

Analisis Metode *Fuzzy C-Means (FCM)* dalam Menentukan Performansi Kinerja Karyawan

Implementation of the Fuzzy C-Means(FCM) Method in Determining Employee Performance

Jessica Crisfin Lapendy¹, Andi Aulia Cahyana Resky², Dewi Fatmarani Surianto^{3*}

^{1,2,3}Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Makassar
jessica.c.lapendy@gmail.com¹, aauliacr@gmail.com², dewifatmaranis@unm.ac.id^{3*}

Abstrak – Tercapainya sasaran perusahaan di setiap tahunnya dipengaruhi oleh kualitas sumber daya manusia atau karyawan yang dimiliki oleh perusahaan terkait. Kualitas ini berkaitan dengan kompetensi yang dimilikinya, baik itu dalam aspek skill maupun knowledge. Untuk melihat kualitas dari karyawan yang ada di perusahaan terkait, perlu dilakukan penilaian performansi kinerja karyawan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menilai performansi kinerja karyawan yang ada di salah satu perusahaan swasta Makassar yang sebelumnya melakukan penilaian dengan melihat dari segi keuangan dan program kerja yang berhasil dipenuhi oleh setiap divisi. Perlunya penilaian kinerja adalah agar dapat membantu Human Resource Development (HRD) ataupun manajer dalam mengambil keputusan yang berkaitan dengan prestasi yang telah dicapai oleh setiap karyawan. Dalam penilaian kinerja karyawan ini digunakan metode Fuzzy C-Means yang merupakan teknik pengklasteran data yang ditentukan oleh derajat keanggotaan. Setelah tahapan-tahapan metode penelitian dilakukan dengan menggunakan Matlab, dihasilkan 3 klaster yang mengelompokkan kualitas karyawan menjadi karyawan dengan performansi kinerja baik sebanyak 11 karyawan, kinerja sedang sebanyak 11 karyawan, dan kinerja buruk sebanyak 6 karyawan. Hasil pengklasteran tersebut didasarkan pada hasil pengolahan data dari 5 kriteria penilaian, yaitu kejujuran, kedisiplinan, kepemimpinan, kehadiran, dan kualitas kerja. Di antara kelima kriteria tersebut, terdapat 2 kriteria yang cukup mempengaruhi hasil penilaian performansi kinerja karyawan di perusahaan terkait, yaitu kepemimpinan dan kualitas kerja. Adapun hasil evaluasi jumlah klaster dilakukan menggunakan metode silhouette coefficient dengan nilai tertinggi didapatkan yakni 0,5653 pada jumlah klaster adalah 3.

Kata Kunci: Fuzzy C-Means, Kinerja Karyawan, Klasterisasi, Matlab

Abstract – The achievement of company goals each year is influenced by the quality of human resources or employees owned by the company. This quality is related to the competence they have, both in terms of skills and knowledge. To see the quality of employees in related companies, it is necessary to assess employee performance. Therefore, this study aims to assess the performance of existing employees in one of Makassar's private companies that previously conducted an assessment by looking at the financial aspects and work programs that were successfully fulfilled by each division. The need for performance appraisal is to be able to help Human Resource Development (HRD) or managers in making decisions related to the achievements that have been achieved by each employee. In this employee performance assessment, the Fuzzy C-Means method is used, which is a data clustering technique determined by the

TELKA, Vol.11, No.1, Maret 2025, pp. 29~41

ISSN (e): 2540-9123

ISSN (p): 2502-1982

degree of membership. After the stages of the research method were carried out using Matlab, 3 clusters were produced which grouped the quality of employees into employees with good performance as many as 11 employees, moderate performance as many as 11 employees, and poor performance as many as 6 employees. The clustering results are based on the results of data processing from 5 assessment criteria, namely honesty, discipline, leadership, attendance, and work quality. Among the five criteria, there are 2 criteria that are quite influential in the results of employee performance assessment in related companies, namely leadership and work quality. The results of evaluating the number of clusters are carried out using the silhouette coefficient method with the highest value obtained, namely 0.5653 at the number of clusters is 3.

Keywords: Fuzzy C-Means, Employees Performance, Clustering, Matlab

1. Pendahuluan

Sumber daya manusia dari suatu perusahaan atau biasa disebut karyawan menjadi salah satu hal penting yang mendukung tercapainya sasaran perusahaan dari tahun ke tahun [1]. Sasaran tersebut dapat dicapai apabila suatu perusahaan memiliki karyawan yang berkualitas dan berkompetensi, baik itu dalam aspek kemampuan maupun pengetahuan sehingga akan memiliki dampak pada kinerja karyawan tersebut. Kinerja karyawan berkaitan dengan hasil kerja seseorang di perusahaan tempat ia bekerja dimana hasil kerja tersebut menyangkut kualitas, kuantitas, dan ketepatan waktu [2].

Untuk memastikan pertumbuhan dan efektivitas karyawan, sangat penting untuk mengevaluasi kinerja mereka. Evaluasi performansi memberikan wawasan yang berharga tentang kekuatan, kelemahan, dan area yang perlu ditingkatkan oleh karyawan, sehingga memungkinkan organisasi untuk membuat keputusan yang tepat mengenai pelatihan, promosi, dan penghargaan [3]. Evaluasi kinerja juga berfungsi sebagai dasar untuk mengidentifikasi karyawan yang berkinerja tinggi dan memberi mereka peluang untuk kemajuan karier [4].

Dengan adanya penilaian performansi tersebut, suatu perusahaan dapat mengetahui karyawan yang layak untuk mendapatkan kenaikan jabatan yang tentunya juga akan berpengaruh terhadap kenaikan gaji, karyawan yang layak untuk dijadikan karyawan tetap apabila karyawan tersebut masih berstatus karyawan kontrak, karyawan yang layak untuk mendapatkan apresiasi, dan karyawan yang perlu mendapatkan bimbingan atau bahkan *punishment*. Selain itu, hal ini membantu organisasi menyelaraskan tujuan individu dengan tujuan organisasi [5], menumbuhkan budaya perbaikan berkelanjutan dan meningkatkan produktivitas secara keseluruhan [6].

Hal tersebut merupakan bentuk evaluasi kinerja dalam suatu perusahaan yang menjadi kunci dalam pengembangan karyawan [2]. Melalui evaluasi tersebut, demotivasi kerja yang dimiliki oleh seorang karyawan juga dapat dihilangkan sehingga akan meningkatkan produktivitas karyawan [7]. Namun, di beberapa perusahaan, penilaian performansi kinerja karyawan masih dianggap kurang efektif dikarenakan masih dilakukan secara manual sehingga membutuhkan waktu yang lama dan juga karena ketidakadilan dalam penilaian. Ketidakadilan ini terlihat dari tingkat kesulitan pekerjaan yang berbeda yang dimiliki oleh setiap karyawan sehingga mengakibatkan nilai yang diperoleh oleh karyawan tidak sesuai dengan tingkat kesulitan pekerjaannya [8].

Salah satu perusahaan yang setiap tahunnya akan melakukan penilaian performansi kinerja karyawan adalah PT. Sumber Sentuhan Emas. PT. Sumber Sentuhan Emas yang berada di Jl. Sungai Limboto No. 78C, Maradekaya, Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia adalah perusahaan yang bergerak di bidang *developer*, kontraktor, dan *real estate*. Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan pihak HRD PT. Sumber Sentuhan Emas, perusahaan ini melakukan penilaian performansi dengan cara manual, yaitu melakukan perbandingan antara anggaran yang diberikan terhadap setiap divisi dengan pengeluaran yang dikeluarkan untuk memenuhi berbagai program kerja pada divisi tersebut. Laporan anggaran yang digunakan diimplementasikan melalui *Microsoft Excel* dan *Microsoft Word*. Penilaian tersebut dianggap kurang efektif karena hanya melihat dari segi keuangan dan dari program kerja yang berhasil

dipenuhi oleh setiap divisi. Bahkan pemenuhan program kerja tersebut bisa saja hanya dilakukan oleh beberapa orang dalam suatu divisi sehingga dapat dianggap tidak adil.

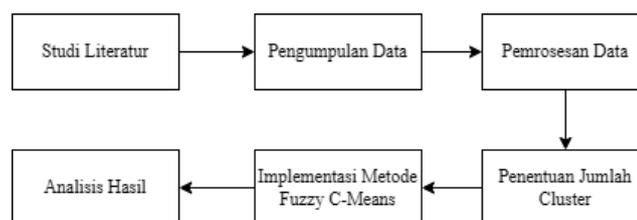
Berkaitan dengan hal tersebut, terdapat beberapa penelitian terdahulu yang membahas mengenai penilaian performansi kinerja karyawan di suatu perusahaan menggunakan beberapa metode, salah satunya adalah metode *Fuzzy C-Means*. Penelitian tersebut meliputi penelitian yang dilakukan oleh Martin dan Yessica Nataliana yang membagi kelompok karyawan menjadi 3 klaster yakni baik, sedang dan tidak baik dengan 3 dasar penentuan berupa presensi, kedisiplinan dan waktu penyelesaian pekerjaan [9]. Penelitian lain yang mengelompokkan karyawan berdasarkan pembobotan kriteria dan seleksi kriteria dengan 4 kriteria penilaian, yaitu kualitas kerja, kejujuran, kerja sama, dan disiplin kerja yang menghasilkan 4 klaster, yaitu baik, sangat baik, buruk, dan sangat buruk [10]. Terdapat pula penelitian yang menggabungkan *Fuzzy C-Means* dan AHP dalam mengelompokkan karyawan menjadi 5 klaster dengan 5 kriteria penilaian, yaitu kualitas kerja, kuantitas kerja, organisasi, loyalitas, dan kedisiplinan [11]. Penelitian lain yang juga mengelompokkan karyawan menjadi 5 klaster, yaitu sangat baik, baik, cukup, kurang, dan buruk berdasarkan 5 kriteria pula, yaitu orientasi, integritas, komitmen, kedisiplinan, dan kerja sama [12]. Berdasarkan beberapa referensi penelitian tersebut, *Fuzzy C-Means* dianggap memiliki akurasi yang baik dalam mengelompokkan kinerja karyawan [13], [10]. Namun, beberapa variabel input yang digunakan sebagai kriteria penilaian dan banyaknya klaster yang digunakan dalam mengelompokkan karyawan memiliki kesamaan tujuan sehingga masih dapat diseleksi hingga mendapatkan kriteria penilaian dan jumlah klaster yang sesuai dan benar-benar diperlukan dalam penilaian performansi kinerja. Selain itu, salah satu penelitian terdahulu di atas, tidak menyebutkan perusahaan yang dijadikan sebagai objek penelitian.

Kemudian terdapat pula penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Sumiati, Haris Triono Sigit, Agung Triayudi, dan Melisa Theresia yang menggunakan metode *Fuzzy Inference System* Mamdani dalam mendeteksi otomatis kondisi jantung pasien dengan 2 kategori, yaitu jantung normal dan abnormal [14]. Apabila metode tersebut digunakan pada penelitian ini, maka akan terdapat penentuan fungsi keanggotaan yang dibentuk berdasarkan penelitian subjektif dari para ahli perusahaan, baik itu manajer, HRD, atau bahkan pimpinan perusahaan [15]. Penentuan tersebut dapat menghasilkan variasi yang berbeda-beda karena berkaitan dengan penilaian kinerja yang bersifat subjektif sehingga dapat menghasilkan hasil pengelompokkan yang kurang konsisten.

Berdasarkan paparan tersebut, penulis melakukan penilaian performansi kinerja karyawan yang ada di PT. Sumber Sentuhan Emas dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means*. Hasil akhir dari penilaian tersebut akan dikelompokkan berdasarkan 5 kriteria penilaian, yaitu kejujuran, kedisiplinan, kepemimpinan, kehadiran, dan kualitas kerja. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan hasil penilaian kinerja karyawan yang lebih akurat dan cepat sehingga dapat dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan untuk memberikan penghargaan ataupun *punishment* bagi para karyawan guna meningkatkan kinerja karyawan pada tahun-tahun berikutnya.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini berfokus pada pengklasteran pegawai PT. Sumber Sentuhan Emas menggunakan Algoritma *Fuzzy C-Means* berdasarkan kinerja pegawai. Dalam pelaksanaan penelitian ini, terdapat serangkaian metode penelitian yang dilakukan untuk mendapatkan hasil dan kesimpulan yang akurat. Adapun alur penelitian dari penelitian ini terlihat pada Gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Alur penelitian.

a. Studi Literatur

Ini merupakan tahap awal dalam penelitian, dimana dilakukan pengumpulan berbagai literatur baik dari jurnal maupun buku terkait dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya maupun berupa teori atau gagasan yang dapat mendukung penelitian yang dilakukan. Hasil dari studi literatur ini menentukan keberlanjutan tahapan penelitian selanjutnya, sebab melalui studi literatur dapat ditentukan data apa saja yang akan digunakan dalam penelitian.

b. Pengumpulan Data

Tahapan pengumpulan data dapat dilakukan apabila dalam studi literatur telah ditentukan apa saja hal yang akan diperlukan dalam penelitian. Dalam penelitian ini, telah dikumpulkan data terkait sifat dan sikap pegawai yang dapat dijadikan acuan dalam penentuan kinerja pegawai. Data ini berupa lima kriteria penilaian yakni, kejujuran, kedisiplinan, kepemimpinan, kehadiran, dan kualitas kerja. Proses pengumpulan data dilakukan dengan menghubungi HRD yang bekerja di perusahaan PT. Sumber Sentuhan Emas.

c. Pemrosesan Data

Pada tahap ini, data yang telah diberikan oleh HRD masih terlalu kasar dan samar, sehingga perlu diolah untuk menentukan jumlah nilai yang pas untuk tiap kriteria agar penilaian yang didapatkan dapat lebih akurat dan tidak membingungkan. Tahapan pengolahan pertama ini, digunakan *tools Microsoft Office Excel* untuk melakukan penjumlahan data sehingga ukuran atau rentang data dapat disamakan.

d. Penentuan Jumlah Cluster

Pada tahap ini, dilakukan evaluasi menggunakan *Silhouette Coefficient* untuk menentukan jumlah cluster yang optimal [16]. Metode tersebut menghitung kedekatan hubungan antara suatu titik data dengan klasternya sendiri melalui perhitungan *Silhouette* setiap titik untuk kemudian dibandingkan hasilnya [17]. Hasil dengan nilai tertinggi menunjukkan bahwa terdapat banyak kesesuaian pada klaster dari objek terkait [18]. Evaluasi jumlah cluster yang dilakukan berkisar antara 2 hingga 10 cluster. Berikut adalah formula dari metode *Silhouette Coefficient* seperti pada formula (1) [19]:

$$s(i) = \frac{b(O_i) - a(O_i)}{\max \{a(O_i); b(O_i)\}} \quad (1)$$

Berdasarkan persamaan tersebut, nilai siluet sama dengan pembagian antara pengurangan $b(O_i)$ dan $a(O_i)$ dan nilai maksimum antara klaster pertama $a(O_i)$ dan klaster kedua $b(O_i)$.

e. Implementasi Metode Fuzzy C-Means

Pada tahap ini, data yang telah diproses akan menjadi dasar atau data primer selanjutnya yang akan diinputkan dalam *tools MATLAB*. Pada penelitian ini, digunakan metode *Fuzzy C-Means* yang merupakan salah satu teknik pengklasteran data dimana tiap data dalam sebuah klaster ditentukan oleh derajat keanggotaan. Tahap awal implementasi metode dilakukan dengan penentuan parameter-parameter awal [20], diantaranya:

- 1) Maksimum Iterasi: 100
- 2) Pangkat: 2
- 3) Error Terkecil: 0,001

4) Fungsi Objektif Awal: 0

5) Iterasi Awal: 1

Setelah penentuan parameter awal, akan dilakukan pembentukan matriks partisi awal U dengan menghasilkan bilangan random. Setelah hasil dari transformasi matriks U didapatkan, selanjutnya dilakukan perhitungan pusat kluster, dimana setiap atribut atau dalam hal ini kriteria penilaian memiliki masing-masing satu nilai dari tiga kluster yang ditentukan. Setelah itu, kemudian dicari nilai dari fungsi objektif, lalu kembali dilakukan perubahan atau perbaikan matriks partisi. Setelah semua langkah dilakukan, maka akan dilakukan pengecekan kondisi berhenti iterasi, dengan syarat apabila iterasi telah melewati nilai maksimum iterasi yang telah ditentukan atau nilai yang diperoleh telah mendekati nilai error minimum [11].

f. Analisis Hasil

Setelah implementasi metode, diperoleh hasil pembentukan dan pengelompokan data sesuai dengan jumlah kluster optimal. Tahap selanjutnya adalah analisis pola yang terdapat pada setiap data untuk mengetahui faktor yang mendasari mengapa data dikelompokkan dalam satu kluster. Berdasarkan pola kesamaan data tersebut nantinya akan ditarik kesimpulan dan hasil dari penelitian yang dilakukan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengumpulan Data

Dataset yang digunakan pada penelitian ini berasal dari PT Sumber Sentuhan Emas. Jenis data yang digunakan adalah data karyawan PT. Sumber Sentuhan Emas. Jumlah data yang diperoleh adalah 28 data karyawan yang merupakan keseluruhan karyawan dari perusahaan yang menjadi objek penelitian. Proses pengumpulan data dilakukan dengan wawancara langsung bersama Departemen Pengelolaan Sumber Daya Manusia (HRD) PT. Sumber Sentuhan Emas. Dari hasil wawancara, diperoleh data-data karyawan selama 3 bulan terakhir, terhitung dari bulan Januari 2023 hingga Maret 2023. Data yang digunakan berupa nama karyawan dan hasil penilaian dari setiap karyawan berdasarkan kejujuran, kedisiplinan, kepemimpinan, kehadiran, dan kualitas kerja.

Penilaian kriteria kejujuran karyawan didasarkan pada bagaimana kejujurannya dalam segala aspek, baik itu ketika berinteraksi dengan rekan kerja dan pimpinannya, dalam hal penyelesaian pekerjaan, dan dalam hal pengakuan kesalahan yang karyawan tersebut perbuat selama bekerja di perusahaan terkait. Penilaian kriteria kedisiplinan karyawan didasarkan pada ketaatannya terhadap aturan perusahaan dan apakah karyawan tersebut sering terlambat atau tidak. Penilaian kriteria kepemimpinan karyawan didasarkan pada kemampuannya dalam memegang jabatan yang karyawan tersebut emban pada saat penelitian ini dilakukan. Penilaian kriteria kehadiran karyawan didasarkan pada hasil absensi kehadiran yang dilakukan melalui alat sidik jari yang dimiliki oleh perusahaan terkait dimana hasilnya ditampung pada file *excel*. Dan terakhir untuk penilaian kualitas kerja karyawan didasarkan pada bagaimana kualitas pekerjaan yang telah diselesaikan oleh karyawan tersebut dan ketepatan waktu penyelesaian pekerjaan yang tetap diseimbangkan dengan tingkat kesulitan pekerjaan yang dimiliki oleh karyawan terkait. Hasil dari pengumpulan data dari setiap karyawan pada setiap kriteria telah tertuang pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengumpulan data.

No	Nama Karyawan	Nilai										
		K1	K2	K3			K4			K5		
				Jan	Feb	Mar	Jan	Feb	Mar	Jan	Feb	Mar
1.	OKTOFINA	80	80	25	22	18	95	95	95	90	90	90
2.	RAHMAT YUSUF	80	70	25	21	18	95	95	95	75	75	75
3.	WANUS	80	40	25	22	18	95	95	95	80	80	80
4.	TAUFIK ISWANDI	60	50	28	24	3	95	95	95	80	80	80
5.	ABDUL GAFFAR	70	70	29	26	22	95	95	95	80	80	80
6.	JACOB TIMO	70	50	30	27	24	95	95	95	70	70	70
7.	HASRIDA	60	70	22	20	15	80	80	80	70	70	70
8.	ABDUL HAMID DG. ROMO	60	40	26	26	26	95	95	95	70	70	70
9.	IMAM WAHYUDI AMIR	70	70	25	22	18	90	90	90	80	80	80
10.	MARWIA	80	50	18	20	18	90	90	90	80	80	80
11.	SERLY	70	50	25	21	18	95	95	95	70	70	70
12.	YENI HIA NTJE	80	80	25	22	18	95	95	95	80	80	80
13.	YOEL	80	70	26	23	2	95	95	95	70	70	70
14.	WAHYUDI	60	40	30	25	11	90	90	90	65	65	65
15.	MARSELINU S PRASETYO	70	80	26	21	15	90	90	90	70	70	70
16.	ARDIYANSA H TRI UTOMO	60	40	10	18	16	80	80	80	70	70	70
17.	ASRUL	60	50	26	26	26	95	95	95	70	70	70
18.	MUHAMMAD ARIF	60	40	26	31	31	95	95	95	70	70	70
19.	RAHMAN DG. MABE	60	50	26	31	31	95	95	95	70	70	70
20.	AYU YULIANI	80	50	25	20	18	80	80	80	65	65	65
21.	DEWIANTI DEY LUMILING	80	60	25	22	18	95	95	95	80	80	80
22.	ROSNAENA	70	60	25	21	18	90	90	90	70	70	70
23.	EVANS YABES	60	30	17	17	15	70	70	70	65	65	65
24.	STEVEN PRATAMA TANDI T.	60	30	18	20	18	80	80	80	65	65	65
25.	IMER ELIFAS TONI/ROMAN	60	30	29	26	22	85	85	85	70	70	70
26.	ZULFIANA	60	50	18	19	13	80	80	80	65	65	65
27.	FRAN SASI	80	50	29	27	22	95	95	95	70	70	70
28.	KHAIDIR SURYA A. M.	60	40	30	25	22	90	90	90	70	70	70

Keterangan:

K1 = Kejujuran

K2 = Kepemimpinan

K3 = Kehadiran

K4 = Kedisiplinan

K5 = Kualitas Kerja

3.2. Pemrosesan Data

Pemrosesan data dilakukan dengan menjumlahkan hasil pengumpulan data, khususnya pada data yang dihitung setiap bulan, mulai dari Januari 2023 sampai Maret 2023 sehingga untuk setiap kriteria didapatkan sebuah nilai yang nantinya akan diolah pada MATLAB menggunakan *Fuzzy C-Means*. Hasil pengolahan pengumpulan data yang ada pada Tabel 1 telah tertuang pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pemrosesan data.

No.	Nama Karyawan	K1	K2	K3	K4	K5
1.	OKTOFINA	80	80	65	285	270
2.	RAHMAT YUSUF	80	70	64	285	225
3.	WANUS	80	40	65	285	240
4.	TAUFIK ISWANDI	60	50	55	285	240
5.	ABDUL GAFFAR	70	70	77	285	240
6.	JACOB TIMO	70	50	81	285	210
7.	HASRIDA	60	70	57	240	210
8.	ABDUL HAMID DG. ROMO	60	40	78	285	210
9.	IMAM WAHYUDI AMIR	70	70	65	270	240
10.	MARWIA	80	50	56	270	240
11.	SERLY	70	50	64	285	210
12.	YENI HIANTJE	80	80	65	285	240
13.	YOEL	80	70	51	285	210
14.	WAHYUDI	60	40	66	270	195
15.	MARSELINUS PRASETYO	70	80	62	270	210
16.	ARDIYANSAH TRI UTOMO	60	40	44	240	210
17.	ASRUL	60	50	78	285	210
18.	MUHAMMAD ARIF	60	40	88	285	210
19.	RAHMAN DG. MABE	60	50	88	285	210
20.	AYU YULIANI	80	50	63	240	195
21.	DEWIANTI DEY LUMILING	80	60	65	285	240
22.	ROSNAENA	70	60	64	270	210
23.	EVANS YABES	60	30	49	210	195
24.	STEVEN PRATAMA TANDI T.	60	30	56	240	195
25.	IMER ELIFAS TONI/ROMAN	60	30	77	255	210
26.	ZULFIANA	60	50	50	240	195
27.	FRAN SASI	80	50	78	285	210
28.	KHAIDIR SURYA A. M.	60	40	77	270	210

Keterangan:

K1 = Kejujuran

K2 = Kepemimpinan

K3 = Kehadiran

K4 = Kedisiplinan

K5 = Kualitas Kerja

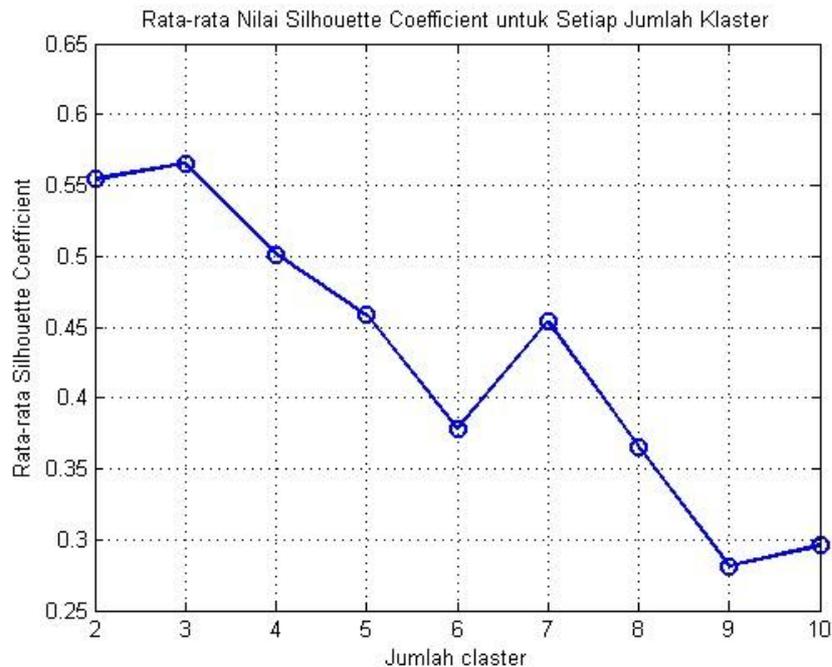
3.3. Penentuan Jumlah Cluster Optimal

Dalam penelitian ini, jumlah kluster minimum yang ditentukan untuk penentuan jumlah kluster optimal adalah 2, sedangkan jumlah kluster maksimum adalah 10. Penentuan jumlah cluster dilakukan menggunakan Tools Matlab. Tabel 3 menunjukkan hasil perhitungan nilai rata-rata *Silhouette Coefficient* yang didapatkan sesuai dengan jumlah kluster yang dievaluasi.

Tabel 3. Hasil perhitungan nilai rata-rata *silhouette coefficient*.

Jumlah Kluster	Rata-rata <i>Silhouette Coefficient</i>
2	0.5541
3	0.5653
4	0.5009
5	0.4583
6	0.3786
7	0.4540
8	0.3647
9	0.2811
10	0.2961

Berdasarkan hasil penentuan jumlah kluster optimal, didapatkan nilai *silhouette coefficient* tertinggi adalah pada jumlah kluster = 3 dengan nilai rata-rata *silhouette coefficient* adalah 0,5653, sedangkan nilai *silhouette coefficient* terkecil adalah pada jumlah kluster = 9. Untuk memperjelas visualisasi nilai rata-rata *silhouette coefficient*, berikut grafik penyajian nilai *silhouette coefficient* untuk masing-masing jumlah kluster yang disajikan pada Gambar 2 berikut:

Gambar 2. Grafik nilai rata-rata *silhouette coefficient*.

Setelah memperoleh jumlah kluster optimal, maka jumlah kluster tersebut yang dijadikan acuan sebagai analisis tindak lanjut dalam implementasi Metode *Fuzzy C-Means*, yakni perhitungan nilai fungsi objektif yang didapatkan pada setiap iterasi.

3.4. Implementasi Metode Fuzzy C-Means

Metode Fuzzy C-Means (FCM) diimplementasikan menggunakan tools Matlab dan fungsi library fcm yang terdapat pada Matlab. Adapun parameter yang digunakan dalam implementasi fcm tersebut adalah Maksimum Iterasi: 100, Pangkat: 2, Error Terkecil: 0,001, Fungsi Objektif Awal: 0, Iterasi Awal: 1, serta jumlah kluster adalah 3. Jumlah kluster = 3 didasari pada proses evaluasi penentuan jumlah kluster optimal yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya

menggunakan *Silhouette Coefficient*. Langkah pertama dalam proses implementasi FCM adalah dengan melakukan pembacaan dataset seperti yang disajikan pada Gambar 3 berikut.

```
>> dataset = xlsread('dataset_fuzzy.xlsx')
dataset =
    80    80    65   285   270
    80    70    64   285   225
    80    40    65   285   240
    60    50    55   285   240
    70    70    77   285   240
    70    50    81   285   210
    60    70    57   240   210
    60    40    78   285   210
    70    70    65   270   240
    80    50    56   270   240
    70    50    64   285   210
    80    80    65   285   240
    80    70    51   285   210
    60    40    66   270   195
    70    80    62   270   210
    60    40    44   240   210
    60    50    78   285   210
    60    40    88   285   210
    60    50    88   285   210
    80    50    63   240   195
    80    60    65   285   240
    70    60    64   270   210
    60    30    49   210   195
    60    30    56   240   195
    60    30    77   255   210
    60    50    50   240   195
    80    50    78   285   210
    60    40    77   270   210
```

Gambar 3. Tangkapan layar komputasi pada Matlab.

Setelah melakukan proses pembacaan dataset, maka Langkah berikutnya adalah dengan menyesuaikan parameter seperti pada Gambar 4 berikut, di mana parameter pertama yakni 2 adalah pangkat, 100 adalah jumlah maksimum iterasi, dan 0.001 adalah nilai error terkecil yang diharapkan.

```
>> options = [2 100 0.001]
options =
    2.0000  100.0000  0.0010
```

Gambar 4. Tangkapan layar penyesuaian parameter FCM.

Langkah selanjutnya adalah menggunakan pemanggilan fungsi `fcm` dengan 3 parameter yakni dataset, jumlah kluster = 3, dan nilai options yang telah ditentukan sebelumnya. Hal tersebut dilakukan untuk menghasilkan nilai fungsi objektif, matriks U atau nilai derajat keanggotaan akhir, dan nilai pusat cluster pada masing-masing kluster. Tabel 4 berikut adalah hasil perhitungan pusat cluster yang terbentuk.

Tabel 4. Hasil perhitungan pusat *cluster*.

Pusat 1	65.18	47.49	76.16	280.49	210.50
Pusat 2	63.06	43.16	53.93	238.30	200.44
Pusat 3	75.50	65.71	64.30	280.67	237.41

Hasil akhir perhitungan *Fuzzy C-Means* yang dihasilkan pada penelitian ini, dapat memberikan karakteristik untuk setiap kluster, yaitu:

- Kluster 1 yang berisi penilaian karyawan dengan rata-rata nilai kejujuran sebesar 65,18; rata-rata nilai kepemimpinan sebesar 47,49; rata-rata nilai kehadiran sebesar 76,16; rata-rata nilai kedisiplinan sebesar 280,90; dan rata-rata nilai kualitas kerja sebesar 210,50.
- Kluster 2 yang berisi penilaian karyawan dengan rata-rata nilai kejujuran sebesar 63,06; rata-rata nilai kepemimpinan sebesar 43,16; rata-rata nilai kehadiran sebesar 53,93; rata-rata nilai kedisiplinan sebesar 238,30; dan rata-rata nilai kualitas kerja sebesar 200,44.

- c. Klaster 3 yang berisi penilaian karyawan dengan rata-rata nilai kejujuran sebesar 75,50; rata-rata nilai kepemimpinan sebesar 65,71; rata-rata nilai kehadiran sebesar 64,30; rata-rata nilai kedisiplinan sebesar 280,67; dan rata-rata nilai kualitas kerja sebesar 237,41.

Selanjutnya hasil perhitungan fungsi objektif pada setiap iterasi yang diperoleh ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil fungsi objektif.

Iterasi 1	14288.0104
Iterasi 2	11057.7950
Iterasi 3	10903.7817
Iterasi 4	10646.6386
Iterasi 5	10327.8789
Iterasi 6	10023.5659
Iterasi 7	9541.1587
Iterasi 8	8695.9555
Iterasi 9	8174.3692
Iterasi 10	8084.9921
Iterasi 11	8075.8538
Iterasi 12	8074.7171
Iterasi 13	8074.5358
Iterasi 14	8074.5031
Iterasi 15	8074.4969
Iterasi 16	8074.4957
Iterasi 17	8074.4954

Terlihat bahwa iterasi berhenti pada iterasi ke-17 dengan nilai fungsi objektif yang didapatkan adalah 8074.49548844381. Oleh karena iterasi telah berhenti, maka telah diperoleh hasil akhir perhitungan *Fuzzy C-Means* yang digunakan untuk pembentukan klaster seperti yang terlihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil akhir perhitungan *fuzzy c-means*.

No.	Nama Karyawan	Klaster 1	Klaster 2	Klaster 3
1.	OKTOFINA	0.1864	0.1053	0.7083
2.	RAHMAT YUSUF	0.1537	0.0436	0.8027
3.	WANUS	0.3190	0.0989	0.5821
4.	TAUFIK ISWANDI	0.2740	0.0988	0.6271
5.	ABDUL GAFFAR	0.1367	0.0385	0.8248
6.	JACOB TIMO	0.9268	0.0219	0.0513
7.	HASRIDA	0.2006	0.6118	0.1875
8.	ABDUL HAMID DG. ROMO	0.9134	0.0342	0.0525
9.	IMAM WAHYUDI AMIR	0.0903	0.0426	0.8673
10.	MARWIA	0.1966	0.1092	0.6943
11.	SERLY	0.7879	0.0633	0.1489
12.	YENI HIANTJE	0.0946	0.0393	0.8661
13.	YOEL	0.3547	0.1488	0.4965
14.	WAHYUDI	0.6104	0.2733	0.1163
15.	MARSELINUS PRASETYO	0.3571	0.1936	0.4494
16.	ARDIYANSAH TRI UTOMO	0.0679	0.8818	0.0503
17.	ASRUL	0.9441	0.0186	0.0373
18.	MUHAMMAD ARIF	0.8476	0.0599	0.0925
19.	RAHMAN DG. MABE	0.8605	0.0478	0.0917
20.	AYU YULIANI	0.1493	0.7593	0.0914
21.	DEWIANTI DEY LUMILING	0.0527	0.0165	0.9308
22.	ROSNAENA	0.5688	0.1629	0.2683
23.	EVANS YABES	0.1284	0.7772	0.0944
24.	STEVEN PRATAMA TANDI T.	0.0743	0.8871	0.0386

No.	Nama Karyawan	Klaster 1	Klaster 2	Klaster 3
25.	IMER ELIFAS TONI/ROMAN	0.4492	0.4076	0.1432
26.	ZULFIANA	0.0376	0.9388	0.0236
27.	FRAN SASI	0.7799	0.0611	0.1589
28.	KHAIDIR SURYA A. M.	0.8206	0.0968	0.0827

Keterangan: Nilai berwarna **BIRU** bermakna bahwa nilai tersebut adalah nilai terbesar di antara kedua klaster lainnya sehingga menjadi penanda bahwa data karyawan terkait berada di klaster yang memiliki nilai tersebut.

Berdasarkan karakteristik dari ketiga klaster tersebut, terlihat bahwa nilai rata-rata dari klaster 1 dan klaster 2 yang semakin menurun jika dibandingkan dengan nilai rata-rata klaster 3 sehingga diperoleh klaster 3 adalah klaster dengan kinerja karyawan baik, klaster 1 adalah klaster dengan kinerja karyawan sedang, dan klaster 2 adalah klaster dengan kinerja karyawan buruk. Penentuan klaster tidak hanya dilihat dari nilai rata-rata yang diperoleh, namun juga berdasarkan penilaian karyawan pada setiap kriteria dimana diperoleh karyawan yang berada pada klaster 3 memiliki nilai yang tinggi pada kriteria kedisiplinan atau kualitas kerja atau bahkan keduanya. Nilai dari kedua kriteria tersebut dapat dilihat pada Tabel 2. Hal tersebut membentuk pola bahwa karyawan akan dikatakan memiliki kinerja yang baik apabila memiliki nilai kedisiplinan dan/atau nilai kualitas kerja yang tinggi. Hasil penelitian ini juga didukung dengan penelitian sebelumnya [12], [21] yang mengatakan bahwa seorang pegawai dapat dikatakan layak untuk mendapatkan hadiah sebagai prestasi kerja ketika nilai kedisiplinannya baik. Selanjutnya Tabel 7 memperlihatkan hasil pengelompokan kinerja karyawan berdasarkan data yang diperoleh pada Tabel 6 dimana diperoleh 11 karyawan yang berada pada klaster 3 (baik), 11 karyawan yang berada pada klaster 1 (sedang), dan 6 karyawan yang berada pada klaster 2 (buruk).

Tabel 7. Hasil pengelompokan kinerja karyawan.

Klaster	Nama Karyawan
Klaster 3 (Baik)	OKTOFINA
	RAHMAT YUSUF
	WANUS
	TAUFIK ISWANDI
	ABDUL GAFFAR
	IMAM WAHYUDI AMIR
	MARWIA
	YENI HIANTJE
	YOEL
	MARSELINUS PRASETYO
	DEWIANTI DEY LUMILING
Klaster 1 (Sedang)	JACOB TIMO
	ABDUL HAMID DG. ROMO
	SERLY
	WAHYUDI
	ASRUL
	MUHAMMAD ARIF
	RAHMAN DG. MABE
	ROSNAENA
	IMER ELIFAS TONI/ROMAN
	FRAN SASI
	KHAIDIR SURYA A. M.
Klaster 2 (Buruk)	HASRIDA
	ARDIYANSAH TRI UTOMO
	AYU YULIANI
	EVANS YABES
	STEVEN PRATAMA TANDI T.
	ZULFIANA

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa penggunaan algoritma Fuzzy C-Means mampu mengelompokkan karyawan di PT. Sumber Sentuhan Emas menjadi 3 klaster berdasarkan penentuan jumlah klaster optimal menggunakan metode *Silhouette Coefficient* yang menghasilkan nilai *Silhouette Coefficient* tertinggi, yaitu 0.5653 pada jumlah cluster = 3. Tiga klaster tersebut terdiri dari klaster ketiga yang merupakan klaster dengan kinerja karyawan baik, klaster pertama yang merupakan klaster dengan kinerja karyawan sedang atau cukup dan klaster kedua yang merupakan klaster dengan kinerja karyawan kurang atau buruk. Penentuan klaster tersebut didasarkan pada perolehan nilai tiap pegawai dari lima kriteria penilaian yang ditentukan yakni, kualitas kerja, kepemimpinan, kedisiplinan, kehadiran dan kejujuran dengan cara melihat pola data. Pada penelitian ini, pola penentuan klaster dapat ditemukan pada kriteria penilaian kepemimpinan dan kualitas kerja, dikatakan demikian, sebab apabila perolehan nilai pada kedua kategori tersebut tinggi maka akan menempati klaster ketiga pun demikian sebaliknya, maka dapat disimpulkan penilaian kinerja karyawan dominan dinilai di kedua kriteria tersebut. Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan dasar penentuan bagi perusahaan PT. Sumber Sentuhan Emas untuk memberikan penghargaan ataupun *punishment* bagi para karyawannya berdasarkan kinerja dan kriteria-kriteria lain yang dijadikan acuan. Adapun saran untuk penelitian selanjutnya adalah menggunakan algoritma *clustering* lainnya untuk melakukan penilaian perfomansi kinerja karyawan, menambah data penelitian, menambah kriteria lain untuk penilaiannya, dan mengembangkan sistem yang dapat digunakan oleh perusahaan terkait.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih yang sebesar-besarnya kami ucapkan kepada semua kalangan yang telah membantu segala proses dari pelaksanaan penelitian ini utamanya pada PT. Sumber Sentuhan Emas atas kesediannya dalam membantu kegiatan pengumpulan data dari penelitian kami sehingga penelitian dapat berjalan dengan baik dan memperoleh hasil sebagaimana mestinya.

Referensi

- [1] K. Ardana, N. W. Mujiati, and A. A. A. Sriathi, *Perilaku Keorganisasian*. Denpasar: Graha Ilmu, 2012.
- [2] Y. Kuswati, "The Effect of Motivation on Employee Performance," *Budapest Int. Res. Critics Institute-Journal*, vol. 3, no. 2, pp. 995–1002, 2020, doi: 10.47191/jefms/v4-i7-16.
- [3] W. H. DeLone and E. R. McLean, "Information Systems Success: The Quest for the Dependent Variable," *Inf. Syst. Res.*, vol. 3, no. 1, pp. 60–95, 1992, doi: <https://doi.org/10.1287/isre.3.1.60>.
- [4] R. Wardoyo and W. D. Yuniarti, "Analysis of Fuzzy Logic Modification for Student Assessment in e-Learning," *IJID (International J. Informatics Dev.)*, vol. 9, no. 1, pp. 29–36, 2020, doi: 10.14421/ijid.2020.09105.
- [5] I. Kirana, A. Sriathi, I. Suwandana. "The effect of work environment, work discipline, and work motivation on employee performance in manufacturing company," in *European Journal of Business and Management Research*, vol. 7, no. 3, pp. 26–30, 2022.
- [6] N. Amelia, A. G. Abdullah, and Y. Mulyadi, "Meta-analysis of student performance assessment using fuzzy logic," *Indones. J. Sci. Technol.*, vol. 4, no. 1, pp. 74–88, 2019, doi: 10.17509/ijost.v4i1.15804.
- [7] S. Yuliyanti and T. Sartika, "Decision Support System for Determining Employee Bonuses using Analytical Hierarchy Process," *Innov. Res. Informatics*, vol. 5, no. 2, pp. 59–64, 2023, doi: 10.37058/innovatics.v5i2.8782.
- [8] D. Ardiada, P. A. Ariawan, and M. Sudarma, "Evaluation of Supporting Work Quality Using K-Means Algorithm," *IJEET Int. J. Eng. Emerg. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 3–6, 2018, doi: 10.24843/IJEET.2017.v02.i01.

- [9] M. Martin and Y. Nataliani, "Klasterisasi kinerja karyawan menggunakan algoritma fuzzy c-means," *Aiti*, vol. 17, no. 2, pp. 118–129, 2021, doi: 10.24246/aiti.v17i2.118-129.
- [10] R. Sanjaya and Y. Nataliani, "Perbandingan Pembobotan Kriteria dan Seleksi Kriteria pada Pengelompokan Kinerja Karyawan dengan Fuzzy C-Means," *J. Buana Inform.*, vol. 12, no. 1, pp. 1–10, 2021, doi: 10.24002/jbi.v12i1.4341.
- [11] A. Suryadi, "Pemilihan Promosi Jabatan Karyawan Dengan Metode Fuzzy C-Means Dan Metode Ahp," *JURSIMA (Jurnal Sist. Inf. dan Manajemen)*, vol. 9, no. 1, pp. 128–134, 2021.
- [12] A. Yudhistira, A. Aldino, D. Darwis. "Analisis Klasterisasi Penilaian Kinerja Pegawai Menggunakan Metode Fuzzy C-Means (Studi Kasus: Pengadilan Tinggi Agama bandar lampung)," in *Jurnal Ilmiah Edutic: Pendidikan dan Informatika*, vol. 9, no. 1, pp. 77–82, 2022.
- [13] R. Rumau, Kusri, and E. T. Lutfi, "Penilaian Kinerja Pegawai Dengan Menggunakan Metode Pairedcomparison Dan Algoritma Fuzzy C-Means," *Semin. Nas. Inform.*, pp. 408–414, 2015.
- [14] Sumiati, H. T. Sigit, A. Triayudi, and M. Theresia, "Diagnosa Kelainan Jantung dengan Pendekatan Fuzzy Logic Mamdani," *TELKA*, vol. 8, no. 2, pp. 149–157, 2022.
- [15] Ahmad, "Sistem Penilaian Kinerja Karyawan Menggunakan Fuzzy Inference System Metode Mamdani," *Sci. Sacra J. Sains, Teknol. dan Masy.*, vol. 1, no. 3, pp. 250–258, 2021, [Online]. Available: <http://www.pijarpemikiran.com/index.php/Scientia/article/view/96>.
- [16] M. Guntara and N. Lutfi, "Optimasi Cacah Klaster pada Klasterisasi dengan Algoritma KMeans Menggunakan Silhouette Coefficient dan Elbow Method," *JuTI "Jurnal Teknol. Informasi"*, vol. 2, no. 1, p. 43, 2023, doi: 10.26798/juti.v2i1.944.
- [17] R. Hidayati, A. Zubair, A. Pratama, and L. Indana, "Analisis Silhouette Coefficient pada 6 Perhitungan Jarak K-Means Clustering," *Techno.Com*, vol. 20, pp. 186–197, 2021, doi: 10.33633/tc.v20i2.4556.
- [18] A. M. Bagirov, R. M. Aliguliyev, and N. Sultanova, "Finding compact and well-separated clusters: Clustering using silhouette coefficients," *Pattern Recognit.*, vol. 135, p. 109144, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2022.109144>.
- [19] Y. Januzaj, E. Beqiri, and A. Luma, "Determining the Optimal Number of Clusters using Silhouette Score as a Data Mining Technique", *Int. J. Onl. Eng.*, vol. 19, no. 04, pp. 174–182, Apr. 2023.
- [20] S. Kusumadewi and H. Purnomo, *Aplikasi Logika Fuzzy : untuk Pendukung Keputusan*, 2nd ed. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- [21] S. P. Tamba, Y. A. Wibowo, R. T. Damanik, and J. Banjanahor, "Penerapan Metode Fuzzy Mamdani untuk Menganalisa Pentingnya Kedisiplinan dan Komunikasi untuk Meningkatkan Prestasi Kerja Karyawan," *JUSIKOM PRIMA (Jurnal Sist. Inf. Ilmu Komput. Prima)*, vol. 3, no. 2, pp. 2–6, 2020.