



Aplikasi fuzzy topsis untuk menentukan prioritas perawatan jalan di Kabupaten Sleman

Fuzzy topsis application to determine priorities of road maintenance in Sleman regency

Sivica Elmaningtyas, Prodi Matematika FMIPA UNY
Sri Andayani *, Prodi Matematika FMIPA UNY
*e-mail: andayani@uny.ac.id

Abstrak

Kabupaten Sleman merupakan salah satu kabupaten di Provinsi DI Yogyakarta yang memiliki tingkat kecelakaan tinggi. Selain akibat kelalaian manusia, penyebab terjadinya kecelakaan yaitu kondisi jalan yang rusak akibat beban kendaraan ataupun cuaca dan iklim. Oleh karena itu, untuk memperlambat laju kerusakan perlu dilakukan perawatan jalan. Namun, dengan banyaknya ruas jalan yang rusak diperlukan urutan prioritas agar jalan-jalan yang krusial dapat ditangani terlebih dahulu. Penelitian ini bertujuan menyusun model aplikasi metode Fuzzy TOPSIS dalam menentukan prioritas perawatan jalan, khususnya di Kabupaten Sleman. Model tersebut selanjutnya dikembangkan menjadi sistem pendukung keputusan berbasis web menggunakan bahasa pemrograman PHP dan manajemen database MySQL yang dapat menghasilkan rekomendasi prioritas perawatan jalan. Pemodelan disusun dengan menggunakan data jalan di Kabupaten Sleman pada tahun 2018. Terdapat sebanyak 320 data yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan, dan Kawasan Permukiman Kabupaten Sleman. Data memuat 12 variabel yang kemudian diseleksi menjadi 7 variabel untuk digunakan sebagai kriteria keputusan dari model SPK yang dikembangkan. Kriteria yang digunakan yaitu panjang kondisi baik, panjang kondisi sedang, panjang kondisi rusak ringan, panjang kondisi rusak berat, persentase kerusakan, LHR dan akses ke jalan. Model Fuzzy TOPSIS yang dihasilkan mengakomodasi kriteria pengambilan keputusan yang memiliki nilai linguistik fuzzy. Model ini juga mengakomodasi adanya lebih dari satu pengambil keputusan yang dapat memberikan justifikasi bobot kriteria fuzzy. Nilai linguistik tersebut direpresentasikan dengan bilangan fuzzy segitiga.

Kata kunci: Fuzzy, TOPSIS, perawatan jalan, kondisi jalan, sistem pendukung keputusan

Abstract

Sleman Regency is one of the regencies in DI Yogyakarta Province which has a high accident rate. In addition to human negligence, the cause of accidents is the condition of damaged roads due to vehicle loads or weather and climate. Therefore, to slow down the rate of damage, road maintenance is necessary. However, with so many damaged roads, a priority order is needed so that crucial roads can be handled first. The purpose of this study is to develop an application model of the Fuzzy TOPSIS method in determining road maintenance priorities, especially in Sleman Regency. The model developed into a web-based Decision Support System (DSS) using the PHP programming language and MySQL database management that can generate recommendations for road maintenance priorities. The modeling was compiled using road data in Sleman Regency at 2018. There were 320 data obtained from the Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan, dan Kawasan Permukiman of Sleman Regency. The data contains 12 variables which are selected into 7 variables to be used as decision criteria of the DSS developing. Criterias that used are the length of good condition, the length of medium condition, the length of lightly damaged condition, the length of heavily damaged condition, the percentage of damage, the daily traffic in average, and the acces to certain road. The Fuzzy TOPSIS model accommodates criteria that have fuzzy linguistic values. This model also accommodates more than one decision maker who can justify the weight of the fuzzy criteria. The linguistic value is represented by a fuzzy triangular number.

Keywords: Train scheduling, Integer programming, Branch and Bound, Revised Simplex, PT Kereta Api Indonesia

PENDAHULUAN

Jalan merupakan salah satu fasilitas umum yang sangat penting karena memengaruhi mobilitas manusia setiap harinya. Akibat mobilitas yang semakin meningkat, banyak terjadi kecelakaan lalu lintas yang dialami oleh pengendara. Dari 34 provinsi di Indonesia, Daerah Istimewa Yogyakarta menjadi urutan ketujuh provinsi yang memiliki angka kecelakaan tertinggi dan salah satu kabupaten dengan angka kecelakaan yang tinggi yaitu Kabupaten Sleman (Saputri & Indrianawati, 2021). Selain akibat faktor kelalaian manusia, kecelakaan lalu lintas juga dapat terjadi akibat kurang baiknya kondisi jalan. Kerusakan jalan juga dapat mengurangi kenyamanan berkendara dan menghambat kelancaran lalu lintas.

Seiring dengan penggunaan jalan dan waktu pemakaian, maka perlu dilakukan pemeliharaan jalan agar kondisi jalan yang rusak menjadi lebih baik dan tidak menambah laju kerusakan. Akan tetapi, karena adanya keterbatasan dalam mengadakan perawatan jalan, misalnya dana tentunya tidak dapat dilakukan perbaikan secara bersamaan pada semua ruas jalan yang rusak (Sushera, Rohman & Kartika, 2018). Oleh karena itu, perencanaan pemeliharaan jalan memerlukan urutan prioritas.

Banyak variabel yang harus dipertimbangkan dalam penentuan prioritas pemeliharaan jalan. Variabel tersebut antara lain kondisi jalan, volume lalu lintas atau Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR), tata guna lahan, kebijakan, biaya, beban kendaraan, aksesibilitas, ekonomi, kelas jalan, mobilitas (Marietta & Yosritzal, 2022). Selain itu, panjang ruas jalan, lebar ruas jalan akses ke jalan, dan rute jalan angkot juga merupakan variabel yang dapat dipertimbangkan (Regitha, Hidayat, & Widodo, 2019).

Penentuan urutan prioritas pemeliharaan jalan pada dasarnya dapat diselesaikan dengan sistem pendukung keputusan (SPK). SPK adalah sebuah sistem informasi yang dibangun untuk membantu memudahkan dan mempercepat dalam proses pengambilan keputusan. SPK berbasis komputer atau web merupakan perkembangan dari kemampuan komputer dalam menyelesaikan suatu masalah (Prawira & Hakim, 2011).

Sebelumnya sudah cukup banyak penelitian untuk menentukan prioritas perawatan jalan menggunakan berbagai metode (Anita, Kustamar, & Putranto, 2018; Ewadh, Almuhan, & Alasadi, 2018; Oktariani, Andresrawi, & Setiawan, 2017; Regitha, Hidayat, & Widodo, 2019). Salah satu metode yang kerap digunakan adalah Metode Analitical Hierarchy Process (AHP). Baik pertimbangan objektif atau subjektif memberikan peran penting selama proses pengambilan keputusan menggunakan metode AHP. Akan tetapi, sifat subjektif pada proses pemodelan cukup menjadi kendala dari AHP yang membuat metodologi tidak dapat menjamin bahwa hasil keputusannya pasti benar (Oguztimur, 2011).

Untuk menyelesaikan masalah perangkaan dengan banyak kriteria sebagai penilaian, Metode Technique For Others Reference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) merupakan salah satu metode yang tepat untuk digunakan (Lestari & Priyodiprojo, 2011). Penilaian bobot kriteria pada metode TOPSIS ini secara perhitungan tidak terdapat perbandingan terhadap kriteria lain karena berupa nilai preferensi. Oleh karena itu, sebaiknya penggunaan metode TOPSIS digabungkan dengan menggunakan metode atau konsep lain (Rahman, Furqon, & Santoso, 2018; Regitha, Hidayat, & Widodo, 2019). Parameter atau kriteria dalam masalah multi-kriteria juga seringkali memiliki dimensi yang tidak sesuai. Hal tersebut dapat menimbulkan masalah dalam evaluasi. Oleh sebab itu, guna menghindari masalah-masalah tersebut dapat diterapkan sistem fuzzy pada proses TOPSIS untuk analisis bobot dan kriteria (Kore, Ravi, & Patil, 2017).

Fungsi keanggotaan fuzzy dapat direpresentasikan dalam berbagai bentuk geometri, misalnya linier, segitiga, trapesium, kurva S dan kurva lonceng (Klir, Clair, & Yuan, 1997). Namun, salah satu yang paling sering digunakan yaitu fungsi keanggotaan segitiga (Abdy, 2018). Bilangan fuzzy segitiga dapat digunakan dalam penilaian suatu objek individu yang bukan kelompok (Voskoglou, 2015).

Rofiah (2016) menyatakan bahwa metode Fuzzy TOPSIS sangat direkomendasikan untuk penelitian data kuantitatif. Metode Fuzzy TOPSIS digunakan dalam beberapa penelitian seperti untuk melakukan seleksi pada calon penerima bantuan kemiskinan oleh Sukerti (2015). Lestari & Priyodiprodjo (2011) menggunakan Fuzzy TOPSIS untuk menyeleksi calon karyawan kemudian hasilnya dibandingkan dengan hasil menggunakan metode Weighted Product Model (WPM). Untuk memilih dan mengkategorikan kriteria, dapat digunakan metode pengambilan keputusan seperti teori himpunan fuzzy dan teori utilitas multi-atribut (Eren & Raouf, 2020). Regitha, Hidayat & Widodo (2019) menggunakan metode AHP-SAW-TOPSIS karena pada metode TOPSIS dan SAW tidak dapat digunakan untuk mencari bobot kriteria sehingga digunakan metode AHP.

Dengan mempertimbangkan penelitian-penelitian tersebut, penelitian ini akan membuat pemodelan Metode Fuzzy TOPSIS untuk menentukan prioritas perawatan jalan di Kabupaten Sleman. Hasil pemodelan dikembangkan menjadi sistem pembuat keputusan yang menghasilkan rekomendasi prioritas perawatan jalan.

METODE

Penelitian ini menggunakan data jalan di Kabupaten Sleman pada tahun 2018 yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan, dan Kawasan Permukiman (DPUPKP) Kabupaten Sleman yang berlokasi di Jl. Magelang Km. 10, Tridadi, Sleman, DI Yogyakarta 55511. Terdapat sebanyak 320 data jalan yang ada di seluruh Kabupaten Sleman.

Langkah-langkah dalam penelitian ini secara garis besar dibagi menjadi 2 bagian, yaitu penyusunan model dan pengembangan SPK. Tahap penyusunan model terdiri dari persiapan data dan penerapan metode *Fuzzy* TOPSIS. Sedangkan, tahap pengembangan SPK terdiri dari perancangan dan implementasi basis data dan antarmuka pengguna.

Tahap persiapan data diawali dengan pengumpulan data, pembersihan data dari data yang tidak konsisten dan seleksi variabel yang akan digunakan sebagai kriteria. Setelah data dibersihkan dan diseleksi, tahap selanjutnya yaitu konversi data. Dalam penelitian ini, data akan dikonversi menjadi bilangan *fuzzy* dengan mengubahnya terlebih dahulu ke dalam variabel linguistik pada Error! Reference source not found..

Tabel 1. Variabel Linguistik Alternatif dan Bobot Kriteria

| Variabel Linguistik Alternatif | Variabel Linguistik Bobot Kriteria | Bilangan <i>Fuzzy</i> |
|--------------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| Very Poor (VP) | Very Low (VL) | (0, 0, 0,1) |
| Poor (P) | Low (L) | (0, 0,1, 0,3) |
| Medium Poor (MP) | Medium Low (ML) | (0,1, 0,3, 0,5) |
| Fair (F) | Medium (M) | (0,3, 0,5, 0,7) |
| Medium Good (MG) | Medium High (MH) | (0,5, 0,7, 0,9) |
| Good (G) | High (H) | (0,7, 0,9, 1) |
| Very Good (VG) | Very High (VH) | (0,9, 1, 1) |

Selanjutnya, yaitu tahap pembobotan kriteria. Berdasarkan penilaian para ahli pada penelitian-penelitian sebelumnya, kemudian dikembangkan menjadi 3 pembuat keputusan *dummy* (selanjutnya disebut dengan PK) yang akan digunakan untuk pembobotan pada pemodelan. Namun, dalam sistem yang akan dibuat, pembobotan kriteria dapat di-*input* tanpa dibatasi jumlahnya.

Data yang telah dikonversi menjadi bilangan *fuzzy* dan bobot setiap kriteria kemudian dilakukan perhitungan menggunakan langkah-langkah TOPSIS. Beberapa simbol yang digunakan para rumus-rumus metode *Fuzzy* TOPSIS dijelaskan sebagai berikut.

- i : Alternatif
 j : Kriteria
 B : Himpunan kriteria yang memiliki sifat *benefit*
 C : Himpunan kriteria yang memiliki sifat *cost*
 r_{ij} : Bilangan *fuzzy* segitiga ternormalisasi
 v_{ij} : Bilangan *fuzzy* segitiga ternormalisasi terboboti
 V : Matriks yang berisi bilangan *fuzzy* segitiga ternormalisasi terboboti
 (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}) : Nilai batas bawah, tengah, dan batas atas bilangan *fuzzy* segitiga berdasarkan nilai evaluasi alternatif i terhadap kriteria j
 (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3}) : Nilai batas bawah, tengah, dan batas atas bilangan *fuzzy* segitiga berdasarkan bobot kepentingan kriteria j

Langkah pertama, yaitu menghitung matriks keputusan ternormalisasi. Metode normalisasi dilakukan untuk mempertahankan sifat bahwa bilangan *fuzzy* segitiga ternormalisasi pada rentang $[0,1]$ (Chen, 2000). Dalam penelitian ini, untuk menghindari perhitungan tahap normalisasi tersebut, maka bilangan *fuzzy* segitiga pada variabel linguistik alternatif dibuat dalam interval $[0,1]$ seperti pada **Error! Reference source not found.**(Saghafian & Hejazi, 2005).

Selanjutnya, menghitung matriks keputusan terboboti (V) dengan cara mengalikan matriks keputusan dengan bobot setiap kriteria seperti Persamaan 1.

$$V = [v_{ij}]_{m \times n}, v_{ij} = r_{ij} \cdot w_j, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

Bobot kriteria w_j merupakan penilaian dari sejumlah K pembuat keputusan pada n kriteria yaitu (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3}) di mana $(j = 1, 2, \dots, n)$ ditentukan dengan rumus (Sahin, Yip, & Tseng, et al. 2020):

$$w_{j1} = \min_k \{w_{j1k}\}, w_{j2} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K w_{j2k}, w_{j3} = \max_k \{w_{j3k}\} \quad (2)$$

Dari matriks keputusan terboboti, dicari solusi ideal positif (SIP) dan solusi ideal positif (SIN) menggunakan Persamaan 3 dan 4.

$$A^+ = \{r_1^+, r_2^+, \dots, r_n^+\} = \{\max_i \{(r_{ij}^L, r_{ij}^M, r_{ij}^U)\} | j \in B, \min_i \{(r_{ij}^L, r_{ij}^M, r_{ij}^U)\} | j \in C\} \quad (3)$$

$$A^- = \{r_1^-, r_2^-, \dots, r_n^-\} = \{\min_i \{(r_{ij}^L, r_{ij}^M, r_{ij}^U)\} | j \in B, \max_i \{(r_{ij}^L, r_{ij}^M, r_{ij}^U)\} | j \in C\} \quad (4)$$

Setelah memperoleh nilai SIP dan SIN, selanjutnya menghitung jarak setiap alternatif ke SIP dan SIN pada masing-masing kriteria menggunakan metode *vertex* Persamaan 5, kemudian dijumlahkan menjadi total jarak alternatif ke SIP (S^+) dan total jarak alternatif ke SIN (S^-) menggunakan persamaan Persamaan 6 dan 7.

$$d(m, n) = \sqrt{\frac{1}{3} [(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2]} \quad (5)$$

$$S_i^+ = \sum_{j=1}^n d(v_{ij}, v_j^+) \quad (6)$$

$$S_i^- = \sum_{j=1}^n d(v_{ij}, v_j^-) \quad (7)$$

Terakhir, menghitung nilai preferensi yaitu pembagian S_i^- dengan penjumlahan dari S_i^- dan S^+ .

$$CC_i = \frac{s_i^-}{s_i^* + s_i^-}, i = 1, 2, \dots, m \quad (8)$$

Setelah diperoleh nilai preferensi kemudian dilakukan klasifikasi alternatif ke dalam tiga jenis prioritas perawatan jalan berdasarkan nilai preferensi tersebut, yaitu pemeliharaan rutin, pemeliharaan berkala dan peningkatan. Hasil rekomendasi dari model akan dibandingkan dengan hasil keputusan Dinas PUPKP Kabupaten Sleman sehingga menghasilkan tingkat akurasi model yang dibangun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Pengembangan Model

Data dibagi menjadi dua bagian, sebanyak 80% yaitu 228 dataset sebagai data latih untuk penyusunan model dan 20% yaitu 57 dataset sebagai data uji untuk mengukur akurasi model. Dari data yang memiliki 12 variabel diseleksi menjadi 7 kriteria pada Tabel 2 yang ditentukan berdasarkan kajian tentang besar pengaruh masing-masing variabel terhadap hasil rekomendasi.

Tabel 2. Kriteria yang akan Digunakan dalam Pemodelan

| Kode | Nama Kriteria | Satuan | Sifat |
|-------|------------------------------|----------|----------------|
| K_1 | Panjang kondisi baik | km | <i>Cost</i> |
| K_2 | Panjang kondisi sedang | km | <i>Benefit</i> |
| K_3 | Panjang kondisi rusak ringan | km | <i>Benefit</i> |
| K_4 | Panjang kondisi rusak berat | km | <i>Benefit</i> |
| K_5 | Persentase kerusakan | km dan % | <i>Benefit</i> |
| K_6 | Lalu lintas rata-rata harian | smp/hari | <i>Benefit</i> |
| K_7 | Akses ke jalan | - | <i>Benefit</i> |

Bobot kriteria dari pembuat keputusan *dummy* disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Bobot Kriteria dari Pembuat Keputusan *Dummy*

| | PK_1 | PK_2 | PK_3 |
|-------|--------|--------|--------|
| K_1 | VL | L | ML |
| K_2 | ML | ML | M |
| K_3 | M | M | MH |
| K_4 | H | MH | H |
| K_5 | H | VH | VH |
| K_6 | VH | VH | VH |
| K_7 | H | M | H |

Kemudian, bobot kriteria tersebut diubah ke dalam bilangan *fuzzy*, kemudiandilakukan perhitungan menggunakan Persamaan 2 menghasilkan matriks bobot kriteria pada Tabel 4.

Tabel 4. Matriks Bobot Kriteria

| | Bilangan <i>Fuzzy</i> Bobot Kriteria | | |
|-------|--------------------------------------|--------|--------|
| K_1 | 0,0000 | 0,1333 | 0,5000 |
| K_2 | 0,1000 | 0,3667 | 0,7000 |
| K_3 | 0,3000 | 0,5667 | 0,9000 |
| K_4 | 0,5000 | 0,8333 | 1,0000 |
| K_5 | 0,7000 | 0,9667 | 1,0000 |
| K_6 | 0,9000 | 1,0000 | 1,0000 |
| K_7 | 0,3000 | 0,7667 | 1,0000 |

Sebagai contoh perhitungan, akan ditunjukkan beberapa data latihan pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Jalan Sebagai Alternatif

| No | No Ruas | Nama Jalan | Ruas | K_1 | K_2 | K_3 | K_4 | K_5 | K_6 | K_7 | Keputusan Data Asli |
|----|---------|------------------------|------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|----------------------|
| 1 | 04 | Karang Kalasan-Salakan | | 0,00 | 3,50 | 1,50 | 0,00 | 100,00 | 6192 | N | Pemeliharaan Berkala |
| 2 | 05 | Ngebruk-Kadirojo | | 0,60 | 1,90 | 0,00 | 0,00 | 76,00 | 6141 | N | Pemeliharaan Berkala |
| 3 | 06 | Grogol-Kadirojo | | 1,00 | 0,90 | 0,00 | 0,00 | 47,37 | 6012 | N | Pemeliharaan Berkala |
| 4 | 08 | Tlukan-Kadisoko | | 3,30 | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 10,81 | 6858 | N | Pemeliharaan Berkala |

Data kemudian dikonversi menjadi bilangan *fuzzy* segitiga ternormalisasi. Untuk mengubah menjadi bilangan *fuzzy* segitiga, terlebih dahulu diubah dalam bentuk variabel linguistik (Sahin, Yip, & Tseng, et al. 2020; Halim, Alamsyah, & Sugiman, 2016; Sari, 2016). Langkah yang dilakukan untuk mengubah data menjadi variabel linguistik yaitu membuat fungsi keanggotaan variabel linguistik setiap kriteria di mana batas atas dan batas bawah dari himpunan semestanya berturut-turut merupakan nilai terendah (minimum) dan tertinggi (maksimum) pada masing-masing kriteria. Sedangkan, untuk kriteria akses ke jalan tidak akan dibuatkan fungsi keanggotaan melainkan langsung diubah menjadi variabel linguistik yaitu *Very Good* (VG) untuk akses jalan “N”, *Good* (G) untuk akses jalan “P” dan *Medium Good* (MG) untuk akses jalan “K”.

Data alternatif yang sudah dikonversi ke dalam bilangan *fuzzy* segitiga ternormalisasi atau disebut dengan matriks keputusan ternormalisasi ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Matriks Keputusan Ternormalisasi

| | K_1 | | | K_2 | | | K_3 | | | K_4 | | | K_5 | | | K_6 | | | K_7 | | |
|-------|-------|-----|-----|-------|-----|-----|-------|-----|-----|-------|-----|-----|-------|-----|-----|-------|-----|-----|-------|-----|-----|
| A_1 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,7 | 0,9 | 1,0 | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,9 | 1,0 | 1,0 | 0,1 | 0,3 | 0,5 | 0,9 | 1,0 | 1,0 |
| A_2 | 0,0 | 0,1 | 0,3 | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,5 | 0,7 | 0,9 | 0,1 | 0,3 | 0,5 | 0,9 | 1,0 | 1,0 |
| A_3 | 0,0 | 0,1 | 0,3 | 0,1 | 0,3 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 0,1 | 0,3 | 0,5 | 0,9 | 1,0 | 1,0 |
| A_4 | 0,5 | 0,7 | 0,9 | 0,0 | 0,1 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,1 | 0,3 | 0,1 | 0,3 | 0,5 | 0,9 | 1,0 | 1,0 |

Selanjutnya, dilakukan perhitungan matriks keputusan terboboti dengan menggunakan Persamaan 1 lalu menentukan SIP dan SIN menggunakan rumus pada Persamaan 3 dan 4 disajikan dalam Tabel 7. SIP dan SIN pada pemodelan metode ini selanjutnya ditetapkan sebagai SIP dan SIN dalam SPK agar memungkinkan untuk dilakukan klasifikasi berdasarkan nilai preferensi.

Tabel 7. SIP dan SIN

| | SIP | | | SIN | | |
|-------|------|------|------|------|------|------|
| K_1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| K_2 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| K_3 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| K_4 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| K_5 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| K_6 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| K_7 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,15 | 0,15 | 0,15 |

Total jarak alternatif dengan SIP dan SIN menggunakan Persamaan 5, 6 dan 7 diperoleh hasil pada Tabel 8.

Tabel 8. Total Jarak Alternatif dengan SIP dan SIN

| | S_1^+ | S_1^- |
|-------|---------|---------|
| A_1 | 3,4065 | 3,2249 |
| A_2 | 4,0177 | 2,4946 |
| A_3 | 4,2249 | 2,2290 |
| A_4 | 4,7709 | 1,7388 |

Kemudian, menghitung nilai preferensi dengan menggunakan Persamaan 8 yang hasilnya ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Nilai Preferensi Alternatif

| | Nama Ruas Jalan | CC_1 |
|-------|--------------------------|--------|
| A_1 | Karang Kalasan - Salakan | 0,4863 |
| A_2 | Ngebruk-Kadirojo | 0,3831 |
| A_3 | Grogol-Kadirojo | 0,3454 |
| A_4 | Tlukan-Kadisoko | 0,2671 |

Berdasarkan nilai preferensi tersebut alternatif diklasifikasikan ke dalam tiga jenis perawatan jalan, yaitu peningkatan jika nilai preferensinya lebih dari 0,41, pemeliharaan berkala jika nilai preferensinya lebih dari 0,30 dan kurang dari 0,41, dan pemeliharaan rutin jika nilai preferensinya lebih dari nol dan kurang dari 0,30. Batas nilai preferensi yang digunakan tersebut merupakan hasil percobaan beberapa batas nilai yang memberikan tingkat akurasi tertinggi. Batas nilai klasifikasi tersebut sebagai berikut.

Hasil rekomendasi prioritas perawatan jalan dengan klasifikasi nilai preferensi ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Rekomendasi Prioritas Perawatan Jalan Model

| No Ruas | Nama Ruas Jalan | Prioritas Perawatan Jalan |
|---------|-------------------------|---------------------------|
| 04 | Karang Kalasan -Salakan | Peningkatan |
| 05 | Ngebruk-Kadirojo | Pemeliharaan Berkala |
| 06 | Grogol-Kadirojo | Pemeliharaan Berkala |
| 08 | Tlukan-Kadisoko | Pemeliharaan Rutin |

Sebanyak 57 data uji dilakukan perhitungan menggunakan model metode *Fuzzy TOPSIS* yang sudah dibuat menggunakan data latih hingga diperoleh hasil rekomendasi. Didapatkan bahwa sebanyak 41 data menghasilkan rekomendasi yang sama dengan prioritas perawatan jalan pada data asli maka tingkat akurasi model terhadap keputusan Dinas PUPKP dapat dihitung sebagai berikut.

$$\text{Akurasi} = \frac{41}{57} \times 100\% = 71,93\%$$

2. Pengembangan Sistem Pembuat Keputusan (SPK)

Fungsi yang dibutuhkan dalam sistem ini yaitu dapat menghasilkan rekomendasi prioritas perawatan jalan dengan menginput data dan bobot setiap kriteria oleh beberapa pembuat keputusan. Kriteria yang digunakan dalam sistem ini dibatasi hanya sebanyak tujuh kriteria sesuai dengan model yang sudah dibangun. Akan tetapi, jumlah pembuat keputusan dapat ditambahkan hingga berapapun tanpa dibatasi.

Berdasarkan tujuan fungsi tersebut dilakukan perancangan dan implementasi basis data dan antarmuka pengguna sesuai untuk menghasilkan sistem berbasis web yang dapat

menghasilkan rekomendasi prioritas perawatan jalan menggunakan model yang sudah dibuat. Implementasi sistem menggunakan manajemen basis data MySQL dan bahasa pemrograman PHP. Tampilan sistem yang dikembangkan ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Halaman *Dashboard*

| Kode | Nama Ruas Jalan | Panjang Kondisi Baik (K1) | Panjang Kondisi Sedang (K2) | Panjang Kondisi Rusak Ringan (K3) | Panjang Kondisi Rusak Berat (K4) | Persentase Kerusakan (K5) | Lalu Lintas Harian Rata-rata (K6) | Akses Jalan ke- (K7) | Opsi |
|------|------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|----------------------|------|
| 17 | Karang Kalasan-Salakan | 0.00 | 3.50 | 1.50 | 0.00 | 100.00 | 6192 | Nasional | |
| 18 | Ngebruk-Kadirojo | 0.60 | 1.90 | 0.00 | 0.00 | 76.00 | 6141 | Nasional | |
| 19 | Grogol- | 1.00 | 0.90 | 0.00 | 0.00 | 47.37 | 6012 | Nasional | |

Gambar 2. Halaman *Data Alternatif*

Pembahasan

Tingkat akurasi sebesar 71,93% tidak begitu tinggi disebabkan oleh berbagai faktor. Pertama, tidak diketahui secara pasti kriteria yang digunakan oleh dinas terkait dalam memutuskan prioritas perawatan jalan. Kedua, kemungkinan terdapat kepentingan pribadi dalam menentukan prioritas perawatan jalan sehingga hasil kebijakan tidak tepat sesuai sasaran (Rahman, Furqon, & Santoso, 2018). Hal tersebut dapat terjadi karena dalam penentuan kebijakan yang melalui banyak birokrasi sangat dipengaruhi oleh faktor politis (Anita, Kustamar, & Putranto, 2018).

Contohnya, dalam data asli, ruas jalan Sorogenen-Sidorejo dengan nomor ruas 07 dalam variabel keterangan termuat prioritas perawatan “Peningkatan”, sedangkan sepanjang ruas jalan ini 100% dalam kondisi baik tanpa ada bagian ruas jalan dengan kondisi sedang, rusak ringan ataupun rusak berat dengan dengan variabel akses jalan yaitu “K”.

Faktor lain yang mempengaruhi tingkat akurasi hasil rekomendasi model tersebut adalah penentuan bobot kepentingan setiap kriteria, yang dalam penelitian ini tidak menggunakan penilaian dari *stakeholder* terkait melainkan menggunakan pembuat keputusan *dummy*. Meskipun demikian, fasilitas pemberian bobot ini dapat menjadi nilai lebih dari model yang dikembangkan karena model menyediakan ruang bagi beberapa pengambil keputusan untuk memberikan penilaian bobot kepentingan setiap kriteria.

Data yang harus dimasukkan dalam sistem agar menghasilkan rekomendasi perawatan jalan yaitu data jalan dengan tujuh kriteria yang ditentukan dan penilaian terhadap bobot kepentingan masing-masing kriteria. Sistem yang dikembangkan dilakukan pengujian menggunakan metode *Black Box Testing* yang dilakukan dengan menguji setiap fungsi dalam

sistem apakah menghasilkan respon yang sesuai dengan yang diharapkan atau tidak. Dari hasil pengujian sistem dapat dinilai bahwa SPK ini dapat berjalan dengan baik tanpa adanya kesalahan.

Namun, masih terdapat kekurangan dalam sistem ini, diantaranya pengguna tidak dapat menambahkan kriteria yang ingin digunakan, belum terdapat fitur mengurutkan data, belum terdapat fitur pencarian data, dan belum terdapat fitur untuk mencetak hasil rekomendasi.

Dengan memasukkan data alternatif 1 sampai alternatif 4 pada sistem dan bobot kriteria yang sama dengan bobot kriteria pada model yang dibangun menghasilkan rekomendasi prioritas perawatan jalan pada Gambar 3.

| Kode | Nama Ruas Jalan | Jenis Pemeliharaan |
|------|------------------------|----------------------|
| 17 | Karang Kalasan-Salakan | Peningkatan |
| 18 | Ngebruk-Kadirojo | Pemeliharaan Berkala |
| 19 | Grogol-Kadirojo | Pemeliharaan Berkala |
| 20 | Tlukan-Kadisoko | Pemeliharaan Rutin |

Gambar 3. Rekomendasi Prioritas Perawatan Jalan Model Sistem

Dari hasil perhitungan pada sistem, diperoleh nilai dan rekomendasi keputusan yang sama dengan hasil perhitungan yang dilakukan secara manual, maka dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan pada sistem ini valid.

SIMPULAN

Metode Fuzzy TOPSIS dapat diterapkan untuk menentukan prioritas perawatan jalan di Kabupaten Sleman dengan pemodelan menggunakan 228 data latih dan 57 data uji dengan menggunakan tujuh kriteria. Kriteria dan bobotnya kemudian diubah menjadi bilangan fuzzy segitiga. Model ini mengakomodasi adanya lebih dari satu pengambil keputusan yang dapat memberikan justifikasi bobot kriteria fuzzy. Langkah-langkah TOPSIS dilakukan terhadap data yang telah diubah menjadi bilangan segitiga fuzzy hingga diperoleh nilai preferensi yang diklasifikasikan menjadi 3 jenis prioritas perawatan jalan yaitu peningkatan, pemeliharaan berkala dan pemeliharaan rutin.

Model yang dihasilkan digunakan untuk menguji 57 data uji, dan memberikan akurasi sebesar 71,93%. Ada beberapa faktor kendala yang memengaruhi hasil akurasi tersebut sehingga kurang maksimal. Fungsi sistem pendukung keputusan berbasis web yang dikembangkan berjalan dengan baik dan memberikan hasil rekomendasi yang sesuai dengan perhitungan manual. Saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu sebaiknya kriteria yang digunakan dapat ditambah dengan mempertimbangkan aspek-aspek lain. Selain itu, metode untuk klasifikasi nilai preferensi menjadi rekomendasi perawatan jalan dapat dikembangkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada koordinator Prodi Maatematika dan seluruh Dosen Prodi Matematika yang telah memberikan ilmu dan bimbingan hingga terselesainya artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anita, Kustamar, & Putranto, E.H.D. (2018). Penentuan Skala Prioritas Pemeliharaan Berkala Jalan di Kabupaten Malang. *Jurnal Teknik Sipil Infomanpro*, 7(2).
- Chen, C.T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy Sets and Systems*, 114(1), 1–9.

- Eren, O. & Raouf, B. (2020). Ranking Construction Contractors of Municipality Baised on (Fuzzy-Topsis) Multi Criteria Decision Making in Herat Province. *GE-International Journal of Management Research*, 8.
- Halim, B.C., Alamsyah, & Sugiman. (2016). METODE FUZZY TOPSIS MADM SEBAGAI ALTERNATIF PENGAMBILAN KEPUTUSAN MENENTUKAN PENERIMA BEASISWA PPA BERBASIS WEB. *UNNES Journal of Mathematics*, 5(1).
- Klir, G., St. Clair, U., & Yuan, B. (1997). *Fuzzy set theory: Foundations and applications*. New Jersey: Prentice Hall.
- Kore, N.B., Ravi, K., & Patil, S.B. (2017). A Simplified Description of FUZZY TOPSIS Method for Multi Criteria Decision Making. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 4(5).
- Lestari, S. & Proyodiprojjo. W. (2011). Implementasi Metode Fuzzy TOPSIS untuk Seleksi Penerimaan Karyawan. *IJCCS*, 5(2).
- Marietta, D. & Yosritzal. (2022). Perbandingan Kriteria Prioritas Pemeliharaan Jalan. *Jurnal Civronlit Unbari*, 7(1), 1-6.
- Oguztimur, S. (2011). Why Fuzzy Analytic Hierarchy Process Approach For Transport Problems?. *European Regional Science Association*, 11, 438.
- Oktariani, D., Andresrawi, D., & Setiawan, Y. (2017). Sistem Pendukung Keputusan Dalam Pemetaan Prioritas Perbaikan Jalan dan Jembatan Nasional di Provinsi Bengkulu Menggunakan Metode Topsis dan Fuzzy C-Means. *Jurnal Rekursif*, 5(2).
- Oktharandi, R. R. (2013). *Prioritas Pemeliharaan Jalan Non Lingkungan di Kota Surakarta dengan Metode AHP*. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Prawira, T. Y. & Hakim, D.K. (2011). Sistem Pendukung Keputusan Berbasis Web untuk Menentukan Penjurusan (IPA/IPS/Bahasa) pada SMA Islam Bumiayu. *Jurnal Informatika*, 1(4).
- Rahman, F., Furqon, M.T., & Santoso, N. (2018). Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Prioritas Perbaikan Jalan Menggunakan Metode AHP-TOPSIS (Studi Kasus: Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Ponorogo). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(11), 4365-4370.
- Regitha, A.P., Hidayat, N., & Widodo, A.W. (2019). Rekomendasi Prioritas Perbaikan Jalan Dengan Metode AHP-SAW-TOPSIS (Studi Kasus: Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Malang). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 3, 2960-2969.
- Rofiah, S. (2016). Seleksi Penerimaan Calon Manajer Menggunakan Fuzzy-TOPSIS Pada PT. Samafitro. *Information Management for Educations and Professionals*, 1(1).
- Saghafian, S., Hejazi, S.R. (2005). Multi-criteria Group Decision Making Using A Modified Fuzzy TOPSIS Procedure. *Proceedings of the 2005 International Conference on Computational Intelligence for Modelling, Control and Automation, and International Confe Intelligent Agents, Web Technologies and Internet Commerce*
- Sahin, B., Yip, T.L., Tseng, P.H., et al. (2020). An Application of a Fuzzy TOPSIS Multi-Criteria Decision Analysis Algorithm for Dry Bulk Carrier Selection. *Information*, 11,251.
- Saputri, S.W. & Indrianawati. (April, 2021). Analisis Pola Spasial dan Tingkat Kerawanan Kecelakaan Lalu Lintas di Kabupaten Sleman. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Geomatika.
- Sari, T.R. (2016). Rancang Bangun Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Kos Daerah Surabaya dengan Metode Fuzzy Topsis Berbasis Mobile. Skripsi. Prodi Sistem Informasi. Surabaya: Universitas Airlangga.

- Sukerti, N. K. (2015). Penerapan Fuzzy TOPSIS Untuk Seleksi Penerimaan Bantuan Kemiskinan. *Jurnal Informatika*, 15(2).
- Sushera, V., Rohman, M.A., & Kartika, A.A.G. (2018). Analisis Prioritas Pemeliharaan Jalan Kabupaten Karanganyar Metode Analytical Hierarchy Process (AHP). *Jurnal Transportasi*, 1,2622-6847.
- Voskoglou, M. (2015). Use of the Triangular Fuzzy Numbers for Student Assessment. *Academic Journal of Applied Mathematical Sciences*.