

PRIORITISASI PENGELOLAAN DAS DELI MENGGUNAKAN METODE AHP-SYI DAN FUZZY AHP-SYI DALAM FORMAT GIS

Syafaruddin, Ahmad Perwira Mulia, Zaid Perdana Nasution

Universitas Sumatera Utara (USU) Medan Sumatera Utara, Indonesia

Email: chap.syafaruddin8@gmail.com, a.perwira@usu.ac.id, zaid@usu.ac.id

Abstrak

Daerah Aliran Sungai di Indonesia mengalami kerusakan lingkungan dari tahun ke tahun. Kerusakan lingkungan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) meliputi kerusakan pada aspek biofisik ataupun kualitas air. Pengelolaan DAS dilakukan untuk menjaga DAS tetap berfungsi, dengan memperhatikan biaya dan mengingat luasnya DAS yang mengalami kerusakan perlu dibuat skala prioritas untuk dapat menyiasati permasalahan tersebut. Penelitian ini bertujuan memprioritaskan mikro DAS dengan pendekatan model SYI yang berbasis AHP dan *Fuzzy Analytic Hierarchy Proses* (FAHP). Metode penelitian ini pada dasarnya menggunakan informasi Potensi Erosi Indek (PEI) dan *Sediment Delivery Rasio* (SDR) yang menunjukkan kapasitas angkut sedimen. Faktor pengiriman sedimen yaitu topografi, tutupan vegetasi, kedekatan dengan aliran air dan jenis yang terintegrasi dalam domain GIS. Untuk penilaian PEI, parameter yang digunakan yaitu data curah hujan, jenis tanah, kemiringan lahan, vegetasi penutup tanah, jaringan sungai, kerapatan sungai diintegrasikan dalam domain GIS menggunakan metode *Weightd Linear Combination* (WLC) dengan memberikan bobot dan peringkat untuk kriteria utama dan sub kriteria. Lokasi Studi DAS Deli terletak di Sumatera Utara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peta prioritas FAHP-SYI dioverlay dengan peta lahan kritis menunjukkan kesesuaian lahan kritis dengan metode medium menghasilkan prosentase 38.00 % untuk prioritas tinggi dan sangat tinggi atau 81.30 % terhadap keseluruhan peta lahan kritis. Dengan jumlah mikro DAS 21 dari 53 mikro DAS masuk sangat tinggi dan tinggi menandakan diperlukan pengelolaan DAS

Kata Kunci: prioritas; AHP; FAHP; AHP-SYI; FAHP-SYI; GIS; DAS

Abstract

Watersheds in Indonesia suffer environmental damage from year to year. Environmental damage to watersheds includes damage to biophysical aspects or water quality. Watershed management is done to keep the watershed functioning, taking into account costs and considering the extent of the watershed that has been damaged needs to be made a priority scale to be able to get around the problem. This research aims to prioritize micro-watersheds with the approach of SYI models based on AHP and Fuzzy Analytic Hierarchy Proses (FAHP). This research method basically uses information on Index Erosion Potential (PEI) and Sediment Delivery Ratio (SDR) which indicates sediment carrying capacity. Sediment delivery factors

How to cite:	Syafaruddin, S., Mulia, A. P., & Nasution, Z. P. (2021) Prioritisasi Pengelolaan DAS Deli Menggunakan Metode AHP-SYI dan Fuzzy AHP-SYI dalam Format GIS. <i>Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia</i> , 6(8). http://dx.doi.org/10.36418/syntax-literate.v6i8.3768
E-ISSN:	2548-1398
Published by:	Ridwan Institute

are topography, vegetation cover, proximity to water flow and types integrated in the GIS domain. For PEI assessment, the parameters used are rainfall data, soil type, land slope, soil cover vegetation, river network, river density integrated in the GIS domain using the Weightd Linear Combination (WLC) method by providing weight and rating for the main creteria and sub creteria. The location of the Watershed Deli study is located in North Sumatra. The results showed that the FAHP-SYI priority map overlay with a critical land map showing the independence of critical land by medium method resulted in a percentage of 38.00% for high and very high priority or 81.30% of the overall critical land map. With the number of micro watersheds 21 out of 53 micro watersheds enter very high and high indicates the necessary watershed management

Keywords: *priority; AHP; FAHP; AHP-SYI; FAHP-SYI; GIS; DAS*

Pendahuluan

Indonesia memiliki sedikitnya 5.590 sungai utama dan 65.017 anak sungai. Dari 5,5 ribu sungai utama panjang totalnya mencapai 94.573 km dengan luas Daerah Aliran Sungai (DAS) mencapai 1.512.466 km². Selain mempunyai fungsi hidrologis, sungai juga mempunyai peran dalam menjaga keanekaragaman hayati, nilai ekonomi, budaya, transportasi, pariwisata dan lainnya. Kondisi DAS di Indonesia terus mengalami degradasi atau kemunduran fungsi seperti ditunjukkan semakin besarnya jumlah DAS yang memerlukan prioritas penanganan yakni 22 DAS pada tahun 1984, menjadi berturut-turut sebesar 39 dan 62 DAS pada tahun 1992 dan 1998, dan diperkirakan sekitar 282 DAS dalam kondisi kritis (Peraturan Presiden No. 7 tahun 2005) (Suratna & Achmad, 2018). Kondisi DAS demikian tercermin dari luasnya lahan kritis di dalam DAS di Indonesia yang diperkirakan meliputi luas 23.242.881 ha yang tersebar di dalam kawasan hutan 8.136.646 ha (35%) dan di luar kawasan 15.106.234 ha (65%) Departemen Kehutanan tahun 2001. Pada tahun 2011, total luas lahan kritis di Indonesia dengan rincian kritis dan sangat kritis adalah 29,9 juta ha atau mengalami penurunan dibanding kondisi tahun 2001 (Safitri et al., 2011). Data Direktorat Jenderal PDASHL menunjukkan luas lahan kritis di Indonesia terus menurun. Tahun 2018, luas lahan kritis tercatat seluas 14,01 juta hektar. Sebelumnya, pada tahun 2009 tercatat berada pada angka 30,1 juta hektar, dan tahun 2014 seluas 27,2 juta hektar (31 Desember 2018, siaran Pers nomor: SP. 728/HUMAS/PP/HMS.3/12/2018). Saat ini sebagian Daerah Aliran Sungai di Indonesia mengalami kerusakan sebagai akibat dari perubahan tata guna lahan, penambahan jumlah penduduk serta kurangnya kesadaran masyarakat terhadap pelestarian lingkungan DAS. Gejala Kerusakan lingkungan Daerah Aliran Sungai (DAS) dapat dilihat dari penyusutan luas hutan dan kerusakan lahan terutama kawasan lindung di sekitar Daerah Aliran Sungai. Kerusakan Daerah Aliran Sungai (DAS) yang terjadi mengakibatkan kondisi kuantitas (debit) air sungai menjadi fluktuatif antara musim penghujan dan kemarau. Selain itu juga penurunan cadangan air serta tingginya laju sedimentasi dan erosi. Dampak yang dirasakan kemudian adalah terjadinya banjir di musim penghujan dan kekeringan di musim kemarau. Akibat banyaknya jumlah DAS dan luasnya DAS yang harus dikelola memerlukan sumber

daya dan biaya yang sangat besar, sementara keuangan tidak mencukupi, akibatnya pengelolaan DAS kurang berjalan sebagaimana mestinya (Bali & Karale, 1977). Penelitian ini menggunakan mikro DAS sebagai dasar prioritisasi pengelolaan DAS. Kegiatan pemulihan DAS yang paling utama adalah dengan melestarikan tanah dan air (Welde, 2016).

Metode AHP-SYI adalah metode yang menggunakan metode SYI berbasis pada metode AHP (*Analytic Hierarchy Process*) (Saaty, 1980) menggunakan data spasial GIS (*Geographical Information System*). Penelitian ini adalah penelitian lanjutan dimana dalam penelitian awal sudah dilakukan berbasis pada metode AHP-SYI dan penulis melanjutkan dengan lokasi yang sama menggunakan metode FAHP-SYI (*Fuzzy Analytic Hierarchy Process Sediment Yield Index*) dimana hasil dari kedua metode ini yaitu data peta prioritas pengelolaan Das Deli dan data peta lahan kritis di overlay menggunakan perangkat lunak QGIS pada menu intersection dimana hasilnya berupa luas lahan kritis dan posisi lahan kritis. FAHP-SYI adalah metode yang menggunakan metode SYI berbasis pada metode FAHP (*Fuzzy Analytic Hierarchy Process*) (Jaiswal, Ghosh, Lohani, & Thomas, 2015) menggunakan data spasial GIS (*Geographical Information System*). Data yang digunakan adalah data curah hujan, data jenis tanah, data kemiringan lahan, data tata guna lahan, data vegetasi penutup tanah, data jaringan sungai, data kerapatan sungai (*drainage density*) dan data batas DAS, proses pengolahan data menggunakan bantuan *software* QGIS.

Beberapa tahun terakhir, alat untuk pemodelan proses pengambilan keputusan telah meningkat secara signifikan, dan multi kriteria pengambilan keputusan (MCDA) model secara luas dianggap alat yang sangat berguna untuk menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan proses pengambilan keputusan (Javanbarg, Scawthorn, Kiyono, & Shahbodaghkhan, 2012). AHP adalah suatu model keputusan yang akan menguraikan masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hirarki (keputusan). Masalah yang kompleks dapat di artikan bahwa kriteria dari suatu masalah yang begitu banyak (multikriteria), struktur masalah yang belum jelas, ketidakpastian pendapat dari pengambil keputusan, pengambil keputusan lebih dari satu orang, serta ketidakakuratan data yang tersedia. Menurut (Saaty, 1980), hirarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur multi level dimana level pertama adalah tujuan yang diikuti level faktor, kriteria, sub kriteria, dan seterusnya ke bawah hingga level terakhir dari alternatif. Dengan hirarki, suatu masalah yang kompleks dapat diuraikan ke dalam kelompok-kelompoknya yang kemudian diatur menjadi suatu bentuk hirarki sehingga permasalahan akan tampak lebih terstruktur dan sistematis.

Disamping kelebihan, AHP juga memiliki kelemahan yang bisa berakibat fatal jika keliru dalam membahasnya. Ketergantungan model ini adalah inputnya berupa persepsi seorang pakar akan membuat hasil akhir tidak berarti jika pakar memberikan penilaian yang keliru. Hal ini terjadi karena belum adanya kriteria yang jelas untuk seorang pakar, membuat orang sering ragu-ragu dalam menanggapi solusi yang dihasilkan model ini. Karenanya untuk membuat AHP dapat diterima, perlu diberikan

batasan tegas dari seorang pakar serta meyakinkan masyarakat untuk menganggap bahwa persepsi pakar itu dapat mewakili pendapat masyarakat, paling tidak sebahagian besar masyarakat (Saaty, 1980).

Penelitian ini bertujuan untuk memprioritaskan mikro DAS dengan pendekatan model SYI yang berbasis AHP dan Fuzzy Analytic Hierarchy Proses (FAHP).

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode AHP-SYI dibuat dengan pendekatan multikriteria analysis. Dengan menggunakan metode Sediment Yield index (SYI) dan mengadopsi proses *Analytical Hierarchy Process* (AHP) (Saaty, 1980) sebuah multikriteria pengambil keputusan teknik yang memungkinkan factor subjektif dan objektif digunakan dalam proses pengambilan keputusan. AHP adalah teori pengukuran untuk kriteria kuantitatif dan tidak berwujud yang telah diterapkan ke berbagai bidang, seperti teori keputusan dan resolusi konflik. AHP-SYI yang dikembangkan oleh (Memon, Patel, Bhatt, & Patel, 2020) untuk menghitung dengan satuan tanpa dimensi yang membantu memberikan indeks zona hasil sedimen potensial di suatu daerah. Daerah dengan nilai indeks yang sangat tinggi akan menjadi prioritas yang paling utama. selanjutnya seluruh area penelitian secara kualitatif dibagi menjadi lima zona potensial hasil sedimen berdasarkan rentang nilai AHP-SYI dalam domain GIS.

Metode ini pada dasarnya menggunakan informasi Indeks Potensi Erosi (PEI) dan *Sediment Delivery Ratio* (SDR), yaitu proporsi bahan tanah atau sedimen yang terlepas dari sumbernya melalui aliran permukaan. PEI adalah satuan tanpa dimensi yang membantu dalam pengindeksan zona erosi potensial di suatu daerah dan nilai indeks yang lebih tinggi menunjukkan prioritas yang lebih tinggi. Rumus matematis dari AHP-SYI ditunjukkan dalam Persamaan (2.10) sebagai berikut:

$$AHPSYI_w = \frac{\sum_{i=1}^N (A_i \times PEI_i \times SDR_i)}{A_w} \dots\dots\dots (10)$$

Dimana, N adalah *Number of Erosive Unit* (EU), A_i adalah *Area of ith EU*, SDR_i adalah *Sediment Delivery Ratio*, PEI_i adalah *Potential Erosion Index*.

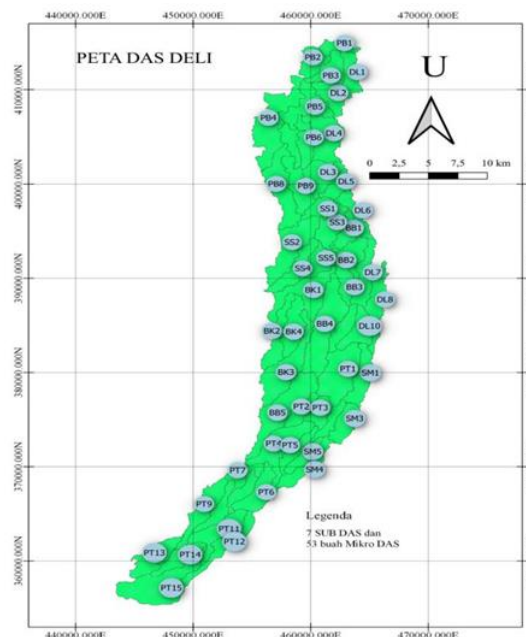
Dengan memodifikasi persamaan 10, dimana proses perhitungan dengan AHP dalam mencari bobot kriteria utama dirubah dengan menggunakan FAHP sehingga persamaan dapat ditulis sebagai berikut:

$$FAHPSYI_w = \frac{\sum_{i=1}^N (A_i \times PEI_i \times SDR_i)}{A_w} \dots\dots\dots (10a)$$

A_w adalah *Area of Sub Watershed* yang dihitung menggunakan Persamaan (11).

$$A_w = \sum_{i=1}^N A_i \dots\dots\dots (11)$$

Data yang dipakai adalah data sekunder yang di peroleh dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), Kementerian Pertanian RI dan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Data-data tersebut berupa data curah hujan bulanan DAS Deli tahun 2009 hingga 2018, Peta digital satuan jenis tanah, tutupan lahan (*landcover*) didapat dari Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung Wampu Sei Ular dan batas DAS Deli.



Gambar 1
Lokasi Penelitian

Hasil dan Pembahasan

1. Analytical Hierarchy Process (AHP)

Beberapa tahun terakhir, alat untuk pemodelan proses pengambilan keputusan telah meningkat secara signifikan, dan multi kriteria pengambilan keputusan (MCDA) model secara luas dianggap alat yang sangat berguna untuk menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan proses pengambilan keputusan (Limbong et al., 2020). AHP adalah suatu model keputusan yang akan menguraikan masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hirarki (keputusan). Masalah yang kompleks dapat di artikan bahwa kriteria dari suatu masalah yang begitu banyak (multikriteria), struktur masalah yang belum jelas, ketidakpastian pendapat dari pengambil keputusan, pengambil keputusan lebih dari satu orang, serta ketidakakuratan data yang tersedia. Menurut (Manurung, Bramani, Ricky, & Darmanto, 2018), hirarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah

permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur multi level dimana level pertama adalah tujuan, yang diikuti level faktor, kriteria, sub kriteria, dan seterusnya ke bawah hingga level terakhir dari alternatif. Dengan hirarki, suatu masalah yang kompleks dapat diuraikan ke dalam kelompok-kelompoknya yang kemudian diatur menjadi suatu bentuk hirarki sehingga permasalahan akan tampak lebih terstruktur dan sistematis.

Disamping kelebihan, AHP juga memiliki kelemahan yang bisa berakibat fatal jika keliru dalam membahasnya. Ketergantungan model ini adalah inputnya berupa persepsi seorang pakar akan membuat hasil akhir tidak berarti jika pakar memberikan penilaian yang keliru. Hal ini terjadi karena belum adanya kriteria yang jelas untuk seorang pakar, membuat orang sering ragu-ragu dalam menanggapi solusi yang dihasilkan model ini. Karenanya untuk membuat AHP dapat diterima, perlu diberikan batasan tegas dari seorang pakar serta meyakinkan masyarakat untuk menganggap bahwa persepsi pakar itu dapat mewakili pendapat masyarakat, paling tidak sebahagian besar masyarakat (Goepel, 2018).

Pendekatan dari AHP yaitu dengan membangun matrik perbandingan berpasangan. Dimana Matrik perbandingan ini terdiri dari angka angka yang berpasangan yang menunjukkan skala penilaian. Skala penilaian dimulai dari 1-9 bisa dilihat pada table 1 (Saaty, 1980).

Tabel 1
Penilaian Skala Saaty

Intensitas Keperentingan	Definisi	Penjelasan
1	Sama pentingnya	Dua factor berkontribusi sama dengan tujuan
3	Agak lebih penting	Elemen yang satu sedikit lebih penting dari elemen yang lain.
5	Lebih penting	Elemen yang satu lebih penting dari elemen yang lain
7	Sangat penting	Elemen yang satu jelas lebih penting daripada elemen yang lain
9	Sangat sangat penting	Elemen yang satu mutlak lebih penting daripada elemen yang lain
2, 4, 6, 8	Nilai menengah	<ul style="list-style-type: none"> • Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan yang berdekatan • Jika untuk aktivitas ke I mendapat satu angka bila dibandingkan dengan aktivitas ke-j maka j mempunyai nilai kebalikannya bila dibandingkan dengan iNilai-nilai antara dua nilai pertimbangan yang berdekatan

Sumber: (Saaty, 1980)

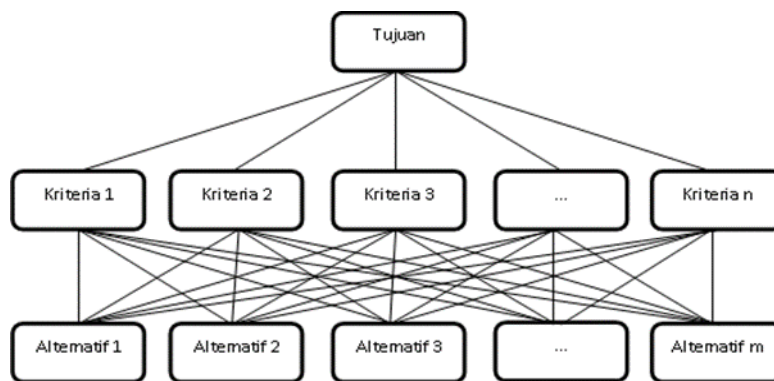
Prinsip dasar dalam pemecahan persoalan menggunakan analisis logis eksplisit, menurut (Sasongko, Astuti, & Maharani, 2017), terdapat tiga prinsip yaitu: prinsip menyusun hirarki, prinsip menetapkan prioritas dan prinsip konsistensi.

- a. Menyusun Hirarki, dengan menggambarkan dan menguraikan secara hirarki, yaitu memecah persoalan menjadi unsur-unsur yang terpisah.
 - b. Menentukan Prioritas, berdasarkan atas perbedaan prioritas dan sintesis, yaitu menentukan peringkat elemen-elemen menurut relative tingkat kepentingannya.
 - c. Konsistensi Logis, menjamin bahwa semua elemen dikelompokkan secara logis dan diperingkat secara konsisten sesuai dengan suatu kriteria yang logis.
2. *Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP)*

Logika fuzzy diperkenalkan pertama kali oleh (Zevri, 2014) seorang peneliti di universitas California di di Barkley dalam ilmu komputer. (Zevri, 2014) beranggapan logika benar salah tidak dapat mewakili setiap pemikiran manusia, yang kemudian dikembangkan logika fuzzy yang dapat mempresentasikan setiap keadaan atau mewakili pemikiran manusia. Perbedaan antara logika biasa dengan logika fuzzy terletak pada keanggotaan suatu elemen dalam suatu himpunan. Jika dalam logika biasa suatu elemen mempunyai dua pilihan yaitu terdapat dalam himpunan atau bernilai 1 yang berarti benar dan tidak pada himpunan atau bernilai 0 yang berarti salah. Sedangkan dalam logika fuzzy, keanggotaan elemen berada di interval [0,1].

Metode FAHP mempunyai beberapa prinsip dasar yang digunakan untuk menyelesaikan masalah penentuan prioritas yaitu membuat hirarki, memberi penilaian kriteria dan alternative, menentukan prioritas berdasarkan kriteria yang ada dan konsistensi logis (*Logical Consistency*), tahapan dalam metode FAHP, yaitu:

- a. Mengidentifikasi permasalahan yang akan diteliti.

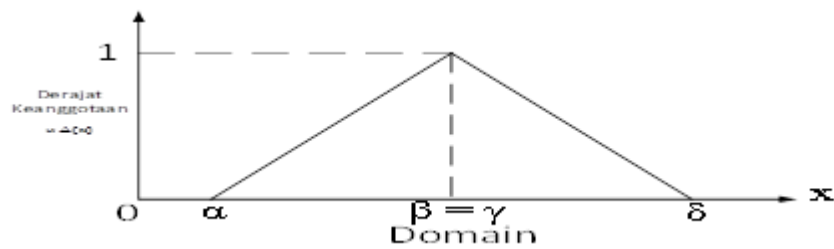


Gambar 2
Struktur Hirarki FAHP

- b. Membuat skema struktur hirarki seperti pada Gambar 2 yang diawali dengan tujuan utama, kemudian memberikan kriteria penilaian, selanjutnya memberikan beberapa pilihan alternatif.
- c. Membuat matriks perbandingan fuzzy yang dapat berbentuk segitiga atau trapezium (Afriani, Kusumastuti, & Prihandono, 2012), dan dapat dinyatakan sebagai $\bar{A} = [a_{\bar{i},j}]$ dalam bentuk matrik sebagai berikut:

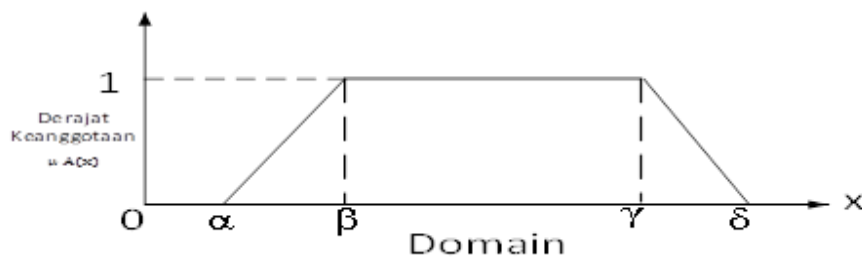
$$[a_{\bar{i},j}] = [\alpha_{i,j}, \beta_{i,j}, \gamma_{i,j}, \delta_{i,j}] \dots\dots\dots (1)$$

Dimana i dan j adalah dari 1 sampai n .



Gambar 3
Fuzzy Berbentuk Segitiga

$$\mu(x) = \begin{cases} (x - \alpha) / (\beta - \alpha) & x \in [\alpha, \beta], \\ (\delta - x) / (\delta - \beta) & x \in [\beta, \delta], \\ 0, & \text{sebaliknya} \end{cases}$$



Gambar 4
Fuzzy Berbentuk Trapesium

$$\mu(x) = \begin{cases} (x - \alpha) / (\beta - \alpha) & x \in [\alpha, \beta], \\ 1, & x \in [\beta, \gamma], \\ (\delta - x) / (\delta - \gamma) & x \in [\gamma, \delta], \\ 0, & \text{sebaliknya} \end{cases}$$

Anggota dari matrik fuzzy dapat digambarkan dengan $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ yang merupakan empat bagian dari fungsi keanggotaan fuzzy sedemikian rupa sehingga $0 < \alpha \leq \beta \leq \gamma \leq \delta$. Jika \bar{A} konsisten, fuzzy matrik = $[\bar{a}_{i,j}]$ akan konsisten juga (Buckley 1985). Bobot fuzzy matrix dapat dihitung dengan metode mean geometris atau metode λ_{\max} , dimana kedua metode ini memberikan hasil yang mendekati untuk rasio konsistensi yang kecil. Nilai Eigenvector utama yang dinormalkan, yang disebut vektor prioritas yang digunakan dalam λ_{\max} untuk

menetapkan bobot pada parameter yang berbeda. Dalam penelitian ini, digunakan metode mean geometris untuk menghitung bobot fungsi anggota fuzzy dengan memakai persamaan sebagai berikut:

$$\alpha_i = [\prod_{j=1}^n \alpha_{i,j}]^{1/n} \text{ dan } \alpha = [\prod_{i=1}^n \alpha_i] \dots\dots\dots (2)$$

$$\beta_i = [\prod_{j=1}^n \beta_{i,j}]^{1/n} \text{ dan } \beta = [\prod_{i=1}^n \beta_i] \dots\dots\dots (3)$$

$$\gamma_i = [\prod_{j=1}^n \gamma_{i,j}]^{1/n} \text{ dan } \gamma = [\prod_{i=1}^n \gamma_i] \dots\dots\dots (4)$$

$$\delta_i = [\prod_{j=1}^n \delta_{i,j}]^{1/n} \text{ dan } \delta = [\prod_{i=1}^n \delta_i] \dots\dots\dots (5)$$

Anggota fuzzy matrix dengan parameter berbeda di definisikan mengikuti persamaan berikut:

$$\bar{x}_i = \mu(x_i) = \left[\frac{\alpha_i}{\delta}, \frac{\beta_i}{\gamma}, \frac{\gamma_i}{\beta}, \frac{\delta_i}{\alpha} \right] \dots\dots\dots (6)$$

Metode centroid digunakan untuk men de-fuzzify fungsi keanggotaan untuk menormalkan bobot semua parameter yang dipakai dalam analisis. Formula yang digunakan untuk menormalkan bobot xi dari fungsi anggota $\mu(x_i)$ antara limit dari α dan " δ " (Prabha et al., 2021) adalah:

$$x_i = \frac{\int_{x_i=\alpha}^{\delta} \mu(x_i) x_i dx}{\int_{x_i=\alpha}^{\delta} \mu(x_i) dx} \dots\dots\dots (7)$$

d. Menghitung *Consistency Ratio* (CR) dengan Persamaan (8):

$$CR = \frac{CI}{RI} < 0,1 \dots\dots\dots (8)$$

Dimana, CR adalah *Consistency Ratio*, CI adalah *Consistency Index*, RI adalah *Index Random Consistency*

e. Menghitung konsistensi Indeks dengan menggunakan rumus *Consistency Index* (CI), dengan Persamaan (9):

$$CI = \frac{(\lambda_{max} - n)}{n - 1} \dots\dots\dots (9)$$

Dimana, λ_{max} adalah nilai perkalian matriks yang paling maksimum, n adalah jumlah elemen.

Nilai Indeks konsistensi (RI) tergantung pada ukuran matriks (n) telah ditetapkan seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2
Nilai *Index Random Consistency* (RI) Menurut Saaty

<i>Ukuran Matriks (n)</i>	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Rasio Indeks Kons (RI)</i>	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Sedang menurut (Juliyanti & Mukhlash, 2011) nilai Indeks acak (RI) untuk matrik perbandingan berpasangan fuzzy, seperti ditunjukkan Tabel 3.

Tabel 3
Nilai Indeks *Random Consistency* (RI) menurut Gogus dan Boucher

<i>Ukuran Matriks (n)</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>RI_m</i>	0	0	0.4890	0.7937	1.0720	1.1996	1.2874	1.3410	1.3793	1.4095
<i>RI_g</i>	1	2	0.1796	0.2627	0.3597	0.3818	0.4090	0.4164	0.4348	0.455

Sumber: Gogus dan Boucher (1998)

AHP SYI dan FAHP-SYI dengan 4 macam metode akan dibandingkan hasilnya dengan cara memperbanding hasil secara langsung dan juga dengan membandingkan hasil dari *overlay* dengan lahan kritis mana yang lebih mendekati lokasi prioritas dengan lahan kritis. Dari hasil penelitian yang sudah ada, nilai consistensi rasio terkecil biasanya paling mendekati.

a. Indeks Potensi Erosi (PEI)

Untuk menghitung nilai PEI digunakan data curah hujan, data tanah, data kemiringan lereng, data kepadatan drainase, dan data tata guna lahan yang telah diinterasikan ke dalam GIS. Bobot kreteria utama dihitung dengan metode AHP dan FAHP. Bobot ini di kontrol berdasarkan consistensi rasio kecil 10 %. Untuk bobot sub kreteria berdasarkan peringkat dan perangkingan yang kemudian dinormalisasi menjadi nilai skor. Lapisan lapisan tematik berupa curah hujan, tanah, kemiringan lereng, kepadatan drainase dan tutupan lahan diolah perangkat lunak QGIS.

Selanjutnya parameter yang didapat dengan FAHP dan bobot yang didapat melalui QGIS dengan menggunakan Persamaan (12) yang dimodifikasi dari (Chowdary et al., 2013):

$$PEI_i = S_w S_{wf} + SL_w SL_{wf} + LU_w LU_{wf} + DD_w DD_{wf} + R_w R_{wf} \quad (12)$$

Dimana, S adalah Soil (tanah), SL adalah Slope (kemiringan lahan), LU adalah *Land Use* (tutupan lahan), DD adalah *Drainage Densitry* dan R adalah *Rainfall*. W adalah bobot normalisasi dari kriteria utama yang diperoleh melalui FAHP dan wf adalah bobot normalisasi dari sub kriteria. Kisaran Nilai PEI kontinyu dari unit yang berbeda dikelompokkan menjadi lima kelas berdasarkan kisaran nilai standar deviasi dari distribusi PEI yang dinormalisasi, yaitu prioritas sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan prioritas sangat tinggi sehingga seluruh wilayah studi adalah kualitatif dan peta dihasilkan dari GIS

b. *Sediment Delivery Ratio* (SDR)

Sediment Delivery Ratio (SDR) adalah fraksi erosi yang diangkut dalam interval waktu tertentu dan didefinisikan sebagai ukuran dari efisiensi transportasi sedimen, yang menjelaskan jumlah sedimen yang sebenarnya diangkut dari sumber erosi ke titik pengukuran DAS dibandingkan dengan jumlah total tanah yang tererosi di atas wilayah yang sama di titik itu (Lee & Kang, 2014). Banyak faktor yang mempengaruhi dalam menghitung SDR. Menurut (Fryirs, 2013) faktor yang mempengaruhi SDR adalah input hidrologi (terutama curah hujan), karakteristik bentang alam (misalnya, vegetasi, topografi, dan tanah) dan interaksi yang kompleks yang lain. Menurut (Asdak & Supian, 2018) yang mempengaruhi SDR meliputi sumber sedimen yang berasal dari DAS, jarak sumber ke waduk, *system transport*, tekstur partikel-partikel tanah yang tererosi, lokasi desposisi sedimen, karakteristik DAS. Banyaknya faktor tersebut sangat sulit untuk mengidentifikasi faktor dominan yang mempengaruhi besaran SDR di DAS.

Faktor-faktor yang menentukan nilai SDR adalah topografi, tutupan vegetasi, kedekatan dengan aliran air dan jenis tanah terintegrasi dalam domain GIS. Selanjutnya, setiap kategori pengiriman sedimen ditransformasikan menjadi koefisien numerik yaitu rendah = 0,1, sedang = 0,4 dan tinggi = 0,8) menurut (Chowdary et al., 2013) dan (Schultz, Straub, Kaminski, & Ebert, 2020).

Tabel 4
Faktor *Sediment Delivery Ratio* (SDR)

Rendah	Sedang	Tinggi
Erodibilitas tanah sangat rendah	Area yang tidak berada pada daerah dengan faktor rendah dan tinggi	Daerah yang berjarak 100 m dari sungai dan tidak terdapat faktor rendah
Erodibilitas tanah rendah sampai dengan tinggi dan berjarak 500 m dari sungai		Erodibilitas tanah sangat tinggi dengan jarak 250 m dari sungai dan tidak terdapat faktor rendah
Kawasan hutan dengan kemiringan lahan < 10 %		Lahan kritis dengan kemiringan lahan > 10 % dan tidak terdapat faktor rendah
Sungai yang berada dikawasan hutan		Kemiringan Lahan > 10 % dengan jarak 100m dan tidak terdapat faktor rendah

Sumber : Modifikasi dari Snell (1984) dalam (Chowdary et al., 2013)

3. Prioritisasi Mikro DAS Menggunakan Model AHPSYI dan FAHPSYI

Sesuai dengan Persamaan (10), nilai PEI yang didapatkan dari hasil pengolahan dengan *software* QGIS persamaan (12) dikalikan dengan nilai SDR yang didapat dan dikalikan dengan luasan daerah yang terbentuk pada daerah erosive unit. Setelah itu dibagi dengan luasan area mikro DAS persamaan (11) Hasil ini adalah nilai AHPSYI dan FAHPSYI. Selanjutnya, AHPSYI dan FAHPSYI dari semua mikro DAS terintegrasi dalam GIS. Mikro DAS ini diprioritaskan berdasarkan nilai FAHPSYI dengan menggunakan klasifikasi *quantile* yang dibagi dalam lima kelas,

didapat kelas prioritas yang ditentukan yaitu prioritas sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan prioritas sangat tinggi.

4. Hasil

Tabel 5
Matrik Perbandingan AHP

KRITERIA	Tutupan Lahan (LC)	Tanah (S)	Kemiringan Lahan (SL)	Kerapatan Sungai (DD)	Curah Hujan (CH)
Tutupan Lahan (LC)	1	6	4	3	5
Tanah (S)	1/6	1	1/3	1/5	2
Kemiringan Lahan (SL)	1/4	3	1	1/3	3
Kerapatan Sungai (DD)	1/3	5	3	1	4
Curah Hujan (CH)	1/5	1/2	1/3	1/3	1

Sumber: Penelitian tahun 2021

Tabel 7
Fuzzy Matrik Perbandingan (Fungsi Segitiga) *Triangular Function*

KRITERIA	Tutupan Lahan (LC)	Tanah (S)	Kemiringan Lahan (SL)	Kerapatan Sungai (DD)	Curah Hujan (CH)
Tutupan Lahan (LC)	[1,1,1,1]	[5,6,6,7]	[3,4,4,5]	[2,3,3,4]	[4,6,6,7]
Tanah (S)		[1,1,1,1]	[1/4,1/3,1/3,1/2,]	[1/6,1/5,1/5,1/4]	[1,2,2,3]
Kemiringan Lahan (SL)			[1,1,1,1]	[1/4,1/3,1/3,1/2,]	[2,3,3,4]
Kerapatan Sungai (DD)				[1,1,1,1]	[3,4,4,5]
Curah Hujan (CH)					[1,1,1,1]

Sumber: Penelitian tahun 2021

Tabel 8
Fuzzy Matrik Perbandingan Trapezium Sempit (*Narrow Trapezoidal*)

KRITERIA	Tutupan Lahan (LC)	Tanah (S)	Kemiringan Lahan (SL)	Kerapatan Sungai (DD)	Curah Hujan (CH)
Tutupan Lahan (LC)	[1,1,1,1]	[5,5.85,6.15,7]	[3,3.85,4.15,5]	[2,2.85,3.15,4]	[4,4.85,5.15,6]
Tanah (S)		[1,1,1,1]	[0.25,0.32,0.35,0.5]	[0.17,0.19,0.21,0.25]	[1,1.85,2.15,3]
Kemiringan Lahan (SL)			[1,1,1,1]	[0.25,0.32,0.35,0.5]	[2,2.85,3.15,4]
Kerapatan Sungai (DD)				[1,1,1,1]	[3,3.85,4.15,8.5]
Curah Hujan (CH)					[1,1,1,1]

Sumber: Penelitian tahun 2021

Tabel 9
Fuzzy Matrik Perbandingan Trapezium Menengah (*Medium Trapezoidal*)

KRITERIA	Tutupan Lahan (LC)	Tanah (S)	Kemiringan Lahan (SL)	Kerapatan Sungai (DD)	Curah Hujan (CH)
Tutupan Lahan (LC)	[1,1,1,1]	[4,4.85,6.15,7]	[2,2.85,4.15,5]	[1,1.85,3.15,4]	[3,3.85,5.15,6]
Tanah (S)		[1,1,1,1]	[1/4,1/3,1/2,1]	[1/6,1/5,1/4,1/3]	[0,0.85,2.15,3]
Kemiringan Lahan (SL)			[1,1,1,1]	[1/4,1/3,1/2,1]	[1,1.85,3.15,4]
Kerapatan Sungai (DD)				[1,1,1,1]	[2,2.85,4.15,8.5]
Curah Hujan (CH)					[1,1,1,1]

Sumber: Penelitian tahun 2021

Tabel 10
Fuzzy Matrik Perbandingan Trapezium Lebar (*Wide Trapezoidal*)

KRITERIA	Tutupan Lahan (LC)	Tanah (S)	Kemiringan Lahan (SL)	Kerapatan Sungai (DD)	Curah Hujan (CH)
Tutupan Lahan (LC)	[1,1,1,1]	[4,4.6,6.13,7]	[2,2.6,4.13,5]	[1,1.6,3.13,4]	[3,3.6,5.13,6]
Tanah (S)		[1,1,1,1]	[1/4,1/3,5/8,1]	[1/6,1/5,2/7,1/3]	[0,0.6,2.13,3]
Kemiringan Lahan (SL)			[1,1,1,1]	[1/4,1/3,5/8,1]	[1,1.6,3.13,4]
Kerapatan Sungai (DD)				[1,1,1,1]	[2,2.6,4.13,8.5]
Curah Hujan (CH)					[1,1,1,1]

Sumber: Penelitian tahun 2021

Matrik berpasangan dengan menggunakan metode AHP dan Fuzzy AHP fungsi segitiga, trapesium narrow, trapesium medium dan trapesium lebar ditunjukkan Tabel 6, table 7, table 8, Tabel 9, dan Tabel 10.

Tabel 11
AHP bobot final

KRITERIA	Tutupan Lahan (LC)	Tanah (S)	Kemiringan Lahan (SL)	Kerapatan Sungai (DD)	Curah Hujan (CH)
Bobot	0.464	0.073	0.141	0.263	0.058

Sumber: Penelitian tahun 2021

Tabel 12
Fuzzy Matrik Geometrik Mean dan Bobot Final Untuk Perbandingan Fungsi Segitiga (*Triangular Function*)

KRITERIA	Fuzzy matrix of geometric mean (r_i)				Bobot relatif fuzzy matriks (W_i)				Bobot final (W)
	α_i	β_i	γ_i	δ_i	α	β	γ	δ	

Tutupan Lahan (LC)	2.605	3.245	3.245	3.845	0.308	0.473	0.473	0.708	0.467
Tanah (S)	0.395	0.467	0.467	0.596	0.042	0.068	0.068	0.110	0.069
Kemiringan Lahan (SL)	0.725	0.944	0.944	1.217	0.086	0.138	0.138	0.224	0.139
Kerapatan Sungai (DD)	1.431	1.821	1.821	2.268	0.169	0.265	0.265	0.418	0.266
Curah Hujan (CH)	0.308	0.384	0.384	0.530	0.036	0.056	0.056	0.098	0.059

Sumber: Penelitian tahun 2021

Tabel 13
Fuzzy Matrik Geometrik Mean dan Bobot Final untuk Perbandingan Trapezium Sempit (*Narrow Trapezoidal*)

KRITERIA	Fuzzy matrix of geometric mean (r_i)				Bobot relatif fuzzy matriks (W_i)				Bobot final (W)
	α_i	β_i	γ_i	δ_i	α	β	γ	δ	
Tutupan Lahan (LC)	2.605	3.152	3.335	3.845	0.308	0.445	0.502	0.708	0.467
Tanah (S)	0.359	0.450	0.484	0.596	0.042	0.064	0.073	0.110	0.069
Kemiringan Lahan (SL)	0.725	0.909	0.980	1.217	0.086	0.128	0.148	0.224	0.139
Kerapatan Sungai (DD)	1.431	1.760	1.882	2.268	0.169	0.248	0.283	0.418	0.266
Curah Hujan (CH)	0.308	0.370	0.399	0.530	0.036	0.052	0.060	0.098	0.059

Sumber: Penelitian tahun 2021

Tabel 14
Fuzzy Matrik Geometrik Mean dan Bobot Final untuk Perbandingan Trapezium Menengah (*Medium Trapezoidal*)

KRITERIA	Fuzzy matrix of geometric mean (r_i)				Bobot relatif fuzzy matriks (W_i)				Bobot final (W)
	α_i	β_i	γ_i	δ_i	α	β	γ	δ	
Tutupan Lahan (LC)	1.888	2.504	3.337	3.845	0.200	0.327	0.609	1.004	0.430
Tanah (S)	-	0.386	0.574	0.758	-	0.050	0.105	0.198	0.071
Kemiringan Lahan (SL)	0.549	0.765	1.135	1.516	0.058	0.100	0.207	0.396	0.153
Kerapatan Sungai (DD)	1.084	1.452	2.052	2.605	0.115	0.189	0.375	0.680	0.273
Curah Hujan (CH)	0.308	0.370	0.566	0.699	0.033	0.048	0.103	0.182	0.074

Sumber: Penelitian tahun 2021

Tabel 15
Fuzzy Matrik Geometrik Mean Dan Bobot Final Untuk Perbandingan Trapezium Lebar (*Wide Trapezoidal*)

KRITERIA	Fuzzy matrix of geometric mean (r_i)				Bobot relatif fuzzy matriks (W_i)				Bobot final (W)
----------	--	--	--	--	---------------------------------------	--	--	--	-----------------

	α_i	β_i	γ_i	δ_i	α	β	γ	δ	
Tutupan Lahan (LC)	1.888	2.331	3.322	3.845	0.200	0.297	0.644	1.004	0.425
Tanah (S)	-	0.361	0.604	0.758	-	0.046	0.117	0.198	0.071
Kemiringan Lahan (SL)	0.549	0.724	1.186	1.516	0.058	0.092	0.230	0.396	0.154
Kerapatan Sungai (DD)	1.084	1.368	2.105	2.605	0.115	0.174	0.408	0.680	0.273
Curah Hujan (CH)	0.308	0.372	0.645	0.699	0.033	0.047	0.125	0.182	0.077

Sumber: Penelitian tahun 2021

Tabel 16
Rekapan Hasil Perhitungan Bobot Kreteria Utama

KRITERIA	Tutupan Lahan (LC)	Tanah (S)	Kemiringan Lahan (SL)	Kerapatan Sungai (DD)	Curah Hujan (CH)
AHP Metode	0.464	0.073	0.141	0.263	0.058
FAHP Triangular	0.467	0.069	0.139	0.266	0.059
FAHP Narrow Trapezoidal	0.467	0.069	0.139	0.266	0.059
FAHP Medium Trapezoidal	0.430	0.071	0.153	0.273	0.074
FAHP Wide Trapezoidal	0.425	0.071	0.154	0.273	0.077

Sumber: Penelitian tahun 2021

Perhitungan bobot kreteria utama dengan menggunakan metode AHP table 11 dan perhitungan bobot kreteria utama dengan menggunakan metode geometric mean dan mendapat bobot relative Fuzzy matrik yang kemudian di dapat bobot Final seperti yang ditampilkan pada table 12, table 13, table 14 dan table 15. Rekapan hasil bobot kreteria utama dapat dilihat pada table 16

Rasio konsistensi (CR) dihitung dengan mencari nilai Eigen max (λ_{max}) yang kemudian dihitung nilai consistenci index (CI), untuk metode didapat AHP 0.061 %, dari matrik segitiga (*triangular*), trapezium sempit (*Narrow trapezoidal*), trapezium menengah (*Medium trapezoidal*), dan trapezium lebar (*Wide trapezoidal*) AHP didapat 0.0627, 0.063, 0.058 dan 0.066. Dimana nilai CR terkecil didapat dari hitungan matrik Fuzzy Medium trapezium sebesar 0.058 (5.8 %).

Tabel 17
Klasifikasi Nilai AHPSYI dan FAHPSYI

KELAS PRIORITAS	Nilai Klasifikasi Menurut Metode				Ahpsyi
	Fuzzyahpsyi				
	Wide	Medium	Narrow	Triangular	

Sangat Rendah	0.012 - 0.040	0.120 - 0.041	0.012 - 0.040	0.012 - 0.040	0.012 - 0.040
Rendah	0.040 - 0.067	0.041 - 0.065	0.041 - 0.065	0.040 - 0.064	0.040 - 0.064
Sedang	0.067 - 0.095	0.065 - 0.093	0.065 - 0.092	0.064 - 0.091	0.064 - 0.091
Tinggi	0.095 - 0.124	0.093 - 0.124	0.092 - 0.118	0.091 - 0.118	0.091 - 0.119
Sangat Tinggi	0.124 - 0.168	0.124 - 0.168	0.118 - 0.161	0.118 - 0.161	0.119 - 0.161

Sumber: Penelitian tahun 2021

Pembagian lima kelas adalah berdasarkan klasifikasi quantile. Nilai AHPSYI dan FAHPSY adalah perkalian antara indeks potensi erosi (PEI) dan sediment delivery ratio (SDR) pada masing-masing erosive units yang dijumlahkan dan dibagi dengan luas mikro DAS.

Hasil detail peta prioritas ditampilkan untuk FAHP medium pada tabel 19 dimana luasan prioritas tinggi dan sangat tinggi mencapai 16.653 Ha (38.65%) dengan 21 mikro DAS. Luasan lahan kritis dengan peta prioritas dipaparkan pada tabel 20, dimana prioritas sangat tinggi dan tinggi yang terletak dilahan kritis 14.174.31 Ha (33.20 %).

Tabel 19
Prioritas Mikro DAS yang Metode FAHP Medium

No	Prioritas	Range Kelas	Jumlah Mikro DAS	Mikro DAS	Luas (Ha)	%
1	Sangat Tinggi	0,124 – 0,168	11	PT7, PT6, PT12, SM2, PT11, PT3, PT5, PT4, PT15, SM4 dan PT8	8.466	19,65
2	Tinggi	0,093 – 0,124	10	SM1, SM5, PT9, PT2, BB5, PT10, PT13, PT14, BK3 dan PB7	8.187	19,00
3	Sedang	0,065 – 0,093	11	DL10, BB4, BK2, SS4, BK1, DL4, PB3, PB6, PB4, PB1 dan DL8	10.620	24,64
4	Rendah	0,041 – 0,065	11	PT1, SS2, PB8, PB2, PB5, BK4, DL1, SS5, PB9, DL2 dan DL3	10.136	23,52
5	Sangat Rendah	0,012 – 0,041	10	BB3, DL7, SM3, DL9, DL5, DL6, BB2, SS1, SS3 dan BB1	5.683	13,19

Sumber: Penelitian tahun 2021

Kesimpulan

Penelitian ini menggunakan metode pendekatan untuk mengevaluasi Lahan Kritis yang disebabkan oleh erosi sedimen dengan teknik Penginderaan jauh (RS), GIS, MCDA (Multi Kreteria Decision Analisis) dengan DAS Deli di Provinsi Sumatera Utara sebagai studi kasus. Penggunaan model AHPSYI dan Fuzy AHPSYI dalam domain GIS spasial untuk analisis konvergen dari data multi kreteria dalam pembuatan peta prioritas DAS Deli. Dalam penelitian ini peta prioritas DAS di overlay dengan data lahan kritis lokasi yang diamati. Dalam pendekatan yang diusulkan, lapisan tematik dan

kreteria terkait diberi bobot yang sesuai dengan skala 1-9 Saaty, menurut kepentingan relatifnya dari sudut pandang potensi hasil sedimen bobot yang dinormalisasi diperoleh dengan metode FAHP dengan metode mean geometris dan metode centroid untuk defuzzification fungsi. Dari hasil overlay dengan peta lahan kritis, didapat luas 38.00 % kesesuaian peta lahan kritis (Kritis dan Sangat Kritis) dengan luas daerah prioritas tinggi dan sangat tinggi atau 81.30 % terhadap keseluruhan peta lahan kritis dengan metode fuzzy AHP medium trapezoidal.

BIBLIOGRAFI

- Afriani, Anastasia Tri, Kusumastuti, Nilamsari, & Prihandono, Bayu. (2012). Metode simpleks fuzzy untuk permasalahan pemrograman linear dengan variabel trapezoidal fuzzy. *Bimaster*, 1(01). [Google Scholar](#)
- Asdak, Chay, & Supian, Sudradjat. (2018). Watershed management strategies for flood mitigation: A case study of Jakarta's flooding. *Weather and Climate Extremes*, 21, 117–122. [Google Scholar](#)
- Bali, Y. P., & Karale, R. L. (1977). A sediment yield index as a criterion for choosing priority basins. *IAHS-AISH Publication*, 122, 180–188. [Google Scholar](#)
- Chowdary, V. M., Chakraborty, D., Jeyaram, A., Murthy, Y. V. N. Krishna, Sharma, J. R., & Dadhwal, V. K. (2013). Multi-criteria decision making approach for watershed prioritization using analytic hierarchy process technique and GIS. *Water Resources Management*, 27(10), 3555–3571. [Google Scholar](#)
- Fryirs, Kirstie. (2013). (Dis) Connectivity in catchment sediment cascades: a fresh look at the sediment delivery problem. *Earth Surface Processes and Landforms*, 38(1), 30–46. [Google Scholar](#)
- Goepel, Klaus D. (2018). Implementation of an online software tool for the analytic hierarchy process (AHP-OS). *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, 10(3). [Google Scholar](#)
- Jaiswal, R. K., Ghosh, Narayan C., Lohani, A. K., & Thomas, T. (2015). Fuzzy AHP based multi criteria decision support for watershed prioritization. *Water Resources Management*, 29(12), 4205–4227. [Google Scholar](#)
- Javanbarg, Mohammad Bagher, Scawthorn, Charles, Kiyono, Junji, & Shahbodaghkhan, Babak. (2012). Fuzzy AHP-based multicriteria decision making systems using particle swarm optimization. *Expert Systems with Applications*, 39(1), 960–966. [Google Scholar](#)
- Juliyanti, Mohammad Isa Irawan, & Mukhlash, Imam. (2011). Pemilihan Guru Berprestasi Menggunakan Metode AHP dan TOPSIS. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan Dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta*, 14. [Google Scholar](#)
- Lee, S. E., & Kang, S. H. (2014). Geographic information system-coupling sediment delivery distributed modeling based on observed data. *Water Science and Technology*, 70(3), 495–501. [Google Scholar](#)
- Limbong, Tonni, Muttaqin, Muttaqin, Iskandar, Akbar, Windarto, Agus Perdana, Simarmata, Janner, Mesran, Mesran, Sulaiman, Oris Krianto, Siregar, Dodi, Nofriansyah, Dicky, & Napitupulu, Darmawan. (2020). *Sistem Pendukung Keputusan: Metode & Implementasi*. Yayasan Kita Menulis. [Google Scholar](#)

- Manurung, Hakim, Bramani, Resi, Ricky, Immanuel, & Darmanto, Darmanto. (2018). Pengaruh literasi keuangan terhadap intensi berinvestasi dengan moderasi self regulatory focus. *Indonesian Business Review*, 1(1), 51–60. [Google Scholar](#)
- Memon, Nimrabanu, Patel, Dhruvesh P., Bhatt, Naimish, & Patel, Samir B. (2020). Integrated framework for flood relief package (FRP) allocation in semiarid region: a case of Rel River flood, Gujarat, India. *Natural Hazards*, 100(1), 279–311. [Google Scholar](#)
- Prabha, S. Krishna, Hema, P., Sangeetha, S., Sreedevi, S., Guhan, T., & Pillai, Mr Vinay Jha. (2021). Unbalanced FTP with Circumcenter of Centroids and Heuristic Method. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*, 5672–5684. [Google Scholar](#)
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process* Mcgraw Hill, New York. *Agricultural Economics Review*, 70. [Google Scholar](#)
- Safitri, Myrna A., Muhshi, Muayat Ali, Muhajir, Mumu, Shohibuddin, Muhammad, Arizona, Yance, Sirait, Martua, Nagara, Grahata, Moniaga, Sandra, Berliani, Hasbi, & Widawati, Emila. (2011). *Menuju kepastian dan keadilan tenurial*. [Google Scholar](#)
- Sasongko, Aji, Astuti, Indah Fitri, & Maharani, Septya. (2017). *Pemilihan Karyawan Baru Dengan Metode AHP (Analytic Hierarchy Process)*. [Google Scholar](#)
- Schultz, Rachel, Straub, Jacob, Kaminski, Marissa, & Ebert, Abbie. (2020). Floristic and Macroinvertebrate Responses to Different Wetland Restoration Techniques in Southeastern Wisconsin. *Wetlands*, 40(6), 2025–2040. [Google Scholar](#)
- Suratna, Rosyida Wongso, & Achmad, Achmad. (2018). Politik Hukum Dalam Pembentukan Peraturan Presiden Nomor 7 Tahun 2018 Tentang Badan Pembinaan Ideologi Pancasila. *Res Publica*, 4(1), 77–91. [Google Scholar](#)
- Welde, Kidane. (2016). Identification and prioritization of subwatersheds for land and water management in Tekeze dam watershed, Northern Ethiopia. *International Soil and Water Conservation Research*, 4(1), 30–38. [Google Scholar](#)
- Zevri, A. (2014). *Analisis Potensi Resiko Banjir pada DAS yang Mencakup Kota Medan dengan Sistem Informasi Geografis*. Tesis Master Prodi S2 Teknik Sipil USU. [Google Scholar](#)

Copyright holder:

Syafaruddin, Ahmad Perwira Mulia, Zaid Perdana Nasution (2021)

First publication right:

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:

