



Analysis and Optimization of the K-Means Algorithm in Determining Course Scheduling

M Martiano¹, Yoshida Sary¹, Farid Akbar^{2,*}

¹Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Sistem Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, Jl. Kapten Muchtar Basri No.3, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara, Indonesia

²Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, Jl. Kapten Muchtar Basri No.3, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara, Indonesia

Email: ¹martiano@umsu.ac.id, ²yoshidaSary@umsu.ac.id, ^{3,*}faridAkbar@umsu.ac.id

Email Penulis Korespondensi: faridAkbar@umsu.ac.id

Submitted: 29/09/2023; Accepted: 23/10/2023; Published: 26/10/2023

Abstrak—Penyusunan jadwal mata kuliah merupakan kegiatan inti dalam pembelajaran dan pembelajaran. Hal ini dirasakan oleh program studi, dimana penugasan disusun melalui penugasan dosen, hingga penetapan kelas dan pembubaran jadwal kelas, oleh karena itu diperlukan aplikasi yang tepat untuk dapat menyusun jadwal secara otomatis, kemudian dengan menggunakan metode k-means dapat menyusun jadwal dengan benar. . dalam perancangan aplikasi ini diperlukan metode pengembangan aplikasi prototyping yang memberikan hasil yang baik dimana cluster yang terbentuk mencapai 17 cluster dimana jadwal mata kuliah dibuat dengan hasil Means Sequence Error pada siklus 1 yaitu sebesar 65,66% dengan akurasi sebesar 54,06%. sehingga dilanjutkan pada siklus 2 nilai MSE sebesar 87,55% dengan akurasi 84,03%. Algoritma K-Means dapat menentukan jadwal perkuliahan pada fakultas ilmu komputer dan teknologi informasi secara akurat.

Kata Kunci: Jadwal; K-Means; Akurasi

Abstract—Preparation of course schedules is the core activity of learning and learning. This is felt by study programs, where assignments are arranged through lecturer assignments, to class determination and class schedule dissolution, therefore the right application is needed to be able to arrange schedules automatically, then by using the k-means method you can arrange schedules correctly, in designing this application requires a prototyping application development method which gives good results where the clusters formed reach 17 clusters where the course schedule is made with the results of the Means Sequence Error in cycle 1 which is 65.66% with an accuracy of 54.06%. so that it is continued in cycle 2 the MSE value is 87.55% with an accuracy of 84.03%. The K-Means algorithm can accurately determine course schedules in the faculties of computer science and information technology.

Keywords: Schedules; K-Means; Accuracy

1. PENDAHULUAN

Pengelolaan program studi (prodi) akan dikatakan efektif apabila tujuan pendidikan dapat tercapai, yaitu menciptakan lulusan yang dapat diterima di dunia kerja atau berwirausaha. Menurut data Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi tahun 2019, terdapat 15.677 program studi di seluruh Indonesia[1]. Mengalami kendala dalam penyusunan jadwal mata kuliah, dari pengalaman peneliti dalam proses penyusunan jadwal mata kuliah[2]. Penyusunan matakuliah dilakukan di universitas muhammadiyah (UMSU) sumatera utara pada fakultas ilmu komputer dan teknologi informasi (FIKTI). FIKTI memiliki 3 program studi yakni prodi data science, system informasi, dan teknologi informasi. Berdasarkan observasi yang dilakukan peneliti. Program studi kesulitan dalam menentukan jadwal kuliah dimana terdapat 3 prodi yang akan memakai ruang kuliah, dan dosen yang sama.

Penjadwalan mata kuliah secara manual memerlukan waktu yang cukup lama, ketelitian yang tinggi, dan rentan terhadap kesalahan penjadwalan seperti bentrok jadwal perkuliahan, bentrokan penggunaan ruang perkuliahan dan lain sebagainya, sehingga diperlukan metode penjadwalan mata kuliah yang lebih baik dibandingkan dengan metode penjadwalan mata kuliah manual [3]. Pada kenyataannya penjadwalan mata kuliah secara manual yang dilakukan dengan membuat tabel jadwal mata kuliah kemudian mengisi tabel tersebut dengan mata kuliah yang memenuhi batasan-batasan yang ada belum mampu menghasilkan jadwal mata kuliah yang memenuhi seluruh batasan-batasan yang ada dalam penjadwalan, batasan-batasan seperti mata kuliah dalam skala besar yang tidak sebanding dengan jumlah ruang perkuliahan, keinginan sebagian dosen untuk mengajar pada hari dan jam tertentu, banyaknya jenis mata kuliah yang harus dijadwalkan pada waktu yang berbeda-beda, banyaknya peraturan fakultas dan universitas. sehingga mempengaruhi jadwal kuliah.

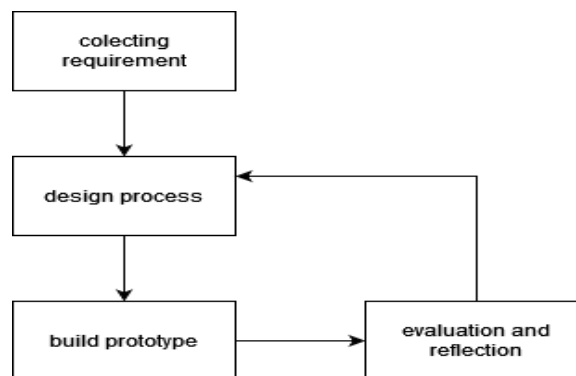
Program aplikasi merupakan salah satu pemecahan masalah dalam menentukan jadwal mata pelajaran, karena dapat menembus batas, ruang, dan waktu[4]. Aplikasi digunakan untuk mengontrol, mengolah, ataupun memproses data mentah sehingga menjadi output yang diharapkan. Penggunaan aplikasi dalam pemecahan masalah dalam penyusunan jadwal matakuliah sangatlah tepat [5]. Penyusunan aplikasi mengimplementasikan metode K-Means, K-Means merupakan algoritma clustering dalam data mining[20], K-Means merupakan algoritma unsupervised learning, karena yang dicari masih belum diketahui [21]. Penambahan data adalah penggunaan teknik analisis otomatis untuk menemukan hubungan yang sebelumnya tidak terdeteksi antar item data[22]. KMeans merupakan salah satu teknik cluster data dimana titik keberadaan data dalam suatu cluster bergantung pada derajat anggotanya [23]. Pertama, pilih beberapa titik untuk mewakili titik fokus klaster awal (biasanya, kita memilih titik K pertama dari sampel pendapatan untuk mewakili titik fokus klaster awal); kedua, kumpulkan titik

sampel yang tersisa ke fokusnya sesuai dengan kriteria jarak minimum, maka kita akan mendapatkan klasifikasi awal[8], dan jika klasifikasi tidak masuk akal, kita akan memodifikasinya (menghitung ulang setiap titik fokus cluster)[24], mengulanginya berulang kali hingga mendapatkan yang masuk akal klasifikasi[25]. Juga dapat menyelesaikan model dengan akurat seperti pada studi kasus penentuan kartu Indonesia pintar [6]. selanjutnya studi lain yang sukses dalam penyelesaian kasus seperti Penerapan Metode K-Means dan Optimasi Jumlah Cluster dengan Index Davies Bouldin untuk Clustering Propinsi Berdasarkan Potensi Desa pada penelitian ini keberhasilan yakni sukses membentuk cluster provinsi [7]. Adapun penelitian lainnya Penerapan Data Mining Menggunakan Algoritma K-Means Untuk Menentukan Judul Skripsi Dan Jurnal Penelitian (Studi Kasus Ftik Unpri) yakni memberikan hasil sebesar menunjukkan sistem dapat berjalan dengan baik. hasil uji coba mendapatkan perbandingan score mencapai 60% tampilan aplikasi, 70% kinerja program, dan 70% manfaat program[8]. Metode K-Means merupakan metode yang relative cepat dalam pemecahan suatu masalah[7], dan dapat membentuk suatu model, pola, dan karakteristik digunakan sebagai base pengetahuan[9]. karakteristik pembentuk komponen mata kuliah akan terhindar dari kesalahan penjadwalan karena sifat dari K-Means mengelompokkan data atau variabel yang dapat menentukan kategori mata kuliah yang baik. Dalam melaksanakan penelitian ini, peneliti menggunakan platform berbasis web [3] karena dengan website pengembangan aplikasi tergolong mudah karena aplikasi website terdiri atas bahasa pemogramman PHP, MYSQL, dan java script [10]. pemogramman PHP merupakan bahasa pemrograman berbasis web yang handal dan manis saat mengolah data dari client ke server[11]. Prinsip kerja PHP adalah ketika file berekstensi PHP dikirim oleh klien dan kemudian diterima oleh server[12]. Selanjutnya server akan memproses dan mengeluarkan kode dalam bentuk html agar dapat ditampilkan pada browser klien[3]. Php merupakan bahasa yang digunakan dalam website, dan website harus mempunyai sifat dinamis dan interaktif[13], sifat dinamis yang dimaksud adalah tampilannya dapat menyesuaikan dengan kondisi pada situasi tertentu[14]. Dinamika yang dimaksud memberikan interaksi kepada pengguna[15]. Selanjutnya data rule di simpan dan dipanggil dengan mysql. Mysql mempunyai peran penting dalam pemrograman berbasis web. MySQL merupakan salah satu sistem manajemen basis data yang banyak digunakan dan mempunyai konsep sistem manajemen basis data relasional[17]. Mysql merupakan software yang paling banyak digunakan untuk desain web dinamis yang mendukung bahasa pemrograman PHP, mysql juga tergolong dalam RDBMS (Relational Database Management System)[13]. Mysql menjalankan perintah sql (bahasa query struktural) yang mendukung bahasa PHP [18]. MySQL dapat dikategorikan sebagai program server database yang mengirim dan menerima data dengan sangat cepat [2].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan metode pengembangan perangkat lunak yaitu model prototyping. Dimana perancangan dilakukan dengan melengkapi kebutuhan-kebutuhan yang dibutuhkan oleh programmer dan pengguna aplikasi agar kebutuhan pengguna dapat terjawab dengan baik[29]. Dari tindakan tersebut, langkah yang dilakukan adalah[30]:

1. Tahap 1 melengkapi persyaratan yang diperlukan dalam pengembangan aplikasi pembuatan jadwal perkuliahan seperti database kelas, ruangan, dosen, keahlian, dan ruangan
2. Tahap 2 membuat desain yang diperlukan untuk membuat alur kerja aplikasi, input, proses, dan output.
3. Tahap 3 melengkapi prototype yang dilakukan dengan mengikuti desain yang telah dibuat sehingga kesesuaian aplikasi dapat dihitung secara akurat.
4. Evaluasi dan refleksi tahap 4 dilakukan setelah dilakukan pengujian. Hal ini dilakukan untuk dapat mengukur dan melengkapi kekurangan pada perangkat lunak. Jika ada perbaikan, dapat diulangi pada tahap 2.



Gambar 2. Desain Model Prototipe [30]

Penyiapan jadwal perkuliahan dalam dunia pendidikan sangatlah penting[2]. Penyusunan jadwal kelas dapat diselesaikan dengan mencari alternatif pemecahan masalah kombinatorial yang kompleks, masalah yang Np-hard atau masalah yang sulit dipecahkan[26]. Dalam menyelesaikan penjadwalan mata kuliah terdapat dua kaidah, yaitu batasan keras (harus dipenuhi) dan batasan lunak (diusahakan dipenuhi). Dengan memenuhi kendala-



kendala berat yaitu dengan memenuhi atau mencapai target-target yang telah ditetapkan[27]. Penjadwalan kursus dapat dikatakan selesai apabila belum ada yang terlewati atau mencapai tujuan yang telah ditetapkan[28]. Aturan yang akan dipatuhi dalam penjadwalan adalah:

- a. Dosen tidak dapat menampung kelas yang berbeda dalam waktu yang bersamaan.
- b. Mata kuliah yang sama tidak dapat diampu oleh dosen yang berbeda.
- c. Waktu perkuliahan adalah pukul 07.30-15.00 untuk kelas pagi dan pukul 13.30-18.00 untuk sore hari.
- d. Maksimum SKS yang diajarkan dosen adalah 24 SKS dan sedangkan batasan lunaknya yakni beban mengajar dosen boleh kurang dari 24 SKS, dosen dapat mengubah pengaturan jadwal, dan Dosen dapat memilih mata kuliah yang diajarkan. Selanjutnya ketua prodi menentukan penugasan dosen pengampu matakuliah. Dapat dilihat pada table 1. Dibawah

Tabel 1. Penugasan Dosen dan Pengampu Matakuliah

No	Matakuliah	Semester	Dosen code	Kelas semester
1	Agama	1	A1,A12,A13	A1,A2,B1,C1,D1,E1,F1,G1
2	Pendidikan Pancasila	1	A2	A1,A2,B1,C1,D1,E1,F1,G1
3	Algoritma dan pemogramman	1	A3	A1,A2,B1,C1,D1,E1,F1,G1
4	Prak. Algoritma dan pemogramman	1	A3	A1,A2,B1,C1,D1,E1,F1,G1
5	Sistem basis data	1	A4	A1,A2,B1,C1,D1,E1,F1,G1
6	Prak. Sistem basis data	1	A4	A1,A2,B1,C1,D1,E1,F1,G1
7	Bahasa inggris	1	A5	A1,A2,B1,C1,D1,E1,F1,G1
8	Logika informatika	1	A6	A1,A2,B1,C1,D1,E1,F1,G1
9	Muamalah	3	A1,A12,A13	A1,A2,B1,C1,D1,E1,F1,G1
10	Pemogramman berbasis objek	3	A3	A1,A2,B1,C1,D1,E1
11	Prak. Pemogramman berbasis objek	3	A3	A1,A2,B1,C1,D1,E1
12	Bahasa query	3	A4	A1,A2,B1,C1,D1,E1
13	Prak. Bahasa query	3	A4	A1,A2,B1,C1,D1,E1
14	Interaksi manusia dan computer	3	A6	A1,A2,B1,C1,D1,E1
15	Sistem informasi Manajemen	3	A8	A1,A2,B1,C1,D1,E1
16	Statistika dan probabilitas	3	A9	A1,A2,B1,C1,D1,E1
17	Prak. Statistika dan probabilitas	3	A9	A1,A2,B1,C1,D1,E1
18	Analisis perancangan system informasi	3	A11	A1,A2,B1,C1,D1,E1
19	Manajemen proyek system iformasi	5	A11	A1,A2,B1,C1,D1
20	Ebisnis	5	A12	A1,A2,B1,C1,D1
21	Rekayasa perangkat lunak	5	A12	A1,A2,B1,C1,D1
22	System pendukung keputusan	5	A11,A3	A1,A2,B1,C1,D1
23	Data mining	5	A13	A1,A2,B1,C1,D1
23	Manajemen sumberdaya manusia	5	A13	A1,A2,B1,C1,D1
25	Manajemen resiko system informasi	5	A14	A1,A2,B1,C1,D1
	..... Dst			

Selanjutnya peneliti mendesain rancangan untuk jadwal perlukuliahan yang di inginkan dosen berdasarkan keahlian dosen yang di dapat dari pengisian formulir.

Tabel 2. Eucludience distance Siklus 1

Kode Dosen	Keahlian
A3,A14, A1	Data Mining
A9,A13	Sistem Penunjang Keputusan
A12	Data Mining, Multimedia
A8	Artificial Intelligent
A7	Cryptography
A11	Sistem Penunjang keputusan, Artificial Intelligent
A6	Data minig, Artificial Intelligent

Selanjutnya penyusunan jadwal kuliah di susun dengan menggunakan klasifikasi dalam k-means. Dalam klasifikasi k-means perlu dilakukan pemodelan dengan menggunakan rumus:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_j (y_{ij} - y_i)^2 \tag{1}$$

dimana MSE (Mean Square error):

yij : Nilai Benar

yj : Nilai diperoleh

n : Nilai

Memegang peranan yang sangat penting dalam menentukan tingkat kebenaran data [21]. Proses penentuan kelas berdasarkan kurikulum dan waktu belajar ditentukan secara acak dan untuk mendapatkan jarak terdekat ditentukan dengan rumus :

$$d(x_i, \mu_i) = \sqrt{(x_i - \mu_i)^2} \tag{2}$$

Dimana x_i, μ_i adalah jarak antar kelas dan mata kuliah yang disebut cluster berbeda. Jarak x_i dan μ_i dihitung untuk mendapatkan pusat cluster. Klasifikasi dilakukan untuk mencari jarak terdekat, untuk setiap pusat cluster yang terbentuk dapat terbentuk kelompok cluster yang dihitung dengan rumus :

$$c_k = \frac{1}{n_k} \sum d_i \tag{3}$$

Dimana

n_k = Jumlah data di tiap cluster

d_i = total jarak dalam cluster maka untuk mengukur akurasi dapat digunakan dengan rumus

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Desain Aplikasi

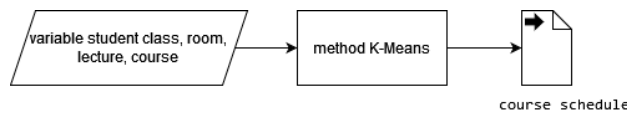
Berdasarkan desain aplikasi yang telah dibuat maka desain aplikasi untuk menampilkan dan memasukkan data awal harus disesuaikan seperti mata kuliah, dosen, kelas dan tugas, salah satu desain yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 3.

No.	Nama	Profil	Deskripsi	Aksi
1	Wilda Rina Hauluan, ST., M.Kom No. Identitas:	Program Studi Sistem Informasi Fakultas Ilmu Komputer dan Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Golongan: Alamat: No. HP: Email:	Perbarui Hapus
2	Selamat Pohan, M.A No. Identitas:	Program Studi Sistem Informasi Fakultas Ilmu Komputer dan Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Golongan: Alamat: No. HP: Email:	Perbarui Hapus
3	Ardiansyah, M.Kom No. Identitas:	Program Studi Sistem Informasi Fakultas Ilmu Komputer dan Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Golongan: Alamat: No. HP: Email:	Perbarui Hapus
4	Azul Siregar, M.Pd.I No. Identitas:	Program Studi Sistem Informasi Fakultas Ilmu Komputer dan Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Golongan: Alamat: No. HP: Email:	Perbarui Hapus

Gambar 3. Desain Perkuliahan

3.2 Desain Alur

Pemrosesan penjadwalan dengan metode K-Means dilakukan pada tahap perancangan yaitu variabel-variabel seperti



Gambar 4. Metode Proses Desain

Variabel akan diproses dengan metode k-means tanpa diketahui target indikatornya, indikator target yang ditemukan dapat disimpan sebagai jadwal dan juga dapat digeser apabila jadwalnya berbeda dengan kelompok dengan aturan yang telah ditentukan.

3.3 Tahap Pembuatan Prototipe

Pengujian dilakukan dengan metode kmeans dimulai dari iterasi 1 sampai dengan iterasi 13 dan 4902310 data yang diolah. Jadi bisa dilihat pada gambar di bawah ini:

id	nama	jam	kelas	relas	dosen	status
1	...	17.30.00	19.10.00	...	...	...
2	...	21.40.00	22.30.00	...	...	...
3	...	23.20.00	00.00.00	...	...	...
4	...	17.30.00	18.20.00	...	...	...
5	...	18.20.00	20.00.00	...	...	...
6	...	09.30.00	14.30.00	...	...	...
7	...	07.30.00	09.10.00	...	...	...
8	...	12.30.00	15.00.00	...	...	...
9	...	07.30.00	12.30.00	...	...	...
10	...	10.50.00	13.20.00	...	...	...
11	...	10.50.00	12.20.00	...	...	...
12	...	21.40.00	00.00.00	...	...	...
13	...	21.40.00	00.00.00	...	...	...
14	...	21.40.00	00.00.00	...	...	...
15	...	21.40.00	00.00.00	...	...	...

Gambar 5. Output query jadwal mata kuliah

3.4. Tahap Evaluasi

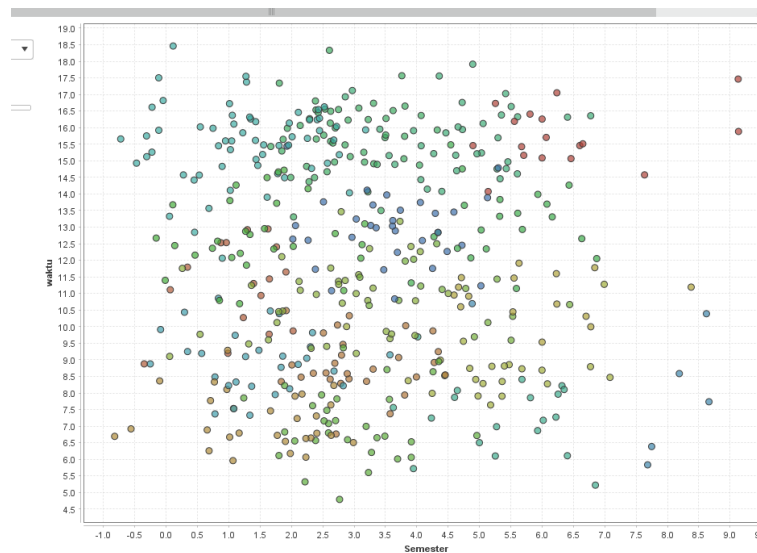
3.4.1 Evaluasi dan Refleksi Siklus 1

Cluster yang dibentuk sebanyak ruang kelas yang dibutuhkan yaitu 15 ruangan. Namun pada praktiknya jarak antar variabel masih sangat jauh. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 1 dan gambar. 8

Tabel 3. Eucludience distance Siklus 1

Cluster	Lecture	Course	Level	Weight	Time
0	16.531	51.688	3.281	1.781	13
1	15.5	53.667	7.333	3.333	8
2	18.897	48.862	1.483	1.897	9
3	17.475	47.705	1.426	1.885	15.492
4	12.316	25.053	5.368	2.684	7
5	14.618	47.382	4.647	2.235	15.529
6	12.86	46.18	3.12	1.76	15.48
7	11.095	27.952	5.476	2.429	13
8	17.69	47.241	1.448	1.793	13
9	15.161	49.903	3.258	2	7
10	11.4	59.867	4.533	1.867	11
11	17.361	54.944	2.583	1.972	11
12	9.045	31.364	5.227	2.5	9
13	11.333	20.4	5.8	3	11
14	15.724	48.828	1.448	1.931	7
15	12.679	50.321	3.214	1.786	9
16	10.438	21.125	1	1.938	11
17	6.235	26.118	6.529	2.471	15.529

Kemudian dari data tabel 1 digambarkan titik-titik data belum membentuk cluster sehingga tampil pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik jarak cluster siklus 1

Dari percobaan pada siklus I terdapat fenomena yang dapat dijelaskan pada table 2 dibawah ini:

Tabel 4. Evaluasi dan Refleksi

No	Kasus	Refleksi
1	Tingkat kepadatan perhitungannya masih terlalu rendah di angka 5	Tingkat kerapatan dinaikan 20
2	Perhitungannya tidak melibatkan variabel lain seperti kelas, kursus, waktu, dan ruangan	Melibatkan variabel kelas, mata pelajaran, jam, dan ruangan
3	Apabila rentang jarak tidak bergeser maka hal ini akan menyebabkan variabel tersebut menyatu dengan variabel lainnya	Hal ini memerlukan alokasi variabel dimana variabel tidak bergerak berada dalam cluster yang sama

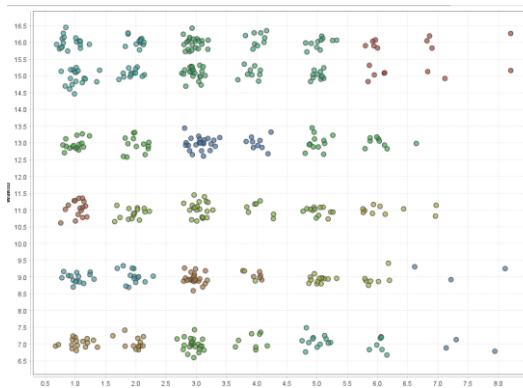
3.4.2 Evaluasi dan Refleksi siklus 2

Setelah dilakukan perbaikan jarak antar cluster semakin dekat menyebabkan Cluster terbentuk dengan sempurna seperti terlihat pada Tabel 3 dan Gambar 9

Tabel 5. Jarak Eucludience Distance Siklus 2

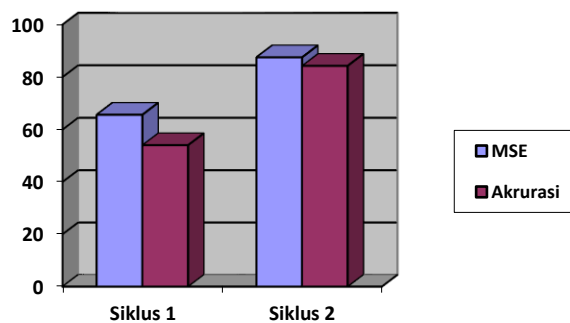
Cluster	Dosen	Perkuilhan	Kelas	Ruangan	Waktu
0	23	34.2	2.1	3	5.3
1	1.23	15.2	34.2	2	33
2	34	12	2	1	2
3	12	3	6	64	4
4	34	43	4	43	7
5	6	4	56	4	19
6	192.86	46.18	3.12	1.76	38
7	151.095	27.952	5.476	2.429	13
8	7.69	7.3	4.8	7.93	3
9	45	4.4	2.3	2	1
10	1.38	59	3	2	42
11	9.367	45	30	3	2
12	66	443	4	44	6
13	46	84	56	34	151
14	345	23	25	9	37
15	14	56	88	9	9
16	15	2	6	1.9	1
17	6.23	6.28	3.1	1.8	29

Berdasarkan data table diatas cluster yang terbentuk mencapai 17 cluster dosen dengan tingkat jarak cluster yang berjauhan sehingga dapat dilihat oada gambar berikut



Gambar 7. Grafik Distance Siklus 2.

Dari siklus 1 dan 2, diperoleh urutan kesalahan rata-rata MSE dan dihitung dengan ketelitian sebagai berikut:



Gambar 8. Rata – Rata MSE

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, nilai MSE pada siklus 1 sebesar 65,66% dan nilai akurasi sebesar 54,06%. sedangkan pada siklus 2 nilai MSE sebesar 87,55% dengan akurasi 84,03%.



4. KESIMPULAN

Penerapan algoritma k-means dapat membantu dalam menyusun jadwal perkuliahan secara otomatis, namun yang perlu diperhatikan dalam menentukan nilai awal adalah harus disesuaikan dengan berapa banyak cluster yang akan terbentuk yang nantinya akan menjadi ruang kelas, dan tingkat kepadatannya harus ditentukan sehingga nilai jarak ecludience menjadi lebih kecil. Nilai di luar cluster merupakan variabel yang memerlukan ruang tambahan. Hal ini tergolong implementasi yang berhasil dengan nilai akurasi sebesar 84,03%..

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang atas rahmat dan karunia-Nya penelitian ini dapat terselesaikan. Terima kasih juga disampaikan kepada Rektor Universitas Muhammadiyah yang mana penelitian ini didukung oleh dana penelitian dan pengabdian kepada masyarakat, serta fakultas ilmu komputer dan teknologi informasi yang memungkinkan tim peneliti dapat menyelesaikan penelitian tepat waktu.

REFERENCES

- [1] M. H. P. Swari, C. A. Putra, and I. P. S. Handika, "Analisis Perbandingan Algoritma Genetika dan Modified Improved Particle Swarm Optimization dalam Penjadwalan Mata Kuliah," *J. Nas. Pendidik. Tek. Inform. JANAPATI*, vol. 11, no. 2, pp. 92-101, 2022.
- [2] Y. V. Ermanto and Y. F. Riti, "Perbandingan Implementasi Algoritma Welch-Powell Dan Recursive Largest First Dalam Penjadwalan Mata Kuliah," *J. Teknol. Dan Sist. Inf. Bisnis*, vol. 4, no. 1, pp. 204-212, 2022.
- [3] D. D. Jantce TJ Sitingjak, . Maman, and J. Suwita, "Analisa Dan Perancangan Sistem Informasi Administrasi Kursus Bahasa Inggris Pada Intensive English Course Di Ciledug Tangerang," *Insa. Pembang. Sist. Inf. dan Komput.*, vol. 8, no. 1, 2020, doi: 10.58217/ipsikom.v8i1.164.
- [4] D. D. J. T. J. Sitingjak and J. Suwita, "Analisa Dan Perancangan Sistem Informasi Administrasi Kursus Bahasa Inggris Pada Intensive English Course Di Ciledug Tangerang," *Insa. Pembang. Sist. Inf. dan Komput.*, vol. 8, no. 1, 2020.
- [5] R. Dzulkarnaen and R. Kurniawan, "Jurnal Aplikasi Pengelolaan Data Pasien Di Apotek Berbasis Android," *Buffer Inform.*, vol. 5, no. 2, pp. 26-37, 2019.
- [6] D. T. Yuliana, M. I. A. Fathoni, and N. Kurniawati, "Penentuan Penerima Kartu Indonesia Pintar KIP Kuliah dengan Menggunakan Metode K-Means Clustering," *J. Focus Action Res. Math. (Factor M)*, vol. 5, no. 1, pp. 127-141, 2022.
- [7] E. Muningsih, I. Maryani, and V. R. Handayani, "Penerapan Metode K-Means dan Optimasi Jumlah Cluster dengan Index Davies Bouldin untuk Clustering Propinsi Berdasarkan Potensi Desa," *Evolusi J. Sains dan Manaj.*, vol. 9, no. 1, 2021.
- [8] C. S. D. B. Sembiring, L. Hanum, and S. P. Tamba, "Penerapan Data Mining Menggunakan Algoritma K-Means Untuk Menentukan Judul Skripsi Dan Jurnal Penelitian (Studi Kasus Ftik Unpri)," *J. Sist. Inf. dan Ilmu Komput. Prima (JUSIKOM PRIMA)*, vol. 5, no. 2, pp. 80-85, 2022.
- [9] R. A. Indraputra and R. Fitriana, "K-Means clustering data COVID-19," *J. Tek. Ind.*, vol. 10, no. 3, pp. 275-282, 2020.
- [10] J. Asmara, "Rancang Bangun Sistem Informasi Desa Berbasis Website (Studi Kasus Desa Netpala)," *J. Pendidik. Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 1, pp. 1-7, 2019.
- [11] D. M. Widia and S. R. Asriningtias, *Cara Cepat dan Praktis Membangun Web Dinamis dengan PHP dan MySQL*. Universitas Brawijaya Press, 2021.
- [12] P. T. Prasetyaningrum, F. Alfajar, D. Fatmawati, A. Muzaki, A. D. Sutrisno, and M. Syahril, "Buku Pintar Aplikasi Ai Promosi Media Sosial Dengan PHP & MYSQL." CV MFA, 2019.
- [13] T. B. Kurniawan, "Perancangan sistem aplikasi pemesanan makanan dan minuman pada cafetaria no caffè di Tanjung Balai Karimun menggunakan bahasa pemograman PHP Dan MySQL," *J. Tikar*, vol. 1, no. 2, pp. 192-206, 2020.
- [14] D. Krisbiantoro, M. Kom, P. D. Abda'u, and M. Kom, *Dasar Pemrograman Web Dengan Bahasa HTML, PHP, dan Database MySQL*, vol. 1. Zahira Media Publisher, 2021.
- [15] E. Mardiani, N. Rahmansyah, N. M. Wahyudi, Y. F. Wijaya, and F. Al Rizky, *Kumpulan Latihan PHP*. Elex Media Komputindo, 2021.
- [16] M. I. Suri and A. S. Puspaningrum, "Sistem Informasi Manajemen Berita Berbasis Web," *J. Teknol. Dan Sist. Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 8-14, 2020.
- [17] M. Ahmed, R. Seraj, and S. M. S. Islam, "The k-means algorithm: A comprehensive survey and performance evaluation," *Electronics*, vol. 9, no. 8, p. 1295, 2020.
- [18] A. Hidayah and A. Yani, "Membangun Website SMA PGRI Gunung Raya Ranau Menggunakan PHP Dan MySQL," *JTIM J. Tek. Inform. Mahakarya*, vol. 2, no. 2, pp. 41-52, 2019.
- [19] R. D. Alit, M. C. Aruan, and A. Rahadyan, "Sistem Informasi Pelayanan Medis Pada Pasien di Klinik Insani Citeureup Berbasis Java," *Innov. Res. Informatics*, vol. 2, no. 1, 2020.
- [20] R. Y. Sari, H. Oktavianto, and H. W. Sulisty, "Algoritma K-Means Dengan Metode Elbow Untuk Mengelompokkan Kabupaten/Kota Di Jawa Tengah Berdasarkan Komponen Pembentuk Indeks Pembangunan Manusia," *J. Smart Teknol.*, vol. 3, no. 2, pp. 104-108, 2022.
- [21] J. Han, J. Pei, and H. Tong, *Data mining: concepts and techniques*. Morgan kaufmann, 2022.
- [22] S. S. Nagari and L. Inayati, "Implementation of clustering using k-means method to determine nutritional status," *J. Biometrika dan Kependud.*, vol. 9, no. 1, p. 62, 2020.
- [23] D. Purnomo, "Model prototyping pada pengembangan sistem informasi," *JIMP (Jurnal Inform. Merdeka Pasuruan)*, vol. 2, no. 2, 2017.
- [24] H. Priyatman, F. Sajid, and D. Haldivany, "Klasterisasi Menggunakan Algoritma K-Means Clustering untuk



- Memprediksi Waktu Kelulusan Mahasiswa,” *J. Edukasi Dan Penelit. Inform.*, vol. 5, no. 1, p. 62, 2019.
- [25] E. Patel and D. S. Kushwaha, “Clustering cloud workloads: K-means vs gaussian mixture model,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 171, pp. 158–167, 2020.
- [26] R. Fitri, S. Kom, and M. Kom, *Pemrograman Basis Data Menggunakan MySQL*. Deepublish, 2020.
- [27] A. M. Nasir and D. Setyawan, “Optimalisasi Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Teori Pewarnaan Graf,” *Prox. J. Penelit. Mat. dan Pendidik. Mat.*, vol. 5, no. 1, pp. 57–69, 2022.
- [28] W. Rizki, R. Rayuwati, and H. Gemasih, “Perancangan Sistem Informasi Penjadwalan Mata Kuliah Dengan Metode Sdlc (System Development Life Cycle),” *J. Tek. Inform. dan Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 36–45, 2022.
- [29] J. S. Kurnia and F. Risyda, “Rancang Bangun Penerapan Model Prototype Dalam Perancangan Sistem Informasi Pencatatan Persediaan Barang Berbasis Web,” *JSI (Jurnal Sist. Informasi) Univ. Suryadarma*, vol. 8, no. 2, pp. 223–230, 2021.
- [30] S. Siswidiyanto, D. Wijayanti, and E. Haryadi, “Sistem Informasi Penyewaan Rumah Kontrakan Berbasis Web Dengan Menggunakan Metode Prototype,” *J. Interkom J. Publ. Ilm. Bid. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 15, no. 1, pp. 16–23, 2020.
- [31] A. Solichin and K. Khairunnisa, “Klasterisasi persebaran virus Corona (Covid-19) di DKI Jakarta menggunakan metode K-Means,” *Fountain Informatics J.*, vol. 5, no. 2, pp. 52–59, 2020.
- [32] F. Indriyani and E. Irfiani, “Clustering Data Penjualan pada Toko Perlengkapan Outdoor Menggunakan Metode K-Means,” *JUITA J. Inform.*, vol. 7, no. 2, pp. 109–113, 2019.