

PENERAPAN METODE *K-MEANS CLUSTERING* DALAM MENENTUKAN PREDIKAT KELULUSAN MAHASISWA UNTUK MENGANALISA KUALITAS LULUSAN

Venny Novita Sari¹, Yupianti², Dewi Maharani³

^{1,2}Ilmu Komputer, Universitas Dehasen Bengkulu

³Manajemen Informatika, AMIK Royal Kisaran

e-mail: vennynovita17@gmail.com¹, yupiantiprana@gmail.com², dewimaharani15@gmail.com³

Abstract: The increasing number of students who graduated each year causes a lot of student data that need to be processed, causing difficulties in grouping the data. In this research apply Data Mining by using Clustering method to classify the quality of graduate students of Faculty of Computer Science Dehasen University of Bengkulu based on GPA and Study Program. The algorithm used is K-Means Clustering, where the data are grouped based on the same characteristics will be entered into the same group and the data set entered into the group does not overlap. Information displayed in the form of group ?? a group of graduate students who dominate the Study Program, so it is known to the group that has the best graduate quality. The results of this study will assist the University in analyzing the quality of graduated students and the most potential study programs. Software used to help this grouping is Rapid Miner.

Keywords: K-Means Clustering, Study Program, Graduate Quality, Rapid Miner

Abstrak: Semakin meningkatnya jumlah mahasiswa yang diluluskan setiap tahunnya menyebabkan banyaknya data mahasiswa yang perlu diolah sehingga menyebabkan kesulitan dalam pengelompokan data tersebut. Pada penelitian ini menerapkan Data Mining dengan menggunakan metode Clustering untuk mengelompokkan kualitas lulusan mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer Universitas Dehasen Bengkulu berdasarkan IPK dan Program Studi. Algoritma yang digunakan yaitu K-Means Clustering, dimana data dikelompokkan berdasarkan karakteristik yang sama akan dimasukkan ke dalam kelompok yang sama dan set data yang dimasukkan ke dalam kelompok tidak tumpang tindih. Informasi yang ditampilkan berupa kelompok – kelompok lulusan mahasiswa yang mendominasi Program Studi, sehingga diketahui kelompok yang memiliki kualitas lulusan terbaik. Hasil penelitian ini akan membantu pihak Universitas dalam menganalisa kualitas mahasiswa yang diluluskan dan program studi yang paling berpotensi diminati. Software yang digunakan untuk membantu pengelompokan ini adalah Rapid Miner.

Keyword: *K-Means Clustering*, Program Studi, Kualitas Lulusan, Rapid Miner

PENDAHULUAN

Semakin meningkatnya jumlah mahasiswa yang diluluskan setiap tahunnya menyebabkan banyaknya data mahasiswa yang perlu diolah sehingga menyebabkan kesulitan dalam pengelompokan data tersebut. Pada studi kasus ini, analisa *Data Mining* dilakukan dengan metode *K-Means clustering* dimana metode ini cocok dalam mengelompokkan kualitas lulusan mahasiswa

berdasarkan indeks prestasi kumulatif (IPK) dan program studi, sehingga bisa didapat kelompok-kelompok (*cluster-cluster*) yang sesuai, dengan tujuan membantu pihak perguruan tinggi dalam menganalisa kualitas lulusan anak didiknya dan potensi program studinya.

Menurut Budanis dan Nofi (2014), *Data Mining* memiliki tahapan-tahapan antara lain:

1. Pembersihan data (*data cleaning*)

- Merupakan proses menghilangkan noise dan data yang tidak relevan.
- Integrasi data (*data integration*) merupakan penggabungan data dari berbagai *database* ke dalam satu *database* baru.
 - Seleksi Data (*Data Selection*) Hanya data yang sesuai untuk dianalisis yang akan diambil dari *database*.
 - Transformasi data (*Data Transformation*) Merupakan perubahan data atau penggabungan ke dalam format yang sesuai untuk diproses dalam *Data Mining*.
 - Proses *mining*, Merupakan proses utama saat metode diterapkan untuk menemukan pengetahuan berharga yang tersembunyi.
 - Evaluasi pola (*pattern evaluation*) Untuk mengidentifikasi pola-pola menarik kedalam *knowledge based* yang ditemukan.
 - Presentasi pengetahuan (*knowledge presentation*), Merupakan visualisasi dan penyajian pengetahuan mengenai metode yang digunakan untuk memperoleh pengetahuan yang diperoleh pengguna

Fadlina (2014), memaparkan *Data Mining* dibagi menjadi beberapa kelompok berdasarkan tugas dan pekerjaan yang dapat dilakukan, yaitu:

- Deskripsi
Peneliti dan analis secara sederhana ingin mencari data untuk menggambarkan pola dan kecenderungan yang terdapat dalam data.
- Estimasi
Estimasi hampir sama dengan klasifikasi, kecuali variabel target estimasi lebih ke arah numerik dari pada ke arah kategori.
- Prediksi
Prediksi hampir sama dengan klasifikasi dan estimasi, kecuali bahwa dalam prediksi nilai dari hasil akan ada di masa mendatang.
- Klasifikasi
Klasifikasi adalah fungsi pembelajaran yang mengklasifikasi sebuah unsur (*item*) data ke dalam salah satu dari beberapa kelas yang sudah didefinisikan
- Pengklasteran (*Clustering*)
Pengelompokan (*clustering*) merupakan tugas deskripsi yang banyak digunakan dalam mengidentifikasi sebuah himpunan terbatas pada kategori atau *cluster* untuk

mendeskrripsikan data yang ditelaah.

- Asosiasi
Tugas asosiasi dalam *Data Mining* adalah untuk menemukan atribut yang muncul dalam satu waktu. Salah satu implementasi dari asosiasi adalah *market basket analysis* atau analisis keranjang belanja.

Pada dasarnya clustering merupakan suatu metode untuk mencari dan mengelompokkan data yang memiliki kemiripan karakteristik (*similarity*) antara satu data dengan data yang lain (Johan, 2013). *Clustering* merupakan teknik atau metode untuk mencari dan mengelompokkan objek atau data yang berkarakteristik sama kedalam sebuah kelas atau *cluster*, dimana *clustering* ini bersifat tanpa arahan (*unsupervised*) yang dapat dipelajari sendiri serta tidak memerlukan target output.

K-means clustering merupakan salah satu metode data clustering non-hirarki yang mengelompokkan data dalam bentuk satu atau lebih cluster/kelompok. Data-data yang memiliki karakteristik yang sama dikelompokkan dalam satu *cluster*/kelompok dan data yang memiliki karakteristik yang berbeda dikelompokkan dengan *cluster*/kelompok yang lain sehingga data yang berada dalam satu *cluster*/kelompok memiliki tingkat variasi yang kecil (Johan, 2013).

Menurut Ni Ketut (2014), tahapan melakukan clustering atau pengelompokan dengan metode *K-Means* adalah sebagai berikut:

- Menentukan berapa banyak *cluster* yang ingin dibentuk, dimana nilai K adalah banyaknya cluster/ jumlah *cluster*.
- Menentukan pusat cluster (*centroid*) awal. *Centroid* awal ditentukan secara acak dari data yang ada dan jumlah *centroid* awal sama dengan jumlah *cluster*.
- Setelah menentukan *centroid* awal, maka setiap data akan menemukan *centroid* terdekatnya yaitu dengan menghitung jarak setiap data ke masing-masing *centroid* menggunakan rumus korelasi antar dua obyek yaitu *Euclidean Distance*.

$$d_{Euclidean}(x,y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

Keterangan :

$d(x,y)$ = jarak data ke x ke pusat cluster y

x_i = data ke- i pada atribut data ke n

y_j = data ke- j pada atribut data ke n

4. Setelah menghitung jarak data ke *centroidnya*, maka langkah berikutnya adalah mengelompokkan data berdasarkan jarak minimumnya. Suatu data akan menjadi anggota dari suatu *cluster* yang memiliki jarak terdekat (terkecil) dari pusat *cluster*-nya.
5. Berdasarkan pengelompokkan tersebut, selanjutnya adalah mencari *centroid* baru berdasarkan membership dari masing-masing *cluster* yaitu dengan menghitung rata-rata dari data masing-masing *cluster*.
6. Kembali ke tahap 3.
7. Perulangan berhenti apabila tidak ada data lagi yang berpindah

2.5. Predikat Kelulusan

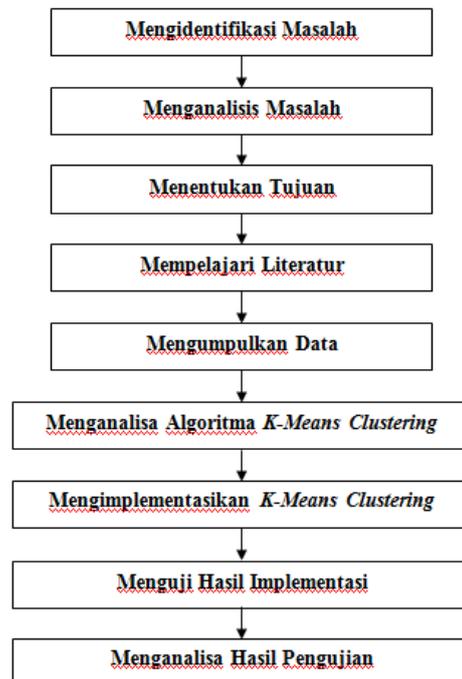
Menurut Imaslihkah (2013) program sarjana ditetapkan berdasarkan IP dan masa studi seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Predikat Kelulusan

Predikat	IP	Lama Studi
Dengan Pujian	$3,51 \leq IP \leq 4,00$	dan masa studi ≤ 8 semester
Sangat Memuaskan	$3,51 \leq IP \leq 4,00$	dan masa studi > 8 semester, atau
	$2,76 \leq IP \leq 3,50$	dan masa studi = 9 semester atau 10 semester
Memuaskan	$2,76 \leq IP \leq 3,50$	dan masa studi > 10 semester
	$2,00 \leq IP \leq 2,75$	

METODOLOGI

Dalam metodologi penelitian ada urutan kerangka kerja yang harus diikuti, urutan kerangka kerja ini merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam penulisan. Adapun kerangka kerja yang digunakan dalam penulisan ini adalah seperti pada gambar 1.



Data Yang Diperlukan

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer yang telah lulus dari Universitas Dehasen Bengkulu pada tahun 2014 yang terdiri dari program studi Teknik Informatika, Sistem Komputer, Sistem Informasi, Manajemen Informatika, dan Teknik Komputer. Variabel data yang digunakan adalah program studi dan IPK mahasiswa. Data yang digunakan berupa *sample* data mahasiswa sebanyak 27 data dari 483 data yang ada.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Transformasi Data

Agar data dapat diolah dengan menggunakan metode *k-means clustering*, maka dilakukan transformasi pada data yang berjenis data nominal yakni program studi. Data berjenis nominal tersebut diinisialisasikan ke dalam bentuk angka melalui beberapa langkah agar dapat diolah dengan menggunakan algoritma *K-means Clustering*.

Untuk melakukan inisialisasi program studi dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pada data program studi terlebih dulu dilakukan pembagian program studi yang menjadi beberapa bagian, yaitu:
 - a. Program studi Teknik Informatika
 - b. Program studi Sistem Komputer
 - c. Program studi Sistem Informasi
 - d. Program studi Manajemen Informatika
 - e. Program studi Teknik Komputer
2. Kemudian program studi tersebut diurutkan dari yang terbesar berdasarkan frekuensi mahasiswa yang berasal dari program studi tersebut.
3. Setelah itu program studi yang memiliki frekuensi terbesar diberi inisial angka 1 dan program studi yang memiliki frekuensi terbesar kedua diberi inisial angka 2, dan seterusnya hingga pada program studi frekuensi paling sedikit.

Tabel 2. Inisialisasi Data Program Studi Tahun 2014

Program Studi	Singkatan	f	Inisialisasi
Teknik Informatika	TI	9	1
Sistem Informasi	SI	6	2
Manajemen Informatika	MI	5	3
Teknik Komputer	TK	4	4
Sistem Komputer	SK	3	5

Adapun variabel yang digunakan dalam pengelompokan atau *clustering* adalah program studi dan IPK kelulusan mahasiswa, sehingga nilai masing-masing data setelah ditransformasi dalam tabel 3.

Tabel 3. Set Data Sintetik Numerik 2 Variabel

Data Ke-i	Nama	Program Studi	IPK
1	Deni Cristophel	1	2.37
2	Sulis Niharnili	1	2.81
3	Andi Satriawan	1	2.82
4	Desi Deka Putri	3	2.86
5	Rahmad Aziz	4	2.90
6	Elvian Alto	1	2.94
7	Alkausar	4	3.00
8	Rangga Gading	1	3.05

Satria			
9	Christina Hutapea	4	3.05
10	A. Repi	2	3.15
11	Reki Evriani	2	3.18
12	Amron Jaya	2	3.19
13	Arif Rahman Hakim	3	3.21
14	Eva Nofalia	5	3.28
15	Umar Samsudin Silalahi	5	3.29
16	Nurwanto Dwi Hastono	2	3.29
17	Ferdiansyah	1	3.32
18	Eni Yuliza	4	3.44
19	Erlita	3	3.44
20	Resi Anita	2	3.48
21	Trie Hasnita	3	3.61
22	Redo Kusuma	1	3.62
23	Mira Andriani	5	3.62
24	Susi Riyanah	1	3.73
25	Widiasmara Ningrum	3	3.82
26	Fran Dian Simanjuntak	1	3.83
27	Ugesti Dwi Lafini	2	3.94

Langkah Metode K-Means Clustering

Untuk dapat melakukan pengelompokan data-data tersebut menjadi beberapa *cluster* perlu dilakukan beberapa langkah, yaitu:

1. Tentukan jumlah *cluster* yang diinginkan. Dalam penelitian ini data-data yang ada akan dikelompokkan menjadi tiga *cluster*.
2. Tentukan titik pusat awal *cluster* (*centroid*). Dalam penelitian ini titik pusat awal ditentukan secara random atau acak dan didapat titik pusat dari setiap *cluster* dapat dilihat pada tabel 3.3

Tabel 4. Titik Pusat Awal Setiap Cluster

Data Ke-i	Centroid	Program studi	IPK
1	Deni Cristophel	1	2.37
9	Christina Hutapea	4	3.05
23	Mira Andriani	5	3.62

Tabel 5. Hasil Penghitungan Jarak Untuk Masing-Masing Cluster

Data ke-i	Nama Mahasiswa	Prodi	IPK	Jarak ke centroid			Jarak terdekat	Cluster yang diikuti
				C0	C1	C2		
1	Deni Cristophel	1	2.37	-	3.08	4.19	-	C0
2	Sulis Niharnili	1	2.81	0.44	3.01	4.08	0.44	C0
3	Andi Satriawan	1	2.82	0.45	3.01	4.08	0.45	C0
4	Desi Deka Putri	3	2.86	2.06	1.02	2.14	1.02	C1
5	Rahmad Aziz	4	2.90	3.05	0.15	1.23	0.15	C1
6	Elvian Alto	1	2.94	0.57	3.00	4.06	0.57	C0
7	Alkausar	4	3.00	3.07	0.05	1.18	0.05	C1
8	Rangga Gading Satria	1	3.05	0.68	3.00	4.04	0.68	C0
9	Christina Hutapea	4	3.05	3.08	-	1.15	-	C1
10	A. Repi	2	3.15	1.27	2.00	3.04	1.27	C0
11	Reki Evriani	2	3.18	1.29	2.00	3.03	1.29	C0
12	Amron Jaya	2	3.19	1.29	2.01	3.03	1.29	C0
13	Arif Rahman Hakim	3	3.21	2.17	1.01	2.04	1.01	C1
14	Eva Nofalia	5	3.28	4.10	1.03	0.34	0.34	C2
15	Umar Samsudin Silalahi	5	3.29	4.10	1.03	0.33	0.33	C2
16	Nurwanto Dwi Hastono	2	3.29	1.3588	2.0143	3.0181	1.3588	C0
17	Ferdiansyah	1	3.32	0.95	3.01	4.01	0.95	C0
18	Eni Yuliza	4	3.44	3.19	0.39	1.02	0.39	C1
19	Erlita	3	3.44	2.27	1.08	2.01	1.07	C1
20	Resi Anita	2	3.48	1.49	2.05	3.00	1.49	C0
21	Trie Hasnita	3	3.61	2.35	1.15	2.00	1.15	C1
22	Redo Kusuma	1	3.62	1.25	3.05	4.00	1.25	C0
23	Mira Andriani	5	3.62	4.19	1.15	-	-	C2
24	Susi Riyanah	1	3.73	1.36	3.08	4.00	1.36	C0
25	Widiasmara Ningrum	3	3.82	2.47	1.26	2.01	1.26	C1
26	Fran Dian Simanjuntak	1	3.83	1.46	3.10	4.01	1.46	C0
27	Ugesti Dwi Lafini	2	3.94	1.86	2.19	3.02	1.86	C0

3. Setelah menentukan *centroid* awal, maka setiap data akan menemukan *centroid* terdekatnya yaitu dengan menghitung jarak setiap data ke masing-masing *centroid* menggunakan rumus korelasi antar dua obyek yaitu *Euclidean Distance*. Adapun penghitungan *centroid* awal, yakni sebagai berikut:

Iterasi 1:

$$D(C_{1,1}) = 0$$

$$D(C_{1,2}) = 0.44$$

$$D(C_{2,1}) = 3.0761$$

$$D(C_{2,2}) = 3.0096$$

$$D(C_{3,1}) = 4.1908$$

$$D(C_{3,2}) = 4.0812$$

- Setelah menghitung jarak data ke *centroid*-nya, maka langkah berikutnya adalah mengelompokkan data berdasarkan jarak minimumnya.

Berdasarkan nilai minimum yang telah dihasilkan pada penentuan nilai *centroid* maka diperoleh hasil pengelompokan seperti terlihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengelompokan

Kelompok (cluster)	Anggota Kelompok	Jumlah Anggota
0	[1, 2, 3, 6, 8, 10, 11, 12, 16, 17, 20, 22, 24, 26, 27]	15
1	[4, 5, 7, 9, 13, 18, 19, 21, 25]	9
2	[14, 15, 23]	3

Tahap Selanjutnya dihitung *centroid* yang baru untuk setiap *cluster* berdasarkan data yang bergabung pada setiap *clusternya*. Untuk *cluster* 0, ada 15 anggota yang tergabung ke dalamnya yakni 1, 2, 3, 6, 8, 10, 11, 12, 16, 17, 20, 22, 24, 26, dan 27, sehingga:

$$\text{Centroid 1: } C_{11} = 1.4$$

$$\text{Centroid 2: } C_{12} = 3.248$$

Untuk *cluster* 1, ada 9 anggota yang tergabung ke dalamnya yakni 4, 5, 7, 9, 13, 18, 19, 21 dan 25, sehingga :

$$\text{Centroid 1: } C_{21} = 3.4444$$

$$\text{Centroid 2: } C_{22} = 3.2589$$

Untuk *cluster* 2, ada 3 anggota yang tergabung ke dalamnya yakni 14, 15 dan 23, sehingga :

$$\text{Centroid 1: } C_{31} = 5.00$$

$$\text{Centroid 2: } C_{32} = 3.3967$$

Setelah proses perhitungan di atas, maka akan diperoleh *centroid* baru dengan nilai sebagai berikut:

$$C1 = [1.4 ; 3.248]$$

$$C2 = [3.4444 ; 3.2589]$$

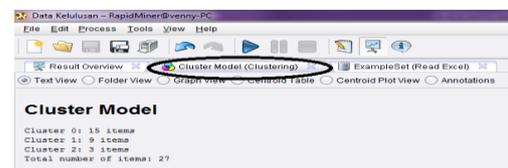
$$C3 = [5.00 ; 3.3967]$$

- Setelah didapatkan *centroid* baru langkah selanjutnya kembali lagi ke langkah 3, yakni menghitung jarak setiap data ke masing-masing *centroid* menggunakan rumus korelasi antar dua obyek yaitu *Euclidean Distance* berdasarkan *centroid* baru

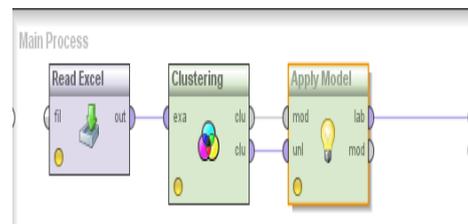
Pada Penelitian ini iterasi terhenti pada iterasi ke 2, karena tidak ada lagi anggota *cluster* yang berpindah.

Implementasi Dengan Rapid Miner

Proses pengujian sistem pengelompokan data kualitas lulusan mahasiswa dengan metode *K-Means Clustering* dilakukan menggunakan *Software Rapid Miner*.



Gambar 2. Pemodelan *K-Means* pada *Rapid Miner*



Gambar 3. Tampilan Hasil *Cluster Model* (*Clustering*)

Dari gambar 3. hasil pengelompokan data kelulusan mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer UNIVED Bengkulu dari data 27 *sample* menghasilkan 3 *cluster* . yakni *cluster* 0 dengan 15 *item*, *cluster* 1 dengan 9 *item* dan *cluster* 2 dengan 3 *item*.



Gambar 4. Grafik *K-Means Clustering*

Tabel 7. Hasil Penelitian

Cluster	Hasil Penelitian	
	Centroid akhir	Anggota
Cluster 0	1.4 ; 3.248	Jumlah anggota = 15 anggota Terdiri dari Program Studi: TI = 9 Orang Nama anggota : Deni Cristophel, Sulis Niharnili, Andi Satriawan, Elvian Alto, Rangga Gading Satria, Ferdiansyah, Redo Kusuma, Susi Riyannah dan Fran Dian Simanjuntak. SI = 6 orang Nama anggota : A. Repi, Reki Evriani, Amron Jaya, Nurwanto Dwi Hastono, Resi Anita, dan Ugesti Dwi Lafini.
Cluster 1	3.4444 ; 3.2589	Jumlah anggota = 9 anggota Terdiri dari Program Studi : MI = 5 Orang Nama anggota : Desi Deka Putri, Arif Rahman Hakim, Erlita, Trie Hasnita dan Widiasmara Ningrum. TK = 4 orang Nama anggota : Rahmad Aziz, Alkausar, Christina Hutapea dan Eni Yuliza.
Cluster 2	5.00 ; 3.3967	Jumlah anggota = 3 anggota Terdiri dari Program Studi : SK = 3 Orang Nama anggota : Eva Nofalia, Umar Samsudin Silalahi dan Mira Andriani.

Dari gambar 4 dapat dijelaskan bahwa grafik menggunakan model *Plotter Bubble* di mana pada sumbu *x* merupakan batasan data dari IPK dan pada sumbu *y* merupakan batasan data Prodi (Program Studi). Bulatan – bulatan atau *Bubble* yang terbentuk pada grafik menunjukkan pengelompokan data, di mana *Bubble* yang berwarna biru menunjukkan anggota dari *cluster 0* yang berjumlah 15, *Bubble* yang berwarna hijau menunjukkan anggota dari *cluster 2* yang berjumlah 9, dan *Bubble* yang berwarna merah menunjukkan anggota dari *cluster 2* yang berjumlah 3.

Hasil Penelitian

Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa kelompok mahasiswa yang memiliki nilai rata-rata IPK tertinggi dari ketiga *cluster* terdapat pada *cluster 2* dengan rata – rata IPK 3.3967 sehingga dapat disimpulkan bahwa *cluster 2* merupakan lulusan mahasiswa yang memiliki kualitas terbaik.

SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dan hasil pengujian dengan menggunakan *Software Rapid Miner*, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan algoritma *K-Means*, proses untuk mengelompokkan mahasiswa berdasarkan IPK dan Prodi nya lebih mudah dibandingkan dengan cara manual.
2. Clustering yang dihasilkan digunakan untuk menarik kesimpulan dalam data kelulusan mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer UNIVED Bengkulu sehingga dapat menentukan lulusan Prgram Studi mana yang paling didominasi dengan rata-rata IPK tertinggi dari setiap *cluster* sehingga dapat diketahui kelompok mana lulusan yang berkualitas tertinggi.
3. Pemilihan variable dan atribut yang digunakan sangat mempengaruhi hasil

dari *cluster* yang akan dicari.

4. Menggunakan *Software Rapid Miner* memudahkan dalam *pengclusteran* data kelulusan mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer UNIVED Bengkulu sehingga

dapat langsung diketahui siapa saja anggota yang masuk kedalam *cluster* yang kita cari, dengan lebih diperjelas lagi melalui grafik yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Barat (2016). “*Tingkat Penghunian Kamar Hotel Sumatera Barat*”.
- Dian P., Diaz D.S., and Bens Pardamean (2011). “*An Application Of Artificial Neural Network Method For Measuring The Severity Of Osteoarthritis*”, Vol.11 (3)
- Dian N. and Fajri Rahmat U., (2016). “*Pengenalan Citra Buah Manggis Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation*”. Mei 2016.
- Kadu Parag P., (2013). “*Temperature Prediction System Using Backpropagation Neural Network : An Approach*”. ,Vol. 2 : 61-64
- Lesnussa Y.A., Latuconsina S., and Persulesy E.R., (2015). “*Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Untuk Memprediksi Prestasi Siswa SMA (Studi Kasus: SMAN 4 Ambon)* ”. Jurnal Matematika Integratif. Volume 11 (2), Oktober 2015,
- Oktaviani U., Beni I., and Fatma A.S., (2014). “*Diagnosa Gizi Pada Anak Balita Dengan Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Metode Backpropagation*”.Vol. 02 (1) 2014.
- Panchal Amit M., (2015). “*National Stock Exchange Stock And Index Price Direction Prediction Using Backpropagation Artificial Neural Network*” , International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 4 (11), November 2015.
- Puspitaningrum D., (2004). “*Pengantar Jaringan Syaraf Tiruan*”. Jakarta : Penerbit Andi.
- Siang J.J., (2004). “*Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemogramannya Dengan Matlab*”. Jakarta: Andi.
- Srikanth K., (2015). “*Prediction Model to Enhance Resource Efficiency For Hospitals*”. Vol. 4 (9), September 2015.
- Risnawati, R., & Handayani, M. (2017). penerapan Jaringan Saraf Tiruan Untuk Proyeksi Logistik Berdasarkan Prediksi Pasien Menggunakan Algoritma Backpropagation. *JURTEKSI*. 4(1): 21-28.
- Syah, A. Z., Siagian, Y., & Aswati, S. (2017). PENCIRIAN WICARA MENGGUNAKAN ANALISA CEPTRAL SEBAGAI WUJUD INVERS DARI FAST FORIER TRANSFORM (FFT). *JURTEKSI ROYAL Vol 3 No 2, 3*.