

## PENGENALAN BENTUK DENGAN METODE *N-TUPLE* DAN FUZZY LOGIC

Samuel Lukas<sup>1</sup>, Arnold Aribowo<sup>2</sup>, Yunita Thedykurnia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Informatika, Fakultas IlmuKomputer, Universitas Pelita Harapan

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Komputer, Fakultas IlmuKomputer, Universitas Pelita Harapan

UPH Tower, Lippo Karawaci, Tangerang, 15811

Telp.(021)5460901 ext 1347, Faks (021)5460910

[slukas@uph.edu](mailto:slukas@uph.edu), [arnold.aribowo@staff.uph.edu](mailto:arnold.aribowo@staff.uph.edu), [yunita.thedykurnia@gmail.com](mailto:yunita.thedykurnia@gmail.com)

### ABSTRAKS

Shape recognition is important in digitizing information era. It enables computer system to recognize some shapes. The shape could be a picture or a handwriting letter. There are many methods can be applied to do so. This paper presents on how *n-tuple* method and fuzzy logic systems can also be implemented.

The shapes can be recognized by the system are limited to capital letter from A to E, and some plane geometries such as square, circle, triangle, hexagon, and rhomboid. The image input is a binary image and processed through *n-tuple* method. Tsukamoto method is used for fuzzy inferencing. The inputs in this fuzzy system are taken from the output of *n-tuple* method.

During the experiments, the system had been trained by 10 data samples for each shape, and then tested by 20 data for each shapes. From the experiments, capital letter 'E' can be recognized 100% correctly. On the other hand, the least correctly recognized is shape hexagon which is only 60%.

Keywords : Shape Recognition, *N-tuple* Method, Fuzzy Logic

### 1. PENDAHULUAN

Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence*, AI) adalah salah satu bidang ilmu yang berkembang saat ini. Para ahli setuju bahwa AI berhubungan erat dengan dua ide dasar. Pertama, menyangkut studi proses berpikir manusia dan kedua, berhubungan dengan merepresentasikan proses tersebut melalui mesin. Penerapan Kecerdasan Buatan meliputi berbagai bidang antara lain: Bahasa/linguistik, Psikologi, Filsafat, Teknik Elektro, Ilmu Komputer, dan Ilmu Manajemen. Aplikasi lain dari kecerdasan buatan misalnya untuk merangkum berita, pemrograman komputer secara otomatis, atau menerjemahkan dari suatu bahasa ke bahasa yang lain, serta aplikasi dalam permainan.

Salah satu bidang penelitian AI adalah sistem pengenalan pola. Sistem ini memungkinkan komputer mengenali suatu pola tertentu. Penerapan sistem ini banyak ditemukan di dunia industri, remote sensing, sistem cerdas dan bahkan ke tingkat keamanan baik data maupun sosial.

Metode *tuple-N* adalah salah satu pendekatan yang sederhana yang digunakan untuk sistem pengenalan pola yang khusus dipakai untuk mengenali bentuk. Keterbatasan metode *tuple-N* dapat diatasi dengan menggunakan logika fuzzy. Makalah ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem pengenal bentuk yang menggunakan metode *tuple-N* dan logika fuzzy dapat melakukan pengenalan bentuk dengan baik dan benar.

### 2. METODA *TUPLE-N*

Mekanisme utama metoda *Tuple-N* adalah menyimpan informasi Boolean dari suatu citra

pembanding. Citra masukan yang akan dikenali dibuat fungsi Booleannya dan kemudian dibandingkan dengan citra pembanding yang ada. Citra masukan akan dikenali apabila ada kesamaan fungsi Boolean dari citra masukan dengan fungsi Boolean citra pembanding. Citra masukan maupun citra pembanding berupa citra biner yang berukuran  $m \times n$  pixels.

Fungsi Boolean atas citra pembanding  $k$  yang berukuran  $m \times n$  pixels dinyatakan dengan [3],  $F_k^i(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}), i = 1, 2, \dots, m$ . Suatu citra pembanding  $k$  dapat berupa  $p$  buah citra yang merupakan variasi dari citra pembanding  $k$  tersebut.  $P$  adalah ukuran data pelatihan setiap citra pembanding. Gambar 1 memperlihatkan satu buah citra pembanding yaitu untuk citra pembanding huruf T, dengan tiga buah citra variasinya yaitu data 1, data 2 dan data 3, ( $P = 3$ ) dan satu citra masukan



Data 1      Data 1      Data 1      Masukan  
Gambar 1. Tiga buah citra sebagai citra pembanding huruf T

$$F_k^i(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}) = \sum_{l=1}^p \prod_{j=1}^n f_k^l(x_{ij}) \dots (1)$$

$f_k^l(x_{ij})$  menyatakan derajat keabuan citra pembandingan  $k$  yang ke  $l$  di baris  $i$  kolom ke  $j$ . Karena citra pembandingan adalah biner maka untuk warna hitam,  $f_k^l(x_{ij}) = \overline{x_{ij}}$  dan  $f_k^l(x_{ij}) = x_{ij}$  untuk putih. Hasil perbandingan citra masukan dengan citra pembandingan ke  $k$  dinyatakan dengan *similarity score*  $SC(k)$  atau skor kemiripan yang dinyatakan dengan

$$SC(k) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m F_k^i(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}) \quad \dots (2)$$

Jika pixel baris ke  $i$  kolom ke  $j$  dari citra masukan adalah hitam maka  $x_{ij} = 0$  tetapi jika ia berwarna putih maka  $x_{ij} = 1$ . Selain dapat menghitung *similarity score*, dapat juga dihitung *Degree of Match*, DoM yang dilambangkan dengan  $DoM_k^i, i = 1, 2, \dots, m$ .  $DoM_k^i$  adalah nilai derajat kesesuaian citra masukan dengan citra pembandingan  $k$  pada tuple ke  $i$ , dinyatakan dengan

$$DoM_k^i = \sum_{l=1}^p DoM_k^i(l) \quad \dots (3)$$

$DoM_k^i(l)$  bernilai 1 jika citra masukan pada tapel ke  $i$  sama persis dengan variasi citra pembandingan ke  $l$  tapel ke  $i$ . Jika tidak maka  $DoM_k^i(l) = 0$ . Untuk gambar 1 maka fungsi Boolean citra pembandingan  $T$  dan skor kemiripan citra masukan nya adalah

$$F_T^1(x_{11}, x_{12}, x_{13}) = \overline{x_{11}x_{12}x_{13}} + \overline{x_{11}x_{12}x_{13}}$$

$$F_T^2(x_{21}, x_{22}, x_{23}) = \overline{x_{21}x_{22}x_{23}}$$

$$F_T^3(x_{31}, x_{32}, x_{33}) = \overline{x_{31}x_{32}x_{33}} + \overline{x_{31}x_{32}x_{33}}$$

$$SC(k) = \frac{1}{3}(F_T^1(1,0,0) + F_T^2(1,0,1) + F_T^3(1,0,1)) = \frac{2}{3}$$

$$DoM_T^1 = 0, DoM_T^2 = 3, DoM_T^3 = 2$$



Huruf E                      Huruf B  
Gambar 2. Huruf E dan huruf B

Salah satu kelemahan dari metode ini adalah hilangnya peran posisi piksel dalam *tuple* padahal dalam kenyataannya beberapa posisi piksel sangat menentukan dalam proses klasifikasi. Perhatikan untuk kasus huruf E dan B dalam Gambar 2.

Kedua huruf ini hanya berbeda untuk piksel di posisi (2,3) dan di posisi (4,3), sehingga dua piksel ini kontribusinya sangat besar dalam membedakan antara huruf E dan B. Salah satu perbaikan proses identifikasi yang mungkin dilakukan adalah dengan menghitung faktor penting suatu piksel, *Pixels Score*, yang dilambangkan dengan  $PC_k(i, j)$ .

$$PC_k(i, j) = \frac{|N_B(i, j) - N_W(i, j)|}{N_B(i, j) + N_W(i, j)} \quad \dots (4)$$

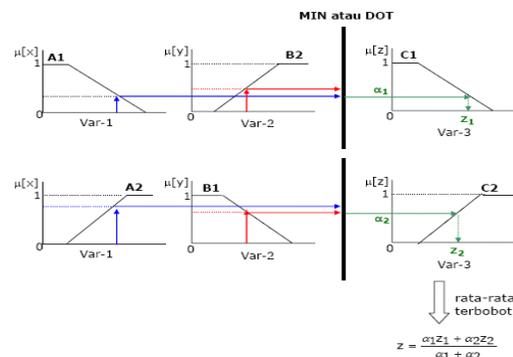
$N_B(i, j)$  dan  $N_W(i, j)$  adalah banyaknya citra pembandingan ke  $k$  yang berwarna hitam dan putih pada baris ke  $i$  kolom ke  $j$ . *Important of the tuple*,  $IoT$ , di baris, tuple ke  $i$  pada citra pembandingan ke  $k$  dinyatakan  $IoT_k(i)$  dimana

$$IoT_k(i) = \sum_{j=1}^n PC_k(i, j) \quad \dots (5)$$

$PC_T(i, j)$  untuk citra pembandingan huruf T yang diperlihatkan gambar 1 membentuk matrik PC,  $PC_T(1,3) = 1/3$ ,  $PC_T(2,1) = 1$ , dan  $PC_T(3,2) = 1/3$ . sedangkan  $IoT_k(1) = 7/3$ ,  $IoT_k(2) = 3$ , dan  $IoT_k(3) = 7/3$ . Ini berarti bahwa baris kedua lebih penting pada citra pembandingan T dibanding baris ke satu dan ke tiganya.

### 3. INFERENSI FUZZY TSUKAMOTO

Terdapat beberapa jenis sistem inferensi *fuzzy* yang dikenal yaitu Mamdani, Sugeno dan Tsukamoto. Sistem inferensi *fuzzy* bekerja berdasarkan kaidah-kaidah linguistik dan memiliki algoritma *fuzzy* yang menyediakan sebuah aproksimasi untuk analisa matematik. Pada makalah digunakan sistem inferensi Tsukamoto dengan dua variabel *fuzzy* yang diperlihatkan pada Gambar 3.



#### 4. PERANCANGAN SISTEM

Bagan umum perancangan sistem pengenalan bentuk diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Bagan umum sistem

Citra pelatihan dibagi atas 10 bentuk, lima diantaranya adalah karakter cetak A hingga E dan lima lainnya adalah bangun datar yang berbentuk bujur sangkar, lingkaran, segitiga, segienam dan jajaran genjang. Semua citra masukan berbentuk citra biner. Setiap bentuk diberikan 10 sampel citra. Sehingga ada 100 citra data pelatihan yang masing-masing berukuran 100 x 100 pixel. Setiap citra masukan dipotong untuk menghilangkan efek latar belakang citra yang kemudian dilakukan penskalaan sehingga berukuran 10x10 pixel.

Proses perhitungan IoT dilakukan atas semua variasi citra pembanding. Karena ada sepuluh bangun citra pembanding dan satu citra pembanding ada 10 tupel maka terbentuk matrik IoT berukuran 10 x 10 yang disimpan dalam database IoT.

$IoT(k, i)$  adalah IoT bangun  $k$  tapel ke  $i$ .

Proses perhitungan DoM dilakukan atas citra masukan terhadap ke sepuluh bangun citra pembanding. Untuk membandingkan citra masukan dengan satu bangun citra pembanding didapat 10 nilai DoM. Sehingga didapat matrik DoM 10 x 10,

$DoM(k, i)$  adalah DoM citra masukan terhadap bangun  $k$  tapel ke  $i$ .

Proses Fuzzy menggunakan dua set masukan yaitu  $IoT(k, i)$  dan  $DoM(k, i)$ . Domain IoT dan DoM dibuat masing-masing tiga fungsi fuzzy, kecil, sedang dan besar. Dengan menggunakan sembilan kombinasi aturan inferensi, maka keluaran sistem Fuzzy adalah matrik nilai fuzzy berukuran 10 x 10 yang dilambangkan dengan  $Z(k, i)$  yang berarti nilai inferensi fuzzy Tsukamoto citra masukan dengan bangun citra pembanding  $k$  pada tapel ke  $i$ .

Perhitungan pengenalan bentuk menghasikan 10 keluaran skor kemiripan fuzzy,  $SKF(k)$ ,  $k = 1, 2, \dots, 10$ . Citra masukan dikenali sebagai bangun  $k$  jika  $SKF(k)$  yang terbesar.

$$SKF(k) = \frac{\sum_{i=1}^{10} Z(k, i) \cdot IoT(k, i)}{\sum_{i=1}^{10} IoT(k, i)} \quad \dots \dots \dots (5)$$

#### 5. PENGUJIAN SISTEM

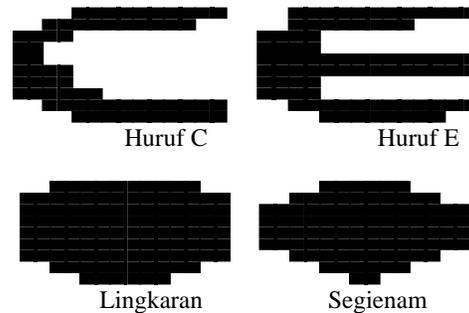
Proses pengujian sistem dilakukan dengan menguji masing-masing bentuk, baik huruf maupun bangun datar masing-masing sebanyak 20 citra pengujian. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah sistem dapat mengenali bangun input sesuai dengan bangun yang diharapkan, selain itu juga untuk membandingkan total skor kemiripan antara bangun karakter huruf dan bangun datar. Hasil pengujian diperlihatkan pada Tabel 1.

Dari tabel pengujian di atas, diketahui bahwa beberapa citra pengujian tidak dikenali sebagai bangun yang diharapkan. Bangun yang dikenali 100% adalah bangun karakter 'E'. Sedangkan bangun segienam hanya dikenali 12 citra dari 20 citra pengujian atau mencapai pengenalan 60%.

Tabel 1. Hasil pengujian dua puluh buah data pengujian untuk masing-masing bentuk

	Dikenali sebagai									
	A	B	C	D	E	□	○	△	⬡	%
A	19	0	0	0	1	0	0	0	0	95
B	0	19	0	1	0	0	0	0	0	95
C	0	0	15	0	5	0	0	0	0	75
D	0	1	0	19	0	0	0	0	0	95
E	0	0	0	0	20	0	0	0	0	100
□	0	0	0	0	0	19	1	0	0	95
○	0	0	0	0	0	1	18	0	1	90
△	0	0	0	0	0	1	0	19	0	95
⬡	0	0	0	0	0	0	8	0	12	60
⬢	0	0	0	0	0	0	1	0	0	19

Semua bangun karakter C yang tidak dikenali dikenali sebagai bangun karakter E demikian juga semua bangun segienam yang tak dikenali dikenali sebagai bangun lingkaran. Hal ini terlihat sangat logis. Bangun-bangun lainnya yang tidak dikenali, dikenali sebagai bangun lainnya secara logis, Gambar 5.



Gambar 5. Beberapa bangun yang tingkat kemiripannya sangat besar

Pengenalan pada percobaan pertama dapat dilakukan karena citra yang akan dikenali sudah dikenali bangunnya. Andaikata citra yang dikenali

tidak dikenal bangunnya, bagaimana sistem bisa mengenali bangun citra itu. Untuk itu perlu dilakukan penelitian kedua bertujuan untuk menentukan berapa derajat kesamaan minimal suatu bangun, sehingga bangun itu dikenali sebagai bangun tertentu. Hasil penelitian itu ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian nilai SKF untuk semua bangun citra pembandingan

Bangun	Nilai SKF		Persentasi Pengenalan	
	Max	Min	Max	Minl
A	0.47	0.33	98	69
B	0.45	0.28	90	57
D	0.47	0.30	96	61
E	0.53	0.36	93	63
□	0.57	0.38	88	59
○	0.60	0.42	93	65
△	0.58	0.37	95	61
⬡	0.57	0.44	95	74
▭	0.58	0.36	90	56

Dari 20 citra masukan bangun karakter A, nilai SKF terbesar adalah 0.47 dan terkecilnya adalah 0.33. Sedangkan persentasi pengenalan bangun karakter A pada sistem terbesar adalah 98% sedangkan terkecilnya 69%. Angka ini didapat dari membandingkan SKF dari bangun karakter A terhadap 20 citra pengujian A, dengan SKF terbesar yang mungkin dari seluruh sepuluh variasi citra pembandingan bangun A. Jadi dapat disimpulkan bahwa untuk mengenali citra masukan sebagai bangun karakter A maka nilai SKF terhadap bangun karakter A minimal 0.33. Karena nilai SKF terbesar yang paling kecil adalah 0.45 sedangkan nilai SKF terkecil yang terbesarnya adalah 0.44 maka suatu citra masukan dapat dikenali bangunnya dengan baik.

## 6. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan keseluruhan proses yang telah dikerjakan dalam perancangan sistem beserta proses pengujian dan analisisnya adalah:

- 1) Sistem pengenalan bentuk menggunakan metode *tuple-N* dan *fuzzy logic* ini dapat digunakan untuk mengenali karakter huruf maupun untuk mengenali bangun datar.
- 2) Bangun karakter E dapat dikenali dengan baik sedangkan pengenalan yang terburuh adalah bangun datar segienam.

## PUSTAKA

- [1] Achmad, Balza., *Kecerdasan Buatan*, <http://balzach.staff.ugm.ac.id/AI/Diktat%20Kecerdasan%20Buatan.pdf>, diakses tanggal 10 Mei 2009.
- [2] Hamonangan, Aswan., *Fuzzy Logic*, [http://www.electroniclab.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=27:logika-samar-samar-fuzzy-logic&catid=8:lablogic&Itemid=9](http://www.electroniclab.com/index.php?option=com_content&view=article&id=27:logika-samar-samar-fuzzy-logic&catid=8:lablogic&Itemid=9), diakses tanggal 10 Mei 2009.
- [3] Priyatma, Eka., *Perluasan Algoritma Pengenal Huruf Metode Tuple-N Memakai Logika Kabur*, <http://home.unpar.ac.id/~integral/Volume%209/Integral%209%20No.%203/Perluasan%20Algoritma%20Huruf.pdf>, diakses tanggal 10 November 2008