JURNAL ILMIAH SISTEM INFORMASI (JUSI)
VOL 5, No. 3, November 2026, pp. 81 - 94
p-ISSN : 2803-1507 (media cetak) | e-ISSN : 2803-1531 (media online)
Link Publikasi: https://ejurnal.provisi.ac.id/index.php/JUISI/issue/view/175

Determination of Retirement Period for Recommending Replacement of Civil Servants (PNS) in XYZ Regency Using the K-Means Algorithm

Salsa Paringga Pangestu Ningsih*[1], Noviana Riza[2], Kiki Mustaqim[3]
[123] Sekolah Tinggi Informasi, Universitas Logistik dan Bisnis Internasional
Jalan Raya Sariasih No.54 Bandung, Jawa Barat, Indonesia
e-mail: salsaparinggapn@gmail.com*[1]

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 09-05-2026
Revised: 07-07-2026
Accepted: 20-08-2026
Published: 28-10-2026

ABSTRACT

Retirement marks the end of a Civil Servant's (PNS) service period and requires proper preparation to ensure a smooth replacement process that meets organizational needs. Dinas X of XYZ Regency still faces challenges in managing employee data, particularly in identifying non-teaching employees approaching retirement. This study aims to implement the K-Means algorithm to classify employees based on job level and remaining years of service and to develop a web-based system that provides replacement recommendations using a rule-based matching approach based on Job Position, Competency, Educational Background, and Regional Apparatus Organization (OPD). The clustering process produced three groups: Near Retirement (0–11 years) with 503 employees, Medium Retirement (12–21 years) with 746 employees, and Far from Retirement (22–34 years) with 632 employees. The clustering quality achieved a Silhouette Score of 0.55, indicating reasonably good cluster separation. The clustering results were then used to support employee replacement recommendations. The evaluation results showed that among 62 employees approaching retirement, only 2 had replacement candidates who met all specified criteria. These findings indicate limited availability of suitable replacements. This study can support human resource planning, including job transfers, competency development, and recruitment strategies according to organizational need.

Keywords: *Retirement, Non-Teaching Civil Servants, K-Means Clustering, Rule-Based Matching, Employee Replacement Recommendation*

`

Abstrak

Pensiun merupakan masa akhir pengabdian bagi seorang Pegawai Negeri Sipil (PNS) yang perlu dipersiapkan agar proses penggantian dapat berjalan lancar dan sesuai dengan kebutuhan organisasi. Dinas X Kabupaten XYZ masih menghadapi tantangan dalam pengelolaan data pegawai secara optimal, khususnya untuk memetakan pegawai non-guru yang mendekati masa pensiun. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan algoritma *K-Means* untuk mengelompokkan pegawai yang mendekati masa pensiun berdasarkan level jabatan dan sisa masa kerja, serta mengembangkan sistem berbasis *Website* yang mampu memberikan rekomendasi calon pengganti melalui pendekatan pencocokan aturan *rule-based matching* berdasarkan kesesuaian Jabatan, Kompetensi, Pendidikan Akhir, dan Organisasi Perangkat Daerah (OPD). Hasil *clustering* menghasilkan tiga *cluster*, yaitu Segera Pensiun (0–11 tahun) sebanyak 503 pegawai, Pensiun Menengah (12–21 tahun) sebanyak 746 pegawai, dan Masih Lama Pensiun (22–34 tahun) sebanyak 632 pegawai. Kualitas pengelompokan memperoleh nilai *Silhouette Score* sebesar 0,55 yang menunjukkan pemisahan *cluster* cukup baik. Hasil *clustering* kemudian digunakan sebagai dasar rekomendasi calon pengganti pegawai. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dari 62 pegawai yang mendekati masa pensiun, hanya 2 pegawai yang memiliki calon pengganti yang memenuhi seluruh kriteria yang ditetapkan. Temuan tersebut menunjukkan bahwa ketersediaan calon pengganti yang sesuai masih terbatas, sehingga sebagian besar pegawai yang akan memasuki masa pensiun belum memiliki pengganti berdasarkan kriteria Jabatan,

DOI: https://doi.org/10.51903/fk3c8n46

p-ISSN : 2803-1507 e-ISSN : 2803-1531

Kompetensi, Pendidikan Akhir, dan Organisasi Perangkat Daerah (OPD) yang digunakan dalam penelitian ini. Hasil penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pihak SDM dalam menentukan strategi seperti mutasi jabatan, pelatihan kompetensi, maupun rekrutmen pegawai baru sesuai dengan kebutuhan organisasi.

Kata Kunci: Pensiun, PNS Non-Guru*, K-Means Clustering,* Pencocokan Aturan, Rekomendasi Pengganti Pegawai

1. PENDAHULUAN

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 43 Tahun 1999 tentang Pokok-Pokok Kepegawaian Pasal 10, pensiun merupakan kondisi di mana seorang Pegawai Negeri Sipil (PNS) sudah tidak lagi bekerja karena memasuki masa akhir pengabdiannya. Pensiun juga dipandang sebagai bentuk penghargaan atas jasa dan dedikasi yang telah diberikan seorang PNS selama bertahun-tahun kepada negara. Prinsipnya, setiap PNS perlu memiliki jaminan untuk masa tuanya, sehingga diwajibkan menjadi peserta dalam program asuransi sosial yang diselenggarakan oleh pemerintah. Selanjutnya, mengacu pada Peraturan Pemerintah Nomor 11 Tahun 2017 tentang Manajemen Pegawai Negeri Sipil, PNS yang telah mencapai batas usia pensiun akan diberhentikan secara hormat. Adapun batas usia pensiun ditentukan seperti 58 tahun bagi pejabat administrasi, pejabat fungsional ahli muda, dan pejabat fungsional keterampilan; 60 tahun untuk pejabat pimpinan tinggi serta pejabat fungsional madya; dan 65 tahun bagi PNS yang menduduki jabatan fungsional ahli utama [1].

Dinas X Kabupaten XYZ sebagai instansi dalam pengelolaan teknologi informasi memiliki kebutuhan untuk memanfaatkan data PNS secara optimal. Namun, sistem pengelolaan data yang masih manual seperti penggunaan *Microsoft Excel* menyebabkan keterbatasan dalam melakukan analisis mendalam dan pengambilan keputusan [2], salah satunya terkait proses pengelolaan pegawai PNS non-guru yang mendekati masa pensiun. Seiring meningkatnya jumlah data pegawai di lingkungan instansi pemerintah, dibutuhkan pengelolaan data kepegawaian yang dapat memahami dan menganalisis informasi dengan cara yang lebih mudah dan efisien [3]. Maka dari itu, tidak hanya dibutuhkan metode yang hanya merangkum data tetapi juga menyajikannya menjadi informasi yang berguna dalam proses pengambilan keputusan. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk tujuan tersebut yaitu teknik pengelompokan data atau sering dikenal dengan istilah *clustering. Clustering* pada dasarnya adalah metode untuk menemukan dan mengelompokkan data yang memiliki kesamaan karakteristik atau sifat yang mirip satu sama lain [4]. Metode ini termasuk dalam teknik *data mining* yang bersifat *unsupervised* (tanpa arahan), artinya prosesnya dilakukan tanpa data latih, tanpa bimbingan langsung, dan tidak membutuhkan target *output* tertentu [5].

Metode *data mining* seperti *K-Means clustering* ini dapat dimanfaatkan untuk mengelompokkan data pegawai PNS non-guru berdasarkan level jabatan dan sisa masa kerja [6]. Proses pendekatan ini dapat menentukan pegawai yang segera pensiun secara objektif. Hasil *clustering* tersebut dapat digunakan instansi untuk mengidentifikasi posisi jabatan dan Organisasi Perangkat Daerah (OPD) yang membutuhkan pengisian pegawai setelah pegawai sebelumnya memasuki masa pensiun [7]. Untuk mendukung proses tersebut, maka dibutuhkan sebuah sistem yang tidak hanya mampu mengelompokkan data pegawai berdasarkan masa kerja dan level jabatan, tetapi juga dapat memberikan rekomendasi calon pengganti pegawai secara objektif [8]. Oleh karena itu, dikembangkanlah sebuah sistem yang dilengkapi dengan fitur pencarian calon pengganti dengan menggunakan pendekatan pencocokan aturan *rule-based matching* Jabatan, Kompetensi, Pendidikan Akhir, dan Organisasi Perangkat Daerah (OPD) yang dimiliki oleh pegawai.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan algoritma *K-Means* dalam menentukan masa pensiun pegawai PNS non-guru dan membangun sistem untuk memberikan rekomendasi calon pengganti pegawai yang akan pensiun berdasarkan kesesuaian melalui pendekatan pencocokan aturan *rule-based matching* berdasarkan Jabatan, Kompetensi, Pendidikan Akhir, dan Organisasi Perangkat Daerah (OPD). Harapannya, sistem ini dapat membantu dalam perencanaan SDM yang lebih efisien dan berkelanjutan di lingkungan Pemerintah Kabupaten XYZ.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Clustering*

Clustering dalam *data mining* adalah proses menyusun data atau objek ke dalam beberapa kelompok (*cluster*), di mana setiap kelompok terdiri dari data yang memiliki kemiripan satu sama lain [9]. Tujuannya adalah agar data yang memiliki karakteristik serupa tergabung dalam satu kelompok, sementara data yang berbeda akan ditempatkan ke dalam kelompok yang berbeda pula [10]. Dengan kata lain, hasil *clustering*

p-ISSN : 2803-1507 e-ISSN : 2803-1531

yang baik ditandai dengan tingginya kesamaan antardata dalam satu *cluster* dan rendahnya kesamaan antara *cluster* yang satu dengan *cluster* lainnya [11].

2.2. *K-Means*

K-Means merupakan salah satu algoritma dalam metode *unsupervised learning* yang digunakan untuk proses *clustering* atau pengelompokan data berdasarkan tingkat kemiripan antar data. Data yang memiliki karakteristik serupa akan dikelompokkan dalam satu *cluster* yang sama, sedangkan data yang berbeda akan ditempatkan pada *cluster* yang berbeda [12].
Algoritma *K-Means* bekerja melalui beberapa tahapan berikut [13]:

1. Menentukan jumlah *cluster* yang diinginkan, yang dinyatakan dengan nilai K.
2. Menentukan titik pusat awal (*centroid*) sebanyak jumlah *cluster* yang telah ditentukan sebelumnya.
3. Menghitung jarak antara masing-masing data dengan seluruh *centroid* menggunakan rumus pengukuran kesamaan. Dalam penelitian ini digunakan metode *Euclidean Distance*, yang dirumuskan pada Persamaan (1) sebagai berikut:

$$d(x,y) = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (x_i - y_i)^2} \quad (1)$$

Algoritma 1. Rumus *Euclidean Distance*

Berdasarkan Algoritma 1 merupakan rumus *Euclidean Distance* variabel yang digunakan pada Algoritma *K-Means* sebagai berikut:
x : data variabel (x)
y : data variabel (y)
n : jumlah atribut data
d(x,y) = jarak antara data x dan y

4. Proses penghitungan jarak dan pembaruan *centroid* akan terus diulang hingga tidak ada lagi perubahan dalam keanggotaan *cluster*.
5. Setelah iterasi tidak lagi menghasilkan perubahan signifikan, maka hasil akhir dari *cluster* tersebut akan digunakan sebagai dasar dalam analisis, termasuk untuk menentukan persentase distribusi data. Menurut Soedaryono dalam bukunya Tata Laksana Kantor, Edisi 6: 2000, pegawai adalah seseorang yang melakukan penghidupannya dengan bekerja dalam suatu kesatuan organisasi, baik dalam kesatuan kerja pemerintah maupun swasta [14]. Non-Guru merupakan pegawai pemerintah dengan perjanjian kerja selain profesi guru [15].

2.3. Pegawai Negeri Sipil

Menurut Soedaryono dalam bukunya Tata Laksana Kantor, Edisi 6: 2000, pegawai adalah seseorang yang melakukan penghidupannya dengan bekerja dalam suatu kesatuan organisasi, baik dalam kesatuan kerja pemerintah maupun swasta [16]. Non-Guru merupakan pegawai pemerintah dengan perjanjian kerja selain profesi guru [17]. pensiun, yang membedakannya dari Pegawai Pemerintah dengan Perjanjian Kerja (PPPK) [18].

2.4. Pensiun

Pensiun merupakan masa di mana seorang Pegawai Negeri Sipil (PNS) mengakhiri masa tugasnya setelah mencapai batas usia tertentu sesuai ketentuan perundang-undangan [19]. Batas Usia Pensiun (BUP) ini ditetapkan berdasarkan jenjang dan jenis jabatan yang diemban oleh PNS [20]. Berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 17 Tahun 2020 tentang perubahan atas PP Nomor 11 Tahun 2017 tentang Manajemen PNS, dijelaskan bahwa PNS yang telah mencapai usia maksimal sesuai ketentuan akan diberhentikan secara hormat. Adapun ketentuan BUP tersebut antara lain seperti 58 tahun untuk Pejabat Administrasi, Pejabat Fungsional jenjang Ahli Pertama, Ahli Muda, serta Pejabat Fungsional Keterampilan, termasuk Peneliti dan Perekayasa pada jenjang Ahli Pertama dan Muda, 60 tahun untuk Pejabat Pimpinan Tinggi dan Pejabat Fungsional pada jenjang Madya, dan 65 tahun untuk Pejabat Fungsional jenjang Ahli Utama [21].

2.5. *Website*

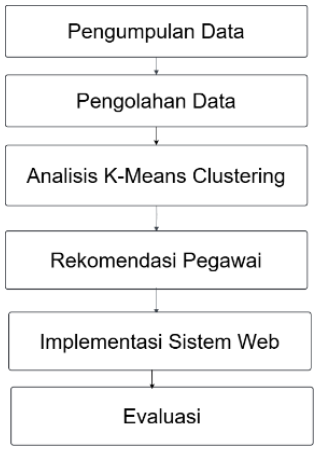
World Wide Web (W3), atau yang biasa disebut *website*, adalah sebuah sistem yang menghubungkan berbagai dokumen dan berfungsi sebagai media untuk menampilkan berbagai konten seperti teks, gambar, video, dan elemen multimedia lainnya melalui jaringan internet [22]. *Website* sendiri dapat didefinisikan sebagai sekumpulan halaman yang saling terkait melalui koneksi internet, di mana setiap halaman memuat informasi dalam berbagai bentuk seperti teks, gambar, audio, video, animasi, maupun kombinasi dari semuanya [23]. *Website* bersifat statis apabila kontennya bersifat tetap dan hanya dapat diubah melalui modifikasi kode

p-ISSN : 2803-1507 e-ISSN : 2803-1531

program, sedangkan *Website* dinamis memungkinkan siapa pun yang memiliki hak akses untuk mengubah isinya secara langsung tanpa perlu memahami pemrograman [24]. Dengan demikian, *Website* dapat disimpulkan sebagai perangkat lunak yang digunakan untuk menyajikan berbagai informasi digital secara *online* yang dapat diakses melalui peramban (*browser*) dari berbagai perangkat selama terhubung dengan jaringan internet [25].

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian pada penelitian ini terdiri atas beberapa tahapan. Rangkaian tahapan tersebut disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alur Metodologi

3.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan tahap awal sebelum dilakukan analisis lebih lanjut. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer yang diperoleh secara langsung dari instansi tempat kerja praktik. Data penelitian berupa data kepegawaian PNS non-guru Kabupaten XYZ yang mencakup variabel Nama, Jabatan, Jenis Kelamin, Tempat dan Tanggal Lahir, Organisasi Perangkat Daerah (OPD), Kode Organisasi Perangkat Daerah (OPD), Pendidikan Awal, Pendidikan Akhir, dan Usia. Jumlah data yang digunakan sebanyak 1.881 entri dan selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam proses *preprocessing*, analisis *K-Means clustering*, serta rekomendasi calon pengganti pegawai.

3.2. Pengolahan Data

Tahap pengolahan data diawali dengan menambahkan kolom rentang usia ke dalam dataset, yang dibagi menjadi sembilan kelompok, yaitu <25 tahun, 26-30 tahun, 31-35 tahun, 36-40 tahun, 41-45 tahun, 46-50 tahun, 51-55 tahun, 56-60 tahun, dan >60 tahun. Penambahan kolom ini bertujuan untuk mempermudah proses klasifikasi. Selanjutnya, Tahap pengolahan data pegawai pns non-guru untuk proses analisis *K-Means* lanjutan, mencakup beberapa proses sebagai berikut.

3.2.1. *Data Selection* dan *Pre-processing*

Pada tahap ini meliputi dengan memilih fitur variabel yang relevan seperti Nama, Usia, Jabatan, Organisasi Perangkat Daerah (OPD) dan Pendidikan Akhir. Tahap *pre-processing* dilakukan untuk menyiapkan data sebelum proses analisis. Pada tahap ini dilakukan anonimisasi data dengan menghasilkan data simulasi pada kolom Nama dan ID Pegawai untuk menjaga kerahasiaan identitas pegawai. Selain itu, ditambahkan kolom Kompetensi yang diperoleh melalui proses *mapping* berdasarkan kolom Jabatan. Kompetensi tersebut digunakan sebagai variabel pendukung pada proses rekomendasi calon pengganti pegawai.

3.2.2. *Transformation*

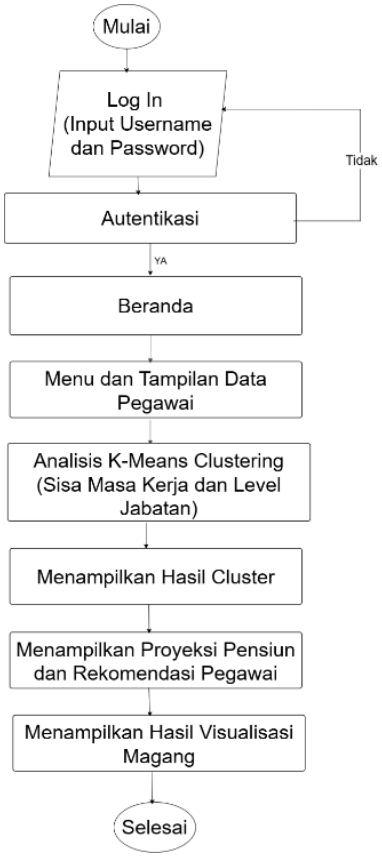
Tahap *transformation* dilakukan dengan menambahkan dua kolom baru, yaitu Kelompok Jabatan dan Masa Pensiun. Kolom Kelompok Jabatan diperoleh melalui proses *mapping* terhadap kolom Jabatan dengan mengacu pada jenjang jabatan fungsional yang berlaku, sedangkan kolom Masa Pensiun ditentukan berdasarkan batas usia pensiun sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Selanjutnya, nilai Sisa Masa Kerja dihitung dari selisih antara Masa Pensiun dan Usia pegawai. Variabel ini digunakan sebagai salah satu variabel utama dalam proses *clustering*. Setelah itu, kategori jabatan ditransformasikan

p-ISSN : 2803-1507 e-ISSN : 2803-1531

menjadi nilai numerik berupa Level Jabatan agar dapat diproses menggunakan algoritma *K-Means*. Dengan demikian, variabel Sisa Masa Kerja dan Level Jabatan digunakan sebagai input utama dalam proses pengelompokan pegawai menggunakan algoritma *K-Means*.

3.3. Analisis *K-Means Clustering*

Tahap analisis *K-Means Clustering* dilakukan setelah proses transformasi data selesai. Variabel yang digunakan dalam proses *clustering* adalah Sisa Masa Kerja dan Level Jabatan. Tujuan analisis ini adalah mengelompokkan pegawai ke dalam tiga *cluster*, yaitu Segera Pensiun, Pensiun Menengah, dan Masih Lama Pensiun. Proses analisis diawali dengan menentukan jumlah *cluster* menggunakan *Elbow Method* berdasarkan nilai *Within Cluster Sum of Squares* (WCSS) untuk memperoleh jumlah *cluster* yang sesuai. Setelah jumlah *cluster* ditentukan, algoritma *K-Means* dijalankan dengan menghitung *centroid* awal dan jarak setiap data terhadap *centroid* menggunakan *Euclidean Distance* secara iteratif hingga centroid stabil dan tidak mengalami perubahan yang signifikan. Selanjutnya, hasil pengelompokan diinterpretasikan berdasarkan karakteristik setiap *cluster* menggunakan variabel Sisa Masa Kerja dan Level Jabatan. Tahap akhir dilakukan evaluasi kualitas pengelompokan menggunakan *Silhouette Score* untuk mengetahui tingkat pemisahan antar *cluster* yang dihasilkan.



Gambar 2. Struktur bagian *Website*

3.4. Rekomendasi Pegawai

Setelah proses *K-Means Clustering* digunakan untuk memetakan masa pensiun pegawai, dilakukan analisis rekomendasi pegawai. Pada tahap ini, algoritma *K-Means* tidak digunakan dalam proses penentuan calon pengganti. Rekomendasi dilakukan menggunakan metode pencocokan aturan *rule-based matching* dengan membandingkan kesesuaian Jabatan, Kompetensi, Pendidikan Akhir, dan Organisasi Perangkat Daerah (OPD) antara pegawai yang mendekati masa pensiun dengan pegawai yang memiliki sisa masa kerja lebih panjang. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi calon pengganti potensial bagi pegawai yang akan pensiun dengan memanfaatkan hasil pengelompokan data. Proses dimulai dengan memfilter pegawai yang memiliki sisa masa kerja sedikit sebagai kelompok "Segera Pensiun", kemudian data dikelompokkan berdasarkan Jabatan, Kompetensi, Organisasi Perangkat Daerah (OPD), dan Pendidikan Akhir.

p-ISSN : 2803-1507 e-ISSN : 2803-1531

Selanjutnya, dipilih pegawai berusia di bawah 35 tahun dari *cluster* "Masih Lama Pensiun" yang memiliki karakteristik serupa. Kedua kelompok tersebut kemudian dibandingkan untuk melihat tingkat kecocokan. Jika ditemukan pegawai dengan kesamaan Jabatan, Kompetensi, Pendidikan Akhir, dan Organisasi Perangkat Daerah (OPD), maka ditandai sebagai "Tersedia Pengganti". Hasil analisis ini membantu pihak SDM dalam mengetahui ketersediaan calon pengganti pada setiap jabatan dan Organisasi Perangkat Daerah (OPD), sehingga dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan terkait mutasi jabatan, pelatihan kompetensi, maupun rekrutmen pegawai baru.

3.5. Implementasi Sistem *Website* dan Evaluasi

Implementasi sistem berbasis *website* dirancang untuk memudahkan pengguna dalam mengakses seluruh fitur yang tersedia. Struktur bagian-bagian *website* dapat dilihat pada Gambar 2. Tahap evaluasi merupakan proses akhir dari metodologi penelitian ini. Pada tahap ini dilakukan pengecekan terhadap seluruh analisis dan fitur sistem untuk memastikan bahwa semua berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan sesuai tahapan yang telah dijelaskan pada Bab 3, yaitu *data selection*, *pre-processing*, dan *transformation*. Tahap ini bertujuan menyiapkan data agar siap digunakan dalam proses analisis menggunakan algoritma K-Means. Hasil proses *pre-processing* yang meliputi anonimisasi data pada nama pegawai dan ID pegawai serta penambahan kolom Kompetensi melalui proses *mapping* berdasarkan Jabatan dapat dilihat pada Gambar 3.

	ID PEGAWAI	NAMA	GDP	GELAR BELAKANG	JABATAN
0	185535685	EKO EDI SUSILO	NaN	S. Sos	ANALIS SDM APARATUR AHLI MUDA
1	185620176	MOHAMAD SUBHAN	NaN	S. Kom	ANALIS SDM APARATUR AHLI MUDA
2	185756409	ACHMAD SHIDIK ARFANDI	NaN	S.I.Kom	ANALIS SDM APARATUR AHLI MUDA
3	185231244	WIWIN WIYANTO	NaN	S.Sos	Analis SDM Aparatur Ahli Pertama
4	185716348	TARSUM EFENDI	NaN	S. Sos., M.A.P	Analis SDM Aparatur Ahli Madya

	KOMPETENSI
0	Analisis SDM
1	Analisis SDM
2	Analisis SDM
3	Analisis SDM
4	Analisis SDM Lanjutan
...	...
1876	Klinis Gigi, Kesehatan Masyarakat
1877	Asuhan Keperawatan, Gawat Darurat
1878	Pengemudi Ambulance
1879	Analisis Pajak, Administrasi Perpajakan
1880	Pengelolaan Keuangan

Gambar 3. Tahap *Pre-processing*

Tahap terakhir yaitu *transformation* yang bertujuan mengubah data agar sesuai dengan kebutuhan analisis *K-Means*. Tahapan t*ransformation* pertama dilakukan dengan menambahkan dua kolom baru, yaitu Kelompok Jabatan dan Masa Pensiun, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4**.**

	ID PEGAWAI	NAMA	GDP	GELAR BELAKANG	JABATAN	Rentang Usia	KOMPETENSI	Kelompok Jabatan	Masa Pensiun
0	185535685	EKO EDI SUSILO	NaN	S. Sos	ANALIS SDM APARATUR AHLI MUDA	46-50 Tahun	ANALISIS SDM	Fungsional Keahlian	58
1	185620176	MOHAMAD SUBHAN	NaN	S. Kom	ANALIS SDM APARATUR AHLI MUDA	46-50 Tahun	ANALISIS SDM	Fungsional Keahlian	58
2	185756409	ACHMAD SHIDIK ARFANDI	NaN	S.I.Kom	ANALIS SDM APARATUR AHLI MUDA	36-40 Tahun	ANALISIS SDM	Fungsional Keahlian	58
3	185231244	WIWIN WIYANTO	NaN	S.Sos	Analis SDM Aparatur Ahli Pertama	41-45 Tahun	ANALISIS SDM	Fungsional Keahlian	58
4	185716348	TARSUM EFENDI	NaN	S. Sos., M.A.P	Analis SDM Aparatur Ahli Madya	46-50 Tahun	ANALISIS SDM LANJUTAN	Fungsional Keahlian	60

Gambar 4. Kelompok Jabatan dan Masa Pensiun

Penentuan Kelompok Jabatan dilakukan melalui proses *mapping* berdasarkan jenjang Jabatan yang dimiliki setiap pegawai. Hasil pengelompokan tersebut selanjutnya digunakan untuk menentukan Masa Pensiun sesuai ketentuan yang berlaku pada Jabatan Fungsional ASN. Ketentuan batas usia pensiun setiap Kelompok Jabatan disajikan pada Tabel 1. Setelah nilai masa pensiun diperoleh, dilakukan perhitungan Sisa Masa Kerja yaitu selisih antara masa pensiun dan usia pegawai saat ini. Hasil penambahan kolom tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 1. Kelompok Jabatan Fungsional dan Masa Pensiun

Kelompok Jabatan Fungsional	Masa Pensiun
Fungsional Keahlian Ahli Utama	65 tahun
Fungsional Keahlian Ahli Madya	60 tahun
Fungsional Keahlian Ahli Muda, Fungsional Keahlian Ahli Pertama, Fungsional Keterampilan Penyelia, Fungsional Keterampilan Mahir, Fungsional Keterampilan Terampil, Fungsional Keterampilan Pemula.	58 tahun

p-ISSN : 2803-1507 e-ISSN : 2803-1531

USIA	OPD	Rentang Usia	KOMPETENSI	Kelompok Jabatan	Masa Pensiun	Sisa Masa Kerja
48	BADAN KEPEGAWAIAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA...	46-50 Tahun	ANALISIS SDM	Fungsional Keahlian	58	10
50	BADAN KEPEGAWAIAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA...	46-50 Tahun	ANALISIS SDM	Fungsional Keahlian	58	8
37	BADAN KEPEGAWAIAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA...	36-40 Tahun	ANALISIS SDM	Fungsional Keahlian	58	21

Gambar 5. Sisa Masa Kerja

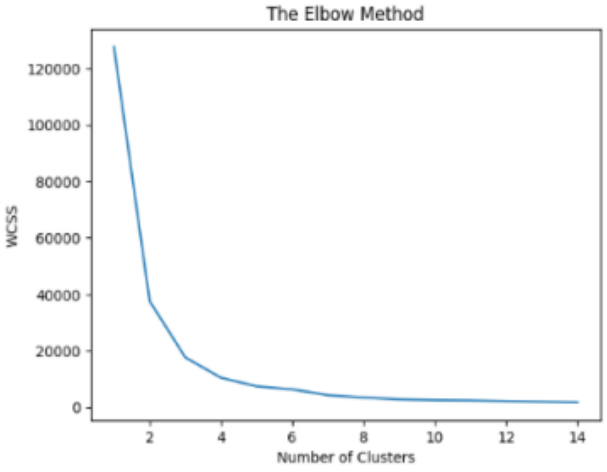
Tahap transformasi akhir adalah mengubah kolom Jabatan menjadi bentuk numerik melalui pembentukan Level Jabatan. Transformasi tersebut dilakukan dengan memberikan skor berdasarkan hierarki jenjang Jabatan Fungsional ASN, mulai dari Jabatan Fungsional Keterampilan Pemula hingga Jabatan Fungsional Keahlian Ahli Utama. Semakin besar nilai yang diberikan, semakin tinggi tingkat jabatan yang dimiliki. Pemberian skor ini bertujuan untuk mempertahankan urutan relatif antarjenjang jabatan sehingga perbedaan tingkat jabatan dapat direpresentasikan dalam proses pengelompokan. Hasil transformasi Level Jabatan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Kolom Level Jabatan Fungsional

Level Jabatan Fungsional	Jabatan Fungsional
4.0	Jabatan Fungsional Keahlian Ahli Utama
3.0	Jabatan Fungsional Keahlian Ahli Madya
2.0	Jabatan Fungsional Keahlian Ahli Muda
1.0	Jabatan Fungsional Keahlian Ahli Pertama
0.9	Jabatan Fungsional Keterampilan Penyelia
0.7	Jabatan Fungsional Keterampilan Mahir
0.5	Jabatan Fungsional Keterampilan Terampil
0.3	Jabatan Fungsional Keterampilan Pemula

4.2. Analisis *K-Means Clustering*

Setelah proses *transformation* data selesai, dilakukan analisis menggunakan algoritma *K-Means* dengan memanfaatkan variabel Sisa Masa Kerja dan Level Jabatan untuk mengelompokkan pegawai ke dalam tiga *cluster*, yaitu Segera Pensiun**,** Pensiun Menengah, dan Masih Lama Pensiun. Penentuan jumlah *cluster* dilakukan menggunakan *Elbow Method* yang ditunjukkan pada Gambar 6, sedangkan nilai *Within Cluster Sum of Squares* (WCSS) untuk setiap jumlah *cluster* disajikan pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3 tersebut, nilai WCSS mengalami penurunan yang signifikan hingga K = 3, kemudian penurunannya cenderung melandai pada nilai K berikutnya. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan tiga *cluster* (K = 3) karena dinilai telah mampu merepresentasikan pola data secara optimal.



Gambar 6. Garis *Elbow Method*

Hasil pengelompokan pegawai menggunakan algoritma *K-Means* disajikan pada Tabel 4. Berdasarkan Tabel 4 tersebut, pegawai dikelompokkan ke dalam tiga *cluster*, yaitu *Cluster* 0 (Segera Pensiun) sebanyak 503 pegawai**,** *Cluster* 1 (Pensiun Menengah) sebanyak 746 pegawai**,** dan *Cluster* 2 (Masih Lama Pensiun) sebanyak 632 pegawai**.** Karakteristik setiap *cluster* berdasarkan rentang sisa masa kerja selanjutnya ditunjukkan pada Gambar 7 dengan rentang Sisa Masa Kerja 0–11 tahun pada *Cluster* 0 (Segera Pensiun), 12–21 tahun pada *Cluster* 1 (Pensiun Menengah), dan 22–34 tahun pada *Cluster* 2 (Masih Lama Pensiun).

p-ISSN : 2803-1507 e-ISSN : 2803-1531

Tabel. 4 Hasil *Clustering*

Level Jabatan Fungsional	Jabatan Fungsional	Kategori *Cluster*		
		Segera Pensiun (*Cluster* 0)	Pensiun Menengah (*Cluster* 1)	Masih Lama Pensiun (*Cluster* 2)
4.0	Jabatan Fungsional Keahlian Ahli Utama	0	0	0
3.0	Jabatan Fungsional Keahlian Ahli Madya	64	40	0
2.0	Jabatan Fungsional Keahlian Ahli Muda	137	151	20
1.0	Jabatan Fungsional Keahlian Ahli Pertama	28	84	273
0.9	Jabatan Fungsional Keterampilan Penyelia	122	61	3
0.7	Jabatan Fungsional Keterampilan Mahir	75	152	8
0.5	Jabatan Fungsional Keterampilan Terampil	67	221	320
0.3	Jabatan Fungsional Keterampilan Pemula	8	37	8

```
Rentang Sisa Masa Kerja per Kategori Cluster:
     Kategori Cluster  min  max
0  Masih Lama Pensiun   22   34
1    Pensiun Menengah   12   21
2      Segera Pensiun    0   11
Rentang Sisa Masa Kerja untuk 'Segera Pensiun': 0 - 11 tahun
Rentang Sisa Masa Kerja untuk 'Pensiun Menengah': 12 - 21 tahun
Rentang Sisa Masa Kerja untuk 'Masih Lama Pensiun': 22 - 34 tahun
```

Gambar 7. Hasil Rentang Sisa Masa Kerja

Kualitas hasil pengelompokan selanjutnya dievaluasi menggunakan *Silhouette Score*. Hasil evaluasi dapat dilihat pada Gambar 8. Berdasarkan Gambar 8 tersebut, diperoleh nilai *Silhouette Score* sebesar 0,55, yang menunjukkan bahwa hasil *clustering* memiliki kualitas yang cukup baik dengan tingkat pemisahan antar *cluster* yang relatif jelas. Meskipun demikian, nilai tersebut belum menunjukkan pemisahan *cluster* yang sangat kuat, sehingga masih terdapat kemungkinan adanya kedekatan karakteristik antar data pada *cluster* yang berbeda. Kondisi ini diduga dipengaruhi oleh penggunaan dua variabel utama dalam proses *clustering*, yaitu Sisa Masa Kerja dan Level Jabatan**.**

```
Silhouette Score untuk Klustering: 0.5541669901675271
```

Gambar 8. Skor *Silhouette*

4.3. Rekomendasi Pegawai

Rekomendasi pegawai dilakukan dengan menyaring pegawai pada *Cluster* 0 (Segera Pensiun) berdasarkan Sisa Masa Kerja ≤ 5 tahun ditunjukkan pada Gambar 9. Hasil penyaringan tersebut selanjutnya ditampilkan pada Gambar 10, di mana Level Jabatan telah dikembalikan ke bentuk semula (Jabatan) serta dilengkapi dengan atribut Kompetensi, Pendidikan Akhir, dan Organisasi Perangkat Daerah (OPD). Jumlah pegawai yang memenuhi kriteria tersebut ditampilkan pada kolom Jumlah_Pensiun.

Sisa Masa Kerja	Level Jabatan	Cluster	Kategori Cluster
1	2.0	0	Segera Pensiun
5	2.0	0	Segera Pensiun
5	3.0	0	Segera Pensiun
3	0.9	0	Segera Pensiun
5	2.0	0	Segera Pensiun

Gambar 9. Filter Segera Pensiun

JABATAN	OPD	KOMPETENSI	PENDIDIKAN AKHIR	Jumlah_Pensiun
PERAWAT PENYELIA	RSUD GOETHENG TARUNADIBRATA	SUPERVISI KEPERAWATAN, PENJAMINAN MUTU	SARJANA (S1)	1
ENYULUH PERTANIAN TERAMPIL	DINAS PERTANIAN	PERTANIAN	SEKOLAH MENENGAH ATAS	1
ANALIS KEBIJAKAN AHLI MUDA	DINAS SOSIAL, PENGENDALIAN PENDUDUK DAN KELUAR...	ANALISIS KEBIJAKAN	SARJANA (S1)	1
PERENCANA AHLI MUDA	DINAS PERUMAHAN DAN PEMUKIMAN	PERENCANAAN PROGRAM	SARJANA (S1)	1
DOKTER GIGI AHLI MUDA	PUSKESMAS KEC.KALIMANAH	KEDOKTERAN GIGI	SARJANA (S1)	1
...	...	...	...	...
PENGAWAS BIBIT TERNAK MUDA	DINAS PERTANIAN	PETERNAKAN	SARJANA (S1)	1
PENGAWAS BIBIT TERNAK MUDA	DINAS PERTANIAN	PETERNAKAN	SARJANA (S1)	1
DOKTER AHLI UTAMA	RSUD GOETHENG TARUNADIBRATA	KEDOKTERAN	PASCA SARJANA (S2)	1
ENYULUH PERTANIAN PENYELIA	DINAS PERTANIAN	PENYULUHAN PERTANIAN	DIPLOMA III	1
BIDAN PENYELIA	PUSKESMAS KARANGTENGAH	KEBIDANAN	DIPLOMA III	1

Gambar 10. Jumlah Segera Pensiun

p-ISSN : 2803-1507 e-ISSN : 2803-1531

Selanjutnya, sistem mengidentifikasi pegawai muda dengan kriteria usia ≤ 35 tahun yang memiliki karakteristik serupa berdasarkan Jabatan**,** Kompetensi**,** Pendidikan Akhir**,** dan OPD. Hasil identifikasi tersebut disajikan pada Gambar 11, dengan jumlah pegawai yang memenuhi kriteria ditampilkan pada kolom Jumlah_Muda**.**

OPD	KOMPETENSI	PENDIDIKAN AKHIR	Jumlah_Muda
UPTD RSUD PANTI NUGROHO	KLINIS GIGI, KESEHATAN MASYARAKAT	SARJANA (S1)	1
PUSKESMAS BOJONG	PELAYANAN KLINIS, DIAGNOSIS, ETIKA MEDIS	SARJANA (S1)	1
DINAS PERTANIAN	PERTANIAN	SARJANA (S1)	1
DINAS PEKERJAAN UMUM DAN PENATAAN RUANG	TEKNIK BANGUNAN & PERUMAHAN	SARJANA (S1)	1
PUSKESMAS KEC.BOBOTSARI	PELAYANAN KEBIDANAN DASAR	DIPLOMA IV	1
...	...	...	...
PUSKESMAS SERAYU LARANGAN	PELAYANAN KLINIS, DIAGNOSIS, ETIKA MEDIS	SARJANA (S1)	1
PUSKESMAS KEC.PADAMARA	ASUHAN KEBIDANAN DASAR, KIA	DIPLOMA III	1
PUSKESMAS KEC.BOBOTSARI	PELAYANAN DASAR, TINDAKAN MEDIS RINGAN	DIPLOMA III	1
RSUD GOETHENG TARUNADIBRATA	ASUHAN KEBIDANAN DASAR, KIA	DIPLOMA III	1
RSUD GOETHENG TARUNADIBRATA	ASUHAN KEPERAWATAN, GAWAT DARURAT	DIPLOMA III	1

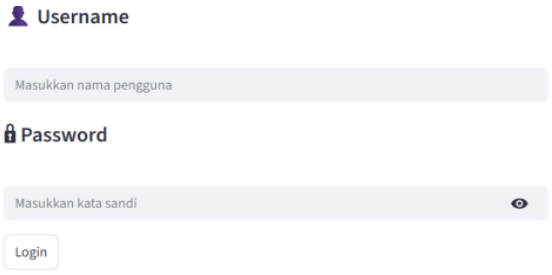
Gambar 11. Jumlah Pegawai Muda

Hasil rekomendasi pegawai diperoleh melalui penggabungan data Jumlah_Pensiun dan Jumlah_Muda berdasarkan kesamaan Jabatan**,** Kompetensi**,** Pendidikan Akhir**,** dan Organisasi Perangkat Daerah (OPD)**.** Hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 12, yang menampilkan kolom Tersedia_Pengganti sebagai indikator ketersediaan calon pengganti. Status "Ya" menunjukkan bahwa terdapat pegawai muda yang memenuhi seluruh kriteria pencocokan, sedangkan status "Tidak" menunjukkan bahwa belum ditemukan pegawai yang memiliki karakteristik yang sesuai.

PENDIDIKAN AKHIR	Jumlah_Pensiun	Jumlah_Muda	Tersedia_Pengganti
SARJANA (S1)	1	0	Tidak
DIPLOMA III	1	0	Tidak
DIPLOMA III	1	0	Tidak
DIPLOMA III	1	0	Tidak
SEKOLAH MENENGAH ATAS	1	0	Tidak
...	...	...	...
DIPLOMA III	1	0	Tidak
SARJANA (S1)	1	0	Tidak
DIPLOMA III	1	0	Tidak

Gambar 12. Rekomendasi Pegawai

Berdasarkan hasil rekomendasi pegawai yang ditunjukkan pada Gambar 12, dari 62 pegawai yang diproyeksikan memasuki masa pensiun hanya 2 pegawai yang memiliki calon pengganti dengan karakteristik yang sesuai. Temuan ini menunjukkan bahwa ketersediaan calon pengganti masih terbatas karena proses pencocokan menggunakan aturan *rule-based matching* yang mensyaratkan kesamaan Jabatan, Kompetensi, Pendidikan Akhir, dan Organisasi Perangkat Daerah (OPD). Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan penerapan metode lain agar alternatif calon pengganti yang dihasilkan menjadi lebih beragam. Selain itu, apabila setelah perluasan batas usia calon pengganti hingga ≤ 45 tahun masih belum ditemukan kecocokan, hasil tersebut dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pihak SDM dalam menyusun strategi, seperti mutasi jabatan, pengembangan kompetensi, maupun rekrutmen pegawai baru.



Gambar 13. Halaman *Login*

4.4. Implementasi Sistem *Website*

Implementasi sistem *website* diawali dengan penyediaan halaman *Login* sebagai proses autentikasi pengguna. Tampilan halaman *Login* dapat dilihat pada Gambar 13 di mana pengguna diminta memasukkan *username*

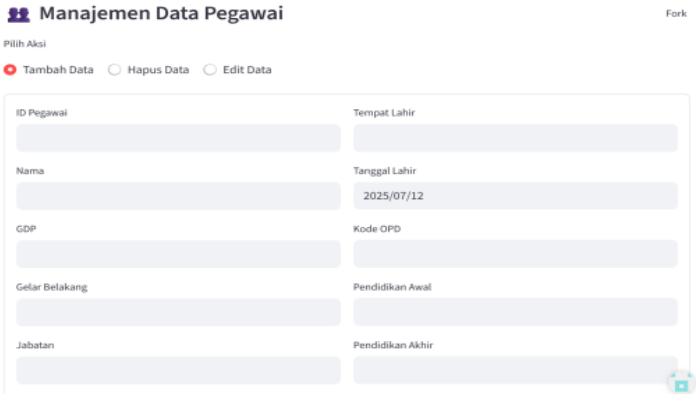
p-ISSN : 2803-1507 e-ISSN : 2803-1531

dan *password* untuk mengakses sistem. Apabila data yang dimasukkan valid, pengguna dapat melanjutkan ke halaman utama, sedangkan apabila tidak valid pengguna akan diarahkan kembali ke halaman *Login*. Setelah proses autentikasi berhasil, pengguna akan diarahkan ke halaman Beranda yang menyajikan visualisasi awal data pegawai dalam bentuk grafik dan diagram interaktif. Tampilan halaman Beranda dapat dilihat pada Gambar 14, yang memberikan gambaran umum mengenai kondisi data pegawai sebelum pengguna mengakses fitur-fitur lainnya.

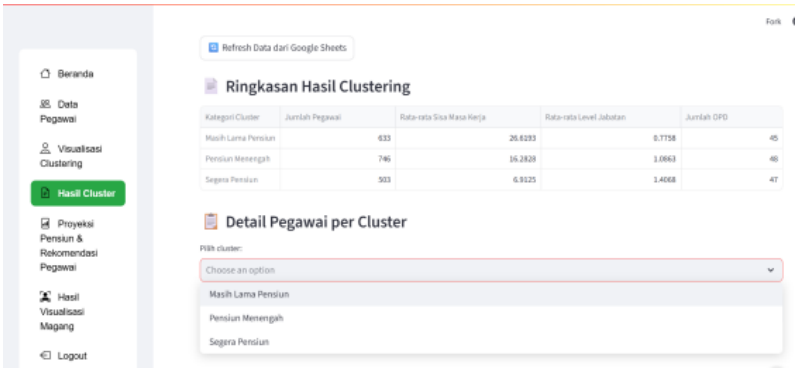


Gambar 14. Menu Beranda

Pengelolaan data pegawai dilakukan melalui fitur *Create, Read, Update, Delete* (CRUD) yang terintegrasi dengan Google Sheets. Tampilan fitur tersebut dapat dilihat pada Gambar 15. Integrasi menggunakan Google Sheets API memungkinkan setiap perubahan data tersimpan dan tersinkronisasi secara otomatis sehingga proses pengelolaan data dapat dilakukan secara *real-time*. Setelah data dikelola, sistem menampilkan hasil pengelompokan pegawai berdasarkan algoritma *K-Means* melalui menu Hasil *Cluster*, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 16. Melalui halaman tersebut, pengguna dapat memilih kategori Segera Pensiun, Pensiun Menengah, atau Masih Lama Pensiun, kemudian sistem akan menampilkan data pegawai beserta jumlah pegawai pada masing-masing *cluster*.



Gambar 15. Tampilan Data Pegawai



Gambar 16. Tampilan Hasil *Cluster*

Selanjutnya, sistem menyediakan menu Proyeksi Pensiun yang menampilkan data pegawai dari *Cluster* 0 (Segera Pensiun) dengan Sisa Masa Kerja ≤ 5 tahun, yang ditampilkan pada Gambar 17. Melalui menu ini,

p-ISSN : 2803-1507 e-ISSN : 2803-1531

pengguna dapat mengatur batas Sisa Masa Kerja menggunakan *slider* untuk menyesuaikan periode proyeksi pensiun. Fitur rekomendasi calon pengganti pegawai diimplementasikan pada halaman Rekomendasi Pegawai yang ditampilkan pada Gambar 18. Halaman ini menampilkan hasil rekomendasi berdasarkan proses *rule-based matching* menggunakan kesamaan Jabatan, Kompetensi, Pendidikan Akhir, dan Organisasi Perangkat Daerah (OPD). Informasi yang ditampilkan meliputi data pegawai yang akan memasuki masa pensiun, jumlah calon pengganti yang tersedia, serta status Tersedia_Pengganti yang menunjukkan apakah telah ditemukan calon pengganti yang memenuhi seluruh kriteria.



Gambar 17. Tampilan Proyeksi Pensiun



Gambar 18. Rekomendasi Pegawai

Tabel 5. Pengujian Sistem

No	*User*	Fitur	Skenario pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil
1	Admin bagian SDM	*Login*	Memasukkan *username* dan *password* yang benar	-Jika *username* dan *password* sesuai, menampikan Halaman Utama -Jika *username* dan *password* tidak sesuai, *system* akan menampilkan pesan "*Error*"	Sesuai
2	Admin bagian SDM	Klik Beranda *Dashboard*	Membuka halaman *dashboard*	Statistik pegawai dan visualisasi tampil	Sesuai
3	Admin bagian SDM	Klik Data Pegawai	Menambah, mengubah, dan menghapus data pegawai	Data tersimpan dan diperbarui	Sesuai
4	Admin bagian SDM	Klik Hasil *Cluster*	Memilih kategori *cluster* pensiun	Data *cluster* tampil sesuai kategori	Sesuai
5	Admin bagian SDM	Klik Proyeksi Pensiun	Mengatur *slider* sisa masa kerja	Data pegawai ditampilkan sesuai filter	Sesuai
6	Admin bagian SDM	Klik Rekomendasi Pegawai	Menjalankan proses rekomendasi	Dapat menampilkan Status Tersedia_Pengganti tampil	Sesuai

4.5. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode *black box testing* untuk memastikan bahwa setiap fitur pada sistem berbasis *Website* dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan dan menghasilkan keluaran yang diharapkan. Pengujian dilakukan pada menu *login, dashboard*, data pegawai, hasil *cluster*, proyeksi pensiun, dan rekomendasi pegawai. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fitur dapat berjalan dengan baik dan menghasilkan keluaran sesuai dengan proses yang telah dirancang. Dengan demikian, sistem yang

p-ISSN : 2803-1507 e-ISSN : 2803-1531

dikembangkan mampu mendukung proses pengelolaan data pegawai, visualisasi hasil *clustering*, proyeksi pensiun, serta rekomendasi calon pengganti pegawai. Rincian hasil pengujian sistem disajikan pada Tabel 5.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma *K-Means* berhasil mengelompokkan data pegawai PNS non-guru ke dalam tiga cluster masa pensiun, yaitu Cluster 0 (Segera Pensiun) dengan sisa masa kerja 0-11 tahun sebanyak 503 pegawai, Cluster 1 (Pensiun Menengah) dengan sisa masa kerja 12-21 tahun sebanyak 746 pegawai, dan Cluster 2 (Masih Lama Pensiun) dengan sisa masa kerja 22-34 tahun sebanyak 632 pegawai. Hasil pengelompokan tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam proses rekomendasi calon pengganti pegawai. Proses rekomendasi tidak dilakukan menggunakan algoritma K-Means, melainkan menggunakan pendekatan pencocokan aturan rule-based matching berdasarkan kesamaan Jabatan, Kompetensi, Pendidikan Akhir, dan Organisasi Perangkat Daerah (OPD). Uji coba sistem dilakukan dengan memfilter pegawai pada Cluster 0 (Segera Pensiun) yang memiliki sisa masa kerja ≤2 tahun dan mencocokkannya dengan pegawai berusia ≤35 tahun dari Cluster 2 (Masih Lama Pensiun) yang memiliki karakteristik serupa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dari 62 pegawai yang mendekati masa pensiun, hanya 2 pegawai yang memiliki calon pengganti yang memenuhi seluruh kriteria yang ditetapkan. Temuan tersebut menunjukkan bahwa ketersediaan calon pengganti yang sesuai masih terbatas, sehingga sebagian besar pegawai yang akan memasuki masa pensiun belum memiliki pengganti berdasarkan kriteria Jabatan, Kompetensi, Pendidikan Akhir, dan Organisasi Perangkat Daerah (OPD) yang digunakan dalam penelitian ini. Oleh karena itu, hasil yang diperoleh dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pihak SDM dalam menentukan langkah strategis, seperti mutasi jabatan, pelatihan kompetensi, maupun rekrutmen pegawai baru sesuai dengan kebutuhan organisasi.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan lebih lanjut di masa mendatang:

1. Pengayaan Variabel dan Optimalisasi Data Kepegawaian
   Untuk meningkatkan kualitas hasil klasterisasi dan rekomendasi calon pengganti pegawai, disarankan agar variabel yang digunakan tidak hanya terbatas pada Usia, Pendidikan Akhir, Jabatan, Organisasi Perangkat Daerah(OPD) dan Kompetensi. Penambahan variabel seperti jabatan struktural,kinerja pegawai, atau lama pengalaman kerja akan memberikan hasil analisis yang lebih komprehensif dan akurat.
2. Evaluasi Metode
   Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar menggunakan metode analisis lain untuk memperoleh wawasan yang lebih luas dan mendalam mengenai penerapan teknik data mining pada data pegawai. Dengan pendekatan yang beragam, diharapkan hasil analisis dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih efektif.
3. Pengembangan Fitur Tambahan
   Di masa mendatang, fitur seperti monitoring pelatihan pegawai, analisis beban kerja, atau prediksi kenaikan jabatan dapat ditambahkan agar sistem semakin lebih baik dalam mendukung pengambilan keputusan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Johar and F. F. Asahar, “Implementasi Algoritme Hard K-Means Clustering dalam Penentuan Masa Pensiun (Studi Kasus: Badan Kepegawaian Daerah Provinsi Bengkulu),” Jurnal Rekursif, p. 180, 2019. [Online]. Available: https://ejournal.unib.ac.id/index.php/rekursif/article/view/8490

[2] H. Profiliana and J. Wibowo, “Evaluasi Kinerja Pegawai Negeri Sipil Pemerintah Daerah Kabupaten Grobogan Menggunakan Algoritma K-Means,” Dinamik, vol. 27, no. 2, pp. 45–54, 2022, doi: 10.35315/dinamik.v27i2.9592.

[3] W. Cesar, R. Saputra, and A. Wibowo, “Clustering Employee Density with the K-Means Method for Predicting CASN Needs of Government Agencies,” JATISI (Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi), vol. 10, no. 2, pp. 340–354, 2023, doi: 10.35957/jatisi.v10i2.4593.

p-ISSN : 2803-1507 e-ISSN : 2803-1531

[4] P. S. Hasugian and J. R. Sagala, "Penerapan Data mining untuk Pengelompokan Siswa Berdasarkan Nilai Akademik dengan Algoritma *K-Means*," KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer, vol. 3, no. 3, pp. 383–391, 2022, doi: 10.30865/klik.v3i3.627.

[5] E. Yolanda and Suhardi, "Penerapan Algoritma K-Means Clustering untuk Pengelompokan Data Pasien Rehabilitasi Narkoba," KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer, vol. 4, no. 1, pp. 37–46, 2023, doi: 10.30865/klik.v4i1.1107.

[6] M. A. Al Fauzie and J. A. Putra, "Clustering Data Menggunakan Metode K-Means untuk Rekomendasikan Pembelajaran Akademik bagi Siswa Aktif dalam Ekstrakurikuler," KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer, vol. 4, no. 1, pp. 642–648, 2023, doi: 10.30865/klik.v4i1.1116.

[7] P. Subekti, T. D. Andini, and M. Islamiyah, "Sistem Penentuan Konsentrasi Jurusan Bagi Mahasiswa Informatika Menggunakan Metode K-Means di Institut Asia Malang," Jurnal Manajemen Informatika (JAMIKA), vol. 12, no. 1, pp. 25–39, 2022, doi: 10.34010/jamika.v12i1.6452.

[8] A. E. Pramitasari and Y. Nataliani, "Perbandingan Clustering Karyawan Berdasarkan Nilai Kinerja dengan Algoritma K-Means dan Fuzzy C-Means," JATISI (Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi), vol. 8, no. 3, pp. 1119–1132, 2021, doi: 10.35957/jatisi.v8i3.957.

[9] J. Han, M. Kamber, and J. Pei, "Data mining: Concepts and Techniques", 3rd ed. Burlington, MA, USA: Morgan Kaufmann, 2012.

[10] D. A. Abu Salam, "Implementasi Algoritma K-Nearest Neighbor Berbasis Forward Selection untuk Prediksi Mahasiswa Non Aktif Universitas Dian Nuswantoro Semarang," Journal of Information System, vol. 5, no. 1, p. 65, 2020. [Online]. Available: https://publikasi.dinus.ac.id/index.php/joins/article/view/3351/pdf.

[11] R. S. Syaputra Albadri, "Sistem Informasi Manajemen Kepegawaian Berbasis Web," Jurnal Teknik Informatika dan Elektro, pp. 111–120, 2024. [Online]. Available: https://jurnal.ugp.ac.id/index.php/JURTIE/article/view/993.

[12] I. CPNS, "kumparan.com," kumparan, 10 Februari 2022. Available: https://kumparan.com/info-cpns/apa-itu-pppk-non-guru-ini-penjelasannya-1xTdemwNX2V/full?utm_source=chatgpt.com.: 13 Juni 2026].

[13] Y. Natos, "Pengadaan Pegawai Negeri Sipil di Lingkungan Pemerintah Kota Manado," *Jurnal Administro: Jurnal Kajian Kebijakan dan Ilmu Administrasi Negara*, vol. 3, no. 2, pp. 19–22, 2021, doi:10.53682/administro.v3i2.2795.

[14] A. Utama, "Karakteristik Mentor pada Kegiatan Pelatihan Dasar Calon Pegawai Negeri Sipil (CPNS)," KNOWLEDGE: Jurnal Inovasi Hasil Penelitian dan Pengembangan, vol. 1, no. 1, pp. 56–65, Dec. 2021, doi: 10.51878/knowledge.v1i1.818. [Online]. Available: https://share.google/i0jF4dPNuuWXMQyoq.

[15] Windari, "Dampak Pemberian Tambahan Penghasilan pada Kinerja Pegawai Negeri Sipil (Studi pada Kantor Camat Ngebel Kabupaten Ponorogo)," *JIAP (Jurnal Ilmu Administrasi Publik)*, vol. 10, no. 2, pp. 156–168, 2023, doi:10.33061/jp.v10i2.5912.

[16] Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Aparatur Sipil Negara. [Online]. Available: https://peraturan.bpk.go.id/Details/38580/uu-no-5-tahun-2014

[17] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2017 tentang Manajemen Pegawai Negeri Sipil. [Online]. Available: https://peraturan.bpk.go.id/Details/58477/pp-no-11-tahun-2017

[18] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2020 tentang Perubahan atas Peraturan Pemerintah Nomor 11 Tahun 2017 tentang Manajemen Pegawai Negeri Sipil. [Online]. Available: https://peraturan.bpk.go.id/Details/135060/pp-no-17-tahun-2020

[19] T. Susilowati, D. Sugiarto, and I. Mardianto, "Validity Test of Self-Organizing Map (SOM) and K-Means Algorithm for Employee Grouping," Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi), vol. 4, no. 6, pp. 1171–1178, 2020, doi: 10.29207/resti.v4i6.2492.

p-ISSN : 2803-1507 e-ISSN : 2803-1531

[20] V. Miftahuljannah and A. Suharso, "Pengimplementasian Berbagai Web Berdasarkan Kebutuhan Pengguna dengan Menggunakan Metode Systematic Literature Review," INFOTECH Journal, vol. 9, no. 2, 2023, doi: 10.31949/infotech.v9i2.6341.

[21] A. S. Penda, R. K. Amri, and A. S. Suhendro, "Pengembangan Sistem Informasi Penjualan Berbasis Web," Digital Transformation Technology (Digitech), vol. 3, no. 2, 2024, doi: 10.47709/digitech.

[22] M. R. Ramdani, "Perancangan Sistem Informasi Website Multiuser Menggunakan PHP-HTML dan Pengolahan Data Menggunakan Google Data Studio," JATISI (Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi), vol. 10, no. 3, pp. 312–321, 2023, doi: 10.35957/jatisi.v10i3.5323.

[23] H. Senduk and M. Sitokdana, "Perancangan Sistem Informasi Pencatatan Gudang Berbasis Website (Studi Kasus Slingbag Salatiga)," JATISI (Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi), vol. 9, no. 1, pp. 373–383, 2022, doi: 10.35957/jatisi.v9i1.1503.

[24] A. Johar and F. F. Asahar, "Implementasi Algoritme Hard K-Means Clustering dalam Penentuan Masa Pensiun (Studi Kasus: Badan Kepegawaian Daerah Provinsi Bengkulu)," Jurnal Rekursif, 2019. [Online]. Available: https://ejournal.unib.ac.id/index.php/rekursif/article/view/8490

[25] P. S. Hasugian and J. R. Sagala, "Penerapan Data mining untuk Pengelompokan Siswa Berdasarkan Nilai Akademik dengan Algoritma K-Means," KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer, vol. 3, no. 3, pp. 383–391, 2022, doi: 10.30865/klik.v3i3.627.