

# PENGLASIFIKASIAN SISWA BERDASARKAN PRESTASI BELAJAR DENGAN MENGGUNAKAN LOGIKA *FUZZY CLUSTERING*

Feddy Setio Pribadi

Teknik Elektro FT UNNES, email : feddysetio@yahoo.com

## Abstract

Analyzing data of students' evaluation is often a difficult work for a lecturer. The analysis is aimed to know the students' ability in mastering materials so that the lecturer can classify the students based on their ability. This article provides a method called *fuzzy clustering* which is used for classifying students based on their achievement. This method is an algorithm that was adopted from human reasoning so that in determining a decision it is expected to be more humane. *Fuzzy clustering* uses membership function to classify students according to value which shares common characteristics. The experiment revealed that the most optimum result to classify 40 students' marks comprises 3 groups. The central cluster is 34.7365 (cluster 1), 58.1670 for cluster 2, and 85.1248 for cluster 3. The three cluster centers were used to calculate the students' marks which are close to each cluster. With this method grouping students based on learning achievement is more flexible and has a high tolerance value.

**Kata kunci :** logika fuzzy, fuzzy clustering, klasifikasi, dan prestasi belajar

## PENDAHULUAN

Kemampuan daya serap dalam belajar setiap siswa berbeda antara satu dengan yang lain. Hal tersebut tergantung dari kemampuan setiap siswa dalam merekam informasi ke dalam media pengingat yaitu otak. Dengan belajar terus-menerus dan melatih Otak diharapkan otak dapat dengan mudah untuk menyimpan dan mengingat data-data yang terekam di dalamnya, di dalam otak kemudian data-data tersebut dijadikan informasi manakala diperlukan.

Pengoptimal fungsi kerja otak sebagai memori dan pengolah informasi perlu mendapat pelatihan yang optimal sejak manusia berada pada usia dini karena pendidikan di masa kanak-kanak akan

menentukan perkembangan anak tersebut di masa depan. Terkait dengan pengotimalan kerja otak perlakuan yang diterima seorang siswa dalam mengikuti proses belajar mengajar disekolah harus tepat sesuai dengan kemampuan siswa tersebut mengolah informasi yang diterima, sehingga tujuan dan sasaran pembelajaran siswa di sekolah dapat menyentuh semua tingkatan kemampuan siswa untuk dapat mencapai tingkat yang paling optimal.

Penentuan tingkat kemampuan belajar siswa berdasarkan hasil evaluasi proses pembelajaran merupakan tahapan paling penting dalam mengenal karakteristik daya serap masing-masing siswa. Dengan mengetahui hasil evaluasi diharapkan tenaga

pengajar dapat memberikan perlakuan-perlakuan khusus terhadap tingkatan-tingkatan kemampuan siswa sehingga proses pembelajaran dapat tercapai dalam seluruh kelas dan dalam semua tingkatan kemampuan siswa.

Penganalisisan data hasil evaluasi belajar siswa kerap kali menjadi pekerjaan yang paling sulit dilakukan bagi seorang tenaga pengajar. Hambatan terbesar adalah karena pekerjaan tersebut dilakukan secara manual sehingga seorang tenaga pengajar harus benar-benar teliti dalam melakukan pengelompokan siswa berdasarkan tingkatan-tingkatan kemampuan yang bisa dicapai. Hambatan lain yang menjadi kendala proses analisis data adalah ketidak tahuan tenaga pengajar akan metode olah data dalam hal ini metode *clustering* data sehingga para tenaga pengajar mendapatkan kesulitan untuk melakukan pelompokan siswa berdasarkan kemampuan yang dimilikinya.

Artikel ini bertujuan untuk memberikan suatu metode analisis data yang digunakan dalam mengklasifikasikan siswa sesuai dengan prestasi belajarnya. Metode yang digunakan dalam artikel ini adalah *Fuzzy Clustering* dimana metode ini termasuk dalam salah satu metode kecerdasan buatan. *Fuzzy clustering* merupakan suatu algoritma yang diadopsi dari penalaran manusia sehingga dalam menentukan suatu keputusan diharapkan lebih manusiawi.

### **Logika Fuzzy**

Logika fuzzy pertama kali ditujukan sebagai suatu metode untuk menangani ketidakpastian dari suatu data (Sato,2006). Ketidakpastian merupakan bentuk umum yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari, dalam dunia nyata sering kali tidak akan

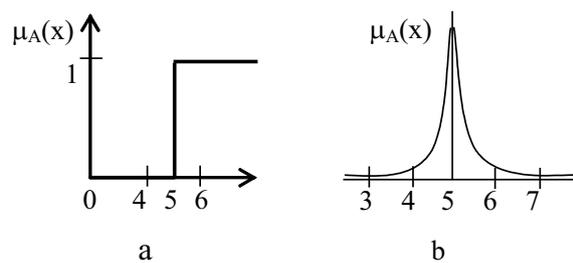
pernah mendapatkan sesuatu yang ideal. Persepsi kita terhadap kejadian di dunia nyata banyak diliputi dengan sesuatu yang tidak pasti misalnya penggunaan kata banyak, tinggi, muda dll. (Sivanandam,2007). Pengungkapan ekspresi dengan kata banyak akan mempunyai perbedaan persepsi antara satu orang dengan orang lain. Begitu pula penggunaan kata tinggi, orang Indonesia dengan tinggi 175 sudah dapat dikatakan tinggi karena sudah di atas rata-rata akan tetapi orang amerika yang mempunyai tinggi 175 akan terlihat biasa saja.

Himpunan fuzzy pertama kali di perkenalkan oleh Zadeh pada tahun 1965 sebagai suatu cara untuk menyatakan nilai kekaburan dengan menggunakan bahasa percakapan. Pernyataan yang mengandung ketidakpastian dengan menggunakan kata banyak, muda, tua, tinggi yang dikenal didalam dunia nyata seperti tersebut dalam paragraf di atas kita kenal dengan sesuatu yang kabur atau fuzzy. Karena kita tidak dapat mengatakan bahwa hal tersebut benar-benar salah atau memang benar adanya.

Fuzzy diperkenalkan sebagai konsep yang mengadopsi pola pikir manusia yang mempunyai sifat toleransi. Ide dasar fuzzy adalah untuk memperhalus kriteria yang diterapkan oleh himpunan tradisional atau juga dikenal dengan himpunan *crisp* (tegas). Himpunan non-fuzzy akan mengelompokan berdasarkan kriteria yang dimiliki tiap-tiap kelompok secara tegas, sebagai contoh apabila  $X$  merupakan semesta pembicaraan dimana  $X$  adalah bilangan real dan  $x$  adalah subset dari  $X$  yang beranggotakan angka 1 sampai dengan 10. Apabila muncul angka 11, angka tersebut akan masuk dalam subset lain semisal  $y$  yang beranggotakan angka 11 sampai 20. Dengan kata lain teori himpunan non-fuzzy akan menyatakan keberadaan suatu element dengan dua

kondisi yaitu termasuk dalam himpunan atau tidak termasuk dalam himpunan.

Fuzzy menggunakan konsep bahwa setiap elemen dalam semesta pembicaraan akan mempunyai derajat keanggotaan untuk dapat masuk ke dalam suatu himpunan. Gambar 1 di bawah ini akan menjelaskan perbedaan himpunan tegas dengan himpunan fuzzy.



**Gambar 1. (a). Keanggotaan Himpunan Tegas**  
**(b). Keanggotaan Himpunan Fuzzy**

Gambar 1a. menjelaskan bahwa elemen keanggotaan yang termasuk ke dalam himpunan yang digambarkan melalui graf gambar 1a adalah elemen yang mempunyai nilai  $\geq 5$ . dengan notasi matematika dituliskan. Himpunan tegas secara jelas menyatakan bahwa suatu elemen akan menjadi anggota dari suatu himpunan atau tidak menjadi anggota suatu himpunan dengan ditandai dengan nilai 0 dan 1.

Gambar 1b. menjelaskan bahwa elemen keanggotaan yang termasuk ke dalam himpunan yang di gambarkan melalui grafik gambar 1b adalah elemen yang mempunyai nilai mendekati 5 dengan notasi matematika dituliskan.

$$\mu_{(A)}^x = \begin{cases} 1 & \geq 5 \\ 0 & < 5 \end{cases}$$

Himpunan fuzzy menyatakan bahwa suatu elemen akan menjadi anggota dari suatu himpunan berdasarkan kedekatan nilai terhadap batasan nilai himpunan yang disyaratkan. Kedekatan nilai tersebut kemudian di kenal sebagai derajat keanggotaan ditandai dengan nilai antar 0 sampai dengan 1.

### **Fuzzy Clustering**

*Clustering* adalah suatu teknik untuk mengklasifikasikan data ke dalam kelompok-kelompok tertentu yang didasarkan atas kesamaan sifat atau karakter (Valente J:2007) Data yang mempunyai karakteristik yang sama akan dijadikan ke dalam satu kelompok sedangkan data dengan karakteristik berbeda akan masuk atau membentuk kelompok yang lain. pengklasifikasian atau pengelompokan dengan metode tradisional dengan menggunakan teori himpunan cenderung bertolak belakang dengan kajadian dalam kehidupan sehari-hari yang selalu mengandung unsur ketidak pastian dan toleransi. Penggolongan siswa berdasarkan hasil prestasi menjadi salah satu contoh pengelompokan yang mengandung ususr toleransi yang tinggi, sebagai contoh dalam sebuah kelas seorang guru akan mengelompokan siswanya menjadi 3 kelompok besar yaitu pandai, biasa saja, bodoh. Pengelompokan dilakukan bersarkan hasil pencapaian nilai pada saat test. Guru tersebut akan mencoba memetakan bahwa siswa yang mempunyai nilai  $\geq 8$  tergolong dalam siswa yang pandai, siswa yang mempunyai nilai antara 6 hingga 8 akan dikelompokan ke dalam siswa yang biasa saja, sedangkan siswa yang mempunyai nilai di bawah 6 akan dikategorikan sebagai siswa bodoh. Pengklasifikasian ini menggunakan batasan yang tegas jika siswa mempunyai nilai diluar standart kelompok tertentu siswa tersebut secara otomatis akan menduduki

kelompok lain sesuai dengan kesamaan yang dimiliki.

Kenyataannya akan terasa sulit untuk membuat justifikasi terhadap siswa yang mempunyai nilai 7,95. Secara tegas siswa tersebut akan berada pada kelompok siswa dengan kategori biasa saja. Akan tetapi pada kasus ini tidak dapat kita katakan bahwa siswa dengan nilai 7,95 adalah biasa saja karena selisih nilai 7,95 dengan 8 hanya 0,05. Sifat pemikiran manusia pasti akan mengatakan bahwa siswa tersebut adalah siswa pandai, hanya saja karena dilakukan dengan penggolongan yang mengacu kepada himpunan tegas maka siswa tersebut tergolong biasa saja. Himpunan fuzzy akan menyatakan bahwa siswa dengan nilai 7,95 akan mempunyai derajat keanggotaan 0,9. Nilai 0,9 menyatakan bahwa siswa dengan nilai 7,95 mempunyai peluang untuk dapat masuk ke dalam himpunan siswa pandai dengan derajat keanggotaan 0,9 maka dengan menggunakan konsep fuzzy siswa tersebut akan dapat menjadi anggota dari himpunan siswa pandai.

Langkah-langkah di bawah ini adalah algoritma yang dikembangkan untuk dapat melakukan klasifikasi yang didasarkan atas logika fuzzy:

1. Urutkan data yang akan di *cluster* dari urutan kecil ke besar.
2. Tentukan jarak maksimal pemisah antar *cluster*
3. Hitung jarak antar data dengan metode absolute distance.
4. Kembali ke langkah 2 dan 3 untuk mendapatkan jumlah *cluster* yang diinginkan.

Algoritma Fuzzy C-Means (FCM) (Kusumadewi 2004)

1. Input data yang akan di *cluster* X, berupa matrik berukuran n x m (n = jumlah

sampel data, m = atribut setiap data).  $X_i$  = data sampel ke-i ( $i = 1, 2, \dots, n$ ), atribut ke-j ( $j = 1, 2, \dots, m$ ).

2. Tentukan :
  - a. Jumlah *cluster*
  - b. Pangkat
  - c. Maksimum iterasi
  - d. Error terkecil yang diharapkan
  - e. Fungsi Obyektif awal
  - f. Iterasi awal
3. Bangkitkan bilangan random  $u_{ik}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ ;  $k = 1, 2, \dots, c$ ; sebagai elemen-elemen matriks partisi awal U. Hitung jumlah setiap kolom (atribut) :

$$Q_j = \sum_{k=1}^c \mu_{ik}, \text{ dengan } j=1,2,\dots,m$$

$$\text{Hitung } U_{ik} = \frac{\mu_{ik}}{Q_j}$$

4. Hitung pusat *cluster* ke-k:  $V_k$ , dengan  $k = 1, 2, \dots, c$ ; dan  $j = 1, 2, \dots, m$

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w * X_{ij})}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w}$$

5. Hitung fungsi Obyektif pada iterasi ke-t,  $P_t$ :

$$P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c \left( \left[ \sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj}) \right] (\mu_{ik})^w \right)$$

6. Hitung perubahan matriks partisi:

$$\mu_{ik} = \frac{\left[ \sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj}) \right]^{\frac{-1}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c \left[ \sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj}) \right]^{\frac{-1}{w-1}}}$$

dengan  $i = 1, 2, \dots, n$ ; dan  $k = 1, 2, \dots, c$

7. Cek kondisi berhenti :
- Jika :  $(|Pt - Pt-1| < x)$  atau  $(t > \text{MaksIterasi})$  maka berhenti;
  - Jika tidak :  $t = t + 1$ , ulangi langkah ke-4

**Pengklasifikasian dengan Fuzzy Clustering**

Penelitian yang pernah dilakukan dalam menentukan jumlah kelompok yang paling optimal diantaranya oleh (Susanto, dkk,2006; TSUEN-HSU,2000). Dalam mengklasifikasikan karakteristik siswa yang ditinjau dari hasil evaluasi siswa dengan cara melakukan percobaan-percobaan. Percobaan pertama akan dilakukan pengklasifikasian siswa ke dalam 3 kelompok dan percobaan ke dua akan mengklasifikasikan siswa ke dalam 4 kelompok.

**Tabel 1. Nilai Hasil Evaluasi 40 Siswa**

No.	N	No.	N	No.	N	No.	N
1.	75	11.	78	21.	46	31.	75
2.	60	12.	23	22.	87	32.	76
3.	76	13.	45	23.	68	33.	54
4.	89	14.	67	24.	56	34.	43
5.	55	15.	75	25.	43	35.	67
6.	54	16.	98	26.	56	36.	89
7.	20	17.	49	27.	78	37.	87
8.	34	18.	96	28.	90	38.	67
9.	98	19.	87	29.	35	39.	53
10.	56	20.	56	30.	67	40	78

Keterangan N = Nilai.

Percobaan yang pertama, data yang tersaji dalam tabel 1 akan dikelompokkan menjadi 3 kelompok, penentuan 3 kelompok ini berdasarkan intuisi. Dengan menerapkan algoritma fuzzy clustering yang direalisasikan dengan program Matlab akan mendapatkan hasil sebagai berikut

**Tabel 2. Daftar 40 Siswa yang dibagi ke dalam 3 Kelompok**

S1	S2	S3	S4	S5	S6
0.0444	0.0052	0.0373	0.0050	0.0236	0.0439
0.2539	0.9895	0.1998	0.0155	0.9657	0.9392
0.7017	0.0053	0.7629	0.9795	0.0107	0.0168
S7	S8	S9	S10	S11	S12
0.8331	0.9989	0.0361	0.0102	0.0235	0.8718
0.1242	0.0009	0.0912	0.9843	0.1116	0.0971
0.0427	0.0002	0.8727	0.0054	0.8649	0.0311
S13	S14	S15	S16	S17	S18
0.5977	0.0571	0.0444	0.0361	0.2796	0.0283
0.3632	0.7619	0.2539	0.0912	0.6768	0.0742
0.0391	0.1810	0.7017	0.8727	0.0436	0.8976
S19	S20	S21	S22	S23	S24
0.0013	0.0102	0.5155	0.0013	0.0617	0.0102
0.0042	0.9843	0.4418	0.0042	0.7057	0.9843
0.9945	0.0054	0.0427	0.9945	0.2327	0.0054
S25	S26	S27	S28	S29	S30
0.7489	0.0102	0.0235	0.0075	0.9998	0.0571
0.2223	0.9843	0.1116	0.0227	0.0001	0.7619
0.0288	0.0054	0.8649	0.9697	0.0000	0.1810
S31	S32	S33	S34	S35	S36
0.0444	0.0373	0.0439	0.7489	0.0571	0.0050
0.2539	0.1998	0.9392	0.2223	0.7619	0.0155
0.7017	0.7629	0.0168	0.0288	0.1810	0.9795
S37	S38	S39	S40		
0.0013	0.0571	0.0724	0.0235		
0.0042	0.7619	0.9042	0.1116		
0.9945	0.1810	0.0234	0.8649		

Keterangan : S = Siswa

Nilai rerata yang menjadi pusat cluster percobaan pertama adalah:

**Tabel 3. Tabel Pusat Cluster dari 3 Kelompok**

Cluster	Rerata
pusat cluster 1	34.7365
pusat cluster 2	58.1670
pusat cluster 3	85.1248

Dari tabel 2 dan 3 menjelaskan bahwa data-data yang terbagi ke dalam 3 kelompok akan berada di sekitar pusat *cluster* seperti terlihat pada Tabel 3. Pusat *cluster* merupakan nilai rata-rata yang diperoleh dari perhitungan nilai-nilai siswa yang mempunyai karakteristik yang sama. Karakteristik nilai siswa ini didasarkan atas kedekatan jarak antarnilai yang dihitung dengan *Euclidian Distance*.

Pada percobaan pertama setiap siswa mempunyai 3 derajat keanggotaan untuk setiap kelompoknya. Sebagai contoh pada percobaan pertama untuk siswa 1, siswa tersebut mempunyai derajat keanggotaan 0,0444 yang menunjukkan partisipasi siswa tersebut untuk dapat masuk ke dalam kealompok 1, kemudian diikuti dengan derajat keanggotaan 0,2539 untuk partisipasi pada kelompok 2 dan derajat keanggotaan 0,7071 untuk partisipasi pada kelompok 3. dengan melihat derajat keanggotaan tersebut siswa 1 lebih condong untuk masuk ke dalam kelompok dua karena derajat keanggotaannya paling tinggi yaitu 0,6909.

Pada percobaan yang kedua, data yang tersaji dalam tabel 1 akan dikelompokkan menjadi 4 kelompok, penentuan 4 kelompok ini sebagai pembanding untuk mendapatkan pengelompokan yang paling optimal dari siswa-siswa tersebut.

**Tabel 4. Tabel Pusat Cluster dari 4 Kelompok**

<i>Cluster</i>	Rerata
pusat <i>cluster</i> 1	31.6516
pusat <i>cluster</i> 2	90.9173
pusat <i>cluster</i> 3	73.3205
pusat <i>cluster</i> 4	53.8122

Tabel 4 menjelaskan bahwa pada percobaan ke-4 ini mempunyai 4 *cluster* yang akan membagi data ke dalam 4 kelompok

berdasarkan kedekatan nilai dengan nilai pusat *cluster* yang ada.

**Tabel 5. Daftar 40 Siswa yang dibagi ke dalam 4 Kelompok**

S1	S2	S3	S4	S5	S6
0.0015	0.0366	0.0035	0.0011	0.0026	0.0001
0.0109	0.0307	0.0307	0.9813	0.0011	0.0000
0.9814	0.1655	0.9519	0.0147	0.0042	0.0001
0.0062	0.7672	0.0139	0.0029	0.9922	0.9998
S7	S8	S9	S10	S11	S12
0.8379	0.9810	0.0102	0.0079	0.0086	0.8892
0.0226	0.0017	0.8933	0.0038	0.1113	0.0144
0.0400	0.0035	0.0736	0.0155	0.8483	0.0263
0.0995	0.0138	0.0230	0.9728	0.0317	0.0701
S13	S14	S15	S16	S17	S18
0.2777	0.0240	0.0015	0.0102	0.0681	0.0058
0.0235	0.0524	0.0109	0.8933	0.0117	0.9337
0.0617	0.7510	0.9814	0.0736	0.0347	0.0469
0.6372	0.1725	0.0062	0.0230	0.8855	0.0136
S19	S20	S21	S22	S23	S24
0.0045	0.0079	0.2105	0.0045	0.0176	0.0079
0.9083	0.0038	0.0215	0.9083	0.0443	0.0038
0.0745	0.0155	0.0581	0.0745	0.8224	0.0155
0.0127	0.9728	0.7100	0.0127	0.1157	0.9728
S25	S26	S27	S28	S29	S30
0.4352	0.0079	0.0086	0.0002	0.9589	0.0240
0.0244	0.0038	0.1113	0.9961	0.0034	0.0524
0.0610	0.0155	0.8483	0.0030	0.0073	0.7510
0.4794	0.9728	0.0317	0.0006	0.0304	0.1725
S31	S32	S33	S34	S35	S36
0.0015	0.0035	0.0001	0.4352	0.0240	0.0011
0.0109	0.0307	0.0000	0.0244	0.0524	0.9813
0.9814	0.9519	0.0001	0.0610	0.7510	0.0147
0.0062	0.0139	0.9998	0.4794	0.1725	0.0029
S37	S38	S39	S40		
0.0045	0.0240	0.0014	0.0086		
0.9083	0.0524	0.0005	0.1113		
0.0745	0.7510	0.0016	0.8483		
0.0127	0.1725	0.9965	0.0317		

Keterangan : S = Siswa

Pada percobaan kedua setiap siswa mempunyai 4 derajat keanggotaan untuk setiap *clusternya*. Sebagai contoh pada percobaan pertama untuk siswa 1, siswa tersebut mempunyai derajat keanggotaan 0,0015 yang menunjukkan partisipasi siswa tersebut untuk dapat masuk ke dalam kelompok 1, kemudian diikuti dengan derajat keanggotaan 0,0109 untuk partisipasi pada kelompok 2, kemudian derajat keanggotaan 0,9814 untuk partisipasi pada kelompok 3, dan derajat keanggotaan 0,0062 untuk partisipasi masuk pada kelompok ke 4. Melihat derajat keanggotaan tersebut maka siswa 1 lebih condong untuk masuk ke dalam kelompok 3 karena derajat keanggotaannya paling tinggi yaitu 0,9814.

Dari kedua percobaan tersebut dapat terlihat bahwa semua siswa mempunyai derajat keanggotaannya masing-masing yang merepresentasikan dirinya untuk masuk ke dalam salah satu kelompok. Derajat keanggotaan siswa ditandai dengan nilai antara 0 hingga 1.

Percobaan pertama terlihat bahwa siswa ke-13 dan siswa ke-21 mempunyai derajat keanggotaan berturut-turut sebesar 0,5977 dan 0,5155 yang mengisyaratkan derajat tertinggi dimana siswa tersebut dapat masuk ke dalam kelompok tertentu. Akan tetapi derajat keanggotaan ini merupakan nilai ambang dari suatu elemen untuk dapat masuk ke dalam salah satu *cluster*. Percobaan ke dua didapatkan siswa ke-25 dan ke-34 mempunyai derajat keanggotaan yang sama yaitu sebesar 0,4794, dengan derajat keanggotaan ini siswa ke-25 dan ke-34 tidak dapat masuk ke dalam kelompok manapun.

Pada percobaan pertama siswa ke-13 dan siswa ke-21 dapat masuk ke dalam kelompok pertama. Siswa ke-13 mempunyai nilai 45, nilai ini mendekati rerata pusat *cluster* pertama yaitu 34,7365 dengan derajat

keanggotaan 0,5977. Siswa ke-21 mempunyai nilai 46, nilai ini mendekati rerata pusat *cluster* pertama yaitu 34,7365 dengan derajat keanggotaan 0,5155. Dibandingkan dengan percobaan ke dua yang mencoba mengelompokkan siswa ke dalam 4 kelompok, percobaan pertama menghasilkan klasifikasi siswa lebih optimal, karena semua siswa terdistribusi secara merata ke dalam 3 kelompok yang ada. Percobaan ke-2 menyisakan 2 siswa yaitu siswa ke-25 dan ke-34 yang tidak dapat masuk ke dalam kelompok manapun karena derajat keanggotaannya relatif kecil.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Berdasarkan pembahasan maka dapat diberikan beberapa simpulan sebagai berikut:

1. Algoritma fuzzy *clustering* dapat digunakan untuk mengklasifikasikan nilai siswa lebih halus dengan menerapkan besarnya derajat keanggotaan setiap elemen untuk masuk ke dalam kelompok-kelompok yang ada.
2. Pencarian optimalisasi klasifikasi yang dapat dibentuk dilakukan dengan penelusuran derajat keanggotaan yang terbentuk untuk setiap elemen sehingga elemen-elemen tersebut dapat masuk tepat ke dalam kelompok yang ada

### Saran

Beberapa saran yang dapat digunakan untuk melakukan optimasi dalam pengklasifikasian yaitu

1. Penentuan rerata pusat *cluster* sehingga mampu memenuhi keseluruhan data dapat dilakukan dengan menambah proses iterasi.
2. Pengembangan perangkat lunak berbasis fuzzy *clustering* dapat membantu

penyederhanaan proses analisis data dibandingkan dengan menggunakan Matlab.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Kusumudewi S. 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Sivanandam, S.N, S. Sumanthi, S.N. Deepa. 2007. *Introduction to fuzzy logic using matlab*. New York: Springer.
- Susanto S, Ernawati Pandian Vasant. 2006 *Students' Allocation Using Fuzzy Clustering Algorithms and Fukuyama and Sugeno's Fuzzy Cluster Validity Index*. World Transactions on Engineering and Technology Education.
- Sato, Mika Ilic dan Lakhmi C. Jain 2006. *Innovations in Fuzzy Clustering Theory and Applications*. New York: Springer.
- Tsuen-Ho Hsu. 2000. *An Application of Fuzzy Clustering in Group-Positioning Analysis*. Proc. Natl. Sci, Counc. ROC(C) Vol. 10, No. 2, 2000. pp. 157-167.
- Valente J. D Olivera, Witold Pedrycz. 2007. *Advances in Fuzzy Clustering and Its Application*. England: John Willey and Son Inc.