

KLASIFIKASI CIRI BENTUK MENGGUNAKAN METODE *FUZZY INFERENCE SYSTEM*

Mala Alfiah Ningsih; Setiawardhana, S.T; Nana Ramadijanti, S.Kom,M.Kom

Abstract—Fitur bentuk merupakan fitur dasar dimana setiap obyek gambar dapat dibedakan berdasarkan bentuk dari obyek tersebut. Bentuk-bentuk dasar dalam geometri seperti segiempat, segitiga, dan lingkaran. Berdasarkan masalah ini, proyek akhir ini mencoba untuk membuat suatu sistem yang dapat mengklasifikasikan kemiripan suatu objek berdasarkan bentuk dasar dalam geometri. Untuk pengklasifikasian bentuk objek menggunakan metode *Fuzzy Inference System* dengan menggunakan parameter jumlah *vertex point* dan besar sudut dari objek yang didapat dengan cara memanfaatkan hasil dari *edge detection* dan *corner detection* dari objek. Uji coba dilakukan pada delapan objek dengan empat perbedaan kondisi cahaya pada tiap objek. Dengan menggunakan metode ini didapatkan prosentase keberhasilan dari klasifikasi objek sebesar 75 %.

Index Terms—Klasifikasi bentuk , Jumlah *vertex point*, Besar sudut, Metode *Fuzzy Inference System*

I. INTRODUCTION

Fitur bentuk merupakan fitur dasar dalam *visual content* pada citra. Dimana setiap gambar dapat dibedakan berdasarkan bentuk dari obyek tersebut. Dalam industri elektronika kadang kala dibutuhkan kemampuan untuk mendeteksi bentuk-bentuk dari PCB (*printed circuit board*) seperti mendeteksi bentuk-bentuk segi-empat atau lingkaran untuk memisahkan bagian-bagian dari PCB.

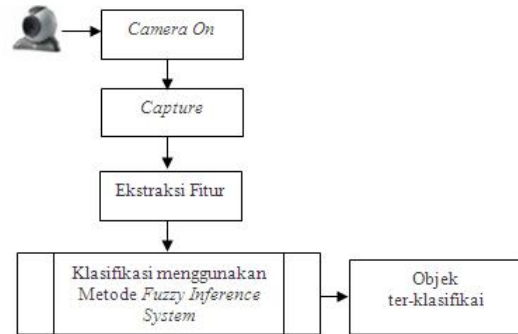
Dengan keberhasilan metode matematika morfologi, maka penulis mencoba untuk memanfaatkan metode *Fuzzy Inference System* yang dimana ditemukan sukses dalam aplikasi pada bidang yang luas, seperti automatic control, klasifikasi data, analisa kesimpulan, sistem pakar, prediksi waktu, robotika dan pengenalan pola.

Pada proyek akhir ini saya mencoba untuk mengaplikasikan *image processing* untuk mengklasifikasikan suatu objek berdasarkan ciri bentuknya menggunakan metode *Fuzzy Inference System*. Objek yang diklasifikasikan akan di-load dari gambar kemudian akan dilakukan proses peng-klasifikasian menggunakan metode *Fuzzy Inference System*. Pengambilan keputusan dengan metode *Fuzzy Inference System* dengan parameter inputan jumlah *vertex point* dari objek yang didapat dengan cara memanfaatkan hasil dari *edge detection* dan *corner detection* dari objek. Sehingga diharapkan sistem dapat secara tepat mengklasifikasikan suatu bentuk objek antara gambar query dan gambar dan mengurangi waktu komputasi.[1]

II. METHODOLOGY

Gambaran umum dari proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

Jurusan Teknik Informatika, PENS-ITS



Gambar 2.1 : Gambaran Umum Proyek Akhir

Secara global sistem klasifikasi bentuk menggunakan metode *Fuzzy Inference System* dapat dilihat pada gambar di atas. Gambar diambil melalui proses capture dari webcam. Kemudian akan dilakukan proses ekstraksi fitur yang hasilnya dari proses ini selanjutnya akan diproses dalam proses klasifikasi menggunakan metode *Fuzzy Inference System*. Akhirnya, objek dapat terklasifikasikan sesuai dengan bentuknya.

Berikut penjelasan dari tahapan - tahapan dari keseluruhan sistem :

2.1. Proses Pengambilan Gambar (*capture*)

Pada proses ini akan menjelaskan bagaimana teknis mendapatkan gambar yang nantinya akan diproses lebih lanjut sebagai objek yang akan diklasifikasikan. Untuk proses pengolahan citra akan digunakan library *OpenCV* yang telah tersedia secara grafis yaitu dengan menggunakan fungsi *cvCaptureFromCAM*.

```

CvCapture* capture;
capture = cvCaptureFromCAM( CV_CAP_ANY );
  
```

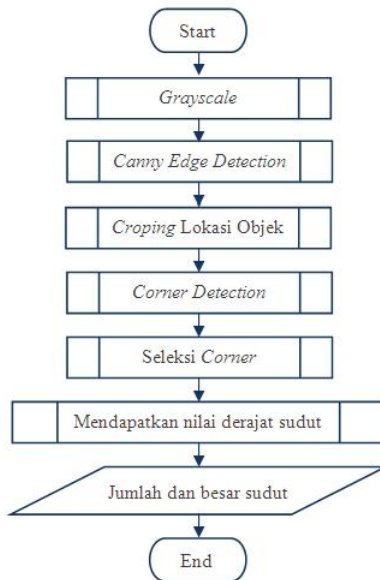
Rincian informasi dari program di atas adalah inisialisasi pengambilan gambar dari kamera menggunakan *cvCaptureFromCAM* dengan parameter *CV_CAP_ANY* yang berarti *capture* melalui kamera *webcam*, jika parameternya bernilai 0 jika *capture* dari video pada *device #0*.

2.2 Ekstraksi Fitur

Pada proses ini dilakukan pen-deteksian dimana area obyek yang akan dicapture dengan cara *ekstraksi fitur* yang meliputi ekstraksi ciri berdasarkan bentuk. Proses ini meliputi proses *gray scale*, *edge detection*, *cropping lokasi objek*, *corner detection*, seleksi *corner* dan mendapatkan nilai derajat tiap – tiap sudut. Pada proses tahap ini dilakukan proses terhadap hasil *capture* yang telah didapatkan dari proses pengambilan gambar yang akan diklasifikasikan untuk menjadi

input pada proses pengklasifikasian dengan metode *Fuzzy Inference System* pada proses berikutnya.

Berikut *flowchart* dari proses ekstraksi fitur :



Gambar 2.2 : *Flowchart* Ekstraksi Fitur

Berikut akan dijelaskan secara berurutan tentang proses ekstraksi fitur :

2.2.1 Grayscale

Setelah dilakukan proses capture terhadap objek yang akan diklasifikasikan, langkah pemrosesan terhadap gambar adalah *grayscale* yang berguna untuk menyederhanakan model citra. Berikut ini potongan dari program *grayscale* dengan menggunakan fungsi *cvCvtColor* pada *library OpenCV* :

```
cvCvtColor(result2, gray, CV_BGR2GRAY);
```

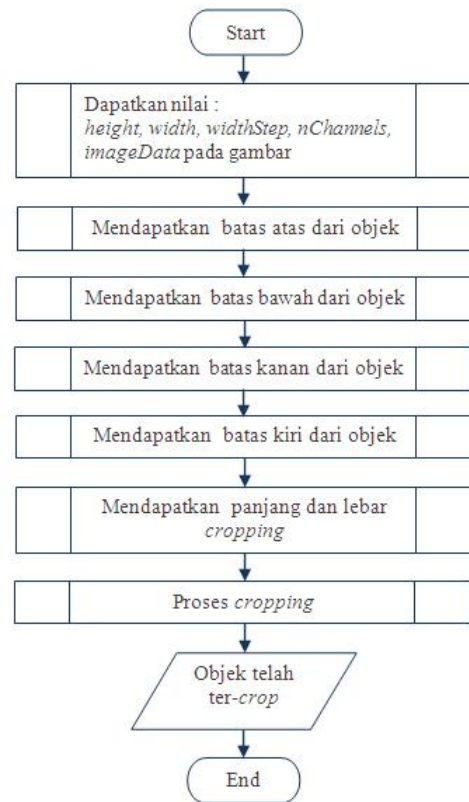
2.2.2 Canny Edge Detection

Setelah dilakukan proses *grayscale* pada gambar, maka langkah selanjutnya adalah melakukan proses deteksi tepi dengan menggunakan menggunakan *Canny*. Dalam mendapatkan deteksi tepi *Canny* digunakan fungsi *cvCanny* yang ada pada *library OpenCV*.

```
cvCanny(gray, edge, 20, 100, 3);
```

2.2.3 Cropping Lokasi Objek

Setelah dilakukan proses deteksi tepi *canny*, maka akan didapatkan nilai dari batas atas, bawah, kanan dan kiri dari objek yang akan diklasifikasikan. Sehingga, dapat dilakukan proses *cropping* lokasi objek berdasarkan bata – batas objek yang telah di dapatkan.



Gambar 2.3 : *Flowchart* Proses Cropping Lokasi Objek

Berikut ini penjelasan tentang urutan proses *cropping* lokasi objek :

- Mendapatkan nilai *height*, *width*, *widthStep*, *nChannels*, *imageData* pada gambar, merupakan data – data dari gambar. Data – data ini akan dibutuhkan pada tahapan – tahapan proses *cropping* selanjutnya.
- Mendapatkan batas atas dari objek, dilakukan dengan cara melakukan proses pengecekan dari unsur *height* gambar secara *increment* sampai ditemukan unsur *pixel* yang berwarna putih.
- Mendapatkan batas bawah dari objek, prosesnya hampir sama dengan mendapatkan batas atas objek, hanya saja proses pengecekan dilakukan secara *decrement*.
- Mendapatkan batas kanan dari objek, berbeda dengan mencari batas atas dan bawah, pada tahap ini dilakukan pengecekan dari unsur *width* gambar secara *decrement* sampai ditemukan unsure *pixel* yang berwarna putih.
- Mendapatkan batas kiri dari objek, pada tahap ini prosesnya hampir sama dengan mendapatkan batas kanan objek, hanya saja proses pengecekan dilakukan secara *increment*.
- Mendapatkan panjang dan lebar *cropping*, merupakan tahapan yang bisa dilakukan setelah didapatkan batas atas, bawah, kanan, dan kiri. Panjang *cropping* didapat dari selisih antara batas kanan dan batas kiri. Sedangkan lebar *cropping* didapat dari selisih antara batas bawah dan batas atas.
- Proses *cropping*, dilakukan setelah didapatkan titik – titik koordinat x dan y dari tiap batas, maka proses selanjutnya adalah proses *cropping* objek sesuai dengan

batas – batasnya. Untuk proses cropping digunakan fungsi *cvSetImageROI* yang juga ada pada *library OpenCV*.

Berikut potongan program dari proses *cropping* :

```
CvRect rect = cvRect(ki, at, hC, wC);
cvSetImageROI(crop, rect);
```

2.2.4 Corner Detection

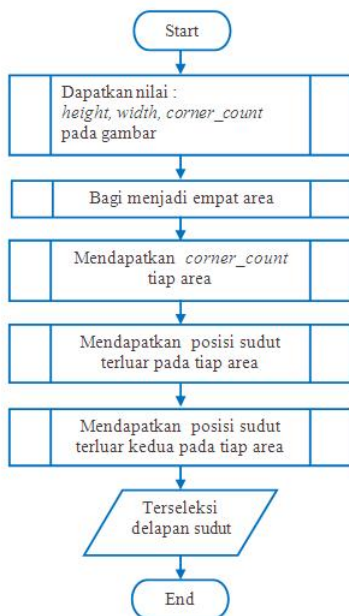
Proses *corner detection* dilakukan setelah dilakukan proses *cropping* objek. Dalam mendeteksi *corner* ini menggunakan fungsi *cvGoodFeaturesToTrack* yang juga ada pada *library OpenCV*. Berikut ini potongan program dari proses deteksi *corner* :

```
cvGoodFeaturesToTrack(crop, eig_img, temp2_img,
corners,&corner_count, quality_level, min_distance,
NULL,eig_block_size, use_harris);
```

2.2.5 Seleksi Corner

Dalam mendapatkan sudut – sudut dari proses *corner detection*, tidak semua sudut – sudut yang didapat akan diklasifikasikan. Atau dengan kata lain sudut tersebut merupakan *noise corner*. Oleh karena itu, penulis melakukan proses seleksi *corner* untuk mendapat sudut yang layak untuk diklasifikasikan atau dilakukan proses selanjutnya.

Proses seleksi *corner* tergambar dalam flowchart di bawah ini :



Gambar 2.4 : Flowchart Proses Seleksi Corner

Berikut ini penjelasan tentang urutan – urutan proses seleksi *corner* :

- Mendapatkan nilai *height*, *width*, *corner_count* pada gambar, merupakan data – data dari gambar. Data – data ini akan dibutuhkan pada tahapan – tahapan proses seleksi *corner* selanjutnya.
- Bagi menjadi empat area, dimana pembagian area ini dengan maksud tiap bagian akan mempunyai maksimal

dua sudut, sehingga setiap objek maksimal mempunyai delapan sudut yang akan diproses selanjutnya.

- Mendapatkan *corner_count* tiap area, merupakan tahapan yang sangat berguna dalam proses mendapatkan sudut terluar dari tiap bagian.
- Mendapatkan posisi sudut terluar pada tiap area, yaitu mencari satu sudut pertama terluar dari tiap bagian.
- Mendapatkan posisi sudut terluar kedua pada tiap area, yaitu mencari sudut kedua yang diperhitungkan berdasarkan jarak antara sudut pertama terluar.

2.2.6 Mendapatkan Nilai derajat Sudut

Setelah ditemukan sudut – sudut pada proses seleksi *corner*, maka tahap selanjutnya adalah menghitung besar dari tiap – tiap sudut.

Berikut ini flowchart mendapatkan nilai derajat sudutnya :



Gambar 2.5 : Flowchart Proses Mendapatkan Nilai derajat sudut

Berikut ini penjelasan tentang urutan – urutan proses seleksi *corner* :

- Mengurutkan sudut – sudutnya, yaitu mengurutkan sudutnya dari bagian satu ke bagian dua ke bagian tiga serta ke bagian 4. Proses pada tahap ini bertujuan agar bisa mendapatkan rusuk – rusuknya sehingga juga bisa ditentukan letak dari tiap – tiap sudut.
- Mendapatkan nilai dari sisi – sisi antar sudut, yaitu mendapatkan panjang dari tiap – tiap sisi atau rusuknya yang kemudian akan digunakan dalam proses mendapatkan besar sudut.
- Mendapatkan nilai dari sisi miring antar dua sisi, karena perhitungan sudut menggunakan rumus segitiga sembarang, maka harus didapatkan sisi yang ketiga yaitu sisi miringnya.
- Mendapatkan besar sudut : $\frac{\cos^{-1}(b^2+c^2-a^2)}{2bc}$, yaitu rumus aturan *cosines* pada segitiga sembarang dimana *b* dan *c* adalah dua sisi antara dua sudut dan *a* adalah sisi miring dari kedua sisi.

2.3 Klasifikasi menggunakan metode Fuzzy Inference System

Metode Fuzzy Inference System adalah metode yang digunakan untuk klasifikasi ciri bentuk. Konsentrasi metode Fuzzy

Inference System adalah pada metode Sugeno Fuzzy Inference System. Dengan metode ini akan didapatkan besarnya prosentase kemiripan bentuknya.

Pada proses pengambilan keputusan untuk klasifikasi bentuk dengan metode Sugeno Fuzzy Inference System terdapat beberapa proses utama, meliputi :

• Fuzzyfication

Definisi dari himpunan fuzzy dan penentuan derajat keanggotaan dari crips input pada sebuah himpunan fuzzy. Pada klasifikasi bentuk, parameter input berupa besarnya sudut.



Gambar 2.6 : Diagram Fuzzification

Diagram Fuzzyfication

$$\mu_{\text{segitiga}}[s] = \begin{cases} 0 & s \leq 30, s \geq 90 \\ (s-30)/(60-30) & 30 < s \leq 60 \\ (90-s)/(90-60) & 60 < s < 90 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{segiempat}}[s] = \begin{cases} 0 & s \leq 60, s \geq 120 \\ (s-60)/(90-60) & 60 < s \leq 90 \\ (108-s)/(108-90) & 90 < s < 108 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{segilima}}[s] = \begin{cases} 0 & s \leq 90, s \geq 120 \\ (s-90)/(108-90) & 90 < s \leq 108 \\ (120-s)/(120-108) & 108 < s < 120 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{segienam}}[s] = \begin{cases} 0 & s \leq 108, s \geq 132 \\ (s-108)/(120-108) & 108 < s \leq 120 \\ (132-s)/(132-120) & 120 < s < 132 \end{cases}$$

• Inferensi

Evaluasi fuzzy rule untuk menghasilkan output pada tiap rule.

Berikut ini beberapa rule yang akan didapatkan :

IF x is 3 AND s is 60 THEN “segitiga 100%”

IF x is 4 AND s is 90 THEN “segiempat 100%”

IF x is 5 AND s is 108 THEN “segilima 100%”

IF x is 6 AND s is 120 THEN “segienam 100%”

IF x is 4 AND s is 94.3 THEN “segiempat 76.11%, segilima 23.89%”

• Defuzzyfication

Perhitungan *Crips Out*. Dimana di sini akan didapatkan output akhir prosentase kemiripan bentuknya yang berfokus pada jumlah sudut yang terklasifikasi. Hasil pada tiap – tiap *index* akan dikalan 100 persen.

F = {segitiga, segiempat, segilima, segienam}

Misal : Jumlah sudut = 3 dan F = {0.12, 0.08, 0.0, 0.0}

Maka hasilnya : SEGITIGA 12 % , SEGIEMPAT 8 % , SEGILIMA 0 % , SEGIENAM 0 %

III. RESULTS

Pada bab sebelumnya telah dibahas tentang metodologi dari proses pembuatan sistem hingga penjelasan proses pertahap-

nya. Pada bab ini akan direpresentasikan tentang hasil sistem berdasarkan tahapan - tahapan dari metodologi yang telah dipaparkan sebelumnya, serta hasil percobaan dari sistem yang telah dibuat.

Berikut ini hasil dari pengujian keseluruhan sistem klasifikasi terhadap bentuk segitiga:

Uji Coba ke-	Gambar Asal	Hasil Diagram Fuzzyfication	Hasil klasifikasi (Conclusion)	Analisa
I			CONCLUSION -- TRIANGLE -- with SIMILARITY 92.8125 Persen	75 % didapatkan hasil yang benar. Pada percobaan ke-IV tidak didapatkan hasil yang seharusnya.
II			CONCLUSION -- TRIANGLE -- with SIMILARITY 98.9868 Persen	
III			CONCLUSION -- TRIANGLE -- with SIMILARITY 58.7813 Persen	
IV			CONCLUSION -- PENTAGON -- with SIMILARITY 76.2434 Persen	


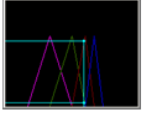
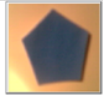
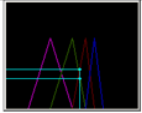

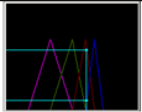

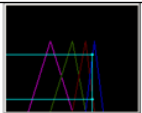
Tabel 3.1 : Hasil Percobaan Segitiga

Berikut ini hasil dari pengujian keseluruhan sistem klasifikasi terhadap bentuk segiempat:

Uji Coba ke-	Gambar Asal	Hasil Diagram Fuzzyfication	Hasil klasifikasi (Conclusion)	Analisa
I			CONCLUSION -- SQUARE -- with SIMILARITY 82.9136 Persen	75 % Didapatkan hasil yang benar. Pada percobaan ke-III tidak didapatkan hasil yang seharusnya.
II			CONCLUSION -- SQUARE -- with SIMILARITY 51.1162 Persen	
III			CONCLUSION -- PENTAGON -- with SIMILARITY 51.8876 Persen	
IV			CONCLUSION -- SQUARE -- with SIMILARITY 73.363 Persen	


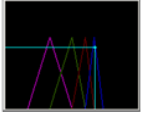

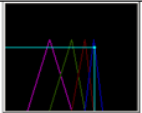

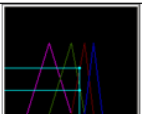

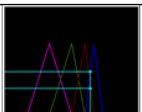
Tabel 3.2 : Hasil Percobaan Segiempat

Berikut ini hasil dari pengujian keseluruhan sistem klasifikasi terhadap bentuk segilima:

Uji Coba ke-	Gambar Asal	Hasil Diagram Fuzzyfication	Hasil klasifikasi (Conclusion)	Analisa
I			GENUS (FIS) -- PENTAGON -- with SIMILARITY 93.4693 Persen	75 % didapatkan hasil yang benar. Pada percobaan ke-IV tidak didapatkan hasil yang seharusnya.
II			GENUS (FIS) -- PENTAGON -- with SIMILARITY 96.3969 Persen	
III			GENUS (FIS) -- PENTAGON -- with SIMILARITY 95.7664 Persen	
IV			GENUS (FIS) -- HEXAGON -- with SIMILARITY 81.5793 Persen	

Tabel 3.3 : Hasil Percobaan Segilima

Berikut ini hasil dari pengujian keseluruhan sistem klasifikasi terhadap bentuk segienam:

Uji Coba ke-	Gambar Asal	Hasil Diagram Fuzzyfication	Hasil klasifikasi (Conclusion)	Analisa
I			GENUS (FIS) -- HEXAGON -- with SIMILARITY 96.1331 Persen	75 % didapatkan hasil yang benar. Pada percobaan ke-IV tidak didapatkan hasil yang seharusnya.
II			GENUS (FIS) -- HEXAGON -- with SIMILARITY 99.6192 Persen	
III			GENUS (FIS) -- PENTAGON -- with SIMILARITY 95.6993 Persen	
IV			GENUS (FIS) -- HEXAGON -- with SIMILARITY 81.2562 Persen	

Tabel 3.4 : Hasil Percobaan Segienam

Keterangan :

UJI COBA I : pada siang hari dan cahaya kurang

UJI COBA II : pada siang hari dan cahaya normal

UJI COBA III : pada malam hari dan cahaya kurang

UJI COBA IV : pada malam hari dan cahaya normal

Analisa :

Dari keempat percobaan didapatkan rata - rata prosentase keberhasilan dari semuanya adalah 75 % menghasilkan *output* yang sempurna.

IV. CONCLUSIONS

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang telah di bahas pada bab sebelumnya maka dapat diberikan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Rata – rata persentase keberhasilan proses klasifikasi bentuk menggunakan metode Fuzzy Inference System untuk sample di atas adalah sebesar 87.5%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode Fuzzy Inference System sudah dapat meng-klasifikasi-kan bentuk dengan baik.
- 2) Perhitungan sudut dengan menggunakan aturan cosines pada segitiga sembarang dapat digunakan untuk meng-klasifikasikan bentuk.
- 3) Intensitas cahaya di sekitar objek yang di-capture berpengaruh terhadap proses ekstraksi fitur dan klasifikasi pada objek.

REFERENCES

- [1] Jang, JSR; Sun, CT dan Mizutani, E. 2004. “*Neuro-Fuzzy and Soft Computing. Singapore*”. Pearson Education.
- [2] Sigit, Ryanto. “*Modul Praktikum Image Processing*”. PENS-ITS. 2005.
- [3] _____. “*Open Source Computer Vision Library*”. _____
- [4] _____. “*Bentuk Geometri*”. http://id.wikipedia.org/wiki/Grup_simetri [diakses pada 26 Maret 2010]
- [5] _____. “*Teorema Pythagoras*”. http://id.wikipedia.org/wiki/Teorema_Pythagoras [diakses pada 26 Maret 2010]
- [6] _____. “*Sudut Geometri*”. [http://id.wikipedia.org/wiki/Sudut_\(geometri\)](http://id.wikipedia.org/wiki/Sudut_(geometri)) [diakses pada 26 Maret 2010]
- [7] _____. “*Trigonometri*”. <http://id.wikipedia.org/wiki/Trigonometri> [diakses pada 26 Maret 2010]
- [8] _____. “*Klasifikasi Online Citra Daun berdasarkan Fitur Bentuk dan Ruas Daun*”. <http://viplab.if.its.ac.id/wp-content/uploads/2010/05/c15-agus-zainal-arifin-klasifikasi-online-citra-daun-ber.pdf> [diakses pada 21 Juli 2010]