

Penetapan Instruktur Diklat Menggunakan Metode *Clustering K-Means* Dan Topsis Pada PT PLN (Persero) Udiklat Jakarta

Nurul Dyah Budiana¹; Riki Ruli A. Siregar²; Meilia Nur Indah Susanti³

^{1, 2, 3}Departemen Informatika Sekolah Tinggi Teknik PLN
¹nurul1431081@sttpln.ac.id

ABSTRACT

Instructor is the main aspect that exists in the implementation of the training. The increasing number of instructors and the need for training is also increasing every year there is no system that can help the process of determining quickly and precisely. In need of a method that can classify the instructor data in accordance with the title of training materials and can be assigned instructor each of the training materials and do not ignore aspects of assessment of the instructor. In this study data mining techniques are used to help recommend instructors for each subject matter of the training based on the cluster data group approach. So it can be used in determining the instructor's assignment per training materials in the future. K-Means clustering method is used to group data into clusters by looking at the centroid value that has been determined. And the Topsis method is used to assign one instructor's name through the rankings of preference values. In this research CRISP-DM method is used as software engineering method system work done in sequence or linearly. In the testing process has been generated if the manual data and data processing if the application system is the same. This application to facilitate the Supervisor and Learning Development staff in setting instructors per training materials.

Keywords: *Data mining, Clustering K-Means, Topsis, Determination of instructor per material*

ABSTRAK

Instruktur merupakan aspek utama yang ada dalam pelaksanaan diklat. Jumlah instruktur yang makin banyak dan kebutuhan akan diklat juga semakin bertambah tiap tahunnya, belum terdapat suatu sistem yang dapat membantu proses penetapan dengan cepat dan tepat. Di perlukan sebuah metode yang dapat mengelompokkan data instruktur sesuai dengan judul materi diklat dan dapat ditetapkan instruktur tiap materi diklat, serta tidak mengabaikan aspek-aspek penilaian instruktur. Dalam penelitian ini, Teknik data mining digunakan untuk membantu merekomendasikan instruktur tiap judul materi diklat berdasarkan pendekatan kelompok data kluster. Sehingga selanjutnya dapat digunakan dalam menentukan penetapan instruktur per materi diklat dimasa yang akan datang. Metode clustering K-Means digunakan untuk mengelompokkan data kedalam kluster dengan melihat nilai centroid yang sudah ditentukan. Dan metode Topsis digunakan untuk menetapkan satu nama instruktur melalui perbandingan nilai hasil preferensi. Pada penelitian ini metode CRISP-DM digunakan sebagai metode rekayasa perangkat lunaknya, pengerjaan sistem dilakukan secara berurutan atau secara linier. Pada proses pengujian telah dihasilkan jika data manual dan data hasil olah aplikasi sistem adalah sama. Aplikasi ini dapat mempermudah Supervisor dan staff Pengembangan Pembelajaran dalam menetapkan instruktur per materi diklat.

Kata kunci: *Data mining, Clustering, K-Means, Topsis, Penetapan instruktur per materi*

1. PENDAHULUAN

Untuk menentukan instruktur per materi terdapat indikator-indikator yang dipertimbangkan dan telah ditetapkan oleh PUSDIKLAT, yaitu level *grade*, penguasaan materi, kompetensi instruktur dan transportasi yang mempunyai bobot-bobot penilaian tersendiri. Bobot-bobot tersebut yang digunakan Supervisor Pengembangan Pembelajaran dalam menilai setiap instruktur yang akan ditunjuk untuk menjadi instruktur diklat sesuai dengan materi yang telah ditentukan. Untuk mendapatkan hasil penentuan instruktur per judul materi diklat, pada penelitian ini dengan korelasi kasus penetapan instruktur materi diklat dengan menggunakan metode *clustering K-Means* dan metode SPK Topsis. K-means merupakan salah satu algoritma clustering. Tujuan algoritma ini yaitu untuk membagi data menjadi beberapa kelompok. Algoritma ini menerima masukan berupa data tanpa label kelas [1][2][3]. Metode *K-Means* digunakan untuk mengelompokkan instruktur berdasarkan materi diklat. Untuk menetapkan satu nama instruktur digunakan metode *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) [4][5]. Metode ini banyak digunakan untuk menyelesaikan pengambilan keputusan secara praktis yang memiliki konsep dimana alternatif yang terpilih merupakan alternatif terpilih terbaik yang memiliki jarak terpendek dari solusi ideal positif dan jarak terjauh dari solusi ideal negatif. Penelitian K-Means cluster untuk pengelompokkan provinsi berdasarkan produksi padi, jagung, kedelai, dan kacang hijau tahun 2009. Dari penelitian yaitu mengelompokkan 33 provinsi kedalam tiga klaster dengan parameter penilaian dilihat dari hasil produksi padi, jagung, kedelai, dan kacang hijau dari tiap-tiap provinsi. Klaster 1 dengan prosentase 78,79%, klaster 2 dengan prosentase 12,12%, klaster 3 dengan prosentase 9,09% [3]. Analisa dan pemanfaatan algoritma k-means clustering pada data nilai siswa sebagai penentuan penerima beasiswa, algoritma k-means dapat melakukan pengelompokan dokumen dalam jumlah yang banyak untuk mengelompokkan data siswa kedalam kluster berdasarkan nilai siswa. Akan tetapi belum efisien dalam mengelompokkan dokumen secara tepat. Penentuan *centroid* pada tahap awal algoritma k-means sangat berpengaruh pada hasil cluster seperti pada hasil pengujian yang dilakukan dengan menggunakan 100 record dengan *centroid* yang berbeda menghasilkan hasil cluster yang berbeda juga. Dari penelitian yang dilakukan k-means hanya dapat mengelompokkan data belum bisa memilih data secara tepat [6][7].

2. METODE

2.1. Clustering K-Means

K-Means digunakan dalam mengkluster data instruktur berdasarkan judul diklat. Data instruktur akan dikelompokkan ke masing-masing kluster yang telah ditentukan jumlahnya. Dengan menggunakan rumus [1]:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^p \{x_{ik} - x_{jk}\}^2} \dots\dots\dots(1)$$

dimana:
 i dan j
 P = Dimensi data
 X_{ik} = Koordinat dari obyek i pada dimensi k
 X_{jk} = Koordinat dari obyek j pada dimensi k
 d_{ij} = Jarak objek antara objek

Gambar 1. Data Set Instruktur

Tabel 1. Data Set Instruktur

	NAMA INSTRUKTUR	LEVEL GRADE	TRANSPOR TASI	PENGUASAAN MATERI	KOMPETENSI KEINSTRUKTURAN
1	WINAYU SISWANTO	6	3	2	1
2	SUMARDIONO	3	3	3	3
3	ZAIDEL HAMDI	6	3	2	3
4	SRI ATMI SUKMANASARI BUDIASIH	5	3	2	1
5	TRI RAHAYU	5	2	2	1
6	REZA HARDIANSYAH	2	3	2	1
7	TITIEK TJAHYA	5	3	4	1
8	GIOVANY	3	3	4	1
9	YEZIE DWI GUMAY	2	3	2	1
10	MUKTAR HENDRA	2	3	2	1

Langkah awal dari K-Means yaitu dengan menentukan jumlah kelompok yang ingin akan dicari. Sebagai contoh akan ditentukan 2 judul materi pembelajaran yaitu P2TL UNTUK TIM P2TL PEGAWAI PT PLN (PERSERO) TINGKAT: PELAKSANA OPERASI dan TEKNIK MENGAJAR EFEKTIF. Dengan penentuan *centroid* sesuai dengan kebutuhan Udiklat Jakarta.

- a) C1 untuk materi P2TL UNTUK TIM P2TL PEGAWAI PT PLN (PERSERO) TINGKAT: PELAKSANA OPERASI dengan *centroid* awal sesuai kebutuhan

$$C1 = \begin{matrix} 6 & 3 & 2 & 1 \end{matrix}$$

- b) C2 untuk materi TEKNIK MENGAJAR EFEKTIF dengan *centroid* awal yang ditentukan sesuai kebutuhan C2= $\begin{matrix} 6 & 3 & 2 & 3 \end{matrix}$

Menghitung jarak obyek pusat *cluster* dengan *centroid* dari data yang ada di masing-masing kelompok:

Iterasi 1

C1

$$\begin{aligned} C11 &= \sqrt{(6-6)^2 + (3-3)^2 + (2-2)^2 + (1-1)^2} \\ &= \sqrt{0+0+0+0} \\ &= \sqrt{0} \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C12 &= \sqrt{(3-6)^2 + (3-3)^2 + (3-2)^2 + (3-1)^2} \\ &= \sqrt{(-3)^2 + 0 + 1^2 + 2^2} \\ &= \sqrt{9+1+4} \\ &= \sqrt{14} \\ &= 3,741 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C13 &= \sqrt{(6-6)^2 + (3-3)^2 + (2-2)^2 + (3-1)^2} \\ &= \sqrt{0+0+0+2^2} \\ &= \sqrt{4} \\ &= 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C14 &= \sqrt{(5-6)^2 + (3-3)^2 + (2-2)^2 + (1-1)^2} \\ &= \sqrt{(-1)^2 + 0 + 0 + 0} \\ &= \sqrt{1} \\ &= 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C15 &= \sqrt{(5-6)^2 + (2-3)^2 + (2-2)^2 + (1-1)^2} \\ &= \sqrt{(-1)^2 + (-1)^2 + 0 + 0} \\ &= \sqrt{1} + 1 \\ &= \sqrt{2} \\ &= 1.414 \end{aligned}$$

Dan seterusnya,
 C2

$$\begin{aligned} C21 &= \sqrt{(6-6)^2 + (3-3)^2 + (2-2)^2 + (1-3)^2} \\ &= \sqrt{0 + 0 + 0 + (-2)^2} \\ &= \sqrt{4} \\ &= 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C22 &= \sqrt{(3-6)^2 + (3-3)^2 + (3-2)^2 + (3-3)^2} \\ &= \sqrt{(-3)^2 + 0 + 1^2 + 0} \\ &= \sqrt{9} + 1 \\ &= \sqrt{10} \\ &= 3,162 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C23 &= \sqrt{(6-6)^2 + (3-3)^2 + (2-2)^2 + (3-3)^2} \\ &= \sqrt{0 + 0 + 0 + 0} \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C24 &= \sqrt{(5-6)^2 + (3-3)^2 + (2-2)^2 + (1-3)^2} \\ &= \sqrt{(-1)^2 + 0 + 0 + (-2)^2} \\ &= \sqrt{1} + 0 + 0 + 4 \\ &= \sqrt{5} \\ &= 2,236 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C25 &= \sqrt{(5-6)^2 + (2-3)^2 + (2-2)^2 + (1-3)^2} \\ &= \sqrt{(-1)^2 + (-1)^2 + 0 + (-2)^2} \\ &= \sqrt{1} + 1 + 0 + 4 \\ &= \sqrt{6} \\ &= 2,449 \end{aligned}$$

Dan seterusnya,

Kelompokkan hasil hitungan berdasarkan kedekatan *centroid*, hingga menghasilkan pengelompokkan hasil cluster seperti berikut:

Tabel 2. Hasil Pengelompokan Kluster

NO	iterasi2	iterasi3	Status
1	C1	C1	Sesuai
2	C2	C2	Sesuai
3	C2	C2	Sesuai
4	C1	C1	Sesuai
5	C1	C1	Sesuai
6	C1	C1	Sesuai
7	C1	C1	Sesuai

NO	iterasi2	iterasi3	Status
8	C1	C1	Sesuai
9	C1	C1	Sesuai
10	C1	C1	Sesuai

Hasil iterasi kluster K-Means akan berhenti jika data hasil pengelompokkan kluster sudah sesuai antara iterasi sekarang dengan iterasi baru.

2.2. Topsis (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*)

Topsis digunakan dalam pengambil keputusan untuk penetapan instruktur yang sesuai dengan judul materi diklat berdasarkan perangkingan yang dilakukan oleh perhitungan Topsis [4]. Topsis memiliki konsep dimana alternatif yang terpilih merupakan alternatif terbaik yang memiliki jarak terpendek dari solusi ideal negatif. Semakin banyaknya faktor yang harus dipertimbangkan dalam proses pengambilan keputusan, maka makin relatif sulit juga untuk mengambil keputusan terhadap suatu permasalahan.

Pada penelitian ini, topsis menghitung perangkingan instruktur berdasarkan hasil clustering oleh K-Means berdasarkan masing-masing materi yang ditentukan. Hasil cluster C2 K-Means untuk judul diklat TEKNIK MENGAJAR EFEKTIF diolah kedalam proses Topsis. Mengkonversi data analisa dari k-Means kedalam bentuk perhitungan topsis.

Tabel 3. Data Hasil Rekomendasi

NO	NAMA	K1	K2	K3	K4	
2	SUMARDIONO	2	3	3	3	data1
3	ZAIDEL HAMDI	6	3	2	3	data2
14	RAMLI RAJULANG	2	3	1	3	data3
20	LILIES HENI	4	3	2	3	data4
21	RANUNES MANIDASE	2	2	1	3	data5

1. Menghitung matriks yang ternormalisasi

$$\begin{aligned}
 |x1| &= \sqrt{(2)^2 + (6)^2 + (2)^2 + (4)^2 + (3)^2 + \dots + (3)^2} \\
 &= \sqrt{104} \\
 &= 10,198 \\
 R11 &= \frac{3}{10,198} \\
 &= 0,196 \\
 R21 &= \frac{6}{10,198} \\
 &= 0,588 \\
 R31 &= \frac{3}{10,198} \\
 &= 0,169 \\
 R41 &= \frac{5}{10,198} \\
 &= 0,392
 \end{aligned}$$

$$R51 = \frac{3}{10,198}$$

$$= 0,169$$

Dan seterusnya,

$$|x2| = \sqrt{(3)^2 + (3)^2 + (3)^2 + (3)^2 + (2)^2 + \dots + (1)^2}$$

$$= \sqrt{90}$$

$$= 9,486$$

$$R12 = \frac{3}{9,486}$$

$$= 0,316$$

$$R22 = \frac{3}{9,486}$$

$$= 0,316$$

$$R32 = \frac{3}{9,486}$$

$$= 0,316$$

$$R42 = \frac{3}{9,486}$$

$$= 0,316$$

$$R52 = \frac{2}{9,486}$$

$$= 0,210$$

Dan seterusnya,

2. Normalisasi terbobot

$$\text{Bobot } W = 0,3 \quad 0,25 \quad 0,25 \quad 0,2$$

Tabel 4. Pembobotan Topsis

0,232	0,316	0,341	0,303
0,464	0,316	0,227	0,303
0,232	0,316	0,113	0,303
0,386	0,316	0,227	0,303
0,232	0,210	0,113	0,303

Dst,

$$Y11 = 0,3 \times 0,232 = 0,069$$

$$Y12 = 0,25 \times 0,316 = 0,079$$

$$Y13 = 0,25 \times 0,341 = 0,085$$

$$Y14 = 0,2 \times 0,303 = 0,060$$

$$Y21 = 0,3 \times 0,464 = 0,139$$

$$Y22 = 0,25 \times 0,316 = 0,079$$

$$Y23 = 0,25 \times 0,227 = 0,056$$

$$Y24 = 0,2 \times 0,303 = 0,060$$

Hasil dari normalisasi terbobot dimasukkan kedalam bentuk matriks seperti berikut:

0.069	0.079	0.085	0.060
0.139	0.079	0.057	0.060
0.069	0.079	0.028	0.060
0.116	0.079	0.057	0.060
0.069	0.052	0.028	0.060

3. Solusi ideal positif (A+)

$$= 0,139 \quad 0,079 \quad 0,113 \quad 0,060$$

Solusi ideal negative (A-)

$$= 0,046 \quad 0,026 \quad 0,028 \quad 0,040$$

1. Jarak alternatif terbobot dengan solusi ideal positif

Rumus pada indeks ()

$$D1+ = \sqrt{(0,069-0,139)^2+(0,079-0,079)^2+(0,085-0,113)^2+(0,060-0,060)^2}$$

$$= 0,075$$

$$D2+ = \sqrt{(0,139-0,139)^2+(0,079-0,079)^2+(0,056-0,113)^2+(0,060-0,060)^2}$$

$$= 0,056$$

Dan seterusnya,

2. Jarak alternative dengan solusi ideal negatif

$$D1- = \sqrt{(0,069-0,046)^2+(0,079-0,026)^2+(0,085-0,028)^2+(0,060-0,040)^2}$$

$$= 0,083$$

$$D2- = \sqrt{(0,139-0,046)^2+(0,079-0,026)^2+(0,056-0,028)^2+(0,060-0,040)^2}$$

$$= 0,112$$

Dan seterusnya,

3. Nilai preferensi setiap alternative

$$V1 = \frac{0,083}{0,083+0,075}$$

$$= \frac{0,083}{0,158}$$

$$= 0,525$$

$$V2 = \frac{0,112}{0,112+0,056}$$

$$= \frac{0,112}{0,169}$$

$$= 0,663$$

Sehingga terbentuk nilai preferensi seperti tabel dibawah ini:

Tabel 5. Hasil preferensi Topsis

Data	D+	D-	total D+ D-	V	HASIL
1	0,121	0,085	0,206	0,413	bukan
2	0,056	0,160	0,217	0,737	hasil
3	0,145	0,063	0,209	0,304	bukan
4	0,081	0,108	0,190	0,569	bukan
5	0,147	0,044	0,192	0,230	Bukan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum merekomendasikan instruktur per materi diklat, admin membuat rencana kegiatan berdasarkan kebutuhan Udiklat berdasarkan empat kriteria penilaian instruktur yang nantinya dijadikan *centroid* dalam proses hitung K-Means. Sebagai berikut:

Tambah Rencana Kegiatan

Detail Rencana Kegiatan
✎

Bulan

Judul Pembelajaran

Transportasi

Level Peserta

Kompetensi Instruktur

Penguasaan Materi

Gambar 2. Detail Rencana Kegiatan

Rekomendasi Instruktur
PERHITUNGAN MANUAL
Simpan Rekomendasi

NIP	NAMA	LEVEL	STATUS	UNIT	KETERANGAN	GOLONGAN	AKSI
6485014L	WINAYU SISWANTO	Belum Ada	ITNPP	PT PLN (Persero) Distribusi Jakarta Raya	Aktif	C1	<input type="button" value="Detail"/> <input type="button" value="Hapus"/>
5985004D	SUMARDIONO	Muda	ITNPP	PT PLN (Persero) Kantor Pusat	Aktif	C2	<input type="button" value="Detail"/> <input type="button" value="Hapus"/>
6994159J	ZAIDEL HAMDI	Belum Ada	IT	PT PLN (Persero) Distribusi Jakarta Raya	Aktif	C2	<input type="button" value="Detail"/> <input type="button" value="Hapus"/>
7496090R	SRI ATMI SUKMANASARI BUDIASIH	Muda	IT	PT PLN (Persero) Kantor Pusat	Aktif	C1	<input type="button" value="Detail"/> <input type="button" value="Hapus"/>
8003001M	TRI RAHAYU	Belum Ada	IT	UIP JAWA BAGIAN TIMUR & BALI	Aktif	C1	<input type="button" value="Detail"/> <input type="button" value="Hapus"/>
5984021LMK	REZA HARDIANSYAH	Belum Ada	ITNPP	PT PLN (Persero) Pusat Pengatur Beban	Aktif	C1	<input type="button" value="Detail"/> <input type="button" value="Hapus"/>
6186002D	TITIEK TJAHYA	Belum Ada	ITNPP	PT PLN (Persero) Kantor Pusat	Aktif	C1	<input type="button" value="Detail"/> <input type="button" value="Hapus"/>
7394161M	GIOVANY	Muda	IT	PT PLN (Persero)	Aktif	C1	<input type="button" value="Detail"/> <input type="button" value="Hapus"/>

Gambar 3. Hasil Rekomendasi Instruktur

Hasil Penetapan Instruktur
✎

Nip*

Nama*

Units

Grade

Kompetensi Instruktur

Penguasaan Materi

Gambar 4. Hasil Penetapan Topsis

Hasil rekomendasi instruktur per materi masuk ke proses Topsis untuk dapat diambil keputusan Instruktur per materi diklat. Penetapan dilakukan melalui perbandingan instruktur dengan atribut penilaian sesuai dengan K-means. Dan menghasilkan keputusan berikut:

Dilakukan uji keakurasian hasil aplikasi dengan studi kasus berikut:

Tabel 6. Tabel Pengujian Akurasi Aplikasi

Atribut	Hasil penetapan Aplikasi									
	R1	H1	R2	H2	R3	H3	R4	H4	R5	H5
Transportasi	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
Level Grade	5	4	4	5	1	2	3	4	2	2
Kompetensi	3	3	2	1	3	3	2	1	1	1
Penguasaan Materi	3	4	2	3	3	2	4	4	2	3

1. Akurasi kriteria transport

Tabel 7. Akurasi Transport

	Nilai Sebenarnya (Rencana)	
Nilai Prediksi	True	False
True	4	0
False	1	0

$$\text{Akurasi} = \frac{4+0}{4+1+0+0} = \frac{4}{5} = 0,8 \times 100\% = 80\%$$

2. Akurasi kriteria level grade

Tabel 8. Akurasi Level Grade

	Nilai Sebenarnya (Rencana)	
Nilai Prediksi	True	False
True	1	0
False	4	0

$$\text{Akurasi} = \frac{1+0}{1+4+0+0} = \frac{1}{5} = 0,2 \times 100\% = 20\%$$

3. Akurasi kriteria kompetensi instruktur

Tabel 9. Akurasi Kompetensi Instruktur

	Nilai Sebenarnya (Rencana)	
Nilai Prediksi	True	False
True	3	0
False	2	0

$$\text{Akurasi} = \frac{3+0}{3+2+0+0} = \frac{3}{5} = 0,6 \times 100\% = 60\%$$

4. Akurasi kriteria penguasaan materi

Tabel 10. Akurasi Penguasaan Materi

Nilai Prediksi	Nilai Sebenarnya (Rencana)	
	True	False
True	1	0
False	4	0

$$\text{Akurasi} = \frac{1+0}{1+4+0+0} = \frac{1}{5} = 0,2 \times 100\% = 20\%$$

Setelah dilakukan uji keakurasian dengan pengaplikasian metode precision recall pada hasil kesamaan antara rencana kegiatan dengan hasil yang didapat pada aplikasi, menyatakan bahwa nilai keakurasian tiap kriteria menunjukkan sebagai berikut; untuk kriteria transport sejumlah 80%, kriteria level grade 20%, kriteria kompetensi instruktur 60%, kriteria penguasaan materi 20%.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain:

1. Proses penetapan instruktur per materi diklat dilihat berdasarkan empat atribut utama yaitu level grade, transportasi, penguasaan materi, dan kompetensi instruktur yang dikelompokkan kedalam materi yang sesuai dan ditetapkan satu nama instruktur.
2. Dalam penelitian ini K-Means dapat mengelompokkan data instruktur ke dalam kluster berbeda berdasarkan judul materi yang telah ditentukan dengan *centroid* awal sesuai dengan kebutuhan.
3. Topsis dapat menentukan secara otomatis penentuan instruktur per materi diklat dilihat berdasarkan perangkingan yang didapat dari proses perhitungan Topsis dengan pembobotan 0,3 level grade, 0,25 transportasi, 0,25 penguasaan materi, 0,2 kompetensi instruktur. Dengan hasil nilai preferensi sebesar 0,848.
4. Algoritma K-Means dan Topsis berdampak dalam mengelompokkan dan menetapkan instruktur sesuai dengan pendekatan kriteria masing-masing judul materi diklat yang direncanakan dengan nilai keakurasian tertinggi pada kriteria transport sebesar 80%.
5. Aplikasi Penetapan Instruktur Per Materi Diklat Menggunakan Clustering K-Means dan Topsis Pada PT PLN (Persero) dapat membantu mengelola data-data terkait penetapan instruktur melalui menu monitoring.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Barakbah, A. R., Fariza, A., & Setiowati, Y. (2015). Optimization of Initial Centroid s for K-Means using Simulated Annealing. IES.
- [2] Asroni, R. A. (2015). Penerapan Metode K-Means untuk Clustering Mahasiswa Berdasarkan Nilai Akademik Dengan Weka Interface Studi Kasus pada Jurusan Teknik Informatika UMM Magelang. JURNAL ILMIAH SEMESTA TEKNIKA VOL.18.
- [3] E. Rivani, "Aplikasi K- Means Cluster Untuk Pengelompokkan Provinsi Berdasarkan Produksi Padi , Jagung , Kedelai , Dan Kacang Hijau Tahun 2009 Ukuran Similaritas," Mat Stat, vol. 10, no. 2, pp. 122–134, 2010.

- [4] Riandari, F., Hasugian, P. M., & Taufik, I. (2017). Sistem Pendukung Keputusan Menggunakan Metode Topsis Dalam Memilih Kepala Departemen Pada Kantor Balai Wilayah Sungai Sumatera Ii Medan. *Journal Of Informatic Pelita Nusantara*.
- [5] Jurnal, R. T. (2016). Penentuan Nasabah Penerima Reward Produk Gold dengan Metode Simple Additive Weighting (Saw) Studi Kasus: PT. Pinjam Indonesia. *Petir*, 9(1), 1-9.
- [6] Muzakir, A. (2014). Analisa Dan Pemanfaatan Algoritma K-Means Clustering Pada Data Nilai Siswa Sebagai Penentuan Penerima Beasiswa. *Snast*.
- [7] Siregar, R. R. A., Sinaga, F. A., & Arianto, R. (2017). Aplikasi Penentuan Dosen Penguji Skripsi Menggunakan Metode TF-IDF dan Vector Space Model. *Computatio: Journal of Computer Science and Information Systems*, 1(2), 171-186.
- [7] T. Nisa, R. Siregar, And W. Suliyanti, "Estimasi Daya Beban Listrik Pada Gardu Induk Cengkareng Dengan Menggunakan Metode Time Series Model Dekomposisi", *Teknologia*, Vol. 1, No. 2, Apr. 2019.
- [8] Sangadji, I., & Arvio, Y. (2018, March). Dynamic Segmentation Of Behavior Patterns Based On Quantity Value Movement Using Fuzzy Subtractive Clustering Method. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 974, No. 1, p. 012009). IOP Publishing.
- [9] Siregar, R., Siregar, Z., & Arianto, R. (2019). Klasifikasi Sentiment Analysis Pada Komentar Peserta Diklat Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor. *KILAT*, 8(1).
<https://doi.org/10.33322/kilat.v8i1.421>
- [10] A. Prianty, R. Siregar, and R. Arianto, "Penanganan Gangguan Listrik Rumah Tangga Menggunakan Algoritma Greedy Untuk Penentuan Jarak Optimal", *Teknologia*, vol. 2, no. 1, Aug. 2019.
- [11] Siregar Rr, Putri Dr. Metode Support Vector Machine Pada Klasifikasi Audit Energi: Studi Kasus Gedung STT-PLN Jakarta. *Jurnal Informatika Dan Komputasi*. 2017 Mar 2;8(2):98-104.