

# **SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN KUALITAS KELAS LAPISAN ASPAL DENGAN PENDEKATAN METODE *FUZZY MULTI ATTRIBUTE DECISION MAKING* MENGUNAKAN *SIMPLE ADDITIVE WEIGTING***

Chalish Ardhi Permata<sup>1</sup>  
Muhammad Priyono<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teknik Informatika, Universitas Kanjuruhan Malang, pchalishardhi@gmail.com

<sup>2</sup>Teknik Informatika, Universitas Kanjuruhan Malang, msulistyanto@gmail.com

---

## **ABSTRAK**

Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Pengairan Kabupaten Trenggalek belum bisa melakukan pengujian kualitas kelas aspal yang terintegrasi dengan komputer. Masih sebatas memakai perhitungan manual untuk mendapatkan hasil dari kualitas kelas lapisan aspal tersebut, dimana akan memerlukan waktu, tenaga, dan pikiran yang cukup banyak untuk menentukan kualitas kelas lapisan aspal.

Berdasarkan masalah yang telah diuraikan di atas, penulis melakukan penelitian mengenai perancangan sistem pendukung keputusan penentuan kualitas kelas lapisan aspal berbasis *Web* menggunakan pendekatan metode *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making* (FMADM) menggunakan *Simple Additive Weighting* (SAW). Penelitian dilakukan dengan mencari nilai bobot untuk setiap atribut, kemudian dilakukan proses perangkaian untuk menentukan alternatif yang diberikan.

**Kata Kunci :** Sistem Pendukung Keputusan, *Fuzzy logic*, *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making*, *Simple Additive Weighting*, penentuan kualitas kelas lapisan aspal.

## **ABSTRACT**

*Department of Public Works for Bina Marga and Irrigation in Trenggalek cannot accomplish testing the quality of asphalt class integrated with computers. Previous testing uses manual calculation to get results of asphalt class. It needs extra power and mind to determining the quality of asphalt class.*

*Based on above description about problems, author conducts research on decision support system to determine the qualities a asphalt class based web application using Fuzzy Multiple Attribute Decision Making (FMADM) and Simple Additive Weighting (SAW). Research is done by calculating weight values of every attribute, then doing rank process to determine best alternative.*

**Keywords :** *Decision Support System, Fuzzy logic, Multiple Attribute Decision Making, Simple Additive Weighting, Quality Determination Of Asphalt Class.*

---

### **1. Pendahuluan**

Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Pengairan Kabupaten Trenggalek belum bisa melakukan pengujian kualitas kelas aspal yang terintegrasi dengan komputer. Masih sebatas memakai perhitungan manual untuk

mendapatkan hasil dari kualitas kelas lapisan aspal tersebut, dimana akan memerlukan waktu, tenaga, dan pikiran yang cukup banyak untuk menentukan kualitas kelas lapisan aspal.

Berdasarkan masalah yang telah diuraikan di atas, peneliti melakukan penelitian mengenai perancangan system pendukung keputusan penentuan kualitas kelas lapisan aspal berbasis *Web* menggunakan pendekatan metode *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making* (FMADM) menggunakan *Simple Additive Weighting* (SAW). Penelitian dilakukan dengan mencari nilai bobot untuk setiap atribut, kemudian dilakukan proses perankingan untuk menentukan alternatif yang diberikan.

## 2. Landasan Teori

### 2.1 Sistem Pendukung Keputusan (DSS)

Sistem pendukung keputusan adalah kemampuannya untuk menyelesaikan masalah-masalah yang tidak terstruktur. Pada dasarnya system pendukung keputusan merupakan pengembangan lebih lanjut dari sistem manajemen terkomputerisasi yang dirancang sedemikian rupa sehingga bersifat interaktif dengan pemakainya. Sifat interaktif ini dimaksudkan untuk memudahkan integrasi antara berbagai komponen dalam proses pengambilan keputusan seperti prosedur, kebijakan, teknis, analisis, serta pengalaman dan wawasan manajerial guna membentuk suatu kerangka keputusan yang bersifat fleksibel. Sistem keputusan tidak bisa dipisahkan dari sistem fisik maupun sistem informasi (Eniyati, 2011).

### 2.2 Logika FMADM

Teori *fuzzy* dapat diartikan sebagai teori dasar yang menggunakan konsep dasar himpunan *fuzzy* atau fungsi keanggotaan yang menyajikan titik pandang pada kerangka himpunan biasa. Teori ini lebih umum dan banyak menghasilkan sudut pandang yang luas dalam praktek. Secara khusus penerapannya adalah pada bidang klasifikasi pola dan pemrosesan informasi. Pada dasarnya, ada 3 pendekatan untuk mencari nilai bobot atribut yaitu pendekatan subyektif, pendekatan obyektif dan pendekatan integrasi antara subyektif dan obyektif, masing-masing pendekatan memiliki kelebihan dan kelemahan. Pada pendekatan subyektif, nilai bobot di tentukan berdasarkan subyektifitas dari para pengambil keputusan, sehingga beberapa faktor dalam proses perankingan alternatif bisa di

tentukan secara bebas. Sedangkan pada pendekatan obyektif, nilai bobot di hitung secara matematis sehingga mengabaikan subyektifitas dari pengambilan keputusan (Kusumadewi dkk., 2006)

Menurut Setiawan (2009) dalam Kusumadewi dkk. (2006), Algoritma *Fuzzy Multi Attribut Decision Making* adalah :

1. Memberikan nilai setiap alternatif ( $A_i$ ) pada setiap criteria ( $C_j$  yang sudah di tentukan, dimana nilai tersebut di peroleh berdasarkan nilai crisp;  $i=1,2,\dots,m$  dan  $j=1,2,\dots,n$ ).
2. Memberikan nilai bobot ( $W$ ) yang juga didapatkan dari nilai crisp.
3. Melakukan normalisasi matriks dengan cara menghitung nilai rating kinerja ternormalisasi ( $r_{ij}$ ) dari alternative  $A_i$  pada atribut  $C_j$  berdasarkan persamaan yang disesuaikan dengan jenis atribut (atribut keuntungan atau benefit = maksimum atau atribut biaya atau cost=minimum). Apabila berupa atribut keuntungan maka nilai crisp ( $X_{ij}$ ) dari setiap kolom atribut dibagi dengan nilai crisp MAX (MAX  $X_{ij}$ ) dari tiap kolom, sedangkan untuk atribut biaya, nilai crisp MIN (MIN  $X_{ij}$ ) dari tiap kolom atribut dibagi dengan nilai crisp ( $x_{ij}$ ) setiap kolom.
4. Melakukan proses perankingan dengan cara mengalikan nilai bobot ( $W$ ) dengan matriks ternormalisasi ( $R$ ).

Menentukan nilai preferensi untuk setiap alternative ( $V_i$ ) dengan cara menjumlahkan hasil kali antara matriks ternormalisasi ( $R$ ) dengan nilai bobot ( $W$ ). nilai  $V_i$  yang lebih besar mengindikasikan bahwa alternative  $A_i$  lebih terpilih.

### 2.3 PHP

PHP atau yang memiliki kepanjangan *PHP Hypertext Preprocessor* merupakan suatu bahasa pemrograman yang difungsikan untuk membangun suatu website dinamis. PHP menyatu dengan kode HTML, maksudnya adalah beda kondisi. HTML digunakan sebagai pembangun atau pondasi dari kerangka layout web, sedangkan PHP difungsikan sebagai prosesnya sehingga dengan adanya PHP tersebut, web akan sangat mudah di-*maintenance*.

### 2.4 MySQL

Basis data adalah sekumpulan informasi yang diatur agar mudah dicari. Dalam arti umum basis data adalah sekumpulan data yang diproses dengan bantuan komputer yang memungkinkan data dapat diakses dengan mudah dan tepat, yang dapat digambarkan sebagai aktivitas dari satu atau lebih organisasi yang berelasi.

MySQL merupakan suatu database. MySQL dapat juga dikatakan sebagai database yang sangat cocok bila dipadukan dengan PHP. Secara umum, database berfungsi sebagai tempat atau wadah untuk menyimpan, mengklasifikasikan data secara profesional. MySQL bekerja menggunakan SQL Language (*Structure Query Language*). Itu dapat diartikan bahwa MySQL merupakan standar penggunaan database di dunia untuk pengolahan data.

## 2.5 Black Box Testing

Black Box Testing adalah metode pengujian perangkat lunak yang memfungsionalitas dari aplikasi yang bertentangan dengan instruktur internal kerja. Pengetahuan khusus dari kode aplikasi / struktur internal dan pengetahuan pemrograman pada umumnya tidak diperlukan. Uji kasus dibangun di sekitar 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. Perancangan uji memilih input yang valid dan tidak valid dan menentukan output yang benar. Tidak ada pengetahuan tentang struktur internal benda itu.

Metode uji dapat diterapkan pada semua tingkat pengujian perangkat lunak, misalnya unit, integrasi, fungsional dan penerimaan ini biasanya terdiri dari kebanyakan jika semua pengujian pada tingkat lebih tinggi tetapi juga bisa mendominasi unit testing juga.

Metode uji coba blackbox memfokuskan pada keperluan maksimal dari software, karena itu uji coba blackbox memungkinkan pengembangan software untuk membuat himpunan kondisi input yang akan melatih seluruh fungsional suatu

program. Uji coba blackbox bukan merupakan alternatif dari uji coba white box. Tetapi merupakan pendekatan yang melengkapi untuk memikirkan kesalahan lainnya.

Uji coba blackbox berusaha untuk menemukan kesalahan beberapa kategori, diantaranya :

1. Fungsi-fungsi yang salah atau hilang
2. Kesalahan interface
3. Kesalahan dalam struktur data atau akses database eksotermal
4. Kesalahan intralisasi dan terminalisasi

## 3. Pembahasan

### 3.1 Perancangan FMADM

Penentuan variabel Input yang dibutuhkan untuk melakukan proses sistem pendukung keputusan penentuan kualitas kelas lapisan aspal adalah sebagai berikut :

- LHR (Lalulintas Harian Rata-rata)
- Angka Ekuivalen
- LEP (Lintas Ekuivalen Permulaan)
- LEA (Lintas Ekuivalen Akhir)
- LER (Jumlah Lalulintas Ekuivalen Rencana)
- FR (Faktor regional)
- Daya Dukung Tanah
- ITP (Indeks Tebal Perkerasan Total)

Variabel input nomor 1 s/d 8 berasal dari input kriteria user

#### • Nilai bobot dan kriteria yang dibutuhkan.

Dalam metode penelitian ini ada bobot dan kriteria yang dibutuhkan untuk menentukan kualitas kelas lapisan aspal.

Adapun kriterianya adalah:

C1 = LHR

C2 = Angka Ekuivalen

C3 = LEP

C4 = LEA

C5 = LER

C6 = FR

C7 = Daya Dukung Tanah

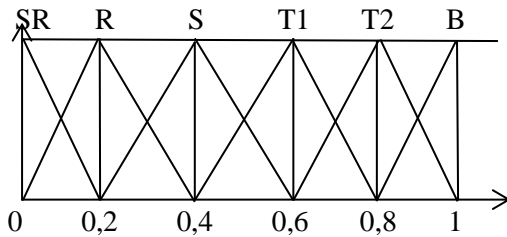
C8 = ITP

Dari masing-masing bobot tersebut, maka dibuat suatu variabel-variabelnya. Dimana dari suatu variabel tersebut akan dirubah kedalam bilangan fuzzynya. Di bawah ini adalah bilangan fuzzy dari bobot.

Nilai bobot berkisar antara 0 dan 1

1. Sangat Rendah ( SR ) = 0
2. Rendah ( R ) = 0.2
3. Sedang ( S ) = 0.4
4. Tengah ( T1 ) = 0.6
5. Tinggi ( ST ) = 0.8
6. Banyak ( B ) = 1

Untuk mendapat variabel tersebut harus dibuat dalam sebuah grafik supaya lebih jelas pada grafik di bawah ini.



**Gambar 1 Grafik Bobot**

Keterangan :	<ul style="list-style-type: none"> <li>• T1 : Tengah</li> <li>• T2 : Tinggi</li> <li>• B : Banyak</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• SR : Sangat Rendah</li> <li>• R : Rendah</li> <li>• S : Sedang</li> </ul>	

Kriteria yang ada di konversi dengan bilangan fuzzy, antara lain :

1. Nilai LHR di dapatkan dari konversi bilangan fuzzy yaitu:

**Tabel 1 LHR**

LHR (Lintas Harian Rata-Rata)
Trailer 5 as 30 ton
Truck 3 as 20 ton
Truck 2 as 10 ton
Bus 2 as 8 Ton
Kendaraan Ringan 2 ton

Di atas disajikan fungsi keanggotaan nilai LHR dari konversi bilangan fuzzy sebagai berikut:

1. fuzzy Trailer 5 as 30 ton memiliki nilai fuzzy = 0,2
2. fuzzy Truk 3 as 20 ton memiliki nilai fuzzy = 0,4
3. Truk 2 as 10 ton memiliki nilai fuzzy = 0,6
4. Bus 2 as 8 ton memiliki nilai fuzzy = 0,8

5. Kendaraan Ringan (KR) 2 ton memiliki nilai = 1

2. Nilai angka ekivalen di dapat dari konversi bilangan fuzzy yaitu:

**Tabel 2 Angka Ekivalen**

Angka Ekivalen
>10000
10000-9000
8000-7000
6000-5000
4000-3000
2000-1000

Di atas disajikan fungsi keanggotaan nilai angka ekivalen di dapat dari konversi bilangan fuzzy sebagai berikut:

1. > 10000 (10K) memiliki nilai fuzzy = 0,15
2. 10000-9000 (10K-9K) memiliki nilai fuzzy = 0,3
3. 8000-7000 (8K-7K) memiliki nilai fuzzy = 0,45
4. 6000-5000 (6K-5K) memiliki nilai fuzzy = 0,6
5. 4000-3000 (4K-3K) memiliki nilai fuzzy = 0,75
6. 2000-1000 (2K-1K) memiliki nilai fuzzy = 1

3. Nilai LEP di dapat dari konversi bilangan fuzzy yaitu:

**Tabel 3 LEP**

LEP (Lintas Ekivalen Pertama)
Trailer 5 as 30 ton
Truck 3 as 20 ton
Truck 2 as 10 ton
Bus 2 as 8 Ton
Kendaraan Ringan 2 ton

Di atas disajikan fungsi keanggotaan nilai LEP dari konversi bilangan fuzzy sebagai berikut:

1. fuzzy Trailer 5 as 30 ton memiliki nilai fuzzy = 0,2
2. fuzzy Truk 3 as 20 ton memiliki nilai fuzzy = 0,4
3. Truk 2 as 10 ton memiliki nilai fuzzy = 0,6
4. Bus 2 as 8 ton memiliki nilai fuzzy

= 0,8

- Kendaraan Ringan (KR) 2 ton memiliki nilai = 1
- Nilai LEA di dapat dari konversi bilangan fuzzy yaitu:

**Tabel 4 LEA**

LEA (Lintas Ekuivalen Akhir)
Trailer 5 as 30 ton
Truck 3 as 20 ton
Truck 2 as 10 ton
Bus 2 as 8 Ton
Kendaraan Ringan 2 ton

Di atas disajikan fungsi keanggotaan nilai LEA dari konversi bilangan fuzzy sebagai berikut:

- fuzzy Trailer 5 as 30 ton memiliki nilai fuzzy = 0,2
- fuzzy Truk 3 as 20 ton memiliki nilai fuzzy = 0,4
- Truk 2 as 10 ton memiliki nilai fuzzy = 0,6
- Bus 2 as 8 ton memiliki nilai fuzzy = 0,8
- Kendaraan Ringan (KR) 2 ton memiliki nilai = 1
- Nilai LER di dapat dari konversi bilangan fuzzy yaitu :

**Tabel 5 LER**

LER (Kanan-Kiri)
$\leq 500 - >120$
$\leq 120 - 80$
$<80 - >40$
40 - 30

Di atas disajikan fungsi keanggotaan nilai LER dari konversi bilangan fuzzy sebagai berikut:

- $\leq 500 - >120$  memiliki nilai fuzzy = 0,25
- $\leq 120 - 80$  memiliki nilai fuzzy = 0,5
- $<80 - >40$  memiliki nilai fuzzy = 0,75
- 40 - 30 memiliki nilai fuzzy = 1

- Nilai FR didapat dari konversi bilangan fuzzy :

**Tabel 6 FR**

FR kanan-kiri %
> 10%
10 - 6%
< 6%

Di atas disajikan fungsi keanggotaan nilai FR dari konversi bilangan fuzzy sebagai berikut:

- >10% memiliki nilai fuzzy = 0,33
- 10-6% memiliki nilai fuzzy = 0,67
- <6% memiliki nilai fuzzy = 1
- Nilai daya dukung tanah di dapat dari konversi bilangan fuzzy yaitu :

**Tabel 7 Daya Dukung Tanah**

Daya Dukung Tanah (Prosentase)
>10-9
8-7
6-5
4-3
2-1

Di atas disajikan fungsi keanggotaan nilai daya dukung tanah dari konversi bilangan fuzzy sebagai berikut:

- >10-9 memiliki nilai fuzzy = 0,2
- 8-7 memiliki nilai fuzzy = 0,4
- 6-5 memiliki nilai fuzzy = 0,6
- 4-3 memiliki nilai fuzzy = 0,8
- 2-1 memiliki nilai fuzzy = 1
- Nilai Indeks Tebal Perkerasan dari konversi bilangan fuzzy yaitu :

**Tabel 8 ITP**

Indeks Tebal Perkerasan
>5
4-3
2-1

Di atas disajikan fungsi keanggotaan nilai Indeks Tebal Perkerasan dari konversi bilangan fuzzy sebagai berikut:

- >5 memiliki nilai fuzzy = 0,33
- 4-3 memiliki nilai fuzzy = 0,67

3. 2-1 memiliki nilai fuzzy = 1

Nilai hasil akhir dapat diketahui :

Memberikan nilai setiap alternative (Ai) pada setiap kreteria (Cj) yang sudah kita tentukan, dimana nilai variable tersebut diperoleh berdasarkan scope atau nilai crisp  $i=1,2,\dots,m$  dan  $j=1,2,\dots,n$

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{X_{ij}}{\text{Max}_i X_{ij}} \\ \frac{\text{Min}_i X_{ij}}{X_{ij}} \end{cases} \dots\dots\dots(1.1)$$

Dimana:

- $r_{ij}$  = rating kinerja ternormalisasi
- $\text{max}_i$  = nilai maksimum dari setiap baris dan kolom
- $\text{min}_i$  = nilai minimum dari setiap baris dan kolom
- $x_{ij}$  = baris dan kolom dari matriks.

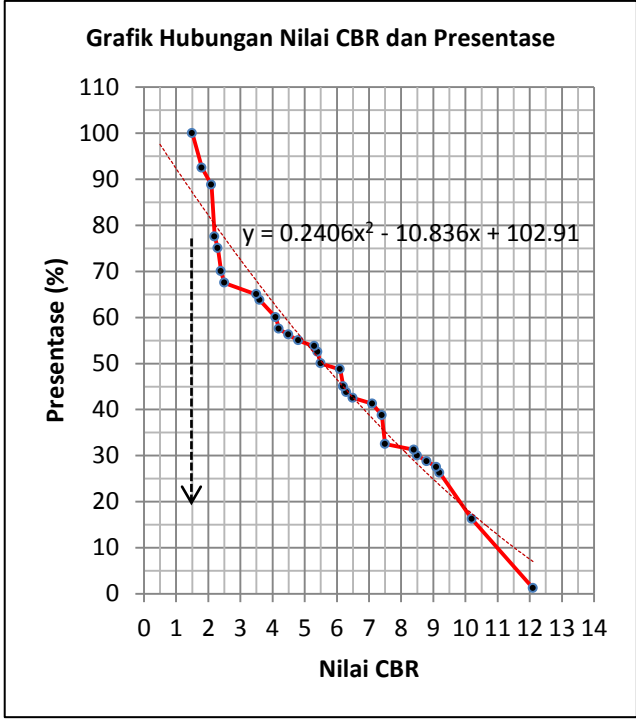
Setelah mendapatkan nilai maksimal yang telah ternormalisasi selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mendapatkan hasil dari semua perhitungan.

$$V_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij} \dots\dots\dots(1.2)$$

Dimana:

- $V_i$  = Nilai akhir dari alternatif
  - $w_i$  = Bobot yang telah ditentukan
  - $r_{ij}$  = Normalisasi matrik
- Nilai  $V_i$  yang lebih besar mengindikasikan bahwa alternatif  $A_i$  lebih terpilih.

Berdasarkan hasil perhitungan dari SAW diatas, Kemudian berdasarkan persyaratan lapis pondasi agregat yang diatur pada SNI 03-1744-1989 bahwa nilai rekomendasi diatas harus disesuaikan dengan rumus CBR seperti pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2 Grafik Rumus nilai CBR

Terdapat rumus perhitungan nilai CBR:

$$y = 0.240x^2 - 10.83x + 102.91 \dots\dots\dots(1.3)$$

dimana:

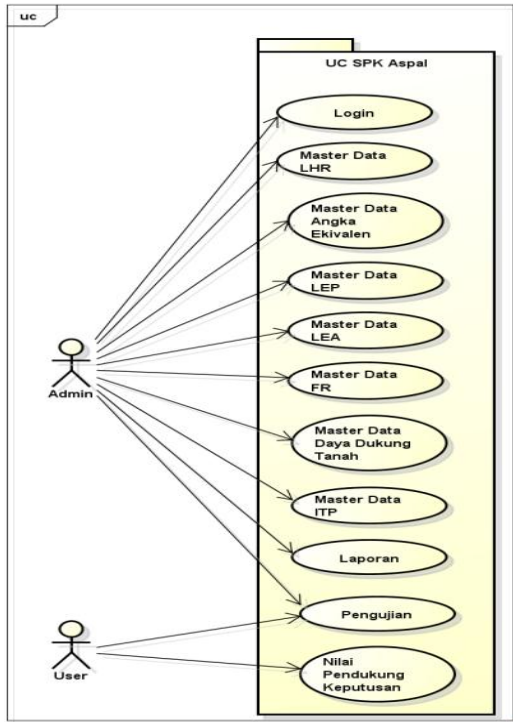
- y = Nilai Persentase
- x = Nilai Hasil Perhitungan Matrik

Berdasarkan perhitungan tersebut kemudian dicocokkan dengan kriteria dari CBR kemudian dilakukan pengkelasan sesuai dengan standart CBR.

**3.2 Perancangan Sistem**

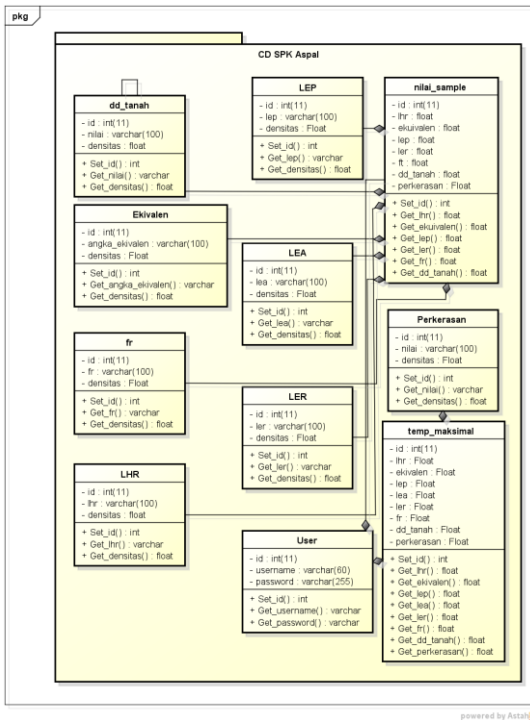
**3.2.1 Use Case Diagram Penentuan Kualitas Kelas Lapisan Aspal**

Pada Gambar 3 menjelaskan mengenai sistem pendukung keputusan penentuan kualitas kelas lapisan aspal ini terdapat dua aktor yaitu administrator dan pengguna (user). Administrator memiliki hak akses untuk melakukan user login, melakukan akses terhadap menu LHR, Angka ekivalen, LEP, LEA, LER, FR, Daya Dukung Tanah, ITP, Pengujian keputusan dan Laporan. Sedangkan pengguna memiliki hak akses untuk melakukan pengujian keputusan, dan melihat nilai pendukung keputusan.



Gambar 3 Use Case Diagram Utama

### 3.2.2 Clas Diagram



Gambar 4 Class Diagram SPK Aspal

Pada Gambar 4 disajikan *class diagram* rancang bangun sistem pendukung keputusan penentuan kualitas kelas lapisan aspal dengan metode FMADM. Pada *class*

*diagram* tersebut terdapat 11 tabel yaitu: dd\_tanah, ekuivalen, fr, ler, lep, lea, user, temp\_maksimal, LHR, perkerasan, dan nilai sampel.

## 4. Penutup

### 4.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan :

1. Sistem berhasil di implementasikan untuk mendukung keputusan dalam menentukan kualitas kelas lapisan aspal.
2. Sistem telah berhasil mengembangkan cara konvensional menjadi sistem yang berbasis komputerisasi, sesuai data yang terdapat di Dinas PU Bina Marga dan Pengairan Kab. Trenggalek.
3. Aplikasi dapat membantu Dinas PU bina Marga dan Pengairan Kab. Trenggalek dalam penentuan kualitas kelas lapisan aspal.

### 4.2 Saran

Saran untuk penelitian pengembangan selanjutnya:

1. Aplikasi dapat diaplikasikan tidak hanya untuk penentuan kelas lapisan saja.
2. Penelitian lebih lanjut diharapkan dapat menggunakan metode yang berbeda.
3. Pengembangan sistem lebih lanjut diharapkan dapat berbasis android.

### Daftar Pustaka

- Kusumadewi, S. dan I. Guswaludin. 2005. *Fuzzy Multi-Criteria Decision Making*. Media Informatika. Vol. 3, No. 1, Juni 2005. pp, 25-38.
- Putra, A. dan D. Y. Hardiyanti. 2011. *Penentuan Penenerima Beasiswa dengan Menggunakan Fuzzy MADM*. Seminar Nasional Informatikan 2011. ISBN: 1979-2328. pp, 16-20.

- Arfyanti, I. dan E. Purwanto. 2012. *Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan Pemberian Kelayakan Kredit Pinjaman pada Bank Rakyat Indonesia Unit Segiri Samarinda*

- dengan Metode Fuzzy MADM (Multiple Attribute Decision Making) Menggunakan SAW (Simple Additive Weighting). Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi Terapan 2012. ISBN: 979-26-0255-0. pp. 119-124.
- Yusro, Muhamad Munawar dan Wardoyo, Retantyo. 2013. *Aplikasi Metode Fuzzy Multi-Attribute Decision Making Berbasis Web dalam Pemilihan Calon Kepala Daerah di Indonesia*. IJCCS, Vol.7, No.1, January 2013, pp. 101-110.
- Turban, Efraim dan Aronson, J. E. 2001. *Decision Support System and Intelligent Systems (6<sup>th</sup> Edition)*. Prentice Hall : Upper Saddle River, NJ.
- Eniyati, S. 2011. *Perancangan Sistem Pendukung Pengambilan Keputusan untuk Penerimaan Beasiswa dengan Metode SAW (Simple Additive Weighting)*. Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK. Vol. 16, No. 2, Juli 2011, pp: 171-176.
- Efraim, Turban, Aronson, J. E dan Liang, P, T. 2005. *Decision Support System and Intelligent Systems (7<sup>th</sup> Edition)*. Andi Offset, Yogyakarta.
- Andrew, P, Sage. 1991. *Decision Support Systems Engineering*. John Wiley & Sons, Inc, Ney York, 1991.
- Sparague, Ralph, H dan Watson, H. 1996. *Decision Support for Management (1<sup>st</sup> Edition)*. Prentice Hall : Business Publishing.
- Kusumadewi, Sri. Hartati, Sri., Harjoko, Agus dan Wardoyo, Retantyo. 2006. *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (Fuzzy MADM)*. Graha Ilmu, Yogyakarta
- Hakim, L. 2014. *Rahasia Inti Master PHP dan MySQLi (improved)*. Lokomedia. Yogyakarta.