

SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN DALAM PEMETAAN PRIORITAS PERBAIKAN JALAN DAN JEMBATAN NASIONAL DI PROVINSI BENGKULU MENGUNAKAN METODE TOPSIS DAN *FUZZY C-MEANS*

Deta Oktariani¹, Desi Andreswari², Yudi Setiawan³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu.
Jl. W.R. Supratman Kandang Limun Bengkulu 38371A INDONESIA
(telp: 0736-341022; fax: 0736-341022)

¹detaoktarianii@gmail.com

²desi.andreswari@unib.ac.id

³ys.teknik@gmail.com

Abstrak. Jalan dan jembatan nasional merupakan jalan yang menghubungkan provinsi satu ke provinsi lainnya. Menimbang jalan dan jembatan tersebut merupakan jalan lintas antar provinsi, dan besarnya volume kendaraan serta beban yang dibawa oleh kendaraan tersebut, tentulah jalan dan jembatan tersebut lebih rentan terhadap kerusakan dibandingkan dengan yang lainnya. Jalan dan jembatan nasional tersebut diperbaiki menggunakan dana APBN yang sangat terbatas sehingga harus diprioritaskan beberapa jalan dan jembatan nasional saja untuk masing-masing perbaikan(rekonstruksi, pemeliharaan rutin, dan pemeliharaan berkala). Untuk itu, maka sistem ini membantu pihak P2JN dalam menentukan jalan dan jembatan yang akan diprioritaskan sesuai dengan jenis penanganannya. Sistem ini telah melakukan pengelompokan menggunakan metode *Fuzzy C-Means* dan melakukan perankingan menggunakan metode TOPSIS. Untuk hasil validitas data pengelompokan, didapatkan dari hasil tabulasi data, bahwa hasil pengelompokan 99.33 % sesuai dengan yang diharapkan. Begitu pula hasil perankingan yang juga 99.33 % sesuai dengan hasil yang diharapkan. Untuk pemetaan kondisi jalan dan jembatan nasional. 86.66 % sesuai dengan yang diharapkan. Hasil perbandingan sistem manual dengan sistem yang dibangun adalah, pada variabel kemudahan pengguna, sistem yang dibangun 26.66% lebih unggul daripada sistem lama. Sedangkan untuk variabel kinerja pengolahan, sistem yang dibangun lebih unggul 40%. Secara fungsional, sistem telah berhasil berjalan 100% dari 73 skenario yang ada.

Kata Kunci : Sistem Pendukung Keputusan, jalan dan jembatan nasional, *Fuzzy C-Means*, TOPSIS, *website*, P2JN Bengkulu

Abstract. National Street and bridge is street and bridge which connect a province to other province. Cause the volume of vehicle on that place are big and have big load, so that's street and bridge more susceptible with damage than other street and bridge. They fixed use APBN's which very limited until some of them must be the priority for each improvement (reconstruction, periodic maintenance, and routine maintenance. Cause of that, so this system will help P2JN to decide that street and bridge which will be the priority appropriate with kind of improvement. This system is success do the clustering with Fuzzy C-Means method and do renking with TOPSIS method. For the result of validity cluster data, this system have 99.33% success and for the result of renking, this system reach 99.33% too. For the mapping the condition of national street and bridge, this system each 86.66%. The result of comparison old system with new system is, for variable ease of the user, new system 26.66 more easy than old system. For variable performance of the processing, new system 40% better than old system. According to fungsional system, it's 100% success to do 73 scenario.

Keyword : *Decision Support System, National road and bridge, Fuzzy C-Means, TOPSIS, website, P2JN Bengkulu.*

I. PENDAHULUAN

Proses penanganan jalan dan jembatan nasional dianggarkan didalam dana APBN(Keputusan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor : 248/KPTS/M/2015 tentang Penetapan Ruas Jalan dalam Jaringan Primer Menurut Fungsinya sebagai Jalan Arteri(JAP) dan Jalan

Kolektor -1 (JKP-1). Dana APBN yang dianggarkan terbatas sehingga tidak cukup untuk menyelesaikan pemeliharaan dan perbaikan setiap ruas jalan dan jembatan nasional pada waktu yang bersamaan. Jadi, penanganan tersebut dilakukan sesuai dengan skala prioritas.

Menurut Keputusan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor : 248/KPTS/M/2015 tentang Penetapan Ruas Jalan dalam Jaringan Primer Menurut Fungsinya sebagai Jalan Arteri(JAP) dan Jalan Kolektor -1 (JKP-1), ada 43 ruas jalan dan jembatan nasional di Provinsi Bengkulu, dengan total 792,61 KM jalan nasional. Dari total ruas tersebut, pendataan jalan dilakukan setiap 100 meter setiap ruasnya. Jadi, total yang harus ditangani sekitar 7789 data jalan nasional. Data jembatan berdasarkan Rekap Laporan Data Survey Detail Tahun 2014 terdiri dari 270 jembatan dan total 8834.1 meter. Dari uraian diatas, diketahui bahwa banyak pertimbangan untuk memperbaiki jalan dan jembatan nasional tersebut. Untuk mendukung pengambilan keputusan prioritas perbaikan jalan dan jembatan nasional, dibutuhkan juga bentuk pemetaan dari kondisi jalan dan jembatan nasional tersebut.

Proses pengelompokan ada beberapa metode, salah satunya yaitu metode Fuzzy C-Means. Metode ini merupakan sebuah metode pengelompokan/*clustering* yang dapat menentukan jumlah cluster diawal. Dengan metode ini, pusat cluster dan derajat keanggotaan selalu diperbaiki secara berulang sehingga bergerak menuju lokasi yang tepat. Dengan demikian, maka hasil cluster yang diperoleh akan menuju ke titik yang tepat. Pada penentuan prioritas jalan dan jembatan nasional yang harus diperbaiki, data dikelompokkan menjadi tiga berdasarkan jenis

penanganan yaitu rekonstruksi, pemeliharaan berkala, dan pemeliharaan rutin. Dengan adanya penetapan cluster tersebut, maka metode fuzzy C-means sangat cocok untuk mengelompokkan data jalan dan jembatan nasional.

Setelah data dikelompokkan, maka data tersebut harus diranking. Salah satu metode dalam perankingan adalah metode TOPSIS, yang merupakan metode perankingan multikriteria. Metode TOPSIS memiliki komputasi yang sederhana, dan juga menilai sisi kekurangan dari alternatif, tidak hanya kelebihan. Ada empat kriteria yang mempengaruhi perankingan data tersebut. Hal itu berarti metode yang dibutuhkan untuk melakukan perankingan pada data itu adalah metode perankingan multikriteria. Alternatif-alternatif yang ada juga harus dipertimbangkan, tidak hanya melihat sisi kelebihan dari alternatif, tapi juga melihat kekurangan alternatif lainnya.

Berdasarkan permasalahan dan penelitian di atas, penulis merancang sebuah sistem pendukung keputusan dalam pemetaan prioritas perbaikan jalan dan jembatan nasional di Provinsi Bengkulu menggunakan metode TOPSIS dan Fuzzy C-Means.

II. LANDASAN TEORI

A. Metode Fuzzy C-Means

Fuzzy Clustering (Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo, 2010) adalah salah satu teknik untuk menentukan *cluster* optimal dalam suatu ruang vector yang didasarkan pada bentuk normal *Euclidian* untuk jarak antar vector. Fuzzy Clustering sangat berguna bagi pemodelan fuzzy terutama dalam mengidentifikasi aturan-aturan fuzzy.

Algoritma Fuzzy C-Means (FCM) adalah sebagai berikut (Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo, 2010) :

1. Input data yang akan di *cluster* X , berupa matriks berukuran

$$n \times m \quad (n = \text{jumlah sampel data}, \\ m = \text{atribut setiap data}),$$

$$X_i = \text{data sampel } k - i \quad (i = 1, 2, \dots, n) \\ , \text{atribut ke } - j \quad (j = 1, 2, \dots, m)$$

2. Tentukan :

- a. Jumlah Cluster = c ;

- b. Pangkat = w ;

- c. Maksimum iterasi = $MaxIter$;

- d. Error terkecil yang diharapkan = ξ

- e. Fungsi objektif awal = $P_0 = 0$;

- f. Iterasi awal = $t = 1$;

3. Bangkitkan bilangan $dom \geq (\mu_{ik})$, $i = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, c$ sebagai elemen-elemen matriks partisi awal U .
Hitung jumlah setiap kolom :

$$Q_i = \sum \mu_{ik} = 1 \quad (1)$$

$$\text{Dengan } j = 1, 2, \dots, n.$$

Hitung:

$$\mu_{ik} = \mu_{ik} Q_i \quad (2)$$

4. Hitung pusat *cluster* ke - k : V_{kj} dengan $k = 1, 2, \dots, c$; dan $j = 1, 2, \dots, m$;

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w * X_{ij})}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w} \quad (3)$$

Keterangan:

$$V_{kj} = \text{Pusat Kluster data ke-}i \text{ dan kriteria ke-}j$$

$$X_{ij} = \text{Data ke-}i \text{ dan kriteria ke-}j$$

$$\mu_{ik} = \text{Bilangan } random \text{ data ke-}i \text{ dan kriteria ke-}j$$

$$w = \text{Nilai pangkat}$$

5. Hitung fungsi objektif pada iterasi ke - t, Pt :
 dari solusi yang tidak ideal (Ishizaka & Nemery, 2013).

$$Pt = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c ([\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2] (\mu_{ik})^w) \quad (4)$$

Keterangan:

- $gan: Pt$ = Fungsi objektif pada iterasi ke-t
- X_{ij} = Data ke-i dan kriteria ke-j
- V_{kj} = Pusat Kluster kluster ke-k dan kriteria ke-j
- μ_{ik} = Bilangan random data ke-i dan kriteria ke-j
- w = Nilai pangkat

6. Hitung perubahan matriks partisi :

$$\mu_{ik} = \frac{[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2]^{-\frac{1}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c [\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2]^{-\frac{1}{w-1}}}$$

Keterangan :

- μ_{ik} = Elemen matriks baru data ke-i dan kluster ke-k
- X_{ij} = Data ke-i dan kriteria ke-j
- V_{kj} = Pusat Kluster ke-k dan kriteria ke-j
- w = Nilai pangkat

7. Cek kondisi berhenti :

- Jika : $(|Pt - Pt - 1| < \xi)$ atau $(t > MaxIter)$ maka berhenti;
- Jika tidak : $t = t + 1$ ulangi langkah ke-4.

Keterangan :

- Pt = Fungsi Objektif pada iterasi ke t
- t = Iterasi ke-

$MaxIter$ = Iterasi maksimum

B. Metode TOPSIS (Technique of Order Preference Similarity to the Ideal Solution)

Ide fundamental dari metode TOPSIS adalah solusi terbaik merupakan alternatif yang memiliki jarak terdekat dari solusi ideal dan jarak terjauh

Metode TOPSIS memiliki lima langkah komputasi, yaitu :

1. Matriks keputusan kriteria yang berbeda dinormalisasi agar dapat membandingkan ukuran dari unit yang berbeda. Beberapa metode normalisasi dapat ditemukan untuk tujuan ini:

a. Normalisasi distributif. Matriks keputusan (X_{ia}) dibagi dengan akar kuadrat dari jumlah setiap elemen (x) kuadrat dalam kolom.

$$r_{ia} = \frac{x_{ia}}{\sqrt{\sum_{a=1}^n x_{1a}^2}} \quad \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan :

- $an : r_{ia}$ = Matriks ternormalisasi
- x_{ia} = Elemen dari matriks keputusan

b. Normalisasi ideal (r_{ai}) membutuhkan membagi setiap matriks (X_{ai}) dengan nilai tertinggi dalam setiap kolom $ua +$ jika kriteria yang harus dimaksimalkan. Jika kriteria telah diminimalkan, setiap matriks (X_{ai}) dibagi dengan nilai terendah di setiap kolom $ua -$

$$r_{ai} = \frac{x_{ia}}{u_a^+} \quad \dots \dots \dots (7)$$

$$r_{ai} = \frac{x_{ia}}{u_a^-} \quad \dots \dots \dots (8)$$

Keterangan:

- r_{ai} = Matriks normalisasi ideal
- x_{ia} = Elemen pada matriks keputusan
- $ua-$ = Nilai terendah setiap kolom
- $ua+$ = Nilai tertinggi setiap kolom

2. Bobot dari matriks keputusan yang telah dinormalisasi (V_{ai}) dibangun dengan mengalikan nilai normalisasi r_{ai} yang sesuai bobot w_i :

$$V_{ai} = w_i \cdot r_{ai} \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan:

V_{ai} = Matriks normalisasi terbobot

w_i = Bobot pada kriteria

r_{ai} = Matriks ternormalisasi

3. Nilai bobot akan digunakan untuk membandingkan setiap tindakan untuk ideal (zenith) dan tindakan virtual anti-ideal (ideal negatif). Ada tiga cara yang berbeda untuk mendefinisikan tindakan-tindakan virtual :

a. Dengan mengumpulkan kinerja yang terbaik dan terburuk pada masing-masing kriteria dari matriks keputusan dinormalisasi. Untuk tindakan yang ideal yang kita miliki

$$A^+ = (v_1^+, \dots, v_m^+) \dots\dots\dots (10)$$

Dan untuk aksi anti-ideal:

$$A^- = (v_1^-, \dots, v_m^-) \dots\dots\dots (11)$$

b. Mengasumsikan ideal absolut dan titik anti-ideal, yang didefinisikan tanpa mempertimbangkan tindakan dari masalah keputusan, $A_+ = (1, \dots, 1)$ dan $A_- = (0, \dots, 0)$

c. Poin yang ideal dan anti-ideal didefinisikan oleh pembuat keputusan. Titik-titik ini harus antara titik-titik ideal dan anti-ideal dihitung dengan dua metode lainnya yang dijelaskan di atas.

4. Hitung jarak dari setiap aksi ke aksi ideal

$$d_a^+ = \sqrt{\sum_i (v_i^* - v_{ai})^2} \dots\dots\dots (12)$$

Keterangan:

da^+ = Jarak setiap aksi ke aksi ideal

v_i^* = Aksi ideal, nilai maksimum dari setiap kolom matriks normalisasi terbobot

v_{ai} = Elemen pada matriks normalisasi terbobot

Dan aksi anti-ideal :

$$d_a^- = \sqrt{\sum_i (v_i^- - v_{ai})^2} \dots\dots\dots (13)$$

Keterangan:

da^- = Jarak setiap aksi ke aksi anti ideal

v_i^- = Aksi anti ideal, nilai minimum dari setiap kolom matriks normalisasi terbobot

v_{ai} = Elemen pada matriks normalisasi terbobot

5. Hitung kedekatan koefisien relatif (C_a) dari setiap aksi

$$c_a = \frac{d_a^-}{d_a^+ + d_a^-} \dots\dots\dots (14)$$

Keterangan :

ca = Nilai koefisien relatif

da^- = Jarak setiap aksi ke aksi anti ideal

da^+ = Jarak setiap aksi ke aksi ideal

Koefisien terdekat selalu antara 0 dan 1, dimana 1 adalah tindakan yang lebih disukai. Jika tindakan lebih dekat dengan yang ideal daripada anti-ideal, maka C_a mendekati 1, sedangkan jika tindakan lebih dekat dengan anti-ideal daripada ideal, C_a mendekati 0.

III. METODOLOGI

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :

1) Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan cara menelaah beberapa literatur, yaitu :

(a) Buku referensi

Buku yang digunakan sebagai referensi adalah buku-buku yang membahas tentang sistem pendukung keputusan, logika *fuzzy*, dan buku-buku yang dikeluarkan oleh kementerianpekerjaan umum yang berkaitan dengan perbaikan jalan.

(b) Jurnal ilmiah

Jurnal ilmiah yang digunakan diperoleh dengan cara mengunduhnya melalui internet. Informasi yang diperoleh adalah informasi yang membahas tentang sistem pendukung keputusan pemilihan prioritas perbaikan jalan, sistem pendukung keputusan dengan metode *Fuzzy C-Means clustering*, dan pemetaan kondisi jalan dengan menggunakan *google maps API*.

2) Wawancara

Wawancara telah dilakukan kepada ibu Zetty Hermilinda, S.T., M.T. sebagai asisten perencanaan di Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Balai Pelaksanaan Jalan Nasional III, Satuan Kerja Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional Provinsi Bengkulu. Dari wawancara tersebut, didapatkan informasi tentang data jalan dan jembatan, kondisi jalan dan jembatan, kriteria-kriteria yang dibutuhkan untuk mendukung keputusan pemilihan prioritas jalan dan jembatan, lalu lintas harian, dan hal lain yang diperlukan untuk membangun sistem.

IV. ANALISIS DATA DAN PERANCANGAN

A. Analisis Data

Pada penelitian ini data-data yang diperoleh selama proses pengumpulan data terdiri dari data jalan nasional, jembatan nasional, lalu lintas harian, koordinat jalan dan jembatan, kondisi jalan dan jembatan, jenis jalan dan jembatan, dan tahun terakhir jalan dan jembatan diperbaiki. Data jalan diambil dari SK tahun 2015, dan data jembatan diambil dari data koordinat jembatan tahun 2016 yang masih digunakan sampai sekarang. Data lainnya, diperoleh dari hasil survey oleh pihak Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Balai Pelaksanaan Jalan Nasional III, Satuan Kerja Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional Provinsi Bengkulu. Selain itu, juga dari wawancara kepada asisten perencanaan Satuan Kerja Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional Provinsi Bengkulu, yaitu Ibu Zetty Hermylinda, S.T.,M.T.

1. Data Alternatif (Jalan dan Jembatan Nasional)

Dari data yang didapatkan, jumlah jalan nasional yang ada di Provinsi Bengkulu adalah sebanyak 43 ruas jalan dengan 7789 STA(*Stationing*) yang merupakan pembagian tiap ruas menjadi per 100 meter. Sedangkan jumlah jembatan nasional yang ada di provinsi Bengkulu adalah sebanyak 270 jembatan. Data jalan dan jembatan nasional terlampir pada lampiran lampiran A dan B.

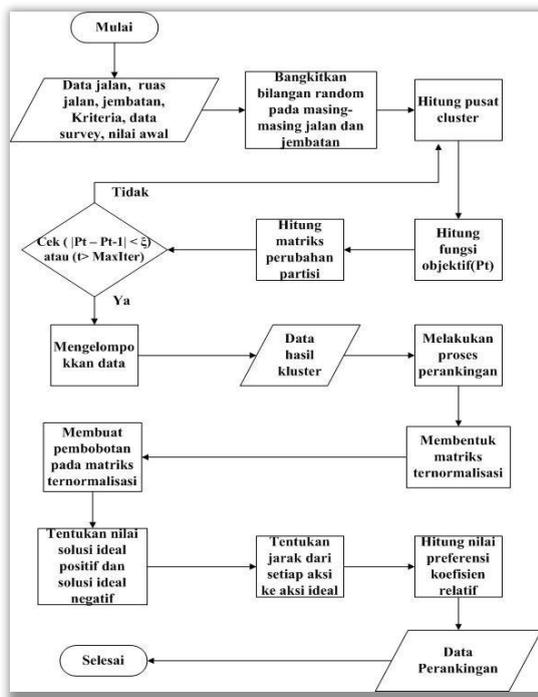
2. Data Kriteria

Dalam menentukan pengelompokan jalan dan jembatan nasional berdasarkan jenis perbaikannya, ada dua kriteria yang digunakan yaitu kondisi jalan, dan tahun perbaikan jalan terakhir. Sedangkan dalam menentukan jalan

dan jembatan nasional yang akan diprioritaskan untuk diperbaiki, ada penambahan kriteria yaitu klasifikasi jalan dan lalu lintas harian.

B. Analisis Sistem

Pada bagian ini merupakan bagian terpenting karena hasil sistem yang akan dibangun tergantung pada analisis yang dilakukan. Berikut merupakan diagram alir kerja sistem pakar identifikasi keanekaragaman spesies bambu di Kabupaten Bengkulu Utara menggunakan metode *Case Based Reasoning* berbasis *Website* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Sistem

Gambar 1 menunjukkan diagram alir sistem. Alur sistem dimulai dengan menginputkan data ruas jalan, data jalan, data jembatan, data kriteria, data survey, dan data nilai awal. Untuk memulai melakukan kluster, *generate* bilangan *random*, lalu hitung pusat kluster. Setelah didapatkan pusat kluster, hitung fungsi objektifnya. Selanjutnya,

hitung matriks perubahan partisi. Jika nilai *error* yang didapatkan dari fungsi objektif terakhir dikurangi dengan fungsi objektif sebelumnya ($|P_t - P_{t-1}|$) lebih kecil dari *error* terkecil, dan iterasi pada matriks perubahan partisi lebih besar dari maksimum iterasi, maka pengelompokan data telah didapatkan. Jika tidak, kembali hitung pusat kluster dan ulangi dari langkah membangkitkan bilangan *random* sampai menghitung matriks perubahan partisi.

Setelah data dikelompokkan, maka didapatkan data hasil *cluster*. Selanjutnya dibutuhkan data kriteria dan bobotnya untuk melakukan perankingan. Setelah data diinputkan, bentuk matriks ternormalisasi dan buat pembobotannya. Tentukan nilai solusi ideal positif dan solusi ideal negatif, lalu tentukan jarak dari setiap aksi ke aksi ideal. Terakhir, hitung nilai preferensi koefisien relatif dan data perankingan telah didapatkan.

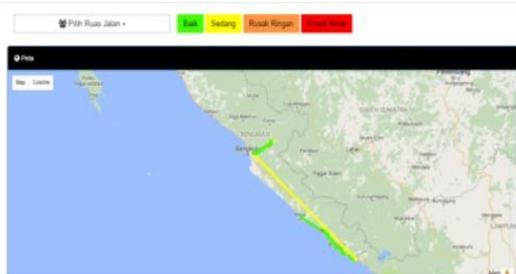
C. Perancangan Sistem

Dibawah ini merupakan perancangan sistem menggunakan *Unified Modeling Language* (UML).

1) Use Case Diagram

Pada sistem ini terdapat dua orang pengguna, yaitu admin dan pengunjung. Admin adalah orang yang bertugas dan memiliki hak akses untuk melakukan manajemen artikel, data jalan, data jembatan, data ruas jalan, melihat kriteria, manajemen periode survey, lihat rekap data jalan dan jembatan, manajemen kluster, dan manajemen perankingan. Pengunjung adalah orang yang memiliki hak akses untuk melihat grafik, data kondisi jalan dan jembatan nasional, artikel, dan peta. Sebelum admin melakukan semua manajemen,

tersebut ditampilkan sesuai ruas jalan yang dapat dipilih oleh pengunjung.



Gambar 5. Halaman peta jalan

1. Hak akses admin

Untuk dapat diakses oleh admin, admin harus melakukan login terlebih dahulu. Lalu dibawah ini merupakan halaman-halaman yang dapat diakses oleh admin.

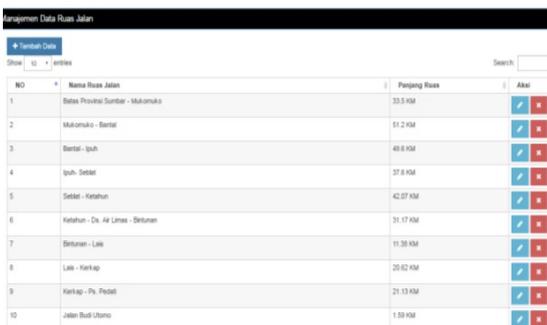
a) Manajemen Artikel



Gambar 7. Manajemen artikel

Pada halaman ini, admin dapat melakukan tambah, dan hapus data artikel. Pada menu ini juga admin dapat menentukan apakah artikel tersebut akan dipublikasikan atau tidak.

b) Manajemen Ruas Jalan



Gambar 8. Manajemen ruas jalan

Pada halaman ini, admin dapat melakukan tambah, ubah, dan hapus data ruas jalan. Ruas

jalan ini akan digunakan pada manajemen data jalan dan jembatan nasional.

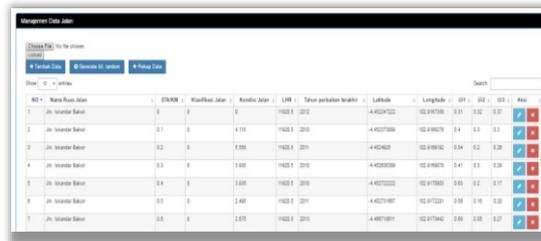
c) Halaman lihat kriteria



Gambar 9. Halaman lihat kriteria

Data kriteria tidak dapat ditambah, ubah, ataupun dihapus karena sudah menjadi ketentuan untuk melakukan perankingan.

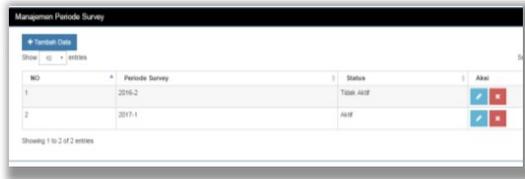
d) Manajemen Jalan Nasional



Gambar 10. Manajemen jalan nasional

Pada manajemen ini, admin dapat melakukan manajemen data seperti tambah, ubah, dan hapus data. Menambahkan data dapat dilakukan melalui sistem dengan *button* tambah, atau dengan meng-*import* data dari file excel. Pada manajemen ini, juga dapat dilakukan *generate* bilangan *random* yang digunakan sebagai bagian dari metode *Fuzzy C-Means*. Selain itu, pada menu ini juga dapat melakukan rekap data berdasarkan survey yang sedang aktif. Apabila data survey sudah ada, maka data akan diubah, sedangkan jika survey belum ada, maka data ditambahkan. Manajemen data jembatan juga dilakukan sama seperti manajemen data jalan.

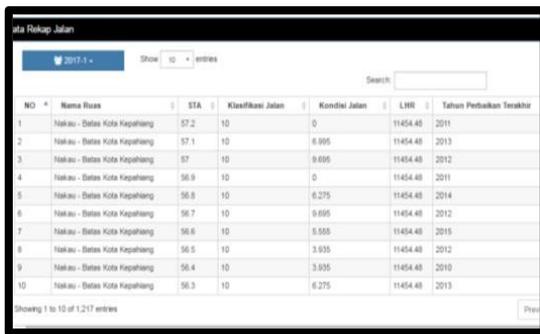
e) Manajemen Survey



Gambar 11. Manajemen survey

Pada manajemen ini, admin dapat melakukan tambah, ubah, dan hapus data survey. Data survey ini digunakan dalam manajemen rekap data, dimana data yang akan direkap disimpan sesuai dengan periode yang aktif.

f) Data Rekap Jalan



Gambar 12. Data rekap jalan

Gambar diatas merupakan manajemen rekap data jalan, dimana data yang ditampilkan sesuai dengan periode survey yang dilakukan oleh pihak P2JN Bengkulu. Admin dapat memilih periode survey mana yang akan ditampilkan, maka sistem akan menampilkan data pada survey yang dipilih. Untuk melakukan rekap data jembatan, proses yang dilakukan sama dengan manajemen rekap data jalan.

g) Kluster prioritas jalan

| NO | ID | NAMA RUAS | IRI | ED | IRI | ED | Klasik |
|----|----------------|-----------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 0 | 4.433225415985 | 0 | 0.323 | 0.315 | 0.347 | 0.347 | 3 |
| 1 | 4.433225415985 | 0.1 | 0.338 | 0.364 | 0.328 | 0.328 | 9 |
| 2 | 4.433225415985 | 0.2 | 0.361 | 0.386 | 0.316 | 0.316 | 1 |
| 3 | 4.433225415985 | 0.3 | 0.376 | 0.412 | 0.340 | 0.340 | 2 |
| 4 | 4.433225415985 | 0.4 | 0.391 | 0.438 | 0.364 | 0.364 | 2 |
| 5 | 4.433225415985 | 0.5 | 0.406 | 0.464 | 0.389 | 0.389 | 2 |
| 6 | 4.433225415985 | 0.6 | 0.421 | 0.490 | 0.414 | 0.414 | 2 |
| 7 | 4.433225415985 | 0.7 | 0.436 | 0.516 | 0.439 | 0.439 | 3 |
| 8 | 4.433225415985 | 0.8 | 0.451 | 0.542 | 0.464 | 0.464 | 2 |
| 9 | 4.433225415985 | 0.9 | 0.466 | 0.568 | 0.489 | 0.489 | 1 |

Gambar 13. Kluster prioritas jalan

Pada menu ini, ditampilkan berapa iterasi yang dilakukan, fungsi objektif awal, dan fungsi objektif akhir. Pada menu ini juga akan ditampilkan kluster dari masing-masing data jalan. Untuk melakukan kluster data jembatan, sama seperti kluster prioritas jalan, dalam manajemen kluster prioritas jembatan.

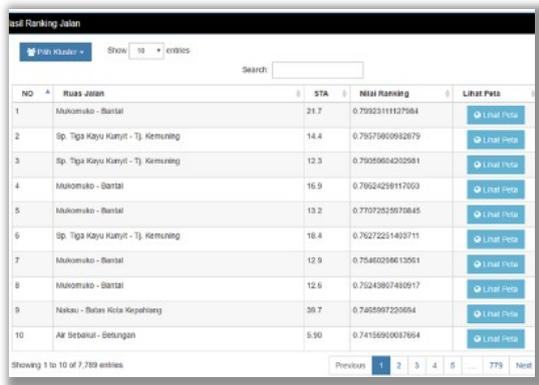
h) Hasil Kluster Jalan

| NO | Nama Ruas | STA |
|----|-------------------------|------|
| 1 | Sg. Enzen - Uluik Sedur | 1.00 |
| 2 | Sg. Enzen - Uluik Sedur | 1.10 |
| 3 | Sg. Enzen - Uluik Sedur | 1.20 |
| 4 | Sg. Enzen - Uluik Sedur | 1.30 |
| 5 | Sg. Enzen - Uluik Sedur | 1.40 |
| 6 | Sg. Enzen - Uluik Sedur | 1.50 |
| 7 | Sg. Enzen - Uluik Sedur | 1.60 |
| 8 | Sg. Enzen - Uluik Sedur | 1.70 |
| 9 | Sg. Enzen - Uluik Sedur | 1.80 |
| 10 | Sg. Enzen - Uluik Sedur | 1.90 |
| 11 | Sg. Enzen - Uluik Sedur | 2.00 |

Gambar 14. Hasil kluster jalan

Pada menu ini, admin dapat memilih kluster, lalu sistem akan menampilkan data jalan sesuai dengan kluster yang dipilih. Dari hasil kluster tersebut, terdapat 1762 data jalan di kluster rekonstruksi, 3014 di kluster pemeliharaan rutin, dan 3013 data di kluster pemeliharaan berkala. Untuk melihat hasil kluster jembatan, dapat dilihat dalam hasil kluster jembatan. Dari hasil kluster jembatan tersebut, didapatkan 126 data di kluster rekonstruksi, 71 data di kluster pemeliharaan rutin, 73 data kluster pemeliharaan berkala.

i) Perangkingan Jalan



Gambar 15. Perankingan Jalan

Gambar 15 menunjukkan hasil perankingan data jalan yang dapat disaring(difilter) berdasarkan kluster yang ada, yaitu rekonstruksi, pemeliharaan rutin, dan pemeliharaan berkala. Pada menu ini juga dapat dilihat peta dari masing-masing jalan. Perankingan jembatan juga sama dengan manajemen pada perankingan jalan.

D. Pengujian Sistem

1. Pengujian *Black Box*

Berikut adalah kasus untuk menguji perangkat lunak yang telah dibangun menggunakan metode *black box*. Pengujian dilakukan dengan seluruh *button* pada setiap halaman. Total dari pengujian ada 73 skenario dari 20 halaman yang ada pada sistem. Hasilnya adalah sistem telah 100% berhasil berjalan dengan baik sesuai dengan kebutuhan fungsional yang ada.

2. Kuisisioner

Kuisisioner yang diajukan berisikan pertanyaan – pertanyaan yang berkaitan dengan sistem yang telah dikerjakan. Ada dua jenis kuisisioner yang digunakan pada sistem ini. Yang pertama adalah kuisisioner perbandingan sistem, dan yang kedua adalah kuisisioner uji

kelayakan sistem yang terbagi menjadi uji kelayakan oleh masyarakat umum dan uji kelayakan oleh P2JN.

Pada kuisisioner perbandingan sistem, ada dua variabel yaitu kemudahan pengguna dan kinerja pengolahan. Pada kuisisioner uji kelayakan sistem oleh pihak P2JN, ada 3 variabel yaitu variabel tampilan, kemudahan penggunaan dan kinerja dari sistem itu sendiri. Dan pada kuisisioner uji kelayakan sistem oleh umum, ada 2 variabel yaitu tampilan dan kemudahan pengguna. Variabel-variabel tersebut dijadikan acuan untuk menyusun item instrumen berupa pertanyaan – pertanyaan kuisisioner. Penyusunan bentuk jawaban dari pertanyaan menggunakan skala *likert* (*Summated Rating Scale*). Ciri khas dari skala *likert* adalah bentuk jawaban memiliki gradasi sangat positif sampai sangat negatif. Kuisisioner ini akan diberikan gradasi pada tabel 1.

Tabel 1. Gradasi kuisisioner

| | | |
|----|-------------|---|
| SB | Sangat Baik | 5 |
| B | Baik | 4 |
| CB | Cukup Baik | 3 |
| KB | Kurang Baik | 2 |
| TB | Tidak Baik | 1 |

3. Tabulasi data

Kuisisioner yang dibuat kemudian dibagikan kepada responden. Teknik pemilihan responden dilakukan secara acak sehingga didapatkan 30 sampel untuk masyarakat umum, dan 3 sampel untuk pihak P2JN. Kuisisioner terdiri dari dua jenis, yaitu kuisisioner perbandingan sebelum dan setelah adanya sistem, dan kuisisioner uji kelayakan sistem. Sebelum melakukan perhitungan dengan menggunakan skala *likert*, terlebih dahulu dilakukan pencarian intervalnya. Berdasarkan tabel 5.31. dapat diketahui bahwa nilai tertinggi adalah 5, dan

nilai terendah adalah 1 dengan banyak kelas 5, sehingga dihitung nilai interval sebagai berikut:

$$i = \frac{5 - 1}{5} = 0.8$$

Dari perhitungan diatas, diperoleh interval sebesar 0,8 sehingga dapat dihasilkan kategori penilaian sebagaimana tabel 2 berikut :

Tabel 2. Interval penilaian

| Interval | Kategori |
|-------------|-------------|
| 4.24 – 5.04 | Sangat Baik |
| 3.43 – 4.23 | Baik |
| 2.62 – 3.42 | Cukup Baik |
| 1.81 – 2.61 | Kurang Baik |
| 1.00 – 1.80 | Tidak Baik |

Selanjutnya terhadap hasil kuisisioner tersebut dilakukan tabulasi data menggunakan tabel 5.32 untuk mendapatkan kategori penilaian terhadap setiap variabel yang ditanyakan pada kuisisioner. Pada setiap komponen pertanyaan untuk masing-masing variabel dilakukan perhitungan jumlah jawaban yang diberikan.

Dari perhitungan dengan tabulasi data, didapatkan persentase keberhasilan sistem per variabel yaitu kesesuaian tampilan sebesar 92.76% untuk responden umum, dan 100% untuk responden P2JN dengan kategori “SANGAT BAIK”, kesesuaian kinerja sistem sebesar 82.662 % dengan kategori “BAIK” dengan responden P2JN, dan kemudahan pengguna sebesar 86.78 % untuk responden masyarakat umum sedangkan 86.62 % untuk responden P2JN dengan kategori “SANGAT BAIK”.

Dari hasil perbandingan sistem, pada variabel kemudahan mengolah data, sistem yang lama memiliki persentase 60% sedangkan sistem yang baru 86.66%. Pada variabel kinerja pengolahan, sistem yang lama memiliki

persentase 60% sedangkan sistem yang baru 100%.

VI. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dijabarkan sebelumnya, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut.

1. Sistem ini telah berhasil melakukan proses pengelompokkan data jalan dan jembatan nasional sesuai dengan penanganannya menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means clustering*.
2. Sistem ini juga telah berhasil melakukan proses perancangan jalan dan jembatan nasional pada setiap kelompok (kluster) menggunakan algoritma TOPSIS dan memberikan rekomendasi berupa data jalan dan jembatan nasional yang diprioritaskan untuk diperbaiki sesuai dengan nilai ranking tertinggi.
3. Sistem telah berhasil menampilkan kondisi jalan dan jembatan nasional dalam bentuk pemetaan sebagai salah satu pendukung keputusan pihak P2JN dalam menentukan prioritas jalan dan jembatan nasional yang akan diperbaiki.
4. Nilai kluster tertinggi pada proses pengklusteran dengan metode Fuzzy C-Means tidak selalu sama dengan nilai perankingan tertinggi dengan metode TOPSIS karena adanya perbedaan kriteria yang digunakan masing-masing metode.
5. Dari hasil pengujian menggunakan metode *blackbox*, fungsional sistem telah 100% berhasil berfungsi dengan baik, dinilai dari 20 halaman dan total 73 skenario.
6. Dari hasil tabulasi kuisisioner yang diberikan kepada responden, diperoleh penilaian

kesesuaian tampilan sebesar 92.76% untuk responden umum, dan 100% untuk responden P2JN dengan kategori “SANGAT BAIK”, kesesuaian kinerja sistem sebesar 82.662 % dengan kategori “BAIK” dengan responden P2JN, dan kemudahan pengguna sebesar 86.78 % untuk responden masyarakat umum sedangkan 86.62 % untuk responden P2JN dengan kategori “SANGAT BAIK”.

7. Dari hasil perbandingan sistem, pada variabel kemudahan mengolah data, sistem yang baru lebih unggul 26.66% daripada sistem yang manual, sedangkan kinerja pengolahan, sistem lebih unggul 40%.

VII. SARAN

Berdasarkan analisa dan perancangan sistem, implementasi, dan pengujian sistem, maka saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan algoritma *Fuzzy C-Means clustering* untuk data jalan dan jembatan nasional ini dirasa kurang efektif dalam mengelompokkan data, karena perhitungan harus melakukan iterasi berulang sehingga lamanya proses yang terjadi. Maka disarankan untuk mencoba menggunakan metode yang lebih sesuai untuk data yang banyak, atau cukup menggunakan pengkondisian saja terkait dengan kriteria yang hanya sedikit (dua kriteria)
2. Dalam pengembangan sistem ini lebih lanjut, penulis menyarankan untuk mempersingkat algoritma kedua metode untuk mempercepat waktu akses data. Diharapkan juga dapat ditemukan cara yang lebih efektif agar kecepatan akses bisa lebih cepat.

3. Selain mengatasi waktu akses, penulis menyarankan untuk dapat membuat aplikasi berbasis *smartphone* agar dapat menambahkan koordinat secara otomatis saat pihak P2JN sedang melakukan survey sehingga tidak perlu lagi melakukan input data koordinat.

REFERENSI

- [1] Ishizaka, Alessio & Philippe Nemery. 2013. *Multi-Criteria Decision Analysis Methods and Software*. United Kingdom : John Wiley & Sons, Ltd
- [2] Keputusan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 248/KPTS/M/2015 tentang Penetapan Ruas Jalan dalam Jaringan Primer Menurut Fungsinya sebagai Jalan Arteri(JAP) dan Jalan Kolektor -1 (JKP-1). Jakarta : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga
- [3] Kusrini. 2007. *Konsep dan Aplikasi Pendukung Keputusan*. Yogyakarta : ANDI
- [4] Kusumadewi, Sri dan Hari Purnomo. 2010. *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta : Graha Ilmu
- [5] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 03/PRT/M/2012 tentang Pedoman Penetapan Fungsi Jalan dan Status Jalan. Jakarta : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga
- [6] S, Rosa A. dan M. Shalahuddin. 2013. *Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek*. Bandung: Informatika
- [7] SNVT Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional Propinsi Bengkulu. 2015. *Survey Perhitungan Lalu Lintas dengan Alat Automatic Traffic Counter*. Bengkulu : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
- [8] SNVT Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional Propinsi Bengkulu. 2015. *NASRAA Periode II Tahun 2015*. Bengkulu : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
- [9] Turban, Efraim. 2009. *Decision Support Systems and Intelligent Systems*. New Delhi : PHI

