

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

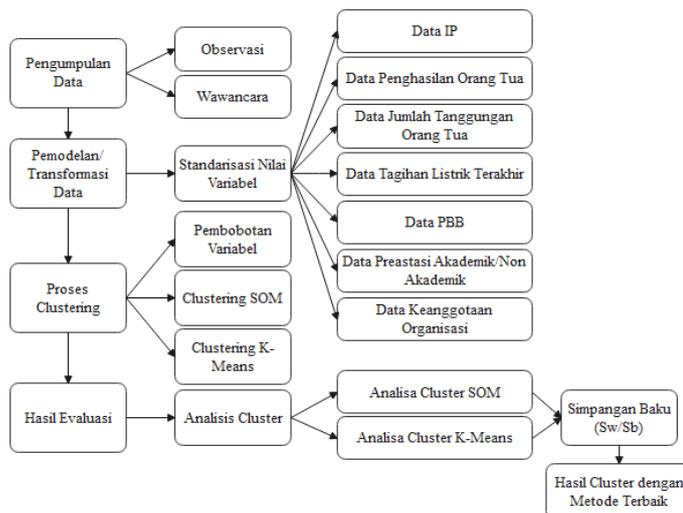
Penelitian ini dilakukan di Fakultas Ilmu Hukum Universitas Muhammadiyah Kotabumi. Waktu penelitian dilakukan dari bulan Januari 2021 sampai dengan bulan Juni 2021.

### 3.2 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi penelitian yang ditentukan adalah mahasiswa Fakultas Hukum Universitas Muhammadiyah Kotabumi dari semester 3 sampai dengan semester 7. Adapun sampel penelitian berupa data mahasiswa Fakultas Hukum Universitas Muhammadiyah Kotabumi calon penerima beasiswa PPA dan BBA tahun 2020.

### 3.3 Kerangka Penelitian

Adapun kerangka atau alur penelitian yang dilakukan adalah terlihat pada gambar 3.1. Pada gambar tersebut disebutkan bahwa alur penelitian terdiri dari pengumpulan data, pemodelan/transformasi data, proses *clustering*, dan hasil evaluasi.



Gambar 3.1 Kerangka/Alur Penelitian

### 3.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan data terkait dengan proses mahasiswa pemohon dan penerimaan beasiswa pada Fakultas Hukum Universitas Muhammadiyah Kotabumi. Langkah yang diambil peneliti untuk mendapatkan data terkait adalah dengan melakukan observasi dan wawancara.

#### a. Observasi

Observasi merupakan metode pengumpulan data untuk mendapatkan data primer dan informasi dengan melakukan pengamatan secara langsung pada objek yang akan diteliti. Pengamatan secara langsung dilakukan pada Fakultas Hukum Universitas Muhammadiyah Kotabumi seperti terlampir pada lampiran dokumentasi.

#### b. Wawancara

Pengumpulan data dengan teknik wawancara melalui Bapak Ruhly Kesuma Dinata, SH., MH selaku Ka. Prodi Hukum Universitas Muhammadiyah Kotabumi. Wawancara dilakukan dengan cara mengajukan beberapa pertanyaan terkait proses penerimaan beasiswa PPA dan BBA. Wawancara menghasilkan jawaban yaitu dalam pengajuan atau pendataan pemohon beasiswa di Universitas Muhammadiyah Kotabumi (UMKO) yang berlangsung saat ini masih menggunakan metode subjektif (relatif atau menurut pandangan sendiri hasil dari menduga duga), dan menggunakan proses manual dengan cara memasukkan data mahasiswa ke dalam *file spreadsheet* kemudian melakukan *sorting* data mahasiswa. Proses ini pun masih belum terintegrasi hasilnya bersifat subjektif serta ketidak jelasan algoritma penentuan keputusan dan metodologi yang digunakan dalam proses komputasi pendataan pemohon beasiswa. Oleh karena itu, proses pengajuan penyeleksian hingga turunnya dana memakan waktu yang panjang sehingga membutuhkan suatu metode yang dapat membantu proses pengambilan keputusan untuk menentukan mahasiswa calon penerima beasiswa. Hasil dari wawancara terlampir pada lampiran wawancara.

### 3.5 Pemodelan/Transformasi Data

Sebelum masuk ke tahap *clustering*, perlu adanya pemodelan atau transformasi data variabel yang mendukung pengambilan keputusan calon penerima beasiswa PPA dan BBA. Pada penelitian ini digunakan tujuh variabel pendukung, meliputi nilai IP, penghasilan orang tua, jumlah tanggungan orang tua, tagihan listrik, PBB, prestasi akademik/non akademik, dan keanggotaan organisasi.

#### a. Standarisasi Data Nilai Rata-Rata IP

Standarisasi data nilai rata-rata Indeks Prestasi (IP) dilakukan dengan cara menghitung *mean* dan standar deviasi pada data nilai rata-rata IP. Tahapan pengkategorian data yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Menghitung *mean* (nilai rata-rata) dari seluruh data IP dengan kode N dapat dilakukan dengan menggunakan rumus Persamaan (1).

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

$x$  : mean

$\sum x$  : hasil penjumlahan nilai IP

$n$  : jumlah data mahasiswa

2. Menghitung standar deviasi dari seluruh data IP dengan rumus Persamaan (2).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n}} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

$\sigma$  : Standar deviasi

$xi$  : nilai individu data IP mahasiswa

$\bar{x}$  : nilai rata-rata/mean

$n$  : jumlah data mahasiswa

3. Setelah mendapatkan nilai *mean* dan standar deviasi, maka data dapat dimodelkan menggunakan aturan seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Tabel Standarisasi Data Nilai Rata-Rata IP

Kategori	Kualifikasi	Kode
1	$IP < (\bar{x} - \sigma)$	1
2	$(\bar{x} - \sigma) \leq IP < \bar{x}$	2
3	$\bar{x} \leq IP < (\bar{x} + \sigma)$	3
4	$IP \geq (\bar{x} + \sigma)$	4

b. Standarisasi Data Penghasilan Orang Tua

Standarisasi data penghasilan orang tua (PO) dilakukan dengan cara menghitung *mean* dan standar deviasi pada data penghasilan orang tua. Tahapan pengkategorian data yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Menghitung mean (nilai rata-rata) dari seluruh data PO dengan rumus Persamaan (3).

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

$x$  : mean

$\sum x$  : hasil penjumlahan nilai PO

$n$  : jumlah data mahasiswa

2. Menghitung standar deviasi dari seluruh data PO dengan rumus Persamaan (4).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n}} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

$\sigma$  : Standar deviasi

$xi$  : nilai individu data PO mahasiswa

$\bar{x}$  : nilai rata-rata/mean

$n$  : jumlah data mahasiswa

3. Setelah mendapatkan nilai *mean* dan standar deviasi, maka data dapat dimodelkan menggunakan aturan seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Tabel Standarisasi Data Penghasilan Orang Tua

Kategori	Kualifikasi	Kode
1	$PO \geq (\bar{x} + \sigma)$	1
2	$\bar{x} \leq PO < (\bar{x} + \sigma)$	2
3	$(\bar{x} - \sigma) \leq PO < \bar{x}$	3
4	$PO < (\bar{x} - \sigma)$	4

## c. Standarisasi Data Jumlah Tanggungan Orang Tua

Standarisasi data jumlah tanggungan orang tua dilakukan dengan cara mengkodekan data jumlah tanggungan orang tua seperti tertera pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Tabel Standarisasi Data Jumlah Tanggungan Orang Tua

Jumlah Tanggungan Orang Tua	Kode
1	1
2	2
3	3
$\geq 4$	4

## d. Standarisasi Data Nilai Tagihan Listrik Bulan Terakhir

Standarisasi data nilai tagihan listrik (TL) bulan terakhir dilakukan dengan cara menghitung *mean* dan standar deviasi pada data nilai tagihan listrik bulan terakhir. Tahapan pengkategorian data yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Menghitung *mean* (nilai rata-rata) dari seluruh data nilai TL bulan terakhir dengan rumus Persamaan (5).

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

$\bar{x}$  : mean

$\sum x$  : hasil penjumlahan nilai TL bulan terakhir

$n$  : jumlah data mahasiswa

2. Menghitung standar deviasi dari seluruh data TL dengan rumus Persamaan (6).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (xi-\bar{x})^2}{n}} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

- $\sigma$  : Standar deviasi
- $xi$  : nilai individu data TL mahasiswa
- $\bar{x}$  : nilai rata-rata/mean
- $n$  : jumlah data mahasiswa

3. Setelah mendapatkan nilai *mean* dan standar deviasi, maka data dapat dimodelkan menggunakan aturan seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.4.

Tabel 3.4 Tabel Standarisasi Data Nilai Tagihan Listrik Bulan Terakhir

Kategori	Kualifikasi	Kode
1	$TL < (\bar{x} - \sigma)$	1
2	$(\bar{x} - \sigma) \leq TL < \bar{x}$	2
3	$\bar{x} \leq TL < (\bar{x} + \sigma)$	3
4	$TL \geq (\bar{x} + \sigma)$	4

e. Standarisasi Data Nilai Pajak Bumi dan Bangunan (PBB) Tahun Terakhir

Standarisasi data nilai pajak bumi dan bangunan (PBB) tahun terakhir dilakukan dengan cara menghitung *mean* dan standar deviasi pada data nilai PBB tahun terakhir. Tahapan pengkategorian data yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Menghitung *mean* (nilai rata-rata) dari seluruh data nilai PBB tahun terakhir dengan rumus Persamaan (7).

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan:

- $x$  : mean
- $\sum x$  : hasil penjumlahan nilai PBB tahun terakhir
- $n$  : jumlah data mahasiswa

2. Menghitung standar deviasi dari seluruh data PBB dengan rumus Persamaan (8).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n}} \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan :

$\sigma$  : Standar deviasi

$xi$  : nilai individu data PBB mahasiswa

$\bar{x}$  : nilai rata-rata/mean

$n$  : jumlah data mahasiswa

3. Setelah mendapatkan nilai mean dan standar deviasi, maka data dapat dimodelkan menggunakan aturan seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.5.

Tabel 3.5 Tabel Standarisasi Data Nilai Pajak Bumi dan Bangunan (PBB) Tahun Terakhir

Kategori	Kualifikasi	Kode
1	$PBB \geq (\bar{x} + \sigma)$	1
2	$\bar{x} \leq PBB < (\bar{x} + \sigma)$	2
3	$(\bar{x} - \sigma) \leq PBB < \bar{x}$	3
4	$PBB < (\bar{x} - \sigma)$	4

f. Standarisasi Data Prestasi Akademik/Non Akademik

Prestasi akademik adalah prestasi yang dimiliki oleh mahasiswa yang mengikuti perlombaan di bidang akademik, sedangkan prestasi non-akademik adalah prestasi yang dimiliki oleh mahasiswa yang mengikuti perlombaan di bidang non-akademik. Standarisasi data prestasi akademik/non-akademik dilakukan dengan cara mengkodekan data prestasi akademik/non-akademik ke dalam kode seperti dipaparkan pada tabel 3.6.

Tabel 3.6 Tabel Standarisasi Data Prestasi Akademik/Prestasi Non-Akademik

Prestasi Akademik/Non-Akademik	Kode
Tidak Ada	1
Lomba Tingkat Kecamatan	2
Lomba Tingkat Kabupaten	3
Lomba Tingkat Provinsi/Nasional	4

#### g. Standarisasi Data Keanggotaan Dalam Organisasi Kampus

Standarisasi data keanggotaan dalam organisasi kampus dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Mengkodekan data keanggotaan dalam organisasi kampus ke dalam angka 4, jika mahasiswa memiliki jabatan sebagai Ketua di dalam Organisasi Kampus atau UKM (Unit Kegiatan Mahasiswa).
2. Mengkodekan data keanggotaan dalam organisasi kampus ke dalam angka 3, jika mahasiswa memiliki jabatan sebagai Wakil Ketua/Sekretaris/Bendahara di dalam Organisasi Kampus atau UKM (Unit Kegiatan Mahasiswa).
3. Mengkodekan data keanggotaan dalam organisasi kampus ke dalam angka 2, jika mahasiswa tercatat sebagai anggota dalam Organisasi Kampus atau UKM (Unit Kegiatan Mahasiswa).
4. Mengkodekan data keanggotaan dalam organisasi kampus ke dalam angka 1, jika mahasiswa tidak tercatat sebagai anggota dalam Organisasi Kampus atau UKM (Unit Kegiatan Mahasiswa).

### **3.6 Proses Clustering**

Proses klustering pada penelitian ini digunakan algoritma SOM dan K-Means untuk menganalisa mahasiswa calon penerima beasiswa PPA maupun BBA. Sebelum melakukan tahap klustering, diperlukan pembobotan pada variabel yang termasuk PPA dan BBA.

#### **3.6.1 Pembobotan Variabel Beasiswa PPA dan BBA**

Pembobotan variabel diperlukan untuk perbandingan pada penentuan beasiswa PPA dan BBA. Pembobotan variabel beasiswa PPA dan BBA sebagai berikut :

##### a. Pembobotan Variabel Beasiswa PPA

Beasiswa PPA merupakan beasiswa yang diperuntukkan mahasiswa berprestasi dengan nilai IP tinggi. Adapun nilai bobot pada setiap variabel beasiswa PPA terpaparkan pada tabel 3.7.

Tabel 3.7 Bobot Variabel Beasiswa PPA

No	Variabel	Bobot
1	IP (N)	30 %
2	Penghasilan Orang Tua (PO)	10 %
3	Jumlah Tanggungan Orang Tua (JT)	10 %
4	Tagihan Listrik Bulan Terakhir (TL)	10 %
5	Pajak Bumi dan Bangunan (PBB) Tahun Terakhir	10 %
6	Prestasi Akademik/Non Akademik (PA)	20 %
7	Keanggotaan Dalam Organisasi Kampus (KO)	10 %

b. Pembobotan Variabel Beasiswa BBA

Beasiswa BBA diperuntukkan mahasiswa yang dalam kondisi keuangan orangtua/penanggung biaya kuliah mengalami kendala finansial, dari keluarga peserta Program Keluarga Harapan (PKH), atau keluarga pemegang Kartu Keluarga Sejahtera (KKS). Adapun nilai bobot pada setiap variabel beasiswa BBA terpaparkan pada tabel 3.8.

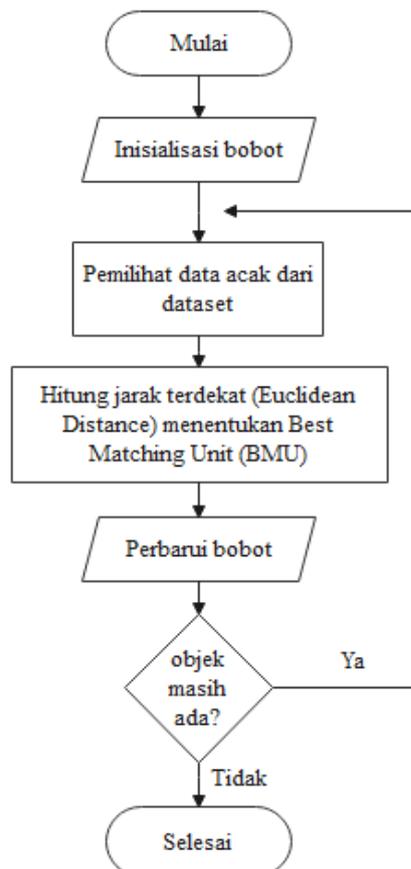
Tabel 3.8 Bobot Variabel Beasiswa BBA

No	Variabel	Bobot
1	IP (N)	10 %
2	Penghasilan Orang Tua (PO)	30 %
3	Jumlah Tanggungan Orang Tua (JT)	20 %
4	Tagihan Listrik Bulan Terakhir (TL)	10 %
5	Pajak Bumi dan Bangunan (PBB) Tahun Terakhir	10 %
6	Prestasi Akademik/Non Akademik (PA)	10 %
7	Keanggotaan Dalam Organisasi Kampus (KO)	10 %

### 3.6.2 Clustering dengan Algoritma Self Organizing Maps (SOM)

Pada tahap ini akan diterapkan pengklusteran calon penerima beasiswa Peningkatan Prestasi Akademik (PPA) maupun Bantuan Biaya Akademik (BBA) menggunakan algoritma *Self Organizing Maps* (SOM). Analisis kluster

menggunakan algoritma SOM pada penelitian ini diterapkan menggunakan contoh analisa calon penerima beasiswa PPA. Lakukan hal yang sama untuk calon penerima beasiswa BBA. Langkah-langkah *clustering* menggunakan algoritma *Self Organizing Maps* terlihat pada diagram alir gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Alir Algoritma *Self Organizing Maps* (SOM)

Penjelasan dari diagram alir algoritma *Self Organizing Maps* (SOM) pada gambar tersebut adalah :

- Inisialisasi bobot pada unit-unit di dalam jaringan. Bobot diberikan secara acak.
- Pemilihan data acak dari dataset.
- Hitung jarak terdekat menggunakan *Euclidean Distance* antara data dan bobot dari *node* dengan rumus :

$$De = \sqrt{(xi - si)^2 + yi - ti^2}$$

Setiap node diperiksa untuk menghitung bobot mana yang paling mirip dengan vektor *input*. Node yang menang umumnya dikenal sebagai *Best Matching Unit* (BMU).

- d. Perbarui bobot pada BMU dan unit-unit tetangga dengan menggunakan *learning rate* dengan rumus :

$$w_{ij}(\text{baru}) = w_{ij}(\text{lama}) + \alpha[x_i - w_{ij}(\text{lama})]$$

Semakin dekat sebuah simpul ke BMU, semakin berat bobotnya diubah dan semakin jauh tetangga dari BMU, semakin sedikit yang dipelajari.

- e. Ulangi langkah b sampai langkah d sebanyak beberapa iterasi atau sampai kondisi penghentian tercapai.

### Contoh Analisa Perhitungan dengan Algoritma *Self Organizing Maps*

Pada penelitian ini, akan ditentukan calon penerima beasiswa PPA dengan 3 kluster yaitu “Berhak”, “Dipertimbangkan”, dan “Tidak Berhak”. Analisa perhitungan dilakukan dengan menggunakan algoritma SOM dengan bobot kluster acak, *learning rate* 0,3, dan dilakukan iterasi sebanyak 2. Contoh perhitungan ini mengambil beberapa data dari data calon penerima beasiswa Fakultas Ilmu Hukum Universitas Muhammadiyah Kotabumi tahun 2020. Adapun contoh hasil perhitungan seperti tabel 3.9.

Tabel 3.9 Data Calon Penerima Beasiswa PPA Hasil Normalisasi

No	Nama Siswa	N	PO	JT	TL	PBB	PA	KO	Average
1	Afif Imam Barokah	0.3	0.1	0.3	0.1	0.3	0.2	0.1	0.2
2	Ahmad Muhaimin	1.2	0.1	0.6	0.3	0.3	0.2	0.1	0.4
3	Akbar Setiawan	1.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.28
4	Alfrida Manda Syafitri	1.2	0.1	0.4	0.1	0.3	0.2	0.2	0.35
5	Amanda Putri Intan SF	0.3	0.1	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.22

Diketahui bobot kluster (acak) iterasi 1 :

Bobot Kluster 1 = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7

Bobot Kluster 2 = 0.7, 0.6, 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1

Bobot Kluster 3 = 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1, 0.6, 0.7

Learning rate = 0.3, iterasi = 2

Langkah yang perlu dilakukan adalah :

- Menghitung jarak antara data siswa dengan setiap bobot kluster
- Menentukan bobot kluster dengan jarak terkecil dari data siswa
- Mengelompokkan data siswa ke kluster yang memiliki jarak terkecil

- Menghitung jarak antara data siswa dengan setiap bobot kluster

Untuk mengelompokkan siswa berdasarkan kluster, maka perlu dihitung jarak antara data setiap siswa dengan setiap kluster. Siswa dengan jarak terdekat akan ditempatkan pada kluster tersebut dengan rumus menghitung jarak *Euclidean Distance*.

Jarak *Euclidean* antara Afif Imam Barokah dan ketiga kluster adalah :

Jarak Afif Imam Barokah dengan kluster 1

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{((0.3 - 0.1)^2 + (0.1 - 0.2)^2 + (0.3 - 0.3)^2 + (0.1 - 0.4)^2 + (0.3 - 0.5)^2 \\
 &\quad + (0.2 - 0.6)^2 + (0.1 - 0.7)^2)} \\
 &= \sqrt{(0.04 + 0.01 + 0 + 0.09 + 0.04 + 0.16 + 0.36)} \\
 &= \sqrt{0.74} \\
 &= 0.86
 \end{aligned}$$

Jarak Afif Imam Barokah dengan kluster 2

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{((0.3 - 0.7)^2 + (0.1 - 0.6)^2 + (0.3 - 0.5)^2 + (0.1 - 0.4)^2 + (0.3 - 0.3)^2 \\
 &\quad + (0.2 - 0.2)^2 + (0.1 - 0.1)^2)} \\
 &= \sqrt{(0.16 + 0.25 + 0.04 + 0.09 + 0 + 0 + 0)} \\
 &= \sqrt{0.54} \\
 &= 0.73
 \end{aligned}$$

Jarak Afif Imam Barokah dengan kluster 3

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{((0.3 - 0.5)^2 + (0.1 - 0.4)^2 + (0.3 - 0.3)^2 + (0.1 - 0.2)^2 + (0.3 - 0.1)^2 \\
 &\quad + (0.2 - 0.6)^2 + (0.1 - 0.7)^2)} \\
 &= \sqrt{(0.04 + 0.09 + 0 + 0.01 + 0.04 + 0.16 + 0.36)} \\
 &= \sqrt{0.7} \\
 &= 0.83
 \end{aligned}$$

Lakukan langkah perhitungan yang sama terhadap mahasiswa lain calon penerima beasiswa PPA sampai selesai.

Dari hasil perhitungan jarak terdekat dengan iterasi 1 didapatkan bahwa :

Kluster 1 = Amanda Putri Intan SF

Kluster 2 = Afif Imam, Ahmad Muhaimin, Akbar Setiawan, Alfrida Manda

Syafitri, Amanda Putri Intan SF

Kluster 3 = -

- b. Pada kasus ini didapatkan nilai kluster yang sama yaitu 0.72 pada kluster 1 dan 2 Amanda Putri Intan SF, sedangkan kluster 2 Ahmad Muhaimin. Jika hasil nilai jarak antara data siswa dan bobot kluster sama pada beberapa kluster, maka data siswa tersebut dapat ditempatkan pada salah satu kluster tersebut secara acak atau dengan metode lain seperti *Round Robin*.

Pada penelitian ini, Amanda Putri Intan SF diletakkan pada kluster 1. Sedangkan untuk Putri Amanda Intan SF dan Ahmad Muhaimin dengan nilai yang sama ditempatkan pada kluster 2. Dalam hal ini, bobot kluster tersebut akan *diupdate* berdasarkan rata-rata dari data siswa yang ditempatkan pada kluster tersebut.

Contoh, jika data Amanda Putri Intan SF dan data Ahmad Muhaimin ditempatkan pada kluster 2, maka:

**Bobot Kluster 2 baru = (data Ahmad Muhaimin + data Putri Intan SF) / 2**

Adapun cara menghitung *update* bobot baru adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Bobot Baru Kluster 1} &= 0.1 + 0.3 * (0.3 - 0.1) = 0.16 \\
 &= 0.2 + 0.3 * (0.1 - 0.2) = 0.17 \\
 &= 0.3 + 0.3 * (0.2 - 0.3) = 0.27 \\
 &= 0.4 + 0.3 * (0.3 - 0.4) = 0.37 \\
 &= 0.5 + 0.3 * (0.3 - 0.5) = 0.44 \\
 &= 0.6 + 0.3 * (0.2 - 0.6) = 0.48 \\
 &= 0.7 + 0.3 * (0.2 - 0.7) = 0.55
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Bobot Baru Kluster 2} &= 0.7 + 0.3 * (((1.2 + 0.3) / 2) - 0.7) = 0.71 \\
 &= 0.6 + 0.3 * (((0.1 + 0.1) / 2) - 0.6) = 0.45 \\
 &= 0.5 + 0.3 * (((0.6 + 0.2) / 2) - 0.5) = 0.47
 \end{aligned}$$

$$= 0.4 + 0.3 * (((0.3 + 0.3) / 2) - 0.4) = 0.37$$

$$= 0.3 + 0.3 * (((0.3 + 0.3) / 2) - 0.3) = 0.3$$

$$= 0.2 + 0.3 * (((0.2 + 0.2) / 2) - 0.2) = 0.2$$

$$= 0.1 + 0.3 * (((0.1 + 0.2) / 2) - 0.1) = 0.11$$

$$\text{Bobot Kluster 3} = 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1, 0.6, 0.7$$

Iterasi 2 :

$$\text{Bobot Kluster 1} = 0.16, 0.17, 0.27, 0.37, 0.44, 0.48, 0.55$$

$$\text{Bobot Kluster 2} = 0.71, 0.45, 0.47, 0.37, 0.3, 0.2, 0.11$$

$$\text{Bobot Kluster 3} = 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1, 0.6, 0.7$$

Jarak Afif Imam Barokah dengan kluster 1

$$= \sqrt{\begin{aligned} &((0.3 - 0.16)^2 + (0.1 - 0.17)^2 + (0.3 - 0.27)^2 + (0.1 - 0.37)^2 + (0.3 - 0.44)^2 \\ &+ (0.2 - 0.48)^2 + (0.1 - 0.55)^2 \end{aligned}}$$

$$= \sqrt{(0.0196 + 0.0049 + 0.0009 + 0.0729 + 0.0196 + 0,0784 + 0,2025)}$$

$$= \sqrt{0,3988}$$

$$= 0.63$$

Jarak Afif Imam Barokah dengan kluster 2

$$= \sqrt{\begin{aligned} &((0.3 - 0.71)^2 + (0.1 - 0.45)^2 + (0.3 - 0.47)^2 + (0.1 - 0.37)^2 + (0.3 - 0.3)^2 \\ &+ (0.2 - 0.2)^2 + (0.1 - 0.11)^2 \end{aligned}}$$

$$= \sqrt{(0,1681 + 0,1225 + 0,0289 + 0,0729 + 0 + 0 + 0,0001)}$$

$$= \sqrt{0,3925}$$

$$= 0.62$$

Jarak Afif Imam Barokah dengan kluster 3

$$= \sqrt{\begin{aligned} &((0.3 - 0.5)^2 + (0.1 - 0.4)^2 + (0.3 - 0.3)^2 + (0.1 - 0.2)^2 + (0.3 - 0.1)^2 \\ &+ (0.2 - 0.6)^2 + (0.1 - 0.7)^2 \end{aligned}}$$

$$= \sqrt{(0.04 + 0.09 + 0 + 0.01 + 0.04 + 0.16 + 0.36)}$$

$$= \sqrt{0.7}$$

$$= 0.83$$

Lakukan perhitungan yang sama menggunakan bobot baru untuk setiap mahasiswa calon penerima beasiswa PPA sampai selesai.

- c. Dari hasil perhitungan jarak terdekat dari bobot baru pada iterasi 2 didapatkan bahwa :

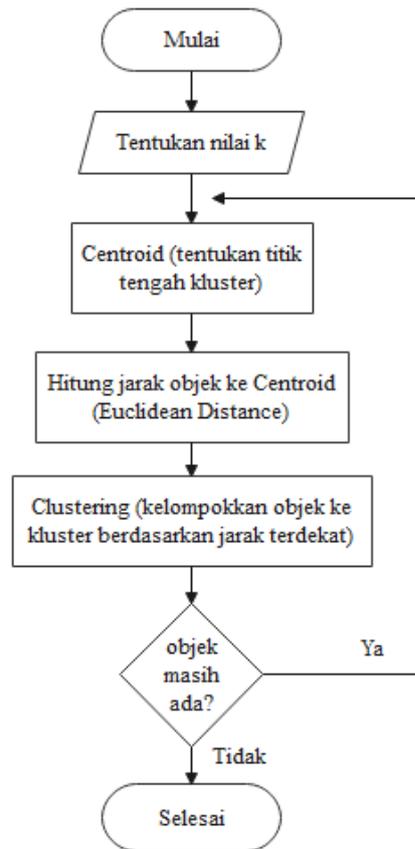
Kluster 1 = Amanda Putri Intan SF

Kluster 2 = Afif Imam, Ahmad Muhaimin, Akbar Setiawan, Alfrida Manda Syafitri

Kluster 3 = -

### **3.6.3 Clustering dengan Algoritma *K-Means***

Pada tahap ini akan diterapkan pengklusteran calon penerima beasiswa Peningkatan Prestasi Akademik (PPA) maupun Bantuan Biaya Akademik (BBA) menggunakan algoritma *K-Means*. Analisis kluster menggunakan algoritma *K-Means* pada penelitian ini diterapkan menggunakan contoh analisa calon penerima beasiswa PPA. Lakukan hal yang sama untuk calon penerima beasiswa BBA dengan menggunakan data calon penerima beasiswa BBA hasil normalisasi. Langkah-langkah *clustering* menggunakan algoritma *K-Means* terlihat pada diagram alir gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram Alir Algoritma K-Means

Penjelasan dari diagram alir algoritma *K-Means* pada gambar tersebut adalah sebagai berikut :

- Tentukan jumlah kluster ( $k$ ) pada dataset
- Tentukan nilai pusat (*centroid*). Penentuan nilai *centroid* pada tahap awal diberi secara acak, sedangkan pada iterasi selanjutnya digunakan rumus  $V_{ij} = \frac{1}{N_i} \sum_{K=0}^{N_i} X_{kj}$
- Pada masing-masing *record*, hitung jarak terdekat dengan *centroid*. Pada penulisan ini, jarak *centroid* yang digunakan adalah *euclidean distance* dengan rumus  $De = \sqrt{(x_i - s_i)^2 + y_i - t_i^2}$
- Kelompokkan objek berdasarkan jarak ke *centroid* terdekat
- Ulangi langkah c hingga langkah d , lakukan iterasi hingga *centroid* bernilai optimal

### Contoh Analisa Perhitungan dengan Algoritma *K-Means*

Pada penelitian ini, akan ditentukan calon penerima beasiswa PPA dengan 3 kluster yaitu “Berhak”, “Dipertimbangkan”, dan “Tidak Berhak”. Analisa perhitungan dilakukan dengan menggunakan algoritma *K-Means* dengan bobot kluster *centroid* acak dan iterasi 2. Contoh perhitungan ini mengambil beberapa data dari data calon penerima beasiswa Fakultas Ilmu Hukum Universitas Muhammadiyah Kotabumi tahun 2020 seperti yang tertera pada tabel 3.9. Adapun contoh hasil perhitungan sebagai berikut :

Diketahui bobot kluster (acak) :

Bobot *Centroid* Kluster 1 = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7

Bobot *Centroid* Kluster 2 = 0.7, 0.6, 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1

Bobot *Centroid* Kluster 3 = 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1, 0.6, 0.7

Iterasi 1:

Jarak Afif Imam Barokah dengan kluster 1

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{((0.3 - 0.1)^2 + (0.1 - 0.2)^2 + (0.3 - 0.3)^2 + (0.1 - 0.4)^2 + (0.3 - 0.5)^2 \\
 &\quad + (0.2 - 0.6)^2) + (0.1 - 0.7)^2)} \\
 &= \sqrt{(0.04 + 0.01 + 0 + 0.09 + 0.04 + 0.16 + 0.36)} \\
 &= \sqrt{0.74} \\
 &= 0.86
 \end{aligned}$$

Jarak Afif Imam Barokah dengan kluster 2

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{((0.3 - 0.7)^2 + (0.1 - 0.6)^2 + (0.3 - 0.5)^2 + (0.1 - 0.4)^2 + (0.3 - 0.3)^2 \\
 &\quad + (0.2 - 0.2)^2) + (0.1 - 0.1)^2)} \\
 &= \sqrt{(0.16 + 0.25 + 0.04 + 0.09 + 0 + 0 + 0)} \\
 &= \sqrt{0.54} \\
 &= 0.73
 \end{aligned}$$

Jarak Afif Imam Barokah dengan kluster 3

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{((0.3 - 0.5)^2 + (0.1 - 0.4)^2 + (0.3 - 0.3)^2 + (0.1 - 0.2)^2 + (0.3 - 0.1)^2 \\
 &\quad + (0.2 - 0.6)^2) + (0.1 - 0.7)^2)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \sqrt{(0.04 + 0.09 + 0 + 0.01 + 0.04 + 0.16 + 0.36)} \\
&= \sqrt{0.7} \\
&= 0.83
\end{aligned}$$

Lakukan perhitungan yang sama kepada mahasiswa calon penerima beasiswa PPA lainnya.

Dari hasil perhitungan jarak *centroid* iterasi 1 didapati bahwa :

Kluster 1 = Amanda Putri Intan SF

Kluster 2 = Afif Imam, Ahmad Muhaimin, Akbar Setiawan, Alfrida Manda Syafitri, Amanda Putri Intan SF

Kluster 3 = -

Untuk menentukan *centroid* baru pada iterasi 2 kluster 1 (Amanda Putri Intan SF), hitung rata-rata variabel untuk data mahasiswa Amanda Putri Intan SF. Sedangkan untuk *centroid* baru pada kluster 2 terdiri dari 5 orang mahasiswa yaitu Afif Imam, Ahmad Muhaimin, Akbar Setiawan, Alfrida Manda Syafitri, Amanda Putri Intan SF.

$$\begin{aligned}
C(1) &= (1/1) [(0.3)/1, (0.1)/1, (0.2)/1, (0.3)/1, (0.3)/1, (0.2)/1, (0.2)/1] \\
&= [0.3, 0.1, 0.2, 0.3, 0.3, 0.2, 0.2]
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
C(2) &= (1/5) [(0,3 + 1,2 + 1,2 + 1,2 + 0,3)/5] = 0.84 \\
&= (1/5) [(0,1 + 0,1 + 0,1 + 0,1 + 0,1)/5] = 0.1 \\
&= (1/5) [(0,3 + 0,6 + 0,2 + 0,4 + 0,2)/5] = 0.34 \\
&= (1/5) [(0,1 + 0,3 + 0,1 + 0,1 + 0,3)/5] = 0.18 \\
&= (1/5) [(0,3 + 0,3 + 0,1 + 0,3 + 0,3)/5] = 0.26 \\
&= (1/5) [(0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,2)/5] = 0.2 \\
&= (1/5) [(0,1 + 0,1 + 0,1 + 0,2 + 0,2)/5] = 0.14
\end{aligned}$$

Iterasi 2

Bobot *Centroid* Baru Kluster 1 = 0.3, 0.1, 0.2, 0.3, 0.3, 0.2, 0.2

Bobot *Centroid* Baru Kluster 2 = 0.84, 0.1, 0.34, 0.18, 0.26, 0.2, 0.14

Bobot *Centroid* Baru Kluster 3 = Tidak ada

Jarak Afif Imam Barokah dengan kluster 1

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{((0.3 - 0.3)^2 + (0.1 - 0.1)^2 + (0.3 - 0.2)^2 + (0.1 - 0.3)^2 + (0.3 - 0.3)^2 \\
 &\quad + (0.2 - 0.2)^2 + (0.1 - 0.2)^2)} \\
 &= \sqrt{(0 + 0 + 0.01 + 0.04 + 0 + 0 + 0.01)} \\
 &= \sqrt{0,06} \\
 &= 0.24
 \end{aligned}$$

Jarak Afif Imam Barokah dengan kluster 2

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{((0.3 - 0.84)^2 + (0.1 - 0.1)^2 + (0.3 - 0.34)^2 + (0.1 - 0.18)^2 + (0.3 - 0.26)^2 \\
 &\quad + (0.2 - 0.2)^2 + (0.1 - 0.14)^2)} \\
 &= \sqrt{(0,2916 + 0 + 0,0016 + 0,0064 + 0,0016 + 0 + 0,0016)} \\
 &= \sqrt{0,3028} \\
 &= 0.55
 \end{aligned}$$

Lakukan langkah perhitungan yang sama untuk mahasiswa calon penerima beasiswa PPA lainnya.

Dari hasil perhitungan jarak centroid pada iterasi 2 didapati bahwa :

Kluster 1 = Afif Imam Barokah, Amanda Putri Intan SF

Kluster 2 = Ahmad Muhaimin, Akbar Setiawan, Alfrida Manda Syafitri

Kluster 3 = -

### 3.7 Hasil Evaluasi *Clustering*

Sebuah metode *clustering* yang baik jika mempunyai nilai simpangan baku dalam kelompok ( $S_w$ ) yang minimum dan nilai simpangan baku antar kelompok ( $S_b$ ) yang maksimum. Evaluasi *clustering* terdiri dari analisis kluster metode SOM dan *K-Means*, serta nilai simpangan baku ( $S_w/S_b$ ) metode SOM dan *K-Means*.

#### 3.7.1 Analisis Kluster

Analisis kluster dilakukan untuk mendefinisikan kluster ke dalam kategori kluster, yaitu kluster mahasiswa yang berhak menerima beasiswa, kluster mahasiswa yang dipertimbangkan menerima beasiswa dan kluster mahasiswa yang

tidak berhak menerima beasiswa. Analisis dilakukan dengan cara melihat nilai rata-rata keseluruhan variabel pada tiap kluster yang terbentuk.

### 3.7.1.1 Analisis Kluster Beasiswa PPA Metode *Self Organizing Maps* (SOM)

Perincian jumlah kluster dan anggota yang terbentuk pada kluster beasiswa PPA menggunakan metode *Self Organizing Maps* dapat dilihat pada tabel 3.10.

Tabel 3.10 Keanggotaan Kluster Beasiswa PPA Metode *Self Organizing Maps*

<b>Nama Kluster</b>	<b>Jumlah Anggota</b>	<b>Rata-Rata Variabel</b>
Kluster 1	1 orang	0.22
Kluster 2	4 orang	0,3075
Kluster 3	-	-

Dari nilai rata-rata keseluruhan data yang diperoleh, dapat ditarik kesimpulan bahwa anggota kluster 2 adalah mahasiswa yang berhak menerima beasiswa, karena memiliki nilai rata-rata keseluruhan data terbesar.

### 3.7.1.2 Analisis Kluster Beasiswa PPA Metode *K-Means*

Perincian jumlah kluster dan anggota yang terbentuk pada kluster beasiswa PPA menggunakan metode *K-Means* dapat dilihat pada tabel 3.11.

Tabel 3.11 Keanggotaan Kluster Beasiswa PPA Metode *K-Means*

<b>Nama Kluster</b>	<b>Jumlah Anggota</b>	<b>Rata-Rata Variabel</b>
Kluster 1	2 orang	0.21
Kluster 2	3 orang	0,34
Kluster 3	-	-

Dari nilai rata-rata keseluruhan data yang diperoleh, dapat ditarik kesimpulan bahwa anggota kluster 2 adalah mahasiswa yang berhak menerima beasiswa, karena memiliki nilai rata-rata keseluruhan data terbesar.

### 3.7.2 Metode *Clustering* Terbaik

Untuk mengetahui kinerja kedua metode *clustering*, digunakan kriteria dua nilai simpangan baku, yaitu rata-rata simpangan baku dalam kluster ( $S_w$ ) dan simpangan baku antar kluster ( $S_b$ ). Semakin kecil nilai rasio ( $S_w/S_b$ ) maka metode tersebut memiliki kinerja yang baik karena mempunyai tingkat homogenitas yang tinggi.

#### 3.7.2.1 Nilai Simpangan Baku ( $S_w/S_b$ ) Algoritma *Self Organizing Maps* SOM

Tahap ini menentukan nilai simpangan baku yang terdiri dari simpangan baku dalam kluster ( $S_w$ ) dan nilai simpangan baku antar kluster ( $S_b$ ). Adapun nilai simpangan baku ( $S_w/S_b$ ) serta rasio nilai  $S_w/S_b$  pada metode *Self Organizing Maps* adalah :

##### a. Simpangan Baku Dalam Kluster ( $S_w$ )

Simpangan baku kluster 1 dengan anggota 1 mahasiswa memiliki nilai rata-rata variabel  $\bar{x}_1 = 0.22$ .

$$\begin{aligned} S_1 &= \sqrt{\frac{(0.22 - 0.22)^2}{1 - 1}} \\ &= 0 \end{aligned}$$

Simpangan baku kluster 2 dengan anggota 4 mahasiswa memiliki nilai rata-rata variabel  $\bar{x}_2 = 0,3075$

$$\begin{aligned} S_2 &= \sqrt{\frac{(0.2 - 0,3075)^2 + (0.4 - 0,3075)^2 + (0.28 - 0,3075)^2 + (0.35 - 0,3075)^2}{4 - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{0,0115+0,008+0,2425+0,0018}{3}} \\ &= \sqrt{\frac{0,2566}{3}} \\ &= 0,2924 \end{aligned}$$

Jadi, nilai simpangan baku dalam kluster ( $S_w$ ) beasiswa PPA dengan menggunakan metode *Self Organizing Maps* (SOM) adalah 0,1462. Karena kluster 3 tidak memiliki anggota atau tidak terisi, maka digunakan 2 kluster yang memiliki anggota yaitu kluster 1 dan kluster 2. Sehingga pada perhitungan ini, pembagian digunakan 2 kluster

$$\begin{aligned}
 S_w &= \frac{S_1 + S_2}{2} \\
 &= \frac{0 + 0.2924}{2} \\
 &= 0,1462
 \end{aligned}$$

b. Simpangan Baku Antar Kluster ( $S_b$ )

Diketahui :

$$\bar{x}_1 = 0.22$$

$$\bar{x}_2 = 0,3075$$

$$\begin{aligned}
 \bar{X} &= \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2}{2} \\
 &= (0.22 + 0.3075)/2 \\
 &= 0,2637
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_b &= \frac{(0.22 - 0.2637)^2 + (0.3075 - 0.2637)^2}{2 - 1} \\
 &= (0,0019 + 0,0019)/1 \\
 &= 0,0038
 \end{aligned}$$

Rasio antara Simpangan Baku Dalam Kluster ( $S_w$ ) dan Simpangan Baku Antar Kluster ( $S_b$ ) menggunakan metode *Self Organizing Maps* (SOM) adalah 38,4736.

$$\begin{aligned}
 Rasio &= \frac{S_w}{S_b} \\
 &= \frac{0,1462}{0,0038} \\
 &= 38,4736
 \end{aligned}$$

### 3.7.2.2 Nilai Simpangan Baku ( $S_w/S_b$ ) Algoritma *K-Means*

Tahap ini menentukan nilai simpangan baku yang terdiri dari simpangan baku dalam kluster ( $S_w$ ) dan nilai simpangan baku antar kluster ( $S_b$ ). Adapun nilai simpangan baku ( $S_w/S_b$ ) serta rasio nilai  $S_w/S_b$  pada metode *K-Means* adalah :

a. Simpangan Baku Dalam Kluster ( $S_w$ )

Simpangan baku kluster 1 dengan anggota 2 mahasiswa memiliki nilai rata-rata variabel  $\bar{x}_1 = 0,21$ .

$$\begin{aligned} S_1 &= \sqrt{\frac{(0,2 - 0,21)^2 + (0,22 - 0,21)^2}{2 - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{0,0001 + 0,0001}{1}} \\ &= 0,0002 \end{aligned}$$

Simpangan baku kluster 2 dengan anggota 3 mahasiswa memiliki nilai rata-rata variabel  $\bar{x}_2 = 0,34$

$$\begin{aligned} S_2 &= \sqrt{\frac{(0,4 - 0,34)^2 + (0,28 - 0,34)^2 + (0,35 - 0,34)^2}{3 - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{0,0036 + 0,0036 + 0,2425 + 0,0001}{2}} \\ &= \sqrt{\frac{0,0073}{2}} \\ &= 0,00365 \end{aligned}$$

Jadi, nilai simpangan baku dalam kluster ( $S_w$ ) beasiswa PPA dengan menggunakan metode *K-Means* adalah 0,0019. Karena kluster 3 tidak memiliki anggota atau tidak terisi, maka digunakan 2 kluster yang memiliki anggota yaitu kluster 1 dan kluster 2. Sehingga pada perhitungan ini, pembagian digunakan 2 kluster

$$\begin{aligned} S_w &= \frac{S_1 + S_2}{2} \\ &= \frac{0,0002 + 0,00365}{2} \\ &= 0,0019 \end{aligned}$$

b. Simpangan Baku Antar Kluster ( $S_b$ )

Diketahui :

$$\bar{x}_1 = 0,21$$

$$\bar{x}_2 = 0,34$$

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2}{2} \\ &= (0.21+0.34)/2 \\ &= 0,275\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}S_b &= \frac{(0.21 - 0.275)^2 + (0.34 - 0.275)^2}{2 - 1} \\ &= (0,0042 + 0,0042) \\ &= 0,0084\end{aligned}$$

Rasio antara Simpangan Baku Dalam Kluster ( $S_w$ ) dan Simpangan Baku Antar Kluster ( $S_b$ ) menggunakan metode *K-Means* adalah 0,2261.

$$\begin{aligned}Rasio &= \frac{S_w}{S_b} \\ &= \frac{0,0019}{0,0084} \\ &= 0,2261\end{aligned}$$

### 3.7.3 Hasil

Data yang digunakan adalah data calon penerima beasiswa yang berjumlah 79 orang yang diambil pada di Fakultas Ilmu Hukum Universitas Muhammadiyah Kotabumi tahun 2020. Dari analisa perhitungan calon penerima beasiswa PPA menggunakan algoritma *Self Organizing Maps* (SOM) dan *K-Means* berdasarkan nilai simpangan baku  $S_w$  dan  $S_b$  didapati bahwa analisa kluster calon penerima beasiswa menggunakan *K-Means* lebih baik karena memiliki nilai rasio terkecil yaitu 0.2261 dibandingkan dengan *Self Organizing Maps* (SOM) dengan nilai rasio 38,4736.

Setelah diketahui kluster yang terbaik menurut hasil rasio terkecil dari simpangan baku, data yang ada pada kluster calon penerima beasiswa digunakan untuk menentukan penerima beasiswa. Pada kasus ini terdapat kuota untuk penerima beasiswa baik beasiswa PPA maupun beasiswa BBA. Untuk mendapatkan calon penerima beasiswa yang tepat, data-data pada kluster calon penerima beasiswa diurutkan berdasarkan rata-rata jumlah nilai variabel yang

terbesar. Batasan kuota ditentukan oleh penyelenggara atau penyedia beasiswa, misalnya setelah menentukan kluster penerima beasiswa dan diurutkan akan diambil data terbesar sebanyak jumlah kuota penerima beasiswa yang ditentukan. Jika jumlah kluster calon penerima beasiswa lebih sedikit dari jumlah kuota yang disediakan, maka sisa kuotanya diambil dari kluster ke-dua yaitu kluster penerima yang dipertimbangkan sampai kuota terpenuhi. Tetapi, penetapan kuota tetap berdasarkan kebijakan dari penyelenggara/penyedia beasiswa.