

Penentuan Prioritas Perbaikan Jalan dengan Menggunakan Metode AHP di Wilayah Kabupaten Serdang Bedagai Sumatera Utara

Priority Road Repair by Using AHP Method in the District of Serdang Bedagai Sumatera Utara

Theresya Margharetha Panjaitan ^{#1}, Drs. Mahmud Imrona, MT ^{#2}, Annisa Aditsania, M.Si ^{#3}

Prodi S1 Ilmu Komputasi, Fakultas Informatika, Univesitas Telkom

theresyapanjaitan@gmail.com ¹, mahmudimrona@telkomuniversity.ac.id ², annisaaditsania@gmail.com ³

ABSTRAK

Kondisi jalan sangatlah berpengaruh kepada banyak orang. Saat ini banyak jalan yang mengalami kerusakan yang disebabkan oleh cuaca, volume kendaraan yang melintas dan usia dari jalan tersebut. Hal-hal tersebut membuat Dinas Bina Marga setempat perlu membuat sistem yang mampu menentukan prioritas jalan mana yang harus terlebih dahulu untuk diperbaiki, sehingga Dinas Bina Marga tersebut dapat mengetahui urutan prioritas perbaikan jalan.

Pada penelitian ini penulis menggunakan metode *Analitycal Hierarchy Process* (AHP). Metode ini digunakan untuk mendapatkan bobot terbaik dari kriteria-kriteria yang akan dipakai. Kemudian antar kriteria tersebut dibandingkan sehingga menghasilkan bentuk matriks. Hasil terbaik dari perbandingan matriks tersebut akan dipilih sebagai prioritas jalan yang harus diperbaiki. Dan pada penelitian ini prioritas jalan yang mendapatkan hasil tertinggi yaitu jalan Kuala Lama sampai jalan Ara Payung dengan bobot 0,0635

Kata kunci : *Analitycal Hierarchy Process* (AHP), matriks perbandingan, perbaikan jalan, kriteria jalan, prioritas, sistem keputusan

ABSTRACT

The condition of the road is very influential to many people. Currently many roads are damaged due to the weather, the volume of passing vehicles and the age of the road. These matters make the local Dinas Bina Marga need to create a system capable of determining which the priority of road should be improved, so that Bina Marga Office can know the priority of road improvements.

In this study the author uses the method *Analitycal Hierarchy Process* (AHP). This method is used to get the best weight of the criteria to be used. Then between the criteria are compared so as to produce the form of the matrix. The best results of the matrix comparison will be chosen as a priority path that must be fixed. And in this research the road priority that get the highest result is Kuala Lama road until Ara Payung road with the weight is 0,0635

Keywords: *Analitycal Hierarchy Process*(AHP), comparison matrix, road repair, road criteria, priority, decission system

1. Pendahuluan

Jalan merupakan suatu prasarana yang dibutuhkan dan digunakan oleh banyak orang. Karena jalan memiliki peran yang penting maka Dinas Bina Marga harus memperhatikan dan merawat setiap ruas jalan. Pemerintah telah menyediakan anggaran biaya untuk pemeliharaan jalan, sehingga dengan anggaran biaya yang telah ditetapkan Dinas Bina Marga harus bisa memprioritaskan jalan yang akan diperbaiki. Namun untuk menentukan suatu prioritas membutuhkan waktu dan proses yang cukup lama, juga butuh keahlian khusus.

Saat ini proses penentuan prioritas perbaikan jalan di Dinas Bina Marga di kabupaten Serdang Bedagai masih menggunakan cara manual. Dimana proses dari perhitungan manual tersebut dilihat dari Lalu Lintas Harian (LHR) dan kondisi jalan. Penentuan perbaikan jalan tersebut hanya dilihat dari letak yang strategis dan kepadatan lalu lintas pada jalan tersebut. Padahal apabila diteliti lagi, banyak jalan di desa yang mengalami kerusakan yang lebih parah dan lebih membutuhkan perbaikan. Maka dari itu perlu dibangun sebuah sistem yang mendukung untuk menentukan prioritas jalan yang akan diperbaiki. Pada penelitian ini sistem pendukung keputusan yang akan digunakan yaitu metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Sebelumnya penelitian untuk mencari prioritas perbaikan jalan dengan menggunakan metode AHP juga telah ada, namun penelitian sebelumnya untuk mendapatkan nilai eigen menggunakan matlab. Dan juga menggunakan metode AHP dan Copras-G. Perbedaannya dengan menggunakan matlab adalah tidak perlu menormalisasikan data karena hasil langsung didapat. Sedangkan metode AHP dan Copras-G, metode AHP hanya digunakan untuk mencari urutan bobot kriteria sedangkan untuk hasil keputusan menggunakan Copras-G.

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat suatu sistem keputusan menggunakan metode AHP untuk menentukan prioritas perbaikan jalan berdasarkan empat kriteria yaitu kondisi jalan, jenis kerusakan, jumlah kecelakaan, dan kondisi lalu lintas yang akan mempermudah Dinas Bina Marga kabupaten Serdang Bedagai dalam mengambil keputusan.

2. Tinjauan Pustaka

• Jalan

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia No. 38 tahun 2004 jalan merupakan prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel [1].

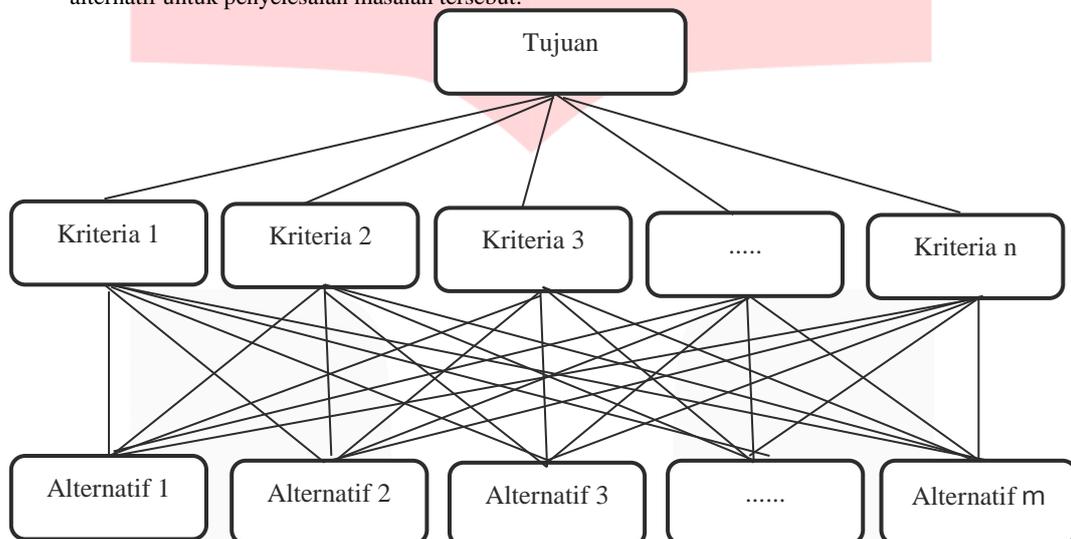
Berdasarkan pengelompokannya, status jalan terbagi atas 5 kelompok yang terdiri atas Jalan Nasional, Jalan Provinsi, Jalan Kabupaten, Jalan Kota, dan Jalan Desa. Pada kasus ini status jalan yang digunakan yaitu Jalan Kabupaten yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antaribukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antarpusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.

• Metode AHP

Analytic Hierarchy Process (AHP) adalah sebuah teori pengukuran yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty untuk menyederhanakan masalah dalam penentuan keputusan dengan menggunakan beberapa kriteria[2].

Tahapan untuk menerapkan metode AHP terdiri dari:

- a. Mendefinisikan masalah yang akan diselesaikan secara detail dan juga menentukan solusi yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan yang telah ditetapkan sebelumnya.
- b. Membuat struktur hierarki yang didalamnya terdapat tujuan utama, kriteria-kriteria yang akan digunakan dan alternatif untuk penyelesaian masalah tersebut.



Gambar 1. Struktur Hierarki AHP

- c. Membuat perbandingan berpasangan antara alternatif dan kriteria. Ada sembilan poin standar skala pengukuran relatif dalam AHP perbandingan [3].

Tabel 1 Skala Pengukuran

Intensitas Kepentingan	Definisi
1	Sama penting
3	Sedikit lebih penting
5	Cukup penting
7	Sangat penting
9	Mutlak lebih penting
2,4,6,8	Nilai tengah antara dua nilai keputusan yang berdekatan

Hasil dari perbandingan berpasangan tersebut akan berupa matriks dimana skala rasio diturunkan dalam bentuk eigen vektor utama atau fungsi eigen. Matriks yang diperoleh memiliki ciri berupa angka positif dan berbalikan. Contoh sebuah kriteria $C = \{C_j | j = 1,2,3,\dots,n\}$, hasil perbandingan berpasangan dari kriteria tersebut dapat dijadikan sebuah evaluasi matriks $|A|$. Dimana, a_{ij} ($i, j = 1,2,3,\dots,n$) adalah hasil bagi dari bobot kriteria seperti pada persamaan (1):

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & \dots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}, a_{ii} = 1, a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}} \neq 0 \tag{1}$$

- d. Proses selanjutnya yaitu menormalisasikan dan menemukan bobot relatif dari setiap matriks. Cari nilai eigen yang terbesar untuk menentukan bobot tertinggi sebagai bobot relatif yang diberikan oleh vektor eigen (w) sesuai dengan nilai eigen terbesar (λ_{max}).

$$Aw = \lambda_{max}w \quad (2)$$

- e. Matriks $|A|$ akan menjadi rank 1 apabila perbandingan berpasangan matriks tersebut konsisten. Untuk memperoleh bobot, maka salah satu baris atau kolom matriks A harus di normalisasi. Konsistensi didefinisikan oleh hubungan antar entri dari A : $a_{ij} \times a_{jk} = a_{ik}$. Untuk memperoleh nilai Indeks Konsistensi (CI) dengan cara :

$$CI = \frac{(\lambda_{max}-n)}{(n-1)} \quad (3)$$

- f. Yang terakhir adalah Konsistensi Rasio (CR). Pada tahap ini akan mendapat kesimpulan apakah evaluasi yang diperoleh cukup konsisten atau tidak. Untuk mendapatkan nilai dari CR maka nilai CI harus dibagi dengan nilai RI, atau seperti pada persamaan (4) :

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (4)$$

Nilai dari RI (Indeks Acak) tersebut telah ada ketetapanannya. Berhubung pada penelitian ini hanya menggunakan 4 kriteria, maka nilai RI yang digunakan adalah yang ke 4 yaitu 0.90 [4].

Tabel 2 Indeks Acak

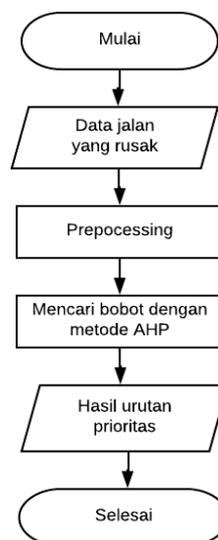
N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Nilai dari CR harus kurang dari 0,10 agar hasil AHP yang diperoleh konsisten. Apabila hasil akhir lebih dari 0,10 maka evaluasi harus diulang agar hasilnya lebih konsisten.

3. Metodologi Penelitian

• Gambaran Umum

Gambaran umum merupakan tahapan dari sistem untuk membuat rancangan dari proses penelitian mulai dari awal hingga akhir. Berikut ini *flowchart* dari rancangan sistem mengenai prioritas perbaikan jalan menggunakan metode AHP, sehingga dapat diperoleh sebuah keputusan jalan yang harus diprioritaskan untuk diperbaiki terlebih dahulu dengan kriteria yang telah ditentukan sebelumnya.



Gambar 2. Flowchart System

Berdasarkan gambar diatas langkah pertama yang harus dilakukan adalah memasukkan data. Data diperoleh dari pihak Dinas Bina Marga Kabupaten Serdang Bedagai, Sumatera Utara. Data jalan terdiri atas kondisi jalan, jenis kerusakan, kecelakaan dan kondisi lalu lintas. Kemudian selanjutnya *preprocessing* data. Pada tahap ini data yang diterima dari Bina Marga diolah menggunakan *Microsoft Excel*. Pertama data kondisi jalan tidak perlu diolah lagi karena data yang diberikan dari Dinas Bina Marga sudah berbentuk nilai dari kondisi jalan untuk tiap ruas. Kedua memberikan suatu nilai ketetapan pada kriteria jenis kerusakan. Yaitu angka 0 untuk jalan yang tidak memiliki kerusakan, 1 untuk jenis kerusakan retak, 2 untuk jenis kerusakan bergelombang, dan 3 untuk jenis kerusakan berlubang. Ketiga, kriteria kecelakaan telah memiliki nilai ketetapan dari pihak Dinas Bina Marga. Keempat, nilai ketetapan untuk kriteria Volume kendaraan, 0 untuk kondisi lalu lintas sepi dan 1 untuk kondisi lalu lintas sedang.

Setelah *preprocessing*, tahap selanjutnya yaitu mencari bobot dengan metode AHP. Pada tahap ini yang harus dilakukan pertama kalinya yaitu membuat susunan hirarki yang bertujuan untuk mendukung perhitungan menentukan bobot terbaik dari kriteria yang digunakan. Kriteria yang digunakan yaitu kondisi jalan, jenis kerusakan, kecelakaan dan kondisi lalu lintas. Ada 50 jalan yang akan digunakan sebagai alternatif. Setelah menentukan susunan hirarki, tahap selanjutnya yang harus dilakukan yaitu menentukan nilai intensitas sebagai nilai pembandingan berdasarkan kriteria yang ada. Nilai intensitas dibuat berdasarkan karakteristik dari data dan akan tetap mengacu terhadap skala sembilan poin standar yang ada pada metode AHP. Tahap selanjutnya yaitu membuat matriks perbandingan antara kriteria dengan kriteria, dan kriteria dengan alternatif yang mengacu pada nilai intensitas yang didapat sebelumnya. Setelah membuat matriks perbandingan yang dilakukan selanjutnya adalah menghitung nilai eigen (λ_{max}) serta menghitung vektor eigen atau nilai prioritas sebagai bobotnya. Untuk mendapatkan nilai eigen tersebut matriks perbandingan harus dinormalisasi terlebih dahulu. Peneliti juga mencoba untuk tidak menggunakan normalisasi, akan tetapi apabila matriks perbandingannya tidak dinormalisasi maka konsistensi rasio yang diperoleh >10% maka data tersebut tidak layak untuk digunakan karena tidak konsisten. Setelah itu akan diperoleh bobot dan selanjutnya yang dihitung adalah nilai indeks konsistensi (CI) sebagai penguji konsistensi matriks. Matriks yang pasti konsisten apabila nilai dari CI=0, apabila nilai CI>0 maka harus dilakukan pengujian rasio konsistensi (CR) untuk menghitung batas dari kekonsistenan matriks tersebut. Matriks yang masih konsisten apabila nilai dari CR<10%. Apabila CR>10% maka matriks tersebut tidak konsisten. Selanjutnya menentukan total nilai alternatif dengan cara:

$$\text{Total Nilai Alternatif} = W_1X_1 + W_2X_2 + W_3X_3 + \dots + W_nX_n$$

Dimana,

W_i = bobot dari setiap kriteria/ bobot global

X_i = bobot dari tiap alternatif dari masing-masing kriteria / bobot utilitas

Dan yang terakhir yaitu memperoleh hasil. Setelah semua proses dilakukan dengan benar, maka hasil yang diperoleh yaitu urutan prioritas dari semua alternatif.

4. Hasil dan Analisis

4.1 Skala Kepentingan

4.1.1 Skala kepentingan antara kriteria dengan kriteria

Berikut tabel skala kepentingan antara kriteria dengan kriteria yang diperoleh dari Tim pakar yang berada di Dinas Bina Marga Kabupaten Serdang Bedagai

Tabel 3 Skala kepentingan antar kriteria

Kriteria A	Skala																	Kriteria B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Kondisi Jalan									√									Jenis Kerusakan
Kondisi Jalan							√											Kecelakaan
Kondisi Jalan							√											Kondisi lalu lintas
Jenis Kerusakan							√											Kecelakaan
Jenis Kerusakan							√											Kondisi lalu lintas
Kecelakaan											√							Kondisi lalu lintas

4.1.2 Skala kepentingan tiap kriteria

Tabel 4 Skala kepentingan pada kriteria Kondisi Jalan

Alternatif A	Skala																	Alternatif B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Baik													√					Sedang
Baik															√			Rusak Ringan
Baik																	√	Rusak Berat
Sedang													√					Rusak Ringan
Sedang																	√	Rusak Berat
Rusak Ringan															√			Rusak Berat

Tabel 5 skala kepentingan pada kriteria Jenis Kerusakan

Alternatif A	Skala									Alternatif B	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
Retak										▼	Berlubang
Retak										▼	Bergelombang
Berlubang				▼							Bergelombang

Tabel 6 skala kepentingan pada kriteria Kondisi Lalu Lintas

Alternatif A	Skala									Alternatif B		
	9	8	7	6	5	4	3	2	1			
Sepi										▼	Sedang	
Sepi											▼	Ramai
Sedang										▼	Ramai	

4.2 Matriks Perbandingan

Berhubung karena skala kepentingan antara kriteria Kondisi jalan dan Jenis kerusakan memiliki nilai yang sama, maka peneliti mencoba membuat beberapa skenario untuk menguji apakah hasilnya tetap konsisten apabila salah satu kriteria tersebut tidak digunakan. Hasil dikatakan konsisten apabila CR < 10%.

- a. Hanya menggunakan kriteria Kondisi jalan, Kecelakaan dan Kondisi lalu lintas. Konsistensi rasio yang diperoleh sebesar 0,1524 yang artinya skenario tersebut tidak konsisten.
- b. Menggunakan kriteria Jenis kerusakan, Kecelakaan dan Kondisi lalu lintas. Konsistensi rasio yang diperoleh sebesar 0,2249 yang artinya skenario tersebut juga tidak konsisten.
- c. Semua kriteria digunakan yaitu Kondisi jalan, Jenis kerusakan, Kecelakaan dan Kondisi lalu lintas. Konsistensi rasio yang diperoleh sebesar 0,0712 yang berarti skenario tersebut konsisten.

Dari beberapa skenario diatas hasil terbaik adalah menggunakan keempat kriteria karena hasilnya konsisten.

4.2.1 Matriks perbandingan antara kriteria dengan kriteria

Berikut adalah matriks perbandingan antara kriteria dengan kriteria yang diperoleh berdasarkan tabel skala kepentingan diatas.

Tabel 7 Matriks perbandingan antar kriteria

Kriteria	kondisi jalan	jenis kerusakan	kecelakaan	kondisi lalu lintas
kondisi jalan	1	1	3	3
Jenis kerusakan	1	1	3	3
Kecelakaan	1/3	1/3	1	1/3
kondisi lalu lintas	1/3	1/3	3	1

4.2.2 Matriks perbandingan tiap kriteria

Pada matriks perbandingan tiap kriteria ini yang dilakukan adalah membandingkan semua alternatif berdasarkan skala kepentingan yang sebelumnya.

Tabel 8 Matriks perbandingan kriteria Kondisi Jalan

Kondisi jalan	Ruas 1	Ruas 2	Ruas 3	Ruas 4	Ruas 5	...	Ruas 50
Ruas 1	1	1	2	2	9	...	2
Ruas 2	1	1	2	2	9	...	2
Ruas 3	0,5	0,5	1	1	7	...	1
Ruas 4	0,5	0,5	1	1	7	...	1
Ruas 5	0,111	0,111	0,143	0,143	1	...	0,143
...
Ruas 50	0,5	0,5	1	1	7	...	1

Tabel 9 Matriks perbandingan kriteria Jenis Kerusakan

Jenis Kerusakan	Ruas 1	Ruas 2	Ruas 3	Ruas 4	Ruas 5	...	Ruas 50
Ruas 1	1	1	5	5	5	...	5
Ruas 2	1	1	5	5	5	...	5
Ruas 3	0,2	0,2	1	1	3	...	1
Ruas 4	0,2	0,2	1	1	3	...	1
Ruas 5	0,2	0,2	0,333	0,333	1	...	0,333
...
Ruas 50	0,2	0,2	1	1	3	...	1

Tabel 10 Matriks perbandingan kriteria Kecelakaan

Kecelakaan	Ruas 1	Ruas 2	Ruas 3	Ruas 4	Ruas 5	...	Ruas 50
Ruas 1	1	1	1	1	9	...	1
Ruas 2	1	1	1	1	9	...	1
Ruas 3	1	1	1	1	9	...	1
Ruas 4	1	1	1	1	9	...	1
Ruas 5	0,111	0,111	0,111	0,111	1	...	0,111
...
Ruas 50	1	1	1	1	9	...	1

Tabel 11 Matriks perbandingan kriteria Kondisi Lalu Lintas

Kondisi Lalu Lintas	Ruas 1	Ruas 2	Ruas 3	Ruas 4	Ruas 5	...	Ruas 50
Ruas 1	1	1	1	5	5	...	1
Ruas 2	1	1	1	5	5	...	1
Ruas 3	1	1	1	5	5	...	1
Ruas 4	0,2	0,2	0,2	1	1	...	0,2
Ruas 5	1	1	1	5	5	...	1
...
Ruas 50	1	1	1	5	5	...	1

4.3 Menentukan bobot relatif untuk setiap matriks perbandingan

Untuk mendapatkan bobot relatif pada matriks, peneliti menggunakan *Ms. Excel*. Pertama yang harus dicari adalah nilai eigen dan vektor eigen. Setiap matriks dinormalisasikan, kemudian dijumlahkan lalu hasil penjumlahan dibagi dengan total dari jumlah tersebut maka akan diperoleh vektor eigen.

Berikut ini hasil dari vektor eigen yang diperoleh

Tabel 12 Bobot global dari semua kriteria

Kriteria	Nilai Prioritas
kondisi jalan	0,3648
Jenis kerusakan	0,3648
Kecelakaan	0,0989
kondisi lalu lintas	0,1716

Tabel 13 Bobot utilitas untuk semua alternatif

Alternatif	Kondisi Jalan	Jenis Kerusakan	Kecelakaan	Kondisi Lalu Lintas
Ruas 1	0,004208397	0,004	0,007962696	0,024271845
Ruas 2	0,004208397	0,004	0,007962696	0,024271845
Ruas 3	0,014622409	0,014	0,007962696	0,024271845
Ruas 4	0,014622409	0,014	0,04200505	0,004854369
Ruas 5	0,107986515	0,043	0,04200505	0,024271845
...
Ruas 50	0,014622409	0,014	0,007962696	0,024271845

Dari tabel diatas, bobot global dikalikan dengan bobot utilitas seperti perkalian matriks maka akan diperoleh nilai prioritas. Kemudian nilai prioritas diurutkan dari yang terbesar sehingga diperoleh urutan prioritas. Berikut adalah urutan prioritasnya

Tabel 14 Urutan Prioritas

Alternatif	Kondisi Jalan	Jenis Kerusakan	Kecelakaan	Kondisi Lalu Lintas	Nilai	Rank
Ruas 5	0,108	0,0434	0,0420	0,0243	0,0635	1
Ruas 32	0,049	0,0724	0,1110	0,0049	0,0561	2
Ruas 33	0,049	0,0724	0,0420	0,0243	0,0526	3
Ruas 16	0,049	0,0724	0,0420	0,0243	0,0526	3
Ruas 15	0,049	0,0724	0,0420	0,0243	0,0526	3
...
Ruas 11	0,004	0,0037	0,0080	0,0049	0,0045	50

Dari tabel diatas urutan prioritas jalan yang harus diperbaiki yaitu ruas jalan yang ke 5 yaitu dengan bobot 0,0635. Yang kedua adalah ruas jalan ke 32 yaitu dengan bobot 0,0561. Begitu selanjutnya hingga ruas jalan yang terakhir adalah ruas ke 11 yaitu dengan bobot 0,0045.

5 Kesimpulan

- 5.1 Kriteria yang memiliki nilai prioritas tertinggi adalah Kondisi Jalan dan Jenis Kerusakan
- 5.2 Dari semua langkah yang telah dilakukan maka ditemukan hasil jalan yang harus diprioritaskan untuk diperbaiki. 3 jalan yang menjadi prioritas utama adalah jalan Kuala Lama – Ara Payung dengan bobot 0,0635. Yang kedua adalah jalan Sei Sijenggi – Batas Kecamatan Pegajahan dengan bobot 0,0561. Yang ketiga adalah jalan Tanjung Buluh – Kebun Socfindo, jalan Simpang Melati – Simpang Karang Anyar, jalan Suka Jadi – Terjun Kampung Besar II dengan bobot 0,0526.

Daftar Pustaka

1. Noviani, R. (2017). Penentuan Prioritas Perbaikan Jalan Provinsi Jawa Barat Pada Balai Pengelolaan Jalan Wilayah II Sukabumi. Tugas Akhir.
2. Pemerintah. (2004). Undang-Undang RI No 38 tahun 2004 tentang jalan. Diambil kembali dari http://www.bkpm.go.id/images/uploads/prosedur_investasi/file_upload/UU_38_2004.pdf
3. Rizqi, R. (2018). Penentuan Prioritas Perbaikan Jalan dengan Metode Analytic Hierarchy Process (AHP) dan COPRAS-G di Kota Tangerang. Tugas Akhir.
4. Saaty, T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process. New york, U.S.A: academia.
5. Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. European Journal of Operational Research, 9-26.
6. Saaty, T. L. (2008). Decision Making with the Analytic Hierarchy Process. International Journal of Services Sciences, 83-89.
7. B. Marga, Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997.
8. P. Indonesia, "Undang-Undang Republik Indonesia Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan," 2009
9. J. Franek and A. Kresta, "Judgment Scales and consistency measure in AHP," Elsevier B.V, pp. 164-173, 2014