

Algoritma *K-Means* Dan *Early Warning System* Pada Aplikasi Penugasan Dan Penilaian Hasil Kinerja Pegawai Berbasis *Website*

Farhan Ikhsan Maulidan^{1*}, Fauziah², Frenda Farahdinna³
 Informatika, Universitas Nasional, Jakarta Selatan, Indonesia
 *e-mail *Corresponding Author*: farhanorscops@gmail.com

Abstract

Employee performance is the key to increasing competitiveness, especially in government agencies. However, not all companies have the right media to accommodate employee performance measurement, one of which is the Ministry of Education and Culture. So far, the performance of Ministry of Education and Culture employees has been measured manually, resulting in the potential for bias and loss of data due to the fact that the recording system is still paper-based. Therefore, researchers are trying to create an application called a performance system (SIJA) which helps to increase timeliness in completing assigned tasks. This research uses the early warning system (EWS) algorithm which is used as an early detection of each employee's task completion and uses the K-Means algorithm for filtering and grouping data results to assess employee performance. The result of this research is the availability of a system that makes it easier for Finance Bureau leaders to manage the performance of their employees. Based on tests with Katalon Studio, it shows that the SIJA application received the title "passed", which indicates that the application runs well.

Kata kunci: *Website; Performance system; K-Means; Early Warning System; Employee Performance*

Abstrak

Kinerja pegawai merupakan kunci dalam meningkatkan daya saing khususnya pada instansi pemerintahan. Namun demikian, tidak semua perusahaan memiliki media yang tepat untuk mengakomodir pengukuran kinerja pegawai salah satunya di Kemendikbudristek. Selama ini, kinerja pegawai Kemendikbudristek diukur secara manual sehingga berpotensi terjadi bias dan kehilangan data akibat sistem pencatatannya masih berbasis kertas. Oleh sebab itu, peneliti mencoba membuat suatu aplikasi yang dinamakan sistem kinerja (SIJA) yang membantu untuk meningkatkan ketepatan waktu dalam penyelesaian tugas yang diberikan. Penelitian ini menggunakan algoritma *early warning system* (EWS) yang digunakan sebagai deteksi dini terhadap penyelesaian tugas setiap pegawai dan menggunakan algoritma *K-Means* untuk filterisasi dan pengolompokan hasil data untuk hasil menilai performa pegawai. Hasil dari penelitian ini adalah tersedianya sistem yang mempermudah pimpinan Biro Keuangan dalam mengelola kinerja pegawainya. Berdasarkan uji dengan katalon studio memperlihatkan bahwa aplikasi SIJA mendapatkan predikat "*passed*" yang mengindikasikan bahwa aplikasi berjalan dengan baik.

Kata kunci: *Website; Sistem Kinerja; K-Means; Early Warning System; Kinerja Pegawai*

1. Pendahuluan

Teknologi yang berkembang pesat dewasa ini memberikan berbagai dampak positif bagi peradaban manusia khususnya dalam hal mempermudah penyelesaian pekerjaan. Teknologi informasi secara signifikan memberikan *output* yang lebih cepat, hemat waktu, hemat energi dan memberikan tingkat akurasi data yang tinggi[1]. Kebutuhan akan teknologi menjadi sangat tinggi karena dianggap mampu meningkatkan daya saing perusahaan. Hal ini dikarenakan teknologi informasi mampu menciptakan ruang yang lebih luas dalam membangun suatu sistem yang mampu mengakomodir banyak kebutuhan sehingga memberikan kemudahan dalam memproses data menjadi informasi yang relevan bagi perusahaan. Salah satu implementasi dalam penerapan teknologi informasi untuk meningkatkan daya saing perusahaan adalah dibentuknya sistem untuk mengukur kinerja pegawai.

Kinerja pegawai merupakan salah satu kunci dalam mempertahankan keunggulan kompetitif suatu perusahaan dimana perlu dilakukan evaluasi secara berkala untuk meningkatkan kapasitas kompetensi dan pengetahuan pegawai [2]. *Review* kinerja pegawai perlu dilakukan secara berkala untuk menentukan performa kinerja pegawai dan memberikan solusi alternatif dalam pengembangan karir pegawai itu sendiri. Selain itu, penilaian kinerja dapat memberikan kenyamanan bagi pegawai dan kemudahan bagi perusahaan dalam menentukan *reward* dan *punishment* yang berlandaskan asas keadilan (objektifitas tinggi) [3]. Berdasarkan hal tersebut, peneliti mencoba untuk membangun sistem berbasis kinerja untuk membantu suatu perusahaan /instansi pemerintah (Biro Keuangan dan Barang Milik Negara - Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi) dalam meningkatkan kinerja pegawainya.

Permasalahan yang dihadapi instansi pemerintah tersebut adalah belum tersedianya sistem *monitoring* yang berkaitan dengan sistem penugasan. Selama ini, proses *monitoring* kinerja dilakukan secara manual (dengan catatan tertulis) sehingga rawan terjadinya kesalahan dalam penugasan serta hilangnya data jika terjadi kehilangan manuskrip kinerja tersebut. Penyimpanan digital cenderung lebih baik dibandingkan penyimpanan manual serta lebih mudah dalam proses arsip (tidak membutuhkan banyak ruang) dan transfer data [4]. Manfaat lainnya adalah sistem yang dibangun akan menjadi pengingat bagi pegawai untuk segera menyelesaikan tugas yang diberikan pimpinan. Hal ini menjadi urgensi bagi instansi pemerintah tersebut dikarenakan berdasarkan data yang dihimpun pada tahun 2018-2022 (tabel 1) dimana angka keterlambatan penyerahan penugasan pada tempat penelitian tergolong tinggi (di atas 20%).

Tabel 1. Persentase keterlambatan penugasan pada periode 2018-2022 (sumber: data diolah)

Tahun	Jumlah Penugasan		%
	Penugasan	Keterlambatan	
2018	2.000	430	22%
2019	2.200	625	28%
2020	3.000	610	20%
2021	3.000	1.100	37%
2022	3.300	900	27%

Sistem yang dibangun pada penelitian ini berdasarkan algoritma *early warning system* (EWS) dimana mampu menganalisis data historis yang digunakan sebagai dasar dalam menentukan resiko yang akan terjadi di masa yang akan datang [5]. Algoritma ini sudah di aplikasikan khususnya dalam peningkatan kinerja pegawai pada penelitian sebelumnya untuk mengambil keputusan terkait persediaan barang dagang (memudahkan *monitoring* kinerja pegawai persediaan) [6], peningkatan kinerja pustakawan [7], peningkatan *respon time* perawat [8], dan memudahkan pegawai bank dalam menekan angka *non performing financing* [9]. Hal tersebut menjadi dasar peneliti menggunakan algoritma berbasis *early warning system* untuk meningkatkan keterselesaian tugas pegawai di instansi pemerintah tersebut.

Penelitian ini tidak hanya menggunakan *early warning system* sebagai dasar membangun sistem namun juga dipadukan dengan algoritma K-Means sebagai *data clustering*. Hal ini didasari oleh penelitian sebelumnya yang menggunakan *K-Means* untuk mengelompokkan kinerja pegawai berdasarkan lima kategori [10], mengidentifikasi kinerja pegawai berdasarkan kriteria tanggung jawab [11], dan membantu mengevaluasi kinerja pegawai [12]. Kombinasi ini diharapkan dapat memperbaiki kualitas kinerja pegawai dimana *early warning system* diharapkan akan memberikan informasi se-detil mungkin dan peringatan terhadap tugas yang diberikan serta *K-Means* akan membantu untuk mengelompokkan pegawai berdasarkan kategori tertentu yang didasari oleh indeks kinerja penyelesaian tugas dalam aplikasi sistem kinerja (SIJA).

2. Tinjauan Pustaka

Penelitian ini merujuk pada riset-riset terdahulu yang menggunakan *early warning system* sebagai peringatan dini untuk menghindarkan suatu yang membawa dampak negatif. Hal ini didukung oleh penelitian [13] yang menunjukkan bahwa *early warning system* mampu menghindarkan permasalahan lingkungan dengan menggunakan *wireless sensor network* yang akan mengirimkan sinyal kepada petugas sehingga titik banjir bisa ditentukan sejak dini.

Penelitian lainnya menunjukkan bahwa EWS dapat digunakan untuk mendeteksi kebakaran lahan [14], bencana tanah longsor [15], dan prediksi banjir [16].

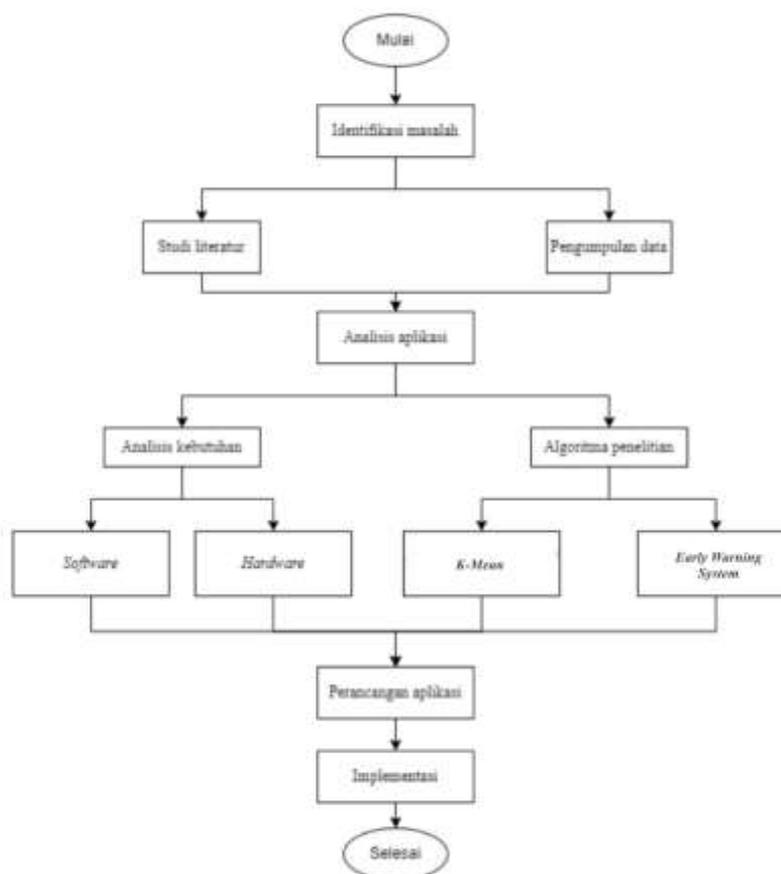
Metode EWS tidak hanya digunakan untuk mendeteksi bencana namun juga mampu digunakan untuk meningkatkan kinerja organisasi seperti mengatur kontrak kerja pegawai [17], kenaikan pangkat pegawai [18] dan mempermudah pekerjaan karyawan [19]. Pegawai merupakan sumber daya manusia utama dalam menggerakkan roda bisnis baik sebuah perusahaan swasta ataupun instansi pemerintahan. Perusahaan ataupun instansi pemerintahan perlu melakukan manajemen organisasi yang meliputi perencanaan, pengembangan, peningkatan daya saing dan kesesuaian kompetensi pegawai (terhadap pekerjaan) untuk mencapai tujuan instansi maupun pribadi (karir). Kesuksesan yang dicapai oleh perusahaan merupakan buah dari pengelolaan kepegawaian yang baik sehingga pengelolaannya perlu diawasi secara maksimal agar tujuan yang ditentukan dapat dicapai dengan baik (berhasil dalam menjalankan tugas) [20].

Perusahaan ataupun instansi pemerintahan memberikan penugasan kepada pegawai yang merupakan salah satu bentuk tanggung jawab individu ataupun kelompok untuk menghasilkan hasil yang diharapkan. Kinerja merupakan *input* dari pekerjaan yang dilakukan sehingga perlu diawasi setiap prosesnya. Konsep kinerja yang efisien dapat dicapai oleh perusahaan/instansi pemerintahan jika seluruh proses pemenuhan hak dan kewajiban pegawai dilakukan secara maksimal yang berlandaskan pada tujuan perusahaan/instansi pemerintah yang legal, tidak berlawanan dengan hukum dan tidak melawan moral atau etika yang berlaku di masyarakat [21]. Sehingga, penilaian hasil kinerja pegawai merupakan salah satu usaha dalam mengontrol hasil pekerjaan pegawai berdasarkan penugasannya. Menurut penelitian [22] menyatakan bahwa terdapat pengaruh positif antara penilaian pegawai dengan kinerja pegawai sehingga mampu menghasilkan capaian *output* yang lebih baik. Maka dari itu, penilaian kinerja harus berdasarkan pendekatan pengendalian mutu yang melibatkan beberapa aktivitas yaitu evaluasi dari kinerja aktual, lalu membandingkannya dengan sasaran yang direncanakan sebelumnya dan melakukan rencana aksi berdasarkan hasil temu dari evaluasi tersebut [23].

3. Metodologi

Penelitian ini akan menghasilkan aplikasi berbasis web dengan menggunakan pendekatan algoritma *early warning system* (EWS) untuk meningkatkan ketepatan waktu dalam penyelesaian tugas pegawai dan algoritma *K-Means* untuk memberikan penilaian terhadap kinerja pegawai tersebut. Penelitian ini dilakukan di Biro Keuangan dan Barang Miliki Negara (BMN) – Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi. Objek pada penelitian ini merupakan pegawai PNS ataupun non PNS yang terafiliasi pada instansi tersebut. Penelitian ini dilakukan selama 1 semester (6 bulan) dari bulan Maret hingga Agustus 2023. Waktu tersebut digunakan untuk merancang program/aplikasi berdasarkan data dukung yang dihimpun selama 5 tahun terakhir. Data yang diolah berasal dari penilaian kinerja sebelumnya ditambah dengan informasi mengenai identitas, jabatan, golongan dan uraian tugas. Adapun tahapan penelitian sebagai berikut (Gambar 1):

- 1) Identifikasi Masalah (Studi Literatur dan pengumpulan data)
- 2) Analisis kebutuhan aplikasi (*software* dan *hardware*)
- 3) Implementasi algoritma
- 4) Perancangan aplikasi
- 5) Implementasi dan evaluasi aplikasi



Gambar 1. Tahapan penelitian

3.1. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan tahapan yang penting dalam penelitian. Proses identifikasi masalah yang dilakukan oleh peneliti dengan pendekatan studi literatur dan pengumpulan data sekunder (hasil penilaian kinerja tahun 2018-2022). Hasil yang ditemukan dalam identifikasi masalah tersebut akan menjadi rujukan dalam perancangan sistem supaya aplikasi yang dibangun tepat sasaran dan berorientasi pada ketercapaian tujuan utamanya. Sistem yang dibangun dalam penelitian ini menggunakan pendekatan EWS dan Algoritma *K-Means*. *Early warning system* (EWS) merupakan sistem yang dibangun untuk memberikan peringatan terhadap potensi adanya masalah yang terjadi di masa yang akan datang [24]. Sistem tersebut akan memberikan peringatan berupa pesan berdasarkan kriteria ataupun *entry* yang diberikan saat perancangan sistem [25]. Sistem EWS perlu dibentuk kriteria berdasarkan pengelompokan data, salah satunya dengan metode algoritma *K-Means*. Algoritma *K-Means* merupakan sebuah sistem algoritma yang berfungsi dalam mempartisi data menjadi beberapa kelompok atau *cluster*. Data yang memiliki kriteria yang sama akan dikumpulkan menjadi satu dan tidak tercampur oleh data yang memiliki kriteria berbeda [26]. Proses ini dinamakan *clustering* yang merupakan usaha dalam memisahkan data/vector dan mengelompokkannya menjadi beberapa *cluster* [27]. Data dan informasi tersebut dapat disediakan di *website* yang merupakan kumpulan dari seluruh jenis informasi berupa teks, gambar, animasi, video dan audio [28].

Berikut adalah langkah-langkah yang termasuk dalam algoritma *K-Means*:

- 1) Tentukan jumlah cluster (k), atur pusat cluster secara acak.
- 2) Hitung jarak setiap datum ke pusat cluster
- 3) Kelompokkan data ke dalam cluster dengan jarak terpendek.
- 4) Hitung pusat cluster yang baru.

Ulangi langkah 2 (dua) sampai 4 (empat) agar tidak ada lagi data yang dipindahkan ke cluster lain. Proses clustering diawali dengan menentukan data yang akan di cluster menggunakan rumus jarak Euclidean seperti yang ditunjukkan pada rumus persamaan berikut:

$$d_{ij} = \sqrt{((X_{1i} - X_{1j})^2 + (X_{2i} - X_{2j})^2 + \dots + (X_{ki} - X_{kj})^2)}$$

Keterangan:

- $d_{i,j}$ = Jarak antara ke i ke pusat data cluster j
 X_{ki} = Data ke i pada atribut data ke k
 X_{kj} = Titik pusat ke j pada atribut ke k
 C = $(\sum m)/n$

3.2 Implementasi Algoritma

Tahapan selanjutnya dalam penelitian yaitu implementasi algoritma dalam hal ini algoritma *early warning system* dan *K-Means*. Proses ini untuk memastikan seluruh rangkaian sistem berjalan dengan baik. Analisis perhitungan secara manual juga dilakukan untuk menjadi pembandingan dalam aplikasi tersebut. Hasil analisis dijadikan acuan dalam menyusun program atau aplikasi yang akan dirancang. Adapun *coding* algoritma K-Means dituliskan sebagai berikut:

```

foreach ($users as $user) {
    $assignments = $user['assignments'];
    $total_assignment = count($assignments);
    $total_percentage = 0;
    $grade = '0';
    $gradeScore = 0.00;

    foreach ($assignments as $assignment) {
        $total_percentage += $assignment['percentage'];
    }

    if ($total_assignment) {
        $gradeScore = round($total_percentage / $total_assignment, 0);
    }

    if ($gradeScore >= 90) {
        $grade = 'A';
    } else if ($gradeScore >= 80) {
        $grade = 'B';
    } else if ($gradeScore >= 70) {
        $grade = 'C';
    } else {
        $grade = 'D';
    }

    $user['total_percentage'] = $gradeScore;
    $user['grade'] = $grade;
    $user['total_assignment'] = $total_assignment;
    $user['gender'] = $user['gender'] == 'M' ? 'laki-laki' : 'Perempuan';
}
$users = $users->toArray();

$payload_filter = [];

if ($request->input('area')) {
    $payload_filter['area'] = $request->input('area');
}

if ($request->input('gender')) {
    $payload_filter['gender'] = $request->input('gender');
}

if ($request->input('total_assignment')) {
    $payload_filter['total_assignment'] = $request->input('total_assignment');
}

if ($request->input('grade')) {
    $payload_filter['grade'] = $request->input('grade');
}

function array_multi_filter($array, $conditions) {
    $foundItems = array();

    foreach ($array as $item) {
        $found = true;

        foreach ($conditions as $key => $value) {
            // Use strpos here as it's not really the same as the value needed
            // The strpos will return null if the value does not exist
            if (!isset($item[$key]) || $item[$key] != $value) {
                $found = false;
                break;
            }
        }

        if ($found) {
            array_push($foundItems, $item);
        }
    }

    return $foundItems;
}

$users = array_multi_filter($users, $payload_filter);

<select class="custom-select" name="grade" id="">
    <option value="" selected disabled>Silal Konversi</option>
    <option value="A" [( $request{ 'grade' } == 'A' ) ? 'selected' : '']></option>
    <option value="B" [( $request{ 'grade' } == 'B' ) ? 'selected' : '']></option>
    <option value="C" [( $request{ 'grade' } == 'C' ) ? 'selected' : '']></option>
    <option value="D" [( $request{ 'grade' } == 'D' ) ? 'selected' : '']></option>
</select>

```

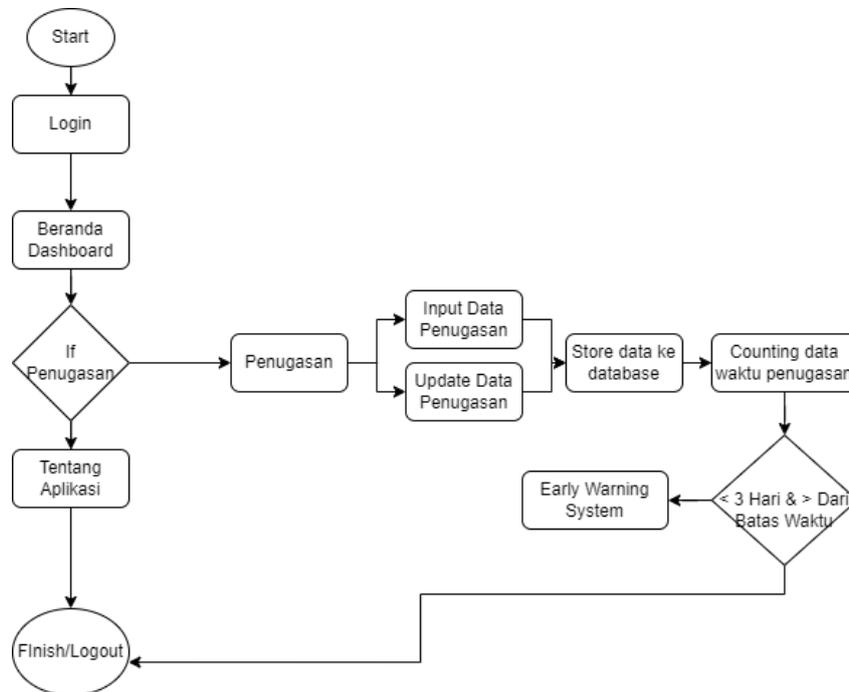
Gambar 2 Rumus algoritma pada aplikasi

3.3 Perancangan Aplikasi

Tahapan ini merupakan tahap krusial dalam penelitian. Peneliti perlu membangun *flow chart* yang akan membantu dalam proses perancangan aplikasi. Modul yang tersedia pada aplikasi sistem kinerja dapat di akses oleh admin dan pegawai. Adapun *flow chart* admin tersedia pada Gambar 2 dan *flow chart* pegawai tersedia pada Gambar 3 sebagai berikut:



Gambar 3. Flowchart modul admin



Gambar 4. Flowchart modul pegawai

Modul admin (Gambar 2) memiliki *variable input* yang meliputi jenis penugasan, batas waktu penugasan selesai, daftar checklist penugasan, pilih data pegawai akan menghasilkan nilai kinerja pegawai. Modul tersebut didukung oleh algoritma K-Means yang digunakan sebagai *data filter* berdasarkan hasil penilaian kinerja pegawai. Modul pegawai (Gambar 3) memiliki satu

variable utama yaitu penugasan dimana algoritma *early warning system* akan digunakan untuk memberikan informasi kepada pegawai terkait penugasan dan memberikan notifikasi saat waktu penyelesaian tugas sudah dekat (< 3 hari sebelum) ataupun sudah melebihi batas waktu pengumpulan.

3.4 Implementasi dan Evaluasi Aplikasi

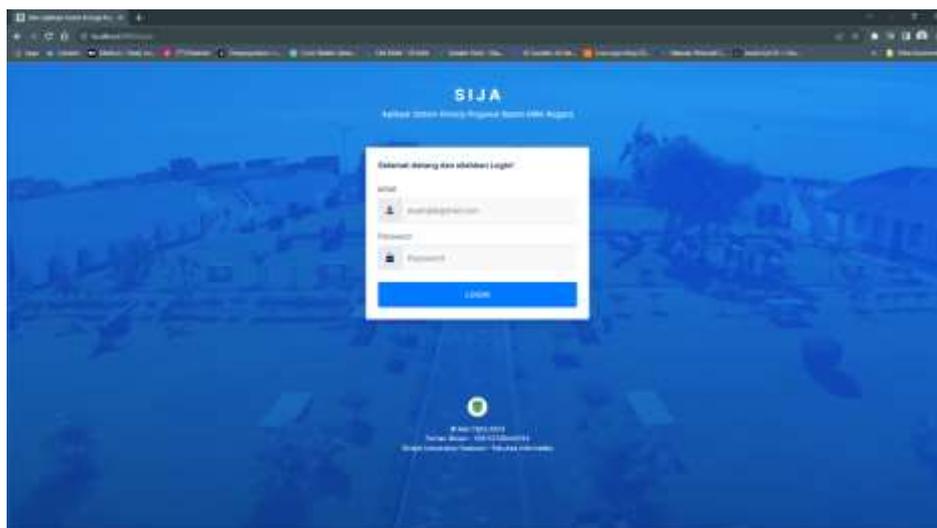
Proses terakhir dalam penelitian ini adalah implementasi dan evaluasi program. Program akan di uji coba oleh pegawai pada lingkup Biro Keuangan Kemendikbudristek serta di evaluasi jika terdapat kesalahan dalam sistem (*error* atau galat) sehingga manfaat dari aplikasi dapat dirasakan secara maksimal.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Implementasi Program

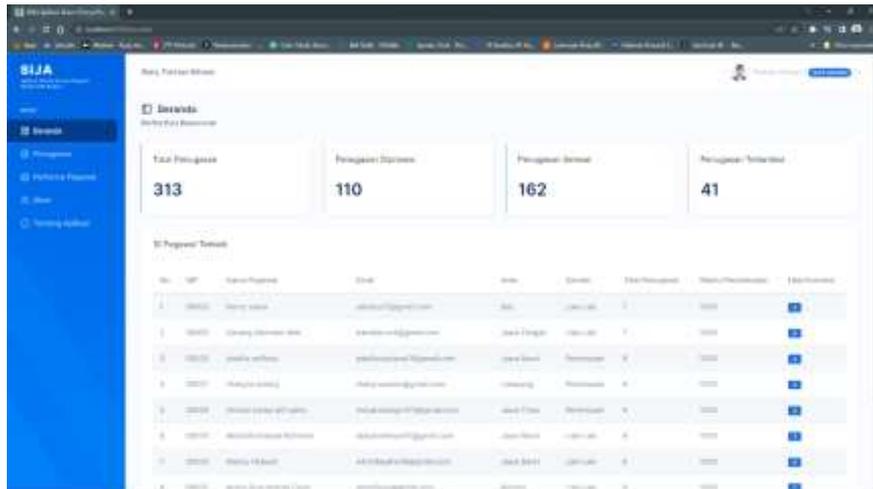
Peneliti membangun sistem dengan merancang desain *user interface* (UI) yang mudah di akses dan memberi kemudahan bagi pengguna (pegawai Biro Keuangan Kemendikbudristek). Secara garis besar, UI yang diterapkan pada penelitian ini meliputi halaman *login*, halaman beranda utama untuk modul admin dan pegawai, halaman penugasan untuk modul admin dan pegawai, halaman performa pegawai, halaman akun pegawai (bagi modul admin) dan halaman informasi aplikasi. Adapun desain UI pada aplikasi dijelaskan secara berurutan sebagai berikut:

Halaman *login* (Gambar 4) merupakan halaman pertama yang ditampilkan ketika aplikasi sistem kinerja dijalankan. Halaman *login* ini sudah disesuaikan dengan dua tipe role akses yang diinisiasi melalui sistem, yaitu akses sebagai admin (*manager*) dan user untuk akses pegawai. Semua pengguna aplikasi dapat melakukan *login* dengan *email* dan *password* yang sudah terdaftar.



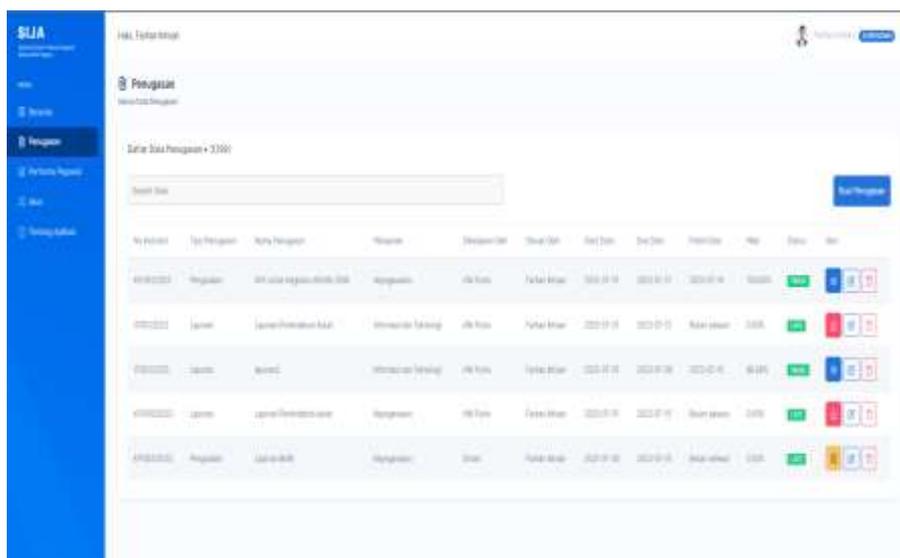
Gambar 5. Halaman *login* aplikasi

Proses *login* yang dilakukan oleh *user* (admin ataupun pegawai) akan diteruskan menuju halaman beranda (Gambar 5). Halaman beranda utama akan menampilkan jumlah total penugasan, penugasan diproses, penugasan yang diselesaikan, dan penugasan yang terlambat. Selain itu, terdapat tampilan 10 pegawai terbaik berdasarkan hasil nilai konversi tertinggi berdasarkan penilaian kinerja. Hal ini akan memberikan dua dampak langsung bagi instansi tersebut, yaitu kemudahan bagi manajemen untuk menentukan *reward* dan *punishment* bagi pegawai dan meningkatkan motivasi pegawai untuk lebih baik lagi di kemudian hari (menumbuhkan jiwa kompetitif positif bagi pegawai).

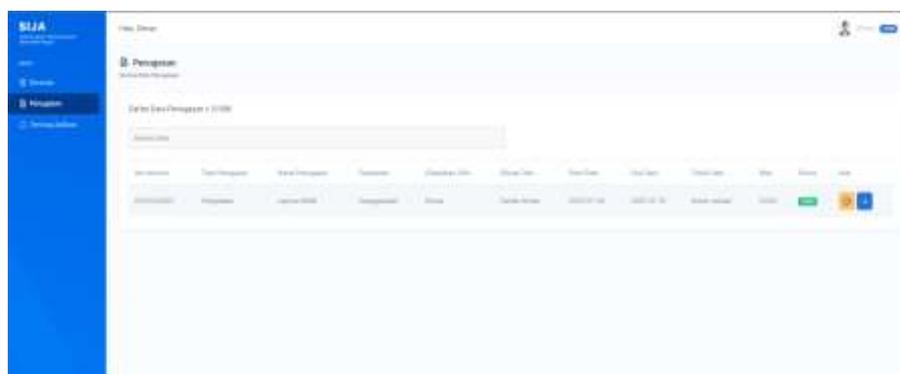


Gambar 6. Halaman Beranda Utama

Tampilan berikutnya adalah halaman daftar penugasan (Gambar 6) dan (Gambar 7). Tampilan daftar penugasan dibuat semudah dan sedetil mungkin untuk memudahkan user untuk memahami alur proses penugasan. Admin (*manager*) (Gambar 6) diperkenankan untuk membuat penugasan baru yang didasarkan pada kriteria jenis penugasan, pegawai yang ditugaskan dan waktu penyelesaian sehingga dapat diterima dengan baik oleh pegawai. Sedangkan pegawai (Gambar 7) diperkenankan untuk melakukan aksi berdasarkan penugasan yang diberikan.

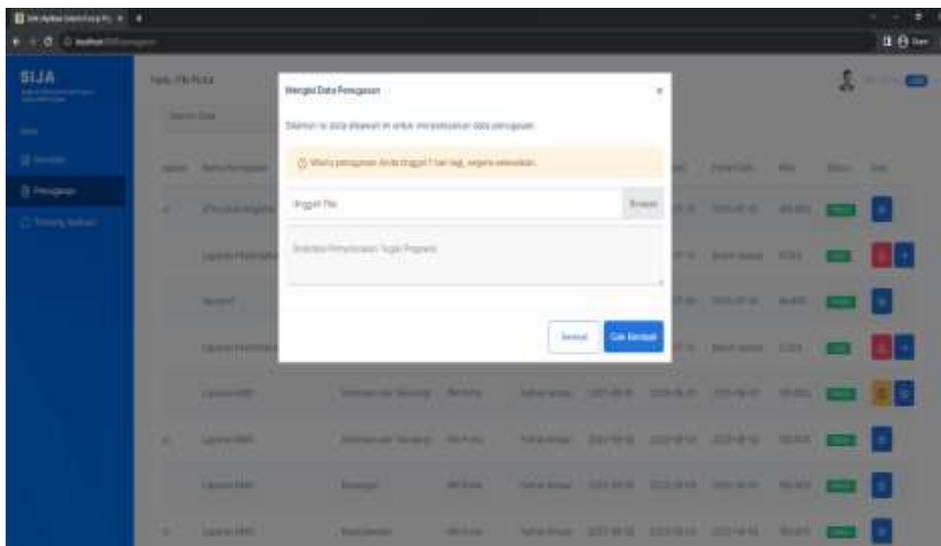


Gambar 7. Halaman penugasan (admin)



Gambar 8. Halaman penugasan (pegawai)

Algoritma *early warning system* diimplementasikan pada saat halaman penugasan. Jika penugasan sudah memasuki masa tenggat (3 hari sebelum waktu penyelesaian), maka akan muncul notifikasi berupa *message box* (Gambar 8) yang mengingatkan bahwa waktu penyelesaian tugas akan segera berakhir. Hal ini berlaku juga bagi tugas yang belum dikerjakan melebihi masa tenggat penyelesaian. Notifikasi tersebut dapat diakses kembali pada detail data penugasan.



Gambar 9. Tampilan *early warning system* pada kolom penugasan

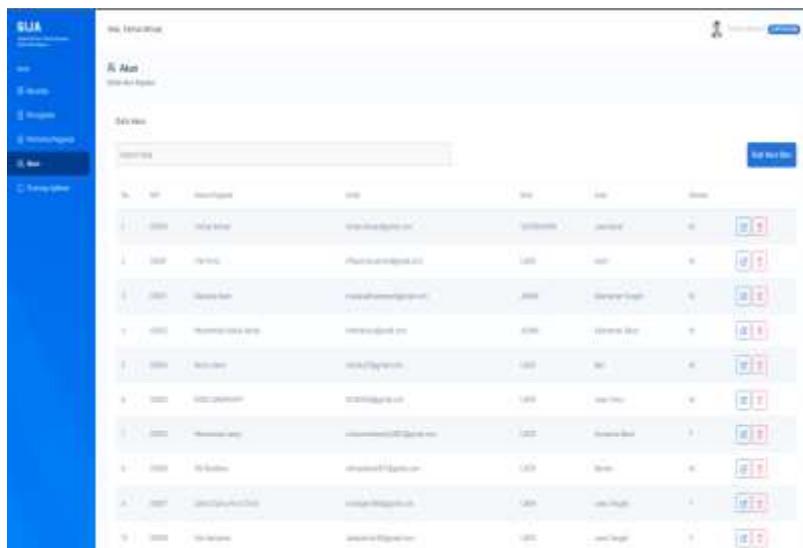
Halaman selanjutnya adalah performa pegawai (Gambar 9). Halaman tersebut merupakan daftar performa pegawai berdasarkan pengolahan data penugasan bagi setiap pegawai. Hasil data yang ditampilkan merupakan akumulasi dari data penugasan yang ada pada setiap pegawai dan diurutkan berdasarkan performa pegawai. Data dan informasi dalam *dashboard* dapat diunduh menjadi laporan sehingga menjadi rujukan bagi pimpinan dalam mengevaluasi kinerja pegawainya.

No	NIP	Nama Pegawai	Email	Jenjang	Golongan	Total Penugasan	Waktu Penugasan	Top Ranking
1	00001	Wati Prita	WatiPrita@sija.com	Wati	Wati	1000	1000	1000
2	00002	Denyong Denyong Wati	DenyongDenyong@sija.com	Wati	Wati	1000	1000	1000
3	00003	Wati Wati	WatiWati@sija.com	Wati	Wati	1000	1000	1000
4	00004	Denyong Denyong Wati	DenyongDenyong@sija.com	Wati	Wati	1000	1000	1000
5	00005	Wati Wati Wati	WatiWatiWati@sija.com	Wati	Wati	1000	1000	1000
6	00006	Wati Wati Wati	WatiWatiWati@sija.com	Wati	Wati	1000	1000	1000
7	00007	Wati Wati Wati	WatiWatiWati@sija.com	Wati	Wati	1000	1000	1000

Gambar 10. Halaman performa pegawai

Tampilan berikutnya pada sistem adalah halaman akun (Gambar 10) dan halaman informasi aplikasi (Gambar 11). Halaman akun digunakan untuk menambahkan, menghapus, memperbarui dan mengubah data dan informasi akun. Tampilan tersebut hanya terdapat pada modul admin (*manager*) yang memungkinkan untuk memberikan kewenangan akses bagi admin

untuk mengelola pegawai. Selanjutnya halaman informasi aplikasi hanya berupa informasi mengenai aplikasi dan hak cipta program.



Gambar 11. Halaman akun (modul admin)



Gambar 12. Halaman informasi aplikasi

4.2 Pengujian Aplikasi

Pengujian algoritma *K-Means* berdasarkan 5 variabel yaitu area, gender, total penugasan, waktu penyelesaian, dan nilai konversi. Proses pengujian menggunakan data kinerja untuk mengetahui hasil klusterisasi berjalan dengan baik. Berdasarkan hasil tersebut, didapatkan informasi sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil konversi nilai pegawai

No	Nilai Konversi	Jumlah	Cluster
1	A	44	1
2	B	4	2
3	C	2	3
4	D	1	4

Berdasarkan tabel 2 diketahui bahwa mayoritas pegawai sudah memenuhi kriteria yang ditetapkan oleh Biro Keuangan Kemendikbudristek. Nilai konversi dengan kategori A akan

ditandai sebagai kluster 1 dan seterusnya. Hasil konversi tersebut disaring menggunakan *source code* sebagai berikut:

```

foreach ($users as $user) {
    $assignments = $user['assignments'];
    $total_assignment = count($assignments);
    $total_percentage = 0;
    $grade = 'D';
    $gradeScore = 0.00;

    foreach ($assignments as $assignment) {
        $total_percentage += $assignment['percentage'];
    }
    if ($total_assignment) {
        $gradeScore = round($total_percentage / $total_assignment, 0);
    }

    if ($gradeScore >= 90) {
        $grade = 'A';
    } else if ($gradeScore >= 80) {
        $grade = 'B';
    } else if ($gradeScore >= 70) {
        $grade = 'C';
    } else {
        $grade = 'D';
    }

    $user['total_percentage'] = $gradeScore;
    $user['grade'] = $grade;
    $user['total_assignment'] = $total_assignment;
    $user['gender'] = $user['gender'] == '0' ? 'Laki-Laki' : 'Perempuan';
}
$users = $users->toArray();

$ajax_load_filter = [];
if ($request->input('area')) {
    $ajax_load_filter['area'] = $request->input('area');
}
if ($request->input('gender')) {
    $ajax_load_filter['gender'] = $request->input('gender');
}
if ($request->input('total_assignment')) {
    $ajax_load_filter['total_assignment'] = $request->input('total_assignment');
}
if ($request->input('grade')) {
    $ajax_load_filter['grade'] = $request->input('grade');
}

function array_multi_filter($array, $condition)
{
    $foundItems = array();
    foreach ($array as $item) {
        $find = true;
        foreach ($condition as $key => $value) {
            if ($key == 'total_assignment') {
                // Cari item yang nilainya sama dengan value condition
                // Jika tidak, akan menjadi nilai 0 dan tidak akan muncul
                if (!isset($item[$key]) || $item[$key] != $value) {
                    $find = false;
                }
            }
        }
        if ($find) {
            array_push($foundItems, $item);
        }
    }
    return $foundItems;
}

$users = array_multi_filter($users, $ajax_load_filter);

<select class="custom-select" name="grade" id="">
    <option value="" selected disabled>Nilai Konversi</option>
    <option value="A" {{ ($request('grade') == 'A') ? 'selected' : '' }}>A</option>
    <option value="B" {{ ($request('grade') == 'B') ? 'selected' : '' }}>B</option>
    <option value="C" {{ ($request('grade') == 'C') ? 'selected' : '' }}>C</option>
    <option value="D" {{ ($request('grade') == 'D') ? 'selected' : '' }}>D</option>
</select>

```

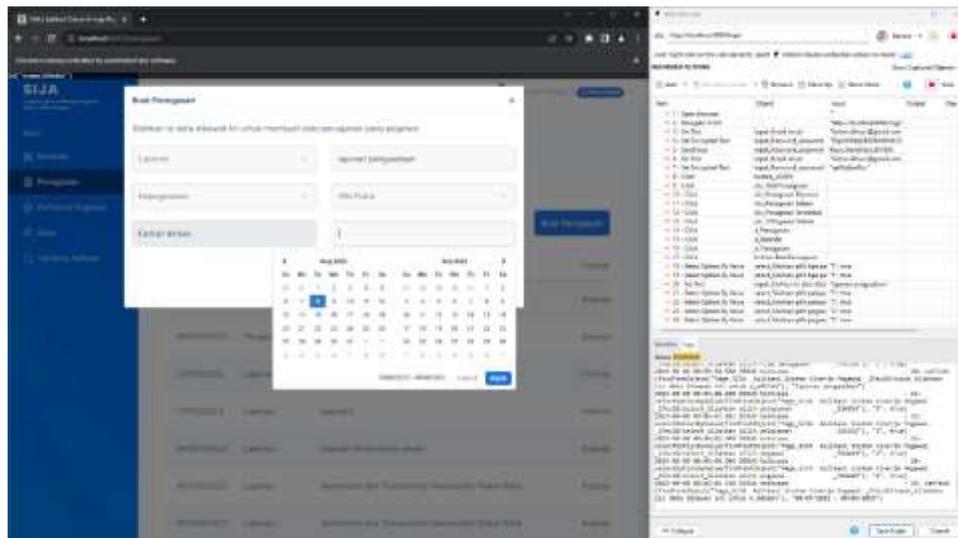
Gambar 13. *Source code* untuk filter data nilai konversi

Penerapan algoritma *K-Means* akan memudahkan *manager* untuk mengetahui pegawai mana saja yang memiliki kinerja sangat baik (A), baik (B), cukup (C) dan tidak baik (D). Ketika manajer memilih pegawai dengan kategori A, sistem akan merespon dengan memindai dan menampilkan pegawai dengan kategori A (Gambar 13). Hal ini akan memberikan keleluasan bagi manajer untuk mengevaluasi kinerja pegawai sehingga mampu membuat kebijakan konkrit terkait kepegawaian yang diharapkan mampu meningkatkan kinerja pegawai tersebut.

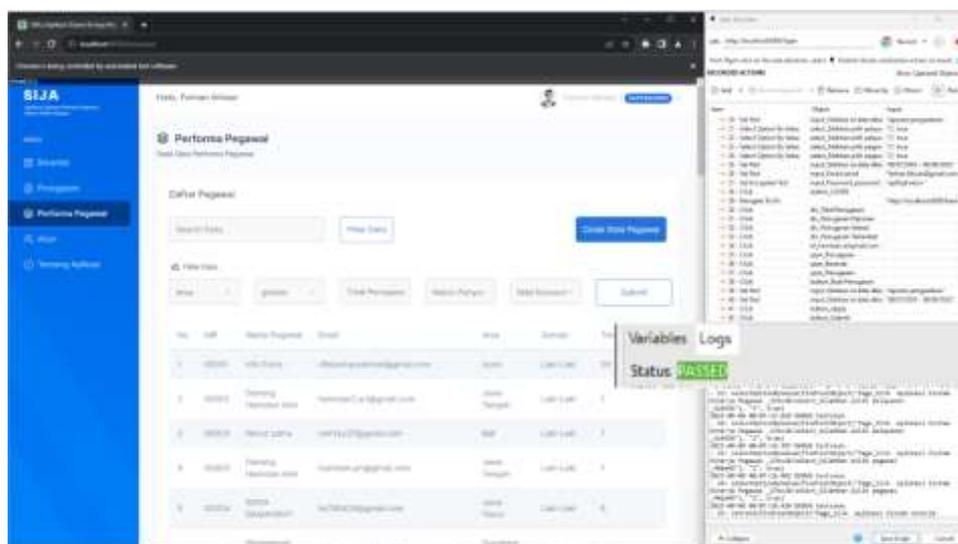
ID	NIP	Nama Pegawai	Email	Area	Gender	Total Perizinan	Status Perizinan	Aksi
1	00001	Elwang Lantornah Albi	elwang.lantornah@sija.com	Area Target	Laki-Laki	1	A	[Aksi]
2	00002	Wahid Jember	wahid.jember@sija.com	Area	Laki-Laki	1	B	[Aksi]
3	00003	Elwang Lantornah Albi	elwang.lantornah@sija.com	Area Target	Laki-Laki	1	C	[Aksi]
4	00004	SIJA (Admin/HR)	sija@sija.com	Area HR	Laki-Laki	0	D	[Aksi]
5	00005	Manajemen SIJA	manajemen@sija.com	Manajemen & Baku	Perempuan	0	D	[Aksi]
6	00006	SIJAWEB	sijaweb@sija.com	Manajemen & Baku	Laki-Laki	0	D	[Aksi]
7	00007	Area Target/Manajemen	area.target@sija.com	Area Target	Perempuan	0	D	[Aksi]

Gambar 14. Tampilan hasil dari *filter data* nilai konversi "A"

Pengujian aplikasi ini menggunakan aplikasi katalon studio. Aplikasi katalon studio akan bekerja dengan merekam setiap proses yang dilakukan pada aplikasi sehingga dapat melihat apakah aplikasi berjalan dengan baik atau tidak. Proses perekaman ini ditandai dengan informasi *running* (Gambar 14) dan akan memunculkan notifikasi *failed* atau *passed* setelah proses *running* selesai. Berdasarkan hasil uji katalon studio, aplikasi SIJA ini telah mendapatkan predikat "*passed*" (Gambar 15) yang berarti tidak ditemukan *error* pada aplikasi atau aplikasi berjalan dengan baik.



Gambar 15. Proses *running* pada aplikasi katalon studio



Gambar 16. Predikat "*passed*" pada aplikasi

Pengujian fungsionalitas dan pengujian pengguna (user) memegang peran penting dalam mengevaluasi sejauh mana fitur-fitur fungsional yang diidentifikasi dalam fase analisis kebutuhan telah dipenuhi. Salah satu metode pengujian yang umum digunakan untuk menguji fungsionalitas tanpa memerhatikan struktur internal sistem adalah Blackbox testing. Pada pengujian fungsionalitas dengan pendekatan Blackbox, fokus utama adalah pada input dan output yang diberikan oleh sistem, tanpa memperhatikan bagaimana proses internal bekerja.

Dalam konteks ini, tim pengujian akan merancang serangkaian skenario pengujian yang mencakup berbagai situasi dan kasus penggunaan yang mungkin terjadi. Mereka akan memberikan input ke sistem dan mengamati output yang dihasilkan untuk memastikan bahwa respons sistem sesuai dengan yang diharapkan sesuai dengan spesifikasi analisis kebutuhan. Jika ada penyimpangan atau ketidaksesuaian, maka hal ini dianggap sebagai indikasi bahwa fitur fungsional mungkin tidak berjalan sesuai dengan yang diinginkan.

Pada saat yang sama, pengujian pengguna juga dapat dilakukan menggunakan Blackbox testing untuk mengevaluasi sejauh mana antarmuka pengguna dan pengalaman pengguna dapat memenuhi harapan. Tim pengujian akan memberikan skenario kepada pengguna dan mengamati bagaimana mereka berinteraksi dengan sistem, mencari tahu apakah navigasi mudah dipahami, apakah elemen antarmuka dapat diakses dengan cepat, dan sejauh mana aplikasi memberikan kesan yang memuaskan.

Dengan menggunakan Blackbox testing dalam pengujian fungsionalitas dan pengujian pengguna, perusahaan pengembang perangkat lunak dapat mendapatkan pemahaman yang komprehensif tentang sejauh mana fitur-fitur fungsional telah diimplementasikan sesuai dengan kebutuhan dan sejauh mana pengalaman pengguna memenuhi ekspektasi. Hasil dari pengujian ini memberikan dasar yang kuat untuk perbaikan dan pembaruan selanjutnya guna meningkatkan kualitas dan kinerja aplikasi.

4.3 Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian dengan katalon studio diketahui bahwa aplikasi berjalan dengan baik sehingga siap diaplikasikan dalam membantu meningkatkan kinerja pegawai. Pegawai Biro Keuangan Kemendikbud akan mengetahui status kinerjanya (baik atau buruk) karena disematkannya fitur notifikasi yang membantu pegawai untuk mengetahui status penugasan, disposisi pimpinan dan capaian yang sudah dilakukan. Jika status kinerjanya buruk, maka pegawai akan mendapatkan simulasi strategi untuk memperbaiki kinerjanya. Namun demikian, dengan adanya *early warning system* pada sistem akan meningkatkan kesadaran diri pegawai untuk menjaga performa kinerjanya pada level tertinggi.

Aplikasi ini mampu menjawab permasalahan berupa kurang rapuhnya proses arsip dokumen (*hard copy*) yang dimana dokumen (*soft copy*) tersimpan dengan baik di dalam *server*. Ruang penyimpanan ini akan mengumpulkan data historis pegawai dari tahun ke tahun. Data historis tersebut dapat dijadikan referensi bagi ketua tim kerja dalam menentukan jenis pekerjaan, beban pekerjaan dan keterampilan pegawai berdasarkan data historis yang tersimpan dalam *server*. Hal ini akan menciptakan efektifitas dalam bekerja sehingga target output organisasi dapat dicapai dengan baik dan seluruh pegawai akan berkontribusi penuh berdasarkan kompetensi dan keterampilan yang dimiliki.

Keefektifitasan kinerja pegawai yang baik akan mendukung terciptanya *good governance* dalam lingkup organisasi. Pimpinan akan lebih leluasa dalam memberikan *reward* yang sesuai bagi pegawai berkinerja baik dan *punishment* bagi pegawai berkinerja buruk. Selain itu, adanya fitur *clustering* pada aplikasi akan membantu pimpinan dalam menentukan stimulasi apa yang akan diberikan bagi masing-masing pegawai. Berdasarkan pendekatan psikologis, adanya penilaian kinerja *based on performance* akan menciptakan kepuasan bagi pegawai. Pegawai akan menjadi lebih bergairah dalam bekerja karena kinerjanya di apresiasi dengan baik oleh organisasi sehingga terciptanya kompetisi yang sehat.

5. Simpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah algoritma *early warning system* yang diterapkan memberikan pengaruh positif terhadap ketepatan penyampaian tugas pegawai Biro Keuangan Kemendikbudristek karena adanya notifikasi yang membantu untuk mengingatkan pegawai agar segera menyelesaikan tugas yang diberikan. Selanjutnya, penerapan algoritma *K-Means* juga membantu proses khususnya dalam menentukan kebijakan apa yang akan dibuat oleh manajer/pimpinan Biro Keuangan Kemendikbudristek berdasarkan klusterisasi yang sudah ditetapkan. Saran pada penelitian ini adalah *outcome* aplikasi tersebut perlu di uji kembali pada penelitian berikutnya agar kebermanfaatan aplikasi dapat berkelanjutan dan memenuhi semua aspek yang dibutuhkan organisasi

Daftar Referensi

- [1] S. Sharofoviya Olimov, "Information Technology in Education," JARSP, [Online]. Available: <http://innosci.org/> [Diakses 24 April 2023]
- [2] I. Ahmed, I. Sultana, S. K. Paul, and A. Azeem, "Employee performance evaluation: A fuzzy approach," *International Journal of Productivity and Performance Management*, vol. 62, no. 7, pp. 718-734, 2013, doi: 10.1108/IJPPM-01-2013-0013.
- [3] J. Purwanto and S. Hartono, "Employee Performance Review Of Competence, Motivation, And Work Discipline At PT INDAH LOGISTIC SOLO BRANCH," *International Journal of Economics, Business and Accounting Research (IJEBAR)*, vol. 6, no. 2, pp. 618-625, 2022, doi: 10.29040/ijebar.v6i2.5779.
- [4] W. Setiawan, "Era Digital dan Tantangannya," *Seminar Nasional Pendidikan*, 2017.
- [5] J. E. Raffaghelli, M. E. Rodríguez, A. E. Guerrero-Roldán, and D. Bañeres, "Applying the UTAUT model to explain the students' acceptance of an early warning system in Higher

- Education,” *Comput Educ*, vol. 182, no. 5, pp. 1-14, 2022, doi: 10.1016/j.compedu.2022.104468.
- [6] R. Rizal, Perancangan Early Warning System Untuk Mendukung Sistem Persediaan Barang Dagang,” *Prosiding SISFOTEK*, vol. 2, no. 1, pp. 166-174, 2018.
- [7] A. Saputra, “Pemanfaatan Early Warning System (EWS) Untuk Meningkatkan Disiplin Pemustaka dalam Meminjam Koleksi Perpustakaan (Studi Kasus: UPT Perpustakaan Universitas Andalas),” *Media Pustakawan*, vol. 26, no. 1, pp. 41-48, 2019.
- [8] N. M. Budiari, I. M. D. P. Susila, and G. A. B. Arisudhana, “Pengaruh Edukasi Early Warning System (EWS) Terhadap Respon Time Perawat Di IGD Brsud Kabupaten Tabanan,” *Jurnal Ilmiah PANNMED (Pharmacist, Analyst, Nurse, Nutrition, Midwifery, Environment, Dentist)*, vol. 16, no. 2, pp. 352-357, 2021, doi: 10.36911/pannmed.v16i2.1117.
- [9] N. Febriyanti, “Implementasi Early Warning System (Ews) Dalam Menekan Tingkat Non Performing Financing (NPF) Di Perbankan Syariah,” *ASY SYAR’IYYAH: JURNAL ILMU SYARIAH DAN PERBANKAN ISLAM*, vol. 5, no. 2, pp. 124-154, 2020, doi: 10.32923/asy.v5i2.1445.
- [10] A. Yudhistira, A. A. Aldino, and D. Darwis, “Analisis Klasterisasi Penilaian Kinerja Pegawai Menggunakan Metode Fuzzy C-Means (Studi Kasus : Pengadilan Tinggi Agama bandar lampung),” *Jurnal Ilmiah Edutic : Pendidikan dan Informatika*, vol. 9, no. 1, pp. 77-82, 2022, doi: 10.21107/edutic.v9i1.17134.
- [11] H. N. Hadi and W. F. Mahmudy, “Penilaian Prestasi Kinerja Pegawai Menggunakan Fuzzy Tsukamoto,” *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 1, pp. 41-48, 2015, doi: 10.25126/jtiik.201521129.
- [12] M. Ahmed, R. Seraj, and S. M. S. Islam, “The k-means algorithm: A comprehensive survey and performance evaluation,” *Electronics (Switzerland)*, vol. 9, no. 8, p. 1295 2020. doi: 10.3390/electronics9081295.
- [13] B. H. Nugroho, Jusak, and P. Susanto, “Rancang Bangun Prototipe Aplikasi Wireless Sensor Network Untuk Peringatan Dini Terhadap Banjir,” *Journal of Control and Network Systems*, 2013.
- [14] N. Araminta and A. Wag yana, “Pengembangan Aplikasi Android Pada Sistem Pendeteksi Dini Kebakaran Lahan,” *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, vol. 23, no. 2, pp. 134-150, 2021, doi: 10.24912/tesla.v23i2.13225.
- [15] B. Fiqi, I. Turyana, and E. W. Santoso, “Sistem Informasi Bencana Tanah Longsor (Si-Benar) Berbasis Web Untuk Wilayah Desa Cililin, Kecamatan Cililin, Kabupaten Bandung Barat,” *Jurnal Alami : Jurnal Teknologi Reduksi Risiko Bencana*, vol. 2, no. 2, pp. 131-138, 2018, doi: 10.29122/alami.v2i2.3102.
- [16] M. Ary and A. Bsi Bandung, “Aplikasi Prediksi Banjir Dengan Algoritma Spade,” *IJCIT (Indonesian Journal on Computer and Information Technology)*, vol. 2, no. 1, pp. 11-16, 2017.
- [17] R. F. Rasyid, F. Pradana, and B. Priyambadha, “Pengembangan Sistem Peringatan Dini Masa Kontrak Kerja Karyawan dengan Menerapkan Pendekatan Kolaboratif Athena pada Elisitasi Kebutuhan (Studi Kasus PT. Surya Optima Nusa Raya),” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (J-PTI IK)*, vol. 1, no. 11, pp. 1178-1187, 2017.
- [18] Zarnelly and Rusmitasari, “Sistem Peringatan Dini Kenaikan Pangkat Dan Kenaikan Gaji Berkala Pegawai Negeri Dinas Tanaman Pangan Dan Hortikultura,” *Jurnal Ilmiah Rekayasa dan Manajemen Sistem Informasi*, vol. 1, no. 1, pp. 67-72, 2017.
- [19] S. Syamsu, “Sistem Peringatan Dini Berbasis SMS Gateway Pada Kantor Imigrasi Kelas II Pare-Pare Sulawesi Selatan,” *Inspiration : Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 7, no. 1, pp. 86-91, 2017, doi: 10.35585/inspir.v7i1.2440.
- [20] S. Adha, D. Wandu, and Y. Susanto, “Pengaruh Kepuasan Kerja terhadap Kinerja Pegawai pada Dinas Perindustrian, Perdagangan dan ESDM Kabupaten Pandeglang,” *Jurnal Ekonomi Vokasi*, vol. 2, no. 1, pp. 61-72, 2019.
- [21] D. Sopian and W. Suwartika, “Pengaruh Sistem Informasi Akuntansi Dan Sistem Pengendalian Internal Terhadap Kinerja Karyawan,” *JSMA (Jurnal Sains Manajemen dan Akuntansi)*, vol. 11, no. 2, pp. 40-53, 2019, doi: 10.37151/jsma.v11i2.5.
- [22] I. H. Rani and M. Mayasari, “Pengaruh Penilaian Kinerja Terhadap Kinerja Karyawan Dengan Motivasi Sebagai Variabel Moderasi,” *Penilaian Kinerja*, vol. 3, no. 2, pp. 263-270, 2016, doi: S0168-3659(05)00367-6 [pii] 10.1016/j.jconrel.2005.08.005.

-
- [23] J. Jamaludin, S. Rahayu, S. Sulistiani, H. Prasetyo, and G. Ishak, *Manajemem Mutu Teori dan Aplikasi pada Lembaga Pendidikan*, vol. 1, no. 2, pp. 1-3, 2020.
- [24] Y. Sha, M. Li, H. Xu, S. Zhang, and T. Feng, "Smart City Public Safety Intelligent Early Warning and Detection," *Sci Program*, vol. 2022, no. 1, pp. 1-11, 2022, doi: 10.1155/2022/7552601.
- [25] N. Liu, Y. Bouzembrak, L. M. van den Bulk, A. Gavai, L. J. van den Heuvel, and H. J. P. Marvin, "Automated food safety early warning system in the dairy supply chain using machine learning," *Food Control*, vol. 136, no. 1, pp. 1-11, 2022, doi: 10.1016/j.foodcont.2022.108872.
- [26] F. Farahdinna, I. Nurdiansyah, A. Suryani, and A. Wibowo, "Perbandingan Algoritma K-Means Dan K-Medoids Dalam Klasterisasi Produk Asuransi Perusahaan Nasional," *Jurnal Ilmiah FIFO*, vol. 11, no. 2, pp. 208-214, 2019, doi: 10.22441/fifo.2019.v11i2.010.
- [27] Y. Lase and E. Panggabean, "Implementasi Metode K-Means Clustering Dalam Sistem Pemilihan Jurusan Di SMK Swasta Harapan Baru," *Jurnal Teknologi dan Ilmu Komputer Prima (JUTIKOMP)*, vol. 2, no. 2, pp. 375-379, 2019, doi: 10.34012/jutikomp.v2i2.723.
- [28] C. A. Prawastiyo and I. Hermawan, "Pengembangan Front-End Website Perpustakaan Politeknik Negeri Jakarta dengan menggunakan Metode User Centered Design," *Jurnal Teknologi Terpadu*, vol. 6, no. 2, pp. 89-95, 2020, doi: 10.54914/jtt.v6i2.280.