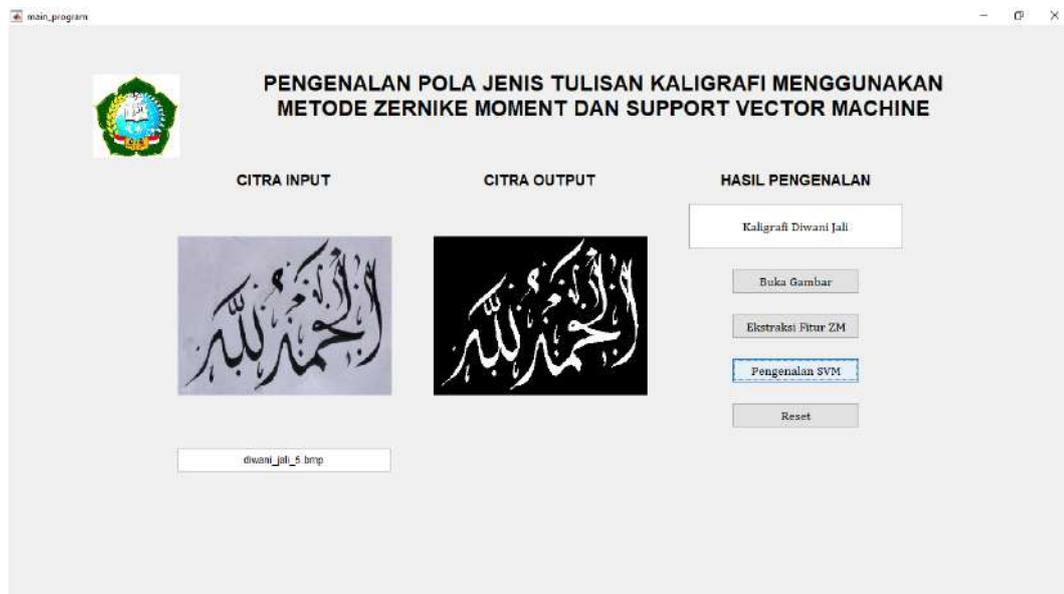
## 9. Pengujian Data 9



Gambar 4.20 Pengujian Data 9

Pada proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Support Vector Machine* diatas, citra yang diinput merupakan citra asli kaligrafi dengan nama file diwani\_jali\_4.bmp dengan ukuran citra 320 x 240 piksel. Untuk melakukan proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine*, klik tombol Ekstraksi Fitur ZM maka sistem akan menampilkan citra hasil dari ekstraksi metode *Zernike Moment*, lalu klik tombol Pengenalan SVM maka sistem akan menampilkan hasil pengenalan citra yang diinput. Hasil dari file citra yang diinput dengan nama file diwani\_jali\_4.bmp adalah Kaligrafi Diwani Jali. Maka dapat dikatakan pengenalan pola kaligrafi pada file diwani\_jali\_4.bmp adalah benar. Adapun proses pengenalan pola citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine* pada citra diwani\_jali\_5.bmp dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

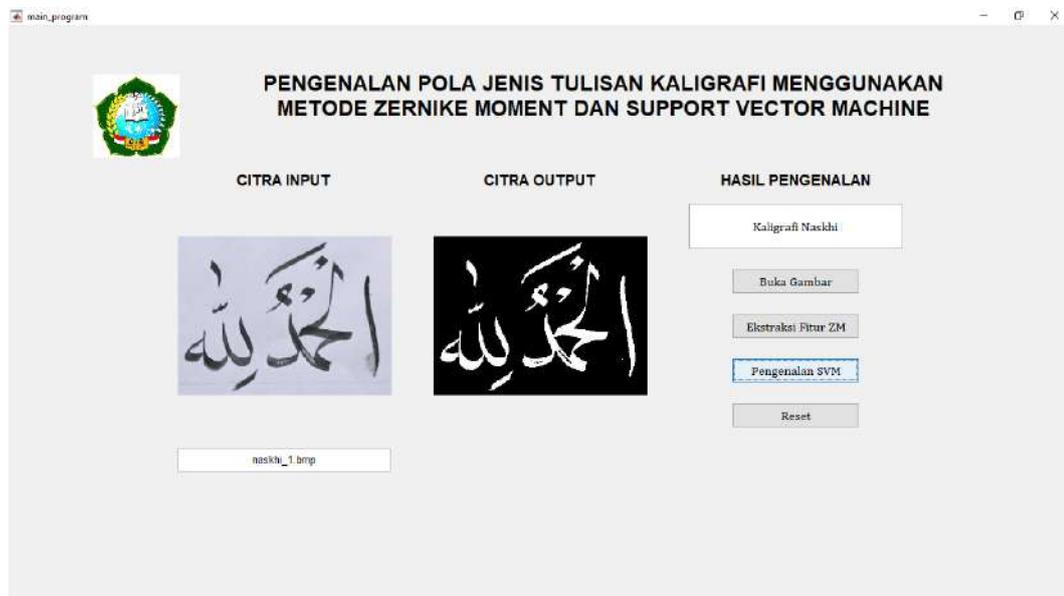
## 10. Pengujian Data 10



Gambar 4.21 Pengujian Data 10

Pada proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Support Vector Machine* diatas, citra yang diinput merupakan citra asli kaligrafi dengan nama file diwani\_jali\_5.bmp dengan ukuran citra 320 x 240 piksel. Untuk melakukan proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine*, klik tombol Ekstraksi Fitur ZM maka sistem akan menampilkan citra hasil dari ekstraksi metode *Zernike Moment*, lalu klik tombol Pengenalan SVM maka sistem akan menampilkan hasil pengenalan citra yang diinput. Hasil dari file citra yang diinput dengan nama file diwani\_jali\_5.bmp adalah Kaligrafi Diwani Jali. Maka dapat dikatakan pengenalan pola kaligrafi pada file diwani\_jali\_5.bmp adalah benar. Adapun proses pengenalan pola citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine* pada citra naskhi\_1.bmp dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

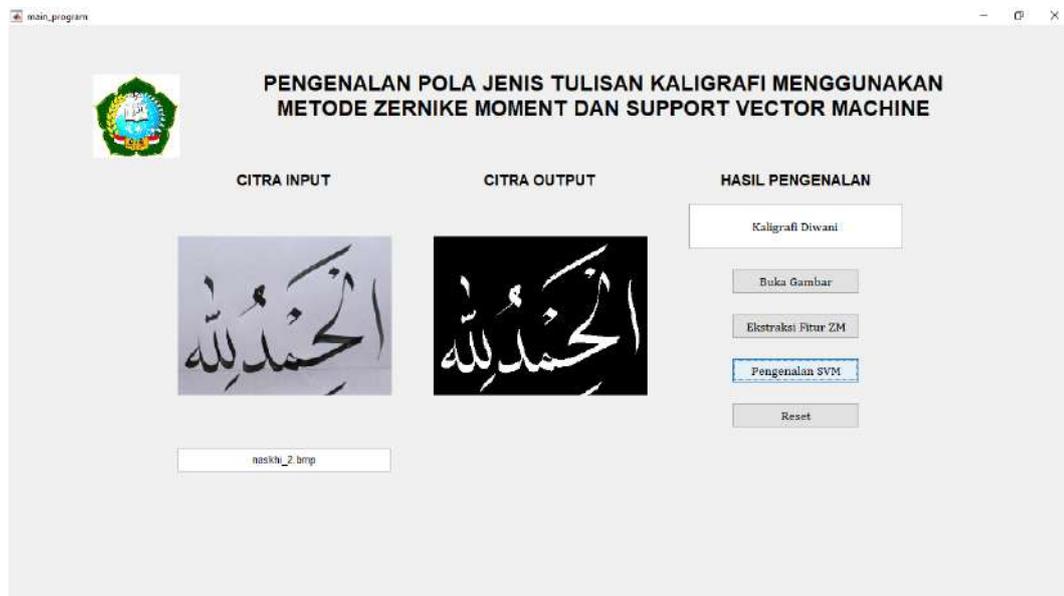
## 11. Pengujian Data 11



Gambar 4.22 Pengujian Data 11

Pada proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Support Vector Machine* diatas, citra yang diinput merupakan citra asli kaligrafi dengan nama file *naskhi\_1.bmp* dengan ukuran citra 320 x 240 piksel. Untuk melakukan proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine*, klik tombol Ekstraksi Fitur ZM maka sistem akan menampilkan citra hasil dari ekstraksi metode *Zernike Moment*, lalu klik tombol Pengenalan SVM maka sistem akan menampilkan hasil pengenalan citra yang diinput. Hasil dari file citra yang diinput dengan nama file *naskhi\_1.bmp* adalah Kaligrafi Naskhi. Maka dapat dikatakan pengenalan pola kaligrafi pada file *naskhi\_1.bmp* adalah benar. Adapun proses pengenalan pola citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine* pada citra *naskhi\_2.bmp* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

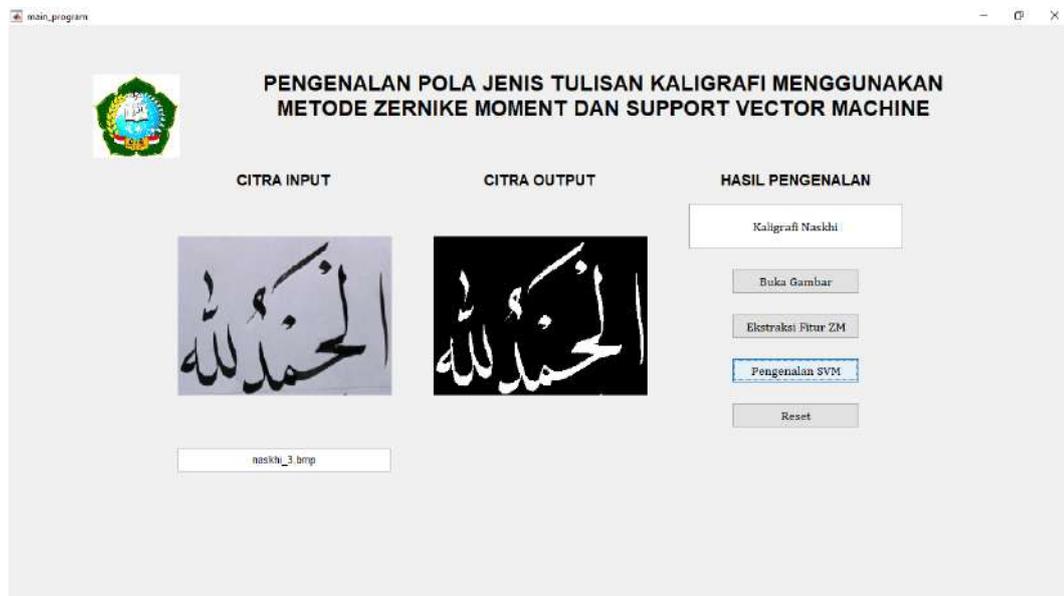
## 12. Pengujian Data 12



Gambar 4.23 Pengujian Data 12

Pada proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Support Vector Machine* diatas, citra yang diinput merupakan citra asli kaligrafi dengan nama file *naskhi\_2.bmp* dengan ukuran citra 320 x 240 piksel. Untuk melakukan proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine*, klik tombol Ekstraksi Fitur ZM maka sistem akan menampilkan citra hasil dari ekstraksi metode *Zernike Moment*, lalu klik tombol Pengenalan SVM maka sistem akan menampilkan hasil pengenalan citra yang diinput. Hasil dari file citra yang diinput dengan nama file *naskhi\_2.bmp* adalah Kaligrafi Diwani. Maka dapat dikatakan pengenalan pola kaligrafi pada file *naskhi\_2.bmp* adalah salah. Adapun proses pengenalan pola citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine* pada citra *naskhi\_3.bmp* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

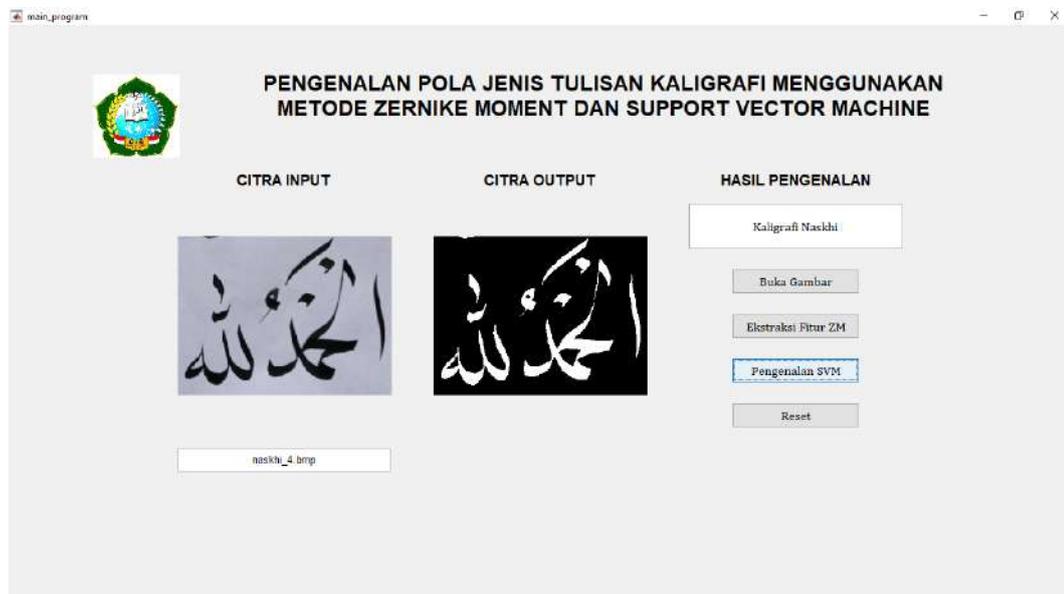
### 13. Pengujian Data 13



Gambar 4.24 Pengujian Data 13

Pada proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Support Vector Machine* diatas, citra yang diinput merupakan citra asli kaligrafi dengan nama file *naskhi\_3.bmp* dengan ukuran citra 320 x 240 piksel. Untuk melakukan proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine*, klik tombol Ekstraksi Fitur ZM maka sistem akan menampilkan citra hasil dari ekstraksi metode *Zernike Moment*, lalu klik tombol Pengenalan SVM maka sistem akan menampilkan hasil pengenalan citra yang diinput. Hasil dari file citra yang diinput dengan nama file *naskhi\_3.bmp* adalah Kaligrafi Naskhi. Maka dapat dikatakan pengenalan pola kaligrafi pada file *naskhi\_3.bmp* adalah benar. Adapun proses pengenalan pola citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine* pada citra *naskhi\_4.bmp* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

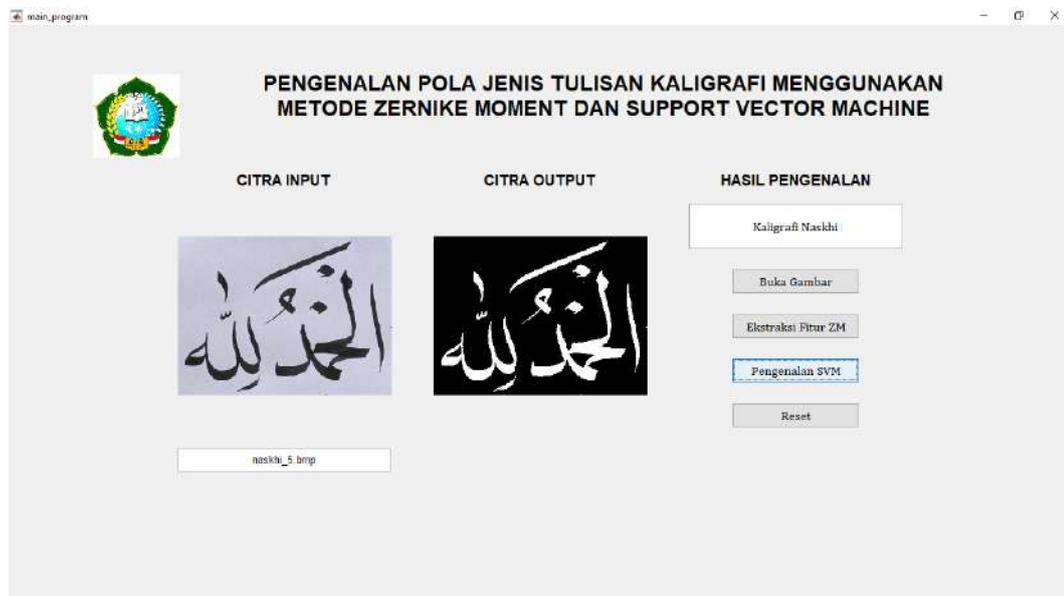
## 14. Pengujian Data 14



Gambar 4.25 Pengujian Data 14

Pada proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Support Vector Machine* diatas, citra yang diinput merupakan citra asli kaligrafi dengan nama file *naskhi\_4.bmp* dengan ukuran citra 320 x 240 piksel. Untuk melakukan proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine*, klik tombol Ekstraksi Fitur ZM maka sistem akan menampilkan citra hasil dari ekstraksi metode *Zernike Moment*, lalu klik tombol Pengenalan SVM maka sistem akan menampilkan hasil pengenalan citra yang diinput. Hasil dari file citra yang diinput dengan nama file *naskhi\_4.bmp* adalah Kaligrafi Naskhi. Maka dapat dikatakan pengenalan pola kaligrafi pada file *naskhi\_4.bmp* adalah benar. Adapun proses pengenalan pola citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine* pada citra *naskhi\_5.bmp* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

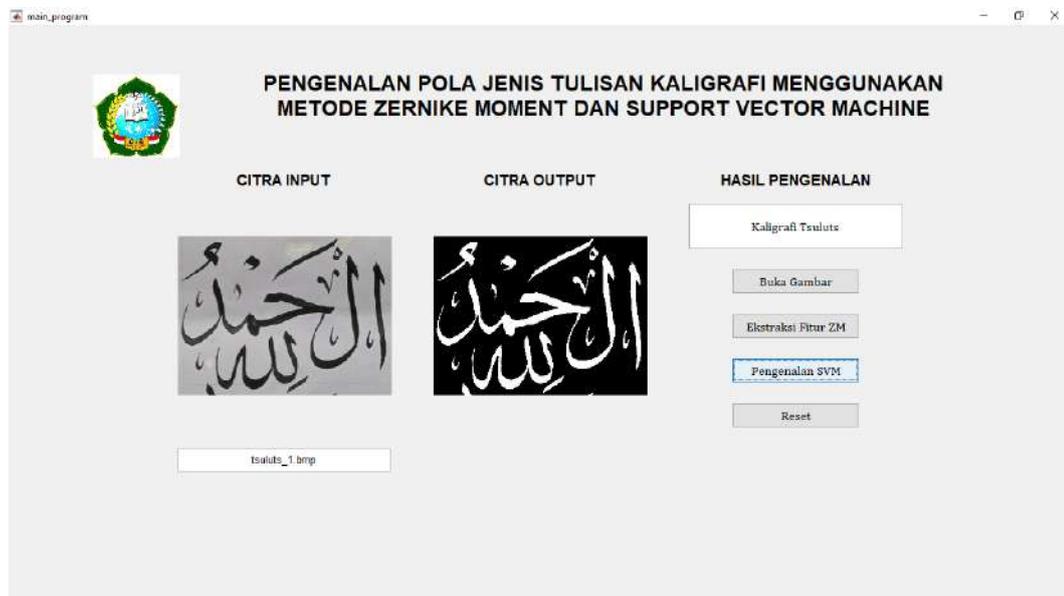
## 15. Pengujian Data 15



Gambar 4.26 Pengujian Data 15

Pada proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Support Vector Machine* diatas, citra yang diinput merupakan citra asli kaligrafi dengan nama file *naskhi\_5.bmp* dengan ukuran citra 320 x 240 piksel. Untuk melakukan proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine*, klik tombol Ekstraksi Fitur ZM maka sistem akan menampilkan citra hasil dari ekstraksi metode *Zernike Moment*, lalu klik tombol Pengenalan SVM maka sistem akan menampilkan hasil pengenalan citra yang diinput. Hasil dari file citra yang diinput dengan nama file *naskhi\_5.bmp* adalah Kaligrafi Naskhi. Maka dapat dikatakan pengenalan pola kaligrafi pada file *naskhi\_5.bmp* adalah benar. Adapun proses pengenalan pola citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine* pada citra *tsuluts\_1.bmp* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

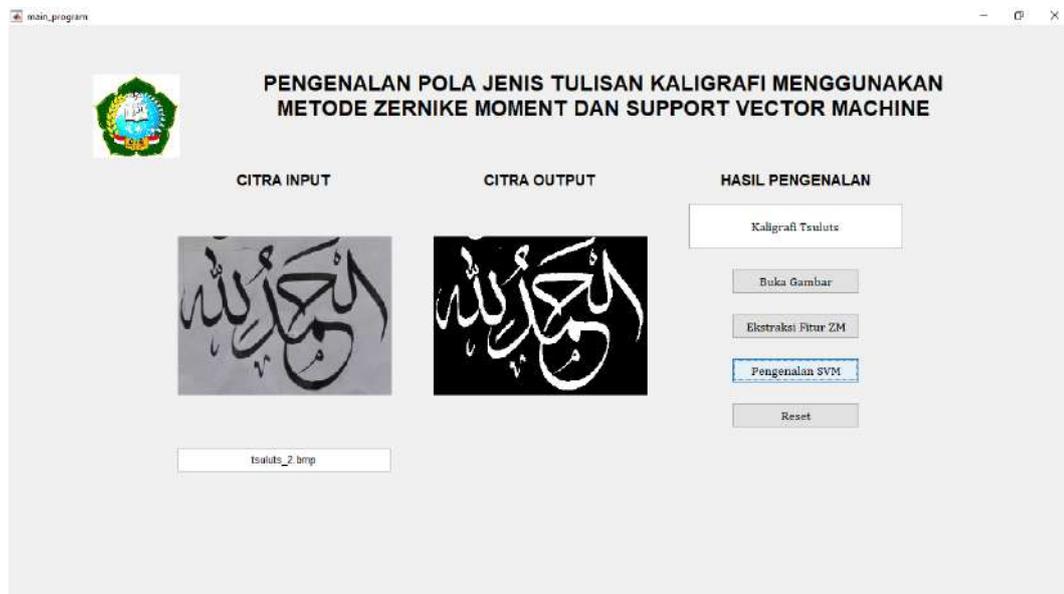
## 16. Pengujian Data 16



Gambar 4.27 Pengujian Data 16

Pada proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Support Vector Machine* diatas, citra yang diinput merupakan citra asli kaligrafi dengan nama file *tsuluts\_1.bmp* dengan ukuran citra 320 x 240 piksel. Untuk melakukan proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine*, klik tombol Ekstraksi Fitur ZM maka sistem akan menampilkan citra hasil dari ekstraksi metode *Zernike Moment*, lalu klik tombol Pengenalan SVM maka sistem akan menampilkan hasil pengenalan citra yang diinput. Hasil dari file citra yang diinput dengan nama file *tsuluts\_1.bmp* adalah Kaligrafi Tsuluts. Maka dapat dikatakan pengenalan pola kaligrafi pada file *tsuluts\_1.bmp* adalah benar. Adapun proses pengenalan pola citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine* pada citra *tsuluts\_2.bmp* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

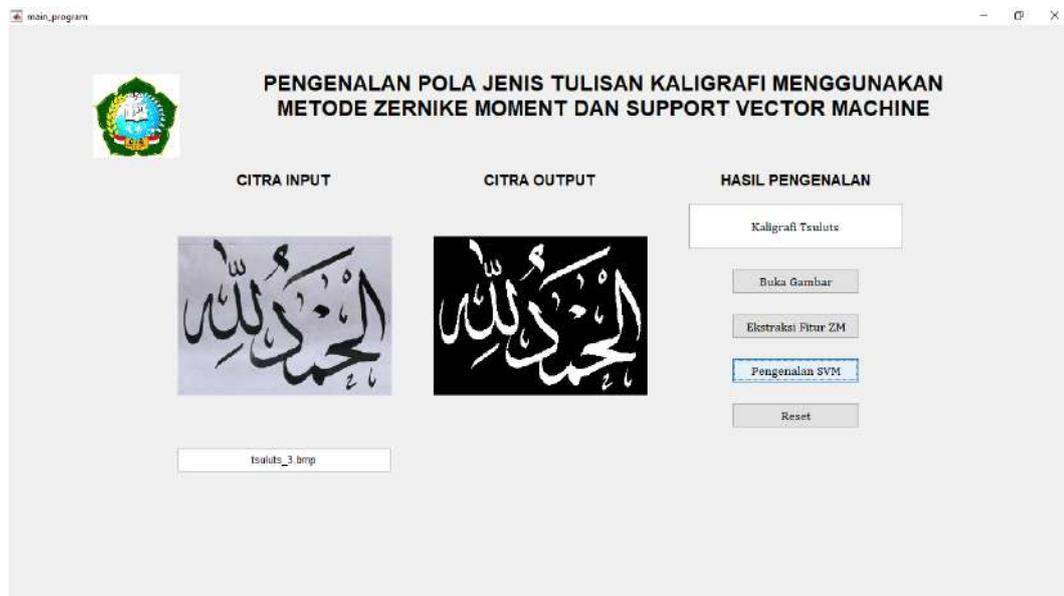
## 17. Pengujian Data 17



Gambar 4.28 Pengujian Data 17

Pada proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Support Vector Machine* diatas, citra yang diinput merupakan citra asli kaligrafi dengan nama file tsuluts\_2.bmp dengan ukuran citra 320 x 240 piksel. Untuk melakukan proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine*, klik tombol Ekstraksi Fitur ZM maka sistem akan menampilkan citra hasil dari ekstraksi metode *Zernike Moment*, lalu klik tombol Pengenalan SVM maka sistem akan menampilkan hasil pengenalan citra yang diinput. Hasil dari file citra yang diinput dengan nama file tsuluts\_2.bmp adalah Kaligrafi Tsuluts. Maka dapat dikatakan pengenalan pola kaligrafi pada file tsuluts\_2.bmp adalah benar. Adapun proses pengenalan pola citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine* pada citra tsuluts\_3.bmp dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

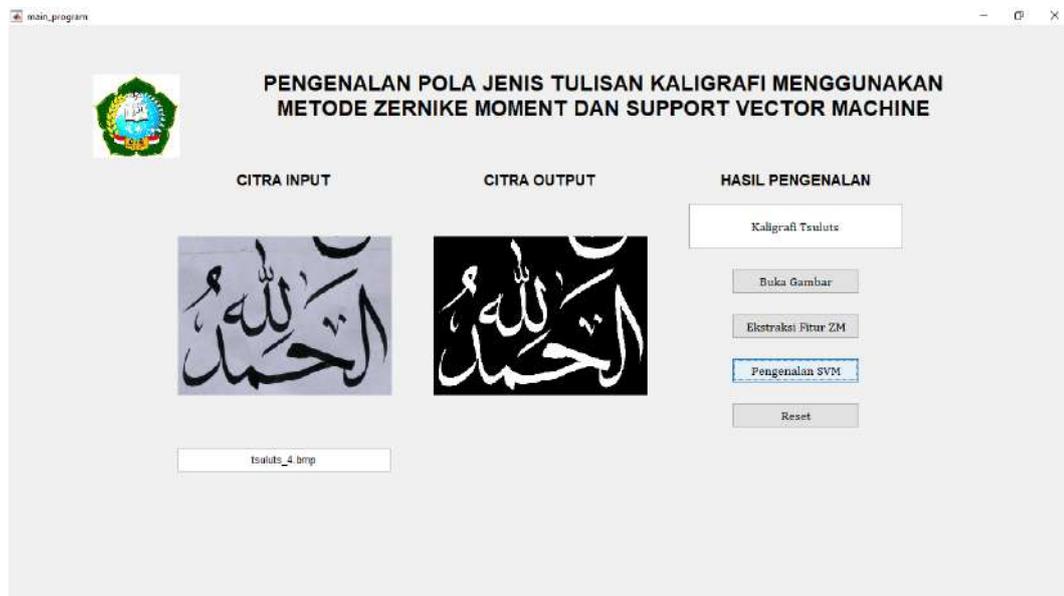
## 18. Pengujian Data 18



Gambar 4.29 Pengujian Data 18

Pada proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Support Vector Machine* diatas, citra yang diinput merupakan citra asli kaligrafi dengan nama file tsuluts\_3.bmp dengan ukuran citra 320 x 240 piksel. Untuk melakukan proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine*, klik tombol Ekstraksi Fitur ZM maka sistem akan menampilkan citra hasil dari ekstraksi metode *Zernike Moment*, lalu klik tombol Pengenalan SVM maka sistem akan menampilkan hasil pengenalan citra yang diinput. Hasil dari file citra yang diinput dengan nama file tsuluts\_3.bmp adalah Kaligrafi Tsuluts. Maka dapat dikatakan pengenalan pola kaligrafi pada file tsuluts\_3.bmp adalah benar. Adapun proses pengenalan pola citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine* pada citra tsuluts\_4.bmp dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

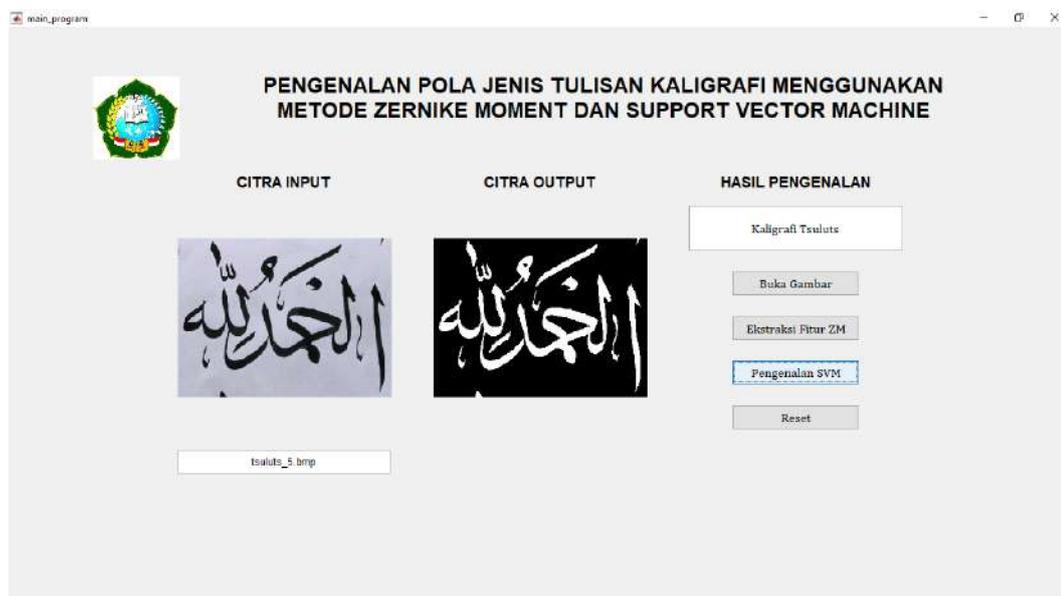
## 19. Pengujian Data 19



Gambar 4.30 Pengujian Data 19

Pada proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Support Vector Machine* diatas, citra yang diinput merupakan citra asli kaligrafi dengan nama file tsuluts\_4.bmp dengan ukuran citra 320 x 240 piksel. Untuk melakukan proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine*, klik tombol Ekstraksi Fitur ZM maka sistem akan menampilkan citra hasil dari ekstraksi metode *Zernike Moment*, lalu klik tombol Pengenalan SVM maka sistem akan menampilkan hasil pengenalan citra yang diinput. Hasil dari file citra yang diinput dengan nama file tsuluts\_4.bmp adalah Kaligrafi Tsuluts. Maka dapat dikatakan pengenalan pola kaligrafi pada file tsuluts\_4.bmp adalah benar. Adapun proses pengenalan pola citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine* pada citra tsuluts\_5.bmp dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

## 20. Pengujian Data 20



Gambar 4.31 Pengujian Data 20

Pada proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Support Vector Machine* diatas, citra yang diinput merupakan citra asli kaligrafi dengan nama file tsuluts\_5.bmp dengan ukuran citra 320 x 240 piksel. Untuk melakukan proses pengenalan citra kaligrafi menggunakan metode *Zernike Moment* dan *Support Vector Machine*, klik tombol Ekstraksi Fitur ZM maka sistem akan menampilkan citra hasil dari ekstraksi metode *Zernike Moment*, lalu klik tombol Pengenalan SVM maka sistem akan menampilkan hasil pengenalan citra yang diinput. Hasil dari file citra yang diinput dengan nama file tsuluts\_5.bmp adalah Kaligrafi Tsuluts. Maka dapat dikatakan pengenalan pola kaligrafi pada file tsuluts\_5.bmp adalah benar.

Pada proses pengujian pengenalan pola diatas terdapat 20 data uji dengan 5 data dari setiap jenis kaligrafi, 5 data uji citra kaligrafi diwani, 5 data uji citra kaligrafi diwani jali, 5 data uji citra kaligrafi naskhi, dan 5 data uji citra kaligrafi tsuluts. Dari hasil pengujian seluruh data uji sebanyak 20 data uji, diperoleh 19 data kaligrafi yang benar dalam pengenalan polanya dan 1 data kaligrafi yang salah dalam pengenalan polanya, maka dari hasil pengenalan pola yang dilakukan pada matlab didapatkan hasil akurasi dengan nilai 95% dari seluruh data uji.

Dibawah ini merupakan hasil pengujian sistem pada masing-masing citra kaligrafi yang telah diuji untuk memperoleh pengenalan jenis kaligrafi. Dapat dilihat pada Tabel 4.12

Tabel 4.12 Pengujian Data

No	Data Uji	Fungsi Keputusan SVM MultiClass One Against All
1	diwani_1.bmp	$f1(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$
2	diwani_2.bmp	$f1(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$
3	diwani_3.bmp	$f1(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$
4	diwani_4.bmp	$f1(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$
5	diwani_5.bmp	$f1(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$
6	diwani_jali_1.bmp	$f2(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$
7	diwani_jali_2.bmp	$f2(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$
8	diwani_jali_3.bmp	$f2(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$
9	diwani_jali_4.bmp	$f2(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$
10	diwani_jali_5.bmp	$f2(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$
11	naskhi_1.bmp	$f3(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$
12	naskhi_2.bmp	$f3(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$
13	naskhi_3.bmp	$f3(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$
14	naskhi_4.bmp	$f3(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$
15	naskhi_5.bmp	$f3(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$
16	tsuluts_1.bmp	$f4(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$
17	tsuluts_2.bmp	$f4(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$
18	tsuluts_3.bmp	$f4(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$
19	tsuluts_4.bmp	$f4(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$
20	tsuluts_5.bmp	$f4(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$

UNIVERSITAS  
SUMATERA UTARA MEDAN

Tabel 4.13 Hasil Pengujian Data

No	Fungsi Keputusan SVM MultiClass One Against All	Nilai $y_i$	Hasil Pengujian	Keterangan
1	$f1(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$	1	Benar	Kelas Diwani
2	$f1(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$	1	Benar	Kelas Diwani
3	$f1(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$	1	Benar	Kelas Diwani
4	$f1(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$	1	Benar	Kelas Diwani
5	$f1(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$	1	Benar	Kelas Diwani
6	$f2(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$	1	Benar	Kelas Diwani Jali
7	$f2(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$	1	Benar	Kelas Diwani Jali
8	$f2(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$	1	Benar	Kelas Diwani Jali
9	$f2(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$	1	Benar	Kelas Diwani Jali
10	$f2(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$	1	Benar	Kelas Diwani Jali

Tabel 4.14 Lanjutan

11	$f3(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$	1	Benar	Kelas Naskhi
12	$f3(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$	-1	Salah	Bukan Kelas Naskhi
13	$f3(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$	1	Benar	Kelas Naskhi
14	$f3(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$	1	Benar	Kelas Naskhi
15	$f3(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$	1	Benar	Kelas Naskhi
16	$f4(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$	1	Benar	Kelas Tsuluts
17	$f4(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$	1	Benar	Kelas Tsuluts
18	$f4(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$	1	Benar	Kelas Tsuluts
19	$f4(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$	1	Benar	Kelas Tsuluts
20	$f4(x)=\text{sign}(w1.x1 + \dots + wn.xn + b)$	1	Benar	Kelas Tsuluts

Pada Tabel 4.13 terdapat 20 data uji dengan 5 data dari setiap jenis kaligrafi, 5 data uji kaligrafi diwani, 5 data uji kaligrafi diwani jali, 5 data uji kaligrafi naskhi, dan 5 data uji kaligrafi tsuluts. Pada setiap data uji terdapat fungsi keputusan SVM one against all sesuai dengan kelas nya masing-masing. Dengan menyertakan nilai  $y_i$ , hasil pengujian dan keterangan hasil pengenalan jenis kaligrafi. Dapat dilihat jika nilai  $y_i$  bernilai 1 maka hasil pengujian dinyatakan benar dan keterangan sesuai dengan kelas kaligrafi yang diujikan, sebaliknya jika nilai  $y_i$  bernilai -1 maka hasil pengujian dinyatakan salah dan keterangan akan tertera bukan kelas kaligrafi yang diujikan.

Dari hasil pengujian seluruh data uji yang sebanyak 20 data uji, terdapat 1 jenis kaligrafi yang salah dalam penempatan jenis kaligrafi sesuai kelasnya, maka dari hasil pengenalan jenis kaligrafi didapatkan hasil akurasi dengan nilai 95% dengan keterangan 19 data uji yang benar dalam penempatan kelasnya dan 1 data uji yang salah dalam penempatan kelasnya.