

ANALISIS TINGKAT KERENTANAN BENCANA (STUDI KASUS: KAWASAN CAGAR BUDAYA CANDI MUARA JAMBI)

Wendy Yudistira Sipayung

Program Studi Magister Pendidikan Geografi, Universitas Pendidikan Indonesia
Email: wendysipayung20@gmail.com

Enok Maryani

Universitas Pendidikan Indonesia
Email: enokmaryani@upi.edu

Lili Somantri

Universitas Pendidikan Indonesia
Email: lilisomantri@upi.edu

Iwan Setiawan

Universitas Pendidikan Indonesia
Email: iwansetiawan@upi.edu

Nandi

Universitas Pendidikan Indonesia
Email: nandi@upi.edu

Surianto Sitepu

Universitas Methodist Indonesia
Email: suriantositepu69@gmail.com

ABSTRACT

Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi is one of the national heritages which is a cultural heritage in Jambi Province with an area of 3,981 hectares. The located of Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi is at the estuary of the Batanghari River which poses a threat to the flood disaster of the Batanghari River in every rainy season. The study aims to maaping the level of vulnerability and to analyse the level of disaster vulnerability by reducing the impact of losses and the impact of disaster due to the Batanghari River flood disaster in the Kawasan Cagara Budaya Candi Muara Jambi. Determination of the level of disaster vulnerability through four parameters of vulnerability, they are social vulnerability, economic vulnerability,

physical vulnerability, and environmental vulnerability. The approach of the study is GIS approach with an analysis of the level disaster vulnerability is using overlay, scoring, and weighting techniques. The results of the study is disaster vulnerability level of flood disaster in Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi is at medium level of disaster vulnerability.

Keywords: *flood disaster; watersheds; vulnerability disaster.*

Pendahuluan

Bencana alam yang paling banyak terjadi di dunia salah satunya adalah bencana banjir (Doocy et al., 2013) pada setiap tahunnya terkhusus pada musim penghujan di Indonesia. Data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) tahun 2012 menjelaskan bahwa banjir merupakan bencana dengan jumlah bencana terbanyak di Indonesia. Banjir merupakan suatu fenomena alam yang terdapat genangan air dipermukaan tanah yang diakibatkan ketika suatu keadaan jumlah volume air yang tidak mampu tertampung oleh jaringan pori tanah yang dapat menimbulkan suatu bencana yang merugikan. Banjir juga dapat didefinisikan sebagai genangan air baik yang mengalir atau tergenang yang melebihi kapasitas volume daya tampung wilayah yang akan berdampak menimbulkan kerugian dibidang sosial yaitu adanya korban jiwa dan kerugian dibidang ekonomi yaitu terkendalanya kegiatan manusia dalam mencari mata pencaharian (Asdak, 2002).

Bencana banjir akan menimbulkan dampak yang beragam tergantung pada keadaan geografis serta kegiatan pertanian dan perekonomian (Tariq et al.,2020). Bencana banjir terjadi diakibatkan oleh adanya berbagai proses yang sangat kompleks dan dapat terjadi karena adanya pengaruh berbagai faktor proses pada siklus hidrologi (Becker,2018) yang memiliki keterkaitan terhadap keadaan iklim, faktor keadaan muka bumi disuatu wilayah, tutupan lahan dan karakteristik jenis tanah (Agbola et al., 2012). Kondisi curah hujan yang tinggi memiliki dampak pada keadaan volume air sungai yang tidak tertampung diakibatkan intensitas hujan yang tinggi dan akan menimbulkan banjir luapan air Sungai (Hasan et al.,2013). Karena itu

karakteristik rumah penduduk yang berada di sekitar DAS memiliki rumah panggung untuk mengantisipasi terjadinya banjir luapan air sungai.

Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi adalah wilayah cagar budaya yang terletak di Provinsi Jambi dengan luas 3.981 Ha menjadi salah satu warisan budaya nasional yang ditetapkan berdasarkan ketetapan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 259/M/2013 (BPCB, 2016). Wilayah Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi terletak disepanjang wilayah DAS Batanghari merupakan salah satu daerah aliran sungai terpanjang di Indonesia dan masih aktif dimanfaatkan masyarakat sebagai jalur transportasi air termasuk sebagai salah satu moda transportasi menuju objek wisata candi yang ada di Provinsi Jambi. Letaknya berada di DAS Batanghari memiliki potensi bencana banjir dengan terendam oleh luapan air sungai Batanghari. Hal ini menimbulkan kerusakan dan kerugian dampak dari bencana, seperti bencana banjir luapan air sungai Batanghari yang pernah terjadi di wilayah daerah penelitian yang genangan air mencapai mata kaki sampai betis manusia (TribunJambi, 2017).

Bahaya banjir yang terjadi di Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi tersebut memiliki dampak negatif terhadap lingkungan fisik, sosial dan juga berdampak pada kegiatan perekonomian masyarakat. Dampak luapan air sungai juga berdampak pada rusaknya situs candi baik yang sudah dipugar (berbentuk candi) maupun yang belum dipugar (dalam bentuk manopo). Kerentanan bencana beresiko pada kondisi fisik suatu wilayah, keadaan perekonomian masyarakat dan juga kehidupan masyarakat (Wisner, 2004). Kerentanan perlu dikaji dalam suatu perencanaan, pengembangan serta penetapan wilayah yang menjadi limitasi atau pembatas terhadap wilayah yang memiliki risiko kerentanan bencana alam yang tinggi dan perlu dihindari. Analisis kerentanan perlu dilakukan untuk menjaga stabilitas dalam mengurangi faktor negatif yang menjadi kendala dalam melakukan pembangunan wilayah dan juga memaksimalkan serta meningkatkan faktor positif yang menjadi pendukung dalam pembangunan suatu wilayah (Arifin, 2010).

Berdasarkan uraian perihal latar belakang di atas maka perlu dilakukan analisis pengkajian tingkat kerentanan bencana banjir di DAS Batanghari (studi kasus: Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kerentanan bencana banjir luapan DAS Batanghari sehingga dapat mengetahui usaha-usaha penanggulangan bencana, sehingga mengurangi dampak kerugian yang ditimbulkan (Desfandi, 2016).

Tinjauan Pustaka

Kerentanan merupakan keadaan dalam suatu kondisi yang ada dalam komunitas masyarakat yang memiliki peluang dalam ketidakmampuan dalam menghadapi bencana (Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2012). Badan Koordinasi Nasional Penanggulangan Bencana dan Penanganan Pengungsi (BAKORNAS-PB) pada tahun 2002 dalam Pengarahan Kebijakan Mitigasi Bencana Perkotaan di Indonesia menjelaskan tingkat kerentanan dapat diketahui melalui empat parameter kerentanan yaitu kerentanan sosial, kerentanan ekonomi, kerentanan fisik dan kerentanan lingkungan dalam upaya pencegahan dan penanggulangan bencana. Pengkajian tiap indikator sub variabel dapat dihitung menggunakan persamaan nilai kerentanan.

$$\text{Nilai tingkat kerentanan bencana banjir} = (0,4 \times \text{kerentanan sosial}) + (0,25 \times \text{kerentanan ekonomi}) + (0,25 \times \text{kerentanan fisik}) + (0,1 \times \text{kerentanan lingkungan}) \dots\dots\dots(1)$$

Tingkat kerentanan dapat dianalisis melalui peta kerentanan. Peta kerentanan adalah hasil tumpang susun semua parameter indeks kerentanan, untuk melakukan penentuan nilai tingkat kerentanan dilakukan pembobotan berdasarkan total skor indikator. Total nilai kerentanan dikategorikan menjadi tiga kelas (tinggi, sedang, rendah) sesuai Tabel 1.

Tabel 1. Pembobotan *Scoring* Data

| No | Kelas | Nilai | Total Bobot | Skor |
|----|--------|-------|-------------|-------------|
| 1 | Rendah | 1 | 100% | 0-0,33 |
| 2 | Sedang | 2 | | 0,34 - 0,66 |
| 3 | Tinggi | 3 | | 0,67- 1,00 |

Sumber: Perka BNPB No.2 Tahun 2012.

Berdasarkan Peraturan Kepala (Perka) Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) No. 2 Tahun 2012 parameter kerentanan dikelompokkan kedalam 4 (empat) parameter, yaitu:

a. Kerentanan Sosial

Kerentanan Sosial adalah suatu kondisi yang menggambarkan tingkat ketidakmampuan sosial dalam menghadapi bencana. Bencana dapat berpengaruh menimbulkan dampak kerugian yang besar pada kondisi sosial yang rentan. Kerentanan sosial dipengaruhi oleh beberapa indikator sosial yaitu jumlah kepadatan penduduk, rasio jenis kelamin, rasio kemiskinan, rasio orang cacat (disabilitas), rasio kemiskinan dan tingkat pendidikan. Secara matematis, nilai kerentanan sosial dapat dihitung menggunakan persamaan nilai kerentanan sosial. Penentuan pembobotan parameter kerentanan sosial disajikan pada Tabel 2.

$$\begin{aligned} \text{Nilai Kerentanan sosial} &= (0,5 \times \text{kepadatan penduduk}) + (0,1 \times \text{rasio jenis kelamin}) \\ &+ (0,1 \times \text{rasio kemiskinan}) + (0,1 \times \text{rasio orang cacat}) + (0,1 \times \text{rasio kelompok umur}) \\ &+ (0,1 \times \text{skor Tingkat Pendidikan}) \dots\dots\dots(2) \end{aligned}$$

Tabel 2. Kerentanan Sosial

| Parameter | Bobot (%) | Kelas Indeks | | |
|---------------------|-----------|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| | | Rendah | Sedang | Tinggi |
| Kepadatan Penduduk | 50 | <500 jiwa/km ² | 500-1000 jiwa/km ² | >1.000 jiwa/km ² |
| Jenis Kelamin (10%) | 40 | <20% | 20 – 40 % | >40 % |

| | | | | |
|---------------------|----|-----------|-----------|---------------------------|
| Kemiskinan (10%) | | | | |
| Orang Cacat (10%) | | | | |
| Kelompok Umur (10%) | | | | |
| Tingkat Pendidikan | 10 | Tamat SMA | Tamat SMP | Tidak Menempuh Pendidikan |

Sumber: Perka BNPB No.2 Tahun 2012.

b. Kerentanan Ekonomi

Kerentanan Ekonomi adalah suatu kondisi yang menggambarkan ketidakmampuan secara ekonomi dalam menghadapi bencana yang menggambarkan resiko besarnya kerugian atau rusaknya kegiatan ekonomi dalam suatu wilayah. Kerentanan ekonomi dipengaruhi oleh beberapa indikator yaitu lahan produktif, Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) dan Pekerjaan. Secara matematis, nilai kerentanan ekonomi dapat dihitung menggunakan persamaan nilai kerentanan ekonomi. Penentuan pembobotan parameter kerentanan ekonomi disajikan pada Tabel 3.

$$\text{Nilai kerentanan ekonomi} = (0,5 \times \text{skor lahan produktif}) + (0,3 \times \text{skor Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)}) + (0,2 \times \text{skor Pekerjaan}) \dots\dots\dots(3)$$

Tabel 3. Kerentanan Ekonomi

| Parameter | Bobot (%) | Kelas Indeks | | |
|---------------------------------------|-----------|--------------|--------------|------------|
| | | Rendah | Sedang | Tinggi |
| Lahan Produktif | 50 | <50 jt | 50 – 200jt | >200 jt |
| Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) | 30 | <100jt | 100 – 300 jt | >300 jt |
| Pekerjaan | 20 | PNS | Swasta | Buruh/Kuli |

Sumber: Perka BNPB No.2 Tahun 2012.

c. Kerentanan Fisik

Kerentanan fisik adalah ketidakmampuan kondisi fisik atau infrastruktur wilayah dalam menghadapi suatu bencana tertentu. Kerentanan fisik dipengaruhi oleh beberapa indikator yaitu kepadatan bangunan, fasilitas umum atau kritis dan juga aksesibilitas. Secara matematis, nilai kerentanan fisik dapat dihitung menggunakan persamaan nilai kerentanan fisik. Penentuan pembobotan parameter kerentanan fisik disajikan pada Tabel 4.

$$\text{Nilai kerentanan fisik} = (0,4 \times \text{skor rumah.}) + (0,3 \times \text{skor fasilitas umum}) + (0,3 \times \text{skor fasilitas kritis}) \dots \dots \dots (4)$$

Tabel 4. Kerentanan Fisik

| Parameter | Bobot (%) | Kelas Indeks | | |
|--------------------------------|-----------|--------------|--------------------------|--------------------------|
| | | Rendah | Sedang | Tinggi |
| Kepadatan Bangunan | 40 | <40% | 40-60% | >60% |
| Fasilitas Umum/Kritis | 30 | Tersedia RS | Tersedia Puskesmas/Pustu | Tidak Tersedia Fasilitas |
| Tabel Lanjutan | | | | |
| Aksesibilitas Sarana Kesehatan | 30 | Mudah | Sulit | Sangat Sulit |

Sumber: Perka BNPB No.2 Tahun 2012.

d. Kerentanan Lingkungan

Kerentanan lingkungan adalah kondisi lingkungan hidup yang dapat mempengaruhi besar atau kecil suatu bencana. Kerentanan lingkungan dipengaruhi oleh beberapa indikator yaitu kondisi hutan lindung, hutan rakyat, hutan bakau, semak belukar dan rawa. Secara matematis, nilai kerentanan lingkungan dapat dihitung menggunakan persamaan nilai kerentanan lingkungan. Penentuan pembobotan parameter kerentanan lingkungan disajikan pada Tabel 5.

Nilai kerentanan lingkungan = (0,3 x skor hutan lindung) + (0,3 x skor hutan alam) + (0,1 x skor hutan bakau) + (0,1 x skor semak belukar) + (0,2 x skor rawa)(5)

Tabel 5. Kerentanan Lingkungan

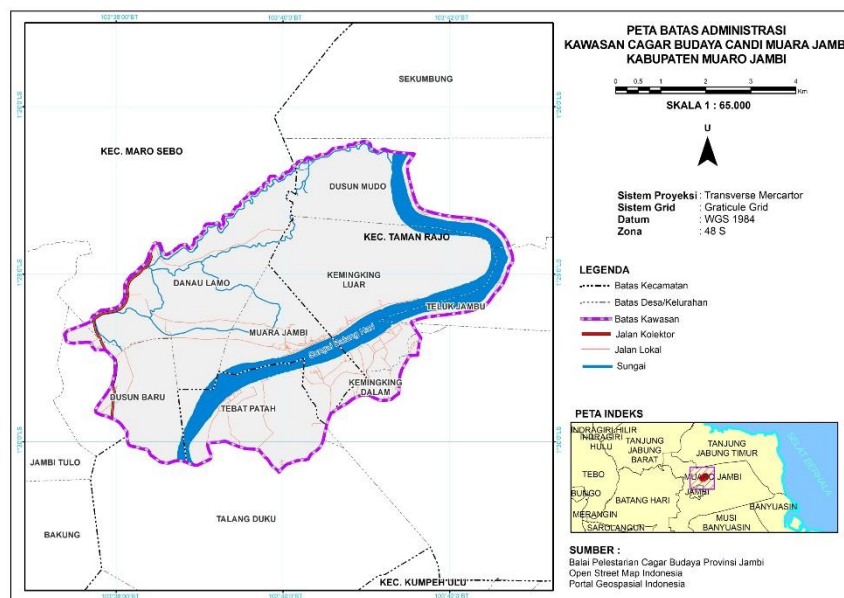
| Parameter | Bobot (%) | Kelas Indeks | | |
|---------------|-----------|--------------|------------|--------|
| | | Rendah | Sedang | Tinggi |
| Hutan Lindung | 30 | <20 Ha | 20 – 50 Ha | >50 Ha |
| Hutan Rakyat | 30 | <25 Ha | 25 – 75 Ha | >75 Ha |
| Hutan Bakau | 10 | <10 Ha | 10 – 30 Ha | >30 Ha |
| Semak Belukar | 10 | <10 Ha | 10 – 30 Ha | >30 Ha |
| Rawa | 20 | <5 Ha | 5 – 20 Ha | >20 Ha |

Sumber: Perka BNPB No.2 Tahun 2012.

Metode Penelitian

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini berlokasi di DAS Batanghari studi kasus Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi. Populasi dalam penelitian ini adalah Kecamatan Taman Rajo dan Kecamatan Maro Sebo yang menjadi studi kasus Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi yang berada di DAS Batanghari. Sampel dalam penelitian ini ada 8 (delapan) desa, terdiri dari 5 (lima) desa dari Kecamatan Taman Rajo yaitu Desa Kemingking Dalam, Desa Kemingking Luar, Desa Dusun Mudo, Desa Teluk Jambu, Desa Tebat Patah dan 3 (tiga) desa dari Kecamatan Maro Sebo yaitu Desa Muarajambi, Desa Danau Lamo, Desa Dusun Baru Waktu penelitian dilaksanakan pada April 2022. Peta lokasi penelitian seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Administrasi Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi

Jenis Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan pendekatan GIS dengan teknik analisis data menggunakan metode pembobotan setiap parameter melalui data sekunder yaitu *scoring* dan teknik *overlay*. Hasil penelitian dalam bentuk peta yang kemudian dilakukan deskripsi untuk melihat tingkat kerentanan bencana banjir di Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi.

Variabel dalam penelitian ini adalah kerentanan bencana dengan sub variabel sesuai dengan Peraturan Kepala (Perka) Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) Nomor 2 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Kerentanan Bencana yaitu terdiri dari kerentanan sosial, kerentanan ekonomi, kerentanan fisik dan kerentanan lingkungan yang disajikan pada Tabel 1. Parameter indikator kerentanan bencana tersebut dilakukan pengolahan dan pembobotan dengan analisis pemetaan menggunakan aplikasi GIS dan akan memberikan kemudahan dalam mengolah data non spasial dan pengolahan data spasial (tabulasi, grafik) juga dapat dilakukan untuk menganalisis secara bersamaan dengan tujuan mendapatkan informasi dalam bentuk peta (spasial). Variabel Penelitian seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Variabel Penelitian

| Variabel | Sub Variabel | Indikator | Sumber Data | Keterangan |
|---------------------------|-----------------------|---------------------------------------|-------------|--|
| | Kerentanan Sosial | Kepadatan Penduduk | Sekunder | BPS Kabupaten Muaro Jambi |
| | | Rasio Kemiskinan | | |
| | | Rasio Jenis Kelamin | | |
| | | Rasio Kelompok. Umur | | |
| Kerentanan Bencana Banjir | Kerentanan Ekonomi | Lahan Produktif | Sekunder | BPS Kabupaten Muaro Jambi, Kantor Camat Maro Sebo, Kantor Camat Taman Rajo |
| | | Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) | | |
| | | Pekerjaan | | |
| | | | | |
| | Kerentanan Fisik | Rumah Fasilitas Umum/Kritis | Sekunder | BPS Kabupaten Muaro Jambi, Kantor Camat Maro Sebo, Kantor Camat Taman Rajo |
| | | Aksesibilitas | | |
| | | | | |
| | Kerentanan Lingkungan | Hutan Lindung | Sekunder | BPS Kabupaten Muaro Jambi, Kantor Camat Maro Sebo, Kantor Camat Taman Rajo |
| | | Hutan Alam | | |
| | | Hutan Bakau | | |
| | | Semak Belukar Rawa | | |

Sumber: Hasil Olahan Penulis (2022)

Hasil dan Pembahasan

Kerentanan Sosial

Hasil pengolahan analisis data dan skoring nilai tingkat kerentanan melalui persamaan 1 untuk menganalisis kerentanan sosial sesuai dengan parameter kerentanan sosial berdasarkan parameter kepadatan penduduk, jenis kelamin,

kelompok umur, kemiskinan, disabilitas dan tingkat pendidikan dapat dilihat pada Table 7 dan hasil overlay scoring data disajikan pada Gambar 2.

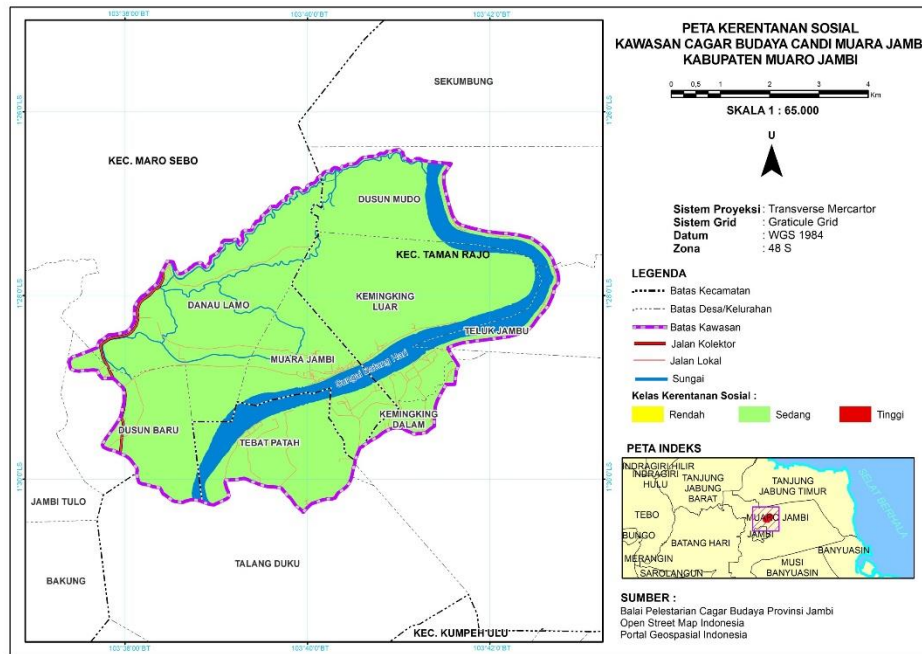
Berdasarkan hasil scoring dan overlay scoring data diperoleh informasi bahwa tingkat kerentanan sosial di daerah penelitian memiliki tingkat kerentanan sedang. Analisis tingkat kerentanan sosial merupakan suatu usaha untuk memperkecil kerugian atau dampak yang terjadi pada lingkungan masyarakat. Faktor yang mempengaruhi tingkat kerentanan sosial sedang yaitu adanya rasio kemiskinan dan rasio jenis kelamin yang tinggal di wilayah penelitian memiliki rata-rata nilai kerentanan tinggi. Nilai tingkat kemiskinan penduduk yang tinggi disebabkan profesi penduduk sebagai petani palawija dan juga nilai rasio jenis kelamin tinggi dipengaruhi oleh jumlah perempuan yang mendominasi rasio jenis kelamin laki-laki.

Untuk nilai rasio penduduk disabilitas di daerah penelitian terkategori rendah disebabkan sedikitnya jumlah penduduk yang disabilitas. Untuk nilai rasio kelompok umur terlihat bahwa secara umum penduduk yang tinggal di daerah penelitian merupakan penduduk dengan usia produktif. Nilai rasio pendidikan memiliki tingkat rendah karena sebahagian besar penduduk yang tinggal di wilayah penelitian sudah memperoleh pendidikan serta memiliki pengetahuan perihal bencana banjir. Sudah menjadi tradisi bagi penduduk terutama ketika curah hujan tinggi dan menghadapi banjir luapan air sungai Batanghari.

Tabel 7. Skoring Nilai Kerentanan Sosial

| No | Desa | Kepadatan Penduduk | | Jenis Kelamin | | Kemiskinan | | Disabilitas | | Kelompok Umur | | Pendidikan | | Total Skor | Kelas Kerentanan | |
|----|------------------|--------------------|------|---------------|------|------------|------|-------------|------|---------------|------|------------|------|------------|------------------|--------|
| | | Rasio | Skor | Rasio | Skor | Rasio | Skor | Rasio | Skor | Rasio | Skor | Rasio | Skor | | | |
| 1 | Muara Jambi | 0,33 | 0,15 | 1 | 0,1 | 1,0 | 0 | 0,1 | 0,3 | 0,0 | 0,6 | 0,06 | 0,3 | 3 | 0,47 | Sedang |
| 2 | Danau Lamo | 0,33 | 0,15 | 1 | 0,1 | 1,0 | 0 | 0,1 | 0,3 | 0,0 | 0,3 | 0,03 | 0,3 | 3 | 0,44 | Sedang |
| 3 | Dusun Baru | 0,33 | 0,15 | 1 | 0,1 | 1,0 | 0 | 0,1 | 0,3 | 0,0 | 0,6 | 0,06 | 0,3 | 3 | 0,47 | Sedang |
| 4 | Kemingking Luar | 0,33 | 0,15 | 1 | 0,1 | 0,6 | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0,3 | 0,06 | 0,03 | 0,3 | 3 | 0,43 | Sedang |
| 5 | Kemingking Dalam | 0,33 | 0,15 | 1 | 0,1 | 1,0 | 0,1 | 0,3 | 0,0 | 0,3 | 0,03 | 0,3 | 3 | 0,44 | Sedang | |
| 6 | Dusun Mudo | 0,33 | 0,15 | 1 | 0,1 | 0,6 | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0,3 | 0,03 | 0,3 | 3 | 0,4 | Sedang | |
| 7 | Teluk Jambu | 0,33 | 0,15 | 1 | 0,1 | 0,6 | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0,3 | 0,03 | 0,3 | 3 | 0,4 | Sedang | |
| 8 | Tebat Patah | 0,33 | 0,15 | 1 | 0,1 | 0,6 | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0,6 | 0,06 | 0,3 | 3 | 0,43 | Sedang | |

Sumber: Hasil Olahan Penulis (2022)



Gambar 2. Peta Kerentanan Sosial Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi

Kerentanan Ekonomi

Hasil analisis dan *scoring* data dengan persamaan 2 untuk menganalisis kerentanan ekonomi sesuai dengan indeks kerentanan ekonomi melalui parameter Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), lahan produktif dan pekerjaan penduduk

disajikan pada Tabel 8, dan hasil *overlay scoring* data kerentanan ekonomi pada Gambar 3.

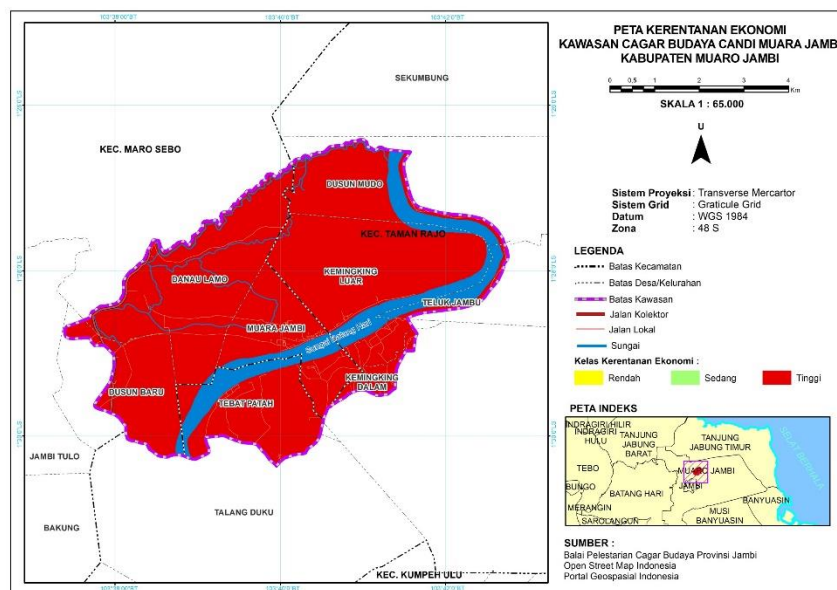
Hasil analisis *scoring* dan *overlay* data untuk tingkat kerentanan ekonomi diperoleh nilai tingkat kerentanan ekonomi tinggi. Karena secara umum penduduk yang tinggal di Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi memiliki profesi sebagai petani. Secara umum lahan produktif yang menjadi wilayah kegiatan bertani berada di wilayah Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi. Jika bencana banjir luapan air sungai Batanghari terjadi di daerah ini maka kegiatan perekonomian penduduk terkendala bahkan berdampak pada gagalnya panen hasil pertanian. Penghasilan penduduk hanya bersumber dari hasil pertanian memberikan informasi bahwa pendapatan penduduk terkategori rendah yang memberi dampak kerentanan ekonomi terhadap suatu bencana banjir luapan air sungai Batanghari. Penghasilan penduduk yang hanya berasal dari kegiatan bertani dan hasil pertanian mengakibatkan kerentanan terhadap dampak bencana banjir luapan air sungai Batanghari (Arif & Giyarsih, 2017)."

Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi merupakan kawasan yang memiliki lahan produktif yang tinggi. Sejak dahulu sebelum daerah ini dipugar menjadi kawasan cagar budaya, lahan ini sudah menjadi lahan produktif bagi masyarakat yang dimanfaatkan untuk kegiatan bertani dan berkebun. Pendapatan daerah yang lebih dominan dari hasil pertanian dan perkebunan masyarakat menjadi harapan bagi masyarakat yang tinggal di Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi.

Tabel 8. Skoring Nilai Indeks Kerentanan Ekonomi

| No | Desa | PDRB | | Lahan Produktif | | Pekerjaan | | Total Bobot | Kelas Kerentanan |
|----|------------------|------|-------|-----------------|-------|-----------|-------|-------------|------------------|
| | | Skor | Bobot | Skor | Bobot | Skor | Bobot | | |
| 1 | Muara Jambi | 0,33 | 0,099 | 1 | 0,5 | 1 | 0,2 | 0,799 | Tinggi |
| 2 | Danau Lamo | 0,33 | 0,099 | 1 | 0,5 | 1 | 0,2 | 0,799 | Tinggi |
| 3 | Dusun Baru | 0,33 | 0,099 | 1 | 0,5 | 1 | 0,2 | 0,799 | Tinggi |
| 4 | Kemingking Luar | 0,33 | 0,099 | 1 | 0,5 | 1 | 0,2 | 0,799 | Tinggi |
| 5 | Kemingking Dalam | 0,33 | 0,099 | 1 | 0,5 | 1 | 0,2 | 0,799 | Tinggi |
| 6 | Dusun Mudo | 0,33 | 0,099 | 1 | 0,5 | 1 | 0,2 | 0,799 | Tinggi |
| 7 | Teluk Jambu | 0,33 | 0,099 | 1 | 0,5 | 1 | 0,2 | 0,799 | Tinggi |
| 8 | Tebat Patah | 0,33 | 0,099 | 1 | 0,5 | 1 | 0,2 | 0,799 | Tinggi |

Sumber: Hasil Olahan Penulis (2022)



Gambar 3. Peta Kerentanan Ekonomi Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi

Kerentanan Fisik

Hasil analisis dan *scoring* data dengan persamaan 3 untuk menganalisis kerentanan fisik sesuai dengan nilai kerentanan fisik melalui parameter kepadatan bangunan, fasilitas umum atau kritis dan aksesibilitas sarana kesehatan disajikan pada Table 9 dan hasil *overlay scoring* data kerentanan fisik disajikan pada Gambar 4. Berdasarkan hasil analisis skoring data dan hasil *overlay* untuk indeks kerentanan fisik

diperoleh informasi bahwa tingkat kerentanan fisik secara umum memiliki nilai kerentanan sedang walaupun di Desa Muara Jambi, Desa Baru dan Desa Danau Lamo merupakan wilayah yang memiliki nilai tingkat kerentanan fisik tinggi. Nilai tingkat kerentanan fisik terkategori tinggi disebabkan faktor kepadatan bangunan rumah yang tinggi memberikan informasi bahwa kepadatan penduduk yang tinggi tidak sebanding dengan keadaan fasilitas umum atau fasilitas kritis di desa tersebut. Hal tersebut menjadi salah satu faktor penyebab tingkat kerentanan fisik tinggi terhadap bencana banjir di tiga desa tersebut. Tingkat kepadatan bangunan rumah dan jumlah penduduk yang tinggi di tiga desa tersebut juga dipengaruhi bahwa tiga desa tersebut merupakan wilayah inti dari objek wisata Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi. Berbeda dengan desa lainnya yang tingkat kepadatan bangunan rumah terkategori sedang tetapi dengan adanya struktur bangunan rumah semi permanen dan ketersediaan fasilitas umum atau fasilitas kritis yang kurang tersedia menjadi faktor penyebab tingkat kerentanan fisik sedang terhadap bencana banjir luapan air sungai Batanghari.

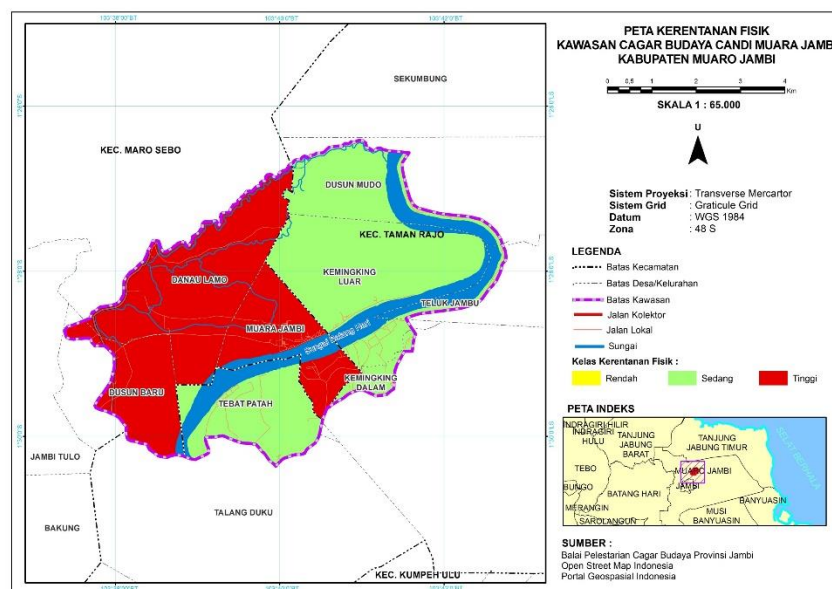
Secara umum ketersediaan fasilitas umum atau fasilitas kritis untuk penduduk di Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi sangat minim dan kurang tersedia. Hal tersebut menyebabkan wilayah ini memiliki nilai indeks kerentanan tinggi. Untuk mendapatkan fasilitas umum atau fasilitas kritis, penduduk harus mendapatkan fasilitas tersebut diluar dari Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi yaitu ke Kota Jambi. Untuk jarak tempuh menuju fasilitas umum atau fasilitas kritis seperti balai pengobatan dan rumah sakit diluar kawasan cagar budaya ini penduduk harus menempuh perjalanan dengan jarak tempuh + 20 Km menuju Ibu Kota Jambi. Aksesibilitas akses jalan yang bagus membuat aksesibilitas penduduk menuju rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya dengan mudah dijangkau. Secara umum penduduk yang tinggal di wilayah Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi melakukan perjalanan ke Kota Jambi untuk bisa mendapatkan fasilitas kesehatan karena kurang tersedianya fasilitas umum/kritis di kawasan ini. Hal ini yang

menjadikan kawasan ini memiliki tingkat kerentanan fisik sedang sampai kerentanan fisik tinggi terhadap suatu bencana banjir. Dengan jarak tempuh 20 Km untuk mendapatkan fasilitas kesehatan perlu menjadi perhatian pemerintah dalam menyediakan fasilitas umum dan atau fasilitas kritis dalam evakuasi atau penanganan kesehatan penduduk yang tinggal di Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi.

Tabel 9. Skoring Nilai Indeks Kerentanan Fisik

| No | Desa | Rumah | | Fasilitas Umum/Kritis | | Aksesibilitas Sarana Kesehatan | | Total Bobot | Kelas Kerentanan |
|----|------------------|-------|-------|-----------------------|-------|--------------------------------|-------|-------------|------------------|
| | | Skor | Bobot | Skor | Bobot | Skor | Bobot | | |
| | | | | | | | | | |
| 1 | Muara Jambi | 1 | 0,4 | 1 | 0,3 | 0,33 | 0,099 | 0,80 | Tinggi |
| 2 | Danau Lamo | 1 | 0,4 | 1 | 0,3 | 0,33 | 0,099 | 0,80 | Tinggi |
| 3 | Dusun Baru | 1 | 0,4 | 1 | 0,3 | 0,33 | 0,099 | 0,80 | Tinggi |
| 4 | Kemingking Luar | 0,66 | 0,264 | 1 | 0,3 | 0,33 | 0,099 | 0,66 | Sedang |
| 5 | Kemingking Dalam | 1 | 0,4 | 0,33 | 0,099 | 0,33 | 0,099 | 0,60 | Sedang |
| 6 | Dusun Mudo | 0,66 | 0,264 | 1 | 0,3 | 0,33 | 0,099 | 0,66 | Sedang |
| 7 | Teluk Jambu | 0,66 | 0,264 | 1 | 0,3 | 0,33 | 0,099 | 0,66 | Sedang |
| 8 | Tebat Patah | 0,33 | 0,132 | 1 | 0,3 | 0,33 | 0,099 | 0,53 | Sedang |

Sumber: Hasil Olahan Penulis (2022)



Gambar 4. Peta Kerentanan Fisik Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi

Kerentanan Lingkungan

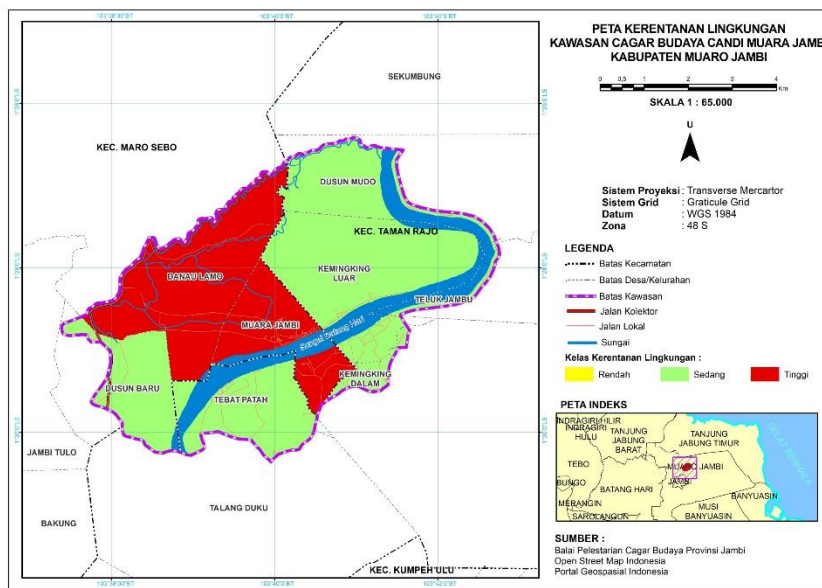
Hasil analisis data dan *scoring* data menggunakan persamaan 4 untuk menganalisis kerentanan lingkungan sesuai dengan indeks kerentanan lingkungan melalui parameter hutan lindung, hutan alam, hutan bakau, semak belukar, dan rawa dapat dilihat pada Tabel 10 dan hasil *overlay scoring* data dapat dilihat pada Gambar 5.

Berdasarkan hasil *scoring* dan *overlay* data diperoleh informasi bahwa tingkat kerentanan lingkungan di Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi memiliki nilai tingkat kerentanan lingkungan sedang. Hasil analisis skoring data untuk indeks kerentanan lingkungan diperoleh informasi pola persebaran rata-rata tingkat kerentanan fisik terkategori dalam kerentanan sedang sampai tinggi. Daerah yang memiliki tingkat kerentanan lingkungan tinggi merupakan Desa Muara Jambi dan Desa Danau Lamo. Hal ini disebabkan dua desa tersebut memiliki tutupan lahan yang sedikit karena terdapat jumlah penduduk dan kepadatan rumah penduduk yang tinggi. Jumlah tutupan lahan yang sedikit di Desa Muara Jambi dan Desa Danau Lama ditambah dengan faktor kepadatan jumlah penduduk dan kepadatan bangunan menjadikan daerah tersebut memiliki kerentanan terhadap bencana banjir. Adanya pengembangan objek wisata Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi pasti memiliki dampak pada perubahan penggunaan lahan salah satunya untuk fasilitas pendukung objek wisata. Hal ini perlu menjadi perhatian pemerintah dalam pengembangan objek wisata dengan memperhatikan tutupan lahan, karena objek wisata ini lokasinya sangat dekat dengan DAS Batanghari.

Tabel 10. Skoring Nilai Indeks Kerentanan Lingkungan

| No | Desa | Hutan Lindung | | Hutan Alam | | Hutan Bakau | | Semak Belukar | | Rawa | | Total Bobot | Kelas Kerentanan |
|----|------------------|---------------|-------|------------|-------|-------------|-------|---------------|-------|------|-------|-------------|------------------|
| | | Skor | Bobot | Skor | Bobot | Skor | Bobot | Skor | Bobot | Skor | Bobot | | |
| 1 | Muara Jambi | 0,66 | 0,198 | 1 | 0,3 | 0,66 | 0,066 | 1 | 0,1 | 0,66 | 0,132 | 0,80 | Tinggi |
| 2 | Danau Lamo | 0,66 | 0,198 | 1 | 0,3 | 0,66 | 0,066 | 1 | 0,1 | 0,66 | 0,132 | 0,80 | Tinggi |
| 3 | Dusun Baru | 0,33 | 0,099 | 1 | 0,3 | 0,33 | 0,033 | 0,66 | 0,066 | 0,33 | 0,066 | 0,56 | Sedang |
| 4 | Kemingking Luar | 0,33 | 0,099 | 1 | 0,3 | 0,66 | 0,066 | 0,66 | 0,066 | 0,66 | 0,132 | 0,66 | Sedang |
| 5 | Kemingking Dalam | 0,33 | 0,099 | 1 | 0,3 | 0,33 | 0,033 | 0,66 | 0,066 | 0,33 | 0,066 | 0,56 | Sedang |
| 6 | Dusun Mudo | 0,33 | 0,099 | 1 | 0,3 | 0,66 | 0,066 | 0,66 | 0,066 | 0,66 | 0,132 | 0,66 | Sedang |
| 7 | Teluk Jambu | 0,33 | 0,099 | 1 | 0,3 | 0,66 | 0,066 | 0,66 | 0,066 | 0,66 | 0,132 | 0,66 | Sedang |
| 8 | Tebat Patah | 0,33 | 0,099 | 1 | 0,3 | 0,66 | 0,066 | 0,66 | 0,066 | 0,66 | 0,132 | 0,66 | Sedang |

Sumber: Hasil Olahan Penulis (2022)



Gambar 5. Peta Kerentanan Lingkungan Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi

Kerentanan Bencana Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi

Berdasarkan hasil skoring data indeks kerentanan bencana berdasarkan parameter kerentanan sosial, parameter kerentanan ekonomi, parameter kerentanan fisik dan parameter kerentanan lingkungan, diperoleh nilai tingkat kerentanan bencana banjir luapan air sungai Batanghari di daerah penelitian dengan hasil skoring

data disajikan pada Table 11 dan *overlay scoring* data indeks kerentanan disajikan pada Gambar 6.

Berdasarkan *overlay* hasil analisis skoring data dari seluruh indikator kerentanan dihasilkan pola persebaran tingkat kerentanan bencana banjir secara umum semua desa memiliki tingkat kerentanan bencana banjir sedang kecuali Desa Muara Jambi yang terkategori tingkat kerentanan bencana yang sedang. Nilai tingkat kerentanan bencana sedang di kawasan ini dipengaruhi oleh parameter kerentanan ekonomi yang berada pada tingkat kerentanan tinggi dan juga nilai kerentanan sosial, fisik dan lingkungan yang secara umum terkategori tingkat kerentanan yang sedang. Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi memiliki kerentanan bencana banjir sedang salah satu faktor penyebabnya adalah nilai rasio kemiskinan dan nilai rasio jenis kelamin sedang sampai tinggi menjadi faktor penyebab kerentanan sosial terhadap bencana banjir luapan air sungai Batanghari. Indikator fasilitas umum atau fasilitas kritis yang tidak tersedia di kawasan ini menjadikan daerah yang terkategori tingkat kerentanan fisik tinggi terhadap bencana. Fasilitas umum dan atau fasilitas kritis sangatlah diperlukan dalam suatu wilayah yang memiliki kerentanan bencana banjir untuk mengantisipasi evakuasi atau dampak sosial yang ditimbulkan dari suatu bencana banjir.

Dari 8 (depalan) desa yang berada di Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi Desa Muara Jambi yang menjadi daerah yang memiliki kerentanan bencana tinggi terhadap bencana banjir luapan air sungai Batanghari. Hal ini karena lokasi desa tersebut merupakan wilayah inti dari objek wisata. Kerena merupakan inti Objek Wisata menyebabkan jumlah penduduk yang tinggi dan jumlah bangunan yang lebih padat dibandingkan dengan desa lainnya. Pembangunan dan pengembangan objek wisata juga akan berdampak pada perubahan tutupan lahan dan penggunaan lahan untuk menunjang fasilitas pendukung objek wisata. Jarak yang sangat dekat dengan bantaran sungai Batanghari memiliki risiko bahaya banjir luapan air sungai, selain itu kurang tersedianya fasilitas umum/kritis di desa Muara Jambi ini sebagai fasilitas

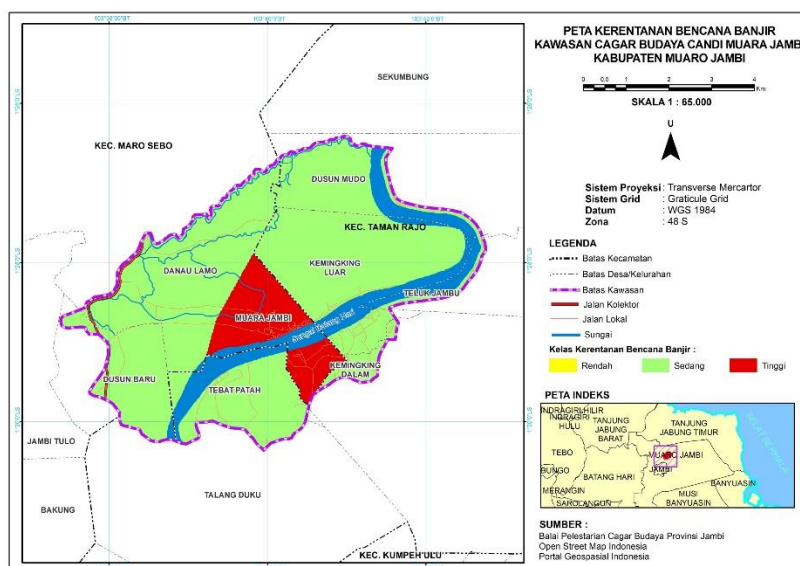
kritis untuk evakuasi dan penanganan dampak banjir luapan air sungai. Faktor-faktor tersebutlah yang menjadikan Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi merupakan kawasan yang memiliki kerentanan bencana sedang.

Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi menjadi salah satu warisan budaya nasional karena memiliki situs candi yang menjadi bukti peninggalan pra sejarah yang ada dikawasan ini serta situs candi yang masih dalam bentuk manopo (gundukan) atau yang masih dalam proses pemugaran memiliki kerentanan akan terjadinya kerusakan dengan adanya bahaya bencana banjir.

Tabel 11. Skoring Nilai Indeks Kerentanan Bencana

| No | Desa | Indeks Kerentanan Sosial | | Indeks Kerentanan Ekonomi | | Indeks Kerentanan Fisik | | Indeks Kerentanan Lingkungan | | Indeks Kerentanan Bencana | |
|----|------------------|--------------------------|--------|---------------------------|--------|-------------------------|--------|------------------------------|--------|---------------------------|--------|
| | | Bobot | Kelas | Bobot | Kelas | Bobot | Kelas | Bobot | Kelas | Bobot | Kelas |
| 1 | Muara Jambi | 0,47 | Sedang | 0,799 | Tinggi | 0,80 | Tinggi | 0,80 | Sedang | 0,67 | Tinggi |
| 2 | Danau Lamo | 0,44 | Sedang | 0,799 | Tinggi | 0,80 | Tinggi | 0,80 | Sedang | 0,66 | Sedang |
| 3 | Dusun Baru | 0,47 | Sedang | 0,799 | Tinggi | 0,80 | Tinggi | 0,56 | Sedang | 0,64 | Sedang |
| 4 | Kemingking Luar | 0,43 | Sedang | 0,799 | Tinggi | 0,66 | Sedang | 0,66 | Sedang | 0,60 | Sedang |
| 5 | Kemingking Dalam | 0,44 | Sedang | 0,799 | Tinggi | 0,60 | Sedang | 0,56 | Sedang | 0,58 | Sedang |
| 6 | Dusun Mudo | 0,4 | Sedang | 0,799 | Tinggi | 0,66 | Sedang | 0,66 | Sedang | 0,59 | Sedang |
| 7 | Teluk Jambu | 0,4 | Sedang | 0,799 | Tinggi | 0,66 | Sedang | 0,66 | Sedang | 0,59 | Sedang |
| 8 | Tebat Patah | 0,43 | Sedang | 0,799 | Tinggi | 0,53 | Sedang | 0,66 | Sedang | 0,57 | Sedang |

Sumber: Hasil Olahan Penulis (2022)



Gambar 6. Peta Kerentanan Bencana Banjir Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi

Kesimpulan

Kerentanan dapat diartikan sebagai suatu keadaan sistem atau unit yang memiliki kecenderungan mengalami kerusakan akibat pengaruh dari gangguan atau tekanan yang merupakan dampak dari suatu bencana. Penelitian ini menganalisis nilai tingkat kerentanan bencana banjir melalui parameter kerentanan sosial, parameter kerentanan ekonomi, parameter kerentanan fisik, dan parameter kerentanan lingkungan yang dianalisis dengan *overlay* dan skoring dengan menggunakan aplikasi ArcGIS. Berdasarkan hasil analisis tingkat kerentanan bencana, dapat jelaskan suatu kesimpulan bahwa wilayah Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi merupakan wilayah yang memiliki tingkat kerentanan bencana banjir luapan air sungai Batanghari yang sedang.

Tingkat kerentanan ekonomi di Kawasan Cagar Budaya Candi Muara memiliki nilai tingkat kerentanan yang tinggi, sedangkan untuk parameter kerentanan sosial, kerentanan fisik dan kerentanan lingkungan secara umum memiliki nilai kerentanan yang sedang. Daerah penelitian yang memiliki kerentanan bencana yang tinggi terdapat pada Desa Muara Jambi yang lokasinya berada di wilayah inti dari objek

wisata Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi yang memiliki kepadatan penduduk, jumlah bangunan yang tinggi serta tutupan lahan yang rendah dan juga lokasinya yang sangat dekat dengan bantaran sungai Batanghari.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih diutarakan oleh penulis untuk semua pihak yang sudah membantu penulis dalam meneliti, menyusun dan menulis jurnal ini. Penulis juga berterimakasih kepada pihak instansi yang juga sudah membantu dalam memberikan data sekunder penelitian, dan juga pihak yang sudah membantu dalam pengolahan data Arc GIS. Penulis juga berterimakasih kepada team penulis yang telah membantu melakukan review terhadap hasil karya tulis. Penulis juga berterimakasih kepada Majalah Geografi Indonesia dan juga kepada editor serta reviewer Majalah Geografi Indonesia yang telah memberi kesempatan untuk melakukan editor serta mereview artikel ini. Terakhir penulis juga mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang juga sudah membantu dalam proses penulisan dan penyusunan karya tulis ini. Penelitian ini dilakukan tanpa ada sumber dana ekseternal artinya penelitian ini dilakukan dengan biaya mandiri. Semoga artikel ini bermanfaat dan bisa digunakan untuk kepentingan pembangunan berkelanjutan.

Daftar Pustaka

- Agbola, B. S., Ajayi, O., Taiwo, O. J., & Wahab, B. W. (2012). The August 2011 flood in Ibadan, Nigeria: Anthropogenic causes and consequences. *International Journal of Disaster Risk Science*, 207–217.
- Arif, D. A., & Giyarsih, S. R. (2017). Kerentanan Masyarakat Perkotaan Terhadap Bahaya Banjir. *Majalah Geografi Indonesia*, 79-87.
- Arifin, Z. (2010). Pola Spasial Kerentanan Bencana Alam (Studi Kasus Kabupaten Cianjur). Depok: Universitas Indonesia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

- Asdak, C. (2002). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Becker, P. (2018). Dependence, trust, and influence of external actors on municipal urban flood risk mitigation: The case of Lomma Municipality, Sweden. *International*, 1004–1012.
- BNPB. (2012). *Peraturan Kepala BNPB No.2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Resiko Bencana*. Indonesia: Direktorat Mitigasi Bencana BNPB.
- BPCB, J. (2016). *Kawasan Cagar Budaya Candi Muara Jambi*. Jambi: Balai Cagar Budaya Jambi.
- Desfandi, M. (2016). Urgensi Kurikulum Pendidikan Kebencanaan Berbasis Kearifan Lokal di Indonesia. *Social Science Education Journal*, 1.
- Doocy, S., Daniels, A., Murray, S., & Kirsch, T. D. (2013). The Human Impact of Floods: A Historical Review of Events 1980-2009 and Systematic Literature Review. *PLOS Currents Disaster*.
- Hasan, R., Sune, N., & Abdjul, T. (2013). *Pengembangan Rute Jalur Evakuasi Bencana Banjir di Kota Gorontalo Dengan Memanfaatkan Teknologi Sistem Informasi Geografi (SIG)*. Gorontalo, Indonesia: Universitas Negeri Gorontalo.
- Jambi, T. (2017, Maret 12). *Tribun Jambi.com*. Retrieved April Monday, 2022, from <https://jambi.tribunnews.com/2017/03/12/video-kawasan-candi-muarojambi-banjir-warga-kebanjiran-rezeki>
- Sugiyono. (2009). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: CV Alfabeta.
- Tariq, M. U., Farooq, R., & Van de Giesen, N. (2020). A critical review of flood risk. *Applied Sciences (Switzerland)*, 1-18.
- TribunJambi. (2017, Maret 12). *TribunJambi.com*. Retrieved April 11, 2022, from <https://jambi.tribunnews.com/2017/03/12/video-kawasan-candi-muarojambi-banjir-warga-kebanjiran-rezeki>
- Wisner, B. 2004. "At Risk: Natural Hazards" People's Vulnerability and Disaster. Newyork: Psychology Press.

Profil Penulis

Wendy Yudistira Sipayung adalah Guru di SMP Negeri 8 Muaro Jambi Alumnus Sarjana (S1) Pendidikan Geografi dari Universitas Negeri Medan pada tahun 2015 dan melanjutkan Pendidikan Pasca Sarjana pada Program Studi Magister Pendidikan Geografi Universitas Pendidikan Indonesia Tahun 2021. Kontribusi sebagai penulis pertama yaitu melakukan penyusunan rancangan penelitian, melakukan penelitian ke lapangan, mengumpulkan data sekunder, mengolah data, menyajikan hasil dalam bentuk table dan gambar, menyusun pembahasan, dan melakukan submit artikel.

Enok Maryani adalah salah satu Proffesor di Departemen Pendidikan Geografi Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial Universitas Pendidikan Indonesia. Beliau merupakan Alumnus dari Sarjana (S1) Pendidikan Geografi Universitas Pendidikan Indonesia, Alumnus Magister (S2) Geografi dari Universitas Gadjah Mada dan Alumnus Doktor (S3) Geografi dari Universitas Gadjah Mada. Kontribusi sebagai penulis kedua yaitu dalam melakukan *review* untuk konten secara teori dalam penyusunan rancangan penelitian dan hasil penelitian.

Lili Somantri adalah Dosen di Departemen Pendidikan Geografi Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial Universitas Pendidikan Indonesia. Beliau adalah Alumnus Sarjana (S1) Pendidikan Geografi Universitas Pendidikan Indonesia, Alumnus Magister (S2) Penginderaan Jauh dari Universitas Gadjah Mada, dan Alumnus Doktor (S3) Geografi dari Universitas Gadjah Mada. Kontribusi sebagai penulis ketiga yaitu dalam melakukan pembimbingan terhadap pengelolaan data dengan menggunakan aplikasi *Arc-GIS* untuk menghasilkan peta peta penelitian.

Iwan Setiawan adalah Dosen di Departemen Pendidikan Geografi Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial Universitas Pendidikan Indonesia. Beliau

adalah Alumnus Sarjana (S1) Pendidikan Geografi Universitas Pendidikan Indonesia, Alumnus Magister (S2) Ilmu Lingkungan dari Universitas Gadjah Mada, dan Alumnus Doktor (S3) Geografi dari Universitas Gadjah Mada. Kontribusi sebagai penulis keempat yaitu dalam *review* hasil pemetaan dengan menggunakan aplikasi *Arc-GIS*.

Nandi adalah Dosen dan Kepala Program Studi Departemen Pascasarjana Pendidikan Geografi Universitas Pendidikan Indonesia. Beliau adalah Alumnus Sarjana (S1) Pendidikan Geografi Universitas Pendidikan Indonesia, Alumnus Magister (S2) dari Perencanaan Wilayah dan Kota Institute Teknologi Bandung dan *Spatial Science* dari University of Groningen, Belanda dan Alumnus Doktor (S3) *Geography* dari Universität Leipzig, Jerman. Kontribusi sebagai penulis kelima adalah dalam *review* untuk rancangan tata aturan penulisan artikel dan metodologi penelitian.

Surianto Sitepu adalah Dosen Teknik Informatika dan Wakil Dekan III di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Methodist Indonesia Medan. Beliau adalah Alumnus Sarjana (S1) Teknik Elektro dari ISTP Medan dan Alumnus Magister (S2) Teknik Elektro dari Institute Teknologi Bandung. Kontribusi sebagai penulis ke enam adalah *review* dan revisi penulisan dan isi konten artikel.