

Implementasi Fuzzy Tsukamoto Untuk Menentukan Objek Wisata Terbaik di Kota Sabang Berbasis Web

Syafrinal^a, Bahruni^{b*}, Syarifuddin^c, Fauzan Putraga Albahri^d

^{a,b} STMIK Indonesia Banda Aceh, Banda Aceh City, Aceh Province, Indonesia.

ABSTRACT

Sabang City has the characteristics of diverse natural tourism and can be used as a tourist spot for the community. In choosing a tourist spot, it is certainly not easy, apart from distance, cost, transportation and the number of family members, it is also necessary to consider so that the selection of tourist attractions visited by the community is in accordance with their wishes and financial conditions. The purpose of this research is to apply a recommendation system using the fuzzy logic of the Tsukamoto method and a web-based programming language as the language that will be used in making a decision support system application program to determine the best tourist attraction in Aceh. The several stages of work consist of; data collection, analysis, application design and design, implementation, and testing and evaluation. The results of research and testing of the Decision Support System for Determining the Best Tourist Attractions Using the Fuzzy Tsukamoto Method in the City of Sabang Web-Based that have been carried out by the author, several conclusions can be drawn, namely; 1) The expert system application to find the best tourist attraction is an application based on rules to solve problems to determine the best tourist attraction, especially in Sabang City with a high level of accuracy and is used as a tourist reference to determine the tourist attraction to be selected, 2) With the Expert System In this case, tourists or people who need it as a reference about the best tourist objects in Sabang City and as a reference for the Sabang City Government, and 3) The results of the analysis generated from this system are the same as the results of manual calculations using the theory of the Fuzzy Tsukamoto Method so that the accuracy The results are in accordance with the calculations obtained from the trial.

ABSTRAK

Kota Sabang memiliki ciri khas wisata alam yang beragam dan dapat dijadikan sebagai tempat wisata bagi masyarakat. Dalam memilih tempat wisata tentu sangat tidaklah mudah selain faktor jarak, biaya, transportasi dan jumlah anggota keluarga juga perlu dipertimbangkan supaya pemilihan tempat wisata yang dikunjungi oleh masyarakat sesuai dengan keinginan dan kondisi keuangannya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengaplikasikan sistem rekomendasi dengan menggunakan logika fuzzy metode tsukamoto dan bahasa pemrograman berbasis web sebagai bahasa yang akan digunakan dalam pembuatan program aplikasi sistim pendukung keputusan untuk menentukan objek wisata terbaik di Aceh. Adapun beberapa tahap pengerjaan terdiri dari; pengumpulan data, analisis, perancangan dan desain aplikasi, implementasi, dan pengujian serta evaluasi. Hasil penelitian dan pengujian Sistem Pendukung Keputusan Menentukan Objek Wisata Terbaik Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto di Kota Sabang Berbasis Web yang telah dilakukan oleh penulis, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu; 1) Aplikasi sistem pakar untuk mencari objek wisata terbaik adalah suatu aplikasi berdasarkan aturan untuk memecahkan masalah untuk menentukan objek wisata terbaik khususnya di Kota Sabang dengan tingkat akurasi tinggi dan digunakan sebagai acuan wisatawan untuk menentukan objek wisata yang akan dipilih, 2) Dengan adanya Sistem Pakar ini, para wisatawan atau orang yang membutuhkan sebagai referensi tentang objek wisata terbaik di Kota Sabang serta sebagai referensi bagi Pemerintahan Kota Sabang, dan 3) Hasil dari analisa yang dihasilkan dari sistem ini sama dengan hasil perhitungan secara manual dengan menggunakan teori Metode Fuzzy Tsukamoto sehingga keakuratan hasilnya sudah sesuai dengan perhitungan yang didapat dari uji coba.

ARTICLE HISTORY

Received 4 May 2022
Accepted 30 June 2022

KEYWORDS

Decision Support System;
Fuzzy Tsukamoto; Best
Attractions; Sabang City; Web-
based.

KATA KUNCI

Sistem Pendukung Keputusan;
Fuzzy Tsukamoto; Objek
Wisata Terbaik; Kota Sabang;
Berbasis Web.

1. Pendahuluan

Kota Sabang merupakan salah satu kota di provinsi Aceh [1]. Kota Sabang merupakan salah satu daerah di Provinsi Aceh yang memiliki ciri khas wisata alam yang beragam dan dapat dijadikan sebagai tempat wisata bagi masyarakat [2]. Dalam memilih tempat wisata tentu sangat tidaklah mudah selain faktor jarak, biaya, transportasi dan jumlah anggota keluarga juga perlu dipertimbangkan supaya pemilihan tempat wisata yang dikunjungi oleh masyarakat sesuai dengan keinginan dan kondisi keuangannya [3][4]. Dinas Pariwisata dan Kebudayaan Kota Sabang memiliki beberapa jenis wisata antara lain wisata alam, wisata budaya, dan minat khusus [5]. Saat ini umumnya pengunjung dalam penentuan lokasi wisata yang dikunjungi masih banyak bertanya kepada masyarakat sekitar. Dalam hal ini tentu saja cara tersebut sangat tidak efektif, jadi untuk meringankan permasalahan tersebut maka sangat diperlukan untuk membangun sebuah sistem terkomputerisasi yang dapat merekomendasi lokasi wisata di Kota Sabang dengan cepat dan akurat secara online. Seiring dengan berkembangnya teknologi informasi memungkinkan untuk mengembangkan aplikasi berbasis *web* sebagai wadah berbagi informasi antara server *web* dengan pengguna [6][7], komputer dapat digunakan sebagai salah satu alat untuk pendukung keputusan [8]. Salah satu metode komputerisasi yang sudah terpopuler saat ini adalah sistem pendukung keputusan (*Decisions Support Sistem*) [9]. Sistem pendukung keputusan (DSS) telah berevolusi selama empat dekade terakhir dari konsep teoritis ke dalam aplikasi terkomputerisasi dunia nyata. Sistem pendukung keputusan (DSS) adalah sistem informasi yang dirancang untuk mendukung secara interaktif semua fase proses yang digunakan untuk pendukung keputusan keputusan dari berbagai kriteria dan alternatif yang tersedia dalam sistem [10][11], setiap kriteria harus mampu menjawab semua pertanyaan mengenai seberapa baik alternatif yang dapat direkomendasikan dari suatu masalah yang dihadapi wisatawan [12][13].

Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto telah banyak dilakukan penelitian seperti mencari harga sewa hotel terbaik [14], pencarian hotel terbaik [15], serta mencari tingkat kepuasan kunjungan wisatawan [16]. Melihat dari penelitian tersebut dapat dikatakan bahwa penggunaan Metode Fuzzy Tsukamoto memecahkan masalah untuk menentukan objek wisata terbaik khususnya di Kota Sabang dengan tingkat akurasi tinggi dan digunakan sebagai acuan wisatawan untuk menentukan objek wisata yang akan dipilih. Penelitian sebelumnya yang relevan dengan penelitian ini yaitu penelitian yang dilakukan oleh Kurnia dan Kesumaningtyas (2017) dengan judul “Penerapan Fuzzy Logic Dalam Pencarian Jalur Terbaik Menuju Lokasi Wisata di Kota Bukittinggi”, penelitian ini menghasilkan bagaimana logika fuzzy mampu memberikan keputusan dalam pemilihan jalur terbaik menuju lokasi wisata yang ada di kota bukittinggi dengan kriteria panjang jalan, kepadatan jalan dan kondisi jalan. Penelitian ini ditunjang dengan bahasa pemrograman PHP, MySQL serta didukung oleh Google Map [17]. Penelitian kedua yaitu penelitian yang dilakukan oleh Al Rosyid (2018) dengan judul “Implementasi metode fuzzy model tahani pada sistem rekomendasi pemilihan objek wisata pegunungan di Jawa Barat”. Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem untuk membantu memberikan keputusan kepada wisatawan untuk memilih objek wisata pegunungan yang sesuai dengan kriteria yang ditentukan. Pada sistem ini diterapkan sebuah yaitu metode fuzzy model tahani, dimana metode ini berfungsi untuk menghitung dan memberikan keputusan dari kriteria yang telah ditentukan. Sistem yang dibuat dapat membantu seseorang atau wisatawan dalam menentukan pilihan objek wisata pegunungan yang ada di Jawa Barat sesuai dengan kriteria yang ditentukan. Dengan 20 data uji menghasilkan tingkat keakurasian sebesar 85% bisa disimpulkan sistem ini dapat berfungsi dengan baik dan memberikan rekomendasi yang tepat [18]. Penelitian lain yang dilakukan oleh Firmansyah, Santoso, dan Dewi (2017), Dalam penelitian ini membuat sistem keputusan rekomendasi wisata dilihat dari berbagai faktor, seperti; harga tiket, jarak wisata dari lokasi *user* berada saat ini dalam bentuk

maps, fasilitas. Selain itu, sistem dibuat untuk membantu dalam penentuan jalur terdekat akan digunakan metode *floyd-warshall*. Sehingga proses penentuan jalur terdekat dari maps akan dibantu oleh *floyd-warshall* dan proses penentuan wisata yang akan dikunjungi menggunakan logika fuzzy [19]. Dari ketiga penelitian yang dilakukan sebelumnya tidak memiliki kesamaan terhadap tujuan dari penelitian yang ingin peneliti lakukan, belum adanya implementasi algoritma tsukamoto untuk menentukan wisata terbaik di Kota Sabang sehingga objek penelitian berbeda dari penelitian sebelumnya.

Logika fuzzy merupakan salah satu komponen pembentuk *soft computing*. Dasar logika fuzzy adalah teori himpunan fuzzy [20]. Logika fuzzy merupakan suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* ke dalam suatu ruang *output* [21]. Himpunan fuzzy adalah kumpulan atau koleksi objek-objek yang mempunyai kesamaan sifat tertentu [22]. Himpunan fuzzy merupakan suatu pengembangan lebih lanjut tentang konsep himpunan dalam matematika [23][24]. Pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan dalam suatu himpunan $A(\mu_A(x))$ memiliki dua kemungkinan [25][26], yaitu; Satu (1) yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan, atau Nol (0) yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan. Jika X adalah koleksi dari objek-objek yang secara umum dilambangkan oleh x , maka suatu himpunan fuzzy dalam X didefinisikan himpunan pasangan berurutan. Dengan $\mu_A(x)$ adalah fungsi keanggotaan untuk himpunan fuzzy A . Fungsi keanggotaan memetakan setiap elemen dari X ke derajat keanggotaan yang terletak pada rentang $[0,1]$. Himpunan fuzzy memiliki 2 atribut, yaitu: linguistic dan numeris. Pada Metode Tsukamoto, setiap konsekuensi pada aturan yang berbentuk IF-Then harus direpresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton [26]. Sebagai hasilnya, *output* hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan α -predikat (*fire strength*). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot. Salah satu metode FIS yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan adalah metode Sugeno. Untuk memperoleh *output* dari metode fuzzy Sugeno diperlukan 4 tahap, yaitu; Pembentukan himpunan fuzzy (fuzzifikasi), Aplikasi fungsi implikasi, Komponen aturan (agregasi), dan Penegasan (defuzzifikasi).

Pada dasarnya, *web* adalah sekumpulan komputer yang saling terkoneksi dan berbicara satu sama lain [27]. Komputer-komputer (dalam *web*/jaringan) biasanya terkoneksi melalui jaringan telepon, signal satelit digital, kabel, dan tipe data-transfer lainnya. Data transfer dapat disederhanakan sebagai cara untuk memindahkan informasi dari poin A ke poin B ke poin C dan seterusnya [28][29]. Penggunaan *web* dapat digunakan sebagai media penghubung ke internet, yang dapat dimanfaatkan oleh siapapun sebagai sarana komunikasi yang cepat dan murah [30]. *Website* atau situs dapat diartikan sebagai kumpulan halaman yang menampilkan informasi data teks, data gambar diam atau gerak, data animasi, suara, video dan atau gabungan dari semuanya, baik yang bersifat statis maupun dinamis yang membentuk satu rangkaian bangunan yang saling terkait dimana masing-masing dihubungkan dengan jaringan-jaringan halaman. Bersifat statis apabila isi informasi *website* tetap, jarang berubah, dan isi informasinya searah hanya dari pemilik *website*. Bersifat dinamis apabila isi informasi *website* selalu berubah-ubah, dan isi informasinya interaktif dua arah berasal dari pemilik serta pengguna *website*. Contoh *website* statis adalah berisi profil perusahaan, sedangkan *website* dinamis adalah seperti Friendster, Multiply. Dalam perkembangannya, *website* statis hanya bisa di-*update* oleh pemiliknya saja, sedangkan *website* dinamis bisa di-*update* oleh pengguna maupun pemilik.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Tahapan Penelitian

Adapun beberapa tahap penelitian yang terdiri dari; pengumpulan data-data, analisis data yang telah dikumpulkan, perancangan dan desain aplikasi, implementasi aplikasi, dan pengujian dan evaluasi.

2.2 Lokasi dan Jadwal Penelitian

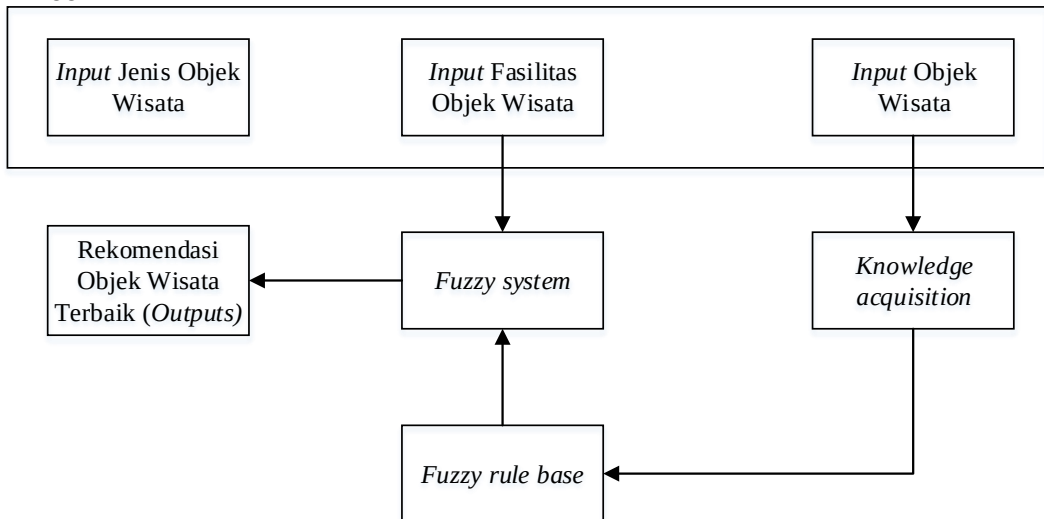
Dalam melakukan penelitian, dibutuhkan waktu dan tempat untuk penelitian, penulis melakukan penelitian selama 6 (enam) bulan yaitu mulai bulan Maret sampai dengan bulan Agustus 2021.

2.3 Analisis Kebutuhan Sistem

Setelah mendapatkan data yang diambil dari hasil pengamatan di lapangan maka penulis akan menganalisa kebutuhan untuk membangun sistem ini. Model perancangan kebutuhan sistem yang akan digunakan untuk penelitian ini adalah *use case diagram*, karena menggambarkan kebutuhan-kebutuhan dan fungsional sistem.

2.4 Pengerjaan Sistem dan Implementasi

Pengerjaan sistem dilakukan dengan mengacu pada analisa kebutuhan dan perancangan sistem yang telah dibuat oleh penulis. Disini penulis menggunakan bahasa pemrograman PHP untuk mengimplementasikan sistem. Berikut blok diagram sistem Implementasi logika *fuzzy* untuk menentukan objek wisata terbaik menggunakan metode tsukamoto.



Gambar 1. Arsitektur Sistem

Dalam metode penelitian ini ada bobot dan kriteria yang dibutuhkan untuk menentukan objek wisata terbaik yang ada di Kota Sabang. Adapun kriterianya adalah.

- X1 = Fasilitas
- X2 = Lokasi
- X3 = Pelayanan
- X4 = Hasil

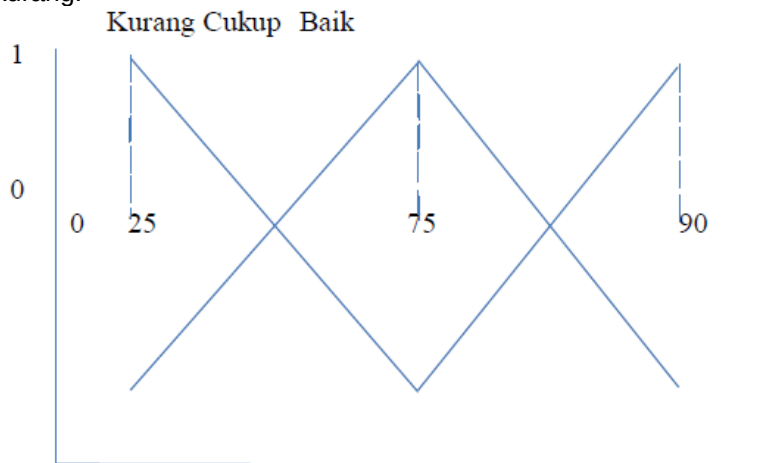
Data yang digunakan untuk mengelola sistem pendukung keputusan pemilihan wisma terbaik ini adalah 9 objek wisata andalan Kota Sabang meliputi Pantai Gapang, Pantai Teupin Layee, Taman Laut Pulau Rubiah, Pulau Rubiah, Lokasi Sabang Fair /Pantai Paradiso, Pantai Sumur Tiga, Tugu Kilometer Nol, Tugu I Love Sabang, dan Kolam Air Panas Jaboi. Serta terdapat 3 nilai kriteria yaitu: Fasilitas, Lokasi dan pelayanan.

Tabel 1. Sampel Data

No	Objek Wisata	Nilai Kriteria		
		Lokasi (KM)	Fasilitas	Pelayanan
1	Pantai Gapang	$\pm 19 \text{ KM} = 80$	60	70
2	Pantai Teupin Layee	$\pm 21 \text{ KM} = 70$	30	60
3	Taman Laut Pulau Rubiah	$\pm 21 \text{ KM} = 70$	50	80
4	Pulau Rubiah	$\pm 21 \text{ KM} = 70$	40	80
5	Lokasi Sabang Fair /Pantai Paradiso	$\pm 1 \text{ KM} = 90$	20	40
6	Pantai Sumur Tiga	$\pm 4 \text{ KM} = 90$	70	80
7	Tugu Kilometer Nol	$\pm 21 \text{ KM} = 70$	30	70
8	Tugu I Love Sabang	$\pm 3 \text{ KM} = 90$	30	40
9	Kolam Air Panas Jaboi	$\pm 15 \text{ KM} = 80$	40	30

Pada metode Tsukamoto, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF-THEN harus direpresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, *output* hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan dengan tegas (*crisp*) berdasarkan α -predikat (*fire strength*). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot. Tahapan dalam perancangan sistem fuzzy ialah sebagai berikut:

1. Mendefinisikan model masukan dan keluaran system, dalam kasus ini terdapat 3 model masukan/variabel *input* yang terdiri dari : pelayanan, fasilitas, lokasi, *problem solving* (kemampuan memecakan masalah). Dan 1 model keluaran/variabel *output* : hasil.
2. Dekomposisi variabel model menjadi himpunan fuzzy, yaitu: Dari variabel-variabel *input* dibentuk himpunan-himpunan fuzzy antara lain:
 - a. Variabel lokasi terbaik terdiri dari 3 himpunan fuzzy, yaitu : baik, cukup, kurang.



Gambar 2. Variabel lokasi

Fungsi :

$$\begin{aligned} & 1 \quad x \leq 25 \\ \mu_{\text{lokasi kurang}} & \{ (75 - x) / (75 - 25) \quad 25 \leq x \leq 75 \\ & 0 \quad x \geq 75 \\ & 0 \quad x \leq 25 \\ \mu_{\text{lokasi cukup}} & \{ (x - 25) / (75 - 25) \quad 25 \leq x \leq 75 \\ & (90 - x) / (90 - 75) \quad 75 \leq x \leq 90 \\ & 1 \quad x = 75 \\ & 0 \quad x \leq 75 \\ \mu_{\text{lokasi baik}} & \{ (x - 75) / (90 - 75) \quad 75 \leq x \leq 90 \\ & 1 \quad x \geq 90 \end{aligned}$$

Tabel 2. Hasil Nilai Lokasi

No	Nama	Asumsi Nilai	Nilai Objek Wisata		
			Kurang	Cukup	Baik
1	Pantai Gapang	80	0,00	1	0
2	Pantai Teupin Layee	70	0,00	1	0
3	Taman Laut Pulau Rubiah	70	0,00	1	0
4	Pulau Rubiah	70	0,00	1	0
5	Lokasi Sabang Fair /Pantai Paradiso	90	0,00	0	1
6	Pantai Sumur Tiga	90	0,00	0	1
7	Tugu Kilometer Nol	70	0,00	1	0
8	Tugu I Love Sabang	90	0,00	0	1
9	Kolam Air Panas Jaboi	80	0,00	1	0

- b. Variabel fasilitas terbaik terdiri dari 3 himpunan fuzzy, yaitu: baik, cukup, kurang. Hasil perhitungan fasilitas sama dengan variabel lokasi, dengan hasil pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Nilai Fasilitas

No	Nama	Asumsi Nilai	Nilai Objek Wisata		
			Kurang	Cukup	Baik
1	Pantai Gapang	60	0,00	0,00	1
2	Pantai Teupin Layee	30	0,00	0,3	0
3	Taman Laut Pulau Rubiah	50	0,00	1	0
4	Pulau Rubiah	40	0,00	1	0
5	Lokasi Sabang Fair /Pantai Paradiso	20	1,00	0	0
6	Pantai Sumur Tiga	70	0,00	0	1
7	Tugu Kilometer Nol	30	0,00	0,3	0
8	Tugu I Love Sabang	30	0,00	0,3	0
9	Kolam Air Panas Jaboi	40	0,00	1	0

- c. Variabel pelayanan terbaik terdiri dari 3 himpunan fuzzy, yaitu: baik, cukup, kurang. Hasil perhitungan fasilitas sama dengan variabel lokasi, dengan hasil pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Nilai Pelayanan

No	Nama	Asumsi Nilai	Nilai Objek Wisata		
			Kurang	Cukup	Baik
1	Pantai Gapang	70	0,00	0,00	0
2	Pantai Teupin Layee	60	1,00	0	0
3	Taman Laut Pulau Rubiah	80	0,00	1	0
4	Pulau Rubiah	80	0,00	1	0
5	Lokasi Sabang Fair /Pantai Paradiso	40	1	0	0
6	Pantai Sumur Tiga	80	0,00	1	0
7	Tugu Kilometer Nol	70	0,00	0,00	0
8	Tugu I Love Sabang	40	1	0	0
9	Kolam Air Panas Jaboi	30	1	0	0

Dari ke tiga variabel *input* dan sebuah variabel *output* yang telah didefinisikan, dengan melakukan analisa data terhadap batas tiap-tiap himpunan fuzzy pada tiap-tiap variabel maka dibentuk 9 aturan fuzzy yang akan dipakai dalam sistem ini yaitu:

1. IF lokasi baik AND fasilitas baik AND pelayanan baik THEN hasil baik
2. IF lokasi baik AND fasilitas kurang AND pelayanan kurang THEN hasil kurang
3. IF lokasi cukup AND fasilitas baik AND pelayanan baik THEN hasil cukup
4. IF lokasi baik AND fasilitas cukup AND pelayanan kurang THEN hasil cukup
5. IF lokasi baik AND fasilitas baik AND pelayanan baik THEN hasil memuaskan
6. IF lokasi kurang AND fasilitas kurang AND pelayanan kurang THEN hasil kurang
7. IF lokasi cukup AND fasilitas cukup AND pelayanan cukup THEN hasil cukup
8. IF lokasi baik AND fasilitas baik AND pelayanan cukup THEN hasil baik
9. IF lokasi baik AND fasilitas cukup AND pelayanan kurang THEN hasil cukup.

2.5 Pengujian *Black box* Testing

Black-box testing adalah metode pengujian perangkat lunak yang tes fungsionalitas dari aplikasi yang bertentangan dengan dengan struktur *internal* atau kerja. Pengetahuan khusus khusus dari kode aplikasi/struktur *internal* dan pengetahuan pemrograman pada umumnya tidak diperlukan. Uji kasus dibangun disekitar spesifikasi dan persyaratan, yakni, aplikasi apa yang seharusnya dilakukan. Menggunakan deskripsi eksternal perangkat lunak, termasuk spesifikasi, persyaratan, dan desain untuk menurunkan uji kasus. Tes ini dapat menjadi fungsional atau non-fungsional, meskipun biasanya fungsional. Perancang uji memilih *input* yang valid dan tidak valid dan menentukan *output* yang benar. Tidak ada pengetahuan tentang struktur *internal* benda uji itu. Metode uji dapat diterapkan pada semua tingkat pengujian perangkat lunak: unit, integrasi, fungsional, system dan penerimaan. Ini biasanya terdiri dari kebanyakan jika tidak semua pengujian pada tingkat yang lebih tinggi, tetapi juga bias mendominasi unit testing juga. *Black box* testing: pengujian yang dilakukan hanya mengamati hasil eksekusi melalui data uji dan memeriksa fungsional dari perangkat lunak. Metode uji coba *black box* memfokuskan pada keperluan fungsional dari Software. Karena itu uji coba *black box* memungkinkan pengembang software untuk membuat himpunan kondisi *input* yang akan melatih seluruh syarat-syarat fungsional suatu program.

3. Hasil dan Pembahasan

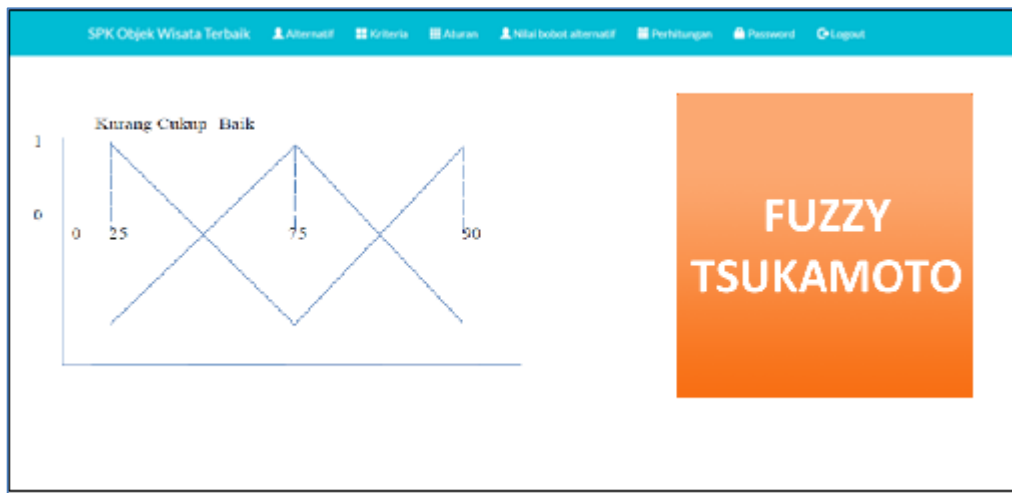
3.1 Hasil

Sistem Pendukung Keputusan Menentukan Objek Wisata Terbaik Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto di Kota Sabang Berbasis *Web* yang penulis rancang terdiri dari beberapa tahapan yaitu rancangan masukan, rancangan keluaran, rancangan

proses, rancangan kontrol, rancangan tenaga kerja, dan rancangan biaya. Rancangan ini nantinya penulis harapkan dapat mempermudah setiap pemakai terutama para petani objek wisata terbaik dan pihak dinas. Pada rancangan masukan ini terdiri dari beberapa *input* data yaitu; *input* data data petugas/ admin, *input* data data alternatif, *input* data data kriteria, *input* data data basis kasus (*rule*), *input* data data nilai bobot alternatif, dan *input* data data perhitungan. Rancangan keluaran Sistem Pendukung Keputusan Menentukan Objek Wisata Terbaik Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto di Kota Sabang Berbasis *Web* terdiri dari beberapa *output* program yaitu; analisa hasil perhitungan, laporan alternatif, laporan kriteria, laporan aturan, dan laporan nilai bobot alternatif.

3.2 Pembahasan

Penggunaan Sistem Pendukung Keputusan Menentukan Objek Wisata Terbaik Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto di Kota Sabang Berbasis *Web*, dilihat dari perancangan aplikasi ke dalam bentuk tampilan sebuah aplikasi. Pada form dibawah ini adalah form menu utama yang isinya tampilan master alternatif, kriteria, aturan, nilai bobot alternatif, perhitungan, password, dan logout. Pengguna aplikasi tinggal klik saja icon menu yang di inginkan untuk melihat apa saja yang ada di dalam file tersebut.



Gambar 3. Tampilan Menu Utama

Pada halaman menu utama juga ditampilkan beberapa informasi umum seperti laporan yang dapat dicetak nantinya oleh pengguna. Menu form perhitungan merupakan data yang dinamis dimana data tersebut merupakan pengisian dari nilai bobot alternatif kriteria oleh pengguna aplikasi dengan penggunaan sistem ini. Form memuat informasi perhitungan dan menghasilkan mengenai alternatif tertinggi berikut dengan nilai dari setiap kriteria yang dihitung. Hasil tersebut berupa objek wisata andalan terbaik. Pada hasil ini akan memuat informasi mengenai pilihan objek wisata terbaik dan kriteria alternatif. Pada analisa ini menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto* sehingga analisa yang dimaksud merupakan hasil dari perhitungan seperti terlihat pada gambar berikut.

Perhitungan

Nilai Alternatif				
Kode	Nama	C1	C2	C3
A1	Pantai Gapang	80	60	70
A2	Pantai Teupin Layee	70	30	60
A3	Taman Laut Pulau Rubiah	70	50	80
A4	Pulau Rubiah	70	40	80
A5	Lokasi Sabang Fair /Pantai Paradiso	90	20	40
A6	Pantai Sumur Tiga	90	70	80
A7	Tugu Kilometer Nol	90	70	80
A8	Tugu I Love Sabang	90	30	40
A9	Kolam Air Panas Jaboi	80	40	30

Nilai Fuzzy									
	C1			C2			C3		
	Cukup	Baik	Sangat Baik	Cukup	Baik	Sangat Baik	Cukup	Baik	Sangat Baik
	79	89	100	79	89	100	79	89	100
A1	0.9	0.1	0	1	0	0	1	0	0
A2	1	0	0	1	0	0	1	0	0
A3	1	0	0	1	0	0	0.9	0.1	0
A4	1	0	0	1	0	0	0.9	0.1	0
A5	0	0.909	0.091	1	0	0	1	0	0
A6	0	0.909	0.091	1	0	0	0.9	0.1	0
A7	0	0.909	0.091	1	0	0	0.9	0.1	0
A8	0	0.909	0.091	1	0	0	1	0	0
A9	0.9	0.1	0	1	0	0	1	0	0

Aturan																		
No	Lokasi (KM)	Fasilitas	Pelayanan	Nilai	A1[a]	A1[z]	A2[a]	A2[z]	A3[a]	A3[z]	A4[a]	A4[z]	A5[a]	A5[z]	A6[a]	A6[z]	A7[a]	A7[z]
1	Cukup	Cukup	Cukup	Rendah	0.9	3.4	1	3	0.9	3.4	0.9	3.4	0	7	0	7	0	7
2	Cukup	Cukup	Baik	Rendah	0	7	0	7	0.1	6.6	0.1	6.6	0	7	0	7	0	7
3	Cukup	Cukup	Sangat Baik	Rendah	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7
4	Cukup	Baik	Cukup	Rendah	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7
5	Cukup	Baik	Baik	Rendah	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7
6	Cukup	Baik	Sangat Baik	Tinggi	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3
7	Cukup	Sangat Baik	Cukup	Tinggi	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3
8	Cukup	Sangat Baik	Baik	Tinggi	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3
9	Cukup	Sangat Baik	Sangat Baik	Tinggi	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3
10	Baik	Cukup	Cukup	Rendah	0.1	6.6	0	7	0	7	0	7	0.909	3.364	0.9	3.4	0.9	3.4
11	Baik	Cukup	Baik	Rendah	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7	0.1	6.6	0.1	6.6
12	Baik	Cukup	Sangat Baik	Tinggi	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3

Hasil Akhir		
Kode	Nama	Total
A1	Pantai Gapang	3.72
A2	Pantai Teupin Layee	3
A3	Taman Laut Pulau Rubiah	3.72
A4	Pulau Rubiah	3.72
A5	Lokasi Sabang Fair /Pantai Paradiso	3.661
A6	Pantai Sumur Tiga	3.917
A7	Tugu Kilometer Nol	3.917
A8	Tugu I Love Sabang	3.661
A9	Kolam Air Panas Jaboi	3.72

Adapun perhitungan manual objek wisata terbaik menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto apabila akan melakukan penentuan terhadap objek wisata dengan data input :

a. Lokasi (KM) (C1): $3.000.000,00 \div 80$

b. Fasilitas (C2) : $2.000.000,00 = 60$

c. Pelayanan (C3) : $3.2 = 70$

Langkah 1:

Menentukan variabel yang terkait dalam proses yang akan ditentukan dan fungsi fuzzifikasi yang sesuai. Pada kasus ini, ada 4 variabel yang akan dimodelkan, yaitu:

1. Lokasi(x), terdiri atas 3 nilai linguistik, yaitu Cukup, Baik, dan Sangat Baik. Maka fungsi keanggotaan dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Lokasi(Km) Cukup}}(X) = \begin{cases} 1 & ; \quad x \leq 25 \\ \frac{75-x}{75-25} & ; \quad 25 \leq x \leq 75 \\ 0 & ; \quad x \geq 75 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Lokasi(Km) Baik}}(X) = \begin{cases} 0 & ; \quad x \leq 75 \\ \frac{x-75}{90-75} & ; \quad 75 \leq x \leq 90 \\ 1 & ; \quad x \geq 90 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Lokasi(Km) Sangat Baik}}(X) = \begin{cases} 0 & ; \quad x \leq 90 \\ \frac{x-90}{90-75} & ; \quad 75 \leq x \leq 90 \\ 1 & ; \quad x \geq 90 \end{cases}$$

2. Fasilitas(x), terdiri atas 3 nilai linguistik, yaitu Cukup, Baik, dan Sangat Baik. Maka fungsi keanggotaan dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Fasilitas Cukup}}(X) = \begin{cases} 1 & ; \quad x \leq 25 \\ \frac{75-x}{75-25} & ; \quad 25 \leq x \leq 75 \\ 0 & ; \quad x \geq 75 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Fasilitas Baik}}(X) = \begin{cases} 0 & ; \quad x \leq 75 \\ \frac{x-75}{90-75} & ; \quad 75 \leq x \leq 90 \\ 1 & ; \quad x \geq 90 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Fasilitas Sangat Baik}}(X) = \begin{cases} 0 & ; \quad x \leq 90 \\ \frac{x-90}{90-75} & ; \quad 75 \leq x \leq 90 \\ 1 & ; \quad x \geq 90 \end{cases}$$

3. Layanan(x), terdiri atas 3 nilai linguistik, yaitu Cukup, Baik, dan Sangat Baik. Maka fungsi keanggotaan dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Layanan Cukup}}(X) = \begin{cases} 1 & ; \quad x \leq 25 \\ \frac{75-x}{75-25} & ; \quad 25 \leq x \leq 75 \\ 0 & ; \quad x \geq 75 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Layanan Baik}}(X) = \begin{cases} 0 & ; \quad x \leq 75 \\ \frac{x-75}{90-75} & ; \quad 75 \leq x \leq 90 \\ 1 & ; \quad x \geq 90 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Layanan Sangat Baik}}(X) = \begin{cases} 0 & ; \quad x \leq 90 \\ \frac{x-90}{90-75} & ; \quad 75 \leq x \leq 90 \\ 1 & ; \quad x \geq 90 \end{cases}$$

Setelah menentukan variable yang terkait dengan proses yang digunakan dalam fungsi fuzzyfikasi maka dilakukan perhitungan untuk menghitung Menghitung α -predikat, z, dan (α -predikat*z). Proses perhitungan α -predikat, z, dan (α -predikat*z) akan dilakukan pada langkah 2.

Langkah 2: Menghitung α -predikat, z, dan (α -predikat*z)

Tabel 5. Hasil Perhitungan Fuzzy

Alternatif	μ Lokasi (KM)			μ Fasilitas			μ Pelayanan		
	Cukup	Baik	Sangat Baik	Cukup	Baik	Sangat Baik	Cukup	Baik	Sangat Baik
A1	0.9	0.1	0	1	0	0	1	0	0
A2	1	0	0	1	0	0	1	0	0
A3	1	0	0	1	0	0	0.9	0.1	0
A4	1	0	0	1	0	0	0.9	0.1	0
A5	0	0.909	0.091	1	0	0	1	0	0
A6	0	0.909	0.091	1	0	0	0.9	0.1	0
A7	0	0.909	0.091	1	0	0	0.9	0.1	0
A8	0	0.909	0.091	1	0	0	1	0	0
A9	0.9	0.1	0	1	0	0	1	0	0

Tabel 6. Hasil Perhitungan A1

No	Lokasi (KM)	Fasilitas	Pelayanan	Nilai	α	z	$\alpha * z$
1	Cukup	Cukup	Cukup	Rendah	0.9	3.4	3.06
2	Cukup	Cukup	Baik	Rendah	0	7	0
3	Cukup	Cukup	Sangat Baik	Rendah	0	7	0
4	Cukup	Baik	Cukup	Rendah	0	7	0
5	Cukup	Baik	Baik	Rendah	0	7	0
6	Cukup	Baik	Sangat Baik	Tinggi	0	3	0
7	Cukup	Sangat Baik	Cukup	Tinggi	0	3	0
8	Cukup	Sangat Baik	Baik	Tinggi	0	3	0
9	Cukup	Sangat Baik	Sangat Baik	Tinggi	0	3	0
10	Baik	Cukup	Cukup	Rendah	0.1	6.6	0.66
11	Baik	Cukup	Baik	Rendah	0	7	0
12	Baik	Cukup	Sangat Baik	Tinggi	0	3	0
13	Baik	Baik	Cukup	Tinggi	0	3	0
14	Baik	Baik	Baik	Tinggi	0	3	0
15	Baik	Baik	Sangat Baik	Tinggi	0	3	0
16	Baik	Sangat Baik	Cukup	Tinggi	0	3	0
17	Baik	Sangat Baik	Baik	Tinggi	0	3	0
18	Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Tinggi	0	3	0
19	Sangat Baik	Cukup	Cukup	Rendah	0	7	0
20	Sangat Baik	Cukup	Baik	Tinggi	0	3	0
21	Sangat Baik	Cukup	Sangat Baik	Tinggi	0	3	0
22	Sangat Baik	Baik	Cukup	Tinggi	0	3	0
23	Sangat Baik	Baik	Baik	Tinggi	0	3	0
24	Sangat Baik	Baik	Sangat Baik	Tinggi	0	3	0

25	Sangat Baik	Sangat Baik	Cukup	Tinggi	0	3	0
26	Sangat Baik	Sangat Baik	Baik	Tinggi	0	3	0
27	Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Tinggi	0	3	0
					1	3.72	

Untuk tabel perhitungan keseluruhan objek wisata dapat dilihat pada lampiran 1. Setelah didapatkan perhitungan α -predikat, z, dan (α -predikat*z) maka dilakukan perhitungan kategori beassiswa dengan langkah 3.

Langkah 3: Menghitung Objek Wisata

Pada langkah ini, z* dihitung berdasarkan aturan (*rule*) yang telah dibuat dan nilai α -predikat yang didapat.

Jumlah α -predikat = 1

Jumlah α -predikat*z = 3.72

$$z = \frac{\sum \alpha - \text{predikat} * z}{\sum \alpha - \text{predikat}} = \frac{3.72}{1} = 3.72$$

Jadi nilai Z Objek Wisata Terbaik adalah 3.72 termasuk dalam kategori “Tinggi” Yaitu Pantai Gapang (A1). Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil diagnosis sistem yang dibangun dengan diagnosis permasalahan baru yang telah divalidasi oleh pakar. Evaluasi hasil pengujian sistem dalam mendiagnosis alternatif objek wisata terbaik dilakukan dengan menghitung akurasi. Pengujian dilakukan oleh pengguna secara langsung dengan sistem yang telah dirancang. Pengujian dilaksanakan dalam dua tahap, yaitu tahap pertama pengujian sesuai dengan kasus-kasus yang ada di dalam basis kasus, sedangkan tahap kedua pengujian dilakukan menggunakan 9 data uji. Hasil pengujian tahap pertama menunjukkan bahwa sistem mampu mengidentifikasi alternatif objek wisata terbaik secara benar 100%. Rekapitulasi hasil pengujian tahap kedua dengan threshold similaritas $\geq 70\%$ diperlihatkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi Pengujian

No	Nama Alternatif	Jumlah Data Uji	Identifikasi Benar
1	Pantai Gapang	3	3
2	Pantai Teupin Layee	3	3
3	Taman Laut Pulau Rubiah	2	2
4	Pulau Rubiah	5	4
5	Lokasi Sabang Fair /Pantai Paradiso	3	2
6	Pantai Sumur Tiga	4	4
7	Tugu Kilometer Nol	2	2
8	Tugu I Love Sabang	3	3
9	Kolam Air Panas Jaboi	3	3
Jumlah		28	26

Hasil pengujian perlu dilakukan evaluasi untuk mengetahui apakah sistem yang dibangun layak untuk diterapkan dalam mengidentifikasi alternatif objek wisata terbaik. Evaluasi dilakukan dengan menghitung sensitivitas dan akurasi menggunakan persamaan.

$$\text{Sensitivitas} = \frac{Tp}{Tp + Tn}$$

$$\text{Akurasi} = \frac{Tp + Tn}{Tp + Fp + Tn + Fn}$$

Keterangan:

TP = Banyaknya hasil identifikasi positif/benar untuk data uji positif

FP = Banyaknya hasil identifikasi negatif/salah untuk data uji positif

TN = Banyaknya hasil identifikasi positif/benar untuk data uji negatif

FN = Banyaknya hasil identifikasi negatif/salah untuk data uji negative.

Langkah yang dilakukan dalam pengujian sistem dengan membuat confusion matrix berdasarkan masing-masing nilai similarity hasil pengujian sistem. Tabel 6 menunjukkan *confusion matrix* dari hasil pengujian Tabel 7.

Tabel 8. *Confusion Matrix* Hasil Pengujian

Jenis Identifikasi	Data Uji	TP	TN	FP	FN
Alternatif Objek Wisata Terbaik	28	26	0	5	0

$$\text{Sensitivitas} = \frac{26}{26+0} = 100\%$$

$$\text{Akurasi} = \frac{26 + 0}{26 + 5 + 5 + 0} = \frac{26}{36} = 72.22\%$$

Hasil perhitungan nilai sensitivitas 100% dengan nilai akurasi sistem 72,22%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pakar menggunakan *Fuzzy Tsukamoto* dapat mengidentifikasi alternatif objek wisata terbaik dengan baik.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian Sistem Pendukung Keputusan Menentukan Objek Wisata Terbaik Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto di Kota Sabang Berbasis *Web* yang telah dilakukan oleh penulis, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu; Aplikasi sistem pakar untuk mencari objek wisata terbaik adalah suatu aplikasi berdasarkan aturan untuk memecahkan masalah untuk menentukan objek wisata terbaik khususnya di Kota Sabang dengan tingkat akurasi tinggi dan digunakan sebagai acuan wisatawan untuk menentukan objek wisata yang akan dipilih, Dengan adanya Sistem Pakar ini, para wisatawan atau orang yang membutuhkan sebagai referensi tentang objek wisata terbaik di Kota Sabang serta sebagai referensi bagi Pemerintahan Kota Sabang, dan Hasil dari analisa yang dihasilkan dari sistem ini sama dengan hasil perhitungan secara manual dengan menggunakan teori Metode Fuzzy Tsukamoto sehingga keakuratan hasilnya sudah sesuai dengan perhitungan yang didapat dari uji coba.

Adapun saran yang ingin penulis sampaikan setelah melakukan pengamatan adalah; Perlu adanya perbandingan metode dalam implementasi sistem pakar pada kasus yang sama. Perbandingan metode digunakan untuk mendapatkan validasi hasil yang lebih maksimal, Penelitian lebih lanjut diharapkan dapat mengembangkan model sistem multiplatform, dimana *user* dapat mengakses aplikasi melalui *web* atau menggunakan aplikasi berbasis android itu sendiri. Sedangkan pada aplikasi ini hanya halaman admin yang berbasis *web*.

Referensi

- [1] Sianipar, C. I., & Liyushiana, L. (2019). Pemasaran Pariwisata Digital oleh Pemerintah Kota Sabang. *Jurnal Darma Agung*, 27(3), 1135-1143. DOI: <http://dx.doi.org/10.46930/ojsuda.v27i3.374>.
- [2] Wali, M., Akbar, R., Iqbal, T., & Al-Bahri, F. P. (2019). Development of an android-based tourism guide (A case study: Sabang City, Indonesia). *International Journal of Scientific & Technology Research*, 8(11), 887-893.
- [3] Sanusi, S., & Husna, J. (2018). Sistem Pengambilan Keputusan Menggunakan Topsis Fuzzy Mcdm Untuk Pemilihan Tempat Wisata Berbasis Web. *Jurnal Ilmiah Rekayasa dan Manajemen Sistem Informasi*, 4(1), 26-35. DOI: <http://dx.doi.org/10.24014/rmsi.v4i1.4889>.
- [4] Ferinia, R., Tanjung, R., Purba, B., Lestari, N., Mastuti, R., Utami, N. R., ... & Dewi, I. K. (2021). *Perilaku Konsumen Kepariwisataaan*. Yayasan Kita Menulis.
- [5] Fauzi, T., & Gani, A. (2018). Analisis Kearifan Lokal Dan Pengembangannya Terhadap Pariwisata Di Kecamatan Sukakarya Kota Sabang. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 3(4), 467-481. DOI: <https://doi.org/10.17969/jimfp.v3i4.9171>.
- [6] Wali, M. (2020). Modul Praktikum Rekayasa Perangkat Lunak. Ellunar Publisher.
- [7] Wali, M., & Ahmad, L. (2021). Computer Assisted Learning (CAL): A Learning Support System Solution. *Webology*, 18(1).
- [8] Al-Hafiz, N. W., Mesran, M., & Suginam, S. (2017). Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kredit Pemilikan Rumah Menerapkan Multi-Objective Optimization On The Basis Of Ratio Analysis (Moora). *KOMIK (Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Komputer)*, 1(1). DOI: <http://dx.doi.org/10.30865/komik.v1i1.513>.
- [9] Hafiz, A., & Ma'mur, M. (2018). Sistem pendukung keputusan pemilihan karyawan terbaik dengan pendekatan weighted product. *Jurnal Cendikia*, 16(1 April), 23-28.
- [10] Aziz, B. (2022). Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Home industry Menggunakan Metode Topsis. *Jurnal JTik (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)*, 6(3), 470-478. DOI: <https://doi.org/10.35870/jtik.v6i3.529>.
- [11] Fauzi, A., Wati, A. L., Fauziah, S., & Hidayatulloh, S. (2022). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Karyawan Terbaik dengan Metode Profile Matching pada PT. KB Finansia Multi Finance Cabang Depok Divisi Operation. *Jurnal JTik (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)*, 6(4), 632-646. DOI: <https://doi.org/10.35870/jtik.v6i4.568>.

- [12] Riyadi, A., Andryana, S., & Winarsih, W. (2021). Pemilihan Transportasi Bus Antar Kota Antar Provinsi (AKAP) Dengan Metode Simple Additive Weighting (SAW), Weighted Product (WP), dan Promethee Berbasis Android. *Jurnal JTIK (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)*, 5, 3. DOI: <https://doi.org/10.35870/jtik.v5i3.177>.
- [13] Andianggara, Y., Gunawan, R., & Aldya, A. P. (2019). Sistem Pendukung Keputusan dengan Metode Simple Additive Weighting (SAW) untuk Prediksi Anggaran Biaya Wisata. *Innovation in Research of Informatics (INNOVATICS)*, 1(1). DOI: <https://doi.org/10.37058/innovatics.v1i1.684>.
- [14] Febrianto, M. A., & Widyadara, M. A. D. (2021, August). Sistem Kecerdasan Buatan untuk Menentukan Harga Sewa Kamar Kost Menggunakan Algoritma Fuzzy Tsukamoto. In *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)* (Vol. 5, No. 1, pp. 275-280).
- [15] Nugroho, R. P., Setiawan, B. D., & Furqon, M. T. (2019). Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto untuk Menentukan Harga Sewa Hotel (Studi Kasus: Gili Amor Boutique Resort, Dusun Gili Trawangan, Nusa Tenggara Barat). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer e-ISSN*, 2548, 964X.
- [16] Lusmiawati, M., Fatkhiyah, E., & Hamzah, A. (2021). Penentuan Objek Wisata Kota Bandung Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto. *Jurnal SCRIPT*, 9(2), 142-151.
- [17] Kurnia, D., & Kesumaningtyas, F. (2017). Penerapan fuzzy logic dalam pencarian jalur terbaik menuju lokasi wisata di Kota Bukittinggi. *Jurnal Teknoif Teknik Informatika Institut Teknologi Padang*, 5(2), 1-7. DOI: <https://doi.org/10.21063/tif.2017.V5.2.1-7>.
- [18] Al Rosyid, H. I. (2018). *Implementasi metode fuzzy model tahani pada sistem rekomendasi pemilihan objek wisata pegunungan di Jawa Barat* (Doctoral dissertation, UIN Sunan Gunung Djati Bandung).
- [19] Firmansyah, M. D., Santoso, E., & Dewi, R. K. (2017). Sistem Rekomendasi Tempat Wisata di Kota Malang Menggunakan Metode Hybrid Fuzzy-Floyd Warshall. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer e-ISSN*, 2548, 964X.
- [20] Zadeh, L. A. (1996). Fuzzy logic, neural networks, and soft computing. In *Fuzzy sets, fuzzy logic, and fuzzy systems: selected papers by Lotfi A Zadeh* (pp. 775-782). DOI: https://doi.org/10.1142/9789814261302_0040.
- [21] Buckley, J. J., & Eslami, E. (2002). *An introduction to fuzzy logic and fuzzy sets* (Vol. 13). Springer Science & Business Media.
- [22] Faizi, S., Salabun, W., Rashid, T., Zafar, S., & Wątróbski, J. (2020). Intuitionistic fuzzy sets in multi-criteria group decision making problems using the characteristic objects method. *Symmetry*, 12(9), 1382. DOI: <https://doi.org/10.3390/sym12091382>.

- [23] Zimmermann, H. J. (2010). Fuzzy set theory. *Wiley interdisciplinary reviews: computational statistics*, 2(3), 317-332. DOI: <https://doi.org/10.1002/wics.82>.
- [24] Kahraman, C., Öztayşi, B., & Çevik Onar, S. (2016). A comprehensive literature review of 50 years of fuzzy set theory. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 9(sup1), 3-24. DOI: <https://doi.org/10.1080/18756891.2016.1180817>.
- [25] Andani, S. R. (2015, July). Fuzzy Mamdani Dalam Menentukan Tingkat Keberhasilan Dosen Mengajar. In *Seminar Nasional Informatika (SEMNASIF)* (Vol. 1, No. 4).
- [26] Situmorang, E., & Rindari, F. (2019). Decision Support System For Selection Of The Best Doctors In Sari Mutiara Hospital Using Fuzzy Tsukamoto Method. *Jurnal Teknik Informatika CIT Medicom*, 11(2), 45-50. DOI: <https://doi.org/10.35335/cit.Vol11.2019.12.pp45-50>.
- [27] Irwansyah, E., & Moniaga, J. V. (2014). *Pengantar Teknologi Informasi*. Deepublish.
- [28] Fathurrahmad, S. Y., Iqbal, T., & Salam, A. (2019). Virtual Private Network (VPN) Network Design For Multiprotocol Label Switching (MPLS) Networks. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 8(11), 2653-2656.
- [29] Fathurrahmad, F., & Ester, E. (2020). Development And Implementation Of The Rijndael Algorithm And Base-64 Advanced Encryption Standard (AES) For Website Data Security. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 9(11), 6-11.
- [30] Fathurrahmad, F. (2019). *Buku Ajar Jaringan Komputer: Untuk Pemula*. KITA Publisher.