

Implementasi Metode WASPAS pada SPK Berbasis Python dalam Pemilihan Karyawan Berprestasi pada LPD Desa Adat Penatih

I Wayan Brata ^{a1}, Kadek Oky Sanjaya ^{a2}, Ida Ayu Utari Dewi ^{a3}

^aProgram Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi dan Sains,
Universitas Hindu Indonesia, Indonesia

e-mail: ¹ wynbrata67@gmail.com, ² kadekoki@unhi.ac.id, ³ utaridewi@unhi.ac.id

Abstrak

Penilaian kinerja karyawan merupakan aspek penting dalam SDM yang harus mampu menyeimbangkan hasil kinerja dengan kemampuan dan pengalaman karyawan, meninjau hasil kerja, memahami kecenderungan perilaku, dan menyeimbangkan target kerja dengan tujuan bisnis. Untuk efektivitas pengambilan keputusan yang sering kali berhadapan dengan banyaknya kriteria dan pilihan karyawan berprestasi, maka digunakan bantuan SPK dalam penentuan karyawan berprestasi di LPD Desa Adat Penatih. Penelitian ini menggunakan metode WASPAS. Penelitian ini menggunakan 8 kriteria yaitu kualitas dan kuantitas kerja, efektivitas kinerja, kepemimpinan, disiplin, komunikasi, kerjasama, absensi serta kekurangan target. Penelitian ini menggunakan 10 karyawan sebagai alternatif pilihan. Hasil dari penelitian ini adalah perhitungan manual menggunakan metode WASPAS untuk pemberian rekomendasi karyawan berprestasi untuk LPD Desa Adat Penatih, perhitungan akurasi dan hasil penerapan menggunakan python. Berdasarkan 8 kriteria yang telah disediakan, pembobotan terbesar padaa kriteria kualitas kerja yang mencapai 18,25%. Karyawan berprestasi yang direkomendasikan berprestasi adalah IGK Suryantara yang mendapatkan nilai sebesar 0,95236. Akurasi mencapai 100% pada rekomendasi 3 teratas, dan menjadi 80% pada rekomendasi 4,5, dan 6 teratas. Penerapan menggunakan pyhton telah berhasil dilaksanakan dengan baik. Secara menyeluruh, penelitian ini telah berhasil dilaksanakan dengan baik.

Kata kunci: SPK, WASPAS, Karyawan, LPD, Python.

Abstract

Employee performance appraisal is an important aspect in human resource management that must be able to balance performance outcomes with employees' abilities and experiences, review work results, understand behavioral tendencies, and align work targets with business objectives. To enhance decision-making effectiveness, which often involves multiple criteria and choices for high-performing employees, a Decision Support System (DSS) is employed to determine the high-performing employees at the LPD Desa Adat Penatih. This research utilizes the WASPAS method. Eight criteria are employed in this study, namely work quality and quantity, performance effectiveness, leadership, discipline, communication, teamwork, attendance, and target deficiencies. Ten employees are considered as alternative choices. The research findings include manual calculations using the WASPAS method for recommending high-performing employees at the LPD Desa Adat Penatih and accuracy calculations and application results using Python. Based on the provided eight criteria, the highest weighting is assigned to work quality, which reaches 18.25%. The recommended high-performing employee is IGK Suryantara, who achieved a score of 0.95236. The accuracy reaches 100% for the top three recommendations and decreases to 80% for the fourth, fifth, and sixth recommendations. The Python implementation has been successfully executed. Overall, this research has been conducted successfully.

Keywords : DSS, WASPAS, Employee, LPD, Python.

1. Pendahuluan

Sumber daya manusia (SDM) memiliki peran penting dalam sebuah perusahaan karena mereka mendorong pertumbuhan dan perkembangan karyawan, sambil juga mengawasi manajemen SDM. Mereka memiliki peran yang signifikan dalam menciptakan kesadaran di antara para karyawan tentang apa yang seharusnya atau tidak seharusnya mereka lakukan [1]. Evaluasi kinerja karyawan merupakan aspek penting dalam manajemen sumber daya manusia yang dapat memberikan dampak positif bagi perusahaan, dan memberikan penghargaan kepada karyawan yang berkontribusi positif terhadap organisasi merupakan salah satu cara terbaik untuk meningkatkan budaya secara keseluruhan [2]. Bagian SDM menghadapi proses yang rumit dan membingungkan dalam memilih karyawan berkinerja tinggi, terutama ketika menghadapi tenaga kerja yang banyak. SDM perlu menemukan keseimbangan antara hasil kinerja dengan kemampuan dan pengalaman yang dimiliki oleh karyawan. Mereka seharusnya meninjau contoh kerja, menyoroti kelebihan mereka, dan mengelola kelemahan yang teridentifikasi. Selain itu, mereka harus berusaha memahami kecenderungan perilaku mereka agar dapat menciptakan lingkungan yang sesuai dengan kepribadian mereka. Terakhir, tetapi tidak kalah pentingnya, SDM harus menyeimbangkan semua faktor ini dengan kebutuhan bisnis.

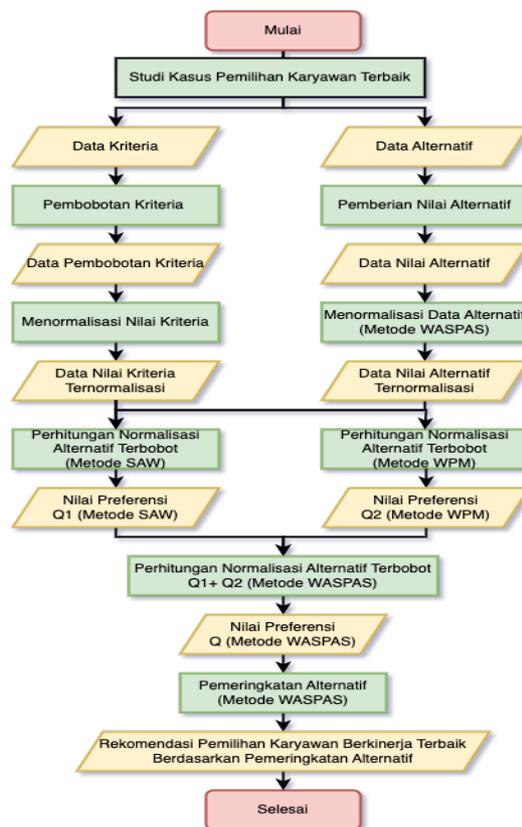
Kondisi ini juga dihadapi pada Lembaga Perkreditan Desa (LPD) Desa Adat Penatih. LPD Desa Adat Penatih, Kecamatan Denpasar Timur, yang tepatnya terletak di jalan Trenggana, merupakan salah satu Lembaga Perkreditan Desa di Bali yang sudah menjalankan kegiatannya sejak Tahun 1991 tepatnya tanggal 21 September [3]. Bagian SDM di LPD Desa Adat Penatih merupakan sektor yang selalu penuh dengan tantangan. Untuk mengelola karyawan yang ada dengan efektif dan menciptakan lingkungan yang memungkinkan pertumbuhan mereka, perusahaan perlu memberi prioritas pada pentingnya menetapkan faktor dan kriteria dalam menentukan karyawan berprestasi. Terdapat berbagai faktor kunci yang perlu dinilai, seperti kualitas pekerjaan, kualitas personal, pengetahuan dan keterampilan, serta faktor eksternal [4]. Menentukan pilihan yang tepat untuk memilih karyawan berprestasi di LPD Desa Adat Penatih melibatkan pertimbangan terhadap beberapa kriteria. Menggunakan rekomendasi yang dihasilkan oleh Sistem Pendukung Keputusan (SPK) dapat membantu efisiensi dan efektivitas pengambilan keputusan. Pendekatan ini memastikan bahwa para pengambil keputusan tidak hanya mengandalkan nilai maksimum dari kandidat alternatif tanpa mempertimbangkan faktor penilaian yang telah ditentukan sebelumnya. SPK merupakan sistem yang efektif dalam membantu pengambilan keputusan kompleks dengan menerapkan aturan-aturan pengambilan keputusan, model analisis, basis data yang komprehensif, dan pengetahuan dari para pengambil keputusan itu sendiri [5].

Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah tersebut, salah satunya adalah metode *Weighted Aggregated Sum Product Assesment* (WASPAS). WASPAS adalah metode yang dapat mengurangi kesalahan-kesalahan atau mengoptimalkan dalam penaksiran untuk pemililahan nilai tertinggi dan terendah [6]. Metode WASPAS dapat mengurangi kesalahan-kesalahan atau mengoptimalkan dalam penaksiran untuk pemilihan nilai tertinggi dan terendah [7]. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan penjabaran mengenai perhitungan manual, penerapan bahasa pemrograman python dan hasil pengujian mengenai SPK pemilihan karyawan berprestasi pada LPD Desa Adat Penatih menggunakan metode WASPAS. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perhitungan manual, penerapan bahasa pemrograman python dan hasil pengujian pada sistem pendukung keputusan pemilihan karyawan berprestasi pada LPD Desa Adat Penatih menggunakan metode WASPAS. Setelah penelitian ini dilakukan, hasilnya dapat digunakan sebagai panduan oleh pengambil keputusan untuk memperluas penggunaannya dan meningkatkan layanan LPD. Hal ini akan membantu LPD mendapatkan penilaian karyawan berprestasi yang berkualitas dan sesuai dengan kualifikasi yang dibutuhkan.

2. Metodologi Penelitian

Prosedur penelitian yang digunakan dalam penelitian ini mengikuti langkah-langkah model CRISP-DM [8]. Masalah yang terkait dengan data seperti data mining dan SPK dapat diatasi dengan menggunakan metode CRISP-DM yang dirancang untuk menganalisis masalah bisnis dan situasi yang sedang terjadi, mentransformasi data yang relevan, dan menghasilkan model yang dapat mengevaluasi efektivitas serta mendokumentasikan hasil yang diperoleh. Tahapan CRISP-DM dalam penelitian ini mencakup pemahaman bisnis, pemahaman data, persiapan data, pemodelan, evaluasi, dan penyebaran.

Tahap pemahaman bisnis digunakan untuk menentukan tujuan bisnis, menganalisis situasi bisnis, dan menetapkan tujuan dari Sistem Pendukung Keputusan (SPK). Tahap ini melibatkan pemahaman yang komprehensif berdasarkan analisis dari observasi, wawancara, dan dokumen-dokumen pendukung yang sesuai dengan tujuan dan hasil penelitian. Dalam penelitian ini, dimulai dengan pemahaman mendalam dalam sebuah studi kasus yang melibatkan pemilihan karyawan berprestasi, kemudian dilanjutkan dengan pemilihan metode SPK, dan diakhiri dengan pengujian akurasi. Dalam menentukan karyawan berprestasi, proses dimulai dengan menganalisis permasalahan yang timbul di bidang tersebut, menetapkan tujuan penelitian, dan merumuskan langkah-langkah yang akan dilakukan untuk mencapai tujuan tersebut. Berbagai alternatif pengembangan untuk pemilihan karyawan berprestasi diidentifikasi dan dipetakan. Perhitungan dan peringkat kemudian dilakukan pada semua alternatif yang ditawarkan, sehingga memungkinkan pemilihan karyawan dengan nilai tertinggi sebagai kandidat terbaik. Tahap pemahaman data melibatkan pengumpulan data, analisis data, dan evaluasi kualitas data yang digunakan dalam penelitian. Untuk menggunakan metode Weighted Aggregated Sum Product Assessment (WASPAS) dengan efektif, penting untuk memperoleh kriteria dan data alternatif yang relevan. Terdapat 8 kriteria yang mencakup kualitas dan kuantitas kerja (K1), efektivitas kinerja (K2), kepemimpinan (K3), disiplin (K4), komunikasi (K5), kerja sama (K6), absensi (K7) serta kekurangan target (K8).



Gambar 1. Pemodelan Penelitian Penelitian SPK Pemilihan Karyawan Berprestasi pada LPD Desa Adat Penatih Menggunakan Metode WASPAS

Tahap persiapan data meliputi pemilihan data yang digunakan dan data yang dikeluarkan untuk dimasukkan dalam perhitungan SPK. Pada tahap ini, dilakukan pencarian data kriteria dan data alternatif. Pencarian data kriteria dan alternatif akan menghasilkan sejumlah data nilai kriteria dan alternatif yang digunakan dalam penelitian. Pada tahap sebelumnya telah didapatkan berbagai data untuk dapat digunakan pada pemodelan. Data nilai alternatif akan dilakukan proses normalisasi dan menghasilkan data nilai normalisasi alternatif. Data pembobotan kriteria dan data normalisasi alternatif dilakukan perhitungan untuk dilakukan perhitungan nilai normalisasi alternatif terbobot dan menghasilkan nilai preferensi. Dari nilai preferensi menggunakan metode

WASPAS akan dilakukan pengurutan data sesuai dengan masing-masing karakteristik metode untuk mendapatkan data pemeringkatan alternatif.

Perhitungan dapat dilakukan menggunakan lembar kerja (*spreadsheet*) dan juga akan diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman Python. Mengingat penelitian dalam bidang ilmu data sebagaimana yang disebutkan dalam pernyataan masalah, studi ini tidak melibatkan kebutuhan akan persyaratan perangkat lunak seperti DFD (*Data Flow Diagram*), ERD (*Entity Relationship Diagram*), atau desain antarmuka pengguna. Bahasa pemrograman Python menggunakan pemrograman berbasis teks, dengan masukan data menggunakan ekstensi .xlsx atau .csv dan menghasilkan visualisasi data dalam bentuk rekomendasi untuk pemilihan karyawan yang berkinerja tinggi di LPD Desa Adat Penatih. Pada fase evaluasi, pengujian dilakukan berdasarkan nilai preferensi dan peringkat dalam perhitungan menggunakan metode WASPAS. Pada tahap ini, analisis keakuratan dilakukan menggunakan matriks kebingungan (*confusion matrix*). Uji keakuratan bertujuan untuk menentukan akurasi implementasi Python dibandingkan dengan implementasi pada lembar kerja (*spreadsheet*) dan hasil lapangan yang sebenarnya.

3. Kajian Pustaka

3.1. LPD Desa Adat Penatih

LPD Desa Adat Penatih didirikan berdasarkan Surat Keputusan Gubernur Nomor: 588 Tahun 1991 tanggal 3 September 1991. Lembaga ini mulai beroperasi pada bulan Oktober 1991 dan diresmikan oleh Bapak Bupati Badung pada bulan November 1991. LPD Desa Adat Penatih adalah sebuah lembaga keuangan yang dimiliki oleh Desa Adat Penatih. Lembaga ini mendapat dukungan dari 4 Banjar Adat yang memiliki total 310 kepala keluarga dalam krama adat, yaitu terbagi di Banjar Adat Paang Kaja (104 kepala keluarga), Banjar Adat Paang Kelod (113 kepala keluarga), Banjar Adat Semaga (62 kepala keluarga), dan Banjar Adat Laplap Arya (31 kepala keluarga). Desa Adat Penatih terletak di wilayah Kelurahan Penatih, Kecamatan Denpasar Timur, Kota Denpasar. Hingga saat ini, LPD Desa Adat Penatih memiliki 11 orang pengurus dan karyawan, terdiri dari 3 orang pengurus (Kepala, Tata Usaha, dan Bendahara) dan 12 orang karyawan.

3.2. Pemilihan Karyawan Berprestasi

Sumber daya manusia atau tenaga kerja adalah aset yang sangat berharga bagi organisasi atau perusahaan, dan manajemen sumber daya manusia harus menjadi prioritas utama. Tujuan dari manajemen sumber daya manusia adalah untuk efektif dan efisien mengoptimalkan penggunaan tenaga kerja di dalam organisasi guna mencapai berbagai tujuan [9]. Aktivitas manajemen sumber daya manusia meliputi usaha dalam merekrut dan mempertahankan karyawan yang berkualitas dan efektif untuk organisasi atau perusahaan [10]. Seleksi karyawan yang berprestasi merupakan salah satu kegiatan penting dalam manajemen sumber daya manusia. Karyawan merupakan sumber daya manusia yang membantu organisasi atau perusahaan, dan pemilihan karyawan yang berprestasi dilakukan untuk menilai kualitas dan kemampuan kerja mereka [11]. Proses pemilihan karyawan berprestasi dilakukan dengan mengukur prestasi kerja karyawan, biasanya melalui tim penilai yang terdiri dari manajer, kepala bagian, atau orang yang ditunjuk oleh perusahaan. Ada beberapa sistem penilaian prestasi karyawan yang berprestasi, seperti penetapan peringkat, perbandingan antar individu, penggolongan mutu, dan skala grafik [12].

3.3. Sistem Pendukung Keputusan

Sistem pendukung keputusan (SPK) adalah sebuah sistem komputer yang interaktif, dirancang untuk membantu pengambil keputusan dalam menyelesaikan masalah yang tidak terstruktur dan semi terstruktur dengan memanfaatkan data dan model [13]–[15]. SPK merupakan sistem yang berbasis model, yang terdiri dari prosedur-prosedur dalam pemrosesan data dan pertimbangan, yang bertujuan membantu manajer dalam mengambil keputusan [16]–[18]. Dalam kata lain, SPK adalah sistem komputer yang mengubah data menjadi informasi yang berguna dalam pengambilan keputusan terkait dengan masalah yang spesifik. Komponen utama SPK meliputi pengelolaan data, pengelolaan model, komunikasi (sub sistem dialog), dan pengelolaan pengetahuan [19], [20]. Salah satu fitur penting dari SPK adalah kemampuannya untuk digunakan secara fleksibel dan mengatasi masalah-masalah yang tak terduga. Selain itu,

SPK juga mampu memberikan representasi yang akurat dari situasi dunia nyata, mendukung pengambilan keputusan dalam waktu yang terbatas, dan dapat beradaptasi dengan perubahan pemahaman pengambil keputusan terhadap masalah yang dihadapi.

3.4. Weighted Aggregates Sum Product Assessment (WASPAS)

Pada tahun 2012, Zavadskas, Turskis, Antucheviciene, dan Zakarevicius memperkenalkan Metode Penilaian Weighted Aggregates Sum Product Assessment (WASPAS) [21]–[23]. Metode ini merupakan kombinasi dari *Weighted Sum Model* (WSM) dan *Weighted Product Model* (WPM) [24], [25]. Dengan demikian, pentingnya setiap atribut ditentukan secara relatif, lalu alternatif dievaluasi dan diprioritaskan. Metode ini digunakan dalam pemilihan pribadi, analisis proses pemesinan, dan pemilihan material. Fitur utama dari metode WASPAS adalah dianggap sebagai metode kompensasi, atribut-atributnya independen, dan atribut kualitatif dapat diubah menjadi atribut kuantitatif [26].

3.5. Python

Python adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi dan interpretatif yang dibuat oleh Guido van Rossum pada tahun 1989. Python memiliki sintaks yang mudah dipahami dan banyak digunakan untuk aplikasi web, pembelajaran mesin, analisis data, dan banyak lagi. Python juga menyediakan berbagai *library* dan *framework* yang memudahkan *developer* untuk membuat aplikasi. Fungsi dari Python adalah pembuatan skrip (*scripting*), pembuatan aplikasi *desktop* dan *web*, pembelajaran mesin dan analisis data, interaksi dengan database dan integrasi dengan aplikasi lain [27], [28]. Anaconda adalah sebuah platform yang dirancang untuk memperkuat aset, kerja sama, dan peluncuran proyek-proyek ilmiah. Anaconda Navigator adalah antarmuka pengguna grafis (*Graphical User Interface* GUI) yang memungkinkan pengguna untuk menjalankan aplikasi dan mengelola paket-paket untuk menggunakan pustaka dalam kode program yang diperlukan untuk pembelajaran data. Di dalam Anaconda Navigator, terdapat beberapa aplikasi, salah satunya adalah Jupyter. Jupyter merupakan sebuah perangkat lunak yang bebas untuk digunakan dan terhubung ke layanan interaktif dalam berbagai bahasa pemrograman. JupyterLab merupakan sebuah lingkungan pengembangan interaktif yang berbasis web untuk kode program, data, dan catatan jupyter. JupyterLab memiliki kemampuan yang fleksibel dalam mendukung alur kerja dalam bidang sains data, komputasi ilmiah, dan pembelajaran mesin.

3.6. Confusion Matrix

Confusion Matrix adalah suatu teknik evaluasi yang menggunakan tabel matrix [29], [30]. Dataset terdiri dari dua kelas, yaitu kelas positif dan kelas negatif. Dalam evaluasi menggunakan *confusion matrix*, nilai *accuracy*, *precision*, dan *recall* dihasilkan [31]. Akurasi merupakan persentase jumlah data yang diklasifikasikan dengan benar oleh algoritma setelah dilakukan pengujian terhadap hasil klasifikasi tersebut [32]. Presisi atau *confidence*, merupakan proporsi dari jumlah kasus yang diprediksi positif yang benar-benar positif dalam data aktual. Sedangkan *recall* atau *sensitivity*, merupakan proporsi jumlah kasus positif yang benar-benar positif yang diprediksi positif dengan benar.

3.7. CRISP-DM

CRISP-DM sebagai *de facto* standar untuk pengembangan proyek *data mining* dan *knowledge discovery* karena paling banyak digunakan dalam pengembangan *data mining* dan SPK [33]. Model referensi CRISP-DM untuk *data mining* dan SPK dapat memberikan gambaran umum dari siklus hidup proyek data sains, seperti *data mining* dan SPK [17], [34], [35]. Ini berisi fase proyek, tugas masing-masing, dan hasilnya. CRISP-DM dipecah menjadi enam fase, yaitu pemahaman bisnis, pemahaman data, persiapan data, pemodelan, evaluasi dan penyebarluasan [36]–[38].

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Penerapan Metode WASPAS

Perhitungan dengan metode WASPAS, dimulai dari pembuatan matriks keputusan, memberi nilai alternatif, memberi nilai pembobotan, melakukan normalisasi matriks keputusan, mencari nilai normalisasi alternatif terbobot, mencari nilai preferensi dan melakukan pemeringkatan alternatif. Nilai alternatif didapatkan berdasarkan pengisian nilai oleh HRD

berdasarkan kriteria dan sub kriteria yang telah ditentukan sebelumnya. Nilai pembobotan kriteria didapatkan dari 3 orang stakeholders, yaitu jajaran pimpinan LPD Desa Adat Penatih. Nilai Alternatif yang digunakan pada SPK dapat dilihat pada Tabel 1. Nilai Pembobotan Kriteria oleh Ketiga Narasumber Beserta *Geometric Mean* dan Rasio Normalisasinya ditampilkan pada Tabel 2. Rasio Pembobotan Kriteria Berdasarkan *Geometric Mean* Ternormalisasi ditampilkan pada Gambar 2.

Tabel 1. Nilai Alternatif yang digunakan pada SPK

No	Kode Alternatif	Alternatif	Kriteria							
			K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
1	Pgw 01	IGK Suryantara	12	18	21	25	16	12	6	5%
2	Pgw 02	IM Mudra	12	16	20	23	16	12	13	9%
3	Pgw 03	IM Renca	12	17	18	24	16	12	12	9%
4	Pgw 04	IM Sudarma	13	16	18	23	14	10	14	8%
5	Pgw 05	IPEW Putra	13	17	23	23	14	12	14	7%
6	Pgw 06	IW Suryantara	12	18	22	21	14	10	9	11%
7	Pgw 07	NGA Narni	14	18	22	27	15	12	17	10%
8	Pgw 08	NKDP Dewi	12	17	19	25	15	12	11	12%
9	Pgw 09	NM Superniwati	12	17	21	24	15	12	11	15%
10	Pgw 10	NWED Shanti	12	17	18	24	15	10	9	13%

Tabel 2. Nilai Pembobotan Kriteria oleh Ketiga Narasumber Beserta *Geometric Mean* dan Rasio Normalisasinya

No	Narasumber	Kriteria								Jumlah
		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	
1	Pengurus 01	95	85	65	75	50	70	35	20	495
2	Pengurus 02	70	70	50	55	50	40	25	30	390
3	Pengurus 03	90	90	65	50	60	70	50	50	525
	<i>Geometric Mean</i>	84,27	81,21	59,56	59,08	53,13	58,09	35,24	31,07	461,65
	Rasio Normalisasi Pembobotan (%)	18,3%	17,6%	12,9%	12,8%	11,5%	12,6%	7,6%	6,7%	100%



Gambar 2. Rasio Pembobotan Kriteria

Dengan mengacu pada informasi alternatif tersebut, kita bisa melakukan normalisasi pada alternatifnya menggunakan metode WASPAS. Metode normalisasi WASPAS dalam situasi manfaat dilakukan dengan membagi nilai kriteria dengan nilai maksimum kriteria dalam kolom yang bersangkutan. Kriteria yang bernilai benefit adalah kualitas dan kuantitas kerja (K1), efektivitas kinerja (K2), kepemimpinan (K3), disiplin (K4), komunikasi (K5), dan kerja sama (K6). Contoh normalisasi pada alternatif Pgw 01, ditampilkan pada perhitungan sebagai berikut:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max_i (x_{ij})}$$

$$r_{11} = \frac{12}{14} = 0,8571;$$

$$r_{12} = \frac{18}{18} = 1,0000;$$

$$r_{13} = \frac{21}{23} = 0,9130;$$

$$r_{14} = \frac{25}{27} = 0,9259;$$

$$r_{15} = \frac{16}{16} = 1,0000;$$

$$r_{16} = \frac{12}{12} = 1,0000$$

Normalisasi metode WASPAS pada kondisi *cost*, dilakukan dengan cara membagi nilai minimum kriteria pada kolomnya dengan nilai kriterianya. Kriteria yang bernilai *cost* adalah absensi (K7) dan kekurangan target (K8). Contoh normalisasi pada alternatif Pgw 01, ditampilkan pada perhitungan sebagai berikut:

$$r_{ij} = \frac{\min_i (x_{ij})}{x_{ij}}$$

$$r_{17} = \frac{6}{6} = 1,0000; \quad r_{18} = \frac{5\%}{5\%} = 1,0000$$

Untuk alternatif selanjutnya menggunakan formula yang sama sehingga menghasilkan nilai normalisasi alternatif yang ditampilkan pada tabel 3.

Tabel 4. Data Normalisasi Alternatif

No	Kode Alternatif	Kriteria							
		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
1	Pgw 01	0,8571	1,0000	0,9130	0,9259	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
2	Pgw 02	0,8571	0,8889	0,8696	0,8519	1,0000	1,0000	0,4615	0,5556
3	Pgw 03	0,8571	0,9444	0,7826	0,8889	1,0000	1,0000	0,5000	0,5556
4	Pgw 04	0,9286	0,8889	0,7826	0,8519	0,8750	0,8333	0,4286	0,6250
5	Pgw 05	0,9286	0,9444	1,0000	0,8519	0,8750	1,0000	0,4286	0,7143
6	Pgw 06	0,8571	1,0000	0,9565	0,7778	0,8750	0,8333	0,6667	0,4545
7	Pgw 07	1,0000	1,0000	0,9565	1,0000	0,9375	1,0000	0,3529	0,5000
8	Pgw 08	0,8571	0,9444	0,8261	0,9259	0,9375	1,0000	0,5455	0,4167
9	Pgw 09	0,8571	0,9444	0,9130	0,8889	0,9375	1,0000	0,5455	0,3333
10	Pgw 10	0,8571	0,9444	0,7826	0,8889	0,9375	0,8333	0,6667	0,3846

Setelah mendapatkan nilai normalisasi alternatif, dilanjutkan dengan perhitungan kepentingan aditif relatif, dengan cara menjumlahkan seluruh normalisasi alternatif terbobot, dimana alternatif terbobotnya merupakan perkalian antara nilai alternatif ternormalisasi dengan nilai bobot ternormalisasi. Contoh perhitungan kepentingan aditif relatif menggunakan metode WASPAS pada alternatif 1, ditampilkan pada perhitungan sebagai berikut.

$$Q_i^{(1)} = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij}$$

$$Q_1^{(1)} = \sum \left[\begin{array}{l} (0,183 \times 0,8571); (0,176 \times 1,0000); (0,129 \times 0,9130); \\ (0,128 \times 0,9259); (0,115 \times 1,0000); (0,126 \times 1,0000); \\ (0,076 \times 1,0000); (0,067 \times 1,0000) \end{array} \right]$$

$$Q_1^{(1)} = 0,1565 + 0,1759 + 0,1178 + 0,1185 + 0,1151 + 0,1258 + 0,0763 + 0,0673$$

$$Q_1^{(1)} = 0,9532$$

Selanjutnya menghitung kepentingan multiplikatif relatif, dengan cara mengalikan seluruh normalisasi alternatif terbobot, dimana alternatif terbobotnya merupakan perpangkatan antara nilai alternatif ternormalisasi dengan nilai bobot ternormalisasi. Contoh perhitungan kepentingan multiplikatif relatif menggunakan metode WASPAS pada alternatif 1, ditampilkan pada perhitungan sebagai berikut.

$$Q_i^{(2)} = \prod_{j=1}^n r_{ij}^{w_j}$$

$$Q_1^{(2)} = \prod \left[\begin{array}{l} (0,8571^{0,183}); (1,0000^{0,176}); (0,9130^{0,129}); (0,9259^{0,128}); \\ (1,0000^{0,115}); (1,0000^{0,126}); (1,0000^{0,076}); (1,0000^{0,067}) \end{array} \right]$$

$$Q_1^{(2)} = 0,9723 \times 1,0000 \times 0,9883 \times 0,9902 \times 1,0000 \times 1,0000 \times 1,0000 \times 1,0000$$

$$Q_1^{(2)} = 0,9515$$

Setelah mendapatkan nilai kepentingan aditif relatif dan nilai kepentingan multiplikatif relatif, dilanjutkan dengan perhitungan nilai preferensi. Contoh perhitungan kepentingan multiplikatif relatif menggunakan metode WASPAS pada alternatif 1, ditampilkan pada perhitungan sebagai berikut.

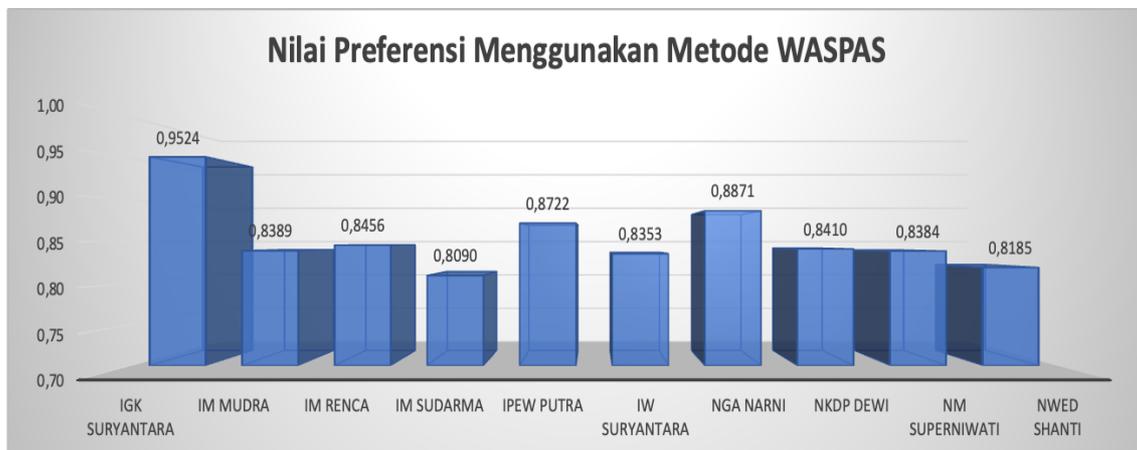
$$Q_i = \frac{1}{2}(Q_i^{(1)} + Q_i^{(2)})$$

$$Q_1 = \frac{1}{2}(0,9532 + 0,9515) = 0,9524$$

Untuk alternatif selanjutnya menggunakan formula yang sama sehingga menghasilkan nilai preferensi dan perangkingan yang ditampilkan pada Tabel 4, dan grafik nilai preferensi ditampilkan pada Gambar 3.

Tabel 4 Nilai Preferensi dan Perangkingan Menggunakan WASPAS

No	Kode Alternatif	Alternatif	NKAR	NKMR	NP	Peringkat
1	Pgw 01	IGK Suryantara	0,9532	0,9515	0,9524	Peringkat ke-1/ 10
2	Pgw 02	IM Mudra	0,8476	0,8303	0,8389	Peringkat ke-6 / 10
3	Pgw 03	IM Renca	0,8538	0,8375	0,8456	Peringkat ke-4 / 10
4	Pgw 04	IM Sudarma	0,8162	0,8017	0,8090	Peringkat ke-10 / 10
5	Pgw 05	IPEW Putra	0,8810	0,8635	0,8722	Peringkat ke-3 / 10
6	Pgw 06	IW Suryantara	0,8424	0,8283	0,8353	Peringkat ke-8 / 10
7	Pgw 07	NGA Narni	0,9042	0,8700	0,8871	Peringkat ke-2 / 10
8	Pgw 08	NKDP Dewi	0,8511	0,8308	0,8410	Peringkat ke-5 / 10
9	Pgw 09	NM Superniwati	0,8520	0,8248	0,8384	Peringkat ke-7 / 10
11	Pgw 10	NWED Shanti	0,8269	0,8102	0,8185	Peringkat ke-9 / 10



Gambar 3. Grafik Nilai Preferensi Menggunakan WASPAS

4.2. Hasil Penerapan Menggunakan Python

SPK pemilihan karyawan berprestasi pada LPD Desa Adat Penatih menggunakan metode WASPAS, yang sebelumnya telah diterapkan pada perhitungan manual dan spreadsheet juga diterapkan pada bahasa pemrograman python. Tahapan yang dilakukan penerapan pada Python adalah import library, memasukkan data excel (.xls / .xlsx) dan menampilkan data kriteria dan alternatif, normalisasi bobot kriteria, menampilkan pie chart untuk bobot kriteria ternormalisasi, normalisasi nilai alternatif dan menampilkan data, melakukan perhitungan normalisasi alternatif terbobot dan menampilkan data, melakukan perhitungan nilai preferensi dan menampilkan data, pemeringkatan hasil rekomendasi dan menampilkan data, hingga penerapan terakhir pada bagian menampilkan nilai preferensi dalam bar chart. Penerapan yang dilakukan menggunakan software Anaconda Navigator versi 2.1.4, dan Jupyter Lab versi 3.2.1. Berikut adalah beberapa tampilan pada Python terkait penerapan metode WASPAS.

Tabel 1. Data Kriteria

Kode_Kriteria	Nama_Kriteria	Atribut_Kriteria	Bobot_Pengurus A	Bobot_Pengurus B	Bobot_Pengurus C	
0	C1	Kualitas Kerja	Benefit	95	70	90
1	C2	Efektivitas Kerja	Benefit	85	70	90
2	C3	Kepemimpinan	Benefit	65	50	65
3	C4	Disiplin	Benefit	75	55	50
4	C5	Komunikasi	Benefit	50	50	60
5	C6	Kerja Sama	Benefit	70	40	70
6	C7	Absensi	Cost	35	25	50
7	C8	Kekurangan Target	Cost	20	30	50

Gambar 4. Hasil *Execute Coding Python* untuk *Import data spreadsheet* untuk Nilai Kriteria

Tabel 2. Data Alternatif

Kode_Alternatif	Nama_Alternatif	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	
0	Pgw 01	IGK Suryantara	12	18	21	25	16	12	6	0.05
1	Pgw 02	IM Mudra	12	16	20	23	16	12	13	0.09
2	Pgw 03	IM Renca	12	17	18	24	16	12	12	0.09
3	Pgw 04	IM Sudarma	13	16	18	23	14	10	14	0.08
4	Pgw 05	IPEW Putra	13	17	23	23	14	12	14	0.07
5	Pgw 06	IW Suryantara	12	18	22	21	14	10	9	0.11
6	Pgw 07	NGA Narni	14	18	22	27	15	12	17	0.10
7	Pgw 08	NKDP Dewi	12	17	19	25	15	12	11	0.12
8	Pgw 09	NM Superniwati	12	17	21	24	15	12	11	0.15
9	Pgw 10	NWED Shanti	12	17	18	24	15	10	9	0.13

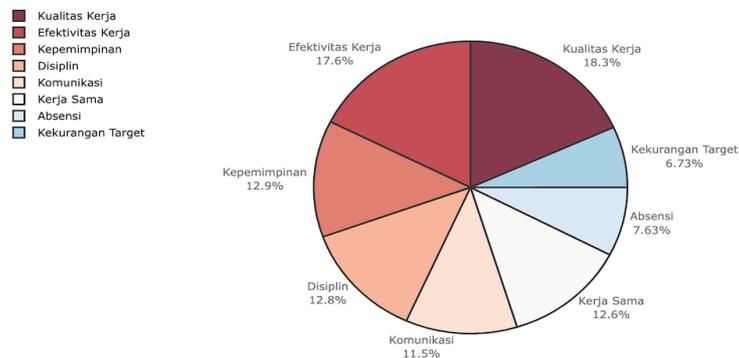
Gambar 5. Hasil *Execute Coding Python* untuk *Import data spreadsheet* untuk Alternatif

Tabel 3. Data Normalisasi Alternatif

Kode_Kriteria	Nama_Kriteria	Atribut_Kriteria	Bobot_Pengurus A	Bobot_Pengurus B	Bobot_Pengurus C	Geo_Mean	Bobot_Final	
0	C1	Kualitas Kerja	Benefit	95	70	90	84.27292	0.18255
1	C2	Efektivitas Kerja	Benefit	85	70	90	81.20570	0.17590
2	C3	Kepemimpinan	Benefit	65	50	65	59.55692	0.12901
3	C4	Disiplin	Benefit	75	55	50	59.08329	0.12798
4	C5	Komunikasi	Benefit	50	50	60	53.13293	0.11509
5	C6	Kerja Sama	Benefit	70	40	70	58.08786	0.12583
6	C7	Absensi	Cost	35	25	50	35.23649	0.07633
7	C8	Kekurangan Target	Cost	20	30	50	31.07233	0.06731

Gambar 6. Hasil *Execute Coding Python* untuk Normalisasi Bobot Kriteria

Gambar 1. Grafik Pembobotan Kriteria Ternormalisasi



Gambar 7. Hasil *Execute Coding Python* untuk Menampilkan *Pie chart* Bobot Kriteria Ternormalisasi

Tabel 4. Tabel Normalisasi Data Alternatif

Kode_Alternatif	Nama_Alternatif	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	
0	Pgw 01	IGK Suryantara	0.85714	1.00000	0.91304	0.92593	1.0000	1.00000	1.00000	1.00000
1	Pgw 02	IM Mudra	0.85714	0.88889	0.86957	0.85185	1.0000	1.00000	0.46154	0.55556
2	Pgw 03	IM Renca	0.85714	0.94444	0.78261	0.88889	1.0000	1.00000	0.50000	0.55556
3	Pgw 04	IM Sudarma	0.92857	0.88889	0.78261	0.85185	0.8750	0.83333	0.42857	0.62500
4	Pgw 05	IPEW Putra	0.92857	0.94444	1.00000	0.85185	0.8750	1.00000	0.42857	0.71429
5	Pgw 06	IW Suryantara	0.85714	1.00000	0.95652	0.77778	0.8750	0.83333	0.66667	0.45455
6	Pgw 07	NGA Narni	1.00000	1.00000	0.95652	1.00000	0.9375	1.00000	0.35294	0.50000
7	Pgw 08	NKDP Dewi	0.85714	0.94444	0.82609	0.92593	0.9375	1.00000	0.54545	0.41667
8	Pgw 09	NM Superniwati	0.85714	0.94444	0.91304	0.88889	0.9375	1.00000	0.54545	0.33333
9	Pgw 10	NWED Shanti	0.85714	0.94444	0.78261	0.88889	0.9375	0.83333	0.66667	0.38462

Gambar 8. Hasil *Excecute Coding* Python untuk Perhitungan Normalisasi Data Alternatif

Tabel 5. Tabel Normalisasi Data Alternatif Terbobot – Additive Relative Importance (Q1)

Kode_Alternatif	Nama_Alternatif	C1	C2	C3	...	C5	C6	C7	C8	ARI_Q1	
0	Pgw 01	IGK Suryantara	0.15647	0.17590	0.11779	...	0.11509	0.12583	0.07633	0.06731	0.95322
1	Pgw 02	IM Mudra	0.15647	0.15636	0.11218	...	0.11509	0.12583	0.03523	0.03739	0.84758
2	Pgw 03	IM Renca	0.15647	0.16613	0.10096	...	0.11509	0.12583	0.03816	0.03739	0.85381
3	Pgw 04	IM Sudarma	0.16951	0.15636	0.10096	...	0.10071	0.10486	0.03271	0.04207	0.81620
4	Pgw 05	IPEW Putra	0.16951	0.16613	0.12901	...	0.10071	0.12583	0.03271	0.04808	0.88099
5	Pgw 06	IW Suryantara	0.15647	0.17590	0.12340	...	0.10071	0.10486	0.05089	0.03059	0.84236
6	Pgw 07	NGA Narni	0.18255	0.17590	0.12340	...	0.10790	0.12583	0.02694	0.03365	0.90416
7	Pgw 08	NKDP Dewi	0.15647	0.16613	0.10657	...	0.10790	0.12583	0.04163	0.02804	0.85108
8	Pgw 09	NM Superniwati	0.15647	0.16613	0.11779	...	0.10790	0.12583	0.04163	0.02244	0.85195
9	Pgw 10	NWED Shanti	0.15647	0.16613	0.10096	...	0.10790	0.10486	0.05089	0.02589	0.82686

Gambar 9. Hasil *Excecute Coding* Python untuk Perhitungan Normalisasi Alternatif Terbobot pada Nilai Kepentingan Aditif Relatif (Q1)

Tabel 6. Tabel Normalisasi Data Alternatif Terbobot– Multiplicative Relative Importance (Q2)

Kode_Alternatif	Nama_Alternatif	C1	C2	C3	...	C5	C6	C7	C8	AML_Q2	
0	Pgw 01	IGK Suryantara	0.97225	1.00000	0.98833	...	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	0.95149
1	Pgw 02	IM Mudra	0.97225	0.97949	0.98213	...	1.00000	1.00000	0.94269	0.96121	0.83028
2	Pgw 03	IM Renca	0.97225	0.99000	0.96887	...	1.00000	1.00000	0.94847	0.96121	0.83748
3	Pgw 04	IM Sudarma	0.98656	0.97949	0.96887	...	0.98475	0.97732	0.93737	0.96886	0.80171
4	Pgw 05	IPEW Putra	0.98656	0.99000	1.00000	...	0.98475	1.00000	0.93737	0.97761	0.86347
5	Pgw 06	IW Suryantara	0.97225	1.00000	0.99428	...	0.98475	0.97732	0.96953	0.94831	0.82831
6	Pgw 07	NGA Narni	1.00000	1.00000	0.99428	...	0.99260	1.00000	0.92359	0.95442	0.86996
7	Pgw 08	NKDP Dewi	0.97225	0.99000	0.97565	...	0.99260	1.00000	0.95479	0.94278	0.83085
8	Pgw 09	NM Superniwati	0.97225	0.99000	0.98833	...	0.99260	1.00000	0.95479	0.92872	0.82478
9	Pgw 10	NWED Shanti	0.97225	0.99000	0.96887	...	0.99260	0.97732	0.96953	0.93771	0.81016

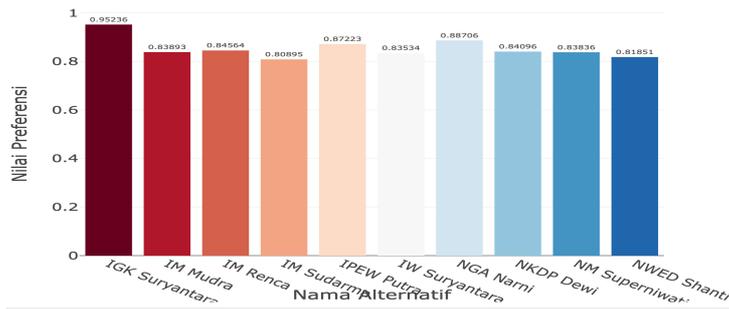
Gambar 10. Hasil *Excecute Coding* Python untuk Perhitungan Normalisasi Alternatif Terbobot pada Nilai Kepentingan Multiplikatif Relatif (Q2)

Tabel 7. Tabel Nilai Preferensi **Tabel 8. Tabel Nilai Preferensi dan Ranking**

Nama_Alternatif	Nilai_Preferensi	Nama_Alternatif	Nilai_Preferensi	Ranking		
0	IGK Suryantara	0.95236	0	IGK Suryantara	0.95236	1.0
1	IM Mudra	0.83893	6	NGA Narni	0.88706	2.0
2	IM Renca	0.84564	4	IPEW Putra	0.87223	3.0
3	IM Sudarma	0.80895	2	IM Renca	0.84564	4.0
4	IPEW Putra	0.87223	7	NKDP Dewi	0.84096	5.0
5	IW Suryantara	0.83534	1	IM Mudra	0.83893	6.0
6	NGA Narni	0.88706	8	NM Superniwati	0.83836	7.0
7	NKDP Dewi	0.84096	5	IW Suryantara	0.83534	8.0
8	NM Superniwati	0.83836	9	NWED Shanti	0.81851	9.0
9	NWED Shanti	0.81851	3	IM Sudarma	0.80895	10.0

Gambar 11. Hasil *Excecute Coding* Python untuk Perhitungan Nilai Preferensi dan Ranking

Gambar 2. Nilai Preferensi Menggunakan Metode WASPAS



Gambar 12. Hasil *Excecute Coding* Python untuk Menampilkan *Bar Chart* Hasil Nilai Rekomendasi

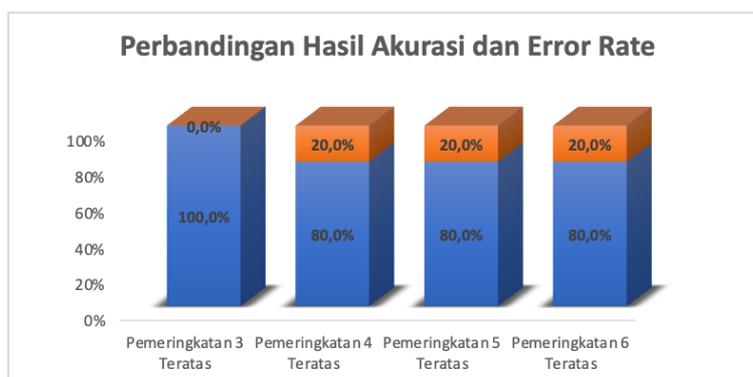
4.3. Hasil Pengujian

Berdasarkan 10 data karyawan yang diberikan oleh LPD Desa Adat Penatih, hanya memilih 3 orang karyawan berprestasi terbaik. Pengujian akan menggunakan *Confusion Matrix* untuk melihat kesesuaian hasil dari perhitungan menggunakan penerapan SPK dibandingkan dengan data pilihan dari pengurus LPD. Data pemeringkatan antara hasil berdasarkan SPK dan pengurus LPD, ditampilkan pada tabel 5, sebagai berikut.

Tabel 5. Perbandingan Hasil Pemeringkatan Berdasarkan SPK dan *Stakeholders*

No	Nama Calon Karyawan	Hasil Pemeringkatan Berdasarkan SPK	Hasil Pemeringkatan Berdasarkan <i>Stakeholders</i>
1	IGK Suryantara	1	1
2	IM Mudra	6	10
3	IM Renca	4	6
4	IM Sudarma	10	10
5	IPEW Putra	3	3
6	IW Suryantara	8	10
7	NGA Narni	2	2
8	NKDP Dewi	5	4
9	NM Superniwati	7	5
10	NWED Shanti	9	10

Data yang diberikan dari *stakeholders* terhadap pemeringkatan hanya sampai 6 calon karyawan terbaik saja, sedangkan lainnya tidak diberikan peringkat pasti. Untuk dapat menggunakan *confusion matrix*, penilaian akan menggunakan margin peringkat 3 besar, 4 besar 5 besar dan 6 besar dalam membandingkan pemeringkatan, untuk selanjutnya dimasukkan kedalam tabel *confusion matrix*. Pemeringkatan yang tidak diberikan oleh *stakeholders* akan diberikan nilai 10. Dengan menggunakan *confusion matrix*, dihitunglah hasil akurasi dan error rate untuk masing-masing pengujian, dengan hasil yang dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 13. Perbandingan Hasil Akurasi dan Error Rate Antara Pemeringkatan 3, 4, 5 dan 6 Teratas.

4.4. Hasil Pembahasan

Dalam SPK Pemilihan Karyawan Berprestasi pada LPD Desa Adat Penatih Menggunakan Metode WASPAS, telah dapat diterapkan dengan baik. Penelitian ini telah memberikan hasil terbaik dalam pengumpulan data, menerapkan metode WASPAS dalam perhitungan manual pada *spreadsheet*, menerapkan metode WASPAS dalam bahasa pemrograman python, hingga uji akurasi menggunakan *Confusion Matrix*. Terkait dengan tahapan penerapan menggunakan bahasa pemrograman python, telah memberikan hasil yang komprehensif mengenai penerapan metode WASPAS. Pemrograman dengan bahasa python ini juga tidak membatasi penelitian kedepannya terhadap perkembangan jumlah kriteria dan alternatif yang ada, bahkan peningkatan jumlah pengambil keputusan yang ditampung juga dapat diakomodir dalam sistem ini. Terkait dengan pengujian menggunakan *Confusion Matrix*, telah sesuai dengan prosedur. Hasil pengujian menunjukkan akurasi sebesar 100% pada pemeringkatan 3 teratas, namun pada pemeringkatan 4 teratas, 5 teratas dan 6 teratas, akurasi turun menjadi 80,0% karena terdapat perbedaan antara hasil yang diberikan oleh sistem dan pengurus LPD. Pada kondisi 4 teratas, karyawan IM Renca menjadi pilihan keempat pada pemeringkatan SPK, namun bukan pilihan 4 teratas dari pemeringkatan pengurus. Sebaliknya pada karyawan NKDP Dewi, menjadi pilihan keempat pada pemeringkatan pengurus, namun menjadi pilihan kelima dari pemeringkatan SPK. Jumlah *true positive* mendapatkan nilai 3 dan *true negative* mendapat nilai 5, sehingga akurasi mencapai 80%. Pada kondisi 5 teratas, karyawan IM Renca menjadi pilihan keempat pada pemeringkatan SPK, namun bukan pilihan 5 teratas dari pemeringkatan pengurus. Sebaliknya pada karyawan NM Superniwati, menjadi pilihan kelima pada pemeringkatan pengurus, namun menjadi pilihan ketujuh dari pemeringkatan SPK. Jumlah *true positive* mendapatkan nilai 4 dan *true negative* mendapat nilai 4, sehingga akurasi tetap mencapai 80%. Pada kondisi 6 teratas, karyawan IM Mudra menjadi pilihan keenam pada pemeringkatan SPK, namun bukan pilihan 6 teratas dari pemeringkatan pengurus. Sebaliknya pada karyawan NM Superniwati, menjadi pilihan kelima pada pemeringkatan pengurus, namun menjadi pilihan ketujuh dari pemeringkatan SPK. Jumlah *true positive* mendapatkan nilai 5 dan *true negative* mendapat nilai 3, sehingga akurasi mencapai 80%. Akurasi antara pemeringkatan 4 teratas, 5 teratas dan 6 teratas tetap pada angka 80% namun terdapat pergeseran detail pada jumlah *True Positive* dan *True Negative*, namun nilai *False Positive* dan *False Negative* tetap sama.

5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya mengenai SPK Pemilihan Karyawan Berprestasi pada LPD Desa Adat Penatih Menggunakan Metode WASPAS, telah dilaksanakan dengan baik, dan memberikan hasil yang sesuai dengan yang diharapkan oleh Peneliti. Perhitungan manual pada SPK Pemilihan Karyawan Berprestasi pada LPD Desa Adat Penatih Menggunakan Metode WASPAS, telah berhasil dilaksanakan dengan baik. Perhitungan manual dilakukan menggunakan *spreadsheet*. Pada perhitungan manual yang menggunakan 3 orang pengurus LPD sebagai stakeholders memberikan penilaian pembobotan pada 8 kriteria yang telah disiapkan. 10 karyawan juga dinilai berdasarkan kriteria tersebut. Berdasarkan pengurus LPD, pembobotan tertinggi dicapai oleh kriteria ke-1 yaitu kualitas kerja sebesar 18,25. Perhitungan menggunakan metode WASPAS menunjukkan bahwa karyawan berkinerja terbaik adalah alternatif IGK Suryantara dengan nilai 0,95236, terbaik kedua NGA Narni dengan nilai 0,88706 dan ketiga adalah IPEW Putra dengan nilai 0,87223. 3 Peringkat teratas telah mendapatkan reward atas kinerjanya pada LPD Desa Adat Penatih. Penerapan bahasa pemrograman python dan hasil pengujian pada SPK Pemilihan Karyawan Berprestasi pada LPD Desa Adat Penatih Menggunakan Metode WASPAS telah berhasil dilaksanakan dengan baik pada bahasa pemrograman python. Pengujian dilakukan menggunakan *Confusion Matrix* untuk membandingkan hasil pemeringkatan yang diberikan oleh sistem dan oleh pengurus LPD, menunjukkan akurasi sebesar 100% pada kondisi pemeringkatan 3 teratas, mencapai 80,0% pada kondisi pemeringkatan 4, 5 dan 6 teratas.

Daftar Pustaka

- [1] J. O. Ong and M. Mahazan, "Strategi Pengelolaan SDM dalam Peningkatan Kinerja Perusahaan Berkelanjutan di Era Industri 4.0," *BECOSS Journal*, vol. 2, no. 1, pp. 159–168, Jan. 2020, doi: 10.21512/becossjournal.v2i1.6252.
-

- [2] S. Hadi, A. R. Putra, and R. Mardikaningsih, "Pengaruh Perilaku Inovatif dan Keterlibatan Kerja Terhadap Kinerja Karyawan," *j. manaj. adm.*, vol. 3, no. 1, pp. 186–197, Jun. 2020, doi: 10.52310/jbhorizon.v3i1.38.
- [3] M. A. Wardani and N. N. Sudiyani, "Analisis Kondisi Keuangan Pada Lembaga Perkreditan Desa (LPD) Desa Adat Penatih di Kecamatan Denpasar Timur," *MBE*, vol. 3, no. 1, pp. 36–42, 2017, doi: 10.47329/jurnal_mbe.v3i1.361.
- [4] N. I. Norddin, N. Ahmad, and Z. M. Yusof, "Selecting Best Employee of the Year Using Analytical Hierarchy Process," *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, vol. 5, no. 11, pp. 72–76, 2015.
- [5] G. S. Mahendra and K. Y. E. Aryanto, "SPK Penentuan Lokasi ATM Menggunakan Metode AHP dan SAW," *Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 5, no. 1, pp. 49–56, Apr. 2019, doi: 10.25077/TEKNOSI.v5i1.2019.49-56.
- [6] A. P. Gusman, R. R. Linostu, and S. Surmayanti, "Implementasi Metode Waspas untuk Menentukan Ikan Teri Asin Kering Berkualitas Terbaik," *JOISIE*, vol. 4, no. 1, p. 36, Jun. 2020, doi: 10.35145/joisie.v4i1.601.
- [7] G. S. Mahendra and I. G. B. Subawa, "Perancangan Metode AHP-WASPAS Pada Sistem Pendukung Keputusan Penempatan ATM," *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Teknik Informatika (SENAPATI) Ke-10*, vol. 1, no. 1, pp. 122–128, 2019.
- [8] R. Wirth and J. Hipp, "CRISP-DM: Towards a Standard Process Model for Data Mining," *Semantic Scholar*, vol. 1, no. 24959, pp. 1–11, 2000.
- [9] Y. A. Rahman, "Manajemen Sumber daya Manusia," *Tsaqofah: Jurnal Pendidikan Islam*, vol. 4, no. 2, pp. 1–23, Jul. 2020.
- [10] E. L. Rihardi, "Pengembangan Manajemen Sumber Daya Manusia Sebagai Sebuah Keunggulan Kompetitif pada Industri Pariwisata dan Perhotelan," *Jurnal Ilmiah Manajemen*, vol. 2, no. 1, pp. 10–20, Mar. 2021, doi: 10.15575/jim.v2i1.12474.
- [11] M. Pratiwi, "Sistem Informasi Penilaian Kinerja Karyawan PMKS PT. Sisirau," *JICS*, vol. 7, no. 2, pp. 113–117, 2021, doi: 10.33143/jics.Vol7.Iss2.1855.
- [12] V. N. Sari, L. Y. Astri, and E. Rasywir, "Analisis dan Penerapan Algoritma Naive Bayes untuk Evaluasi Kinerja Karyawan Pada PT. Pelita Wira Sejahtera," *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Informatika*, vol. 2, no. 1, pp. 53–68, 2020.
- [13] Y. Khadaffi and W. Kurnia, "Aplikasi Smart School untuk Kebutuhan Guru di Era New Normal (Studi Kasus : SMA Negeri 1 Krui)," *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 2, no. 2, pp. 15–23, Jun. 2021, doi: 10.33365/jtsi.v2i2.866.
- [14] G. S. Mahendra and I. P. Y. Indrawan, "Metode AHP-TOPSIS Pada Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Penempatan ATM," *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)*, vol. 9, no. 2, pp. 130–142, Oct. 2020, doi: 10.23887/jst-undiksha.v9i2.24592.
- [15] G. S. Mahendra, A. Lee, and G. D. S. Muni, "Sistem Pendukung Keputusan Menggunakan Metode FUCOM-MOORA untuk Penentuan Maskapai Favorit," *Jurnal Sistem Informasi*, vol. 10, no. 3, pp. 562–574, Oct. 2021, doi: 10.32520/stmsi.v10i3.1386.
- [16] R. Syaputra and A. Budiman, "Pengembangan Sistem Pembelajaran Dalam Jaringan (Studi Kasus: SMAN 1 Gedong Tataan)," *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 2, no. 3, pp. 89–101, 2021, doi: 10.33365/jtsi.v2i3.878.
- [17] G. S. Mahendra, P. G. S. C. Nugraha, N. W. Wardani, and N. M. M. R. Desmayani, "Pemilihan Penerima Pinjaman Koperasi pada Sistem Pendukung Keputusan Menggunakan FUCOM-COPRAS," *Jurnal Manajemen dan Teknologi Informasi*, vol. 12, no. 1, pp. 15–20, May 2022, doi: 10.5281/zenodo.6508985.
- [18] G. S. Mahendra and N. K. A. P. Sari, "Perancangan Sistem Pendukung Keputusan Dengan Metode Ahp-Vikor Dalam Penentuan Pengembangan Ekowisata Pedesaan," in *Prosiding Seminar Nasional FTIS, UNHI 2019. Agro-Ekosistem: Manajemen Pemanfaatan Sumber Daya Alam Secara Bijaksana*, Sep. 2019, pp. 15–34.
- [19] G. S. Mahendra and I. G. B. Subawa, "Perancangan Metode AHP-WASPAS Pada Sistem Pendukung Keputusan Penempatan ATM," in *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Teknik Informatika (SENAPATI) Ke-10*, Singaraja, Sep. 2019, pp. 122–128.
- [20] I. G. Hendrayana and G. S. Mahendra, "Perancangan Metode AHP-MOORA Pada Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Paket Wisata," in *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Teknik Informatika (SENAPATI) Ke-10*, Singaraja, Sep. 2019, pp. 143–149.
- [21] E. K. Zavadskas, J. Antucheviciene, J. Šaparauskas, and Z. Turskis, "MCDM Methods WASPAS and MULTIMOORA: Verification of Robustness of Methods When Assessing
-

- Alternative Solutions,” *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, vol. 47, Jan. 2013.
- [22] E. K. Zavadskas, R. Bausys, D. Stanujkic, and M. Magdalinovic-Kalinovic, “Selection of Lead-Zinc Flotation Circuit Design by Applying WASPAS Method with Single-Valued Neutrosophic Set,” *Acta Montanistica Slovaca*, vol. 21, pp. 85–92, Jan. 2016.
- [23] E. K. Zavadskas, R. Baušys, and M. Lazauskas, “Sustainable Assessment of Alternative Sites for the Construction of a Waste Incineration Plant by Applying WASPAS Method with Single-Valued Neutrosophic Set,” *Sustainability*, vol. 7, no. 12, pp. 15923–15936, 2015, doi: 10.3390/su71215792.
- [24] E. K. Zavadskas, Z. Turskis, J. Antucheviciene, and A. Zakarevičius, “Optimization of Weighted Aggregated Sum Product Assessment,” *Electronics and Electrical Engineering*, vol. 122, Jul. 2012, doi: 10.5755/j01.eee.122.6.1810.
- [25] A. Alinezhad and J. Khalili, *New Methods and Applications in Multiple Attribute Decision Making (MADM)*, 1st ed. Switzerland: Springer, 2019, p. 236.
- [26] S. Barus, V. M. Sitorus, D. Napitupulu, Mesran, and Supiyandi, “Sistem Pendukung Keputusan Pengangkatan Guru Tetap Menerapkan Metode Weight Aggregated Sum Product Assesment (WASPAS),” *Media Informatika Budidarma*, vol. 2, no. 2, pp. 10–15, 2018.
- [27] D. Kurniawan and D. Renaldi, “Perancangan Pengendali Perangkat Elektronik Rumah Berbasis IoT dengan Metode Fuzzy Menggunakan Raspberry Pi,” *ALGOR Journal*, vol. 1, no. 2, pp. 55–51, 2020.
- [28] C. A. Lorentius, R. Adipranata, and A. Tjondrowiguno, “Pengenalan Aksara Jawa dengan Menggunakan Metode Convolutional Neural Network,” *Jurnal INFRA*, vol. 7, no. 1, pp. 1–7, 2019.
- [29] G. S. Mahendra and E. Hartono, “Komparasi Analisis Konsistensi Metode AHP-MAUT dan AHP-PM pada SPK Penempatan Siswa OJT,” *JuTIK*, vol. 7, no. 2, pp. 164–176, Jan. 2021.
- [30] Y. Galahartlambang, T. Khotiah, and Jumain, “Visualisasi Data Dari Dataset COVID-19 Menggunakan Pemrograman Python,” *intech*, vol. 3, no. 1, pp. 58–66, 2021, doi: 10.46772/intech.v3i01.417.
- [31] J. Winahyu and I. Suharjo, “Aplikasi Web Analisis Sentimen Dengan Algoritma Multinomial Naïve Bayes,” *KARMAPATI*, vol. 10, no. 2, p. 206, Aug. 2021, doi: 10.23887/karmapati.v10i2.36609.
- [32] D. P. Utomo, P. Sirait, and R. Yunis, “Reduksi Atribut Pada Dataset Penyakit Jantung dan Klasifikasi Menggunakan Algoritma C5.0,” *Jurnal Media Informatika Budidarma*, vol. 4, no. 4, pp. 994–1006, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i4.2355.
- [33] G. Mariscal, Ó. Marbán, and C. Fernández, “A survey of data mining and knowledge discovery process models and methodologies,” *Knowledge Engineering Review*, vol. 25, no. 2, pp. 137–166, 2010, doi: 10.1017/S0269888910000032.
- [34] G. S. Mahendra, “Decision Support System Using FUCOM-MARCOS for Airline Selection In Indonesia,” *JITK*, vol. 8, no. 1, pp. 1–9, Aug. 2022, doi: 10.33480/jitk.v8i1.2219.
- [35] K. O. Sanjaya and G. S. Mahendra, “Determination of Favorite E-Commerce in Indonesia in a Decision Support System Using the SWARA-ARAS Method,” in *7th ICIS Virtual International Conference of Interreligious and Intercultural Studies Living the New Normal: Achieving Resilience & Ensuring Sustainable Future*, Denpasar: UNHI Press, Sep. 2021, pp. 69–79. [Online]. Available: <http://repo.unhi.ac.id/jspui/handle/123456789/2018>
- [36] G. S. Mahendra *et al.*, *Implementasi Sistem Pendukung Keputusan : Teori & Studi Kasus*. Bali: PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2023.
- [37] G. S. Mahendra *et al.*, *Sistem Pendukung Keputusan : Teori dan Penerapannya dalam berbagai Metode*. Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2023.
- [38] N. W. Wardani *et al.*, “Penerapan Data Mining Untuk Klasifikasi Penjualan Barang Terlaris Menggunakan Metode Decision Tree C4.5,” *JUTIK*, vol. 8, no. 3, pp. 268–279, Oct. 2022.
-