

Implementasi Clustering dengan Metode Minimum Spanning Tree untuk Pengelompokan Siswa berdasarkan Nilai Hasil Studi

Siti Hardianti, Sinawati, Dicky Praseptian M.

Abstraksi— Pendidikan memegang peranan penting dalam kemajuan suatu bangsa pendidikan merupakan sebuah proses yang berkesinambungan yang dilakukan secara terencana dan terukur dengan tujuan agar manusia dapat mencapai kehidupan yang lebih baik dari waktu ke waktu. Masalah yang dihadapi dalam SMA Muhammadiyah Tarakan adalah guru yang sulit untuk mengetahui kemampuan siswa karena tidak ada sistem siswa kategorisasi untuk menghitung nilai hasil studi

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah minimum spanning tree dengan menghitung jarak antara baris dan kolom, kemudian baris dan kolom di hitung dan dibagi sehingga hasil yang di dapatkan berupa nilai terkecil.

Manfaat untuk SMA Muhammadiyah Tarakan adalah guru mampu mengidentifikasi siswa memiliki kesempatan yang sangat memuaskan, memuaskan, kurang memuaskan dan tidak memuaskan. Penelitian ini dirancang menggunakan euclidean distance yang merupakan jarak antara baris dan kolom dalam pengelompokan nilai hasil studi. Aplikasi ini dirancang untuk membantu guru dalam melakukan proses pengelompokan nilai siswa.

Kata Kunci—Implementasi, Clustering, Minimum Spanning Tree, Visual Studio.Net.

I. PENDAHULUAN

Pendidikan memegang peranan penting dalam kemajuan suatu bangsa pendidikan merupakan sebuah proses yang berkesinambungan yang dilakukan secara terencana dan terukur dengan tujuan agar manusia dapat mencapai kehidupan yang lebih baik dari waktu ke waktu. Dalam pencapaian tujuan tersebut harus ada peranan dan kontribusi dari berbagai pihak, baik dari pihak sekolah, pemerintah, swasta, masyarakat dan orang tua.

Pelaksanaan pengelompokan hasil belajar siswa SMA Muhammadiyah Tarakan oleh guru merupakan bagian dari kegiatan pembelajaran. Dengan adanya pengelompokan tersebut, guru dapat mengetahui seberapa besar pencapaian siswa dalam memahami suatu materi pembelajaran atau memahami suatu mata pelajaran secara keseluruhan, sehingga guru dapat menentukan langkah yang akan dilakukan terhadap siswa tersebut.

Sistem yang digunakan untuk mengetahui Nilai hasil studi siswa dalam pengelompokan siswa berprestasi pada SMA Muhammadiyah Tarakan diperoleh dengan menghitung nilai

rata-rata akademis, kepribadian, ekstrakurikuler, absensi, kebersihan dan kerajinan.

Metode Minimum Spanning Tree adalah metode *hirarkhis* yang dimulai dengan mempertimbangkan setiap komponen dari populasi untuk menjadi cluster, kemudian proses diulang sampai semua komponen dikelompokkan ke dalam jumlah yang diperlukan di akhir cluster. Clustering adalah metode untuk mengelompokkan data yang memiliki kemiripan karakteristik. Clustering merupakan suatu teknik data mining yang membagi-bagikan data ke dalam beberapa kelompok.

Pengelompokan dari hasil metode Minimum Spanning Tree dilakukan dengan menghitung jarak minimum antara dua data untuk membentuk satu cluster kemudian data cluster diulang sampai semua nilai dikelompokkan ke dalam jumlah centroid yang dibutuhkan

Hal inilah yang menjadi latar belakang penulis untuk melakukan penelitian dengan mengambil studi kasus siswa berprestasi pada SMA Muhammadiyah Tarakan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Implementasi adalah proses interaksi antara tujuan dan tindakan untuk mencapainya, implementasi memerlukan jaringan pelaksana, biokrasi yang efektif. Efektivitas implementasi ditemukan oleh kemampuan untuk membuat hubungan dan sebab-sebab yang logis antara tindakan dan tujuan [1].

Clustering melakukan pengelompokan dan tanpa berdasarkan kelas data tertentu bahkan clustering dapat dipakai untuk memberikan label pada kelas data yang belum diketahui, oleh karena itu clustering sering digolongkan sebagai metode *unsupervised learning*. Clustering dapat dilakukan pada data yang dipetakan sebagai ruang multimensi. Menurut Xu dan Wunsch (2009) (dalam *blk teori-online*) menyatakan bahwa pengelompokan (clustering) data kedalam beberapa kelompok (cluster) yang mempunyai sifat yang sama atau dengan nilai sekecil mungkin [2].

Terdapat dua tahapan yang harus dilakukan dalam analisis cluster yaitu memutuskan apakah jumlah cluster ditentukan atau tidak dan menentukan algoritma yang akan digunakan dalam clustering. Untuk memutuskan berapa jumlah cluster yang akan dibentuk. (dalam Sadaaki et al, 2008) menyebutkan bahwa terdapat dua pendekatan yang dapat digunakan yaitu jumlah cluster ditentukan dan jumlah cluster tidak ditentukan.

Minimum Spanning Tree merupakan algoritma yang umum digunakan untuk kruskal [3]. Prinsip utama minimum spanning tree adalah menyusun cluster number dan centroid dari sekumpulan data. Algoritma sederhana dari Minimum Spanning Tree adalah mencari data-data yang memiliki jarak minimum. Algoritma Minimum Spanning Tree banyak bekerja pada atribut numerik

Jenis data clustering Minimum Spanning Tree yang dipergunakan dalam proses pengelompokan data yaitu *non-hierarchical* yaitu menentukan sendiri dari awal berapa cluster atau kelompok yang akan kita bentuk. Metode ini mempartisi data ke dalam cluster/kelompok sehingga data yang memiliki karakteristik yang sama dikelompokkan ke dalam satu cluster yang sama dan data yang mempunyai karakteristik yang berbeda dikelompokkan ke dalam kelompok yang lain. Algoritma Minimum Spanning Tree cukup dikenal karena kemampuannya mengolah data yang besar dan menghasilkan data output yang cukup cepat.

Minimum Spanning Tree termaksud kedalam fungsi *Euclidean Distance* dimana jarak *Euclidean* dapat dianggap sebagai jarak yang palig pendek antar poin-poin atau sejumlah data. Fungsi *Euclidean* merupakan fungsi yang paling sederhana karena ketika menggunakan fungsi jarak ini, tidak diperlukan untuk mengkalkulasikan akar dua sebab jarak selalu merupakan angka-angka positif.

Minimum spanning tree adalah metode hirarkhi yang dimulai dengan mempertimbangkan setiap komponen dari populasi untuk menjadi cluster. Selanjutnya, dua kelompok dengan jarak minimum antara dua data untuk membentuk satu cluster . Proses ini diulang sampai semua komponen dikelompokkan ke dalam jumlah yang di perlukan di akhir cluster.

III. ANALISA DAN DESAIN SISTEM

A. Penerapan Metode

Dalam pembuatan aplikasi tersebut penulis menggunakan pengelompokkan siswa berdasarkan nilai hasil studi. Pengujian yang dilakukan adalah 25 data siswa yang akan dikelompokkan berdasarkan penilaian yang ditentukan dengan mengacu pada 21 iterasi yang di lakukan pengujian sehingga akan menghasilkan 4 siswa dengan mengetahui bobot yang ditentukan . Apakah kelompok tersebut masuk dalam kategori sangat memuaskan, memuaskan, cukup, atau kurang.

TABLE I
TABEL PENILAIAN

| Keputusan | Bobot Nilai |
|------------------|-------------|
| Sangat Memuaskan | 91-100 |
| Memuaskan | 81-90 |
| Cukup | 71-80 |
| Tidak Memuaskan | 10-70 |

Langkah-langkah Proses Pembagian Kelompok Menggunakan Metode Minimum Spanning Tree:

1. Tentukan jumlah cluster akhir yaitu sebanyak 4 cluster
2. Asumsikan setiap nilai menjadi centroid cluster
3. Hitung jarak antara setiap dua dari centroid cluster menggunakan *euclidean distance* seperti dibawah ini :

$$p(d1, d2) = \sum_{i=1}^t \sqrt{(d_1^i - d_2^i)} \quad (1)$$

Artinya jarak antara C1 dan C2, C1 dan C3, C1 dan C4, dan seterusnya

4. Hasilnya dirumuskan ke dalam tabel.
5. Setelah dimasukkan ke dalam tabel, cari nilai paling terkecil kemudian dikelompokkan menjadi sebuah titik baru.
6. Selanjutnya ulangi langkah 3 sampai jumlah cluster dikurangi sesuai dengan jumlah yang di tentukan di awal.
7. Ulangi langkah 4,5 dan 6 sampai ditentukan jumlah titik dalam satu centroid dan telah mencapai cluster yang diinginkan.

Studi kasus penerapan metode minimum spanning tree pada proses pengelompokkan nilai siswa pada SMA Muhammadiyah Tarakan berdasarkan daftar nilai siswa yang telah ada, yang terdapat pada tabel II

TABLE II
SAMPSEL DATA NILAI SISWA KELAAS XI IPS

| NIS | Pribadi | Ekskul | Absen | Bersih | Rajin |
|--------------|---------|--------|-------|--------|-------|
| 170.12.1.003 | 88 | 97 | 95 | 80 | 90.7 |
| 170.12.1.099 | 76 | 81 | 67 | 76 | 70 |
| 170.12.1.146 | 70 | 81 | 68 | 75 | 75 |
| 170.13.1.001 | 55 | 75 | 69 | 75 | 76 |
| 170.13.1.002 | 69 | 75 | 77 | 66 | 70 |
| 170.13.1.003 | 60 | 55 | 86 | 68 | 86 |
| 170.13.1.004 | 76 | 76 | 85 | 60 | 65 |
| 170.13.1.005 | 70 | 70 | 76 | 77 | 77 |
| 170.13.1.006 | 74 | 86 | 75 | 75 | 65 |
| 170.13.1.007 | 77 | 61 | 75 | 77 | 64 |

Langkah pertama dalam algoritma Minimum Spanning Tree adalah dengan mengasumsikan setiap nilai-nilai menjadi centroid cluster dan kemudian menggambar ulang tabel III sebagai berikut:

TABLE III
SAMPSEL DATA NILAI CENTROID CLUSTER

| Cluster Number | Pribadi | Ekskul | Absen | Bersih | Rajin |
|----------------|---------|--------|-------|--------|-------|
| C1 | 88 | 97 | 95 | 80 | 90.7 |
| C2 | 76 | 81 | 67 | 76 | 70 |
| C3 | 70 | 81 | 68 | 75 | 75 |
| C4 | 55 | 75 | 69 | 75 | 76 |
| C5 | 69 | 75 | 77 | 66 | 70 |
| C6 | 60 | 55 | 86 | 68 | 86 |
| C7 | 76 | 76 | 85 | 60 | 65 |
| C8 | 70 | 70 | 76 | 77 | 77 |
| C9 | 74 | 86 | 75 | 75 | 65 |
| C10 | 77 | 61 | 75 | 77 | 64 |

Langkah kedua adalah menghitung jarak antara dua centroid menggunakan *Euclidean distance* : artinya, jarak antara C1 dan C2, C1 dan C3, C1 dan C4, C1 dan C5, dan selanjutnya akan dihitung. Misalnya, jarak antara C13 dan C14 dihitung seperti di bawah ini :

$$\begin{aligned}
 dc_{10,c15} &= \sqrt{(C10-C15)^2+(C10-C15)^2+(C10-C15)^2+(C10-C15)^2+....} \\
 &= \sqrt{(70,69-71,84)^2 + (82-82)^2 + (83-82)^2 + (75-80)^2 +} \\
 &= \sqrt{(-1,15)^2 + (0)^2 + (1)^2 + (-5)^2 + + (-5)^2} \\
 &= \sqrt{(-1,15)^2 + (0)^2 + (1)^2 + (-5)^2 + + (-5)^2}
 \end{aligned}$$

$$= \sqrt{1,32 + 0 + 1 + 25 + \dots + 25}$$

$$= 1,82$$

Hasil dari perhitungan tersebut dirumuskan ke dalam Tabel IV.

TABLE IV
TABEL ITERASI 1

| Cluster | C1 | C2 | ... | C9 | C10 |
|---------|------|------|-----|------|------|
| C1 | 0 | 80,7 | ... | 75,7 | 96,7 |
| C2 | Know | 0 | ... | 21 | 36 |
| C3 | Know | know | ... | 29 | 47 |
| C4 | Know | know | ... | 47 | 56 |
| C5 | Know | know | ... | 32 | 41 |
| C6 | Know | know | ... | 86 | 65 |
| C7 | Know | know | ... | 37 | 44 |
| C8 | Know | know | ... | 35 | 30 |
| C9 | Know | know | ... | 0 | 31 |
| C10 | Know | know | ... | know | 0 |

TABLE V
TABEL HASIL ITERASI I

| Cluster Number | Pribadi | Ekskul | Absen | Bersih | Rajin |
|----------------|---------|--------|-------|--------|-------|
| C1C2 | 82 | 89 | 81 | 78 | 80,36 |
| C3 | 70 | 81 | 68 | 75 | 75 |
| C4 | 55 | 75 | 69 | 75 | 76 |
| C5 | 69 | 75 | 77 | 66 | 70 |
| C6 | 60 | 55 | 86 | 68 | 86 |
| C7 | 76 | 76 | 85 | 60 | 65 |
| C8 | 70 | 70 | 76 | 77 | 77 |
| C9 | 74 | 86 | 75 | 75 | 65 |
| C10 | 77 | 61 | 75 | 77 | 64 |

Perhitungan Iterasi terus diulang sampai dengan jumlah cluster yang telah ditentukan sebelumnya, dimana dalam kasus ini dibatasi menjadi 4 cluster yaitu sangat memuaskan, memuaskan, cukup memuaskan dan kurang memuaskan.

Dari hasil perhitungan didapatkan iterasi sebanyak 7 kali. Berikut hasil akhir perhitungan pada table VI.

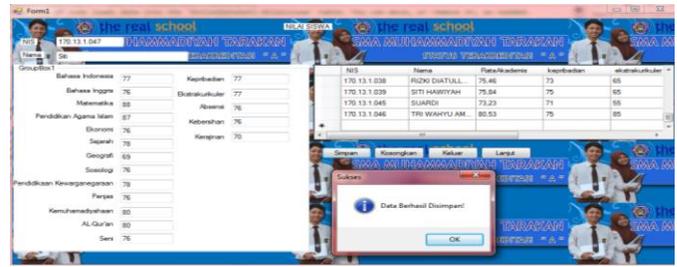
TABLE VI
TABEL HASIL ITERASI VI

| Cluster Number | Pribadi | Ekskul | Absen | Bersih | Rajin |
|----------------|---------|--------|-------|--------|-------|
| C1C2C4C5C7 | 69,75 | 78 | 76,87 | 71,87 | 74,34 |
| C8 | | | | | |
| C3C6 | 65 | 68 | 77 | 71,5 | 80,5 |
| C9 | 74 | 86 | 75 | 75 | 65 |
| C10 | 77 | 61 | 75 | 77 | 64 |

Penentuan kelompok mana yang masuk kedalam cluster sangat memuaskan, memuaskan, cukup memuaskan dan kurang memuaskan ditentukan oleh si pengambil keputusan. Dimana biasanya cluster di urutkan mulai dari yang rata-rata nilainya paling tinggi.

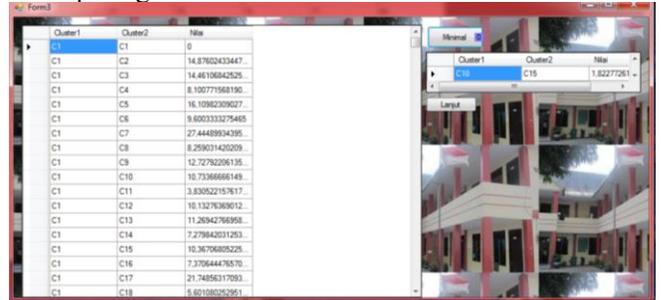
B. Uji Coba

Input nilai siswa pada tampilan program Menu Utama. Operasi Ini dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Operasi Program Input Nilai Siswa

Iterasi untuk mendapatkan cluster awal. Operasi ini dapat dilihat pada gambar 3.2



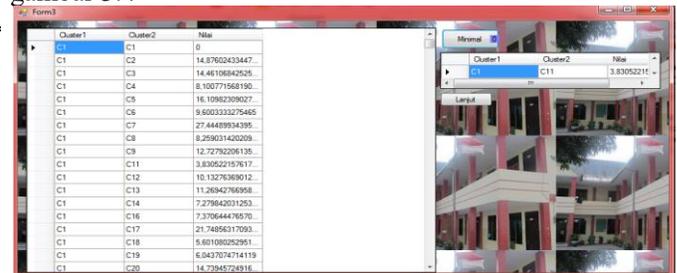
Gambar 3.2 Operasi Program Cluster Number

Iterasi ini adalah hasil dari pengelompokan nilai siswa yang di dapat dari nilai minimum antara baris C10 dan C15. Operasi ini dapat dilihat pada gambar 3.3

| Cluster | Rata-Akademis | kepribadian | ekstrakurikuler | absensi | kebersihan | kerajinan |
|---------|---------------|-------------|-----------------|---------|------------|-----------|
| C6 | 72,23 | 78 | 66 | 75 | 75 | 80 |
| C7 | 75,3 | 55 | 75 | 60 | 77 | 79 |
| C8 | 70,69 | 71 | 74 | 77 | 83 | 80 |
| C9 | 77,15 | 82 | 82 | 77 | 74 | 74 |
| C11 | 73,92 | 80 | 75 | 75 | 80 | 80 |
| C12 | 68,38 | 71 | 80 | 77 | 80 | 84 |
| C13 | 75,15 | 75 | 75 | 66 | 74 | 75 |
| C14 | 75,84 | 74 | 76 | 77 | 79 | 75 |
| C16 | 73,23 | 76 | 77 | 80 | 80 | 55 |
| C17 | 70,15 | 73 | 76 | 55 | 71 | 55 |
| C18 | 71,76 | 75 | 75 | 76 | 76 | 65 |
| C19 | 68,23 | 81 | 75 | 75 | 76 | 68 |
| C20 | 83,61 | 80 | 72 | 72 | 73 | 80 |
| C21 | 76,92 | 75 | 55 | 74 | 74 | 72 |
| C22 | 75,46 | 73 | 65 | 55 | 80 | 87 |
| C23 | 75,84 | 75 | 65 | 74 | 71 | 71 |
| C24 | 73,23 | 71 | 55 | 80 | 71 | 88 |
| C25 | 80,53 | 75 | 85 | 75 | 62 | 65 |
| C10C15 | 71,265 | 82 | 82,5 | 75 | 75,5 | 72,5 |

Gambar 3.3 Operasi Program Proses Iterasi

Cluster number di dapat dari mengelompokkan 24 data siswa dari setiap iterasi. Operasi ini dapat dilihat pada gambar 3.4



Gambar 3.4 Operasi Program Cluster Number

Cluster Number di dapat dari menghitung antara baris dan dari dua cluster yang di dapatkan, yaitu baris C1 dan kolom C11.

Iterasi ini adalah hasil dari pengelompokan nilai siswa yang di dapat dari nilai minimum antara baris C1 dan C11 Operasi ini dapat dilihat pada gambar 3.5

| Cluster | Rata-Akademis | kepribadian | ektrakurikuler | absensi | kebersihan | kerajinan |
|---------|---------------|-------------|----------------|---------|------------|-----------|
| C6 | 72.23 | 78 | 66 | 75 | 75 | 80 |
| C7 | 75.3 | 55 | 75 | 60 | 77 | 79 |
| C8 | 70.69 | 71 | 74 | 77 | 83 | 80 |
| C9 | 77.15 | 82 | 82 | 77 | 74 | 74 |
| C12 | 68.38 | 71 | 80 | 77 | 80 | 84 |
| C13 | 75.15 | 75 | 75 | 66 | 74 | 75 |
| C14 | 75.84 | 74 | 76 | 77 | 79 | 75 |
| C16 | 73.23 | 76 | 77 | 80 | 80 | 55 |
| C17 | 70.15 | 73 | 76 | 55 | 71 | 55 |
| C18 | 71.76 | 75 | 75 | 76 | 76 | 65 |
| C19 | 68.23 | 81 | 75 | 75 | 76 | 88 |
| C20 | 83.61 | 80 | 72 | 72 | 73 | 80 |
| C21 | 76.92 | 75 | 55 | 74 | 74 | 72 |
| C22 | 75.46 | 73 | 65 | 55 | 80 | 87 |
| C23 | 75.84 | 75 | 65 | 74 | 71 | 71 |
| C24 | 73.23 | 71 | 55 | 80 | 71 | 88 |
| C25 | 80.53 | 75 | 85 | 75 | 62 | 65 |
| C10C15 | 71.265 | 82 | 82.5 | 75 | 75.5 | 72.5 |
| C1C11 | 72.535 | 79 | 74.5 | 74.5 | 80 | 79.5 |

Gambar 3.5 Operasi Program Proses Iterasi

Jarak antara baris C11 dan Kolom C11 kemudian digabungkan sehingga menjadi satu titik yang disebut centroid C1C11.

Cluster number di dapat dari mengelompokkan 23 data siswa dari setiap iterasi. Operasi ini dapat dilihat pada gambar 3.6

| Cluster1 | Cluster2 | Nilai |
|----------|----------|-----------------|
| C2 | C2 | 0 |
| C2 | C3 | 13.54443058972 |
| C2 | C4 | 24.27006485601 |
| C2 | C5 | 24.67006485601 |
| C2 | C6 | 20.8132862177 |
| C2 | C7 | 38.69038123358 |
| C2 | C8 | 24.3514454230 |
| C2 | C9 | 15.734551153433 |
| C2 | C12 | 25.16120823807 |
| C2 | C13 | 21.06694329987 |
| C2 | C14 | 19.4829258529 |
| C2 | C16 | 19.76936485654 |
| C2 | C17 | 30.54367528638 |
| C2 | C18 | 20.25067900096 |
| C2 | C19 | 19.2362392743 |
| C2 | C20 | 15.9252981850 |
| C2 | C21 | 28.01091929944 |
| C2 | C22 | 30.57778970284 |

Gambar 3.6 Operasi Program Cluster Number

Cluster Number di dapat dari menghitung antara baris dan kolom dari dua cluster yang di dapatkan. yaitu baris C4 dan kolom C18.

Iterasi ini adalah hasil dari pengelompokan nilai siswa yang di dapat dari nilai minimum antara baris C4 dan C18. Operasi ini dapat dilihat pada gambar 3.7

| Cluster | Rata-Akademis | kepribadian | ektrakurikuler | absensi | kebersihan | kerajinan |
|---------|---------------|-------------|----------------|---------|------------|-----------|
| C6 | 72.23 | 78 | 66 | 75 | 75 | 80 |
| C7 | 75.3 | 55 | 75 | 60 | 77 | 79 |
| C8 | 70.69 | 71 | 74 | 77 | 83 | 80 |
| C9 | 77.15 | 82 | 82 | 77 | 74 | 74 |
| C12 | 68.38 | 71 | 80 | 77 | 80 | 84 |
| C13 | 75.15 | 75 | 75 | 66 | 74 | 75 |
| C14 | 75.84 | 74 | 76 | 77 | 79 | 75 |
| C16 | 73.23 | 76 | 77 | 80 | 80 | 55 |
| C17 | 70.15 | 73 | 76 | 55 | 71 | 55 |
| C19 | 68.23 | 81 | 75 | 75 | 76 | 88 |
| C20 | 83.61 | 80 | 72 | 72 | 73 | 80 |
| C21 | 76.92 | 75 | 55 | 74 | 74 | 72 |
| C22 | 75.46 | 73 | 65 | 55 | 80 | 87 |
| C23 | 75.84 | 75 | 65 | 74 | 71 | 71 |
| C24 | 73.23 | 71 | 55 | 80 | 71 | 88 |
| C25 | 80.53 | 75 | 85 | 75 | 62 | 65 |
| C10C15 | 71.265 | 82 | 82.5 | 75 | 75.5 | 72.5 |
| C1C11 | 72.535 | 79 | 74.5 | 74.5 | 80 | 79.5 |
| C4C18 | 70.38 | 73 | 75 | 75.5 | 76.5 | 65 |

Gambar 3.7 Operasi Program Proses Iterasi

Jarak antara baris C4 dan Kolom C18 kemudian digabungkan sehingga menjadi satu titik yang disebut centroid C6C18.

Cluster number di dapat dari mengelompokkan 22 data siswa dari setiap iterasi. Operasi ini dapat dilihat pada gambar 3.8

| Cluster1 | Cluster2 | Nilai |
|----------|----------|-----------------|
| C2 | C2 | 0 |
| C2 | C3 | 13.54443058972 |
| C2 | C5 | 24.67006485601 |
| C2 | C6 | 20.8132862177 |
| C2 | C7 | 38.69038123358 |
| C2 | C8 | 24.3514454230 |
| C2 | C9 | 15.734551153433 |
| C2 | C12 | 25.16120823807 |
| C2 | C13 | 21.06694329987 |
| C2 | C14 | 19.4829258529 |
| C2 | C16 | 19.76936485654 |
| C2 | C17 | 30.54367528638 |
| C2 | C19 | 19.2362392743 |
| C2 | C20 | 15.9252981850 |
| C2 | C21 | 28.01091929944 |
| C2 | C22 | 30.57778970284 |
| C2 | C23 | 22.4183942330 |
| C2 | C24 | 31.6559596224 |

Gambar 3.8 Operasi Program Cluster Number

Cluster Number di dapat dari menghitung antara baris dan kolom dari dua cluster yang di dapatkan. yaitu baris C6 dan kolom C23.

Iterasi ini adalah hasil dari pengelompokan nilai siswa yang di dapat dari nilai minimum antara baris C6 dan C23. Operasi ini dapat dilihat pada gambar 3.9

| Cluster | Rata-Akademis | kepribadian | ektrakurikuler | absensi | kebersihan | kerajinan |
|---------|---------------|-------------|----------------|---------|------------|-----------|
| C5 | 74.07 | 75 | 80 | 60 | 77 | 67 |
| C7 | 75.3 | 55 | 75 | 60 | 77 | 79 |
| C8 | 70.69 | 71 | 74 | 77 | 83 | 80 |
| C9 | 77.15 | 82 | 82 | 77 | 74 | 74 |
| C12 | 68.38 | 71 | 80 | 77 | 80 | 84 |
| C13 | 75.15 | 75 | 75 | 66 | 74 | 75 |
| C14 | 75.84 | 74 | 76 | 77 | 79 | 75 |
| C16 | 73.23 | 76 | 77 | 80 | 80 | 55 |
| C17 | 70.15 | 73 | 76 | 55 | 71 | 55 |
| C19 | 68.23 | 81 | 75 | 75 | 76 | 88 |
| C20 | 83.61 | 80 | 72 | 72 | 73 | 80 |
| C21 | 76.92 | 75 | 55 | 74 | 74 | 72 |
| C22 | 75.46 | 73 | 65 | 55 | 80 | 87 |
| C23 | 73.23 | 71 | 55 | 80 | 71 | 88 |
| C25 | 80.53 | 75 | 85 | 75 | 62 | 65 |
| C10C15 | 71.265 | 82 | 82.5 | 75 | 75.5 | 72.5 |
| C1C11 | 72.535 | 79 | 74.5 | 74.5 | 80 | 79.5 |
| C4C18 | 70.38 | 73 | 75 | 75.5 | 76.5 | 65 |
| C6C23 | 74.035 | 76.5 | 65.5 | 74.5 | 73 | 75.5 |

Gambar 3.9 Operasi Program Proses Iterasi

Jarak antara baris C6 dan Kolom C23 kemudian digabungkan sehingga menjadi satu titik yang disebut centroid C6C23. Cluster number di dapat dari mengelompokkan 21 data siswa dari setiap iterasi. Operasi ini dapat dilihat pada gambar 3.10

| Cluster1 | Cluster2 | Nilai |
|----------|----------------|-----------------|
| C2 | C2 | 0 |
| C2 | C3 | 13.54443058972 |
| C2 | C5 | 24.67006485601 |
| C2 | C6 | 20.8132862177 |
| C2 | C7 | 38.69038123358 |
| C2 | C8 | 24.3514454230 |
| C2 | C9 | 15.734551153433 |
| C2 | C12 | 25.16120823807 |
| C2 | C13 | 21.06694329987 |
| C2 | C14 | 19.4829258529 |
| C2 | C16 | 19.76936485654 |
| C2 | C17 | 30.54367528638 |
| C2 | C19 | 19.2362392743 |
| C2 | C20 | 15.9252981850 |
| C2 | C21 | 28.01091929944 |
| C2 | C22 | 30.57778970284 |
| C2 | C24 | 31.6559596224 |
| C2 | C25 | 24.897086174802 |
| C10C15 | 18.12285918391 | |

Gambar 3.10 Operasi Program Cluster Number

Cluster Number di dapat dari menghitung antara baris dan kolom dari dua cluster yang di dapatkan. yaitu baris C16 dan kolom C11.

Iterasi ini adalah hasil dari pengelompokan nilai siswa yang di dapat dari nilai minimum antara baris C16 dan C11. Operasi ini dapat dilihat pada gambar 3.11

| Cluster | RataAkademis | kepiambian | ekstrakurikuler | absensi | kebersihan | kerajinan |
|----------|--------------|------------|-----------------|---------|------------|-----------|
| C3 | 84 | 83 | 74 | 77 | 77 | 66 |
| C5 | 74.07 | 75 | 80 | 60 | 77 | 67 |
| C7 | 75.3 | 85 | 75 | 60 | 77 | 79 |
| C8 | 70.69 | 71 | 74 | 77 | 83 | 80 |
| C9 | 77.15 | 82 | 82 | 77 | 74 | 74 |
| C12 | 68.38 | 71 | 80 | 77 | 80 | 84 |
| C13 | 75.15 | 75 | 75 | 66 | 74 | 75 |
| C14 | 75.84 | 74 | 76 | 77 | 79 | 75 |
| C17 | 70.15 | 73 | 76 | 55 | 71 | 55 |
| C19 | 68.23 | 81 | 75 | 75 | 76 | 88 |
| C20 | 83.61 | 80 | 72 | 72 | 73 | 80 |
| C21 | 76.92 | 75 | 55 | 74 | 74 | 72 |
| C22 | 75.46 | 73 | 65 | 85 | 80 | 87 |
| C24 | 73.23 | 71 | 55 | 80 | 71 | 88 |
| C25 | 80.53 | 75 | 85 | 75 | 62 | 65 |
| C10C15 | 71.265 | 82 | 82.5 | 75 | 75.5 | 72.5 |
| C6C23 | 74.035 | 73 | 75 | 75.5 | 73 | 65 |
| C16C1C11 | 72.8825 | 77.5 | 65.5 | 74.5 | 76.5 | 75.5 |

Gambar 3.11 Operasi Program Proses Iterasi

Jarak antara baris C16 dan Kolom C1C11 kemudian digabungkan sehingga menjadi satu titik yang disebut centroid C16C1C11.

Cluster number di dapat dari mengelompokkan 20 data siswa dari setiap iterasi. Operasi ini dapat dilihat pada gambar 3.12

| Cluster1 | Cluster2 | Nlai |
|----------|----------|-----------------|
| C2 | C2 | 0 |
| C2 | C3 | 13.54443058972 |
| C2 | C5 | 24.67006485601 |
| C2 | C7 | 38.6903123358 |
| C2 | C8 | 24.39144554230 |
| C2 | C9 | 15.734551153433 |
| C2 | C12 | 25.1612823807 |
| C2 | C13 | 21.06894329387 |
| C2 | C14 | 19.48292585209 |
| C2 | C17 | 30.5436720833 |
| C2 | C19 | 19.23623923743 |
| C2 | C20 | 15.9252981850 |
| C2 | C21 | 28.01091929944 |
| C2 | C22 | 30.5776970284 |
| C2 | C24 | 31.6699806224 |
| C2 | C25 | 24.897088174892 |
| C2 | C10C15 | 18.1228919391 |
| C2 | C4C18 | 22.20968152726 |

Gambar 3.12 Operasi Program Cluster Number

Cluster Number di dapat dari menghitung antara baris dan kolom dari dua cluster yang di dapatkan. yaitu baris C3 dan kolom C20.

Iterasi ini adalah hasil dari pengelompokkan nilai siswa yang di dapat dari nilai minimum antara baris C3 dan C20.

Operasi ini dapat dilihat pada gambar 3.13

| Cluster | RataAkademis | kepiambian | ekstrakurikuler | absensi | kebersihan | kerajinan |
|----------|--------------|------------|-----------------|---------|------------|-----------|
| C2 | 81.46 | 88 | 76 | 75 | 77 | 78 |
| C5 | 74.07 | 75 | 80 | 60 | 77 | 67 |
| C7 | 75.3 | 85 | 75 | 60 | 77 | 79 |
| C8 | 70.69 | 71 | 74 | 77 | 83 | 80 |
| C9 | 77.15 | 82 | 82 | 77 | 74 | 74 |
| C12 | 68.38 | 71 | 80 | 77 | 80 | 84 |
| C13 | 75.15 | 75 | 75 | 66 | 74 | 75 |
| C14 | 75.84 | 74 | 76 | 77 | 79 | 75 |
| C17 | 70.15 | 73 | 76 | 55 | 71 | 55 |
| C19 | 68.23 | 81 | 75 | 75 | 76 | 88 |
| C21 | 76.92 | 75 | 55 | 74 | 74 | 72 |
| C22 | 75.46 | 73 | 65 | 85 | 80 | 87 |
| C24 | 73.23 | 71 | 55 | 80 | 71 | 88 |
| C25 | 80.53 | 75 | 85 | 75 | 62 | 65 |
| C10C15 | 71.265 | 82 | 82.5 | 75 | 75.5 | 72.5 |
| C4C18 | 70.38 | 73 | 75 | 75.5 | 73 | 65 |
| C6C23 | 74.035 | 76.5 | 65.5 | 74.5 | 73 | 65 |
| C16C1C11 | 72.8825 | 77.5 | 75.75 | 77.25 | 80 | 67.25 |
| C3C20 | 83.805 | 81.5 | 73 | 74.5 | 79.75 | 73 |

Gambar 3.13 Operasi Program Proses Iterasi

Jarak antara baris C3 dan Kolom C20 kemudian digabungkan sehingga menjadi satu titik yang disebut centroid C3C20.

Cluster number di dapat dari mengelompokkan 19 data siswa dari setiap iterasi. Operasi ini dapat dilihat pada gambar 3.14

| Cluster1 | Cluster2 | Nlai |
|----------|----------|-----------------|
| C2 | C2 | 0 |
| C2 | C5 | 24.19942354685 |
| C2 | C7 | 38.391999166493 |
| C2 | C8 | 23.8745407902 |
| C2 | C9 | 14.9858633849 |
| C2 | C12 | 24.6992712539 |
| C2 | C13 | 20.51380267039 |
| C2 | C14 | 18.8834248276 |
| C2 | C17 | 30.16481596968 |
| C2 | C19 | 18.62891907153 |
| C2 | C21 | 27.59731146325 |
| C2 | C22 | 30.199337741083 |
| C2 | C24 | 31.3006829601 |
| C2 | C25 | 24.43081865185 |
| C2 | C10C15 | 17.4787851852 |
| C2 | C4C18 | 21.6856267614 |
| C2 | C6C23 | 20.85379162166 |
| C2 | C16C1C11 | 17.85912949306 |

Gambar 3.14 Operasi Program Cluster Number

Cluster Number di dapat dari menghitung antara baris dan kolom dari dua cluster yang di dapatkan. yaitu baris C8 dan kolom C4C18.

Iterasi ini adalah hasil dari pengelompokkan nilai siswa yang di dapat dari nilai minimum antara baris C8 dan C4C18. Operasi ini dapat dilihat pada gambar 3.15

| Cluster | RataAkademis | kepiambian | ekstrakurikuler | absensi | kebersihan | kerajinan |
|----------|--------------|------------|-----------------|---------|------------|-----------|
| C2 | 81.46 | 88 | 76 | 75 | 77 | 78 |
| C5 | 74.07 | 75 | 80 | 60 | 77 | 67 |
| C7 | 75.3 | 85 | 75 | 60 | 77 | 79 |
| C9 | 77.15 | 82 | 82 | 77 | 74 | 74 |
| C12 | 68.38 | 71 | 80 | 77 | 80 | 84 |
| C13 | 75.15 | 75 | 75 | 66 | 74 | 75 |
| C14 | 75.84 | 74 | 76 | 77 | 79 | 75 |
| C17 | 70.15 | 73 | 76 | 55 | 71 | 55 |
| C19 | 68.23 | 81 | 75 | 75 | 76 | 88 |
| C21 | 76.92 | 75 | 55 | 74 | 74 | 72 |
| C22 | 75.46 | 73 | 65 | 85 | 80 | 87 |
| C24 | 73.23 | 71 | 55 | 80 | 71 | 88 |
| C25 | 80.53 | 75 | 85 | 75 | 62 | 65 |
| C10C15 | 71.265 | 82 | 82.5 | 75 | 75.5 | 72.5 |
| C6C23 | 74.035 | 76.5 | 65.5 | 74.5 | 73 | 65 |
| C16C1C11 | 72.8825 | 77.5 | 75.75 | 77.25 | 80 | 67.25 |
| C8C4C18 | 83.805 | 81.5 | 73 | 74.5 | 79.75 | 73 |

Gambar 3.15 Operasi Program Proses Iterasi

Jarak antara baris C8 dan Kolom C4C18 kemudian digabungkan sehingga menjadi satu titik yang disebut centroid C8C4C18.

Cluster number di dapat dari mengelompokkan 5 data siswa dari setiap iterasi. Operasi ini dapat dilihat pada gambar 3.16

| Cluster1 | Cluster2 | Nlai |
|----------|--------------|-----------------|
| C7 | C7 | 0 |
| C7 | C19 | 32.14008245166 |
| C7 | C25 | 32.53233622105 |
| C7 | C2C6C23C3C20 | 33.23162499528 |
| C7 | C2C5C17 | 21.25684533558 |
| C7 | C1C24 | 33.38114175688 |
| C19 | C7 | 0 |
| C19 | C19 | 0 |
| C19 | C25 | 31.816505150629 |
| C19 | C2C6C23C3C20 | 25.48816010304 |
| C19 | C2C5C17 | 31.31965078300 |
| C19 | C1C24 | 32.49775415317 |
| C25 | C7 | 0 |
| C25 | C19 | 0 |
| C25 | C25 | 0 |
| C25 | C2C6C23C3C20 | 22.73674996562 |
| C25 | C2C5C17 | 30.57514831267 |
| C25 | C1C24 | 34.2970267890 |

Gambar 3.16 Operasi Program Cluster Number

Cluster Number di dapat dari menghitung antara baris dan kolom dari dua cluster yang di dapatkan. yaitu baris C7 dan kolom C22C5C17.

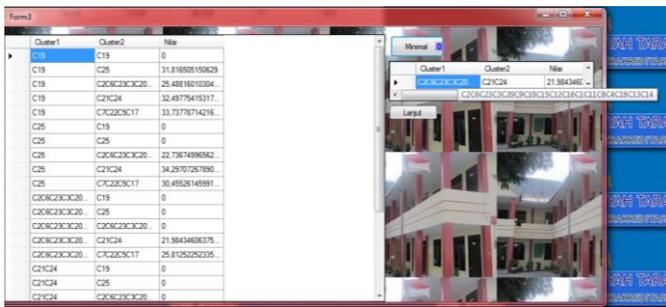
Iterasi ini adalah hasil dari pengelompokkan nilai siswa yang di dapat dari nilai minimum antara baris C7 dan C22C5C17. Operasi ini dapat dilihat pada gambar 3.17

| Cluster | RataAkademis | kepiambian | ekstrakurikuler | absensi | kebersihan | kerajinan |
|--------------|----------------|-------------|-----------------|-------------|--------------|--------------|
| C19 | 68.23 | 81 | 75 | 75 | 76 | 88 |
| C25 | 80.53 | 75 | 85 | 75 | 62 | 65 |
| C2C6C23C3C20 | 78.90044921875 | 83.04296875 | 73.423828125 | 74.82421875 | 75.685546875 | 76.326171875 |
| C1C24 | 75.075 | 73 | 55 | 77 | 72.5 | 80 |
| C7C22C5C17 | 74.5425 | 64.25 | 73.25 | 58.125 | 77 | 76.5 |

Gambar 3.17 Operasi Program Proses Iterasi

Jarak antara baris C7 dan Kolom C22C5C17 kemudian digabungkan sehingga menjadi satu titik yang disebut centroid C7C22C5C17.

Cluster number di dapat dari mengelompokkan 4 data siswa dari setiap iterasi. Operasi ini dapat dilihat pada gambar 3.18



Gambar 3.18 Operasi Program Cluster Number

Cluster Number di dapat dari menghitung antara baris dan kolom dari dua cluster yang di dapatkan. yaitu baris C2C6C23C3C20C9 C10C15C12C16C1C11C8C4C18C13C14 dan kolom C21C24.

untuk masuk ke tampilan menu program hasil, click perhitungan lalu perhitungan metode pada tampilan Program Menu Utama. Operasi ini dapat dilihat pada gambar 3.19

| Cluster | RataAkademis | kepribadian | ekstrakurikuler | absensi | kebersihan | kerajinan |
|-----------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|---------------|---------------|
| C19 | 68,23 | 81 | 75 | 75 | 76 | 88 |
| C25 | 80,53 | 75 | 85 | 75 | 62 | 65 |
| C7C22C5C17 | 74,5425 | 64,25 | 73,25 | 58,125 | 77 | 76,5 |
| C2C6C23C3C20... | 76,987724609375 | 78,021484375 | 64,2119140625 | 75,912109375 | 74,0927734375 | 78,1630859375 |

Gambar 3.19 Operasi Program Hasil

Di peroleh hasil akhir yaitu 4 iterasi / kelompok dimana nilai atau pengelompokkan ini di dapatkan dari menghitung setiap 25 centroid cluster yang akan menghasilkan 4 bobot penilaian seperti pada gambar 3.20

| | |
|---|------------------|
| 1. SUARDI | Sangat Memuaskan |
| 2. ABDULLAH KADIR, DEDI FASAL, SITI HAMIAH, ACHMAD YUSRIL, IHSAN, MUTMA INNAH, FEBRIYANI, ILHAM SETIAWAN, MUAMAR EDWIN, M. FAHRIANSYAH, H. HABIIB TRI | Memuaskan |
| 3. ABDULLAH KADIR, RIZKI DIATULLOH SARADA, AMRI, MUHAMMAD KAMIL | Kurang Memuaskan |
| 4. MUHAMMAD RYAN ADITIA | Tidak Memuaskan |

Gambar 3.20 Operasi Hasil

Iterasi berhenti ketika nilai yang di inputkan sudah memenuhi ketentuan menjadi 4 iterasi / kelompok. Menurut hasil analisa program yang ada, penulis menyimpulkan bahwa aplikasi ini mampu membantu guru dalam melakukan proses penilaian pada siswa dengan mengelompokkan siswa berdasarkan nilai hasil studi sehingga guru mampu mengidentifikasi siswa berdasarkan kemampuan yang di peroleh oleh siswa tersebut penilaian yang di butuhkan ialah sangat memuaskan, memuaskan, kurang memuaskan dan tidak memuaskan. Dari pengelompokkan siswa berdasarkan nilai hasil studi ada beberapa kelebihan dan kekurangan yang dialami. Adapun kelebihan dari aplikasi ini adalah guru mampu mengetahui siswa yang memperoleh nilai terbaik, sedangkan kekurangan dari aplikasi ini program yang dijalankan cukup memakan waktu karena proses ini melakukan perulangan sampai data yang dibutuhkan di peroleh.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan pada bab-bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa :

1. Minimum spanning tree adalah metode yang digunakan untuk mengelompokkan nilai siswa sehingga guru mampu melakukan proses perhitungan nilai siswa
2. Manfaat yang akan di diperoleh dari SMA Muhammadiyah Tarakan ialah guru mampu mengidentifikasi siswa mana yang memiliki peluang sangat memuaskan, memuaskan, kurang memuaskan dan tidak memuaskan

REFERENSI

- [1] Setiawan, Usman, 2002:70. "Implementasi Berbasis Kurikulum "
- [2] Xu, Wunsch, 2009. " Pengertian Clustering dalam komputasi "
- [3] Yudi Rahardi, 2008. "Minimum Spanning Tree " Science for Humanity (2008)

Penulis I, Siti Hardianti, memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom), Jurusan Sistem Informasi STMIK PPKIA Tarakanita Rahmawati Tarakan, lulus tahun 2016.

Penulis II, Sinawati, memperoleh gelar Magister Komputer (M.Kom), Universitas Gajah Mada. Saat ini menjadi Dosen di STMIK PPKIA Tarakanita Rahmawati

Penulis III, Dicky Praseptian M., memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom), Jurusan Sistem Informasi STMIK PPKIA Tarakanita Rahmawati Tarakan, lulus tahun 2013. Saat ini menjadi Dosen di STMIK PPKIA Tarakanita Rahmawati