ANALYSIS MULTIDIMENSIONAL SCALING
(STUDI KASUS : PERSEPSI DAN PREFERENSI MAHASISWA TERHADAP MATA KULIAH PADA JURUSAN MATEMATIKA FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM UNIVERSITAS BENGKULU)

W eki Rapista

Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu
Jln. W.R. Supratman Bengkulu 38123

ABSTRAK

Analisis *Multidimensional Scaling* (MDS) adalah metode analisis data multivariat yang banyak digunakan dalam olah data persepsi dan preferensi dari responden. Penelitian ini mengaplikasikan analisis *multidimensional scaling* dalam mengetahui persepsi dan preferensi mahasiswa Jurusan Matematika tentang tingkat kemiripan pasangan mata kuliah yang diteliti. Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dan studi lapangan. Pengumpulan data diperoleh melalui penyebaran kuisioner yang disebarkan kepada mahasiswa. Dari data kemiripan tersebut dapat diketahui posisi berbagai mata kuliah melalui suatu *perceptual map*. Maka karakteristik kemiripan antar mata kuliah dapat dibandingkan melalui posisinya dalam *perseptual map* tersebut. Nilai STRESS dan R^2 secara berturut-turut adalah 0.03163 dan 99%. Ini menunjukkan bahwa penggambaran koordinat dari setiap mata kuliah dalam *perceptual map* telah memiliki tingkat kesesuaian yang tinggi. Hasil penelitian ini menunjukkan ada 4 kelompok mata kuliah yang dipersepsikan mirip oleh mahasiswa. Kelompok pertama terdiri atas mata kuliah al (Aljabar Linier) dan sa (Struktur Aljabar). Kelompok kedua ada mata kuliah t (Topologi), ar (Analisis Real), dan lh (Logika dan Himpunan). Kelompok ketiga terdapat mata kuliah sm (Statistika Matematika) dan ms (Metode Statistika). Kelompok keempat hanya terdapat mata kuliah pdb (Persamaan Differensial Biasa) saja.

Kata Kunci: Persepsi, Preferensi, Perceptual Map, Multidimensional Scaling

---

1. PENDAHULUAN

Universitas Bengkulu merupakan universitas negeri yang ada di Provinsi Bengkulu. Terdapat banyak jurusan akademik yang dapat ditempuh oleh calon-calon mahasiswa di Universitas Bengkulu. Salah satunya adalah Jurusan Matematika di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Jurusan Matematika di Universitas Bengkulu sudah ada sejak tahun 2001 dan menawarkan 49 mata kuliah, KKN, serta Skripsi yang harus ditempuh oleh mahasiswa untuk memperoleh gelar Sarjana. Dari ke 49 mata kuliah tersebut terdapat 9 mata kuliah wajib universitas, 4 mata kuliah wajib fakultas, 27 mata kuliah wajib jurusan matematika, dan 9 mata kuliah pilihan sesuai dengan bidang minat yang dipilih.

Mata kuliah yang ditawarkan pada tiap semester memiliki tingkat kesulitan masing-masing. Ada beberapa mata kuliah yang memiliki kemiripan dari tingkat kesulitan. Setiap mahasiswa memiliki pandangan yang berbeda-beda terhadap setiap mata kuliah yang telah mereka jalani sewaktu duduk dibangku perkuliahan. Pandangan itu dapat berupa persepsi dan preferensi. Persepi dan pereferensi dapat digambarkan dalam sebuah peta multidimensi.

Multidimensional Scaling (MDS) atau Penskalaan Multidimensi merupakan suatu analisis yang dapat digunakan untuk memetakan atau mencari konfigurasi dari sejumlah objek dalam ruang berdimensi rendah berdasarkan ukuran jarak yang diharapkan dapat merefleksikan sebaik mungkin ukuran ketakmiripan antar objek tersebut. MDS digunakan untuk mengetahui hubungan interdepensi atau saling ketergantungan antar variabel/data. Hubungan ini tidak diketahui melalui reduksi ataupun pengelompokan variabel, melainkan dengan membandingkan variabel yang ada pada tiap objek yang bersangkutan dengan menggunakan peta. Konsep dasar MDS adalah pemetaan. MDS berhubungan dengan pembuatan peta untuk menggambarkan posisi sebuah objek dengan objek yang lain, berdasarkan kemiripan (*similarity*) objek-objek tersebut.

Berdasarkan uraian di atas, penulis tertarik untuk mempelajari dan mengkaji deskripsi persepsi dan preferensi mahasiswa terhadap beberapa pasangan mata kuliah serta mengetahui prosedur analisis *Multidimensional Scaling* untuk mendapatkan gambaran kemiripan antar objek.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Matriks Data Multivariat

Sebuah observasi multivariat merupakan sekumpulan ukuran-ukuran dalam p variabel yang berbeda, yang diambil dalam waktu atau percobaan yang sama. Jika n pengamatan telah diperoleh, seluruh kumpulan data ditempatkan dalam sebuah matriks berukuran $n \times p$ sebagai berikut:

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1j} & \cdots & x_{1p} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2j} & \cdots & x_{2p} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \cdots & \ddots & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \cdots & x_{ij} & \cdots & x_{ip} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nj} & \cdots & x_{np} \end{bmatrix} \tag{2.1}$$

Keterangan:

x_{ij} : Data objek ke-i dan variabel ke- j

n : Banyaknya objek

p : Banyaknya variabel

matriks diatas dapat juga dinotasikan dengan $\boldsymbol{X} = (x_{ij}),\ i = 1,2,\ldots,n$ dan $j = 1,2,\ldots,p$.

Perhatikan kembali penulisan matriks pada persamaan (2.1), dari matriks ini dapat diperoleh beberapa ukuran dari statistik deskriptif yaitu mean, rata-rata data terkoreksi, variansi, data terstandarisasi, jumlah kuadrat dan hasil kali silang, jumlah kuadrat dan hasil kali silang terkoreksi.

Mean (*Centroid*)

Jika $\boldsymbol{X}$ adalah matriks $n \times p$, dengan n menyatakan jumlah observasi (objek) dan p menyatakan jumlah variabel. *Centroid* merupakan mean dari tiap variabel dari indeks matriks $\boldsymbol{X}$. Dinotasikan $\overline{\boldsymbol{X}}$, dihitung dengan menggunakan operasi matriks sebagai berikut:

$$\overline{\boldsymbol{X}} = \frac{1}{n}\mathbf{1}'\boldsymbol{X} \tag{2.2}$$

Dengan $\mathbf{1}'$ adalah matriks satuan berukuran $1 \times n$.

Rata-rata Data Terkoreksi (*Mean Corrected Data*)

Rata-rata data terkoreksi adalah data yang nilainya telah dikurangi dengan nilai mean masing-masing variabel yang bersesuaian. Matriks rata-rata data terkoreksi dinotasikan dengan $\boldsymbol{X_d}$, ditunjukkan dengan

$$\boldsymbol{X_d} = \boldsymbol{X} - \mathbf{1}\overline{\boldsymbol{X}} \quad (2.3)$$

Variansi

Variansi sampel dinotasikan dengan s^2, merupakan estimator dari variansi populasi σ^2. Dengan $\boldsymbol{X_d}$ adalah vektor kolom dari matriks data terkoreksi, sehingga diperoleh rumus variansi sebagai berikut:

$$s^2 = \frac{1}{n-1}\boldsymbol{X}_d'\boldsymbol{X}_d \quad (2.4)$$

Data Terstandarisasi

Setelah diperoleh variansi sampel dari variabel-variabelnya, didefenisikan matriks diagonal $\boldsymbol{D}$, dimana diagonal matriks berisi variansi sampel dari masing-masing variabel. Data terstandarisasi dapat diperoleh dengan persamaan:

$$\boldsymbol{X_s} = \boldsymbol{X_d}\boldsymbol{D}^{-1/2} \quad (2.5)$$

Dimana $\boldsymbol{X_s}$ adalah data yang telah terstandarisasi, $\boldsymbol{D}^{-1/2}$ adalah invers akar kuadrat $\boldsymbol{D}$.

Jumlah Kuadrat dan Hasil Kali Silang

Perhitungan jumlah kuadrat dan hasil kali silang atau sering disingkat SSCP (*Sum of Square and Cross Product*) sangat bermanfaat untuk melakukan pengolahan data lebih lanjut pada teknik multivariat.

Misalkan $\boldsymbol{X_1}$ menyatakan vektor kolom ke-1, $\boldsymbol{X_2}$ menyatakan vektor kolom ke-2, dan $\boldsymbol{X_3}$ menyatakan vektor kolom ke-3. Perhitungan jumlah untuk variabel $\boldsymbol{X_1}, \boldsymbol{X_2}, \boldsymbol{X_3}$ adalah sebagai berikut:

$$\sum_{i=1}^{n} x_{i1} = \mathbf{1}'\boldsymbol{X_1} \qquad \sum_{i=1}^{n} x_{i2} = \mathbf{1}'\boldsymbol{X_2} \qquad \sum_{i=1}^{n} x_{i3} = \mathbf{1}'\boldsymbol{X_3} \quad (2.6)$$

Jumlah kuadrat untuk $\boldsymbol{X_1}, \boldsymbol{X_2}, \boldsymbol{X_3}$ didapat dari:

$$\sum_{i=1}^{n} x_{i1}^2 = \boldsymbol{X}_1'\boldsymbol{X}_1 \qquad \sum_{i=1}^{n} x_{i2}^2 = \boldsymbol{X}_2'\boldsymbol{X}_2 \qquad \sum_{i=1}^{n} x_{i3}^2 = \boldsymbol{X}_3'\boldsymbol{X}_3 \quad (2.7)$$

Hasil kali silang (*Cross Product*) diperoleh dari:

$$\sum_{i=1}^{n} x_{i1}x_{i3} = \boldsymbol{X}_1'\boldsymbol{X}_3 \qquad \sum_{i=1}^{n} x_{i1}x_{i2} = \boldsymbol{X}_1'\boldsymbol{X}_2 \qquad \sum_{i=1}^{n} x_{i2}x_{i3} = \boldsymbol{X}_2'\boldsymbol{X}_3 \quad (2.8)$$

Dengan mendefinisikan $\boldsymbol{B}$ sebagai matriks SSCP diperoleh hubungan berikut:

$$\boldsymbol{B} = \boldsymbol{X}'\boldsymbol{X} \quad (2.9)$$

Bila diketahui jumlah variabel p maka:

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{n} x_{i1}^2 & \sum_{i=1}^{n} x_{i1}x_{i2} & \cdots & \sum_{i=1}^{n} x_{i1}x_{ip} \\ \sum_{i=1}^{n} x_{i2}x_{i1} & \sum_{i=1}^{n} x_{i2}^2 & \cdots & \sum_{i=1}^{n} x_{i2}x_{ip} \\ \cdots & \cdots & \ddots & \vdots \\ \sum_{i=1}^{n} x_{ij}x_{i1} & \sum_{i=1}^{n} x_{ij}x_{i2} & \cdots & \sum_{i=1}^{n} x_{ij}x_{ip} \end{bmatrix}$$

Jumlah Kuadrat dan Hasil Kali Silang Terkoreksi

Untuk mempermudah perhitungan matriks kovariansi, maka jumlah kuadrat dan hasil kali silang ditulis dalam bentuk data terkoreksi rata-rata. Jumlah kuadrat dan hasil kali silang terkoreksi tersebut dinotasikan dengan $\boldsymbol{S}$, yang diberikan dengan persamaan:

$$\boldsymbol{S} = \boldsymbol{X}'\boldsymbol{X} - \frac{1}{n}(\boldsymbol{X}'\boldsymbol{1})(\boldsymbol{1}'\boldsymbol{X}) \tag{2.10}$$

atau

$$\boldsymbol{S} = \boldsymbol{X}_d'\boldsymbol{X}_d$$

2.2 Pengertian *Multidimensional Scaling*

Multidimensional scaling merupakan salah satu metode analisis data multivariat. Berikut ini beberapa pengertian dari *Multidimensional Scaling* (MDS).

Pengertian MDS pertama menurut Simar & Wolfgang (2007):

> "*Multidimensional Scaling* (MDS) adalah metode yang didasarkan pada ukuran kedekatan antara objek, subjek, atau stimuli yang direpresentasikan oleh matriks jarak atau matriks ketakmiripan digunakan untuk menghasilkan sebuah ruang yang merepresentasikan kemiripan atau ketakmiripan antara data objek."

Pengertian MDS kedua menurut Malhotra dalam Winta & Irawan (2005):

> "*Multidimensional Scaling* (MDS) merupakan sekelompok prosedur untuk mempresentasikan hubungan persepsi dan preferensi responden secara visual sebagai hubungan geometris antara beberapa hal dalam suatu ruang multidimensi (*perceptual map*)."

Dari beberapa pengertian MDS diatas dapat disimpulkan bahwa:

> *Multidimensional Scaling* (MDS) atau penskalaan multidimensi merupakan suatu analisis statistika multivariat yang dapat digunakan untuk memetakan atau mencari konfigurasi dari sejumlah objek dalam ruang berdimensi rendah berdasarkan ukuran jarak yang diharapkan dapat merefleksikan sebaik mungkin ukuran kemiripan atau ketakmiripan antar objek tersebut.

Sebagai contoh, diketahui n objek data dengan nilai *dissimilarity* $\{\delta\}$ antar tiap pasang objek tersebut (*dissimilarity* dapat diartikan sebagai jarak atau nilai lain yang merepresentasikan hubungan antar tiap objek data). MDS dapat digunakan untuk membuat sebuah peta konfigurasi n titik yang merepresentasikan n objek tersebut dalam sebuah ruang p dimensi. Sehingga jarak $\{d\}$ tiap pasang titik pada ruang tersebut (tidak harus berupa jarak Eucledian) mendekati nilai *dissimilarity* $\{\delta\}$ antar tiap pasang objek. Pada umumnya dimensi p yang diharapkan adalah dimensi yang rendah, misal dimensi 2 sehingga n objek data tersebut lebih mudah untuk dianalisa (Soelaiman, 2006).

Upaya yang dilakukan untuk mendapatkan konfigurasi objek dalam ruang berdimensi rendah tersebut yaitu dengan cara mentransformasikan ukuran jarak yang diketahui menjadi suatu bentuk koordinat-koordinat yang menunjukkan posisi masing-masing objek serta masih menyimpan ukuran ketakmiripannya. Diharapkan pendekatan terhadap matriks *proksimitas*.

Tujuan utama analisis MDS adalah representasi objek sebagai susunan titik-titik yang jaraknya dipersepsikan oleh responden. Representasi objek ini biasanya ditunjukkan dalam sebuah peta berdimensi rendah, seperti dimensi dua atau tiga. Peta berdimensi rendah menjadi alat untuk memaksimalkan *proximity measure* untuk setiap pasangan variabel (objek) serta jarak antara suatu variabel di dalam sebuah peta.

Memetakan data pengamatan peubah ganda terhadap suatu objek adalah menempatkan nilai koordinat pada ruang berdimensi ganda. Jika terdapat data pengamatan peubah ganda pada beberapa objek, maka dapat ditentukan jarak antar objeknya. Jarak antar objek dapat terlihat ketika titik-titik objek dipetakan dalam suatu gambar yang posisinya sesuai dengan koordinatnya. Namun, apabila data yang dimiliki adalah data persepsi yang tidak dapat dipetakan begitu saja, maka dalam analisis *Multidimensional Scaling* digunakan RSQ untuk mengetahui kedekatan antara data dengan *map*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana data jarak antar objek tersebut terpetakan dalam *perceptual map*. RSQ (*Squared Correlation*) adalah proporsi keragaman dari data yang berbentuk skala (perbedaan) pada partisi (baris, matriks, atau seluruh data) yang dihitung untuk mengetahui jarak hubungan data.

Berdasarkan sifat ukuran ketakmiripan yang digunakan, *Multidimensional Scaling* (MDS) dibedakan menjadi dua, yaitu *Metric Multidimensional Scaling* (Metrik MDS) atau Penskalaan Multidimensi Metrik dan *Nonmetric Multidimensional Scaling* (Nonmetrik MDS) atau Penskalaan Multidimensi Nonmetrik. Metrik MDS juga dikenal sebagai Analisis Koordinat Utama (*Principal Coordinate Analysis*), sedangkan Nonmetrik MDS biasa disebut dengan penskalaan ordinal (Johnson & Wichern, 1998).

2.3 *Proximitiy*

Proximity secara harfiah dapat diartikan sebagai kedekatan. Kedekatan objek-objek, individu-individu, atau stimuli dapat didefenisikan dan diukur dengan analisis statistik. Ukuran dari kedekatan ada dua, yakni kemiripan (*similarity*) dan ketakmiripan (*dissimilarity*). MDS berhubungan dengan pembuatan grafik (*map*) untuk menggambarkan posisi sebuah objek dengan objek yang lain, berdasarkan kemiripan (*similarity*) atau ketakmiripan (*dissimilarity*) objek-objek tersebut.

Ada beberapa metode untuk mengukur kemiripan atau ketakmiripan jarak antara dua objek yaitu, jarak Eucledian, jarak kuadrat Eucledian, jarak *Mahalanobis*, jarak *Minkowski*, jarak *City-Block* atau *Manhattan*, jarak *Chebychev*, jarak *Canberra*, jarak *Czekanowski*. Jarak *Eucledian* adalah ukuran ketakmiripan yang sering digunakan, dan merupakan jarak geometris di ruang multidimensional. Jarak ini digunakan jika varibel-variabel yang digunakan tidak berkorelasi satu sama lain atau saling ortogonal, yang memiliki satuan dan skala pengukuran yang sama (Cox, 2001).

Ukuran jarak Eucledian antar dua objek $x_r = (x_{r1}, x_{r2}, \dots, x_{rp})$ dan $x_s = (x_{s1}, x_{s2,}, \dots, x_{sp})$ yang berdimensi p dimana $r, s = 1,2, \dots, n$ adalah

$$d_{rs} = \sqrt{(x_{r1} - x_{s1})^2 + (x_{r2} - x_{s2})^2 + \cdots + (x_{rp} - x_{sp})^2}$$

$$d_{rs} = \sqrt{\sum_{i=1}^{p} (x_{ri} - x_{si})^2} \tag{2.11}$$

Sehingga, kuadrat jarak Eucledian dapat ditulis sebagai:

$$d_{rs}^2 = \sum_{i=1}^{p} (x_{ri} - x_{si})^2 \tag{2.12}$$

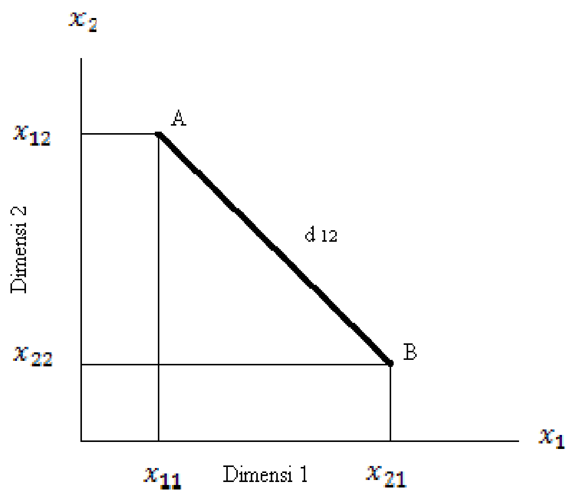
2.4 Prosedur Analisis *Multidimensional Scaling*

MDS menggambarkan susunan dari sekumpulan objek dari data dalam peta multidimensi yang memperkirakan jarak antara sepasang objek sesuai dengan nilai kedekatan (*proximity*) dalam input data. Dalam MDS ukuran kedekatan antar objek dapat berupa nilai kemiripan (*similarity*) atau nilai ketakmiripan (*dissimilarity*) antar pasang objek. Selain itu, ukuran kedekatan dapat juga berupa nilai preferensi (ukuran tingkat kesukaan) terhadap sejumlah objek.

Similarity data merupakan data subjektif yang diperoleh dengan mengajukan pertanyaan pada sejumlah orang untuk memperoleh penilaian tentang kemiripan dari sejumlah objek. Nilai kemiripan artinya semakin besar angka, menunjukkan kemiripan stimuli yang besar pula, istilah stimuli adalah penggambaran objek. Sebaliknya, *dissimilarity* data merupakan data subjektif yang diperoleh dengan mengajukan pertanyaan pada sejumlah orang untuk memperoleh penilaian tentang ketakmiripan dari sejumlah objek. Nilai ketakmiripan artinya semakin besar angka, menunjukkan ketakmiripan stimuli yang besar pula.

Setiap objek ditunjukkan dengan sebuah titik dalam *multidimensional space*. Titik-titik tersebut ditempatkan dalam ruang sehingga objek yang memiliki kemiripan letaknya berdekatan, demikian pula untuk titik-titik yang memiliki ketakmiripan letaknya berjauhan. Ruang multidimensi tersebut biasanya menggunakan *Eucledian space* berdimensi dua atau tiga. Tetapi mungkin juga didalam *non Eucledian space*. Dalam *Eucledian space* jarak antar objek dihitung dengan menggunakan ukuran *Eucledian distance* seperti pada persamaan (2.11).

Sebagai gambaran sesuai dengan Gambar 2.1 terdapat dua objek didalam peta dua dimensi.



Gambar 2.1 Jarak dalam ruang Eucledian.

Terdapat dua objek didalam peta dua dimensi diatas. Koordinat objek pertama (x_{11}, x_{12}) dan koordinat objek kedua (x_{21}, x_{22}), jarak antara objek pertama dan objek kedua dihitung dalam ruang Eucledian.

2.5 *Metric Multidimensional Scaling*

Penskalaan Multidimensi Metrik (*Metric Multidimensional Scaling*) merupakan teknik matematik yang memungkinkan untuk penyajikan kedekatan atau kemiripan (*proximity or similarity*) antara objek secara meruang (*spatial*) sebagimana dalam suatu peta. Jadi intinya adalah memetakan objek dalam ruang multidimensi sedemikian rupa sehingga posisi relatif di suatu ruang mencerminkan derajat kemiripan antara objek (Anonim, 2010).

Metrik MDS dimulai dengan sebuah matriks jarak $\boldsymbol{D}$ dengan ukuran $(n \times n)$. Berikut contoh matriks jarak $\boldsymbol{D}$

$$\mathbf{D} = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1n} \\ d_{21} & d_{22} & \dots & d_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{n1} & d_{n2} & \dots & d_{nn} \end{bmatrix}$$

Matriks $\boldsymbol{D}$ merupakan ukuran kemiripan atau ketakmiripan antar n objek. Matriks ini mempunyai elemen d_{rs} dimana $r = 1, \dots, n$ dan $s = 1, \dots, n$, elemen $d_{rs} > 0$ jika $r \neq s$ dan $d_{rs} = 0$ jika $r = s$. Sehingga diperoleh matriks jarak sebagai berikut:

$$\mathbf{D}^* = \begin{bmatrix} 0 & d_{12} & \dots & d_{1n} \\ d_{21} & 0 & \dots & d_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{n1} & d_{n2} & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

Semakin kecil nilai $\boldsymbol{D}^*$, maka semakin besar kemiripan antar dua pengamatan tersebut. Sebaliknya jika $\boldsymbol{D}^*$ semakin besar, semakin besar ketakmiripan dari pengamatan tersebut (Cox, 2001).

Tujuan dari Metrik MDS adalah mencari sebuah konfigurasi dalam ruang berdimensi p dari jarak–jarak antara titik sedemikian sehingga koordinat-koordinat dari n titik sepanjang dimensi p memuat matriks jarak Eucledian yang elemen–elemennya sedekat mungkin ke elemen–elemen matriks jarak $\boldsymbol{D}$ yang diketahui (Anonim, 2010).

2.6 *Classical Scaling*

Salah satu pendekatan yang langsung dan mudah dari Metrik MDS adalah *Classical Scaling*. *Classical Scaling* didasarkan pada sebuah matriks jarak yang dihitung dari sebuah *geometry Eucledian*.

Definisi 1

Sebuah matriks jarak $\boldsymbol{D} = (d_{rs})$ dengan ukuran $(n \times n)$ adalah Eucledian jika untuk beberapa titik $x_1, \dots, x_n \in \mathbb{R}^p$, $d_{rs}^2 = (x_r - x_s)^T (x_r - x_s)$.

Teorema 1

Defenisikan $\boldsymbol{A} = (a_{rs})$, $a_{rs} = -\frac{1}{2} d_{rs}^2$ dan $\boldsymbol{B} = \boldsymbol{HAH}$ dimana $\boldsymbol{H}$ merupakan *centering matrix*. $\boldsymbol{D}$ Eucledian jika dan hanya jika $\boldsymbol{B}$ positif semi definit. Jika $\boldsymbol{D}$ matriks jarak dari matriks data $\boldsymbol{X}$, maka $\boldsymbol{B} = \boldsymbol{HXX^T H}$. $\boldsymbol{B}$ disebut matriks perkalian skalar (*inner product matrix*) (Cox, 2001).

Secara garis besar *Classical Scaling* meliputi 2 tahap proses yaitu membangun matriks $\boldsymbol{B}$ dengan ukuran $(n \times n)$ yaitu matriks perkalian skalar antar tiap pasang titik tanpa mengetahui matriks koordinat $\boldsymbol{X}$ dengan ukuran $(n \times p)$ tetapi mengetahui matriks $\boldsymbol{M}$ dengan ukuaran $(n \times n)$ yaitu matriks *dissimilarity* antar tiap pasang titik, proses ini dinamakan "*Double Centering*" dan tahap selanjutnya adalah melakukan dekomposisi terhadap matriks $\boldsymbol{B}$ tersebut sehingga didapatkan matriks koordinat $\boldsymbol{X}$, tahap ini disebut sebagai "*Eigen Decomposition*" (Setiawan, 2006).

Double Centering

Double centering matrix adalah suatu proses, dimana matriks jarak dapat dikomposisikan menjadi matriks *product skalar*. Misalkan,

$$\left.\begin{matrix} x_r : (x_{r1}, x_{r2}, \dots, x_{rp}) \\ x_s : (x_{s1}, x_{s2}, \dots, x_{sp}) \end{matrix}\right\}$$ dua vektor dalam peta p dimensi.

Dan hasil perkalian silang dari dua vektor tersebut dinotasikan dengan $\boldsymbol{B} = \{b_{rs}\}$.

Sehingga $b_{rs} = x_r x_s = \sum_{i=1}^{p} x_{ri} x_{si}$

Dengan menggunakan kuadrat jarak pada persamaan (2.12) diperoleh:

$$d_{rs}^2 = \sum_{i=1}^{p} (x_{ri} - x_{si})^2 = l_r^2 + l_s^2 - 2b_{rs} \qquad (2.13)$$

Dengan $l_r^2 = \sum_{i=1}^{p} x_{ri}^2$, $l_s^2 = \sum_{i=1}^{p} x_{si}^2$.

Jika diasumsikan $\sum_{i=1}^{p} x_{ri} = 0$ untuk semua $i = 1,2,\dots,p$

Sehingga

$$b_{r.} = b_{.s} = b_{..} = 0 \qquad (2.14)$$

Maka:

a) Mean baris

$$d_{r.}^2 = \frac{1}{n}\sum_{s}^{n} d_{rs}^2 = \frac{1}{n}\sum_{s}^{n} l_r^2 + \frac{1}{n}\sum_{s}^{n} l_s^2 - 2b_{r.}$$

Dari persamaan (2.14) diperoleh nilai $b_{r.} = 0$ sehingga

$$d_{r.}^2 = \frac{1}{n}\sum_{s}^{n} l_r^2 + \frac{1}{n}\sum_{s}^{n} l_s^2 = l_r^2 + l_.^2 \qquad (2.15)$$

dimana $l_.^2 = \frac{1}{n}\sum_{s}^{n} l_s^2$

Persamaan (2.15) ekuivalen dengan

$$l_r^2 = d_{r.}^2 - l_.^2 \qquad (2.16)$$

b) Mean kolom

$$d_{.s}^2 = \frac{1}{n}\sum_{r}^{n} d_{rs}^2 = \frac{1}{n}\sum_{r}^{n} l_r^2 + \frac{1}{n}\sum_{r}^{n} l_s^2 - 2b_{.s}$$

Dari persamaan (2.14) diperoleh bahwa $b_{.s} = 0$ sehingga

$$d_{.s}^2 = \frac{1}{n}\sum_{r}^{n} l_r^2 + \frac{1}{n}\sum_{r}^{n} l_s^2 = l_.^2 + l_s^2 \qquad (2.17)$$

dimana $l_.^2 = \frac{1}{n}\sum_{r}^{n} l_r^2$

Persamaan (2.17) ekuivalen dengan

$$l_s^2 = d_{.s}^2 - l_.^2 \qquad (2.18)$$

c) Mean keseluruhan

$$d_{..}^2 = \frac{1}{n^2}\sum_{r}^{n}\sum_{s}^{n} d_{rs}^2 = \frac{1}{n}\sum_{r}^{n} l_r^2 + \frac{1}{n}\sum_{s}^{n} l_s^2 - 2b_{..}$$

Dari persamaan (2.14) $b_{..} = 0$ sehingga

$$d_{..}^2 = \frac{1}{n}\sum_r^n l_r^2 + \frac{1}{n}\sum_s^n l_s^2 = 2l_.^2 \tag{2.19}$$

Dengan subtitusi (2.16) dan (2.18) pada persamaan (2.13) diperoleh:

$$d_{rs}^2 = (d_{r.}^2 - l_.^2) + (d_{.s}^2 - l_.^2) - 2b_{rs} = d_{r.}^2 + d_{.s}^2 - 2l_.^2 - 2b_{rs}$$

Kemudian subtitusikan persamaan (2.18) menjadi :

$$\begin{aligned} d_{rs}^2 &= d_{r.}^2 + d_{.s}^2 - d_{..}^2 - 2b_{rs} \\ -2b_{rs} &= d_{rs}^2 - d_{r.}^2 - d_{.s}^2 + d_{..}^2 \\ b_{rs} &= -\frac{1}{2}(d_{rs}^2 - d_{r.}^2 - d_{.s}^2 + d_{..}^2) \end{aligned} \tag{2.20}$$

Proses pengurangan tiap elemen d_{rs}^2 terhadap mean baris, mean kolom, dan mean keseluruhan seperti pada persamaan (2.20) disebut *double centering*.

Dengan $a_{rs} = -\frac{1}{2}d_{rs}^2$ dan

$$a_{r.} = \frac{1}{n}\sum_s a_{rs} = \frac{1}{n}\sum_s -\frac{1}{2}d_{rs}^2 = -\frac{1}{2n}\sum_s d_{rs}^2, \quad a_{.s} = \frac{1}{n}\sum_r a_{rs}, \qquad \text{dan } a_{..} = \frac{1}{n^2}\sum_r\sum_s a_{rs}$$

Sehingga diperoleh

$$b_{rs} = a_{rs} - a_{r.} - a_{.s} + a_{..}$$

Defenisikan matriks $\boldsymbol{A}$ sebagai (a_{ij}) dan amati bahwa matriks $\boldsymbol{B}$, yaitu matriks perkalian *scalar* antar tiap pasang titik pada $\boldsymbol{X}$ dapat didefinisikan sebagai:

$$\boldsymbol{B} = \boldsymbol{X}\boldsymbol{X}' \tag{2.21}$$

Dimana $\boldsymbol{X} = (x_1, \ldots, x_n)'$ merupakan matriks koordinat $\boldsymbol{X}$ dengan ukuran $(n \times n)$. Dapat diperoleh rank dari matriks $\boldsymbol{B}$ sebagai

$$rank(\boldsymbol{B}) = rank(\boldsymbol{X}\boldsymbol{X}') = rank(\boldsymbol{X}) = p$$

Tujuan "*double centering*" adalah membentuk matriks $\boldsymbol{B}$ diatas dari matriks $\boldsymbol{D}$ kuadrat jarak *Eucledian* antar tiap pasang titik (Alvin, 2002).

Secara logika dengan hanya memiliki informasi jarak antar tiap pasang titik maka akan terdapat banyak solusi konfigurasi koordinat titik-titik yang memenuhi jarak antar tiap pasang titik tersebut, karena solusi tersebut apabila dirotasi, ditranslasi, maupun dicerminkan akan tetap menghasilkan solusi yang memenuhi jarak antar tiap pasang titik tersebut. Untuk mengatasi hal tersebut maka pusat massa dari konfigurasi titik tersebut ditempatkan pada titik pusat koordinat (*centering*). Hal tersebut dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut, tentukan:

$$c = (\boldsymbol{1}')\boldsymbol{X}/n \tag{2.22}$$

Dimana n adalah jumlah titik dan $\boldsymbol{1}$ adalah vektor yang berisi satu dengan panjang n. Maka matriks koordinat $\boldsymbol{X}$ yang ditengahkan (*centered*):

$$\boldsymbol{X}^* = \boldsymbol{X} - \boldsymbol{1}c = \boldsymbol{X} - (\boldsymbol{1}\boldsymbol{1}'\boldsymbol{X})/n \tag{2.23}$$

Dengan menggunakan $\boldsymbol{X}$ versi *centered* maka matriks perkalian skalar $\boldsymbol{B}$ yang ditengahkan (*centered*):

$$\boldsymbol{B}^* = -\tfrac{1}{2}\boldsymbol{J}\boldsymbol{D}\boldsymbol{J} \text{ dengan } \boldsymbol{J} = \boldsymbol{I} - \tfrac{1}{2}\boldsymbol{1}\boldsymbol{1}'$$

Matriks $\boldsymbol{D}$ kuadrat jarak Eucledian diatas merupakan matriks *dissimilarity* $\boldsymbol{M}$ dan matriks $\boldsymbol{J}$ dengan ukuran $(n \times n)$ disebut sebagai matriks "*centering*". Sehingga secara umum "*Double Centering* " dapat dirumuskan:

$$\boldsymbol{B} = -\frac{1}{2}\boldsymbol{JMJ} \tag{2.24}$$

Konfigurasi yang diperoleh akan memberikan posisi masing-masing objek sehingga jarak Eucledian antar objek seperti yang diketahui. Bila diinginkan penyajian konfigurasi objek dalam ruang berdimensi rendah, katakanlah dua atau tiga, maka gambaran terbaik yang dapat diberikan yaitu dengan menggambarkan koordinat dua atau tiga unsur pertama masing-masing baris matriks $\boldsymbol{JX}$ yang melalui dekomposisi spectral terkait dengan dua atau tiga akar ciri terbesarnya (Soelaiman, 2006).

Eigen Decomposition

Setelah didapatkan matriks $\boldsymbol{B}$, maka langkah selanjutnya adalah melakukan dekomposi matriks $\boldsymbol{B}$. Langkah ini erat kaitannya dengan metode *Singular Value Decomposition (SVD)*. Karena matriks $\boldsymbol{B}$ adalah matriks simetris, positif semi definit (semua nilai eigennya lebih besar dari nol), dan memiliki rank p maka matriks $\boldsymbol{B}$ dapat didekomposisi menjadi:

$$\boldsymbol{B} = \boldsymbol{Q\Lambda Q'} \text{ dengan } \boldsymbol{B} = -\frac{1}{2}\boldsymbol{JMJ} \tag{2.25}$$

Keterangan:

$\boldsymbol{\Lambda}$ = $\mathrm{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_p)$ merupakan matriks diagonal dari nilai eigen matriks $\boldsymbol{B}$

$\boldsymbol{Q}$ = $(\gamma_1, \dots, \gamma_p)$ merupakan vektor eigen yang bersesuaian

Karena matriks $\boldsymbol{\Lambda}$ adalah matriks diagonal sehingga $(\boldsymbol{\Lambda}^{1/2})' = (\boldsymbol{\Lambda}^{1/2})$, maka $\boldsymbol{B}$ dapat dituliskan sebagai:

$$\boldsymbol{B} = (\boldsymbol{Q\Lambda}^{1/2})(\boldsymbol{\Lambda}^{1/2}\boldsymbol{Q'}) \tag{2.26}$$

Karena $\boldsymbol{B} = \boldsymbol{XX'}$ maka didapatkan kembali matriks koordinat $\boldsymbol{X}$ dengan mendefinisikan:

$$\boldsymbol{X} = (\boldsymbol{Q\Lambda}^{1/2}) \tag{2.27}$$

2.7 Algoritma Praktis untuk *Classical Scaling*

Adapun algoritma praktis dari Classical Scaling adalah sebagai berikut:

1. Temukan ketaksamaan $\{\delta_{rs}\}$.
2. Carilah matriks $\boldsymbol{A} = \left[-\frac{1}{2}\delta_{rs}^2\right]$.
3. Carilah matriks $\boldsymbol{B} = [a_{rs} - a_{r.} - a_{.s} + a_{..}]$.
4. Carilah nilai eigen $\lambda_1, \dots, \lambda_{n-1}$ dan vektor eigen $\mathrm{v}_1, \dots, \mathrm{v}_{n-1}$ yang bersesuaian, dimana vector eigen dinormalisasi sehingga $\mathrm{v}_i^T \mathrm{v}_i = \lambda_i$. Jika $\boldsymbol{B}$ tidak positif semi-definit (beberapa dari nilai eigen ada yang negatif), maka (i) mengabaikan nilai negatif dan tetap diproses ke langkah selanjutnya, atau (ii) menambahkan sebuah konstanta yang sesuai k pada ketaksamaan, $\delta'_{rs} = \delta_{rs} + k(1 - \delta^{rs})$ dan kembali ke langkah 2.
5. Pilih jumlah dimensi yang sesuai p. Dapat menggunakan rumus $\sum_1^p \lambda_i / \sum(\text{nilai eigen positif})$.

6. Koordinat dari n titik-titik dalam ruang Eucledian dimensi p diberikan oleh $x_{ri} = v_{ir}(r = 1, \dots, n; i = 1, \dots, p)$.

3. Metode Penelitian

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian adalah Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Bengkulu. Sedangkan waktu penelitian dilakukan mulai April 2010 sampai selesai. Dengan jenis penelitian adalah studi literatur dan studi lapangan. Adapun yang menjadi responden adala mahasiswa semester 6 (enam), 8 (delapan), dan 10 (sepuluh) yang telah mengambil mata kuliah yang diamati dalam penelitian ini.

3.2 Identifikasi Variabel

Variabel-variabel dalam penelitian ini antara lain :

V1 = Jumlah SKS
V2 = Strategi belajar
V3 = Tugas mata kuliah
V4 = Ujian tengah semester
V5 = Ujian akhir semester
V6 = Kriteria penilaian
V7 = Proses Belajar Mengajar

3.3 Metode Pengambilan Sampel

Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah *Purposive sampling* atau penarikan sampel pertimbangan. Penarikan jenis sampel ini terjadi apabila pengambilan sampel dilakukan berdasarkan pertimbangan perorangan atau pertimbangan peneliti. Hanya mereka yang dianggap ahli yang patut memberikan jawaban dipertimbangkan untuk diambil menjadi sampel. Penarikan sampel *purposive* ini akan berhasil bila peneliti mengenal populasi, karena itu penarikan sampel ini sangat sesuai untuk studi kasus.

3.4 Pemberian Skor

Ukuran dari satu variabel dapat secara langsung diamati dan dibandingkan dengan realita. Oleh karena itu, perlu diberikan indikasi pengukuran skala likert. Berikut ini penskalaan nilai untuk masing-masing jenis:

1 = Sangat Tidak Mirip.
2 = Tidak Mirip.
3 = Mirip.
4 = Sangat Mirip.
5 = Pasti Mirip.

3.5 Metode Pengolahan Data

Untuk memperoleh pengolahan data hasil kuisioner, maka digunakan bantuan paket program komputer statistik "*SPSS for windows version 16.0*". Sedangkan pengolahan data analisis yang digunakan diawali dengan uji validitas, uji reliabilitas, dan analisis *multidimensional scaling*.

3.5.1 Uji Validitas Instrumen Penelitian

Yang dimaksud dengan validitas adalah suatu derajat ketepatan alat ukur penelitian tentang isi sebenarnya apa yang diukur. Uji Validitas bertujuan untuk mengetahui apakah kuisioner yang disebutkan sudah valid atau belum. Misalnya alat yang dipakai mengukur itu menggunakan kusioner maka yang harus diketahui adalah sejauh mana kuisioner tersebut mampu mengukur fenomena yang akan diukur. Hal ini dapat dilakukan dengan mengamati besarnya koefisien korelasi antar item kuisioner yang diuji. Sebuah tes dapat dikatakan valid, apabila nilai yang dihasilkan dari setiap item pertanyaan dapat memberikan dukungan yang besar terhadap skor total keseluruhan item pada suatu variabel.

3.5.2 Uji Reliabilitas Instrumen Penelitian

Yang dimaksud dengan reabilitas adalah derajat ketepatan, ketelitian atau keakuratan yang ditunjukkan oleh instrumen pengukuran. Suatu tes dapat dikatakan mempunyai taraf kepercayaan yang sangat tinggi jika test tersebut dapat memberikan hasil yang tetap. Pengukuran reliabilitas dapat dilakukan dengan menghitung nilai korelasi dari dua kali pengukuran terhadap satu macam item. Kemudian dengan membandingkan nilai korelasi yang dihasilkan dengan nilai kritik korelasi yang ada pada tabel dapat diketahui apakah item tersebut reliabel atau tidak. Cara uji reliabilitas ini adalah dengan cara menggunakan program SPSS versi 16.0.

3.5.3 Analisa *Multidimensional Scaling*

Penelitian ini menggunakan metode analisis penskalaan multidimensi dengan data kemiripan (*similarity data*). MDS *similarity data* termasuk jenis data non atribut, yang dapat menganalisa data *nonmetric* (*nominal* dan *ordinal*) ataupun data *metric* (*interval* dan *rasio*). Sehingga hasil kuisioner yang diperoleh dapat langsung di olah dengan menggunakan *software* komputer yaitu SPSS versi 16.0. Sebelumnya dilakukan uji validitas dan reliabilitas sebagai bahan pertimbangan terlebih dahulu. MDS berhubungan dengan pembuatan grafik (*map*) untuk menggambarkan posisi sebuah objek dengan objek yang lain, berdasarkan kemiripan (*similitary*) objek-objek tersebut.

Langkah-langkah pemecahan masalah dalam analisis MDS adalah sebagai berikut:

a. Mengidentifikasi objek penelitian yang akan dievaluasi yakni melihat persepsi dan preferensi mahasiswa terhadap kemiripan beberapa mata kuliah yang akan diteliti dengan menggunakan analisis *Multidimensional Scaling*.
b. Mempersiapkan desain kuisioner yang ingin mengetahui kedekatan antara pasangan mata kuliah yang diamati berdasarkan persepsi dan preferensi mahasiswa.
c. Menyebarkan kuisioner penelitian kepada sampel.
d. Memperoleh input data yang berupa data persepsi dan preferensi
e. Memprogram data pengamatan hasil kuisioner ke dalam *Microsoft Excel*.
f. Melakukan uji kecukupan data (Uji Validitas dan Uji Reliabilitas).
g. Melakukan uji analisa *Multidimensional Scaling*.
   Dengan program SPSS versi 16.0 diperoleh sebuah peta persepsi beserta sejumlah dimensi posisi mata kuliah Metede Statistika, Aljabar Linier, Logika dan Himpunan, Struktur Aljabar, Persamaan Differensial Biasa, Topologi, Analisis Real, dan Statistika Matematika.
h. Menentukan nama dari masing-masing dimensi (*labeling*). Dalam hal ini, *judgment* penelitilah yang menentukan pemberian nama tersebut. Pemberian nama pada suatu dimensi dilakukan dengan menilai kemiripan dari berbagai atribut objek yang ditetapkan atau berasal dari responden setelah melihat *perceptual map*. Dengan mempelajari posisi tersebut maka kelebihan dan kelemahan pada tiap objek dapat dianalisis.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan metode penyebaran kuisioner kepada para responden yakni, Mahasiswa Jurusan Matematika Universitas Bengkulu. Mahasiswa yang menjadi responden untuk penelitian ini merupakan mahasiswa yang sudah pernah mengambil kedelapan mata kuliah yang diamati dalam penelitian ini. Pertanyaan-pertanyaan yang telah dibuat disebarkan dengan cara membagikan kuisioner kepada mahasiswa Jurusan Matematika sebanyak 72 kuisioner. Kuisioner ini diberikan kepada mahasiswa yang berada di semester enam, delapan, dan sepuluh.

4.2 Pengolahan Data
4.2.1 Pengujian Validitas
Teknik yang digunakan untuk menguji validitas item-item dalam pertanyaan pada kuisioner adalah korelasi *Product Moment* dari pearson. Adapun prosedur pengujian validitas yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Hipotesis
  - H_0 : Skor butir tidak berkorelasi positif dengan skor total (butir tidak valid)
  - H_1 : Skor butir berkorelasi positif dengan skor total (butir valid)
- Tingkat Signifikansi $(\alpha = 0{,}05)$

  $$\begin{aligned} db &= n - 2 \\ &= 72 - 2 \\ &= 70 \end{aligned}$$

  Dengan melihat nilai tabel r dimana db = 70 dan $\alpha = 0{,}05$ diperoleh $r = 0{,}232$
- Dasar Pengambilan Keputusan :
  - Jika r_{hasil} positif dan $r_{hasil} \leq r_{tabel}$, maka H_1 ditolak (butir tidak valid)
  - Jika r_{hasil} positif dan $r_{hasil} > r_{tabel}$, maka H_1 diterima (butir valid)
- Kesimpulan

  Berdasarkan perhitungan validitas kuisioner (r_{xy}) item-item pertanyaan berkisar antara 0,134 sampai 0,556. Terlihat pula bahwa ada empat item pernyataan yang nilai r hitungnya kurang dari r tabel. Hal ini disebabkan pada saat pengisian kuisioner jawaban responden pada item pertanyaan tersebut hampir sama atau sangat beragam. Seperti untuk item pertanyaan ke lima yakni membandingkan tingkat kemiripan pasangan mata kuliah Struktur Aljabar Vs Aljabar Linier, hampir seluruh responden menjawab 3 dan 4. Sedangkan, untuk item pertanyaan ke dua yakni membandingkan tingkat kemiripan pasangan mata kuliah Logika dan Himpunan Vs Metode Statistika, jawaban responden beragam dari 1 sampai 4.

4.2.2 Pengujian Reliabilitas
Pengujian reliabilitas pada penelitian ini menggunakan metode *Cronbach Alpha*. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam uji reliabilitas adalah sebagai berikut:

- Hipotesis
  - H_0 : Skor butir tidak berkorelasi positif dengan nilai koefisien (butir kurang reliabel)
  - H_1 : Skor butir berkorelasi positif dengan nilai koefisien (butir reliabel)
- Tingkat Signifikansi

  Instrumen memiliki tingkat reliabilitas yang tinggi jika nilai koefisien yang diperoleh $\geq$ 0,60
- Dasar Pengambilan Keputusan
  - Jika r_{hasil} positif dan $r_{hasil} \leq$ nilai koefisien, maka H_1 ditolak (butir kurang reliabel)
  - Jika r_{hasil} positif dan $r_{hasil} >$ nilai koefisien, maka H_1 diterima (butir reliabel)
- Kesimpulan

  Berdasarkan hasil pengolahan pada program SPSS untuk uji reliabilitas, dapat dilihat nilai koefisien reliabilitas yang diperoleh dengan metode *Cronbach Alpha* sebesar 0,712. Hal ini mengindikasikan bahwa hasil kuisioner memiliki reliabilitas yang baik, atau dengan kata lain data hasil kuisioner dapat dipercaya.

4.2.3 Profil Responden

Profil responden menunjukkan identitas responden mulai dari jenis kelamin dan tingkat semester responden. Profil responden perlu diketahui karena berkaitan dengan subjek penelitian yaitu mahasiswa jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Bengkulu.

Jenis Kelamin Responden

Frekuensi responden menurut jenis kelamin, responden yang didapat ternyata sebagian besar adalah perempuan yakni, sebanyak 51 responden. Sedangkan, untuk laki-laki ada sebanyak 21 responden.

Tingkat Semester Responden

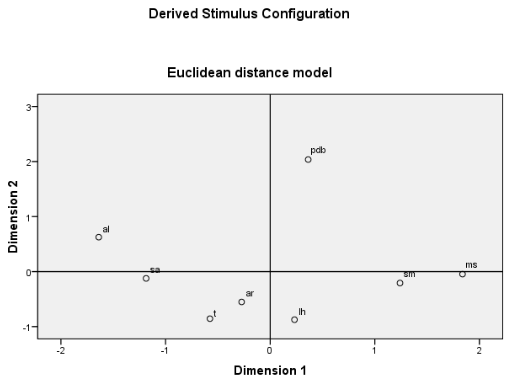
Frekuensi responden menurut tingkat semester. Penelitian menunjukan bahwa responden yang berada di semester enam berjumlah 34 responden juga dapat memberikan pendapat mengenai kemiripan antar pasangan mata kuliah. Peneliti menyimpulkan bahwa persepsi responden yang berada di semerter enam patut diperhitungkan meskipun ada beberapa mata kuliah belum diselesaikan dan sedang diambil pada semester genap ini. Selain itu, ditunjukan bahwa responden yang berada di semester delapan yang berjumlah 33 responden dianggap paling dapat memberikan pendapat mengenai kemiripan beberapa pasangan mata kuliah karena semua mata kuliah yang diamati dalam penelitian ini sudah diselesaikan oleh responden. Sisanya responden yang berada disemester sepuluh ada sebanyak 5 responden.

4.3 Analisa Hasil *Multidimensional Scaling*

4.3.1 Pengolahan dan Analisis Data Persepsi Kemiripan

Data persepsi kemiripan adalah berupa data nilai rata-rata dari jawaban responden terhadap tingkat persepsi perbandingan kemiripan terhadap 28 pasang mata kuliah. Adapun data ini didapatkan dari jawaban responden dengan menggunakan Skala Linkert dari nilai 1 smpai 4. Nilai 1 menunjukkan pasangan mata kuliah yang sangan tidak mirip hingga nilai 4 menunjukkan pasangan yang sangat mirip. Jawaban responden tersebut kemudian dibuat nilai rata-ratanya. Untuk perbandingan kemiripan mata kuliah dengan dirinya sendiri diberi nilai 5 yang menunjukkan bahwa pasangan itu pasti mirip.

Stress value yang dihasilkan dari pengolahan data persepsi kemiripan ini adalah sebesar 0.03163. Hal ini menunjukkan bahwa penggambaran koordinat dari setiap mata kuliah dalam *perceptual map* telah memiliki tingkat kesesuaian yang tinggi (mendekati 0/sempurna) dengan data perbandingan kemiripan antar Mata Kuliah. Nilai RSQ=0,99386 atau 99% ukuran kedekatan antar objek dapat dijelaskan oleh posisi objek pada peta yang dihasilkan, kondisi ini mendukung model semakin baik karena nilai RSQ>50%.



Gambar 4.1 *Perceptual Map* : Koordinat Mata Kuliah

Konfigurasi akhir dari posisi mata kuliah berdasarkan data kemiripan menurut persepsi responden berupa *perceptual map* yang dihasilkan dari Program *SPSS for windows Release 16.0* dapat dilihat pada gambar 4.1. Peta posisi tersebut menunjukkan posisi mata kuliah terhadap mata kuliah lain. Dari peta posisi tersebut dapat diketahui jarak yang mencerminkan tingkat kemiripan antar mata kuliah. Mata kuliah yang dipersepsikan mirip oleh responden mempunyai posisi yang saling berdekatan, sedangkan Mata Kuliah yang tidak mirip mempunyai posisi yang saling berjauhan. Berdasarkan hal tersebut dapat diperoleh analisa pengelompokan Mata Kuliah berdasarkan persepsi kemiripan pada *perceptual map*, yaitu:

- Kelompok pertama : al (Aljabar Linier) dan sa (Struktur Aljabar)
- Kelompok kedua : t (Topologi), ar (Analisis Real), dan lh (Logika dan Himpunan)
- Kelompok ketiga : sm (Statistika Matematika) dan ms (Metode Statistika)
- Kelompok keempat: pdb (Persamaan Differensial Biasa)

Kelompok satu terdiri atas mata kuliah Aljabar Linier dan Struktur Aljabar. Kedua mata kuliah ini dipersepsikan mirip oleh responden berdasarkan analisis *multidimensional scaling*. Kemiripan ini dapat dilihat dari materi yang diajarkan yakni mengenai aljabar.

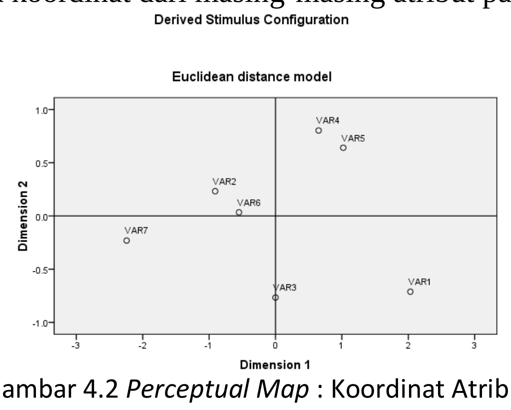
Kelompok kedua terdiri atas mata kuliah Topologi, Analisis Real, dan Logika dan Himpunan. Ketiga mata kuliah ini dipersepsikan mirip oleh responden berdasarkan analisis *multidimensional scaling*. Kemiripan ini dapat dilihat dari tingkat kesulitan materi. Mata kuliah Logika dan Himpunan merupakan dasar untuk mata kuliah lainnya. Untuk mata kuliah Analisis Real dan Topologi cenderung dianggap sulit oleh mahasiswa dalamn memahami setiap materi yang ada dalam mata kuliah tersebut.

Kelompok ketiga terdiri atas mata kuliah Statistika Matematika dan Metode Statistika. Kedua mata kuliah ini dipersepsikan miripa oleh responden berdasarkan analisis *multidimensional scaling*. Kemiripan mata kuliah ini dapat dilihat dari kesamaan materi yakni mengenai pengolahan data secar statistik. Statistika Dasar merupakan mata kuliah dasar untuk mempelajari Statistika Matematika.

Kelompok keempat hanya terdapat mata kuliah Persamaan Differensial Biasa. Mata kuliah Persamaan Differensial Biasa ini dipersepsikan oleh responden berbeda dengan mata kuliah lain yang diamati dalam penelitian ini berdasarkan analisis *multidimensional scaling*.

4.3.2 Pengolahan dan Analisis Data Preferensi

Data preferensi adalah berupa data ranking dari responden terhadap tingkat preferensi mengenai mata kuliah yang pernah dijalani sewaktu masa perkuliahan berdasarkan pertimbangan atribut-atribut mata kuliah yang diamati. Ranking tersebut dimulai dari ranking pertama untuk mata kuliah yang paling disukai hingga ranking terakhir, atau ranking ke-8, Analisis ini menghasilkan output berupa koordinat dari masing-masing atribut pada *perceptual map*.



Gambar 4.2 *Perceptual Map* : Koordinat Atribut

Penggambaran setiap koordinat dari setiap atribut pada *perceptual map* telah memmiliki tingkat kesesuaian yang tinggi. Hal ini dapat dilihat dari nilai STRESS dan *index of fit* (R^2) yang dicapai secara berturut-turut 0,00591 dan 0,99 (99%).

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Suatu hasil analisis MDS menghasilkan hasil konfigurasi peta yang tepat digunakan alat ukur yaitu nilai STRESS dan *index of fit* (R^2) yang dicapai. Dalam penelitian ini nilai STRESS dan R^2 secara berturut-turut adalah 0.03163 dan 99%. Ini menunjukkan bahwa penggambaran koordinat dari setiap mata kuliah dalam *perceptual map* telah memiliki tingkat kesesuaian yang tinggi.
2. Berdasarkan letak kedekatan posisi mata kuliah dalam *perceptual map* yang dihasilkan dapat diperoleh analisa pengelompokan mata kuliah berdasarkan persepsi kemiripan, yaitu:
   - Kelompok pertama: Aljabar Linier dan Struktur Aljabar
   - Kelompok kedua: Topologi, Analisis Real, dan Logika dan Himpunan
   - Kelompok ketiga: Statistika Matematika dan Metode Statistika
   - Kelompok keempat: Persamaan Differensial Biasa

5.2 Saran

Perlu dilakukan kajian lebih lanjut untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang dapat memudahkan atau menyulitakan mahasiswa dalam memahami setiap materi dalam mata kuliah-mata kuliah yang diajarkan di Jurusan Matematika. Dapat dikaji lebih lanjut mengenai bagaimana keinginan mahasiswa dalam menjalani proses perkuliahan di jurusan matematika agar dapat lulus dengan nilai yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2010. *Analisis MDS*. http://www.wahana-statistika.com/analisis/analisis-multivariate/96-analisis-multidimensional-scalling-mds.html. 28 Januari.

Anonim. 2010. *Metode Analisis Data*. http://www.scribd.com/document_downloads/13405293?secret_password=&extension=pdf. 28 Januari.

Anonim. 2010. *Metodologi Penelitian*. http://www.scribd.com/document_downloads/15106559?secret_password=&extension=pdf. 15 Februari.

Cox, T. dan Cox M. 2001. *Multidimensional Scaling (Second Edition)*. Chapman & Hall/CRC. United States of America.

Groenen, P. dan Ingwer B. 2005. *Modern Multidimensional Scaling Theory and Application (Second Edition)*. Springer. United States of America.

Hair, J.F. *et al*. 1998. *Multivariate Analysis Fifth Edition*, New Jersey: Prentice-Hall Internasional.

Johnson, W. and Winchern, D. 1998. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jessey.

Lubis, I. 2008. *Kajian Metode Pengklasteran Hirarki Dengan Berbagai Pengukuran Jarak*. Skripsi pada Jurusan Matematika, Fakultas MIPA. Universitas Bengkulu. Tidak Dipublikasikan.

Rencher, A. 2002. *Methods of Multivariate Analysis (Second Edition)*. Jhon Wiley & Sons. United States of America.

Simar, L. & Wolfgang H. 2007. *Applied Multivariate Statistical Analysis (Second Edition)*. Springer. United states of America.

Singarimbun & Effendi.1987. *Metode Penelitian Survei*. Jakarta : LP3ES.

Soelaiman, Rully d.k.k. 2006. Aplikasi *Metode Surface Flattening Pada Pemetaan Tekstur*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember. http://www.its.ac.id/personal/files/pub/1989-rully-is-SNTI%202006%20-%20P01.pdf. 15 Februari.

Sugiyono. 2003. *Statistika untuk Penelitian*. Bandung : Alfabeta.

Sumarni, N. 2007. *Analisis Biplot Pengguna Beberapa Jenis Kartu Prabayar (Studi Kasus Mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Bengkulu)*. Skripsi pada Jurusan Matematika, Fakultas MIPA. Universitas Bengkulu. Tidak Dipublikasikan.

Walpole, R. E. 1995. *Pengantar Statistika*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.

Winta, R. dan Nur I. 2005. *Analisis Posisi Plasa/Mall Di Surabaya Berdasarkan Persepsi dan Preferensi Masyarakat Kota Surabaya Dengan Metode Multidimensional Scaling.* Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember. http://www.google.co.id/url?sa=t&source=web&ct=res&cd=4&ved=0CA8QFjAD&url=http%3A%2F%2Fmmt.its.ac.id%2Flibrary%2Fwp-content%2Fuploads%2F2008%2F11%2Fmicrosoft-word-1-prosiding-rigo-hartono-b.pdf&rct=j&q=analisis+posisi+plasa%2Fmall&ei=yeuzS_SeEs9rAfxutCNBA&usg=AFQjCNHl340NrzmL6hrTc0ByORVOR_em-A. 18 Februari.