

## SATUAN GENETIKA KEWILAYAHAN SEBAGAI METODA KUANTITATIF UNTUK ANALISIS PENGEMBANGAN WILAYAH PERTAMBANGAN

<sup>1</sup>Dudi Nasrudin Usman, <sup>2</sup>Sri Widayati, <sup>3</sup>Linda Pulungan, <sup>4</sup>Dadan Mukhsin, <sup>5</sup>Himawan Nuryahya, <sup>6</sup>Rully Nurhasan Ramadhani

<sup>1,2,3,5,6</sup>Program Studi Teknik Pertambangan, Gedung Dekanat Lt. 5 Jl. Tamansari No. 24-26,  
<sup>4</sup>Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Gedung Dekanat Lt. 5 Jl. Tamansari No. 24-26  
E-mail: <sup>1</sup>dudi.n.usman@gmail.com

**Abstract.** Disasters in an area must be considered through mitigation with a comprehensive method. This study aims to analyze the parameters that influence the disaster. The method used is an inventory of geological aspects, elaborated with other components, then mapped and identified based on geological, geomorphological, and deformation conditions. The southern part of Bandung Regency is an area that is prone to erosions, earthquakes, and volcanoes. One of the areas is Pasirjambu District, Bandung Regency. Pasirjambu District is an area prone to erosions, one of the villages is Sugihmukti Village. The results of observations and research were identified based on geological maps, topographic maps, geomorphological maps, and disaster maps. The analysis in 5 zones of the Regional Genetics Unit (SGW) class, namely classes 1222, 1212, 1232, 2322, and 1223. However, only 1 class was identified. In the analysis, the analysis results show that class 1223 is steep hills of lava and strong intensity of Mount Patuha lava, where the analysis results show values of 302.5 onsite and 334 offsites, meaning that if the existing potential is developed into a mining area, it will have an impact on the outside.

**Keywords:** Terrain Genetic Unit, Disaster, Quantitative, Pasirjambu, Mitigation and Industry 4.0.

**Abstrak.** Fenomena kebencanaan suatu wilayah harus diperhatikan melalui mitigasi dengan metoda komprehensif sesuai perkembangan Era Industri 4.0. Penelitian bertujuan menganalisis parameter-parameter yang memberikan pengaruh terhadap kebencanaan menggunakan metoda kuantitatif yang komprehensif dan holistik. Metoda yang digunakan inventarisasi aspek kegeologian, dielaborasi dengan komponen lain, kemudian dipetakan dan diidentifikasi berdasarkan kondisi geologi, geomorfologi dan deformasi. Kabupaten Bandung Bagian Selatan, merupakan wilayah yang rawan bencana longsor, gempa bumi dan gunungapi. Salah satu wilayah yaitu Kecamatan Pasirjambu, Kabupaten Bandung. Kecamatan Pasirjambu merupakan kawasan rawan gerakan tanah, salah satu desanya adalah Desa Sugihmukti. Hasil pengamatan dan penelitian, maka teridentifikasi berdasarkan peta geologi, peta topografi, peta geomorfologi dan peta kebencanaan yang di analisis menghasilkan 5 zona kelas Satuan Genetika Wilayah (SGW) yaitu kelas 1222, 1212, 1232, 2322, dan 1223. Namun hanya 1 kelas yang di analisis, hasil analisis menunjukkan bahwa kelas 1223 yaitu perbukitan curam lava dan lahar Gunung Patuha Intensitas Kuat, dimana hasil analisis menunjukkan nilai 302,5 onsite dan 334 offsite, artinya jika potensi yang ada dikembangkan menjadi wilayah pertambangan maka berdampak ke wilayah di luar.

**Kata Kunci:** Satuan Genetika Wilayah, Kebencanaan, Kuantitatif, Pasirjambu, Mitigasi dan Industri 4.0.

### 1. Pendahuluan

Konsep pembangunan dan pemanfaatan berkelanjutan merupakan konsep yang memadukan aspek sosial budaya, lingkungan hidup dan pembangunan dalam upaya

mensejahterakan umat manusia di bumi ini (Usman, et al., 2016). Dalam prosesnya pembangunan sangat membutuhkan sumberdaya alam yang cukup besar baik, namun tidak sedikit juga pembangunan memerlukan sumberdaya alam non-renewable yang

besar, namun dalam berjalannya proses pembangunan kendala-kendala muncul dari alam itu sendiri termasuk akibat adanya aktivitas manusia yang tidak bertanggungjawab. Wilayah rawan bencana biasanya identik dengan karakteristik wilayah pegunungan, perbukitan, dan lainnya. Daerah miskin dan rawan bencana sebagian besar terletak di daerah pegunungan tinggi dengan lingkungan ekologi yang keras dan sering terjadi bencana geologi. Alasan-alasan tertinggalnya pembangunan di daerah-daerah miskin seringkali saling terkait. Bagaimana mewujudkan keberlanjutan penghidupan setelah penghindaran risiko relokasi dan pemukiman kembali perlu memperkuat momentum pembangunan endogen. Ketahanan daerah merupakan faktor penting dalam mengentaskan kemiskinan dan mewujudkan pembangunan daerah yang berkelanjutan (Tang, et al., 2021).

Namun adanya pembangunan terkadang terasa dihantui oleh adanya bencana geologi khususnya. Bencana geologi sangat mengancam keselamatan jiwa manusia, harta benda, sumber daya ekologi, dan lingkungan. Pengendalian yang efektif terhadap bencana geologi adalah fokus untuk mencapai pembangunan sosial yang berkelanjutan (Wang, et al., 2021).

Beberapa penelitian yang sudah dilakukan menunjukkan bahwa pembangunan berkelanjutan daerah dari perspektif pengurangan bencana untuk mekanisme dan tata kelola pengurangan risiko bencana manajemen risiko bencana, yang akan mempengaruhi pelaksanaan dan pencapaian tujuan dan sasaran nasional dan daerah (Pal et al., 2020).

Dalam pengembangan wilayah erat kaitannya dengan kegiatan bencana alam. Kabupaten Bandung sebagai salah satu kabupaten di Provinsi Jawa Barat yang memiliki potensi bencana tinggi seperti banjir, tanah longsor, gempa dan gunung berapi (Usman, et al., 2017).

Kebencanaan tersebut diatas terjadi tidak akan terlepas dengan keberadaan sumberdaya alam, jika bencana terjadi maka muncul adanya kerugian. Sumber daya alam adalah segala hasil alam yang dapat diperoleh manusia dari alam untuk memenuhi kebutuhannya dan hasil kegiatan manusia yang memanfaatkannya.

Di era industri 4.0 sekarang ini, dibutuhkan Big Data, blockchain, dan teknologi lainnya yang berpotensi menawarkan solusi untuk efisiensi dan optimalisasi proses secara digitalisasi (Greenwood, et al., 2019) termasuk untuk pengembangan wilayah diperlukan metoda-metoda yang applicable serta mengakomodir kemudahan dalam penggunaannya.

Untuk itu Satuan Genetika Wilayah yang mengakomodasi aspek kegeologian sebagai unsur utama dielaborasi dengan aspek lain seperti tata guna lahan, sumberdaya air, kondisi lingkungan sekitar dan sumberdaya mineral. Penelitian ini tujuannya yaitu menganalisis parameter-parameter kegeologian untuk mendapatkan hasil kajian yang secara holistik dari setiap kelas Satuan Genetika Wilayah berdasarkan komponen dasar jenis batuan, kondisi morfologi, tektonikan.

## 2. Metode Ilmiah

Metodologi yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah kajian yang tentunya fokus utama adalah mengenai kajian terhadap lokasi dan karakteristik daerah rawan bencana sehingga didapatkan parameter-parameter penentu zonasi rawan bencana yang akan terkait dengan pengembangan wilayah ke depan. Untuk memudahkan kegiatan penelitian, metodologi kegiatan dibagi menjadi beberapa aktivitas, yaitu;

### Tahap Persiapan

Tahap persiapan ini merupakan tahap awal untuk menginventarisasi

data-data penunjang dalam penelitian, diantaranya ;

- a. Data administrasi;
- b. Data topografi dan geologi;
- c. Data rencana tata ruang, dan kajian kebencanaan geologi.

### Tahap Lapangan

Tahap ini merupakan kegiatan inti dari penelitian ini, adapun data-data yang menjadi target dalam penelitian ini diantaranya;

- a. Aspek Lingkungan
  - Komponen lingkungan Fisik
  - Komponen lingkungan Geologi
- b. Aspek Teknis
  - Luasan wilayah yang berpotensi bencana geologi
  - Batas wilayah
  - Frekuensi kebencanaan
- c. Aspek Ekonomi dan Kebijakan
  - Pendapatan masyarakat sekitar lokasi bencana
  - Matapencaharian Masyarakat sekitar lokasi bencana sebelum dan sesudah
  - Kebijakan yang mengatur tentang kebencanaan geologi Wilayah Kabupaten Bandung dan Umumnya di Provinsi Jawa Barat
- d. Aspek Tata Guna Lahan
  - Fungsi dan manfaat lahan saat ini (sebelum penambangan) dan ke depan berdasarkan kepada RTRW dan RPJM Kab. Bandung
  - Dampak penggunaan lahan yang berdampak terhadap kebencanaan geologi
- e. Aspek Penunjang  
Aspek penunjang yaitu aspek lain yang penting untuk memperkuat dalam kajian karakteristik lokasi bencana.

Selain itu, metoda untuk analisis potensi dan kendala menggunakan SGW. Di dalam tiap SGW dapat dilakukan, bahkan dapat dilanjutkan dengan

penafsiran tingkat potensi dan kendala wilayah, dengan melakukan scoring system atau metode scoring (Usman, *et al.*, 2017).

Sebagai contoh untuk menilai potensi kewilayahan bagi pengembangan wilayah dilakukan identifikasi parameter yang penting dinilai, sebagai berikut (Hirawan, 1983 dalam Usman, *et al.*, 2017) :

- a. Kemampuan berkembang :
  - Kemiringan lereng (slope)
  - Kesempaan Daerah
  - Tempat pembuangan limbah
  - Tingkat kesulitan penggalian/pengerjaan
  - Kesuburan tanah alami
- b. Stabilitas wilayah :
  - Lereng alamiah (natural slope)
  - Permukaan tanah (ground/land)
  - Goncangan gempa
- c. Ancaman risiko/bencana alam :
  - Tanah ekspansi (soil expansion)
  - Problem erosi (erosion problem)
  - Gerakan tanah (landslides)
  - Nendatan tektonik
  - Banjir (flooding)
- d. Sumber Daya Mineral (galian) :
  - Air permukaan
  - Air tanah (ground water)
  - Bahan urugan tanah

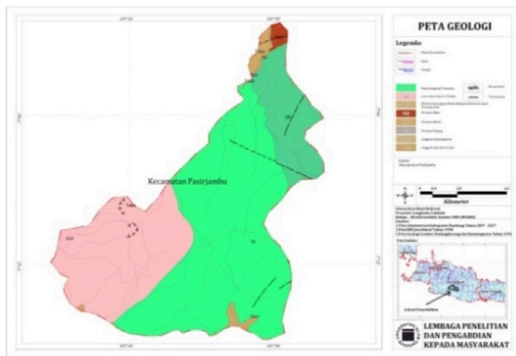


Gambar 1. Daerah Rawan Bencana di Kecamatan Pasirjambu berupa Erosi Tanah di Desa Sugihmukti dengan Tataguna Lahan Semak Belukar, Kelerengan Curam, Tidak ada Saluran Drainage. (<http://repository.unpas.ac.id/15522/3/BAB%20III%20ANGGA.pdf>)

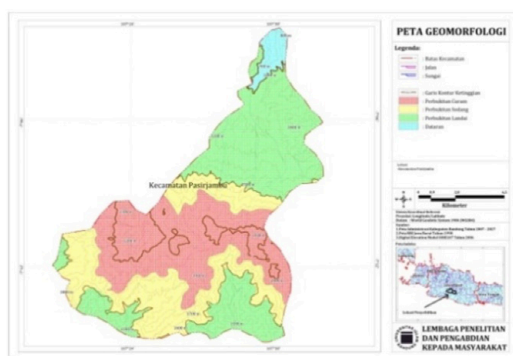
### 3. Hasil dan Pembahasan

Kondisi lokasi penelitian memberikan gambaran secara aspek geologi sebagai berikut, yaitu terdiri dari 8 satuan batuan (Batugamping Terumbu (Ql), Lava dan Lahar G. Patuha (Qv2), Batuan Gunungapi Muda Endapan Breksi & Lahar Gunung Gede (Qy), Formasi Bulu (Tmb), Formasi Besar (Tmbv), Formasi Mapag (Tmc), Anggota Sindangkerta (Tmcs) dan Anggota Tufa dan breksi (Tpv1).

Berdasarkan informasi kondisi batuan diatas, hanya di Formasi Lava & Lahar G. Patuha yang dapat dikembangkan dengan produk gunungapi sebagai bahan galian industri, yaitu endapan pasir vulkanik dan batuan (Gambar 2.).



Gambar 2. Kondisi Geologi Kec. Pasirjambu



Gambar 3. Kondisi Geomorfologi Kec. Pasirjambu

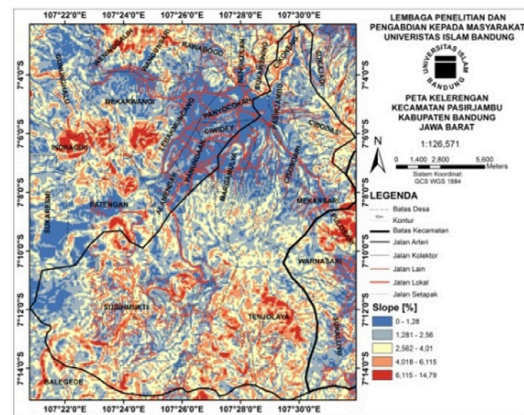
Aspek lain yang harus diperhatikan selain kondisi geologi yaitu kondisi morfologi dan bentang alam lokasi penelitian, dimana berdasarkan analisis

peta digital untuk kondisi morfologi yaitu sebagaimana terlihat pada gambar 3.

Berdasarkan analisis peta tersebut didapatkan 4 kondisi geomorfologi, yaitu

- Geomorfologi Perbukitan Curam, menempati 35% dari luasan area penelitian sebelah selatan;
- Geomorfologi Perbukitan Sedang, menempati 20% dari luasan area penelitian sebelah selatan.
- Geomorfologi Perbukitan Landai, menempati 40% dari luasan area penelitian sebelah utara dan sedikit di selatan
- Pedataran, menempati 5% dari luasan area penelitian berada di sebelah utara bagian ujung lokasi.

Aspek ketiga yang menjadi bahan kajian untuk SGW yaitu kondisi ketektonikan yang bisa dilihat berdasarkan kegempaan atau kelerengan atau intensitas struktur geologi di wilayah penelitian. Hasil analisis lapangan dan data digital maka didapatkan suatu gambaran data sebagaimana terlihat pada gambar 4.



Gambar 4. Kondisi Kelerengan Kec. Pasirjambu

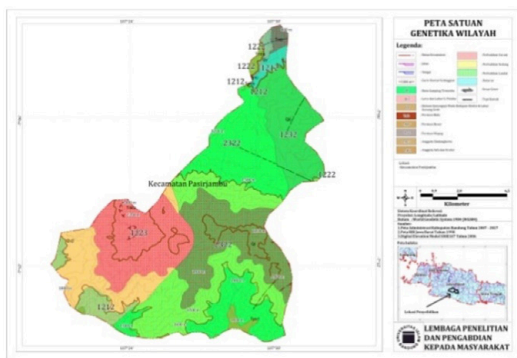
Berdasarkan peta diatas yang dianalisis secara digital, maka didapatkan kondisi kelerengan lokasi penelitian sebagai berikut;

- Kelas Lereng 0 – 1,2% menempati area penelitian paling dominan (biru)
- Kelas Lereng 1,2 – 2,5% menempati area penelitian lebih

- kecil sebarannya daripada kelas sebelumnya (biru muda)
- c. Kelas Lereng 2,5–4,0% menempati cukup luas dari area penelitian hamper sama dengan kelas lereng 0 – 1,2% (kuning)
  - d. Kelas Lereng 4,0 – 6,1% menempati hanya sebagian kecil area penelitian (coklat)
  - e. Kelas Lereng 6,1 – 14,7% menempati area penelitian relative sedang dan menyebar di beberapa tempat (merah)

Selain itu dilakukan analisis lokasi penelitian untuk mengamati kondisi fisik lokasi meliputi; akses jalan, sarana prasarana umum, potensi bahan galian pasir dan batuan, kondisi airtanah, tata guna lahan dan vegetasi.

Ketiga aspek diatas kemudian dilakukan superimpose data menggunakan system digital untuk mempermudah proses fitting data jenis batuan, morfologi dan kelerengan, maka didapatkan peta superimpose Kecamatan Pasirjambu sebagai dasar untuk analisis secara holistik dan perhitungan matriks skenario pengembangan seperti yang terlihat pada gambar 5.



Gambar 5. Peta Satuan Genetika Wilayah Kec. Pasirjambu

Berdasarkan Gambar. 5 diatas, maka terdapat 5 kelas SGW, yaitu kelas 1222, 1212, 1232, 2322, dan 1223 yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan wilayah, hanya akan muncul sebanyak 2 kelas paling maksimal untuk dikomparasi

dalam matriks holistik, dimana kelas 1223 dan kelas 2322. Namun hasil perhitungan matriks holistik kedua scenario tersebut hanya kelas 1223 perbukitan curam lava dan lahar Gunung Patuha Intensitas Kuat dengan nilai nilai 302,5 onsite dan 334 offsite, artinya jika potensi yang ada dikembangkan menjadi wilayah pertambangan maka berdampak ke wilayah di luar dari kecamatan Pasirjambu seperti Kec. Ciwidey, Kec. Soreang, dan Kec. Gununghalu dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai hasil perhitungan secara holistik untuk SGW Pasir Jambu.

Bahaya alam adalah peristiwa geografis yang secara teratur terjadi dalam skala kecil di seluruh dunia. Bahaya alam dapat disebut sebagai bencana ketika akhirnya mengarah pada bencana (Hishan, *et al.*, 2021). Bencana geologi secara serius membatasi pembangunan ekonomi regional yang berkelanjutan karena sifatnya yang tiba-tiba dan daya rusaknya yang kuat (Yang, *et al.*, 2019; Nhu, *et al.*, 2020 and Wang, *et al.*, 2021). Perbedaan antara bencana dan bahaya adalah bahwa bencana adalah sebuah konsep dengan nilai ambang batas ekstrim yang merenggut nyawa dan harta benda manusia sedangkan bahaya tidak harus demikian (Hisha, *et al.*, 2021). Prediksi dan pengelolaan bencana geologis yang ilmiah dan akurat dapat mengurangi biaya penanggulangan bencana dan memastikan keamanan lingkungan ekologis. Ini memberikan referensi penting untuk pengelolaan penggunaan lahan, perencanaan infrastruktur, dan koordinasi lingkungan dan pembangunan regional (Bilgen, *et al.*, 2015; Wang, *et al.*, 2021).

Selain dengan aspek kegeologian, maka suatu pembangunan berkelanjutan harus juga memperhatikan aspek luar selain geologi, salah satunya iklim yang erat kaitannya dengan kebencanaan. Meskipun ada hubungan empiris yang mengecilkan hubungan antara Perubahan Iklim dan Pembangunan Berkelanjutan

**Tabel 1. Matrik Holistik Evaluasi Skenario Arah Pengembangan Wilayah Terpadu Sgw Daerah Pasirjambu, Kabupaten Bandung - Jawa Barat**

No	Faktor	Sub faktor	BOBOT x NILAI						SELISIH		
			Kondisi Sekarang			Skenario Jika Ada Pembangunan			Kondisi Sekarang - Skenario Jika Ada Pembangunan		
			On Site	Off Site	Total	On Site	Off Site	Total	On Site	Off Site	Total
I	Keekonomian Bahan Galian	Cadangan	7	0	7	6	0	6	-1	0	-1
		Kualitas	7	0	7	8	0	8	1	0	1
		Aksesibilitas	9	0	9	7	0	7	-2	0	-2
		Pasar	8	0	8	8	0	8	0	0	0
		Tempat simpan tanah pucuk	5	0	5	7	0	7	2	0	2
		Tingkat kesulitan pengerjaan	6	0	6	7	0	7	1	0	1
		<b>42</b>	<b>0</b>	<b>42</b>	<b>43</b>	<b>0</b>	<b>43</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	
II	Keekonomian Kewilayahan Tata Ruang	Kemiringan Lereng	6	12	18	11	12	23	5	0	5
		Elevasi dari Jalan Raya	4	-3	1	6	-3	3	2	0	2
		Fundasi	12	6	18	6	6	12	-6	0	-6
		Ketersediaan Air	-5	-8	-13	-12	-8	-20	-7	0	-7
		Ketersediaan Bahan Bangunan	10	6	16	5	6	11	-5	0	-5
		Areal Buangan limbah	6	6	12	5	6	11	-1	0	-1
<b>33</b>	<b>19</b>	<b>52</b>	<b>21</b>	<b>19</b>	<b>40</b>	<b>-12</b>	<b>0</b>	<b>-12</b>			
III	Stabilitas Wilayah	Lereng Alamiah	9	12	21	9	12	21	0	0	0
		Permukaan Tanah	8	6	14	7	-3	4	-1	-9	-10
		Goncangan Gempa	7	6	13	7	-3	4	0	-9	-9
		<b>24</b>	<b>24</b>	<b>48</b>	<b>23</b>	<b>6</b>	<b>29</b>	<b>-1</b>	<b>-18</b>	<b>-19</b>	
IV	Ancaman Resiko / Bencana Alam	Tanah Ekspansi	3	3	6	4	4	8	1	2	-3
		Problem Erosi	-3	-1,5	-4,5	-2	-3	-5	1	-0,5	3
		Gerakan Tanah	6	6	12	6	-1,5	4,5	0	-7,5	-6
		Gempa Bumi	6	6	12	5	4,5	9,5	-1	-2,5	-6
		Erupsi Gunungapi	6	6	12	5	4,5	9,5	-1	-2,5	-6
		Nendatan Tektonik	8	3	11	4	4,5	8,5	-4	-2,5	-8
		Banjir	8	3	11	4	4,5	8,5	-4	-2,5	-8
<b>34</b>	<b>25,5</b>	<b>59,5</b>	<b>26</b>	<b>30</b>	<b>56</b>	<b>-8</b>	<b>-3,5</b>	<b>-34</b>			
V	Pencemaran	Air	12	10	22	10	7,5	17,5	-2	-14,5	-16,5
		Tanah	8	7,5	15,5	10	7,5	17,5	2	-8	-6
		Udara	8	7,5	15,5	7,5	7,5	15	-0,5	-8	-8,5
		Tata Guna Tanah	9	-5	4	7,5	-7,5	0	-1,5	-11,5	-13
<b>37</b>	<b>20</b>	<b>57</b>	<b>35</b>	<b>15</b>	<b>50</b>	<b>-2</b>	<b>-42</b>	<b>-44</b>			
VI	Reklamasi	Timbunan	13	12	25	16	12	28	3	0	3
		Vegetasi Penutup	-3	-3	-6	-6	-6	-12	-3	-3	-6
		Estetika	8	0	8	12	0	12	4	0	4
<b>18</b>	<b>9</b>	<b>27</b>	<b>22</b>	<b>6</b>	<b>28</b>	<b>4</b>	<b>-3</b>	<b>1</b>			
VII	Sosial-Ekonomi-Budaya-Hukum	Persepsi Masyarakat	12	12	24	16	12	28	4	0	4
		Pemberdayaan Masyarakat	-4	-8	-12	16	12	28	20	20	40
		Peningkatan SDM	-4	-8	-12	12	12	24	16	20	36
		Transportasi	9	8	17	12	8	20	3	0	3
		Pariwisata	0	0	0	-12	0	-12	-12	0	-12
<b>13</b>	<b>4</b>	<b>17</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>88</b>	<b>31</b>	<b>40</b>	<b>71</b>			
<b>Total</b>			<b>201</b>	<b>101,5</b>	<b>302,5</b>	<b>214</b>	<b>120</b>	<b>334</b>	<b>13</b>	<b>-26,5</b>	<b>-36</b>

(SD) (Bizikova, et al., 2007), sebagian besar penelitian ini adalah tentang ilmuwan dan pembuat kebijakan yang mengembangkan pendekatan bottom-

up yang inovatif, yang didasarkan pada peningkatan lokal. tantangan tentang CC dan bagaimana mencegah kekhawatiran tersebut dan membuat daerah perkotaan

dan Negara Kepulauan berkembang secara berkelanjutan dan tahan terhadap CC.

Selain itu perlu kita perhatikan juga bahwa adanya pembangunan akan berdampak terhadap lingkungan sekitar. Perubahan lingkungan yang begitu besar mengubah ekologi, menciptakan tantangan pembangunan berkelanjutan seperti banjir lokal yang menyebabkan penyakit fisik dan psikologis bagi mereka yang terkena dampak (Raza, *et al.*, 2020).

Bencana tersebut umumnya disebabkan oleh peristiwa-peristiwa yang lambat seperti degradasi hutan, pengasaman badan air, kenaikan permukaan laut, penipisan lapisan ozon, hilangnya keanekaragaman hayati, kenaikan suhu global yang berdampak besar pada perubahan iklim (Hishan, *et al.*, 2021). Sebagian karena pola musiman yang kuat, sangat rentan terhadap bencana terkait cuaca termasuk banjir, angin topan, tanah longsor, kekeringan, dan gelombang panas. Frekuensi dan tingkat keparahan peristiwa semacam itu diperkirakan akan meningkat secara signifikan seiring dengan perubahan iklim (Seidler, *et al.*, 2018).

#### 4. Kesimpulan dan Saran

##### Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian data lapangan dan analisis maka kesimpulannya sebagai berikut ;

- a. Hasil menunjukkan bahwa parameter-parameter kegeologian sebagai hasil kajian secara holistic untuk setiap kelas zonasi Satuan Genetika Kewilayahan (SGW) berdasarkan komponen jenis batuan, kondisi morfologi dan keteknikan terdapat 5 kelas SGW yaitu kelas 1222, 1212, 1232, 2322, dan 1223 yang merupakan hasil kajian secara komprehensif;
- b. Kelas SGW yang menunjukkan parameter jenis batuan, kondisi

morfologi dan keteknikan yang kuat secara analisis holistik kuantitatif bahwa kelas 1223 yaitu perbukitan curam lava dan lahar Gunung Patuha Intensitas Kuat, dimana hasil analisis menunjukkan nilai 302,5 onsite dan 334 offsite, artinya jika potensi yang ada dikembangkan menjadi wilayah pertambangan maka berdampak ke wilayah di luar dari kecamatan Pasirjambu seperti Kec. Ciwidey, Kec. Soreang, dan Kec. Gununghalu.

##### Saran

Masih diperlukan suatu kajian yang lebih rinci untuk melakukan zonasi yang spesifik terkait dengan karakteristik daerah merupakan kawasan rawan bencana gerakan tanah dengan parameter-parameter yang berbeda sehingga akan menghasilkan kajian yang lebih komprehensif;

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bilgen, S., & Sarıkaya, İ. (2015). Exergy for environment, ecology and sustainable development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 51, 1115–1131. doi:10.1016/j.rser.2015.07.015
- Bizikova, L., Robinson, J. and Cohen, S. (2007). *Linking Climate Change And Sustainable Development at the Local Level, Climate Policy*. [online] Available from: <https://doi.org/10.1080/14693062.2007.9685655> [Accessed 29 Jun. 2018].
- Hishan, S. S., Ramakrishnan, S., Mansor, N. N. binti A., Rahim, R., Chuan, L. T., Mahmood, A., & Beri, N. (2021). Understanding disaster risk and development of resilience as one of the fundamental drivers of sustainable development in India with special reference to supercyclone Amphan. *International Journal of Disaster*

- Risk Reduction, 62, 102339. doi:10.1016/j.ijdr.2021.102339
- J. Li, D. Greenwood, M. Kassem, Blockchain in the built environment and construction industry: a systematic review, conceptual models and practical use cases, *Autom. Constr.* 102 (2019) 288–307, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.02.005>;
- LIVIA BIZIKOVA, JOHN ROBINSON & STEWART COHEN (2007) Linking climate change and sustainable development at the local level, *Climate Policy*, 7:4, 271-277, DOI: 10.1080/14693062.2007.9685655
- Nhu, V.-H.; Shirzadi, A.; Shahabi, H.; Singh, S.K.; Al-Ansari, N.; Clague, J.J.; Jaafari, A.; Chen, W.; Miraki, S.; Dou, J.; Luu, C.; Górski, K.; Thai Pham, B.; Nguyen, H.D.; Ahmad, B.B (2020). Shallow Landslide Susceptibility Mapping: A Comparison between Logistic Model Tree, Logistic Regression, Naïve Bayes Tree, Artificial Neural Network, and Support Vector Machine Algorithms. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020, 17, 2749. <https://doi.org/10.3390/ijerph17082749>
- Pal, I, Meding, J V, Klinmalai, C., (2020). Regional Perspectives on Disaster Resilience and Sustainable Development. *Interdiscip. Approach Disaster Resilience Sustainability* (2), 92–99.
- Raza, T., Liwag, C. R. E. U., Andres, A. V. L., Castro, J. T., Cuña, A. C., Vinarao, V. G., ... Ahmed, N. (2020). Extreme weather disasters challenges for sustainable development: Innovating a science and policy framework for disaster-resilient and sustainable Quezon City, Philippines. *Progress in Disaster Science*, 5, 100066. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pdisas.2020.100066>
- Seidler, R., Dietrich, K., Schweizer, S., Bawa, K. S., Chopde, S., Zaman, F., ... Khaling, S. (2018). Progress on integrating climate change adaptation and disaster risk reduction for sustainable development pathways in South Asia: Evidence from six research projects. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 31, 92–101. doi:10.1016/j.ijdr.2018.04.0
- Tang, M., Liu, P., Chao, X., & Han, Z. (2021). The performativity of city resilience for sustainable development of poor and disaster-prone regions: A case study from China. *Technological Forecasting and Social Change*, 173, 121130. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121>
- Usman, D. N., Widayati, S., & Sriyanti, (2016). Good Mining Practice As The Support Of Management Of Environmentally And Sustainable Mining. *ETHOS: Jurnal Penelitian dan Pengabdian*, 1-7.
- Usman, D. N., Widayati, S., & Sriyanti, S. (2017). Kebencanaan sebagai Kekuatan dalam Pengembangan Wilayah Berbasis Satuan Genetika Kewilayahan. *Prosiding SNaPP: Sains, Teknologi*, 7(2), 377-383.
- Xuedong Wang, Chaobiao Zhang, Cui Wang, Guangwei Liu, Hanxi Wang. (2021). GIS-based for prediction and prevention of environmental geological disaster susceptibility: From a perspective of sustainable development, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Volume 226, 2021, 112881, ISSN 0147-6513, <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112881>.
- Yang, Y., Hu, N., (2019). The spatial and temporal evolution of coordinated ecologicaland socioeconomic development in the provinces along the Silk Road Economic Belt in China. *Sust. Cities Soc.* 47, 13. <https://doi.org/10.1016/j>



scs.2019.101466.