



Implementasi Algoritma *Fuzzy C-Means* Pada Aplikasi Seleksi Karyawan *Digital Talent* di PT Telekomunikasi Indonesia

Riska Desrianti, Herry Derajad Wijaya*

Fakultas Ilmu Komputer, Teknik Informatika, Universitas Mercu Buana, Jakarta, Indonesia

Email: ¹41516110162@student.mercubuana.ac.id, ^{2,*}herry.derajad@mercubuana.ac.id

Email Penulis Korespondensi: herry.derajad@mercubuana.ac.id

Abstrak— Digital talent pada saat ini sangat dibutuhkan seiring dengan semakin banyaknya permintaan proyek aplikasi digital di PT. Telekomunikasi Indonesia. Proses manual dalam rekrutmen karyawan menjadi kendala dalam memenuhi kebutuhan talent tersebut. Untuk memudahkan proses seleksi calon karyawan maka diperlukan aplikasi seleksi karyawan digital talent yang mengimplementasikan teknik data mining fuzzy c-means untuk clustering calon karyawan berdasarkan level. Aplikasi seleksi karyawan digital talent dirancang untuk membantu proses rekrutmen dan memprediksi level calon karyawan. Diharapkan proses rekrutmen menjadi lebih cepat dan akurat dibandingkan dengan proses manual. Data yang digunakan sebagai data training adalah data karyawan digital talent dengan atribut pendidikan terakhir, sertifikasi dan pengalaman kerja di bidang IT. Berdasarkan hasil penelitian data mining, diperoleh 4 cluster job-level karyawan yaitu cluster basic, junior, medium dan senior.

Kata Kunci: Data Mining, Fuzzy C-Means, Seleksi Karyawan, Clustering

Abstract—Digital talent is currently needed along with increasing demand for digital application projects in PT. Telekomunikasi Indonesia. The manual recruitment process is a constraint to provide the needs of digital talent. To facilitate the recruitment process is required recruitment system which implements data mining techniques to cluster candidate based on level. Fuzzy c-means is the clustering method that will be implemented on this system. The system is designed to support recruitment process and predict candidate levels. With the recruitment system, the process is expected to be faster and more accurate than before. The digital talent employees data will be used as training data with the attributes last education, certification and work experience in Information Technology. Based on the results of the study, there are 4 job-level clusters employees, namely basic, junior, medium and senior cluster.

Keywords: Data Mining, Fuzzy C-Means, Employee Recruitment, Clustering

1. PENDAHULUAN

Sumber daya manusia merupakan aspek penting dalam suatu perusahaan karena sumber daya manusia inilah yang memberikan kontribusi untuk menentukan sukses atau tidaknya suatu perusahaan[1]. Keberhasilan perusahaan dalam menjalankan usahanya tergantung pada kualitas karyawan yang ada didalamnya. Untuk memperoleh sumber daya manusia yang berkualitas, diperlukan proses seleksi dalam perekrutan karyawan agar memenuhi standar kualitas dan kualifikasi yang dibutuhkan perusahaan. Seleksi merupakan proses untuk menentukan karyawan yang tepat dari banyaknya kandidat pelamar yang didapat melalui proses rekrutmen. Proses seleksi karyawan bertujuan untuk mendapatkan orang yang tepat dan sesuai untuk mengisi suatu jabatan agar orang tersebut dapat bekerja secara maksimal dan bertahan dalam jangka waktu lama di perusahaan[2].

Karyawan *digital talent* pada saat ini sangat dibutuhkan seiring dengan semakin banyaknya permintaan proyek aplikasi di PT. Telekomunikasi Indonesia. Permintaan *digital talent* dari berbagai proyek dan harus segera dipenuhi merupakan suatu tantangan bagi *chapter* yang menaungi *digital talent* dalam hal ini *Chapter Developer and QA* di PT. Telkom Indonesia. *Digital talent* yang berada dalam *Chapter Developer and QA* diantaranya *scrum master*, *software architecture*, *back-end engineer*, *front-end developer*, *mobile developer*, *quality assurance engineer* dan *software documentation engineer*.

Pada proses penerimaan *digital talent* di *Chapter Developer* PT. Telekomunikasi Indonesia saat ini memiliki permasalahan salah satunya yaitu karena banyaknya minat pelamar yang ingin berkontribusi serta tingginya permintaan *digital talent* dari berbagai proyek IT di Telkom, proses seleksi pelamar memakan banyak waktu. Pada proses seleksi manual, berkas lamaran yang masuk tidak bisa langsung di proses karena tim *talent management* harus melakukan pengecekan satu per satu. Hal tersebut menyebabkan banyak permintaan *digital talent* tidak terpenuhi oleh tim *talent management* di Telkom dan pelamar harus menunggu lama untuk informasi apakah lamaran yang diajukan sudah diproses atau tidak. Sistem perekrutan secara manual juga membuat pelamar yang dipilih belum sesuai dengan kriteria perusahaan. Keakuratan dalam memilih pelamar sangat diperlukan agar tidak membuang biaya dan waktu pada proses rekrutmen.

Untuk mengatasi masalah yang dijelaskan di atas, maka dilakukan prediksi kelulusan dan penentuan *job level* pada data pelamar *digital talent* berdasarkan variabel-variabel yang didapatkan. Algoritma yang digunakan dalam memprediksi *job level* pelamar menggunakan algoritma data mining *Fuzzy C-Means* yang mampu mengelompokkan data karyawan *digital talent* berdasarkan *job level basic*, *junior*, *medium* dan *senior* kemudian digunakan sebagai prediksi *job level* pada penerimaan karyawan baru sehingga proses seleksi dapat lebih cepat dan akurat.

Penelitian untuk mengelompokkan karyawan sudah pernah dilakukan dibeberapa penelitian sebelumnya, antara lain oleh (N. Agustina & Prihandoko, 2018) dalam penelitiannya berhasil mengelompokkan karyawan



berdasarkan kinerjanya ke dalam 3 klaster dimana klaster 1 dikategorikan tingkat kedisiplinan tinggi, klaster 2 tingkat kedisiplinan sedang dan klaster 3 tingkat kedisiplinan rendah. Penelitian tersebut membandingkan algoritma *K-Means* dan *Fuzzy C-Means* dan dapat dibuktikan bahwa algoritma *Fuzzy C-Means* lebih akurat dalam mengelompokkan karyawan karena nilai validitasnya paling mendekati 1 dengan menggunakan metode *Partition Coefficient Index* (PCI)[3].

Penelitian sebelumnya oleh (Fitriyani & Yanuarti, 2019) menggunakan metode analisis data AHP (*Analytical Hierarki Process*) yaitu metode yang membantu pengambilan keputusan yang tepat berdasarkan analisis kebijakan. Penelitian tersebut berhasil merancang sistem pendukung keputusan seleksi calon karyawan di STMIK Atma Luhur Pangkal Pinang[2]. Namun, penelitian tersebut belum menggunakan teknik data mining, untuk itulah peneliti merasa perlu membangun sistem pengambilan keputusan dengan menggunakan metode data mining dengan algoritma *Fuzzy C-Means* yang diharapkan dapat membantu dalam menentukan *cluster job-level* karyawan dan dapat memprediksi hasil seleksi penerimaan karyawan *digital talent*. Serta membantu kegiatan rekrutmen *digital talent* diharapkan menjadi lebih cepat dan akurat sehingga permintaan *talent* untuk kebutuhan proyek-proyek IT di PT. Telkom Indonesia dapat terpenuhi dengan baik.

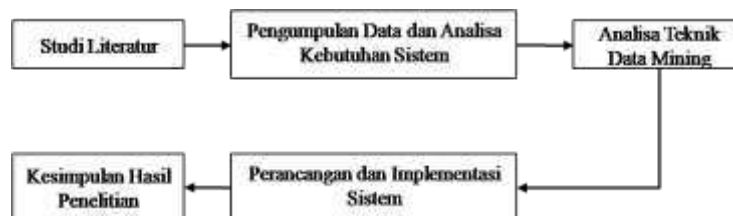
Penggunaan teknik data mining diharapkan dapat membantu mempercepat proses pengambilan keputusan berdasarkan informasi dan ketersediaan yang ada. Ketersediaan data tersebut diperlukan untuk dikelola dan kemudian menghasilkan pengetahuan atau informasi baru yang dapat digunakan untuk membantu proses pengambilan keputusan[4]. Penggunaan teknik data mining *clustering* dimana kelas data belum diketahui sebelumnya. Teknik *clustering* mampu mengelompokkan data tanpa berdasarkan kelas data tertentu bahkan dapat digunakan untuk memberikan label pada kelas data yang belum diketahui[5].

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini memanfaatkan data dan CV karyawan *digital talent* di *Chapter Developer* PT. Telkom Indonesia untuk dapat diketahui informasi pola penentuan *job-level* karyawan berdasarkan variabel-variabel yang sudah ditentukan oleh pihak terkait dengan cara dikelompokkan menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means*. Informasi dan pola yang didapatkan dari data karyawan ini akan dijadikan standar dalam prediksi *job-level* pada penerimaan karyawan baru.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Dalam melaksanakan suatu penelitian, dibutuhkan metode atau tahapan penelitian sebagai kerangka kerja agar penelitian yang dilaksanakan berjalan dengan lancar. Berikut tahapan yang dilakukan oleh peneliti:



Gambar 1. Tahapan Penelitian

1. Studi Literatur

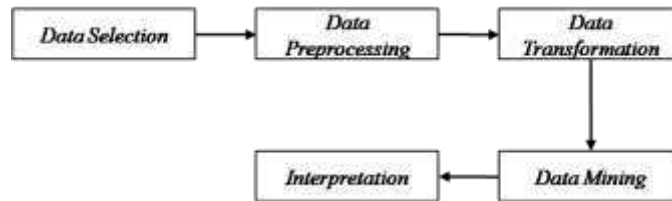
Pada tahap studi literatur, peneliti melakukan kajian-kajian dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Penelitian-penelitian yang dikaji adalah penelitian yang memiliki kemiripan studi kasus serta kesamaan dalam implementasi klastering data mining. Kajian ini berfungsi sebagai landasan ilmiah untuk memperkuat pendapat peneliti dalam melakukan penelitian. Literatur yang menjadi objek kajian ilmiah ini yaitu berupa jurnal ilmiah.

2. Pengumpulan Data dan Analisa Kebutuhan Sistem

Setelah melakukan studi literatur mengenai penelitian serupa, penulis melakukan pengumpulan data terhadap objek penelitian serta analisis kebutuhan sistem agar data yang diolah sesuai dengan proses bisnis perusahaan. Metode pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan metode wawancara dan observasi dengan melakukan tanya jawab kepada unit terkait yang bertanggung jawab dalam proses seleksi calon karyawan *digital talent* di perusahaan. Selanjutnya melakukan dokumentasi yaitu peneliti mengumpulkan data karyawan *digital talent* berupa daftar dalam Ms. Excel dan CV serta daftar pelamar sampai dengan bulan desember 2019[6].

3. Analisa Teknik Data Mining

Dalam melakukan analisa teknik data mining, peneliti menggunakan metode data mining KDD (*Knowledge Discovery in Database*). Metode ini merupakan metode yang digunakan untuk memperoleh informasi atau pengetahuan dari suatu data *source*, data mining adalah salah satu proses yang terdapat pada KDD[7].



Gambar 2. Tahapan Metode KDD

Metode KDD adalah metode yang paling mendekati secara fungsional dan non fungsional dari aplikasi yang ingin dikembangkan pada penelitian ini[8]. Berikut tahapan metode KDD:

- a. *Data Selection*, melakukan pemilihan data dan atribut yang akan digunakan yaitu atribut nama karyawan, posisi/bidang, pendidikan terakhir, data training/sertifikasi dan pengalaman kerja di bidang IT, atribut dipilih berdasarkan proses bisnis yang dijalankan pada perusahaan.
 - b. *Data Preprocessing*, tahap prapemrosesan data meliputi pembersihan data sesuai dengan keperluan dari data yang duplikat dan data yang tidak relevan, contohnya karyawan yang tidak ter-record data pendidikan dan pengalaman kerjanya akan dihilangkan[9].
 - c. *Data Transformation*, melakukan transformasi data agar sesuai untuk proses *data mining*[7]. Konversi data non-numerik menjadi data numerik agar dapat diproses untuk *clustering*. Tahap ini dilakukan agar pemrosesan data mining menjadi lebih mudah dan cepat.
 - d. *Data Mining*, data mining adalah proses menemukan pola dari suatu kumpulan data untuk memperoleh informasi yang bermanfaat. Pada tahap ini peneliti menggunakan algoritma *fuzzy c-means* dalam proses data mining.
 - e. *Interpretation*, hasil pola informasi dari proses data mining perlu disajikan dalam bentuk yang mudah dimengerti dan dipahami untuk mengambil kesimpulan berdasarkan pola tersebut[7]. Kesimpulan yang diambil merupakan suatu *knowledge* yang dihasilkan dari proses KDD untuk kemudian dapat diimplementasikan dalam sistem yang akan dikembangkan.
4. Perancangan dan Implementasi Sistem
- Setelah dilakukan analisa teknik data mining, peneliti melakukan perancangan dan implementasi sistem dengan menggunakan metode pengembangan sistem yaitu metode *prototyping*. Metode *prototyping* menghasilkan *prototype* awal dari sistem yang sedang dikembangkan, kemudian *prototype* tersebut dievaluasi dan mendapatkan *feedback* dari pengguna[10]. *Feedback* dari pengguna tersebut akan menjadi *requirement* pada iterasi selanjutnya[11]. Setelah dievaluasi dan mendapatkan *feedback*, proses kembali ke desain dan selanjutnya dilakukan implementasi dengan *coding* menggunakan *framework CodeIgniter* dan *database MySQL*.
5. Kesimpulan Hasil Penelitian
- Dalam tahap ini peneliti membuat rangkuman kesimpulan menyeluruh dari hasil penelitian ini baik dari hasil *cluster* yang diperoleh dengan algoritma *fuzzy c-means* serta hasil implementasi teknik data mining pada sistem seleksi calon karyawan *digital talent* di PT. Telkom Indonesia.

2.2 Fuzzy C-Means

Algoritma yang digunakan pada tahap analisa teknik data mining yaitu algoritma *Fuzzy C-Means* yang merupakan proses untuk menentukan *cluster* berdasarkan pusat *cluster* dan derajat keanggotaan antara rentang nilai 0 hingga 1[4]. *Fuzzy C-Means* adalah suatu teknik clustering data dimana tiap datanya ditentukan oleh jarak keanggotaan dari tiap data[12].

Berikut langkah perhitungan *Fuzzy C-Means*[13]:

1. Memasukkan data yang akan diklaster X berupa matriks $n \times m$ (n =jumlah data, m =atribut data). X_{ij} = data sample ke- i ($i=1,2,\dots,n$), atribut ke- j ($j=1,2,\dots,m$).
2. Tentukan: jumlah *cluster* = c ; pangkat pembobot = w ; maksimum iterasi = \maxIter ; error terkecil yang diharapkan = ζ ; fungsi objektif awal = $P = 0$; dan iterasi awal = $t = 0$;
3. Bangkitkan nilai acak μ_{ik} , sebagai elemen matriks partisi awal u . μ_{ik} adalah nilai derajat keanggotaan yang didapatkan secara random dengan interval 0 sampai dengan 1. Matriks partisi awal ini belum akurat, untuk itu perlu dilakukan perulangan sampai mendapatkan derajat keanggotaan dan pusat *cluster* yang akurat.
4. Hitung titik pusat *cluster* ke- k :

$$V_{ki} = \frac{\sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w * X_{ij})}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w} \quad (1)$$

Keterangan:

V_{ki} adalah titik pusat *cluster*,

X_{ij} adalah data,

μ_{ik} adalah derajat keanggotaan data pada tiap *cluster*

5. Hitung fungsi objektif (P_t)

Fungsi objektif merupakan variabel yang digunakan sebagai syarat perulangan untuk mendapatkan *cluster* yang tepat.

$$P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c \left(\left[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right] (\mu_{ik})^w \right) \quad (2)$$

Keterangan:

P_t adalah fungsi objektif,

V_{ki} adalah titik pusat *cluster*,

X_{ij} adalah data,

μ_{ik} adalah derajat keanggotaan data pada tiap *cluster*

6. Hitung perubahan matriks partisi U

Perubahan matriks partisi U yang akan digunakan sebagai keanggotaan baru pada iterasi kedua dan seterusnya.

$$\mu_{ik} = \frac{\left[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right]^{-\frac{1}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c \left[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right]^{-\frac{1}{w-1}}} \quad (3)$$

Dengan: $i=1,2,\dots,n$; dan $k=1,2,\dots,c$.

V_{ki} adalah titik pusat *cluster*,

X_{ij} adalah data,

μ_{ik} adalah derajat keanggotaan data pada tiap *cluster*

7. Cek kondisi berhenti:

Jika $(|P_t - P_{t-1}| < \zeta)$ atau $t > \max Iter$ maka proses iterasi berhenti;

Jika tidak: $t = t + 1$, dan ulangi langkah ke-4.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Preprocessing

Pada penelitian ini, data latih yang digunakan yaitu data karyawan *digital talent* yang sudah masuk sampai dengan bulan desember 2019, sedangkan data uji menggunakan data pelamar *digital talent*. Atribut yang digunakan untuk *clustering* antara lain pendidikan terakhir, sertifikasi dan total pengalaman kerja (bulan). Penelitian ini menggunakan bahasa pemrograman *Python* untuk memproses data dengan algoritma *Fuzzy C-Means*, serta bahasa pemrograman *PHP* dan *database MySQL* untuk *preprocessing* data. Berikut data atribut dari data latih:

Tabel 1. Data karyawan

No	ID	Jenjang pendidikan	Sertifikasi	Total pengalaman kerja
1	TL42	SMK	-	1 bulan
2	TL142	SMK	-	0 bulan
3	TL1	S1	Profesional scrum master 1	88 bulan
4	TL5	S1	Oracle database administrator	5 bulan
...
...
164	TL164	S1	-	100 bulan

Data latih pada Tabel 3 diatas, merupakan data mentah yang belum dapat diproses dengan algoritma *Fuzzy C-Means*, maka dilakukan proses pembersihan data dari data duplikat dan tidak relevan sehingga didapatkan total 141 data dari 164 data latih yang akan di proses dengan algoritma *Fuzzy C-Means*. Data yang telah di bersihkan kemudian dilakukan transformasi data non-numerik menjadi data numerik agar dapat diproses untuk *clustering*, pada tahap ini atribut yang dikonversi menjadi data numerik antara lain atribut pendidikan terakhir dan sertifikasi. Pada atribut pendidikan terakhir, nilai dikonversi dengan numerik 1 sampai 5 sedangkan atribut sertifikasi dikonversi dengan nilai *true* = 1 dan *false* = 0 . Berikut adalah data hasil *preprocessing* yang akan diproses dengan algoritma *Fuzzy C-Means*.

Tabel 2. Data hasil preprocessing

No	ID	X1	X2	X3
1	TL42	2	0	1
2	TL142	2	0	0
3	TL1	4	1	88



No	ID	X1	X2	X3
4	TL5	4	1	5
...
...
141	TL164	4	0	100

Keterangan:

X1 : Atribut jenjang pendidikan

X2 : Atribut sertifikasi

X3 : Atribut total pengalaman kerja

3.2 Pengolahan Data Latih dengan Metode Fuzzy C-Means

Pengolahan data karyawan menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means* pada penelitian bahasa pemrograman *Python*. Data yang akan di kluster adalah data yang telah melalui proses *pre-processing* dapat dilihat pada tabel 4. Data yang akan diolah berjumlah 141 data terbagi menjadi 4 *cluster* diantaranya *cluster basic*, *junior*, *medium* dan *senior*. Teori dasar *Fuzzy C-Means* yaitu, langkah pertama menentukan pusat *cluster* pada iterasi ke-1 yang pasti belum akurat. Kemudian menentukan fungsi obyektif dan matriks partisi yang akan menjadi acuan pada iterasi berikutnya. Perulangan dilakukan sampai mendapatkan pusat *cluster* dan derajat keanggotaan yang akurat dengan minimisasi fungsi obyektif. Derajat keanggotaan yang telah didapatkan dipetakan untuk menentukan *cluster* dengan mencari nilai maksimum derajat keanggotaannya [14]. Berikut langkah-langkah pengolahan data dengan *fuzzy c-means*:

1. Input data yang telah diolah dan akan di *cluster*. Data pada tabel 2.
2. Menentukan Jumlah *cluster* = $c = 4$; Pangkat pembobot = $w = 2$; Maksimum iterasi = $\maxIter = 150$; Error terkecil yang diharapkan = $\zeta = 0,001$; Fungsi obyektif awal = $P = 0$; Iterasi awal = $t = 0$;
3. Bangkitkan nilai acak μ_{ik} , sebagai elemen matriks partisi awal u . μ_{ik} adalah nilai derajat keanggotaan yang didapatkan secara random dengan interval 0 sampai dengan 1 dimana $C_0 + C_1 + C_2 + C_3 = 1$. Nilai derajat keanggotaan yang didapatkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Matriks partisi awal

No	ID	C0	C1	C2	C3	Jumlah
1	TL1	0,141022	0,357962	0,27561	0,225406	1
2	TL2	0,126201	0,126181	0,046983	0,700635	1
3	TL3	0,261391	0,3079	0,008951	0,421758	1
4	TL5	0,59038	0,150594	0,128953	0,130073	1
...
...
141	TL164	0,659275	0,199412	0,127693	0,013619	1

Setelah mendapatkan hasil matriks partisi awal, selanjutnya adalah menentukan μ_{ik}^w berdasarkan matriks partisi awal yang telah ditentukan, dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil μ_{ik}^w

No	ID	C0	C1	C2	C3
1	TL1	0,019887	0,128137	0,075961	0,050808
2	TL2	0,015927	0,015922	0,002207	0,490889
3	TL3	0,068325	0,094803	8,01E-05	0,17788
4	TL5	0,348549	0,022679	0,016629	0,016919
...
...
141	TL164	0,434644	0,039765	0,016306	0,000185

Nilai μ_{ik}^w pada tabel 4 selanjutnya dikalikan dengan data karyawan X (pendidikan terakhir, sertifikasi, dan total pengalaman kerja) sehingga didapatkan hasil dapat dilihat pada tabel 5.

4. Setelah mendapatkan hasil dari μ_{ik}^w , selanjutnya adalah mencari titik pusat *Cluster* dengan cara jumlah hasil perkalian μ_{ik}^w pada *cluster* 1 dengan data karyawan (pendidikan, sertifikasi, dan total pengalaman kerja) dibagi dengan jumlah total μ_{ik}^w pada *cluster* 1. Berikut contoh perhitungan titik pusat *cluster*:

$$V_{kj} = 44.669160297094 / 12.0754998960054 \\ = 3.69915619906307$$



Sehingga didapatkan hasil titik pusat *cluster* pada iterasi 1 sebagai berikut:

Tabel 5. Titik pusat cluster iterasi ke-1

	X1	X2	X3
Cluster 0	3.69915619906307	23.296958393074	0.286874089958346
Cluster 1	3.65177379324219	19.5688271616856	0.240547037087954
Cluster 2	3.61168456851662	22.6365782851382	0.215324919098684
Cluster 3	3.63209141789401	21.5796850267507	0.244555915388883

- Selanjutnya adalah menghitung nilai fungsi objektif iterasi ke-1 yang digunakan sebagai syarat perulangan untuk mendapatkan *cluster* yang tepat. Diperoleh fungsi *objective* pada iterasi ke-1 yaitu $P_1 = 28718.462319819464$.
- Hitung perubahan matriks partisi U yang akan digunakan sebagai derajat keanggotaan baru pada iterasi berikutnya. Maka didapatkan derajat keanggotaan yang baru sebagai berikut:

Tabel 6. Perubahan matriks partisi U iterasi ke-1

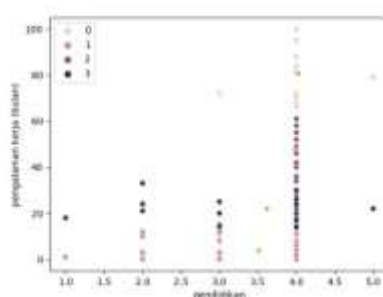
No	ID	C0	C1	C2	C3	Jumlah
1	TL1	0,261588	0,23386	0,25632	0,248232	1
2	TL2	0,106696	0,032499	0,328544	0,532261	1
3	TL3	0,042487	0,72706	0,065938	0,164514	1
4	TL5	0,205448	0,323564	0,220972	0,250016	1
...
...
141	TL164	0,259799	0,236274	0,255382	0,248545	1

- Cek kondisi perulangan dengan menghitung selisih fungsi objektif pada iterasi 1 dengan P_0 .
 $P_1 - P_0 = 28718.462319819464 - 0 = 28718.462319819464$

Pengolahan data *fuzzy c-means* iterasi ke-1 telah selesai, selanjutnya melanjutkan iterasi ke-2 dengan matriks partisi U menggunakan derajat keanggotaan baru pada Tabel 6 dan dilanjutkan seterusnya sampai didapatkan selisih fungsi *objective* < error terkecil. Untuk proses *clustering* menggunakan *fuzzy c-means* mendapatkan hasil pada iterasi ke-20, berikut penjelasannya:

$$\begin{aligned}
 \text{Selisih fungsi } objective &= P_1 - (P_{t-1}) = P_{20} - P_{19} \\
 &= 3761.147644222709 - 3761.148559461598 \\
 &= 0.00091523888865133
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas maka selisih fungsi objektif pada iterasi ke-20 < error terkecil yang diharapkan. Berikut hasil *clustering* karyawan menggunakan *fuzzy c-means*:



Gambar 3. Hasil clustering karyawan *digital talent*

Berdasarkan hasil *clustering* karyawan dengan algoritma *fuzzy c-means* pada gambar, maka didapatkan 4 *cluster* dimana *cluster* 0 adalah *cluster* senior dengan jumlah 15 orang, *cluster* 1 adalah *cluster* basic dengan jumlah 77 orang, *cluster* 2 adalah *cluster* medium dengan jumlah 16 orang dan *cluster* 3 adalah *cluster* junior dengan jumlah 33 orang. Hasil *clustering* data karyawan tersebut akan menjadi acuan dalam memprediksi level pelamar yang akan melalui proses rekrutmen *digital talent* di PT. Telkom Indonesia.



3.3 Implementasi Sistem

Peneliti menggunakan metode *prototyping* dalam pengembangan sistem pada penelitian ini. Model *prototyping* adalah metode pengembangan sistem yang cepat dan berulang dimana *feedback* pengguna sangat dibutuhkan untuk *improvement* sistem sampai *prototype* yang dibangun dapat memenuhi kebutuhan pengguna[11]. Tahap pengumpulan data dan desain sistem dibuat berdasarkan kebutuhan pengguna. Evaluasi *prototype* dilakukan dengan cara melakukan wawancara dan presentasi desain *interface* kepada pengguna. Selanjutnya *prototyping* yang telah dievaluasi dan disetujui *user* dapat diimplementasikan dengan melakukan pengkodean program[15]. Tahap implementasi sistem merupakan tahap *final* dimana aplikasi siap dioperasikan dan digunakan oleh pengguna yang selanjutnya proses pembelajaran terhadap sistem baru, pada tahap ini evaluasi teknis akan tetap dilakukan guna mendukung operasional dan interaksi sistem dengan pengguna[16].

Aplikasi pada penelitian ini diimplementasikan dengan bahasa pemrograman PHP, *Jquery* dan database MYSQL. Pada aplikasi seleksi *digital talent* yang dikembangkan oleh peneliti memiliki 3 *user* yaitu *tim talent management* sebagai admin dan *user support* serta pelamar *digital talent* sebagai *public user*. Berikut hasil yang implementasi sistem pada penelitian ini:

1. Form Login

Untuk mengakses *dashboard* aplikasi, admin dan *user support* diharuskan melakukan login terlebih dahulu. Sedangkan *public user* hanya memiliki akses untuk *landing page* dan melakukan *apply* pada lowongan pekerjaan yang tersedia. Adapun halaman form login adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Form Login

2. Tampilan *upload* data karyawan

Admin dapat mengakses halaman *upload* data karyawan. Halaman ini berfungsi untuk mengupload data karyawan yang dijadikan sebagai data *training* pada penelitian ini. *File* yang di *upload* harus berupa *file excel* sesuai dengan *template* yang telah ditentukan. Data yang telah diupload akan otomatis tersimpan kedalam sistem. Berikut halaman *upload* data karyawan:



Gambar 5. Halaman *upload* data karyawan

3. Tampilan *list* data karyawan

Halaman *list* data karyawan menampilkan data karyawan yang telah diinput oleh admin. Pada halaman ini terdapat menu *Input Talent* dimana admin dapat menginputkan data karyawan baru melalui *form input* sedangkan menu *Proses Data* yaitu fitur untuk melakukan proses data mining menggunakan algoritma *fuzzy c-means*. Jika *user* memilih menu *Proses Data*, maka informasi *job level* akan muncul pada tabel karyawan.

ID	NAMA	PEKERJAAN	PENDIDIKAN	JOB LEVEL
001	Brian Mester	IT	Profesional	Senior
002	Documentation Engineer	IT	Profesional	Senior
003	Documentation Engineer	IT	Profesional	Senior
004	Front-End Developer	IT	Profesional	Junior
005	Back-End Developer	IT	Profesional	Junior
006	Documentation Engineer	IT	Profesional	Senior
007	Mobile Developer	IT	Profesional	Junior

Gambar 6. Halaman *list* karyawan



4. Tampilan *form apply* pelamar

Tampilan form input data pelamar dapat dilihat pada gambar berikut. Pengguna yang dapat mengakses *form* ini yaitu admin dan pelamar melalui fitur *apply*. Pada *form* ini, user harus menginputkan data seperti jejang pendidikan, sertifikasi dan pengalaman kerja di bidang IT dikarenakan data tersebut yang akan menjadi atribut dalam proses data mining. Data yang telah diinputkan pada *form apply* akan di proses dengan algoritma *fuzzy c-means*.

Gambar 7. Form input pelamar

5. Tampilan hasil *clustering* dengan algoritma *fuzzy c-means*

Setelah menginputkan data, maka akan tampil halaman hasil dari proses pengolahan data mining. Berdasarkan hasil observasi peneliti, jika pelamar tidak memiliki keahlian atau pengalaman di bidang IT, maka pelamar tersebut akan dinyatakan tidak lolos seleksi awal dan tidak akan dilakukan proses data mining. Maka proses data mining untuk menentukan level pelamar akan berjalan jika pelamar dinyatakan lolos seleksi. Berikut tampilan hasil proses pengolahan data pada halaman admin:

Gambar 8. Hasil prediksi level pelamar

6. Tampilan notifikasi email

Sama halnya dengan admin, pelamar yang melakukan *apply* juga akan mendapatkan informasi hasil seleksi awal jika pelamar dinyatakan tidak lolos tahap *screening* CV. Berikut notifikasi email kepada pengguna:



Gambar 9. Notifikasi email kepada pelamar

7. Tampilan *list* data pelamar

Halaman ini menampilkan 4 *tab* sesuai dengan proses seleksi yaitu proses *apply*, proses *interview*, proses *offering* dan proses *onboarding*. Berikut halaman list kandidat / pelamar:


Gambar 10. Halaman *list* kandidat

Pelamar yang baru mendaftar dan telah akan masuk ke dalam data kandidat *apply*. Hasil pemrosesan *fuzzy c-means* dapat dilihat pada kolom status. Pelamar yang lulus pada tahap *apply* akan langsung di proses oleh admin untuk masuk ke tahap *interview* dengan mengatur jadwal *interview* dan sistem akan mengirimkan undangan *interview* melalui email kepada pelamar. Selanjutnya data pelamar akan masuk ke dalam *tab interview* dengan status *waiting*, status tersebut dapat diubah oleh admin apabila proses *interview* telah selesai dan mendapatkan hasil. Jika pelamar lolos tahap *interview*, pelamar akan masuk ke dalam proses *offering*. Pada tahap *offering* sistem akan melakukan pengecekan gaji yang diharapkan pelamar dengan *range* gaji sesuai level yang telah ditentukan oleh perusahaan. Jika gaji yang diharapkan belum sesuai, sistem akan memberi status *need negotiate* agar tim *talent management* dapat langsung memproses pelamar. Jika tahap *offering* berhasil, data pelamar akan masuk ke dalam tahap *onboarding* artinya pelamar telah berhasil lulus dalam seleksi karyawan *digital talent* PT. Telkom Indonesia. Pelamar akan diberikan notifikasi email setiap ada perubahan status dalam proses seleksi tersebut.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan implementasi *Fuzzy C-Means* pada sistem seleksi karyawan *digital talent* ini maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem dapat mengelompokkan karyawan dengan 3 atribut yaitu pendidikan terakhir, sertifikasi dan lama pengalaman kerja. Hasil pengujian dari 141 data latih diperoleh 4 *cluster job-level* yaitu *cluster senior* dengan jumlah 15 orang, *cluster 1* adalah *cluster basic* dengan jumlah 77 orang, *cluster 2* adalah *cluster medium* dengan jumlah 16 orang dan *cluster 3* adalah *cluster junior* dengan jumlah 33 orang.
2. Sistem dapat memprediksi kelulusan dan *job-level* pelamar berdasarkan data latih yang telah diproses menggunakan algoritma *fuzzy c-means* sehingga tim *talent management* dapat langsung memproses pelamar yang lulus berdasarkan level untuk masuk ke tahap seleksi berikutnya.
3. Sistem seleksi karyawan *digital talent* PT Telkom Indonesia memungkinkan *user* dalam hal ini tim *talent management* untuk melakukan proses rekrutmen menjadi lebih efektif dan relatif lebih cepat dibandingkan dengan proses manual.
4. Sistem seleksi karyawan *digital talent* PT Telkom Indonesia memungkinkan pelamar tidak menunggu lama informasi terkait dengan *job* yang dilamar. Hal tersebut dibantu dengan fitur notifikasi email yang mengirimkan hasil seleksi kepada pelamar secara otomatis setelah data diproses. Diharapkan penelitian selanjutnya dapat menggunakan dataset karyawan *digital talent* yang lebih besar dan lebih kompleks dengan peningkatan jumlah atribut dan peningkatan *label cluster*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini khususnya kepada *Chapter Developer* PT. Telkom Indonesia atas kolaborasi dan kerjasamanya dalam penelitian ini.

REFERENCES

- [1] A. A. Rizky and I. Ramdhani, "Perancangan Sistem Informasi Perekrutan Karyawan Berbasis Web Menggunakan PHP dan MySQL DI PT. Ria Indah Mandiri," *J. Manaj. Inform.*, vol. 9, no. 1, pp. 49–57, 2019, doi: 10.34010/jamika.v9i1.1651.
- [2] F. Yani and E. Yanuarti, "Seleksi Calon Karyawan Pada Perusahaan Menggunakan Metode AHP di STMIK Atma Luhur Pangkalpinang," *J. Sisfokom (Sistem Inf. dan Komputer)*, vol. 8, no. 1, p. 79, 2019, doi: 10.32736/sisfokom.v8i1.612.
- [3] N. Agustina and P. Prihandoko, "Perbandingan Algoritma K-Means dengan Fuzzy C-Means Untuk Clustering Tingkat Kedisiplinan Kinerja Karyawan (Studi Kasus: Sekolah Tinggi Teknologi Bandung)," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan*



- Teknol. Informasi*), vol. 2, no. 3, pp. 621–626, 2018, doi: 10.29207/resti.v2i3.492.
- [4] H. D. Wijaya and S. Dwiasnati, “Implementasi Data Mining dengan Algoritma Naïve Bayes pada Penjualan Obat,” *J. Inform.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–7, 2020, doi: 10.31311/ji.v7i1.6203.
- [5] R. Rismanto, I. Fahrur Rozi, and A. Prasetyo, “Implementasi Fuzzy C-Means Untuk Prediksi Perilaku Mahasiswa Berdasarkan Jumlah Ketidakhadiran,” *SMARTICS J.*, vol. 3, no. 2, pp. 39–45, 2017, doi: 10.21067/smartics.v3i2.1965.
- [6] D. Triyansyah and D. Fitriana, “Analisis Data Mining Menggunakan Algoritma K-Means Clustering Untuk Menentukan Strategi Marketing,” *J. Telekomun. dan Komput.*, vol. 8, no. 3, p. 163, 2018, doi: 10.22441/incomtech.v8i3.4174.
- [7] Y. Mardi, “Data Mining : Klasifikasi Menggunakan Algoritma C4.5,” *J. Edik Inform.*, vol. 2, no. 2, pp. 213–219, 2017.
- [8] I. Farida and S. W. H. L. Hendric, “Prediksi Pola Kelulusan Mahasiswa Menggunakan Teknik Data Mining Classification Emerging Pattern,” *Petir*, vol. 12, no. 1, pp. 1–17, 2019, doi: 10.33322/petir.v12i1.414.
- [9] A. R. Riszky and M. Sadikin, “Data Mining Menggunakan Algoritma Apriori untuk Rekomendasi Produk bagi Pelanggan,” *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 7, no. 3, pp. 103–108, 2019, doi: 10.14710/jtsiskom.7.3.2019.103-108.
- [10] A. Syarifudin, “Perancangan Sistem Informasi Pengajuan dan Pelaporan Pembayaran Tunjangan Kinerja Kementerian Keuangan Menggunakan Metode Prototype,” *J. Sisfokom (Sistem Inf. dan Komputer)*, vol. 8, no. 2, p. 149, 2019, doi: 10.32736/sisfokom.v8i2.641.
- [11] A. Susanto and Meiryani, “System Development Method with The Prototype Method,” *Int. J. Sci. Technol. Res.*, vol. 8, no. 7, pp. 141–144, 2019.
- [12] N. R. Syarif and Windarto, “Implementasi Algoritma Fuzzy C-Means Dan Metode Recency Frequency Monetary (Rfm) Pada Aplikasi Data,” *Sebatik*, pp. 88–94, 2018.
- [13] P. E. Mas’udia, F. Arinie, and L. D. Mustafa, “Clustering Data Remunerasi Dosen Untuk Penilaian Kinerja Menggunakan Fuzzy c-Means,” *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 2, no. 1, pp. 288–294, 2018, doi: 10.29207/resti.v2i1.97.
- [14] Sismadi and Y. Kusnadi, “Prediksi Tingkat Kelulusan Siswa Elearning Berbasis Algoritma Fuzzy C-Means,” *J. TECHNO Nusa Mandiri*, vol. 15, no. 1, pp. 1–6, 2018.
- [15] F. S. Handayani and M. P. Putri, “Implementasi Metode Prototipe Pada Website Penelusuran Minat Peserta Didik Sebagai Layanan Bimbingan Konseling,” *CSRID (Computer Sci. Res. Its Dev. Journal)*, vol. 10, no. 1, p. 44, 2018, doi: 10.22303/csrid.10.1.2018.44-57.
- [16] D. Purnomo, “Model Prototyping Pada Pengembangan Sistem Informasi,” *J I M P - J. Inform. Merdeka Pasuruan*, vol. 2, no. 2, pp. 54–61, 2017, doi: 10.37438/jimp.v2i2.67.