

Klasifikasi Tingkat Kerusakan Sektor Pasca Bencana Alam Menggunakan Metode MULTIMOORA Berbasis Web

Aniss Fatul Fu'adah ^{(1)*}, Agung Teguh Wibowo Almais ⁽²⁾, A'la Syauqi ⁽³⁾

Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim, Malang
e-mail : 17650024@student.uin-malang.ac.id, agung.twa@ti.uin-malang.ac.id, syauqi@tu.uin-malang.ac.id.

* Penulis korespondensi.

Artikel ini diajukan 10 Juli 2023, direvisi 31 Agustus 2023, diterima 3 September 2023, dan dipublikasikan 30 September 2023.

Abstract

During 2020-2021, 10,152 disasters occurred in Indonesia, significantly impacting the affected sectors. The recovery of these sectors needs to be done as quickly as possible to maintain human survival. This study aims to analyze the factors that affect sector damage after natural disasters in Indonesia and measure the classification accuracy. The data used in this research is data from the Regional Disaster Management Agency of Malang City in 2020. This study developed a web-based Decision Support System (DSS) using The Multiplicative Form Integrated MOORA (MULTIMOORA) method. This method is the result of the development of the MOORA method by adding a complete multiplication form to the MOORA method. In this study, the MULTIMOORA method was used to classify the level of damage to sectors after natural disasters. The results showed that using the MULTIMOORA method in this DSS resulted in an accuracy rate of 84% and was included in the good enough category.

Keywords: Classification, MULTIMOORA, DSS, Post Natural Disaster, Web

Abstrak

Selama periode 2020–2021, tercatat sebanyak 10.152 kasus bencana terjadi di Indonesia memberikan pengaruh yang signifikan pada sektor-sektor yang terkena dampak. Pemulihan sektor terbut perlu dilakukan secepat mungkin guna menjaga kelangsungan hidup manusia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kerusakan sektor pasca bencana alam di Indonesia dan mengukur tingkat akurasi klasifikasi. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Malang tahun 2020. Dalam penelitian ini, dilakukan pengembangan Sistem Pendukung Keputusan (DSS) berbasis web dengan menggunakan metode *The Multiplicative Form Integrated MOORA* (MULTIMOORA). Metode ini merupakan hasil pengembangan dari metode MOORA dengan menambahkan bentuk perkalian penuh ke metode MOORA. Pada penelitian ini metode MULTIMOORA digunakan untuk mengklasifikasi tingkat kerusakan sektor pasca bencana alam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan metode MULTIMOORA dalam DSS ini menghasilkan tingkat akurasi sebesar 84% dan termasuk dalam kategori cukup baik.

Kata Kunci: Klasifikasi, MULTIMOORA, SPK, Pasca Bencana Alam, Web

1. PENDAHULUAN

Secara geografis, Indonesia adalah salah satu negara kepulauan terbesar di dunia yang paling rentan terhadap bencana alam skala besar. Hal ini dikarenakan Indonesia berada di “ring of fire” dengan wilayah sismik paling aktif di dunia dan memiliki lebih dari 130 gunung berapi aktif daripada negara lain (Sattler et al., 2018). Sabuk vulkanik yang membentang dari pulau Sumatera hingga Sulawesi dan Jawa serta Nusa Tenggara hingga Sulawesi, membentuk bagian selatan dan timur Indonesia. Sisinya terdiri dari dataran rendah dan pegunungan vulkanik tua yang sebagian besar terdiri dari rawa-rawa yang sangat rawan terhadap bencana. Menurut data, tingkat kegempaan di Indonesia lebih dari sepuluh kali lipat dibandingkan dengan Amerika Serikat. Selain itu, Indonesia sangat rentan terhadap anomali iklim El-Nino Southern Oscillation (ENSO) karena berada di bagian dunia dengan iklim monsoon tropis. Ditambah musim kemarau yang panjang di Indonesia meningkatkan kemungkinan kebakaran hutan dan lahan.



Sepanjang tahun 2020–2021 terdapat 10.152 kasus bencana, di antaranya 3.312 kasus banjir, 42 kasus gempa bumi, 8 kasus erupsi gunung api, 1.176 kasus kebakaran hutan dan lahan, 41 kasus kekeringan, 2.375 kasus tanah longsor, 2.963 kasus cuaca ekstrem, dan 134 kasus gelombang pasang & abrasi (BNBP, 2022). Dilihat dari sumber data bencana yang terjadi di sepanjang tahun 2020–2021, bencana dengan kasus terbanyak pada bencana banjir. Jawa Timur sendiri telah menyumbang 117 kasus banjir di mana menjadikannya kasus tertinggi dari pada kasus bencana lain (BPS, 2022). Hal ini dikarenakan wilayah Jawa Timur dikelilingi oleh gunung berapi dan lautan yang aktif, curah hujan yang tinggi, dataran tinggi yang menyebabkan banjir bandang, dan letak geografisnya di sekitar Laut Jawa.

Bencana pasti akan berdampak baik terhadap material maupun non-material. Tim Perencana dan Penanggulangan Bencana harus mendapat bantuan dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) dalam membuat rencana rehabilitasi dan rekonstruksi serta memikul tanggung jawab atas kerugian yang diderita oleh sektor bencana (Almais et al., 2020). Tim Perencanaan dan Pengendalian Penanggulangan Bencana (P3B) di BPBD menilai tingkat kerusakan sektor yang terkena dampak bencana alam. Kajian ini bertujuan untuk mengumpulkan informasi yang akan digunakan untuk memperkirakan tingkat kerusakan sektor ini setelah bencana alam. Sehingga sektor yang terkena dampak bencana alam dapat segera diperbaiki dan dipulihkan sesuai dengan ketentuan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana.

Dalam penelitian ini data yang didapat akan diolah melalui Sistem Pendukung Keputusan terlebih dahulu. Sistem pendukung keputusan dirancang untuk membantu pengambilan keputusan dalam memecahkan masalah semi-terstruktur atau tidak terstruktur dengan menambahkan kebijaksanaan manusia dan informasi komputerisasi. Pengambilan yang tidak terstruktur dibuat dalam menanggapi masalah yang unik, langka, dan tidak dapat didefinisikan secara tepat (Hermawan et al., 2021). Sistem tidak dimaksudkan untuk menggantikan peran pengambil keputusan, tetapi sistem dibuat untuk menghasilkan alternatif yang ditawarkan pengambil keputusan dalam tugasnya (Susanto et al., 2017). Sistem pendukung keputusan ini bersifat interaktif, fleksibel, dan mudah beradaptasi. Basis model yang digabungkan dengan *database* yang komprehensif dan wawasan pembuat keputusan akan mengarah pada keputusan yang spesifik dan dapat diterapkan dalam memecahkan masalah (Tripathi, 2011). Sistem pendukung keputusan berbasis komputer dapat memungkinkan para pengambil keputusan untuk menghasilkan keputusan yang efektif (sesuai tujuan) dan efisien dalam hal waktu (Diana, 2018).

Dalam penelitian Almais et al. (2016), pedoman Kementerian Pekerjaan Umum (PU) menetapkan beberapa kriteria untuk mengevaluasi tingkat kerusakan sektor pasca bencana. Kriteria tersebut mencakup kondisi bangunan, struktur, fisik, fungsi, dan faktor penunjang lainnya. Penelitian ini menggunakan metode *Multi Expert Multi Decision Making* (MEMCDM) untuk mengukur tingkat kerusakan yang terjadi pada sektor setelah bencana alam yang melibatkan evaluasi berbasis non-numerik dan memerlukan partisipasi dari satu ahli untuk menilai tingkat kerusakan. Hal ini menambah kesulitan bagi surveyor untuk mengetahui seberapa parah kerusakan di sektor tersebut setelah bencana alam.

Penelitian yang dilakukan Bachriwindi et al. (2019) menggunakan metode *Weighted Product* (WP) sebagai metode pengambilan keputusan. Metode ini merupakan salah satu sistem pendukung keputusan yang mempertimbangkan kriteria dan bobot dalam pengambilan keputusan. Namun, metode ini memiliki kekurangan dalam pembobotan kriteria karena tidak adanya standar acuan yang digunakan untuk memberikan nilai bobot.

Cholil et al. (2018) melakukan penelitian pasca bencana alam menggunakan metode Sistem Pendukung Keputusan (SPK) untuk membantu pengambilan keputusan tentang prioritas rehabilitasi dan rekonstruksi. Teknik *Simple Multi Attribute Rating* (SMART) juga digunakan dalam studi ini untuk memprioritaskan wilayah dalam rencana pemulihan dan rekonstruksi setelah bencana. Metode SMART ini dipilih karena proses perhitungannya yang langsung untuk memilih alternatif yang dirumuskan. Akan tetapi penelitian ini perlu dibandingkan dengan



pendekatan lain, khususnya terkait bagaimana bobot diberikan dalam pengambilan keputusan multikriteria.

Penelitian lainnya juga dilakukan Almais et al. (2020) dalam hal mengevaluasi strategi rehabilitasi dan rekonstruksi setelah bencana alam untuk menentukan jenis kerusakan dan berapa banyak yang harus dibayar oleh pemerintah. Tujuannya adalah untuk menyesuaikan jenis kerusakan dan tingkat kerugian dengan data yang ada di lapangan. Dalam penelitian ini metode *Fuzzy-Weighted Product* (F-WP) digunakan untuk menerapkan *Decision Support System Dynamic* (DSSD). Metode *Multi Criteria Decision Making* dengan penambahan metode *Fuzzy* adalah rumus klasik dari metode *Weighted Product* yang dimaksudkan untuk meningkatkan pembobotan kriteria dan penilaian alternatif.

Metode *Multi-Attribute Utility Theory* (MAUT) digunakan dalam penelitian Hariyati & Astuti (2020) untuk memprioritaskan rehabilitasi dan rekonstruksi setelah bencana alam. Pendekatan AHP dan SAW digabungkan dalam solusi metode ini. Proses pengambilan keputusan tidak diperlukan karena metode MAUT tidak memerlukan parameter kendala yang jelas. Dengan menimbang keuntungan dari setiap pilihan dan menentukan keuntungan terbesar, pendekatan ini dapat membantu dalam memilih solusi yang paling efektif untuk suatu masalah.

Metode *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) digunakan untuk mengatasi masalah dalam menemukan solusi terbaik dari sekumpulan kandidat alternatif dalam kaitannya dengan beberapa kriteria. Seringkali dalam metode ini tidak ada alternatif yang mendominasi dari pada semua kriteria, dengan demikian pengambilan keputusan biasanya mencari solusi yang paling memuaskan. Di dalam *Multi-Criteria Decision Making* ini terdapat metode MOORA yang kemudian mengembangkan diri menjadi metode MULTIMOORA. Di mana dalam metode MULTIMOORA optimasi *multi-object* berdasarkan analisis rasio ditambah dengan bentuk perkalian penuh. *Ratio System* dan *Full Multiplicative Form* termasuk dalam kelompok pertama pendekatan MCDM (pengukuran nilai), sedangkan *Reference Point Approach* termasuk dalam kelompok kedua pendekatan MCDM. Secara umum, Metode MULTIMOORA memiliki keunggulan yaitu: (1) matematika sederhana, (2) waktu komputasi yang rendah, (3) keterusterangan bagi pengambil keputusan, (4) menggunakan 3 metode berbeda untuk menentukan peringkat bawahan, dan (5) menggunakan alat agregasi peringkat untuk mengintegrasikan peringkat bawahan. Untuk memperjelas *item*, perlu disebutkan bahwa banyak metode *Multi-Criteria Decision Making* hanya memiliki satu fungsi utilitas, namun MULTIMOORA menghasilkan hasil dengan menggabungkan tiga nilai utilitas menggunakan alat agregasi peringkat (Hafezalkotob et al., 2019).

2. METODE PENELITIAN

2.1 Pengumpulan Data

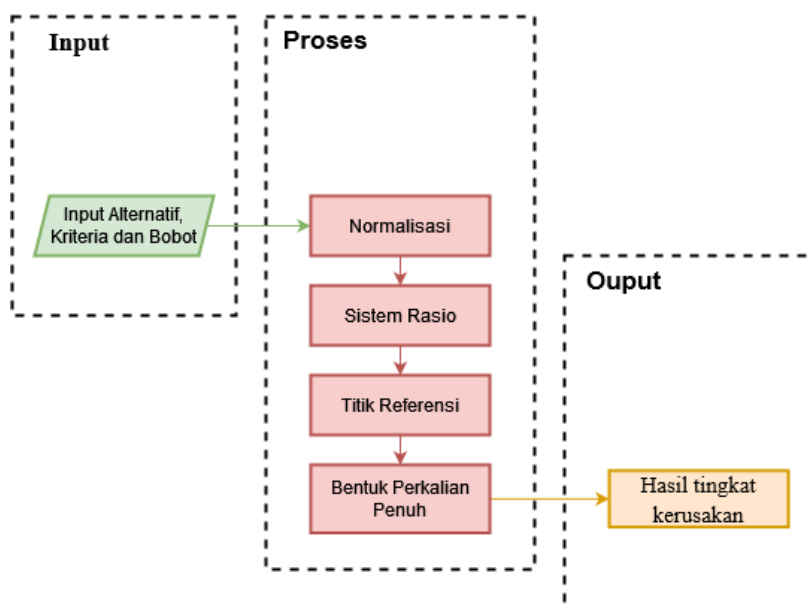
Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh secara tidak langsung dari objek atau subjek penelitian. Data yang digunakan untuk menilai tingkat kerusakan sektor pasca bencana alam berasal dari survei yang dilakukan oleh penilai. Data ini masih dalam bentuk aslinya dan mencakup kriteria yang akan digunakan sebagai acuan untuk mengukur sistem yang akan dibangun. Hal ini akan memudahkan penilai dalam menentukan tingkat kerusakan sektor pasca bencana alam. Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Provinsi Jawa Timur tahun 2020. Contoh data bencana dapat dilihat pada Tabel 1.



Tabel 1 Data Bencana

No.	Jenis Bencana	Lokasi Kejadian	Kerusakan/Kehilangan		Keterangan
			Kondisi Kerusakan	Jenis Sektor	
1	Banjir	Ds Pojok, Kec. Purwosari, Kab.Bojonegoro	Rumah Terletak Di Bantaran Sungai Terancam Longsor	Perumahan	Condong, Rusak Sebagian, Rusak 30-50%, Relative Berbahaya, Rusak Sebagian
2	Banjir	Ds. Mojarayung, Kec. Wungu, Kab Madiun	Rumah Roboh	Perumahan	Condong, Rusak Sebagian, Rusak 30-50%, Relative Berbahaya, Rusak Sebagian
3	Banjir	Ds. Pacul, Kec. Bojonegoro, Kab.	Rumah Tergenang	Perumahan	Tetap Berdiri, Di Beberapa Bagian Ada Kerusakan Ringan, Rusak <30%, Tidak Berbahaya, Dibeberapa Bagian Ada Kerusakan Ringan

2.2 Desain Sistem



Gambar 1 Desain Sistem

Pada sub bab ini menjelaskan tentang desain sistem yang akan diimplementasikan pada sistem komputer. Pada sistem ini terdapat input, proses, dan *output*. Pada Gambar 1 merupakan desain sistem yang akan digunakan sebagai gambaran alur jalannya sistem dan menunjukkan alur dari sistem yang akan dibuat oleh peneliti. Dalam gambar tersebut dijelaskan bahwa sistem dimulai dengan menginputkan data alternatif dan data kriteria yang sudah diperoleh sebelumnya dari surveyor. Data tersebut kemudian akan diproses dalam *Decision Support System* (DSS) dengan metode MULTIMOORA. Data dari hasil pemrosesan tersebut selanjutnya akan menghasilkan



sebuah tingkat kerusakan yang berguna dalam pengambilan keputusan terkait penanganan atau perbaikan objek atau elemen yang dievaluasi. Hasil klasifikasi didasarkan pada tingkat kerusakan misalnya rusak ringan, rusak sedang, atau rusak berat.

2.3 Persiapan Data

Dalam Tabel 2 terlihat bahwa dasar penelitian ini menggunakan kriteria yang mencakup kondisi bangunan, fungsinya, kondisi strukturnya, dan kondisi fisiknya. Urutan kriteria tersebut telah diteliti oleh Almais et al. (2023) dan diurutkan berdasarkan tingkat kepentingannya. Penelitian tersebut menyediakan dasar dan metode untuk mengelompokkan data sehingga diperoleh tingkat kepentingan pada kriteria yang digunakan.

Tabel 2 Kriteria

Kode Kriteria	Nama Kriteria
K1	Kondisi Bangunan
K2	Fungsi Bangunan
K3	Kondisi Struktur Bangunan
K4	Kondisi Fisik Bangunan

Informasi tingkat kerusakan yang digunakan dan bobot nilai setiap kondisi kriteria diinformasikan pada Tabel 3 (Bachriwindi et al., 2019). Pada tabel tersebut terdapat beberapa kriteria dan di setiap kriteria tersebut memiliki tiga tingkat kondisi kriteria yang diberi nilai bobot. Bobot-bobot ini digunakan sebagai nilai dalam mengukur tingkat kerusakan dan menjadi faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kerusakan sektor setelah bencana alam.

Tabel 3 Tingkat Kerusakan dan Bobot

Kode Kriteria	Kondisi Kriteria	Keterangan	Nilai
Kondisi Bangunan	Ringan	Masih Berdiri	1
	Sedang	Miring	2
	Berat	Runtuh	3
Fungsi Bangunan	Ringan	Tidak Berbahaya	1
	Sedang	Relatif Berbahaya	2
	Berat	Berbahaya	3
Kondisi Struktur Bangunan	Ringan	Sebagian Kecil Bangunan Rusak Ringan	1
	Sedang	Sebagian Kecil Bangunan Rusak	2
	Berat	Sebagian Besar Bangunan Rusak	3
Kondisi Fisik Bangunan	Ringan	Bangunan Rusak <30%	1
	Sedang	Bangunan Rusak 30-50%	2
	Berat	Bangunan Rusak >50%	3

Tabel 4 memberikan informasi 3 alternatif yang digunakan pada penelitian ini (Bachriwindi et al., 2019). Alternatif-alternatif tersebut mencakup rusak ringan, rusak sedang, dan rusak berat. Tiga alternatif tersebut digunakan sebagai klasifikasi tingkat kerusakan yang berbeda. Penelitian ini dapat memberikan rekomendasi dan informasi yang lebih terperinci tentang tingkat kerusakan pada sektor pasca bencana. Hal ini diharapkan dapat membantu pihak terkait dalam mengambil keputusan terkait rehabilitasi dan rekonstruksi pasca bencana menggunakan hasil klasifikasi tersebut.

Tabel 4 Alternatif

Kode Alternatif	Nama Alternatif
RR	Rusak Ringan
RS	Rusak Sedang
RB	Rusak Berat



2.4 Nilai Bobot Kriteria MULTIMOORA

Pada Tabel 1 menunjukkan bobot nilai setiap kriteria yang digunakan dalam penelitian ini. Nilai bobot ini dihitung menggunakan metode ROC. Metode ROC merupakan metode yang menggunakan konsep bobot pengganti untuk menentukan urutan prioritas objek berdasarkan beberapa kriteria. Bobot pengganti merupakan pendekatan yang digunakan untuk menentukan bobot atribut dalam pemeringkatan. Teknik ROC menilai setiap kriteria dengan menggunakan peringkat yang diberikan sesuai dengan tingkat prioritasnya. Pernyataan seperti “kriteria 1 lebih penting dari kriteria 2, yang lebih penting dari kriteria 3” dan seterusnya biasanya digunakan untuk menentukan tingkat prioritas seseorang. Cara menghitung nilai bobot setiap kriteria dengan metode ROC ditunjukkan pada Pers. (1) sampai (4) (Mahendra et al., 2023).

$$K1 = \frac{1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5}}{5} = 0,52 \quad (1)$$

$$K2 = \frac{0 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5}}{5} = 0,27 \quad (2)$$

$$K3 = \frac{0 + 0 + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5}}{5} = 0,15 \quad (3)$$

$$K4 = \frac{0 + 0 + 0 + \frac{1}{4} + \frac{1}{5}}{5} = 0,06 \quad (4)$$

1) Membuat Matriks Keputusan

Langkah awal perhitungan dengan membentuk matrik keputusan X di mana x_{ij} menyajikan nilai kinerja alternatif ke- i sehubungan kriteria ke- j , $i = 1, 2, \dots, m$ dan $j = 1, 2, \dots, n$ seperti pada Pers. (5). Di mana x_{ij} adalah nilai kriteria alternaif ke- i pada kriteria ke- j , m merupakan jumlah alternatif, n jumlah kriteria, dan x merupakan matriks keputusan.

$$X = [x_{ij}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (5)$$

2) Normalisasi

Matriks keputusan yang sudah dibuat selanjutnya akan dinormalisasi. Ini memungkinkan penyebut yang mewakili semua alternatif dalam kaitannya dengan kriteria untuk dibandingkan dengan alternatif pada kriteria seperti pada Pers. (6) (Karande, et al., 2016). Di mana x_{ij} merupakan nilai kinerja alternative ke- i yang dinormalisasi terhadap kriteria ke- j dan bernilai antara [0,1].

$$X_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m x_{ij}^2}} \quad (6)$$

3) Sistem Rasio

Untuk menghitung sistem rasio, peringkat yang dinormalisasi berbobot ditambahkan untuk kriteria yang menguntungkan dan dikurangi untuk kriteria tidak menguntungkan seperti Pers. (7). Di mana y_i merupakan skor hasil keseluruhan dari setiap alternative, w_j merupakan bobot kriteria ke- j , x_{ij} nilai normasilasi alternative ke- i atas kriteria ke- j , g merupakan jumlah kriteria yang dimaksimalkan dan n jumlah kriteria yang diminimalkan.

$$y_i = \sum_{j=1}^g w_j w_{ij}^* - \sum_{j=g+1}^n w_j x_{ij}^* \quad (7)$$



4) Titik Referensi

Dalam pendekatan titik referensi, menggunakan kinerja yang dinormalisasi dari alternatif ke- i pada kriteria ke- j yang dihitung pada Pers. (6). *Reference Point Approach* kriteria maksimum ditentukan dari hasil yang dinormalisasi dan titik ini lebih realistis dan non-subjektif sebagai koordinat (r_j). Untuk menentukan r_j dapat ditentukan dengan Pers. (8). Di mana x_{ij} merupakan hasil ternormalisasi dari alternative ke- i pada kriteria ke- j dan r_j merupakan koordinat ke- j dari titik referensi.

$$r_j = \begin{cases} \max_i x_{ij}^* & \text{untuk kriteria dimaksimalkan} \\ \min_i x_{ij}^* & \text{untuk kriteria yang diminimalkan} \end{cases} \quad (8)$$

5) Bentuk Perkalian Penuh

Bentuk Perkalian penuh dari beberapa kriteria terdiri dari maksimalisasi dan minimalisasi fungsi utilitas perkalian murni. Karakteristik utama dari bentuk ini adalah *non linier*, tidak aditif, dan tidak menggunakan bobot atribut. Jika pengambilan keputusan ingin menggabungkan masalah minimalisasi dan maksimalisasi kriteria lain maka dengan Pers. (9).

$$U_i = \frac{A_i}{B_i} = \frac{\prod_{j=1}^g x_{ij}}{\prod_{j=g+1}^n x_{ij}} \quad (9)$$

2.5 Confusion Matrix

Dari proses pengolahan data dengan metode MULTIMOORA, selanjutnya akan diadakan pengukuran akurasi data. Pengukuran akurasi dilakukan antara data aktual dan data hasil dari proses perhitungan metode MULTIMOORA. Perhitungan hasil akurasi dilakukan dengan menggunakan *confusion matrix* dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut.

- 1) *True Positive* (TP), yaitu jika pada data hasil prediksi menunjukkan rusak berat (*positive*) dan data kerusakan menunjukkan rusak berat (*true*).
- 2) *True Negative* (TN), yaitu jika pada data hasil prediksi menunjukkan tidak rusak berat (*negative*) dan pada data kerusakan menunjukkan tidak rusak berat (*true*).
- 3) *False Positive* (FP), yaitu jika pada data hasil prediksi menunjukkan rusak berat (*positive*) dan pada data kerusakan menunjukkan tidak rusak berat (*false*).
- 4) *False Negative* (FN), yaitu jika pada data hasil prediksi menunjukkan tidak rusak berat (*negative*) dan data kerusakan menunjukkan rusak berat (*false*).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Peneliti menggunakan 50 data dari surveyor yang akan digunakan untuk penelitian dan 50 data dari hasil sistem sebagai data uji. Data bencana dari surveyor dihitung dengan metode MULTIMOORA untuk membandingkan dengan data hasil prediksi sistem. Hal ini dimaksudkan untuk memudahkan surveyor dalam mengklasifikasikan tingkat kerusakan disektor setelah bencana alam. Data bencana dari surveyor dihitung menggunakan metode MULTIMOORA kemudian didapatkan hasil yang selanjutnya akan dibandingkan dengan hasil prediksi perhitungan oleh sistem. Hasil perbandingan data dari sistem dan data surveyor ditunjukkan pada Tabel 5.

Dari proses pengolahan data dengan metode MULTIMOORA, langkah selanjutnya adalah mengukur akurasi data dengan membandingkan data asli dengan data hasil sistem dari perhitungan MULTIMOORA. Perhitungan akurasi pada penelitian ini menggunakan *confusion matrix* 3×3 . Hasil perhitungan akurasi untuk data yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 6 dengan menggunakan persamaan yang ditunjukkan pada Pers. (10).



Tabel 5 Hasil Perbandingan Data Prediksi dan Surveyor

No.	K1	K2	K3	K4	Hasil	
					Hasil BPBD	Hasil Sistem
1	1	1	1	2	RR	RS
2	1	1	2	1	RR	RS
3	1	2	2	2	RS	RS
4	3	3	2	2	RB	RB
5	1	1	1	2	RR	RS
6	2	2	2	3	RS	RS
7	2	2	2	3	RS	RS
8	2	2	2	2	RS	RS
9	1	1	1	1	RR	RR
10	2	2	2	2	RS	RS

Tabel 6 Perhitungan Akurasi

		Prediksi		
		RR	RS	RB
Asli	RR	11	8	0
	RS	0	19	0
	RB	0	0	12

$$Akurasi = \frac{11+19+12}{\text{jumlah data}} \times 100\% = \frac{42}{50} = 84\% \quad (10)$$

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pendukung keputusan berbasis web menggunakan metode MULTIMOORA dengan 50 data dapat mengklasifikasikan tingkat kerusakan sektor pasca bencana alam dengan akurasi sebesar 84%. Klasifikasi nilai akurasi metode MULTIMOORA menunjukkan tingkat akurasi yang cukup baik. Penelitian ini menggunakan 4 kriteria dengan tingkat kepentingan yang diurutkan secara berurutan sesuai dengan tingkat kepentingannya. Hal ini menghasilkan akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan 5 kriteria. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan 4 kriteria dapat memperbaiki performa dan meningkatkan akurasi dalam menentukan tingkat kerusakan yang dialami sektor setelah bencana alam.

Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan metode selain MULTIMOORA dan melakukan modifikasi untuk memperoleh hasil yang optimal. Dengan dilakukannya tersebut diharapkan dapat menemukan metode yang cocok untuk klasifikasi tingkat kerusakan sektor pasca bencana. Selain itu dapat dipertimbangkan untuk mengembangkan penelitian ini dengan menambahkan kecerdasan buatan untuk menghasilkan akurasi yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Almais, A. T. W., Fatchurrohman, F., & Holle, K. F. H. (2020). Implementasi fuzzy weighted product penyusunan aksi rehabilitasi rekonstruksi pasca bencana berbasis decision support system dynamic. *JURNAL ELTEK*, 18(1), 1. <https://doi.org/10.33795/eltek.v18i1.171>
- Almais, A. T. W., Sarosa, M., & Muslim, M. A. (2016). Implementation Of Multi Experts Multi Criteria Decision Making For Rehabilitation And Reconstruction Action After A Disaster. *MATICS*, 8(1), 27. <https://doi.org/10.18860/mat.v8i1.3480>
- Almais, A. T. W., Susilo, A., Naba, A., Sarosa, M., Crysdian, C., Tazi, I., Hariyadi, M. A., Muslim, M. A., Basid, P. M. N. S. A., Arif, Y. M., Purwanto, M. S., Parwatingtyas, D., Supriyono, & Wicaksono, H. (2023). Principal Component Analysis-Based Data Clustering for Labeling of Level Damage Sector in Post-Natural Disasters. *IEEE Access*, 11, 74590–74601. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3275852>



- Bachriwindi, A., Putra, E. K., Munawaroh, U. M., & Almais, A. T. W. (2019). Implementation of Web-Based Weighted Product Use Decision Support System to Determine the Post-Disaster Damage and Loss. *Journal of Physics: Conference Series*, 1413(1), 012019. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1413/1/012019>
- BNBP. (2022). *Infografis: Kejadian Bencana Tahunan*. BNBP. <https://gis.bnpb.go.id/>
- BPS. (2022). *Sosial dan Kependudukan : Sosial Budaya: Jumlah kejadian bencana alam menurut kabupaten kota di provinsi jawa timur 2020*. Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. <https://jatim.bps.go.id/statictable/2021/09/06/2236/jumlah-kejadian-bencana-alam-menurut-kabupaten-kota-di-provinsi-jawa-timur-2020.htm>
- Cholil, S. R., Pinem, A. P. R., & Vydia, V. (2018). Implementasi metode Simple Multi Attribute Rating Technique untuk penentuan prioritas rehabilitasi dan rekonstruksi pascabencana alam. *Register: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.26594/register.v4i1.1133>
- Diana. (2018). *Metode Dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*. Deepublish. https://books.google.co.id/books/about/Metode_Dan_Aplikasi_Sistem_Pendukung_Kep.htm?id=nJSEdWAAQBAJ&redir_esc=y
- Hafezalkotob, A., Hafezalkotob, A., Liao, H., & Herrera, F. (2019). An overview of MULTIMOORA for multi-criteria decision-making: Theory, developments, applications, and challenges. *Information Fusion*, 51, 145–177. <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2018.12.002>
- Hariyati, M., & Astuti, Y. P. (2020). Penentuan Prioritas Rehabilitasi dan Rekonstruksi Pasca Bencana Alam dengan Metode Multi Attribute Utility Theory (MAUT) (Studi Kasus : Provinsi Jawa Timur). *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, 8(2), 79–88. <https://doi.org/10.26740/mathunesa.v8n2.p79-88>
- Hermawan, R., Habibie, M. T., Sutrisno, D., Putra, A. S., & Aisyah, N. (2021). Decision Support System For The Best Employee Selection Recommendation Using AHP (Analytic Hierarchy Process) Method. *International Journal of Educational Research and Social Sciences (IJERSC)*, 2(5), 1218–1226. <https://doi.org/10.51601/IJERSC.V2I5.187>
- Mahendra, G. S., Wardoyo, R., Pasrun, Y. P., Sudipa, I. G. I., Khairunnisa, Putra, I. N. T. A., Wiguna, I. K. A. G., Aristamy, I. G. A. A. M., Kharisma, L. P. I., Sutoyo, Muh. N., Sarasvananda, I. B. G., Sumpala, A. T., Rasyid, R., & Wahyudi, F. (2023). *Implementasi Sistem Pendukung Keputusan: Teori & Studi Kasus*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia. <https://buku.sonpedia.com/2023/05/implementasi-sistem-pendukung-keputusan.html>
- Sattler, D. N., Claramita, M., & Muskavage, B. (2018). Natural Disasters in Indonesia: Relationships Among Posttraumatic Stress, Resource Loss, Depression, Social Support, and Posttraumatic Growth. *Journal of Loss and Trauma*, 23(5), 351–365. <https://doi.org/10.1080/15325024.2017.1415740>
- Susanto, A., Latifah, L., Nuryasin, & Fitriyani, A. (2017). Decision support systems design on sharia financing using Yager's fuzzy decision model. *2017 5th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/CITSM.2017.8089263>
- Tripathi, K. P. (2011). Decision Support System Is a Tool for Making Better Decisions in The Organization. *Indian Journal of Computer Science and Engineering (IJCSE)*, 2(1), 112–117. <https://www.ijcse.com/docs/IJCSE11-02-01-054.pdf>

