

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem

A System is a group of elements that are integrated with the common purpose of achieving an objective.” Secara garis besar dapat diartikan bahwa sistem adalah sekelompok elemen-elemen yang terintegrasi dengan maksud yang sama untuk mencapai suatu tujuan (McLeod, 2001).

Sistem adalah suatu jaringan kerja prosedur-prosedur yang saling berhubungan, berkumpul bersama-sama untuk melakukan suatu kegiatan atau untuk menyelesaikan suatu sasaran tertentu (Jogiyanto, 1999).

2.2 Pengelompokan

Pengelompokan adalah suatu tindakan analisis dari teknik data mining yang bertujuan untuk mengidentifikasi sekelompok obyek yang mempunyai kemiripan karakteristik tertentu yang dapat dipisahkan dengan kelompok obyek lainnya, sehingga obyek yang berada dalam kelompok yang sama relatif lebih homogen dari pada obyek yang berada pada kelompok yang berbeda (Tan, 2006) . Jumlah kelompok yang dapat diidentifikasi tergantung pada banyak dan variasi data obyek yang digunakan.

2.2.1 Tujuan Pengelompokan

Tujuan dari pengelompokan adalah mengumpulkan obyek data ke dalam beberapa kelompok yang mempunyai karakteristik tertentu dan dapat dibedakan satu sama lainnya. Hal tersebut dilakukan untuk analisis lebih lanjut sesuai dengan tujuan penelitian yang dilakukan.

Beberapa contoh tujuan yang dapat dilakukan dalam melakukan pengelompokan untuk penggunaan data adalah sebagai berikut :

1. Peringkasan

Ada banyak teknik analisis data, salah satunya adalah melakukan peringkasan. Peringkasan merupakan cara untuk meningkatkan efisiensi waktu dalam melakukan pengelompokan data dalam jumlah yang banyak. Teknik pengelompokan yang dapat dilakukan dengan membuat *prototype* yang dapat mewakili seluruh data, misalnya dengan mengambil rata-rata untuk setiap kelompok sehingga sejumlah data yang tergabung dalam sebuah kelompok akan diwakili oleh sebuah data.

2. Kompresi

Data-data yang tergabung dalam setiap kelompok dapat dianggap berkarakter sama sehingga data dalam kelompok yang sama dapat di kompresi dengan diwakili oleh indeks *prototype* dari setiap kelompok. Setiap obyek direpresentasikan dengan indeks *prototype* yang dikaitkan dengan sebuah kelompok.

3. Pencarian tetangga terdekat secara efisien

Teknik komputasi yang dilakukan dalam mencari tetangga terdekat akan semakin berat ketika jumlah data semakin besar. Hal tersebut tidak sebanding dengan jumlah data yang akhirnya digunakan sebagai tetangga terdekat. Dengan pengelompokan kita dapat membuat *prototype* dimana setiap *prototype* mewakili satu kelas. Cara ini dapat menghemat efisiensi waktu yang dilakukan dalam komputasi secara keseluruhan. Konsekuensinya adalah mungkin cara mendapatkan tetangga terdekat menjadi kurang representatif karena diukur berdasarkan kelompok data bukan individu data sehingga ada kemungkinan ketidak sesuaian tetangga pada data tersebut.

2.2.2 Kegiatan Sistem Pengelompokan

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan di atas dapat diambil sebuah pengelompokan dari sebuah sub-sub sistem pengelompokan tingkat serapan materi kuliah pengenalan pola yang terdiri dari:

1. Input

Merupakan suatu kegiatan untuk menyediakan serta memasukkan data untuk diproses.

2. Proses

Menggambarkan bagaimana suatu data diproses agar dapat menghasilkan suatu informasi yang bernilai lebih.

3. Output

Suatu kegiatan untuk menghasilkan laporan dari proses yang telah dijalankan.

4. Analisis Hasil Proses

Suatu kegiatan untuk menganalisa hasil keluaran dari kegiatan proses dan aktivitas untuk menjamin bahwa sistem Pengelompokan tersebut berjalan sesuai dengan yang diharapkan.

2.3 Data Mining

Data mining adalah salah satu teknik penelusuran data untuk membangun sebuah model, kemudian menggunakan model tersebut agar dapat menggali pola data yang lain yang tidak berada dalam basis data yang tersimpan. Kebutuhan untuk prediksi juga memanfaatkan teknik ini. Dalam *data mining*, pengelompokan data juga dilakukan. Tujuannya adalah agar penulis dapat mengetahui pola dan tindak lanjut yang diambil. Semua hal tersebut bertujuan untuk mendukung kegiatan Pengelompokan agar sesuai dengan yang diharapkan (Prasetyo, 2012).

Data mining merupakan salah satu cara untuk menemukan informasi yang terkandung pada suatu data (*knowledge discovery*). Teknik *Data mining* dikembangkan untuk mencari data potensi serapan mahasiswa dan pola yang mungkin dapat digunakan pada database yang berskala besar (Pan-Ning Tan, 2006).

Data mining merupakan salah satu tahap pada proses *Knowledge Discovery in Database* (KDD). KDD adalah penyulingan informasi menarik yang tidak biasa, yang terkandung dalam basis data berukuran besar, yang sebelumnya tidak diketahui potensi dan manfaatnya (Han & Kamber 2001).

Dari beberapa pernyataan tersebut dapat diambil garis besar bahwa *Data Mining* merupakan proses ekstraksi dari database yang berukuran besar untuk di jadikan sebuah informasi baru menggunakan metode yang sesuai, sehingga dapat memberikan pengetahuan baru dari data base yang sudah diolah.

2.4 Data Warehouse

Data warehouse adalah suatu konsep dan kombinasi teknologi yang memfasilitasi organisasi untuk mengelola dan memelihara data historis yang diperoleh dari sistem atau aplikasi operasional (Ferdiana, 2008).

Data warehouse adalah suatu paradigma baru dilingkungan pengambilan keputusan strategik. *Data warehouse* bukan suatu produk tetapi suatu lingkungan dimana *user* dapat menemukan informasi strategik (Poniah, 2001).

Arsitektur data warehouse dibangun sesuai situasi dan kondisi. Maksudnya *arsitektur data warehouse* akan berpengaruh pada penggunaan dan pemeliharaan data yang digunakan (ilmu komputer.com, 2009).

Tujuan menggunakan *data warehouse* adalah agar data yang diakses oleh organisasi merupakan data yang bersifat konsisten, artinya data tersebut adalah yang benar sesuai kenyataan yang ada agar kualitas *data warehouse* dapat diandalkan (ilmu komputer.com, 2009).

Pengembangan *data warehouse* dapat dilakukan dengan beberapa metode diantaranya,

a. Pendekatan Ralph Kimball

Seorang pakar dibidang *data warehouse* yang membuat metode perancangan *data warehouse* yang disebut dengan perancangan *bottom-up*. Disebut *bottom-up* karena pertama-tama data pada kantor cabang diidentifikasi dan dibuat terlebih dahulu, untuk menyediakan kapabilitas laporan dan analisis untuk proses bisnis tertentu.

b. Pendekatan Bill Inmon

Bill Inmon adalah orang yang menggagas pertama kali *data warehouse* sebagai wadah/tempat (*repository*) untuk seluruh data perusahaan.

Pendekatan perancangan Inmonn disebut dengan *top-down*, di mana *data warehouse* dirancang menggunakan data model yang telah dinormalisasi.

c. Pendekatan Hybrid

Suatu pendekatan yang menggunakan campuran dari pendekatan top down dan pendekatan bottom up.

Dalam penanganan sebuah data tentunya terdapat keuntungan dan kelebihan yang dimiliki dalam menggunakan *data warehouse* (ilmu computer.com, 2009).

Beberapa keuntungan dan kekurangan pada *data warehouse* :

a. Keuntungan *Data Warehouse*

- *Data warehouse* menyediakan model data yang bervariasi, dan tidak bergantung pada satu sumber data saja. Hal ini memudahkan pimpinan perusahaan/manager membuat laporan dan menganalisis.
- Saat *me-load* data ke dalam *data warehouse*, data yang tidak konsisten akan diketahui dan secepatnya diubah. Mendukung proses pembuatan laporan, agar keputusan yang diambil adalah keputusan yang benar sesuai data.
- Keamanan informasi didalam *data warehouse* terjamin, karena *data warehouse* selalu digunakan dan dimonitor oleh pengguna *data warehouse* tersebut.

b. Kerugian *Data warehouse*

- *Data warehouse* tidak cocok untuk data yang tidak struktur.
- Data perlu di-*extract*, diubah, dan di *load* ke *data warehouse*, sehingga membutuhkan waktu (*delay*) kerja untuk *data warehouse* yang belum terbentuk.
- Semakin lama masa hidup bisnis yang menggunakan *data warehouse*, maka semakin banyak biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk memodifikasi teknologi *data warehouse* atau perawatan berjalan *data warehouse*.

Pemakaian teknologi *data warehouse* hampir dibutuhkan oleh semua organisasi, tidak terkecuali sistem Pengelompokan perkuliahan. *Data warehouse* memungkinkan integrasi berbagai macam jenis data dari berbagai macam aplikasi atau sistem. Hal ini menjamin mekanisme akses ‘satu pintu’ bagi manajemen untuk memperoleh informasi, dan menganalisisnya untuk pengambilan keputusan.

2.4.1 Informasi Data Set

Data set merupakan data yang kita ambil dari *data warehouse* yang nantinya akan kita proses ulang dengan metode-metode tertentu untuk diteliti lebih lanjut supaya nanti didapatkan informasi yang baru. Sebuah data set biasanya berbentuk seperti tabel, di mana baris-barisnya menyatakan observasi (pengamatan/individu) dan kolom-kolomnya merupakan variabel. Struktur data set adalah sama dengan data base relasional, karena menghadapi model objek hirarkis tabel, baris, dan kolom. Selain itu, berisi kendala dan hubungan didefinisikan untuk data set.

2.4.2 Clustering data

Clustering atau analisis *cluster* adalah proses pengelompokan satu set benda-benda fisik atau abstrak ke dalam kelas objek yang sama (Han and Kamber, 2006).

Clustering atau *clusterisasi* adalah salah satu alat bantu pada data *mining* yang bertujuan mengelompokkan obyek-obyek ke dalam *cluster-cluster*. *Cluster* adalah sekelompok atau sekumpulan obyek-obyek data yang *similar* satu sama lain dalam *cluster* yang sama dan *dissimilar* terhadap obyek-obyek yang berbeda *cluster*. Obyek akan dikelompokkan ke dalam satu atau lebih *cluster* sehingga obyek-obyek yang berada dalam satu *cluster* akan mempunyai kesamaan yang tinggi antara satu dengan lainnya.

Dengan menggunakan *clusterisasi*, kita dapat mengidentifikasi potensi mahasiswa yang mengambil mata kuliah pengenalan pola berdasarkan potensi yang dimiliki mahasiswa dan mengelompokkannya berdasarkan potensi yang dimiliki.

2.5 Pengertian Metode SOM

SOM (*Self Organizing Feature Map*) pertama kali diperkenalkan oleh Kohonen (Kohonen,1989) dengan teknik pelatihan ANN yang menggunakan *basis winner takes all*. Di mana hanya neuron yang menjadi pemenang yang akan diperarui bobotnya. Meskipun menggunakan basis ANN, SOM tidak menggunakan target kelas, tidak ada kelas yang ditetapkan untuk setiap data. Karakteristik seperti inilah yang kemudian membuat SOM dapat digunakan untuk keperluan pengelompokan berbasis ANN (Prasetyo, 2012).

2.6 Algoritma SOM

Berikut ini adalah langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam menerapkan metode SOM dalam pengolahan data (Prasetyo, 2012):

1. Inisialisasi Nilai bobot W_{ij} secara acak, tentukan parameter topologi ketetanggaan, tentukan parameter laju pembelajaran, tentukan jumlah iterasi pelatihan.
2. Selama jumlah maksimal iterasi belum tercapai, lakukan langkah 3 -7.
3. Untuk setiap data masukan X (matriks $M \times N$), lakukan langkah 4 – 6.
4. Untuk setiap neuron j , hitung $D_j = \sum_i (w_{ij} - x_i)^2$, $i=1, \dots, N$, N adalah dimensi data (N).
5. Cari indeks dari sejumlah neuron, yaitu D_j , yang mempunyai nilai terkecil.
6. Untuk neuron j dan semua neuron yang menjadi tetangga J (yang sudah didefinisikan) dalam radius R , hitunglah perubahan bobot $W_{ij}(\text{baru}) = W_{ij}(\text{lama}) + \dot{\eta} (X_i - W_{ij}(\text{lama}))$.
7. Perbaharui laju pembelajaran dengan rumus :

$$\eta(\text{baru}) = \text{fungsi_pembelajaran} \times \eta(\text{lama})$$

Pada algoritma tersebut dapat dijelaskan, parameter jarak untuk perbedaan atau kemiripan yang digunakan adalah Encludian kuadrat (square Euclidean). Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi waktu komputasi dengan menyederhanakan kinerja algoritma, tetapi harus dibayar dengan penggunaan memori yang lebih besar untuk alokasi nilai jarak yang biasanya lebih besar. Nilai laju pembelajaran (η) yang digunakan adalah jangkauan nilai 0 sampai 1. Tetapi, nilai ini akan terus diturunkan setiap kali ada kenaikan iterasi dengan sebuah fungsi pembelajaran.

Inisialisasi bobot awal bisa menggunakan nilai acak dengan jangkauan -0.5 sampai +0.5, atau menggunakan nilai acak dengan jangkauan nilai seperti pada data masukan.

Parameter yang bisa digunakan dalam pengelompokan set data X pada sejumlah C . untuk penjelasanya dapa dilihat pada tabel 2.1 :

Tabel 2.1 : Parameter dan keterangan algoritma SOM.

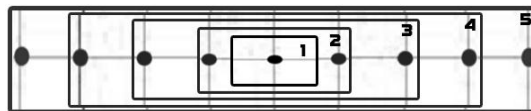
No	Parameter	Keterangan
1.	X	X adalah matriks $M \times N$. M menyatakan jumlah data, dan N menyatakan jumlah fitur.
2.	C	C menyatakan jumlah kelompok (neuron pemroses)
3.	Iterasi	Jumlah maksimal iterasi pelatihan
4.	W_{ij}	Matriks $N \times C$ yang menyatakan bobot untuk setiap neuron (kelompok). N menyatakan jumlah fitur, dan C menyatakan jumlah neuron (kelompok).
5.	D_j	Matriks $M \times C$. Baris menyatakan data, dan kolom menyatakan jarak ke neuron (kelompok).
6.	J	J menyatakan neuron keluaran yang didapat dari data yang berdimensi tinggi. Neuron keluaran tersebut berfungsi jika dalam penelitian menggunakan topologi SOM.

2.7 Topologi Jaringan Neural Network Pada Metode SOM

Beberapa topologi SOM Kohonen yang digunakan pada data satu dimensi dan data dua dimensi. Topologi yang bisa digunakan yaitu Linear neighborhood, Rectangular neighborhood dan Hexagonal neighborhood.

1. Linear Neighborhood

Arsitektur SOM yang digambarkan secara topografis untuk memberikan visualisasi pengelompokan pada data satu dimensi dapat dilihat pada gambar 2.1:

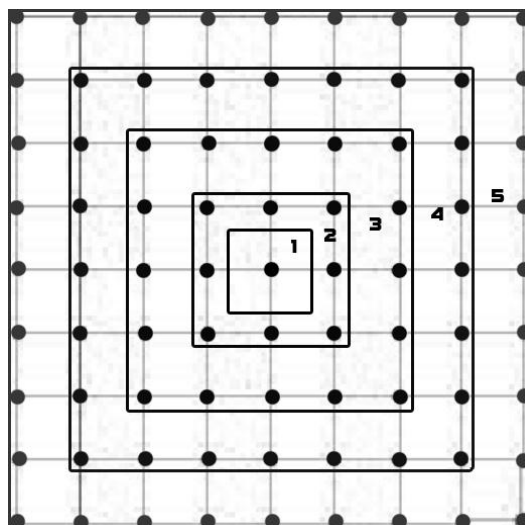


Gambar 2.1 Linear Neighborhood

Untuk data dalam kotak bertuliskan angka 1, tidak ada tetangga yang berhubungan dengan setiap neuron yang diperbarui bobotnya. Untuk data dalam kotak bertuliskan angka 2 ada 2 tetangga yang berhubungan dengan setiap neuron untuk diperharui bobotnya, Untuk data dalam kotak bertuliskan angka 3 4 tetangga yang berhubungan dengan setiap neuron untuk diperharui bobotnya, begitu seterusnya.

2. Rectangular Neighborhood

Arsitektur SOM yang digambarkan secara topografis untuk memberikan visualisasi pengelompokan pada data dua dimensi berbentuk rectangular dapat dilihat pada gambar 2.2:

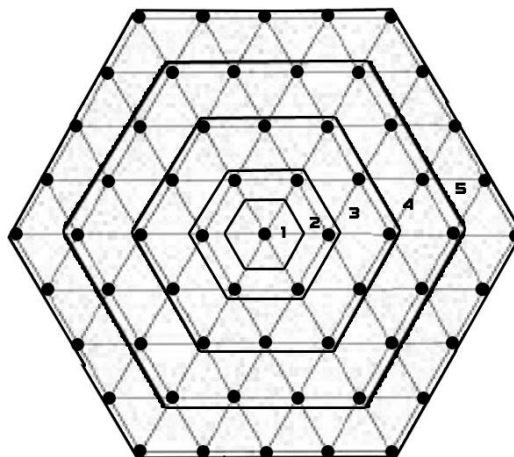


Gambar 2.2 Rectangular Neighborhood

Untuk data dalam kotak bertuliskan angka 1, ketetanggaan didefinisikan dengan grid segi empat. Untuk data dalam kotak bertuliskan angka 1, tidak ada tetangga yang berhubungan dengan setiap neuron yang diperbarui bobotnya. Untuk data dalam kotak bertuliskan angka 2 ada 8 tetangga yang berhubungan dengan setiap neuron untuk diperharui bobotnya, Untuk data dalam kotak bertuliskan angka 3 ada 24 tetangga yang berhubungan dengan setiap neuron untuk diperharui bobotnya, begitu seterusnya.

3. Hexagonal Neighborhood

Arsitektur SOM yang digambarkan secara topografis untuk memberikan visualisasi pengelompokan pada data dua dimensi berbentuk hexagonal dapat dilihat pada gambar 2.3:



Gambar 2.3 Hexagonal Neighborhood

Untuk data dalam grid bertuliskan angka 1, ketetanggaan didefinisikan dengan grid segi empat. Untuk data dalam grid bertuliskan angka 1, tidak ada tetangga yang berhubungan dengan setiap neuron yang diperbarui bobotnya. Untuk data dalam grid bertuliskan angka 2 ada 6 tetangga yang berhubungan dengan setiap neuron untuk diperharui bobotnya, Untuk data dalam grid bertuliskan angka 3 ada 18 tetangga yang berhubungan dengan setiap neuron untuk diperharui bobotnya, begitu seterusnya.

2.8 Contoh Aplikasi SOM

Pada contoh ini akan dilakukan pengelompokan lima buah data dengan jumlah dimensi dua. Set data yang akan digunakan adalah data pada tabel 2.2 :

Tabel 2.2 : Set data pada contoh metode SOM.

Data	X	Y
1	1	1
2	4	1
3	1	2
4	3	4
5	5	4

Fitur yang digunakan adalah X dan Y. Pada contoh ini akan dilakukan proses pengelompokan dengan metode SOM. Parameter yang digunakan jumlah kelompok ada 3, Jumlah iterasi pelatihan 5, laju pembelajaran 0,5 dan akan menjadi 0,6 (fungsi pembelajaran) darinya pada iterasi berikutnya.

Langkah pertama adalah inisialisasi bobot. Karna jumlah fitur ada 2 dan jumlah kelompok ada 3. Matriks bobot w berukuran 2×3 . Secara acak penulis menggunakan bobot awal berikut :

$$w = \begin{matrix} & D_1 & D_2 & D_3 \\ \begin{bmatrix} 2 & 2 & 2 \\ 2 & 3 & 5 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Iterasi 1 :

Untuk data 1 [1 1], hitung jarak ke setiap neuron:

$$\begin{aligned} D_1 &= \sum_i (w_{i1} - x_i)^2 = (w_{11} - x_1)^2 + (w_{21} - x_2)^2 \\ &= (2-1)^2 + (2-1)^2 = 1^2 + 1^2 = 1+1 = 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_2 &= \sum_i (w_{i2} - x_i)^2 = (w_{12} - x_1)^2 + (w_{22} - x_2)^2 \\ &= (2-1)^2 + (3-1)^2 = 1^2 + 2^2 = 1+4 = 5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D_3 &= \sum_i (w_{i3} - x_i)^2 = (w_{13} - x_1)^2 + (w_{23} - x_2)^2 \\
 &= (2-1)^2 + (5-1)^2 = 1^2 + 4^2 = 1+16 = 17
 \end{aligned}$$

Jarak terdekat adalah neuron ke-1 sehingga bobot neuron 1 akan diperbaharui.

$$\begin{aligned}
 w_{i1}(\text{baru}) &= w_{i1}(\text{lama}) + \eta(x_i - w_{i1}(\text{lama})) \\
 &= \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \end{bmatrix} + 0.5 \left(\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \end{bmatrix} \right) = \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -0.5 \\ -0.5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.5 \\ 1.5 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

Bobot baru menjadi : $w = \begin{bmatrix} 1.5 & 2 & 2 \\ 1.5 & 3 & 5 \end{bmatrix}$

Untuk data 2 [4 1], hitung jarak ke setiap neuron

$$\begin{aligned}
 D_1 &= \sum_i (w_{i1} - x_i)^2 = (w_{11} - x_1)^2 + (w_{21} - x_2)^2 \\
 &= (1.5-4)^2 + (1.5-1)^2 = (-2.5)^2 + 0.5^2 = 6.25 + 0.25 = 6.5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D_2 &= \sum_i (w_{i2} - x_i)^2 = (w_{12} - x_1)^2 + (w_{22} - x_2)^2 \\
 &= (2-4)^2 + (3-1)^2 = (-2)^2 + 2^2 = 4 + 4 = 8
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D_3 &= \sum_i (w_{i3} - x_i)^2 = (w_{13} - x_1)^2 + (w_{23} - x_2)^2 \\
 &= (2-4)^2 + (5-1)^2 = (-2)^2 + 4^2 = 4 + 16 = 20
 \end{aligned}$$

Jarak terdekat adalah neuron ke-1 sehingga bobot neuron 1 akan diperbaharui

$$\begin{aligned}
 w_{i1}(\text{baru}) &= w_{i1}(\text{lama}) + \eta(x_i - w_{i1}(\text{lama})) = \\
 &= \begin{bmatrix} 1.5 \\ 1.5 \end{bmatrix} + 0.5 \left(\begin{bmatrix} 4 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1.5 \\ 1.5 \end{bmatrix} \right) = \begin{bmatrix} 1.5 \\ 1.5 \end{bmatrix} + 0.5 \begin{bmatrix} 2.5 \\ -0.5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.5 \\ 1.5 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1.25 \\ -0.25 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.75 \\ 1.25 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

Bobot baru menjadi : $w = \begin{bmatrix} 2.75 & 2 & 2 \\ 1.25 & 3 & 5 \end{bmatrix}$

Untuk data 3 [1 2], hitung jarak ke setiap neuron

$$\begin{aligned} D_1 &= \sum_i (w_{i1} - x_i)^2 = (w_{11} - x_1)^2 + (w_{21} - x_2)^2 \\ &= (2.75 - 1)^2 + (1.25 - 2)^2 = 1.75^2 + (-0.75)^2 \\ &= 3.0625 + 0.5625 = 3.625 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_2 &= \sum_i (w_{i2} - x_i)^2 = (w_{12} - x_1)^2 + (w_{22} - x_2)^2 \\ &= (2 - 1)^2 + (3 - 2)^2 = 1^2 + 1^2 = 1 + 1 = 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_3 &= \sum_i (w_{i3} - x_i)^2 = (w_{13} - x_1)^2 + (w_{23} - x_2)^2 \\ &= (2 - 1)^2 + (5 - 2)^2 = 1^2 + 3^2 = 1 + 9 = 10 \end{aligned}$$

Jarak terdekat adalah neuron ke-2 sehingga bobot neuron 2 akan diperbaharui

$$\begin{aligned} w_{i2}(\text{baru}) &= w_{i2}(\text{lama}) + \eta(x_i - w_{i2}(\text{lama})) = \\ &= \begin{bmatrix} 2 \\ 3 \end{bmatrix} + 0.5 \left(\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 2 \\ 3 \end{bmatrix} \right) = \begin{bmatrix} 2 \\ 3 \end{bmatrix} + 0.5 \begin{bmatrix} -1 \\ -1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ 3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -0.5 \\ -0.5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.5 \\ 2.5 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

$$\text{Bobot baru menjadi : } w = \begin{bmatrix} 2.75 & 1.5 & 2 \\ 1.25 & 2.5 & 5 \end{bmatrix}$$

Untuk data 4 [3 4], hitung jarak ke setiap neuron

$$\begin{aligned} D_1 &= \sum_i (w_{i1} - x_i)^2 = (w_{11} - x_1)^2 + (w_{21} - x_2)^2 \\ &= (2.75 - 3)^2 + (1.25 - 4)^2 = (-0.25)^2 + (-2.75)^2 \\ &= 0.0625 + 7.5625 = 7.625 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_2 &= \sum_i (w_{i2} - x_i)^2 = (w_{12} - x_1)^2 + (w_{22} - x_2)^2 \\ &= (1.5 - 3)^2 + (2.5 - 4)^2 = (-1.5)^2 + (-1.5)^2 \\ &= 2.25 + 2.25 = 4.5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_3 &= \sum_i (w_{i3} - x_i)^2 = (w_{13} - x_1)^2 + (w_{23} - x_2)^2 \\ &= (2 - 3)^2 + (5 - 4)^2 = (-1)^2 + 1^2 = 1 + 1 = 2 \end{aligned}$$

Jarak terdekat adalah neuron ke-3 sehingga bobot neuron 3 akan diperbaharui

$$\begin{aligned} w_{i3}(\text{baru}) &= w_{i3}(\text{lama}) + \eta(x_i - w_{i3}(\text{lama})) = \\ &= \begin{bmatrix} 2 \\ 5 \end{bmatrix} + 0.5 \left(\begin{bmatrix} 3 \\ 4 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 2 \\ 5 \end{bmatrix} \right) = \begin{bmatrix} 2 \\ 5 \end{bmatrix} + 0.5 \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ 5 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.5 \\ -0.5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.5 \\ 4.5 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

Bobot baru menjadi : $w = \begin{bmatrix} 2.75 & 1.5 & 2.5 \\ 1.25 & 2.5 & 4.5 \end{bmatrix}$

Untuk data 5 [5 4], hitung jarak ke setiap neuron

$$\begin{aligned} D_1 &= \sum_i (w_{i1} - x_i)^2 = (w_{11} - x_1)^2 + (w_{21} - x_2)^2 \\ &= (2.75 - 5)^2 + (1.25 - 4)^2 = (-2.25)^2 + (-2.75)^2 \\ &= 5.0625 + 7.5625 = 12.625 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_2 &= \sum_i (w_{i2} - x_i)^2 = (w_{12} - x_1)^2 + (w_{22} - x_2)^2 \\ &= (1.5 - 5)^2 + (2.5 - 4)^2 = (-3.5)^2 + (-1.5)^2 \\ &= 12.25 + 2.25 = 14.5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_3 &= \sum_i (w_{i3} - x_i)^2 = (w_{13} - x_1)^2 + (w_{23} - x_2)^2 \\ &= (2.5 - 5)^2 + (4.5 - 4)^2 = (-2.5)^2 + 0.5^2 \\ &= 6.25 + 0.25 = 6.5 \end{aligned}$$

Jarak terdekat adalah neuron ke-3 sehingga bobot neuron 3 akan diperbaharui

$$\begin{aligned} w_{i3}(\text{baru}) &= w_{i3}(\text{lama}) + \eta(x_i - w_{i3}(\text{lama})) = \\ &= \begin{bmatrix} 2.5 \\ 4.5 \end{bmatrix} + 0.5 \left(\begin{bmatrix} 5 \\ 4 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 2.5 \\ 4.5 \end{bmatrix} \right) = \begin{bmatrix} 2.5 \\ 4.5 \end{bmatrix} + 0.5 \begin{bmatrix} 2.5 \\ -0.5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.5 \\ 4.5 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1.25 \\ -0.25 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3.75 \\ 4.25 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

Bobot baru menjadi : $w = \begin{bmatrix} 2.75 & 1.5 & 3.75 \\ 1.25 & 2.5 & 4.25 \end{bmatrix}$

Semua data sudah diproses, langkah selanjutnya perbaharui laju pembelajaran :

$$\eta(\text{baru}) = \text{fungsi_pembelajaran} \times \eta(\text{lama}) = 0.6 \times 0.5 = 0.3$$

Data 1 : Neuron 1 menjadi pemenang

Data 2 : Neuron 1 menjadi pemenang

Data 3 : Neuron 2 menjadi pemenang

Data 4 : Neuron 3 menjadi pemenang

Data 5 : Neuron 3 menjadi pemenang

Indeks kelompok yang di ikuti data adalah:[1 1 2 3 3]

Iterasi 2 :

Untuk data 1 [1 1], hitung jarak ke setiap neuron:

$$\begin{aligned} D_1 &= \sum_i (w_{i1} - x_i)^2 = (w_{11} - x_1)^2 + (w_{21} - x_2)^2 \\ &= (2.75 - 1)^2 + (1.25 - 1)^2 = 1.75^2 + 0.25^2 = 3.0625 + 0.0625 = 3.125 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_2 &= \sum_i (w_{i2} - x_i)^2 = (w_{12} - x_1)^2 + (w_{22} - x_2)^2 \\ &= (1.5 - 1)^2 + (2.5 - 1)^2 = 0.5^2 + 1.5^2 = 0.25 + 2.25 = 2.55 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_3 &= \sum_i (w_{i3} - x_i)^2 = (w_{13} - x_1)^2 + (w_{23} - x_2)^2 \\ &= (3.75 - 1)^2 + (4.25 - 1)^2 = 2.75^2 + 3.25^2 = 7.5625 + 10.5625 = 18.125 \end{aligned}$$

Jarak terdekat adalah neuron ke-2 sehingga bobot neuron 2 akan diperbaharui.

$$\begin{aligned} w_{i2}(\text{baru}) &= w_{i2}(\text{lama}) + \eta(x_i - w_{i2}(\text{lama})) \\ &= \begin{bmatrix} 1.5 \\ 2.5 \end{bmatrix} + 0.3 \left(\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1.5 \\ 2.5 \end{bmatrix} \right) = \begin{bmatrix} 1.5 \\ 2.5 \end{bmatrix} + 0.3 \begin{bmatrix} -0.5 \\ -1.5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.5 \\ 1.5 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -0.15 \\ -0.45 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.35 \\ 2.05 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

$$\text{Bobot baru menjadi : } w = \begin{bmatrix} 2.75 & 1.35 & 3.75 \\ 1.25 & 2.05 & 4.25 \end{bmatrix}$$

Untuk data 2 [4 1], hitung jarak ke setiap neuron

$$\begin{aligned} D_1 &= \sum_i (w_{i1} - x_i)^2 = (w_{11} - x_1)^2 + (w_{21} - x_2)^2 \\ &= (2.75 - 4)^2 + (1.25 - 1)^2 = (1.25)^2 + 0.25^2 = 1.5625 + 0.0625 = 1.625 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_2 &= \sum_i (w_{i2} - x_i)^2 = (w_{12} - x_1)^2 + (w_{22} - x_2)^2 \\ &= (1.35 - 4)^2 + (2.05 - 1)^2 = (-2.65)^2 + 1.05^2 = 7.0225 + 1.1025 = 8.125 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_3 &= \sum_i (w_{i3} - x_i)^2 = (w_{13} - x_1)^2 + (w_{23} - x_2)^2 \\ &= (3.75 - 4)^2 + (4.25 - 1)^2 = (-0.25)^2 + 3.25^2 = 0.0625 + 10.5625 = 10.625 \end{aligned}$$

Jarak terdekat adalah neuron ke-1 sehingga bobot neuron 1 akan diperbaharui

$$\begin{aligned} w_{i1}(\text{baru}) &= w_{i1}(\text{lama}) + \eta(x_i - w_{i1}(\text{lama})) = \\ &= \begin{bmatrix} 2.75 \\ 1.25 \end{bmatrix} + 0.3 \left(\begin{bmatrix} 4 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 2.75 \\ 1.25 \end{bmatrix} \right) = \begin{bmatrix} 2.75 \\ 1.25 \end{bmatrix} + 0.3 \begin{bmatrix} 1.25 \\ -0.25 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.75 \\ 1.25 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.375 \\ -0.275 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3.125 \\ 1.175 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

$$\text{Bobot baru menjadi : } w = \begin{bmatrix} 3.125 & 1.35 & 3.75 \\ 1.175 & 2.05 & 4.25 \end{bmatrix}$$

Untuk data 3 [1 2], hitung jarak ke setiap neuron

$$\begin{aligned} D_1 &= \sum_i (w_{i1} - x_i)^2 = (w_{11} - x_1)^2 + (w_{21} - x_2)^2 \\ &= (3.125 - 1)^2 + (1.75 - 2)^2 = 2.125^2 + (-0.825)^2 \\ &= 4.5156 + 0.6806 = 5.1962 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_2 &= \sum_i (w_{i2} - x_i)^2 = (w_{12} - x_1)^2 + (w_{22} - x_2)^2 \\ &= (1.35 - 1)^2 + (2.05 - 2)^2 = 0.35^2 + 0.05^2 = 0.1225 + 0.0025 = 0.125 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_3 &= \sum_i (w_{i3} - x_i)^2 = (w_{13} - x_1)^2 + (w_{23} - x_2)^2 \\ &= (3.75 - 1)^2 + (4.25 - 2)^2 = 2.75^2 + 2.25^2 = 7.5625 + 5.0625 = 12.625 \end{aligned}$$

Jarak terdekat adalah neuron ke-2 sehingga bobot neuron 2 akan diperbaharui

$$w_{i2}(\text{baru}) = w_{i2}(\text{lama}) + \eta(x_i - w_{i2}(\text{lama})) = \\ = \begin{bmatrix} 1.35 \\ 2.05 \end{bmatrix} + 0.3 \left(\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1.35 \\ 2.05 \end{bmatrix} \right) = \begin{bmatrix} 1.35 \\ 2.05 \end{bmatrix} + 0.3 \begin{bmatrix} -0.35 \\ -0.05 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.35 \\ 2.05 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -0.105 \\ -0.015 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.245 \\ 2.035 \end{bmatrix}$$

$$\text{Bobot baru menjadi : } w = \begin{bmatrix} 3.125 & 1.245 & 3.75 \\ 1.175 & 2.035 & 4.25 \end{bmatrix}$$

Untuk data 4 [3 4], hitung jarak ke setiap neuron

$$D_1 = \sum_i (w_{i1} - x_i)^2 = (w_{11} - x_1)^2 + (w_{21} - x_2)^2 \\ = (3.125 - 3)^2 + (1.75 - 4)^2 = (-0.125)^2 + (-2.825)^2 \\ = 0.0156 + 7.9806 = 7.9962$$

$$D_2 = \sum_i (w_{i2} - x_i)^2 = (w_{12} - x_1)^2 + (w_{22} - x_2)^2 \\ = (1.245 - 3)^2 + (2.035 - 4)^2 = 1.755^2 + 1.965^2 \\ = 3.0800 + 3.8612 = 6.9412$$

$$D_3 = \sum_i (w_{i3} - x_i)^2 = (w_{13} - x_1)^2 + (w_{23} - x_2)^2 \\ = (3.75 - 3)^2 + (4.25 - 4)^2 = 0.75^2 + 0.25^2 = 0.5625 + 0.0625 = 0.625$$

Jarak terdekat adalah neuron ke-3 sehingga bobot neuron 3 akan diperbaharui

$$w_{i3}(\text{baru}) = w_{i3}(\text{lama}) + \eta(x_i - w_{i3}(\text{lama})) = \\ = \begin{bmatrix} 3.75 \\ 4.25 \end{bmatrix} + 0.3 \left(\begin{bmatrix} 3 \\ 4 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 3.75 \\ 4.25 \end{bmatrix} \right) = \begin{bmatrix} 3.75 \\ 4.25 \end{bmatrix} + 0.3 \begin{bmatrix} -0.75 \\ -0.25 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3.75 \\ 4.25 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -0.225 \\ -0.075 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3.525 \\ 4.175 \end{bmatrix}$$

$$\text{Bobot baru menjadi : } w = \begin{bmatrix} 3.125 & 1.245 & 3.525 \\ 1.173 & 2.035 & 4.175 \end{bmatrix}$$

Untuk data 5 [5 4], hitung jarak ke setiap neuron

$$D_1 = \sum_i (w_{i1} - x_i)^2 = (w_{11} - x_1)^2 + (w_{21} - x_2)^2 \\ = (3.125 - 5)^2 + (1.75 - 4)^2 = 1.875^2 + (-2.825)^2 \\ = 3.5156 + 7.9806 = 11.4962$$

$$\begin{aligned}
 D_2 &= \sum_i (w_{i2} - x_i)^2 = (w_{12} - x_1)^2 + (w_{22} - x_2)^2 \\
 &= (1.245 - 5)^2 + (2.035 - 4)^2 = 3.755^2 + 1.965^2 \\
 &= 14.1000 + 3.8612 = 17.9612
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D_3 &= \sum_i (w_{i3} - x_i)^2 = (w_{13} - x_1)^2 + (w_{23} - x_2)^2 \\
 &= (3.525 - 5)^2 + (4.175 - 4)^2 = 14.475^2 + 0.175^2 \\
 &= 2.1756 + 0.0306 = 2.2062
 \end{aligned}$$

Jarak terdekat adalah neuron ke-3 sehingga bobot neuron 3 akan diperbaharui

$$\begin{aligned}
 w_{i3}(\text{baru}) &= w_{i3}(\text{lama}) + \eta(x_i - w_{i3}(\text{lama})) = \\
 &= \begin{bmatrix} 3.525 \\ 4.175 \end{bmatrix} + 0.3 \left(\begin{bmatrix} 5 \\ 4 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 3.525 \\ 4.175 \end{bmatrix} \right) = \begin{bmatrix} 3.525 \\ 4.175 \end{bmatrix} + 0.3 \begin{bmatrix} 1.475 \\ -0.175 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

$$\text{Bobot baru menjadi : } w = \begin{bmatrix} 3.125 & 1.245 & 3.9675 \\ 1.175 & 2.035 & 4.1225 \end{bmatrix}$$

Semua data sudah diproses, langkah selanjutnya perbaharui laju pembelajaran :

$$\eta(\text{baru}) = 0.6 \times \eta(\text{lama}) = 0.6 \times 0.3 = 0.18$$

Data 1 : Neuron 2 menjadi pemenang

Data 2 : Neuron 1 menjadi pemenang

Data 3 : Neuron 2 menjadi pemenang

Data 4 : Neuron 3 menjadi pemenang

Data 5 : Neuron 3 menjadi pemenang

Indeks kelompok yang di ikuti data adalah:[2 1 2 3 3]

Iterasi 3 :

$$\text{Bobot baru menjadi : } w = \begin{bmatrix} 3.2825 & 1.1647 & 4.0105 \\ 1.1435 & 1.8759 & 4.0824 \end{bmatrix}$$

Laju pembelajaran menjadi :

$$\eta(\text{baru}) = \text{fungsi_pembelajaran} \times \eta(\text{lama}) = 0.6 \times 0.18 = 0.108$$

Indeks kelompok yang di ikuti data adalah:[2 1 2 3 3]

Iterasi 4 :

$$\text{Bobot baru menjadi : } w = \begin{bmatrix} 3.36 & 1.1311 & 4.0201 \\ 1.1280 & 1.8049 & 4.0655 \end{bmatrix}$$

Laju pembelajaran menjadi :

$$\eta(\text{baru}) = \text{fungsi_pembelajaran} \times \eta(\text{lama}) = 0.6 \times 0.108 = 0.0648$$

Indeks kelompok yang di ikuti data adalah:[2 1 2 3 3]

Iterasi 5 :

$$\text{Bobot baru menjadi : } w = \begin{bmatrix} 3.4015 & 1.1146 & 4.0217 \\ 1.1197 & 1.7688 & 4.0573 \end{bmatrix}$$

Laju pembelajaran menjadi :

$$\eta(\text{baru}) = \text{fungsi_pembelajaran} \times \eta(\text{lama}) = 0.6 \times 0.0648 = 0.0389$$

Indeks kelompok yang di ikuti data adalah:[2 1 2 3 3]

Jadi, setelah melalui 5 kali iterasi yang ditetapkan, hasil pengelompokan menunjukkan bahwa data 1 dan 3 masuk ke kelompok 2, data 2 ,asuk ke kelompo 1, sedangkan 4 dan 5 masuk ke kelompok 3. Seperi pada tabel 2.3 :

Tabel 2.3 : Hasil pengelompokan sesuai cluster.

Data Ke-	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
1		x	
2	x		
3		x	
4			X
5			X

2.9 Penelitian Sebelumnya

Penelitian yang dilakukan salah seorang dosen pada Universitas Negeri Padang dengan judul penelitian “**Evaluasi Materi Bahan Ajar Berbasis Multimedia pada Mata Kuliah Listening 1 di Jurusan Bahasa dan Sastra Inggris**”. Materi bahan ajar ini diterapkan pada tahun 2011 merupakan materi

bahan ajar yang lama dan perlu diadakan perbaikan bahan ajar tersebut. Untuk itu diperlukan adanya evaluasi guna mengetahui apakah materi yang baru sesuai untuk mahasiswa, dosen dan institusi tersebut. Evaluasi materi ajar ini mencakup pendekatan dan metodologi, desain dan organisasi, tata bahasa, sub-keahlian menyimak, materi multimedia, topik dan latihan.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penelitian dengan sistem evaluasi yang diterapkan pada mahasiswa, dari hasil penelitian yang dilakukan pada universitas tersebut menunjukkan bahwa materi ajar berbasis multimedia pada mata kuliah Listening 1 sesuai dan cocok untuk mahasiswa, dosen dan institusi. Selain itu, diperoleh pula informasi mengenai kekurangan dari materi yang dianggap perlu untuk ditingkatkan. Dari hasil penelitian tersebut metode yang diterapkan bisa diterima oleh mahasiswa, dosen dan institusi tersebut.