

## PEMETAAN RISIKO MULTIBENCANA ALAM PADA INFRASTRUKTUR JALAN

Jaya Iskandar<sup>1</sup>, Roi Milyardi<sup>2\*</sup>, dan Cindrawaty Lesmana<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Maranatha, Jl. Surya Sumantri No.65 Bandung  
1821049@maranatha.edu

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Maranatha, Jl. Surya Sumantri No.65 Bandung  
roi.milyardi@maranatha.edu

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Maranatha, Jl. Surya Sumantri No.65 Bandung  
cindrawaty.lesmana@eng.maranatha.edu

Masuk: 21-03-2023, revisi: 05-04-2023, diterima untuk diterbitkan: 19-05-2023

### ABSTRACT

*The ability of road infrastructure to serve the community is not only needed under normal conditions but is also needed when a disaster occurs as part of disaster resilience. One of the approaches that can be used in assessing disaster preparedness is mapping disaster risk on the road. In this research, a case study of disaster risk mapping was carried out on the Pasauran-Sp. Labuan - Cibaliung and Citereup-Tanjung Lesung, Banten Province which is divided into 11 road sections. Disaster risk mapping on roads in Padegelang is very necessary with disaster-prone locations making it very prone to disasters. The aim of this study is to make a multi-disaster risk map based on disaster risk index values (floods, tsunamis, earthquakes, and landslides) on the roads. Disaster risk mapping is carried out using the SE Director General of Highways no. 12/SE/Db/2014. The results of the multi-disaster disaster risk index obtained from this study in sections 9,10 and 11 have a low-risk level, in sections 1,3,5 and 6 have a medium-risk level, and in sections 2,4,7 and 8 have a high-risk level. The output of the disaster risk map hopefully helps the stakeholders make the right decisions regarding disaster mitigation.*

*Keywords: disaster risk map; disaster risk on road infrastructure; multi-disaster risk; risk index*

### ABSTRAK

Kemampuan infrastruktur jalan melayani masyarakat tidak saja dibutuhkan pada kondisi normal, namun juga dibutuhkan pada saat terjadi bencana sebagai bagian dari ketangguhan bencana. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan dalam melakukan penialain kesiapan menghadapi bencana adalah pemetaan risiko bencana pada ruas jalan yang ditinjau. Pada penelitian ini, dilakukan studi kasus pemetaan risiko bencana pada ruas jalan Pasauran- Sp. Labuan - Cibaliung dan Citereup-Tanjung Lesung, Provinsi Banten yang dibagi menjadi 11 seksi jalan. Pemetaan risiko bencana pada ruas jalan di Padegelang sangat diperlukan dengan lokasi rawan bencana membuatnya sangat rawan terhadap bencana. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat memetakan multi risiko bencana berdasarkan nilai indeks risiko bencana (banjir, tsunami, gempa bumi, dan tanah longsor) pada ruas jalan yang ditinjau. Pemetaan risiko bencana dilakukan menggunakan prosedur SE DirJen Bina Marga no. 12/SE/Db/2014 tentang Pedoman analisis risiko bencana alam yang berdampak pada jalan dan jembatan. Hasil indeks risiko bencana multi-bencana yang didapatkan dari penelitian ini pada seksi 9,10, dan 11 memiliki tingkat risiko rendah, pada seksi 1,3,5, dan 6 memiliki tingkat risiko sedang, dan pada seksi 2,4,7, dan 8 memiliki tingkat risiko tinggi. Dengan adanya peta risiko bencana ini diharapkan para *stakeholder* dapat mengambil keputusan tepat terkait mitigasi bencana pada ruas jalan tersebut.

Kata kunci: peta risiko bencana; risiko bencana pada jalan; risiko multibencana; indeks risiko

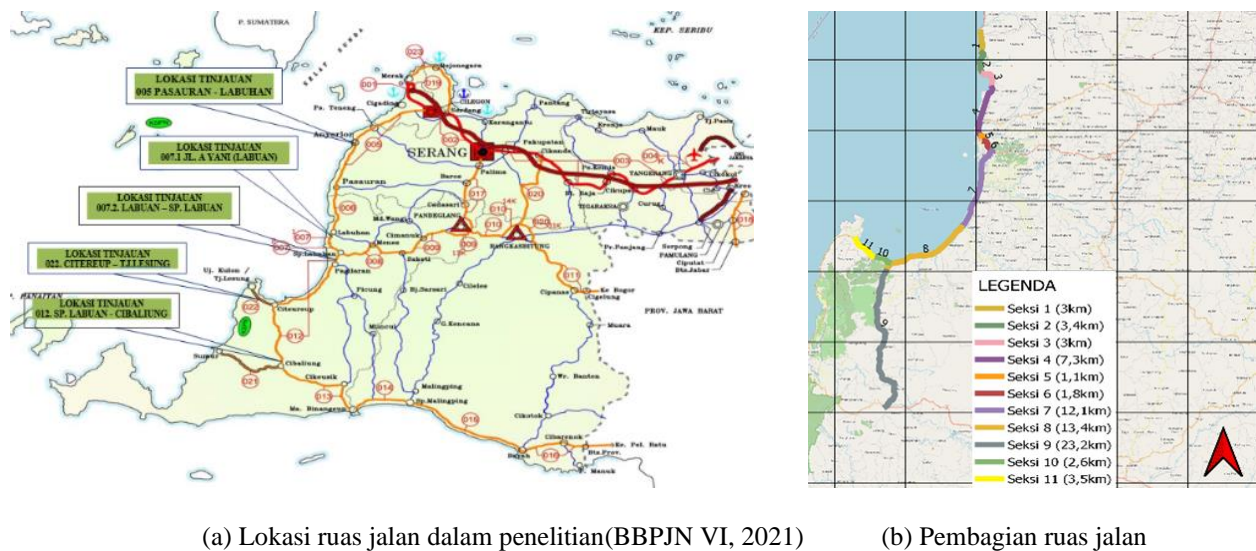
### 1. PENDAHULUAN

Infrastruktur jalan dibutuhkan dalam mendukung pertumbuhan ekonomi daerah (Suriani & Keusuma, 2015). Dalam melayani kebutuhan masyarakat, infrastruktur jalan sangat dibutuhkan tetap bertahan pada saat terjadinya bencana. Dengan bertahannya suatu infrastruktur jalan pada saat terjadi bencana, mencerminkan ketangguhan bencana dimana mendukung *resiliensi* suatu daerah menghadapi bencana (Fauzan, 2018). Indonesia sebagai negara yang memiliki kondisi alam yang luas, dikelilingi oleh Cincin Api Pasifik dan berada di atas tiga tumbukan lempeng benua, membuat Indonesia menjadi daerah rawan bencana (Pribadi et al., 2023). Dengan kondisi rawan bencana, infrastruktur di Indonesia juga menghadapi risiko akan berbagai bencana diantaranya gempa bumi, banjir, tsunami, dan longsor (Moerwanto & Zulfan, 2020; Suryajaya & Suhendra, 2019; Toyfur et al., 2018). Penilaian risiko menjadi Langkah

awal untuk dapat melakukan manajemen risiko bencana yang dihadapi oleh infrastruktur jalan, baik pada pengambilan keputusan investasi, design dan konstruksi, hingga pemeliharaan jalan (Milyardi, 2020; Sandhyavitri & Saputra, 2019; Sandhyavitri & Zulfiqar, 2019; Setiawan & Asima, 2019). Metode penilaian risiko dengan basis indeks risiko pada multi bencana telah dikembangkan oleh Kementerian PUPR melalui Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga no. 12/SE/Db/2014 tentang Pedoman analisis risiko bencana alam yang berdampak pada jalan dan jembatan (Kementerian PUPR, 2014). Daerah Kabupaten Pandeglang di Provinsi Banten merupakan salah satu daerah perkenomian aktif dengan sektor pariwisata yang menjadi unggulannya, namun juga menjadi salah satu daerah rawan bencana dengan berbagai riwayat bencana seperti tsunami, gempa bumi, dan banjir (BNPB, 2022; Sutjipto, 2014). Pada penelitian ini dilakukan pemetaan risiko multibencana (gempa bumi, banjir, longsor, tsunami) pada ruas jalan Pasauran-Sp. Labuan-Cibaliung dan Citereup- Tanjung Lesung di Kabupaten Pandeglang, Banten dengan prosedur Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga no. 12/SE/Db/2014. Diharapkan melalui peta risiko bencana pada ruas jalan yang dilakukan dapat menjadi dasar pengambilan keputusan *stakeholder* terkait dalam melakukan manajemen risiko, khususnya pada infrastruktur jalan.

## 2. METODE PENELITIAN

Ruas jalan Pasauran-Sp. Labuan-Cibaliung dan Citereup- Tanjung Lesung di Kabupaten Pandeglang, Banten terdiri dari 11 Seksi jalan dengan total panjang 74,4 km ditunjukkan pada Tabel 1 dan Gambar 1 (BBPJN VI, 2021). Pada seksi 1 sampai dengan 6 merupakan ruas jalan Pasauran – SP Labuan, seksi 7 sampai 9 merupakan ruas jalan di SP Labuan – Cibaliung, dan Seksi 10 dan 11 adalah ruas jalan Citereup-Tanjung Lesung. Lingkup bencana yang ditinjau pada penelitian ini adalah terbatas pada 4 bencana, yaitu gempa bumi, banjir, tanah longsor, dan tsunami. Prosedur penilaian risiko SE DirJen Bina Marga no. 12/SE/Db/2014 menilai risiko bencana berdasarkan 5 komponen risiko yaitu bahaya (*Hazard*), Keterpaparan (*Exposure*), Kerentanan (*Vulnerability*), Konteks eksternal (*External*), dan kapasitas (*Capacity*). Pada tiap komponen risiko, terdapat sub-sub komponen yang masing-masing memiliki indikator dalam menentukan nilai indeks. Pada Tabel 2 sampai dengan Tabel 5 ditunjukkan subkomponen, indikator, penentuan nilai indeks, dan bobot untuk komponen *hazard*, *exposure*, dan *vulnerability* untuk masing-masing bencana yang ditinjau, sedangkan pada Tabel 6 ditunjukkan subkomponen, indikator, dan bobot penentuan nilai indeks untuk komponen *External* dan *Capacity* yang sama untuk tiap bencana yang ditinjau. Dalam penentuan nilai indeks tiap subkomponen, didapatkan melalui pengumpulan data primer dan sekunder yang ditunjukkan pada Tabel 7.



Gambar 1. Lokasi dan pembagian seksi ruas jalan Pasauran-Sp. Labuan-Cibaliung dan Citereup- Tanjung Lesung, Kab. Pandeglang, Banten

Tabel 1. Pembagian Pasauran-Sp. Labuan-Cibaliung dan Citereup- Tanjung Lesung, Kab. Pandeglang, Banten

Seksi	Ruas Jalan	STA		Jenis Perkerasan
		Mulai	Akhir	
1	Pasauran - Labuan	0+000	3+000	Lentur
2	Pasauran - Labuan	3+000	6+400	Kaku
3	Pasauran - Labuan	6+400	9+400	Lentur
4	Pasauran - Labuan	9+400	16+700	Kaku

Seksi	Ruas Jalan	STA		Jenis Perkerasan
		Mulai	Akhir	
5	Labuan	0+000	1+100	Lentur
6	Labuan - SP Labuan	0+000	1+800	Lentur
7	SP Labuan - Cibaliung	0+000	12+100	Kaku
8	SP Labuan - Cibaliung	12+100	25+500	Lentur
9	SP Labuan - Cibaliung	25+500	48+700	Lentur
10	Citereup - Tanjung Lesung	0+000	2+600	Kaku
11	Citereup - Tanjung Lesung	2+600	6+100	Lentur

Tabel 2. Subkomponen *Hazard, Exposure, Vulnerability* bencana gempa bumi SE DirJen Bina Marga no.12/SE/Db/2014 (Kementerian PUPR, 2014)

Komponen	Kode	Sub-Komponen	Indikator	Nilai Indeks	Bobot (%)
<i>Hazard</i>	G-H-1	Nilai <i>PGA</i> pada Lokasi ruas jalan	< 0,2 g	1	20
			0,2 - 0,3 g	2	
			> 0,3 g	3	
	G-H-2	Keberadaan sesar pada ruas jalan	Berada jauh dari zona sesar aktif > 1000 m	1	20
			Dekat dengan zona sesar (dalam jarak 100 – 1000 m)	2	
			Berada pada zona sesar (dalam jarak <100 m)	3	
	G-H-3	Persentase panjang jalan yang berada pada tanah rawan likuifaksi	< 10%	1	20
			10-30 %	2	
			>30 %	3	
	G-H-4	Persentase panjang jalan yang berada pada daerah rawan longsor	< 10%	1	20
			10-30 %	2	
			>30 %	3	
	G-H-5	Persentase panjang jalan yang berada pada daerah rawan tsunami	< 10%	1	20
			10-30 %	2	
			>30 %	3	
<i>Exposure</i>	G-E-1	Panjang Ruas Jalan	<5 km	1	20
			5 – 10 km	2	
			>10 km	3	
	G-E-2	Panjang total jembatan pada ruas jalan	<100 m	1	30
			100 – 500 m	2	
			>500 m	3	
	G-E-3	Volume Lalu Lintas	<3.000 smp	1	30
			3.000-10.000 smp	2	
			>10.000 smp	3	
<i>Vulnerability</i>	G-E-4	PDRB Kabupaten yang berada pada ruas jalan	PDRB daerah < PDRB rata-rata nasional	1	20
			PDRB daerah = PDRB rata-rata nasional	2	
			PDRB daerah > PDRB rata-rata nasional	3	
	G-V-1	Jumlah jembatan pada ruas jalan	<=1	1	10
			2 – 3	2	
			>3	3	
	G-V-2	Persentase jembatan bentang utama ≥ 50 m	0	1	15
			≤10%	2	
			>10%	3	
	G-V-3	Kondisi eksisting jembatan	Baik, kerusakan ringan, Nilai Kondisi 0 - 1, lalu lintas lancar	1	15
			Sedang, kerusakan sedang, Nilai Kondisi 2 -3, lalu lintas cukup lancar	2	

Komponen	Kode	Sub-Komponen	Indikator	Nilai Indeks	Bobot (%)
	G-V-4	Jenis tanah dasar	Buruk, rusak berat, Nilai kondisi 4 - 5, lalu lintas terganggu/terputus	3	15
			Lempung keras padat campuran yang memiliki nilai kuat geser 100-200 kPa, pasir padat $\phi > 36^\circ$	1	
			Lempung sedang yang memiliki nilai kuat geser 25-100 kPa, pasir sedang $\phi = 28-36^\circ$	2	
			Tanah pasir lepas yang memiliki kuat geser $\phi < 28^\circ$	3	
	G-V-5	Daya dukung tanah di sekitar jembatan	Lempung keras padat 100-200 kPa, pasir padat $\phi > 36^\circ$	1	15
			Lempung sedang 25-100 kPa, pasir sedang $\phi = 28-36^\circ$	2	
			Tanah pasir lepas yang memiliki kuat geser $\phi < 28^\circ$	3	
			Jalan tanah (tanpa penutup)	1	
	G-V-6	Jenis perkerasan	Fleksibel	2	10
			Kaku	3	
			Tidak terdapat terowongan	1	
	G-V-7	Keberadaan terowongan	Terdapat terowongan dengan kedalaman $> 50$ m	2	10
			Terdapat terowongan dengan kedalaman $< 50$ m	3	
	G-V-8	Ketersediaan rute/ruas jalan alternatif	Tersedia lebih dari 1 rute alternatif	1	10
			Tersedia hanya 1 rute alternatif	2	
			Tidak tersedia rute alternatif	3	

Tabel 3. Subkomponen *Hazard, Exposure, Vulnerability* bencana banjir SE DirJen Bina Marga no.12/SE/Db/2014 (Kementerian PUPR, 2014)

Komponen	Kode	Sub-Komponen	Indikator	Nilai Indeks	Bobot (%)
<i>Hazard</i>	B-H-1	Tinggi genangan	$< 10$ cm	1	15
			10-25 cm	2	
			$> 25$ cm	3	
	B-H-2	Durasi genangan	$< 12$ jam	1	15
			12 - 24 jam	2	
			$> 24$ jam	3	
	B-H-3	Posisi ruas jalan pada kawasan rawan banjir	I rawan banjir rendah	1	30
			II rawan banjir sedang	2	
			III rawan banjir tinggi	3	
	B-H-4	Persentase panjang jalan dalam kawasan rawan banjir II dan III	$< 10\%$	1	20
			10-30 %	2	
			$> 30\%$	3	
<i>Exposure</i>	B-H-5	Persentase gerusan pada badan jalan	$< 2\%$	1	20
			2-5%	2	
			$> 5\%$	3	
	B-E-1	Gerusan pada jembatan	Tidak terjadi gerusan	1	10
			Terjadi gerusan pada sungai, dekat dengan <i>abutment</i>	2	
			Terjadi gerusan pada pilar jembatan	3	
	B-E-2	Panjang ruas jalan	$< 5$ km	1	20
			5 – 10 km	2	
			$> 10$ km	3	

Komponen	Kode	Sub-Komponen	Indikator	Nilai Indeks	Bobot (%)
<i>Vulnerability</i>	B-E-3	Panjang total jembatan pada ruas jalan	<100 m	1	20
			100 – 500 m	2	
			>500 m	3	
	B-E-4	Volume lalu lintas	<3.000 smp	1	25
			3.000-10.000 smp	2	
			>10.000 smp	3	
	B-E-5	PDRB kota/kabupaten yang berada pada ruas jalan	PDRB daerah < PDRB rata-rata nasional	1	25
			PDRB daerah = PDRB rata-rata nasional	2	
			PDRB daerah > PDRB rata-rata nasional	3	
	B-V-1	Kondisi eksisting jalan	Baik (<6%), lalu lintas lancar	1	15
			Sedang - rusak ringan, (6-15%), lalu lintas cukup lancar	2	
			Rusak berat (>15%), lalu lintas terganggu/terputus	3	
	B-V-2	Kondisi eksisting jembatan	Baik, kerusakan ringan, Nilai Kondisi 0 - 1, lalu lintas lancar	1	15
			Sedang, kerusakan sedang, Nilai Kondisi 2 -3, lalu lintas cukup lancar	2	
			Buruk, rusak berat, Nilai kondisi 4 - 5, lalu lintas terganggu/terputus	3	
	B-V-3	Jumlah jembatan pada ruas jalan	≤1	1	20
			2-3	2	
			>3	3	
	B-V-4	Jenis tanah dasar	Lempung keras padat campuran yang memiliki nilai kuat geser 100-200 kPa, pasir padat Ø> 36 °	1	10
			Lempung sedang yang memiliki nilai kuat geser 25-100 kPa, pasir sedang Ø= 28-36 °	2	
			Tanah pasir lepas yang memiliki kuat geser Ø <28°	3	
			Tanah pasir lepas yang memiliki kuat geser Ø <28o	3	
			Lempung keras padat 100-200 kPa, pasir padat Ø > 36 °	1	
			Lempung sedang 25-100 kPa, pasir sedang Ø=28-36 °	2	
	B-V-5	Daya dukung tanah di sekitar jembatan	Tanah pasir lepas yang memiliki kuat geser Ø <28°	3	10
			Jalan tanah (tanpa penutup)	1	
			Fleksibel	2	
	B-V-6	Jenis perkerasan	Kaku	3	15
			Tersedia lebih dari 1 rute alternatif	1	
			Tersedia hanya 1 rute alternatif	2	
	B-V-7	Ketersediaan rute/ruas jalan alternatif	Tidak tersedia rute alternatif	3	15

Tabel 4. Subkomponen *Hazard, Exposure, Vulnerability* bencana tanah longsor SE DirJen Bina Marga no.12/SE/Db/2014 (Kementerian PUPR, 2014)

Komponen	Kode	Sub-Komponen	Indikator	Nilai Indeks	Bobot (%)
<i>Hazard</i>	L-H-1	Posisi jalan pada peta zona kerentanan gerakan tanah	Zona kerentanan gerakan tanah sangat rendah dan rendah	1	20
			Zona kerentanan gerakan tanah menengah	2	
			Zona kerentanan gerakan tanah tinggi	3	
	L-H-2	Curah hujan harian rata-rata di sekitar lokasi	< 100	1	30
			101 - 300	2	
			>301	3	
	L-H-2	Sejarah longsor & frekuensi kejadian di sekitar jalan	Tidak terjadi longsor dalam kurun waktu 10 tahun terakhir	1	50
			Terjadi longsor dalam kurun waktu 3-10 tahun terakhir dan berulang dalam waktu tertentu	2	
			Terjadi longsor dalam waktu 3 tahun dengan periode ulang tinggi (setiap tahun)	3	
<i>Exposure</i>	L-E-1	Panjang ruas jalan	<5 km	1	20
			5 – 10 km	2	
			>10 km	3	
	L-E-2	Panjang total jembatan pada ruas jalan	<100 m	1	30
			100 – 500 m	2	
			>500 m	3	
	L-E-3	Volume lalu lintas	<3.000 smp	1	30
			3.000-10.000 smp	2	
			>10.000 smp	3	
<i>Vulnerability</i>	L-E-4	PDRB kota/kabupaten yang berada pada ruas jalan	PDRB daerah < PDRB rata-rata nasional	1	20
			PDRB daerah = PDRB rata-rata nasional	2	
			PDRB daerah > PDRB rata-rata nasional	3	
	L-V-1	Kondisi eksisting jalan berpenutup aspal/beton semen	Baik (<6%), lalu lintas lancar	1	10
			Sedang - rusak ringan, (6-15%), lalu lintas cukup lancar	2	
			Rusak berat (>15%), lalu lintas terganggu/terputus	3	
	L-V-2	Kondisi eksisting jembatan	Baik, kerusakan ringan, Nilai Kondisi 0 - 1, lalu lintas lancar	1	10
			Sedang, kerusakan sedang, Nilai Kondisi 2 - 3, lalu lintas cukup lancar	2	
			Buruk, rusak berat, Nilai kondisi 4 - 5, lalu lintas terganggu/terputus	3	
	L-V-3	Klasifikasi medan jalan	< 3 %	1	10
			3 – 25 %	2	
			> 25 %	3	
	L-V-4	Jumlah jembatan pada ruas jalan	<=1	1	10
			2-3	2	
			>3	3	
	L-V-5	Jenis tanah dasar	Lempung keras padat campuran yang memiliki nilai kuat geser 100-200 kPa, pasir padat $\phi > 36^\circ$	1	10
			Lempung sedang yang memiliki nilai kuat geser 25-100 kPa, pasir sedang $\phi = 28-36^\circ$	2	
			Tanah pasir lepas yang memiliki nilai kuat geser $\phi < 28^\circ$	3	
			Tanah pasir lepas yang memiliki nilai kuat geser $\phi < 28^\circ$	3	

Komponen	Kode	Sub-Komponen	Indikator	Nilai Indeks	Bobot (%)
	L-V-6	Daya dukung tanah di sekitar jembatan	Lempung keras padat 100-200 kPa, pasir padat $\varnothing > 36^{\circ}$	1	10
			Lempung sedang 25-100 kPa, pasir sedang $\varnothing=28-36^{\circ}$	2	
			Tanah pasir lepas yang memiliki kuat geser $\varnothing < 28^{\circ}$	3	
			Tanah pasir lepas yang memiliki kuat geser $\varnothing < 28^{\circ}$		
	L-V-7	Ketersediaan rute/ruas jalan alternatif	Tersedia lebih dari 1 rute alternatif	1	10
			Tersedia hanya 1 rute alternatif	2	
			Tidak tersedia rute alternatif	3	
	L-V-8	Tata air lereng	Tidak terdapat keberadaan mata air dalam radius 1 km	1	10
			Terdapat keberadaan mata air dalam radius 500 m - 1km	2	
			Terdapat keberadaan mata air dalam radius < 500 m	3	
L-V-9	Bangunan pengaman lereng/tebing	Bangunan pengaman dalam kondisi baik	1	10	
		Bangunan pengaman dalam kondisi sedang	2		
		Bangunan pengaman dalam kondisi rusak berat atau tidak terdapat bangunan pengaman	3		
		Sistem drainase tersedia di sepanjang ruas dengan kondisi baik hingga kerusakan ringan	1		
L-V-10	Ketersediaan sistem drainase	Sistem drainase tersedia di sepanjang ruas dengan kondisi kerusakan sedang	2	10	
		Sistem drainase tersedia di sepanjang ruas dengan kondisi kerusakan berat	3		

Tabel 5. Subkomponen *Hazard, Exposure, Vulnerability* bencana tsunami SE DirJen Bina Marga no.12/SE/Db/2014 (Kementerian PUPR, 2014)

Komponen	Kode	Sub-Komponen	Indikator	Nilai Indeks	Bobot (%)
<i>Hazard</i>	T-H-1	Posisi ruas jalan pada peta kawasan rawan bencana	KRB I	1	100
			KRB II	2	
			KRB III	3	
<i>Exposure</i>	T-E-1	Panjang ruas jalan	<5 km	1	20
			5 – 10 km	2	
			>10 km	3	
	T-E-2	Panjang total jembatan	<100 m	1	30
			100 – 500 m	2	
			>500 m	3	
	T-E-3	Volume lalu lintas	<3.000 smp	1	30
			3.000-10.000 smp	2	
			>10.000 smp	3	
	T-E-4	PDRB kota/kabupaten yang berada pada ruas	PDRB daerah < PDRB rata-rata nasional	1	20
			PDRB daerah = PDRB rata-rata nasional	2	
			PDRB daerah > PDRB rata-rata nasional	3	
<i>Vulnerability</i>	T-V-1	Kondisi eksisting jalan	Baik (<6%), lalu lintas lancar	1	15

Komponen	Kode	Sub-Komponen	Indikator	Nilai Indeks	Bobot (%)
	T-V-2	Kondisi eksisting jembatan	Sedang - rusak ringan, (6-15%), lalu lintas cukup lancar	2	15
			Rusak berat (>15%), lalu lintas terganggu/terputus	3	
			Baik, kerusakan ringan, Nilai Kondisi 0 - 1, lalu lintas lancar	1	
			Sedang, kerusakan sedang, Nilai Kondisi 2 -3, lalu lintas cukup lancar	2	
			Buruk, rusak berat, Nilai kondisi 4 - 5, lalu lintas terganggu/terputus	3	
			Lempung keras padat 100-200 kPa, pasir padat $\phi > 36^\circ$	1	
	T-V-3	Daya dukung tanah	Lempung sedang 25-100 kPa, pasir sedang $\phi=28-36^\circ$	2	10
			Tanah pasir lepas yang memiliki kuat geser $\phi < 28^\circ$	3	
			>5 km	1	
	T-V-4	Jarak jalan & jembatan dari pantai	2 – 5 km	2	20
			< 2 km	3	
			$\leq 1$	1	
	T-V-5	Jumlah jembatan pada ruas jalan	2-3	2	20
			>3	3	
			Tersedia lebih dari 1 rute alternatif	1	
	T-V-6	Ketersediaan rute/ruas jalan alternatif	Tersedia hanya 1 rute alternatif	2	20
			Tidak tersedia rute alternatif	3	

Tabel 6. Subkomponen *External*, *Capacity* multibencana SE DirJen Bina Marga no.12/SE/Db/2014 (Kementerian PUPR, 2014)

Komponen	Kode	Sub-Komponen	Indikator	Nilai Indeks	Bobot (%)
<i>External</i>	Ex-1	Fungsi kota dalam perkembangan ekonomi	Kegiatan perekonomian sedikit, Pengaruh kecil	1	60
			Kegiatan perekonomian menengah, cukup berpengaruh	2	
			Pusat perekonomian, Pengaruh besar	3	
	Ex-2	Fungsi kota dalam politik/pemerintahan	Kota kecil	1	40
			Kota sedang, ibukota kabupaten	2	
			Ibukota provinsi, ibukota negara memiliki fungsi politik dan fungsi vital lainnya dalam sosial politik/pemerintahan	3	
<i>Capacity</i>	C-1	Kesiapan kelembagaan	Sudah tersedia	1	30
			Sudah tersedia, tetapi belum cukup menyeluruh	2	
			Belum tersedia	3	
	C-2	Ketersediaan/kelengkapan sumber daya	Tersedia alat dan sdm yang siap digunakan, dan APBD on call	1	25
			APBD <i>on call</i> , alat dan sdm kurang siap	2	
			APBD <i>on call</i> , tidak memiliki alat dan sdm yang tersedia	3	
	C-3	PDRB kota/kabupaten pada ruas jalan	PDRB daerah > PDRB rata-rata nasional	1	20
			PDRB daerah = PDRB rata-rata nasional	2	
			PDRB daerah < PDRB rata-rata nasional	3	
	C-4	Akses dan Mobilitas sumber daya	Waktu tempuh menuju lokasi bencana singkat (<24 jam)	1	25



Komponen	Kode	Sub-Komponen	Indikator	Nilai Indeks	Bobot (%)
			Waktu tempuh menuju lokasi bencana 24 jam - 48 jam	2	
			Waktu tempuh menuju lokasi bencana > 48 jam	3	

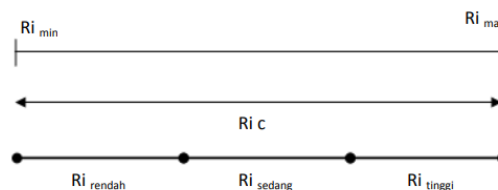
Tabel 7. Pengumpulan data dalam penentuan nilai indeks subkomponen risiko bencana SE DirJen Bina Marga no.12/SE/Db/2014

No.	Komponen	Sumber Data
1	<i>Hazard</i> Gempa Bumi (nilai PGA, lokasi sesar, potensi likuifaksi)	Peta Sumber dan Bahaya Gempa Bumi Indonesia 2017 (PUSGEN, 2017) Peta Zona Kerentanan Likuifaksi Provinsi Banten (Badan Geologi, 2019) Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah (BPBD Banten, 2018b) Peta Kawasan Rawan Bencana Tsunami (PVMBG, 2009)
2	<i>Hazard</i> Banjir (Data historis bencana banjir)	Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Provinsi Banten (BPBD Banten, 2018a)
3	<i>Hazard</i> Longsor (Data curah hujan tahunan, zona kerentana tanah, data historis bencana longsor)	BPBD Provinsi Banten (BPBD Banten, 2018b) Data Curah Hujan Tahunan Kota Pandeglang (Cedar Lake Ventures, 2023)
4	<i>Hazard</i> Tsunami (Zona rawan bencana tsunami)	Peta Kawasan Rawan Bencana Tsunami Provinsi Banten (PVMBG, 2009)
5	<i>Exposure</i> Ruas Jalan (Panjang, lokasi dan kondisi jembatan, volume lalu lintas, jenis tanah dasar, daya dukung tanah, jenis perkerasan)	Balai Pelaksanaan Jalan Nasional VI (BBPJN VI, 2021)
6	Data komponen <i>External</i> dan <i>Capacity</i> (Nilai PDRB, Status Ibu Kota Kabupaten, kapasitas tanggap bencana)	Statistik PDRB Kota Pandeglang (BPS, 2021) Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) (BNPB, 2022) Kode Dan Data Wilayah Administrasi Pemerintahan (PerMenDaGri No.137 Tahun 2017, 2017)

Dari bobot dan nilai indeks masing-masing subkomponen dilakukan perhitungan risiko berdasarkan Persamaan 1. Dari nilai risiko yang didapatkan pada 11 ruas, dilakukan penentuan rentang tingkat risiko rendah, sedang, dan tinggi melalui konsep pada Gambar 2.

$$R_i = \sum w_{Hi} \times H_i + \sum w_{Ei} \times E_i + \sum w_{Vi} \times V_i + \sum w_{Exi} \times Ex_i + \sum w_{Ci} \times C_i \quad (1)$$

dengan  $R_i$  = nilai indeks risiko bencana,  $H_i$  = nilai indeks indikator bahaya,  $E_i$ =nilai indeks indikator keterpaparan,  $V_i$ = nilai indeks indikator kerentanan,  $Ex_i$  = nilai indeks indikator konteks eksternal,  $C_i$  = nilai indeks indicator kapasitas,  $w$  = bobot dari masing masing factor,  $i$  = jenis ancaman (gempa bumi, banjir, longsor, tsunami)



Gambar 2. Deskripsi perhitungan rentang nilai indeks risiko

Pada Persamaan 2 sampai dengan Persamaan 4 menunjukan batas bawah rentang nilai.

$$R_{i \text{ rendah}} = R_{i \text{ min}} \quad (2)$$

$$R_{i \text{ sedang}} = R_{i \text{ min}} + (1/3 \times R_{i \text{ c}}) \quad (3)$$

$$R_{i \text{ tinggi}} = R_{i \text{ min}} + (2/3 \times R_{i \text{ c}}) \quad (4)$$

Pada Persamaan 5 sampai dengan Persamaan 7 menunjukan batas atas rentang nilai.

$$R_{i \text{ rendah}} = R_{i \text{ min}} + (1/3 \times R_{i \text{ c}}) \quad (5)$$

$$R_{i \text{ sedang}} = R_{i \text{ min}} + (2/3 \times R_{i \text{ c}}) \quad (6)$$

$$R_{i \text{ tinggi}} = R_{i \text{ max}} \quad (7)$$

dengan  $R_{i \text{ min}}$  = nilai indeks risiko minimum,  $R_{i \text{ max}}$  = nilai indeks risiko maksimum,  $R_{i \text{ c}}$  = selisih nilai indeks risiko minimum dengan maksimum ( $R_{i \text{ max}} - R_{i \text{ min}}$ ).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengumpulan data serta penilai tingkat risiko pada ruas jalan Pasauran- Sp. Labuan - Cibaliung dan Citereup-Tanjung Lesung ditunjukkan pada Tabel 8 hingga Tabel 11 untuk tiap bencana. Pada Tabel 8 dan Gambar 3a ditunjukan 4 seksi memiliki risiko rendah, 5 seksi memiliki risiko rendah dan 2 seksi memiliki risiko tinggi untuk bencana gempa bumi. Pada Tabel 9 dan Gambar 3b ditunjukan 1 seksi memiliki risiko rendah, 6 seksi memiliki risiko rendah dan 4 seksi memiliki risiko tinggi untuk bencana banjir. Pada Tabel 10 dan Gambar 3c ditunjukan 6 seksi memiliki risiko rendah, 3 seksi memiliki risiko rendah dan 2 seksi memiliki risiko tinggi untuk bencana tanah longsor. Pada Tabel 11 dan Gambar 3d ditunjukan 2 seksi memiliki risiko rendah, 1 seksi memiliki risiko rendah dan 8 seksi memiliki risiko tinggi untuk bencana tsunami. Pada Gambar 3, ditunjukkan area pada teluk (seksi 7-8) di ruas Pasauran hingga Citeureup relatif memiliki risiko tinggi lebih banyak pada tiap bencana yang ditinjau. Sementara pada Ruas Citeureup-Cibaliung dan Citeureup-Tanjung Lesung relatif memiliki risiko tinggi lebih rendah.

Tabel 8. Nilai indeks risiko bencana gempa bumi

Seksi	Ruas	Indeks <i>Hazard</i>	Indeks <i>Vulnerability</i>	Indeks <i>Exposure</i>	Indeks <i>External</i>	Indeks <i>Capacity</i>	Indeks Risiko	Tingkat Risiko
1	Pasauran - Labuan	2	1	1,9	1,4	2,2	8,5	Rendah
2	Pasauran - Labuan	2	1	2,2	1,4	2,2	8,8	Sedang
3	Pasauran - Labuan	2	1	2,1	1,4	2,2	8,7	Sedang
4	Pasauran - Labuan	2	1,2	2,1	1,4	2,2	8,9	Sedang
5	Labuan	2,2	1	1,9	1,4	2,2	8,7	Sedang
6	Labuan - SP Labuan	2,2	1	1,9	1,4	2,2	8,7	Sedang
7	SP Labuan - Cibaliung	2,2	1,7	2,3	1,4	2,2	9,8	Tinggi
8	SP Labuan - Cibaliung	2,2	1,7	2,2	1,4	2,2	9,7	Tinggi
9	SP Labuan - Cibaliung	1,4	1,4	1,7	1,4	2,2	8,1	Rendah
10	Citereup - Tanjung Lesung	1,8	1	1,9	1,4	2,2	8,3	Rendah
11	Citereup - Tanjung Lesung	1,8	1	1,8	1,4	2,2	8,2	Rendah

Tabel 9. Nilai indeks risiko bencana banjir

Seksi	Ruas	Indeks <i>Hazard</i>	Indeks <i>Vulnerability</i>	Indeks <i>Exposure</i>	Indeks <i>External</i>	Indeks <i>Capacity</i>	Risiko	Tingkat Risiko
1	Pasauran - Labuan	3	1,1	1,85	1,4	2,2	9,55	Sedang
2	Pasauran - Labuan	3	1,1	2,4	1,4	2,2	10,1	Tinggi
3	Pasauran - Labuan	3	1,1	1,85	1,4	2,2	9,55	Sedang
4	Pasauran - Labuan	3	1,3	2,25	1,4	2,2	10,15	Tinggi
5	Labuan	3	1,1	1,85	1,4	2,2	9,55	Sedang
6	Labuan - SP Labuan	3	1,1	1,85	1,4	2,2	9,55	Sedang
7	SP Labuan - Cibaliung	3	1,7	2,05	1,4	2,2	10,35	Tinggi
8	SP Labuan - Cibaliung	3	1,7	1,95	1,4	2,2	10,25	Tinggi
9	SP Labuan - Cibaliung	1,6	1,4	1,55	1,4	2,2	8,15	Rendah

Seksi	Ruas	Indeks <i>Hazard</i>	Indeks <i>Vulnerability</i>	Indeks <i>Exposure</i>	Indeks <i>External</i>	Indeks <i>Capacity</i>	Risiko	Tingkat Risiko
10	Citereup - Tanjung Lesung	3	1,1	1,85	1,4	2,2	9,55	Sedang
11	Citereup - Tanjung Lesung	3	1,1	1,7	1,4	2,2	9,4	Sedang

Tabel 10. Nilai indeks risiko bencana tanah longsor

Seksi	Ruas	Indeks <i>Hazard</i>	Indeks <i>Vulnerability</i>	Indeks <i>Exposure</i>	Indeks <i>External</i>	Indeks <i>Capacity</i>	Risiko	Tingkat Risiko
1	Pasauran - Labuan	1,3	1	1,7	1,3	2,2	7,5	Rendah
2	Pasauran - Labuan	1,3	1	1,9	1,3	2,2	7,7	Sedang
3	Pasauran - Labuan	1,3	1	1,8	1,3	2,2	7,6	Rendah
4	Pasauran - Labuan	1,3	1,2	1,8	1,3	2,2	7,8	Sedang
5	Labuan	1,3	1	1,7	1,3	2,2	7,5	Rendah
6	Labuan - SP Labuan	1,3	1	1,7	1,3	2,2	7,5	Rendah
7	SP Labuan - Cibaliung	1,3	1,7	1,7	1,3	2,2	8,2	Tinggi
8	SP Labuan - Cibaliung	1,5	1,7	1,7	1,3	2,2	8,4	Tinggi
9	SP Labuan - Cibaliung	1,5	1,4	1,5	1,3	2,2	7,9	Sedang
10	Citereup - Tanjung Lesung	1,3	1	1,6	1,3	2,2	7,4	Rendah
11	Citereup - Tanjung Lesung	1,3	1	1,6	1,3	2,2	7,4	Rendah

Tabel 11. Nilai indeks risiko bencana tsunami

Seksi	Ruas	Indeks <i>Hazard</i>	Indeks <i>Vulnerability</i>	Indeks <i>Exposure</i>	Indeks <i>External</i>	Indeks <i>Capacity</i>	Risiko	Tingkat Risiko
1	Pasauran - Labuan	3	1	2	1,4	2,2	9,6	Tinggi
2	Pasauran - Labuan	3	1	2,4	1,4	2,2	10	Tinggi
3	Pasauran - Labuan	3	1	2,2	1,4	2,2	9,8	Tinggi
4	Pasauran - Labuan	3	1,2	2,2	1,4	2,2	10	Tinggi
5	Labuan	3	1	2	1,4	2,2	9,6	Tinggi
6	Labuan - SP Labuan	3	1	2	1,4	2,2	9,6	Tinggi
7	SP Labuan - Cibaliung	3	1,7	2	1,4	2,2	10,3	Tinggi
8	SP Labuan - Cibaliung	3	1,7	2	1,4	2,2	10,3	Tinggi
9	SP Labuan - Cibaliung	1	1,4	1,2	1,4	2,2	7,2	Rendah
10	Citereup - Tanjung Lesung	2	1	1,6	1,4	2,2	8,2	Rendah
11	Citereup - Tanjung Lesung	2	1	1,8	1,4	2,2	8,4	Sedang

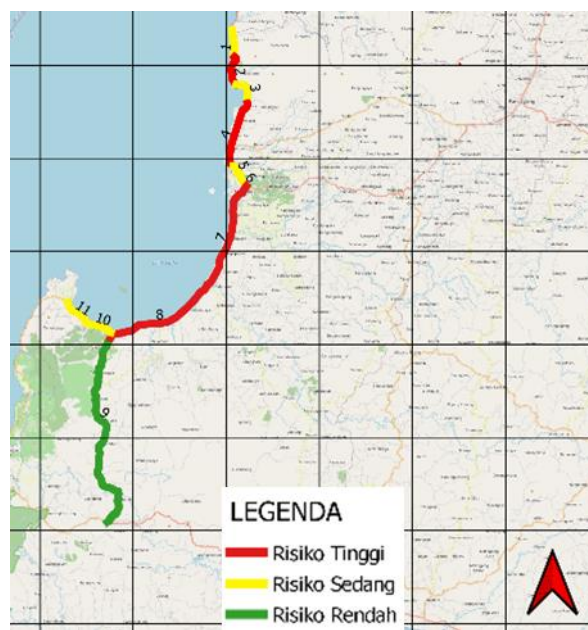
Tabel 12. Nilai indeks risiko bencana multi bencana

Seksi	Ruas	Indeks Risiko Bencana Gempa	Indeks Risiko Bencana Banjir	Indeks Risiko Bencana Longsor	Indeks Risiko Bencana Tsunami	Indeks Risiko Multi Bencana	Tingkat Risiko
1	Pasauran - Labuan	8,5	9,55	7,5	9,6	8,697	Sedang
2	Pasauran - Labuan	8,8	10,1	7,7	10	9,055	Tinggi
3	Pasauran - Labuan	8,7	9,55	7,6	9,8	8,814	Sedang
4	Pasauran - Labuan	8,9	10,15	7,8	10	9,125	Tinggi
5	Labuan	8,7	9,55	7,5	9,6	8,753	Sedang
6	Labuan - SP Labuan	8,7	9,55	7,5	9,6	8,753	Sedang
7	SP Labuan - Cibaliung	9,8	10,35	8,2	10,3	9,592	Tinggi
8	SP Labuan - Cibaliung	9,7	10,25	8,4	10,3	9,592	Tinggi

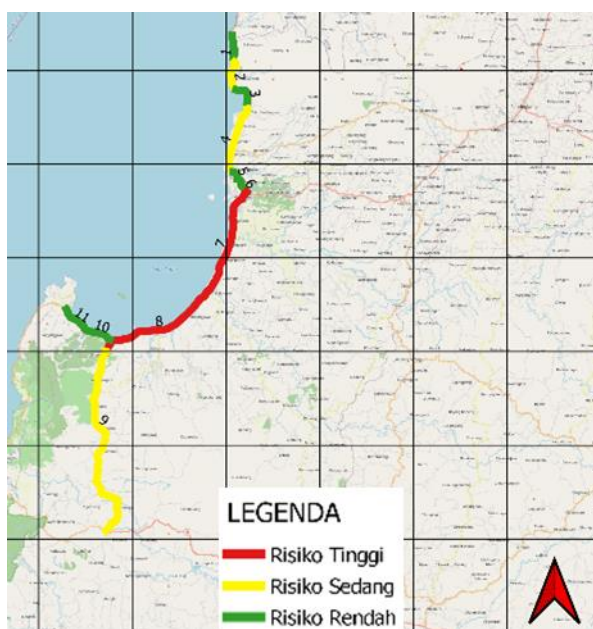
Seksi	Ruas	Indeks Risiko Bencana Gempa	Indeks Risiko Bencana Banjir	Indeks Risiko Bencana Longsor	Indeks Risiko Bencana Tsunami	Indeks Risiko Multi Bencana	Tingkat Risiko
9	SP Labuan - Cibaliung	8,1	8,15	7,9	7,2	7,908	Rendah
10	Citereup - Tanjung Lesung	8,3	9,55	7,4	8,2	8,381	Rendah
11	Citereup - Tanjung Lesung	8,2	9,4	7,4	8,4	8,344	Rendah



(a) Peta risiko bencana gempa bumi



(b) Peta risiko bencana banjir



(c) Peta risiko bencana longsor



(d) Peta risiko bencana tsunami

Gambar 1. Peta risiko bencana gempa bumi, banjir, longsor, tsunami pada ruas Jalan Pasauran – SP Labuan – Cibaliung dan Citereup – Tanjung Lesung



Dari tingkatan risiko masing-masing bencana dilakukan penilaian risiko multibencana dengan perhitungan berdasarkan kriteria bobot bencana sesuai PerKa BNPB no.02 Tahun 2012 melalui Persamaan 8 (*National Disaster Management Agency Regulation No. 02 of 2012 Concerning General Guidelines for Disaster Risk Assessment*, 2012).

$$R_{\text{multi bencana}} = \left( R_{\text{gempa bumi}} \times \frac{0.1064}{0.383} \right) + \left( R_{\text{banjir}} \times \frac{0.1064}{0.383} \right) + \left( R_{\text{tanah longsor}} \times \frac{0.1064}{0.383} \right) + \left( R_{\text{tsunami}} \times \frac{0.0638}{0.383} \right) \quad (8)$$

dengan  $R_{\text{gempa bumi}}$  = indeks risiko gempa bumi,  $R_{\text{banjir}}$  = indeks risiko banjir,  $R_{\text{tanah longsor}}$  = Indeks risiko tanah longsor,  $R_{\text{tsunami}}$  = indeks risiko bencana tsunami. Hasil dari penilaian risiko multibencana ditunjukkan pada Tabel 12 dan Gambar 4. Pada tingkat risiko multi bencana menunjukkan pada area teluk (seksi 7-8) memiliki risiko tinggi, dimana pada perhitungan risiko tiap bencana juga menunjukkan trend yang sama. Tingkatan risiko bencana yang dilakukan pada penelitian ini dapat mengindikasikan keputusan tindakan mitigasi bencana yang perlu diambil oleh para *stakeholder* sesuai dengan *guideline* untuk tindakan mitigasi bencana yang harus diambil terhadap ruas jalan yang ditunjukkan pada Tabel 13. Tingkat risiko yang disampaikan dengan basis indeks dapat dikembangkan menjadi berbasis valuasi risiko, untuk dapat memberikan informasi lebih signifikan. Tingkat risiko berbasis indeks pada penelitian ini menunjukkan indikasi awal untuk dapat dilakukan analisis lebih lanjut dalam penanganan risiko bencana dengan objek ruas jalan.

Tabel 13. Tingkat risiko dan Tindakan mitigasi (Kementerian PUPR, 2014)

Tingkat Risiko	Tindakan Mitigasi
Rendah	Tidak harus dilakukan
Sedang	Tindakan yang bersifat segera, cukup dilakukan pemeliharaan rutin
Tinggi	Analisis lebih lanjut dan penanganan segera Penanganan segera



Gambar 4. Peta Risiko Bencana Multi Bencana Pada Ruas Jalan Pasauran – SP Labuan – Cibaliung dan Citereup – Tanjung Lesung

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil analisis indeks risiko multibencana, tingkat risiko bencana pada ruas jalan Pasauran-Sp. Labuan- Cibaliung dan Citereup – Tanjung Lesung – tanjung lesung disimpulkan sebagai berikut. Pada bencana gempa bumi maka dapat disimpulkan bahwa dari 11 seksi yang ditinjau seksi 1,9,10,dan 11 memiliki tingkat risiko rendah, seksi 2,3,4,5,dan 6 memiliki tingkat risiko sedang, seksi 7 dan 8 memiliki tingkat risiko tinggi. Pada bencana banjir maka dapat didapatkan bahwa dari 11 seksi yang ditinjau seksi 9 memiliki risiko rendah, seksi 1,3,5,10, dan 11 memiliki risiko sedang, seksi 2,4,6,7, dan 8 memiliki risiko tinggi. Pada bencana tanah longsor maka dapat didapatkan bahwa dari 11 seksi yang ditinjau seksi 1,3,5,10, dan 11 memiliki tingkat risiko rendah, seksi 2,4, dan 9 memiliki tingkat risiko sedang, seksi 6,7, dan 8 memiliki tingkat risiko tinggi. Pada bencana tsunami maka dapat didapatkan bahwa dari 11 seksi yang ditinjau seksi 9 dan 10 memiliki tingkat risiko rendah, seksi 11 memiliki tingkat risiko

sedang. Seksi 1,2,3,4,5,6,7, dan 8 memiliki tingkat risiko tinggi. Pada multibencana maka dapat didapatkan bahwa dari 11 seksi yang ditinjau seksi 9,10, dan 11 memiliki tingkat risiko rendah, Seksi 1,3,5, dan 6 memiliki tingkat risiko sedang, seksi 2,4,7, dan 8 memiliki tingkat risiko tinggi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VI, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia dan PT.Purnajasa Bimaprata atas kesempatan melakukan penelitian penilaian risiko multibencana yang dilakukan pada ruas jalan Pasauran-Sp. Labuan-Cibaliung dan Citereup- Tanjung Lesung.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Geologi. (2019). *Atlas Zona Likuefaksi Indonesia*. Badan Geologi. [www.bgl.esdm.go.id](http://www.bgl.esdm.go.id)
- BBPJN VI. (2021). *Ruas Jalan Pasauran – Labuan, Labuan – SP Labuan, SP Labuan – Cibaliung, dan Citereup – Tanjung Lesung*.
- National Disaster Management Agency Regulation No. 02 of 2012 concerning General Guidelines for Disaster Risk Assessment, 67 (2012).
- BNPB. (2022). *Data Bencana di Provinsi Banten*. <https://dibi.bnpb.go.id/>
- BPBD Banten. (2018a). *Peta Rawan Banjir Kabupaten Padegelang*. <https://bpbd.bantenprov.go.id/read/peta-bencana-banjir.html>
- BPBD Banten. (2018b). *Peta Rawan Tanah Longsor Kabupaten Padegelang*. <https://bpbd.bantenprov.go.id/read/peta-bencana-longsor.html>
- BPS. (2021). *PDRB Kabupaten Padeglang*. <https://pandeglankab.bps.go.id/subject/52/produk-domestik-regional-bruto.html#subjekViewTab4>
- Cedar Lake Ventures, I. (2023). *Data Curah Hujan Tahunan Kota Pandeglang*. <https://id.weatherspark.com/compare/y/116847~124626~112741~116826/Perbandingan-Cuaca-Rata-rata-di-Jakarta-Kota-Surabaya-Kota-Medan-dan-Pandeglang>
- Fauzan, R. (2018). *Studi Penilaian Tingkat Resiliensi Infrastruktur Terhadap Bencana Gempa Bumi Di Kota Surabaya* [Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya]. [https://repository.its.ac.id/55283/1/08211440007004-Undergraduate\\_Theses.pdf](https://repository.its.ac.id/55283/1/08211440007004-Undergraduate_Theses.pdf)
- Kementerian PUPR. (2014). *Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga no. 12/SE/Db/2014 tentang Pedoman analisis risiko bencana alam yang berdampak pada jalan dan jembatan*. Kementerian PUPR.
- Permendagri No.137 Tahun 2017, (2017).
- Milyardi, R. (2020). Perbandingan Karakteristik Manajemen Risiko Konstruksi Pada Kontraktor Bumn Dan Swasta. *Jurnal Teknik Sipil*, 16(1 SE-Articles), 12–37. <https://doi.org/10.28932/jts.v16i1.2399>
- Moerwanto, A., & Zulfan, J. (2020). Mitigasi Bencana Alam Pada Infrastruktur Jalan dan Jembatan I. *Jurnal Himpunan Pengembangan Jalan Indonesia*, 6(1), 1–14.
- Pribadi, K. S., Abduh, M., Kusumaningrum, P., Hasiholan, B., Wirahadikusumah, R. D., & Milyardi, R. (2023). Promoting Humanitarian Engineering Approaches for Earthquake-Resilient Housing in Indonesia. In Y. Koumpouros, A. Georgoulas, & G. Kremmyda (Eds.), *Transcending Humanitarian Engineering Strategies for Sustainable Futures* (pp. 235–262). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-5619-4.ch012>
- PUSGEN. (2017). *Indonesia Earthquake source and hazard map 2017*. Ministry of Public Works and Housing of Indonesia.
- PVMBG. (2009). *Peta Kawasan Rawan Bencana Tsunami Provinsi Banten*. <https://vsi.esdm.go.id/gallery/picture.php?/303>
- Sandhyavitri, A., & Saputra, N. (2019). Analisis Risiko Jalan Tol Tahap Pra Konstruksi (Studi Kasus Jalan Tol Pekanbaru-Dumai). *Jurnal Teknik Sipil*, 9(1 SE-Articles), 1–19. <https://doi.org/10.28932/jts.v9i1.1366>
- Sandhyavitri, A., & Zulfiqar, M. (2019). Analisis Risiko Pembangunan Jalan Tol pada Tahap Konstruksi (Studi Kasus Jalan Tol Pekanbaru-Dumai). *Jurnal Teknik Sipil*, 10(1 SE-Articles), 1–15. <https://doi.org/10.28932/jts.v10i1.1380>
- Setiawan, D., & Asima, M. (2019). PEMETAAN RISIKO KECELAKAAN LALU LINTAS DI RUAS JALAN TOL CIPULARANG. *Jurnal Teknik Sipil*, 15(2 SE-Articles), 100–113. <https://doi.org/10.28932/jts.v15i2.1923>
- Suriani, S., & Keusuma, C. N. (2015). Pengaruh Pembangunan Infrastruktur Dasar Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Di Indonesia. *Ecosains: Jurnal Ilmiah Ekonomi Dan Pembangunan*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.24036/ecosains.10962757.00>
- Suryajaya, E., & Suhendra, A. (2019). Analisis Mitigasi Bencana Tanah Longsor Dan Metode Pengendaliannya (Studi Kasus Proyek Jalan Di Jambi). *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 2(4), 177. <https://doi.org/10.24912/jmts.v2i4.6189>
- Sutjipto, H. (2014). Analisis Pemberdayaan Perekonomian Masyarakat di Kawasan Ekonomi Khusus ( KEK )

- Pariwisata Tanjung Lesung Oleh : *Jurnal Administrasi Negara*, 3(Sept-Des 2014), 1–13.
- Toyfur, M. F., Pribadi, K. S., Wibowo, S. S., & Sengara, I. W. (2018). Vulnerability factor in earthquake risk assessment model for roads in Indonesia. *MATEC Web Conf.*, 229. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201822903009>

