

IMPLEMENTASI METODE ENTROPI DAN ELECTRE II UNTUK MENENTUKAN PRIORITAS PEMBANGUNAN KEMBALI JEMBATAN YANG RUSAK AKIBAT BENCANA BANJIR (STUDI KASUS DI KABUPATEN TRENGGALEK)

*(Implementation Entropy And Electre II Method For Determining The Priority of
Rebuilding a Damaged Bridge of Flood Disaster (Case Study In Trenggalek))*

Arif Junaidi, Mohammad Isa Irawan, Imam Mukhlash

Pascasarjana Matematika FMIPA ITS Surabaya

Email: mii@its.ac.id

Abstact: ELECTRE II method is widely acknowledged to be used to analyze policies involving qualitative and quantitative criteria. Ranking procedure on the ELECTRE method was preceded by the forming of a directed graph as a representation of outranking relations. One of the weaknesses of ranking procedure based on the level / common procedure is if there were cycles in the graph that formed, the process becomes complicated. In this paper, ranking based on total domination by exploiting the transitive closures matrix formed that is from the representation of outranking relations in adjacency matrix, then compared with the ranking based on the level / general procedure. To determine the coefficient of weight for each criterion by using the entropy method. As an application, both ranking procedure used to determine the priority for rebuilding a damaged bridge of flood disaster in Trenggalek. Comparison of two procedures and the sensitivity analysis are done by changing some of threshold concordance and discordance.

Keywords: ELECTRE II Method, Entropy Method, Priority, Transitive closure.

MSC 2020: CIS-481484

1. Pendahuluan

Pada tahun awal tahun 2011 di Kabupaten Trenggalek telah terjadi bencana banjir yang mengakibatkan kerugian baik material maupun non material. Salah satu kerugian material yang terjadi adalah kerusakan jembatan dan sampai saat ini belum diperbaiki sesuai dengan standart kelayakan jembatan. Selain itu, kerusakan jembatan yang terjadi tidak hanya disatu tempat melainkan diberbagai daerah. Karena keterbatasan sumberdaya manusia, waktu, dan dana maka pemerintah perlu menetapkan prioritas penanganan kerusakan jembatan secara tepat dengan kriteria yang disepakati oleh pengambil keputusan. Untuk menetapkan prioritas tersebut pengambil keputusan memerlukan alat bantu dalam bentuk analisis yang bersifat ilmiah, logis, dan terstruktur/konsisten. Metode MADM dapat membantu untuk meningkatkan kualitas keputusan dengan membuat proses pengambilan keputusan lebih rasional dan efisien.

Metode ELECTRE sebagai salah satu metode MADM secara luas diakui memiliki performa yang tinggi untuk menganalisis kebijakan yang melibatkan kriteria kualitatif dan kuantitatif. Metode ELECTRE telah berkembang melalui sejumlah versi (I, II, III, IV, 1S). Metode ELECTRE I didesain untuk pemilihan sedangkan ELECTRE II digunakan untuk perankingan. Kedua versi ini menggunakan tipe kriteria yang simple sedangkan versi yang lain menggunakan kriteria berupa pseudo.

Prosedur perankingan pada metode ELECTRE II didahului dengan terbentuknya suatu graf berarah sebagai representasi dari hubungan *outranking*, kemudian dilakukan perankingan berdasarkan graf tersebut dengan prosedur tertentu. Salah satu perankingan yang banyak digunakan peneliti berdasarkan prosedur umum diantaranya terdapat dalam paper Ahn, B.S., dkk. [1], serta Anand, R.P. dan Nagesh K.D. [2]. Salah satu kelemahan dengan prosedur ini yaitu jika terdapat siklik pada graf yang terbentuk, proses perankingan menjadi lebih rumit. [3]

Dalam paper ini akan dilakukan perankingan dengan memanfaatkan hubungan dominasi. Gagasan sederhana dalam perankingan ini yaitu: berapa banyak suatu alternatif mendominasi atau didominasi alternatif yang lain. Untuk mengetahui berapa banyak suatu alternatif mendominasi atau didominasi alternatif yang lain akan digunakan matriks *transitive closure* yang terbentuk dari representasi hubungan *outranking* dalam bentuk matrik ketetanggaan. Sebagai bahan perbandingan akan dilakukan juga perankingan berdasarkan prosedur umum/level.

Pada metode ELECTRE II, untuk membuat hubungan *outranking* dari tiap pasang alternatif diperlukan koefisien bobot untuk tiap kriteria. Namun ketika terdapat beberapa pengambil keputusan, pembobotan kriteria mungkin menjadi lebih sulit, karena preferensi tiap pengambil keputusan terhadap suatu kriteria mungkin berbeda-beda. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan digunakan metode entropi untuk pembobotan kriteria.

Berdasar uraian di atas, akan dilakukan kajian bagaimana implementasi metode entropi dan metode ELECTRE II dengan prosedur perankingan menggunakan hubungan jumlah dominasi. Sebagai aplikasinya digunakan studi kasus untuk menentukan prioritas pembangunan kembali jembatan yang rusak akibat bencana banjir di kabupaten Trenggalek.

2. Metodologi

Langkah-langkah yang ditempuh dalam pengerjaan penelitian ini adalah:

1. Studi Literatur

Tahap ini merupakan tahapan persiapan yang meliputi pengumpulan informasi dan teori penunjang yang berkenaan dengan permasalahan yang akan diteliti. Sumber informasi

dan teori penunjang yang akan digunakan dapat berupa buku teks, artikel dan jurnal yang berasal dari media elektronik maupun nonelektronik yang berkaitan dengan metode entropi, MADM, ELECTRE, ELECTRE II, matrik adjecency, matrik transitif klosur, dan algoritma Warshall.

2. Studi Lapangan

Tahap studi lapangan dilakukan untuk mendapatkan informasi berupa data jumlah jembatan yang mengalami kerusakan akibat bencana banjir serta informasi lain yang berkaitan dengan masalah penelitian. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh langsung di lokasi penelitian yang berasal dari persepsi/pemahaman responden/stakeholder yang memiliki kompetensi dan terkait dalam perencanaan infrastruktur jembatan di wilayah penelitian melalui pembagian kuesioner, wawancara maupun diskusi. Stakeholder yang dijadikan responden sebagai berikut:

- a. Kepala Dinas Bina Marga Dinas dan Pengairan Kabupaten Trenggalek
- b. Kepala Bidang Pembangunan Jalan dan Jembatan Kabupaten Trenggalek
- c. Kepala Seksi Pembangunan Jalan Kabupaten Trenggalek
- d. Kepala Seksi Peningkatan Jalan Kabupaten Trenggalek
- e. Kepala Seksi Pembangunan dan Peningkatan Jembatan Kabupaten Trenggalek.

Metode pemilihan responden dengan teknik *purposive random sampling*/sample random bertujuan dengan pertimbangan bahwa responden adalah pelaku baik individu atau lembaga yang dianggap mengerti permasalahan yang terjadi dan mempunyai kemampuan dalam pembuatan kebijakan atau memberi masukan kepada para pengambil kebijakan. Sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dari Dinas atau Instansi terkait berupa dokumen dan lain-lain.

3. Menentukan bobot untuk setiap kriteria

Setelah mendapatkan kriteria-kriteria yang digunakan untuk menentukan prioritas penanganan kerusakan jembatan akibat bencana banjir selanjutnya akan dihitung bobot setiap kriteria berdasarkan preferensi tingkat kepentingan menggunakan metode entropi. Dalam penelitian ini metode penilaian adalah menggunakan angka bulat 1 sampai dengan 5. Tiap angka menunjukkan tingkat kepentingan/rating kecocokan tertentu, mulai dari angka 1 sangat buruk, 2 buruk, 3 cukup, 4 baik dan 5 sangat baik.

4. Mengaplikasikan metode ELECTRE II untuk perangkingan.

Dalam penelitian ini akan dilakukan dua prosedur perangkingan yaitu berdasarkan jumlah dominasi dan berdasarkan level.

5. Analisis

Setelah dilakukan perangkingan akan dilakukan analisis permasalahan-permasalahan yang muncul kemudian dilakukan pembahasan dan ditentukan prioritas pembangunan kembali jembatan berdasarkan perangkingan dengan metode ELECTRE II.

3. Hasil Dan Pembahasan

Metode Entropi

Metode pembobotan entropi merupakan metode pengambilan keputusan yang memberikan sekelompok kriteria, dan menaksir preferensi suatu bobot menurut penilaian pihak pengambil keputusan.[3]

Adapun langkah-langkah pembobotan dengan menggunakan metode entropi adalah sebagai berikut:

1. Semua pengambil keputusan harus memberikan nilai yang menunjukkan kepentingan suatu kriteria tertentu terhadap pengambilan keputusan. Tiap pengambil keputusan boleh menilai sesuai preferensinya masing-masing.
2. Kurangkan tiap angka tersebut dengan nilai paling ideal, hasil pengurangan tersebut dinyatakan dengan k_{ij} .
3. Bagi tiap nilai (k_{ij}) dengan jumlah total nilai dalam semua kriteria

$$a_{ij} = \frac{k_{ij}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n k_{ij}} \quad \text{untuk } m > 1 \quad (1)$$

dimana m = jumlah pengambil keputusan
 n = jumlah kriteria

4. Menghitung nilai *entropy* untuk tiap kriteria dengan rumus berikut :

$$E_j = \left(-\frac{1}{\ln(m)} \right) \times \sum_j a_{ij} \ln(a_{ij}) \quad (2)$$

5. Menghitung *dispersi* tiap kriteria dengan rumus berikut :

$$D_j = 1 - E_j \quad (3)$$

6. Karena diasumsikan total bobot adalah 1, maka untuk mendapatkan bobot tiap kriteria, nilai dispersi harus dinormalisasikan dahulu, sehingga :

$$W_j = \frac{D_j}{\sum D_j} \quad (4)$$

Salah satu kelebihan dari pendekatan entropi adalah kemampuannya dalam mengakomodasi nilai bobot yang berasal dari beberapa pembuat keputusan.

Metode ELECTRE II

Metode ELECTRE adalah salah satu metode analisis multi-kriteria keputusan yang berasal dari Eropa pada pertengahan tahun 1960-an. ELECTRE singkatan: Eliminasi Et Choix Traduisant la Realite. Metode ini menjadi lebih dikenal luas ketika paper B. Roy muncul di sebuah jurnal riset operasi Prancis. Ada dua bagian utama pada aplikasi ELECTRE: pertama, membangun satu atau hubungan beberapa *outranking*, yang bertujuan untuk membandingkan secara komprehensif setiap pasangan tindakan. Kedua, prosedur eksploitasi yang menguraikan rekomendasi yang diperoleh pada tahap pertama. Sifat rekomendasi tergantung pada masalah yang sedang ditangani: memilih, peringkat

atau penyortiran. Langkah-langkah untuk menerapkan metode ELECTRE II secara sederhana diuraikan sebagai berikut :

Langkah 1: Mendapatkan nilai ternormalisasi untuk semua kriteria.

Metode ELECTRE II dimulai dengan membentuk matrik keputusan untuk setiap alternatif di setiap kriteria (x_{ij}) . Kemudian dinormalisasi kedalam suatu skala yang dapat diperbandingkan (r_{ij}) . Secara umum metode ELECTRE II menggunakan rumus normalisasi sebagai berikut :

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad \text{dengan } i = 1, 2, \dots, m \text{ dan } j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

rumus di atas tidak dapat digunakan jika terdapat kriteria biaya pada penilaian alternatif kecuali jika kriteria biaya telah di ubah kedalam bentuk skala preferensi/tingkat kepentingan sehingga semua kriteria menjadi kriteria keuntungan. Rumus normalisasi yang memperhatikan kriteria biaya dan kriteria keuntungan salah satunya sebagai berikut:

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}} & \text{jika } j \text{ adalah atribut keuntungan (benefit)} \\ \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}} & \text{jika } j \text{ adalah atribut biaya (cost)} \end{cases} \quad (6)$$

Langkah 2 : menentukan matriks keputusan yang ternormalisasi terbobot menggunakan rumus:

$$v_{ij} = w_j \times r_{ij} \quad (7)$$

dengan w_j adalah bobot kepentingan dari kriteria ke-j.

Langkah 3 : Mengembangkan matriks *concordance* dan *discordance*.

Untuk membuat hubungan *outranking* pengambil keputusan terlebih dahulu menghitung indeks *concordance* dan *discordance* yang kemudian dibandingkan dengan *threshold* yang ditentukan. Agar lebih mudah untuk membandingkan indeks tersebut, maka dapat disajikan dalam bentuk matrik *concordance* dan *discordance*.

Indeks *concordance* dihitung menggunakan rumus:

$$c(j,k) = \sum_{g_i(A_j) \geq g_i(A_k)} W_i, \quad j, k = 1, 2, \dots, n. \quad j \neq k \quad (8)$$

Dan indeks *discordance* menggunakan rumus:

$$d(j,k) = \begin{cases} 0 & \text{jika } g_i(A_j) \geq g_i(A_k) \\ \frac{\max_{g_i(A_k) > g_i(A_j)} (g_i(A_k) - g_i(A_j))}{\max_{i=1, \dots, m} (g_i(A_k) - g_i(A_j))} & \text{yang lain, } j, k = 1, 2, \dots, n \quad j \neq k \end{cases} \quad (9)$$

dengan $g_i(A_j)$ adalah evaluasi/nilai alternatif j pada kriteria i .

Langkah 4 : Menetapkan tiga penurunan level dari nilai *threshold concordance*, P^* , P^o , P^- ($0 \leq P^- \leq P^o \leq P^* \leq 1$) dan $0 < q^o < q^* < 1$ menyatakan dua penurunan level dari nilai *threshold discordance*.

Setelah menetapkan nilai *threshold concordance* dan *discordance*, pengambil keputusan dapat membuat hubungan *outranking*. Hubungan *outranking* kuat didefinisikan dengan rumus:

$$c(j,k) \geq p^* \quad d(j,k) \leq q^* \quad \text{dan} \quad W^+ \geq W^- \quad (10)$$

atau

$$c(j,k) \geq p^o \quad d(j,k) \leq q^o \quad \text{dan} \quad W^+ \geq W^- \quad (11)$$

Sedang hubungan *outranking* lemah didefinisikan sebagai berikut:

$$c(j,k) \geq p^- \quad d(j,k) \leq q^* \quad \text{dan} \quad W^+ \geq W^- \quad (12)$$

Langkah 5 : Mengembangkan sebuah graf yang mewakili hubungan dominasi di antara alternatif. Dalam graf ini, jika alternatif A_j dominan terhadap alternatif A_k , maka ada busur yang diarahkan dari A_j ke A_k .

Langkah 6 : Menentukan peringkat alternatif ([1] dan [2]).

Pendekatan ELECTRE II menggunakan dua peringkat terpisah, yang disebut peringkat maju dan peringkat mundur, untuk mendapatkan peringkat akhir dari alternatif.

Langkah-langkah pemeringkatan sebagai berikut:

Langkah 1: Identifikasi semua node/titik yang tidak memiliki *preseden* (yaitu node yang tidak memiliki busur yang diarahkan kepadanya) pada graf yang kuat dan menyatakan himpunan ini sebagai himpunan A.

Langkah 2: Pilih semua node dalam himpunan A yang tidak memiliki *preseden* dalam graf lemah dan menyatakan himpunan ini sebagai himpunan B. Selanjutnya himpunan B ditetapkan sebagai peringkat pertama.

Langkah 3: Kurangi graf kuat dan lemah dengan menghilangkan semua node dalam himpunan B dan semua busur yang berasal dari node tersebut.

Langkah 4: Dari graf yang terbentuk dieliminasi lagi dengan melakukan langkah 1 sampai 3; himpunan baru yang terbentuk ditetapkan sebagai peringkat kedua.

Langkah 5: Prosedur iterasi ini (1-4) dilanjutkan sampai semua node baik dalam graf kuat dan lemah dieliminasi dalam semua sistem peringkat ([1] dan [2]).

Transitive Closure

Bila X adalah suatu himpunan berhingga dan R adalah relasi pada X . Relasi $R^+ = R^1 \cup R^2 \cup R^3 \dots$ pada X , disebut *transitive closure* R pada X [5]. *Transitive closure* merupakan suatu matriks yang berisi informasi tentang keberadaan lintasan antar vertex dalam sebuah graf berarah. Ada beberapa metode/cara untuk menentukan *transitive closure* yaitu metode grafik, metode matriks dan algoritma Warshall [4]. Namun dalam penelitian ini menggunakan algoritma warshall.

Algoritma Warshall membentuk *transitive closure* dari graf dengan n vertex melalui sederetan matriks boolean. Berikut ini algoritma Warshall yang diberikan oleh Rosen [6]:

```

Misal  $M_R$ : matrik 0-1  $n \times n$ 
 $W := M_R$  ( $W = [w_{ij}]$ )
for (k=1 to n) {
    for (i=1 to n) {
        for (j=1 to n) {
             $w_{ij} = w_{ij} \vee (w_{ik} \wedge w_{kj})$ 
        }
    }
}
Return W.
    
```

Pengumpulan data dan Pembahasan

Berdasarkan hasil wawancara dan diskusi dengan pihak-pihak pengambil keputusan dalam menentukan prioritas pembangunan kembali/rehabilitasi jembatan yang rusak akibat bencana banjir di Kabupaten Trenggalek diperoleh pembobotan kriteria dan nilai alternatif pada setiap kriteria dapat disajikan dalam Tabel 1 dan Tabel 2:

Tabel 1. Hasil Pembobotan Kriteria oleh Pengambil Keputusan

Kriteria	P1	P2	P3	P4	P5
Biaya (C1)	3	3	3	2	3
Partisipasi Masyarakat (C1)	3	4	4	3	4
Jenis Jembatan (C1)	4	4	4	4	4
Tingkat Kerusakan (C1)	4	3	4	4	3
Manfaat Ekonomi (C1)	2	2	2	2	2
Manfaat Sosial (C1)	2	2	2	2	2

Analisis dan Hasil Penelitian

Dengan menggunakan langkah-langkah pembobotan pada metode entropi dan data pada Tabel 3.1. diperoleh hasil pembobotan setiap kriteria sebagai berikut: Kriteria Dana 0.1584, Partisipasi Masyarakat 0.1855, Jenis Jembatan 0.1997, Tingkat Kerusakan 0.1855, Manfaat Ekonomi 0.1355 dan Manfaat Sosial 0.1355.

Tabel 2. Daftar Penilaian Alternatif untuk Setiap Kriteria

Nama Jembatan/Alternatif	C1	C2	C3	C4	C5	C6
A1	400	12	2	5	17	15
A2	200	15	1	4	7	6
A3	60	25	1	3	8	8
A4	300	10	1	5	13	12
A5	240	15	1	5	15	15
A6	65	20	2	3	19	19
A7	350	10	2	4	19	16
A8	200	15	2	4	20	20
A9	140	20	1	3	14	16
A10	150	10	1	3	5	7
A11	100	15	1	4	7	13
A12	100	15	1	3	7	10
A13	70	20	2	3	12	12
A14	150	10	2	4	14	14
A15	50	25	1	2	7	6
A16	30	30	1	2	6	8
A17	250	8	1	4	7	11

Sumber : Dinas Bina Marga dan Pengairan Kabupaten Trenggalek.

Dengan menggunakan hasil pembobotan kriteria dan data pada Tabel 2. diperoleh matriks keputusan berpasangan ternormalisasi terbobot sebagai berikut:

Tabel 3. Matriks Keputusan Berpasangan Ternormalisasi Terbobot

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
A1	0,01188	0,07419	0,19968	0,18547	0,11381	0,10297
A2	0,02376	0,09273	0,09984	0,14837	0,04877	0,04335
A3	0,07921	0,15456	0,09984	0,11128	0,05419	0,05419
A4	0,01584	0,06182	0,09984	0,18547	0,08671	0,08129
A5	0,0198	0,09273	0,09984	0,18547	0,10297	0,10297
A6	0,07312	0,12365	0,19968	0,11128	0,12464	0,12464
A7	0,01358	0,06182	0,19968	0,14837	0,13006	0,10839
A8	0,02376	0,09273	0,19968	0,14837	0,13548	0,13548
A9	0,03395	0,12365	0,09984	0,11128	0,09755	0,10839
A10	0,03168	0,06182	0,09984	0,11128	0,03794	0,04877
A11	0,04752	0,09273	0,09984	0,14837	0,04877	0,08671
A12	0,04752	0,09273	0,09984	0,11128	0,04877	0,06503
A13	0,06789	0,12365	0,19968	0,11128	0,07587	0,07587
A14	0,03168	0,06182	0,19968	0,14837	0,09755	0,09755
A15	0,09505	0,15456	0,09984	0,07419	0,04877	0,03794
A16	0,15842	0,18547	0,09984	0,07419	0,03794	0,04877
A17	0,01901	0,04946	0,09984	0,14837	0,04335	0,07587

Setelah didapatkan matriks keputusan berpasangan ternormalisasi terbobot selanjutnya dihitung matriks indeks *concordance* dan *discordance* berturut-turut disajikan pada Tabel 4 dan 5.

Tabel 4. Matriks *Concordance*

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17
A1	0	0,6561	0,6561	0,8416	0,6561	0,3851	0,5706	0,3851	0,5206	0,8416	0,6561	0,6561	0,6561	0,8416	0,6561	0,6561	0,8416
A2	0,3439	0	0,3851	0,5436	0,5436	0,1855	0,5294	0,5294	0,3851	0,7061	0,7061	0,7061	0,1855	0,3709	0,6561	0,5206	0,8645
A3	0,3439	0,8145	0	0,5436	0,5436	0,5294	0,3439	0,3439	0,729	1	0,679	0,8645	0,5294	0,3439	0,8416	0,6561	0,679
A4	0,3439	0,6561	0,6561	0	0,3851	0,1855	0,5294	0,1855	0,3851	0,8416	0,5206	0,6561	0,4564	0,3709	0,6561	0,6561	0,8416
A5	0,6648	0,8416	0,6561	1	0	0,1855	0,5294	0,3709	0,5206	0,8416	0,8416	0,8416	0,4564	0,6419	0,6561	0,6561	1
A6	0,8145	0,8145	0,6561	0,8145	0,8145	0	0,679	0,5436	1	1	0,8145	1	1	0,8145	0,6561	0,6561	0,8145
A7	0,6291	0,6561	0,6561	0,6561	0,4706	0,5206	0	0,3851	0,6561	0,8416	0,6561	0,6561	0,6561	0,8416	0,6561	0,6561	0,8416
A8	0,8145	1	0,6561	0,8145	0,8145	0,6561	1	0	0,6561	0,8416	0,8416	0,8416	0,6561	0,8416	0,6561	0,6561	1
A9	0,4794	0,8145	0,6561	0,8145	0,679	0,3709	0,4794	0,3439	0	1	0,6561	0,8416	0,6419	0,6149	0,6561	0,6561	0,8145
A10	0,1584	0,4936	0,3851	0,5436	0,3581	0,1855	0,3439	0,1584	0,3851	0	0,1997	0,3851	0,1855	0,3439	0,5206	0,6561	0,5436
A11	0,3439	1	0,5206	0,679	0,5436	0,1855	0,5294	0,5294	0,5436	1	0	1	0,321	0,5294	0,6561	0,6561	1
A12	0,3439	0,8145	0,5206	0,5436	0,5436	0,1855	0,3439	0,3439	0,5436	1	0,679	0	0,1855	0,3439	0,6561	0,6561	0,679
A13	0,5436	0,8145	0,6561	0,5436	0,5436	0,5706	0,5436	0,5436	0,729	1	0,679	1	0	0,5436	0,6561	0,6561	0,8145
A14	0,3581	0,8145	0,6561	0,8145	0,3581	0,3851	0,729	0,5436	0,5206	1	0,6561	0,6561	0,6561	0	0,6561	0,6561	1
A15	0,3439	0,679	0,5436	0,5436	0,5436	0,3439	0,3439	0,3439	0,5436	0,679	0,679	0,679	0,3439	0,3439	0	0,5206	0,679
A16	0,3439	0,679	0,5436	0,5436	0,5436	0,3439	0,3439	0,3439	0,5436	0,8145	0,5436	0,5436	0,3439	0,3439	0,8645	0	0,5436
A17	0,1584	0,5206	0,5206	0,3581	0,1997	0,1855	0,3439	0,1855	0,3851	0,6561	0,3851	0,5206	0,321	0,1855	0,5206	0,6561	0

Tabel 5. Matriks *Discordance*

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17
A1	0	0,1858	0,805	0,0397	0,1858	0,8254	0,4383	0,8766	0,4954	0,1983	0,357	0,357	0,755	0,5338	0,7474	1	0,0714
A2	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0,2135	1	0,6406	1	1	0,9609	1	0,7514
A3	1	0,6	0	0,8	1	1	1	1	1	0	0,6	0,1753	1	1	0,4271	1	0,3529
A4	1	0,8148	1	0	1	1	1	1	0,8333	0,2135	0,8352	0,4271	1	1	0,8333	1	0,0731
A5	1	0,0664	0,8333	0	0	1	1	1	0,4167	0,1602	0,5116	0,3737	1	1	0,6762	1	0
A6	1	0,3715	0,3096	0,7431	0,7431	0	0,6	0,7516	0	0	0,3715	0	0	0,6	0,3096	0,8544	0,3715
A7	1	0,3096	0,9288	0,3715	0,3715	1	0	1	0,6192	0,1813	0,34	0,34	1	0,5568	0,9288	1	0,0544
A8	1	0	0,6192	0,3715	0,3715	1	0	0	0,3096	0,0793	0,238	0,238	0,7403	0,2088	0,714	1	0
A9	1	0,5704	0,8352	1	1	1	1	1	0	0	0,7605	0,2784	1	1	0,8673	1	0,5
A10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
A11	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0,8333	1	0
A12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0,8571
A13	1	0,3715	0,3096	0,7431	0,7431	1	0,8766	1	0,3257	0	0,3715	0	0	0,6	0,3096	0,9067	0,3715
A14	1	0,3096	0,9288	0,3715	0,3715	1	1	1	0,6192	0	0,3096	0,3096	1	0	0,9288	1	0
A15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,4	1	0,6	1	1	0	1	0,7059
A16	0,7594	0,5509	0,4683	0,7805	0,8028	1	0,6893	0,7415	0,4789	0,2927	0,669	0,3345	1	0,7878	0,171	0	0,5322
A17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,3417	1	1	1	1	1	1	0

Penentuan nilai *threshold* sebenarnya tergantung pada kebijakan pengambil keputusan namun dalam penelitian ini akan ditentukan sebagai berikut: nilai *threshold* terendah dari *indeks concordance* diambil dari nilai rata-rata *concordance* kemudian nilai yang didapat berturut-turut ditambah 0,1 sedangkan *threshold discordance* terendah diambil dari rata-rata *discordance* dikurangi 0,1 sehingga didapat nilai *threshold* masing-masing: $p^- = 0.5959$, $p^0 = 0.6959$, $p^* = 0.7959$ dan *discordance* $q^0 = 0.6208$, $q^* = 0.7208$. Dengan menggunakan *threshold* di atas diperoleh matriks hubungan *outranking* sebagai berikut:

Di bawah ini matriks *transitive closure* yang terbentuk dari matriks ketetangaan dengan menggunakan algoritma Warshall.

Tabel 8. Matriks *Transitive Closure*

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	JML
A1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	9
A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2
A3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	6
A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	3
A5	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	7
A6	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	12
A7	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	8
A8	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	12
A9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	4
A10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	4
A12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
A13	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	8
A14	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	6
A15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	3
A16	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	5
A17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
JML	0	11	3	6	2	0	2	0	4	16	8	14	1	4	7	0	13	

Jumlah kolom pada matriks *transitive closure* di atas menunjukkan banyaknya sisi/busur yang berasal dari alternatif (titik) tersebut (*outdegree*) sedangkan jumlah baris menunjukkan banyaknya sisi yang menuju alternatif tersebut (*indegree*) termasuk jika terdapat alternatif yang mempunyai sisi yang berasal dari dirinya sendiri (terdapat siklik).

Terjadinya hubungan *outranking* siklik dapat diketahui dari matriks *transitive closure* yang terbentuk yaitu apabila ditemukan 1 pada A_{ij} dengan $i=j$. Dengan menghilangkan hubungan pada A_{ij} dengan $i=j$, jumlah kolom dan jumlah baris pada matriks *transitive closure* menunjukkan banyaknya suatu alternatif yang mendahului/mendominasi atau didahului/didominasi selain alternatif itu sendiri. Karena pada matriks *transitive closure* di atas tidak ada siklik maka dapat langsung digunakan untuk menentukan jumlah dominasi antar alternatif.

Gagasan sederhana yang akan dijadikan dasar prosedur perankingan yaitu semakin sedikit suatu alternatif didahului/didominasi alternatif yang lain maka alternatif tersebut menempati peringkat lebih tinggi sedangkan semakin banyak suatu alternatif mendahului/mendominasi alternatif yang lain maka alternatif tersebut menempati peringkat lebih tinggi. Perankingan akhir yaitu dengan mencari rata-rata tertinggi untuk menempati peringkat pertama dan seterusnya.

Urutan perankingan berdasarkan *indegree*/didominasi $A1 = A6 = A8 = A16 > A13 > A5 = A7 > A3 > A9 = A14 > A4 > A15 > A11 > A2 > A17 > A12 > A10$ sedangkan urutan

perangkingan berdasarkan *outdegree*/mendominasi, $A_6 = A_8 > A_1 > A_7 = A_{13} > A_5 > A_3 = A_{14} > A_{16} > A_9 = A_{11} > A_4 = A_{15} > A_2 > A_{12} = A_{17} > A_{10}$ dan urutan perangkingan final $A_6 = A_8 > A_1 > A_{13} > A_7 > A_5 = A_{16} > A_3 > A_{14} > A_9 > A_4 > A_{11} = A_{15} > A_2 > A_{17} > A_{12} > A_{10}$.

Sedangkan untuk perangkingan berdasarkan level mengikuti prosedur yang disampaikan pada bab 2 dan diperoleh hasil perangkingan sebagai berikut:

Urutan perangkingan maju $A_1 = A_6 = A_8 = A_{16} > A_5 = A_7 = A_{13} > A_3 = A_9 = A_{14} > A_4 = A_{11} = A_{15} > A_2 = A_{17} > A_{12} > A_{10}$ dan urutan perangkingan mundur $A_6 = A_8 > A_1 = A_7 = A_{13} > A_3 = A_5 = A_{14} > A_9 = A_{11} = A_{16} > A_4 = A_{15} > A_2 > A_{12} = A_{17} > A_{10}$ sedangkan urutan perangkingan final $A_6 = A_8 > A_1 > A_7 = A_{13} > A_5 = A_{16} > A_3 = A_{14} > A_9 > A_{11} > A_4 = A_{15} > A_2 > A_{17} > A_{12} > A_{10}$.

Dari hasil perangkingan tersebut, selanjutnya ditentukan prioritas yaitu rangking pertama menempati prioritas pertama dan seterusnya.

Berdasarkan hasil penelitian dengan prosedur perangkingan berdasarkan jumlah dominasi dan nilai *threshold concordance* masing-masing $p^- = 0.5959$, $p^0 = 0.6959$, $p^* = 0.7959$ dan *discordance* $q^0 = 0.6208$, $q^* = 0.7208$, diperoleh prioritas pertama yaitu A_6 dan A_8 sedangkan prioritas kedua A_1 , ketiga A_{13} , keempat A_7 , kelima A_5 dan A_{16} , keenam A_3 , ketujuh A_{14} , kedelapan A_9 , kesembilan A_4 , kesepuluh A_{11} dan A_{15} , kesebelas A_2 keduabelas A_{17} , ketigabelas A_{12} dan prioritas terakhir yaitu A_{10} .

Sedangkan hasil perangkingan berdasarkan level diperoleh prioritas pertama yaitu A_6 dan A_8 , prioritas kedua A_1 , ketiga A_7 dan A_{13} , keempat A_5 dan A_{16} , kelima A_3 dan A_{14} , keenam A_9 , ketujuh A_{11} , kedelapan A_4 dan A_{15} , kesembilan A_2 , kesepuluh A_{17} , kesebelas A_{12} dan prioritas terakhir yaitu A_{10} .

Dari hasil perangkingan tersebut terdapat dua alternatif yang berada pada prioritas pertama, namun jika pengambil keputusan hanya ingin mengambil satu alternatif maka hasil perangkingan ini belum bisa dijadikan sebagai alternatif prioritas yang sesuai dengan kebijakan pengambil keputusan.

Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas dilakukan dengan merubah beberapa nilai *threshold*. Selanjutnya dan hasil perangkingan disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Perangkingan Untuk Beberapa Nilai *Threshold*

NO	Prosedur p^-, p^0, p^* q^0, q^*	Rangking							
		D	L	D	L	D	L	D	L
		0.6, 0.7, 0.8	0.6, 0.7	0.6, 0.7, 0.8	0.7, 0.8	0.7, 0.8, 0.9	0.6, 0.7	0.7, 0.8, 0.9	0.7, 0.8
1	A1	2	2	2	1	2	2	3	2
2	A2	12	9	10	7	10	5	9	5
3	A3	6	5	6	4	4	3	4	3
4	A4	9	8	8	6	9	6	9	6
5	A5	5	4	5	3	3	3	5	3
6	A6	1	1	1	1	1	1	1	1
7	A7	4	3	3	2	3	3	4	3
8	A8	1	1	1	1	1	1	2	1
9	A9	8	6	7	4	6	4	6	4
10	A10	15	12	12	9	12	9	12	9
11	A11	10	7	9	5	7	4	7	4
12	A12	14	11	11	8	11	7	10	7
13	A13	3	3	4	2	4	3	5	3
14	A14	7	5	6	4	7	4	7	4
15	A15	11	8	9	6	8	5	8	5
16	A16	5	4	5	3	5	4	6	4
17	A17	13	10	11	8	11	8	11	8

Dari hasil perangkingan pada Tabel 9, pengambil keputusan dapat memilih hasil perangkingan dengan nilai *threshold concordance* masing-masing $p^- = 0.7$, $p^0 = 0.8$, $p^* = 0.9$ dan *discordance* $q^0 = 0.7$, $q^* = 0.8$ dengan prosedur perangkingan berdasarkan jumlah dominasi jika pada prioritas pertama hanya satu alternatif yang hendak dipilih.

Dengan memperhatikan Tabel 9, terdapat 10 alternatif hasil perangkingan namun hanya ada 7 alternatif hasil perangkingan yang berbeda sehingga pengambil keputusan dapat memilih salah satu alternatif hasil perangkingan sesuai dengan kebijakan yang akan diambil. Selain itu, secara umum dalam studi kasus di atas prosedur perangkingan berdasarkan jumlah dominasi lebih parsial dan sensitif dibandingkan dengan prosedur perangkingan berdasarkan level.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perangkingan berdasarkan jumlah dominasi dapat diaplikasikan pada permasalahan penentuan prioritas pembangunan kembali hambatan yang rusak akibat bencana banjir walaupun terdapat siklik pada graf yang terbentuk.
2. Berdasarkan analisis sensitifitas terhadap beberapa nilai *threshold* perangkingan menggunakan metode ELECTRE II berdasarkan jumlah dominasi dan berdasarkan level dalam permasalahan studi kasus di atas, hasil perangkingan berdasarkan jumlah dominasi menghasil perangkingan yang lebih parsial dan sensitif dibandingkan dengan perangkingan berdasarkan level/tingkatan.
3. Pengambil keputusan dapat memilih salah satu alternatif hasil penentuan prioritas sesuai dengan kebijakan yang akan diambil.

Dengan memperhatikan uraian pada pembahasan, kesimpulan dan kesulitan-kesulitan pada saat penelitian maka disarankan:

1. Untuk memperoleh prioritas yang lebih akurat disarankan data-data yang digunakan diperoleh berdasarkan alat evaluasi yang lebih baik dan kriteria yang lebih banyak.
2. Melakukan analisis sensitivitas untuk nilai *threshold* yang lain

Daftar Pustaka

- [1] Ahn, B.S., Choi, D.H., Kim, S.H., 2005. Prioritization of Association Rules In Data Mining: Multiple Criteria Decision Approach, *Expert Systems With Application*, 29: hal 867-878.
- [2] Anand, R.P. dan Nagesh K.D., 1996. Ranking of River Basin Alternatives Using ELECTRE, *Journal des Sciences Hydrologiques*, hal 697-713.
- [3] Ciptomulyono, U. dan Triyanti, V., 2008. Metode MCDM-ELECTRE III Untuk Analisis Penetapan Segmen Pemasaran Usaha Jasa Barang Melalui Telpon Untuk Sebuah Supermarket di Kota Surabaya, *Jurnal Eksekutif*, Vol. 5 No. 1.
- [4] Endah, S.N., 2005. Transitif Klosur Dari Gabungan Dua Relasi Ekuivalensi Pada Suatu Himpunan Dengan Struktur Data Dinamis, *Jurnal Matematika*, Vol. 8, No. 3. Hal 78-87.
- [5] Heri, S., 2008. Teori Bahasa dan Otomata, Lecture Handout, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- [6] Rosen dan Kenneth, H., (1994), *Discrete Mathematics and Its Applications*, Third Edition, McGraw-Hill, Inc.