

Pengukuran Seismik Dengan Metode HVSr Untuk Pendugaan Bencana Gempa Bumi

Binsar SILITONGA^{1*}

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Santo Thomas, email: binsar_silitong@yahoo.co.id

Sejarah artikel

Diserahkan: 30 Agustus 2022
Dalam bentuk revisi: 14 September 2022

Diterima: 28 September 2022
Tersedia online: 30 September 2022

Abstract

Based on the source and cause, natural disasters can be geological natural disasters, namely in the form of earthquakes, tsunamis, volcanic eruptions and landslides and hydro climatological natural disasters, namely in the form of floods, droughts, hurricanes, tidal waves. Based on the existing geological conditions, South Labuhanbatu Regency as the research location has the potential for geological natural disasters in the form of landslides, earthquakes, and floods. And to find out how big the potential for an earthquake is, an acceleration test is carried out on the bedrock using the HVSr method.

Keywords: disaster prediction, earthquake, HVSr, seismic measurement

Abstrak

Berdasarkan sumber dan penyebabnya maka bencana alam dapat dikelompokkan menjadi bencana alam geologi yaitu berupa gempa bumi, tsunami, letusan gunung api dan longsor serta bencana alam hidroklimatologi, yaitu berupa banjir, kekeringan, angin topan, gelombang pasang. Berdasarkan kondisi geologi yang ada, maka di Kabupaten Labuhanbatu Selatan sebagai lokasi tempat penelitian mempunyai potensi bencana alam geologi berupa bencana longsor, bencana gempa bumi, dan bencana banjir. Dan untuk mengetahui seberapa besar potensi bencana gempa bumi dilakukan pengujian percepatan pada batuan dasar dengan metode HVSr.

Kata kunci: pendugaan bencana, gempa bumi, HVSr, pengukuran seismik

1. Pendahuluan

Gempa bumi adalah getaran atau guncangan tiba-tiba pada kulit bumi disebabkan proses pelepasan energi dengan waktu yang singkat/interval waktu yang kecil. Klasifikasi gempa bumi didasarkan pada beberapa kriteria, seperti berdasarkan penyebab atau sumber gempanya, berdasarkan kekuatannya, berdasarkan kedalamannya, dan lain sebagainya (Scholz, 2019). Berdasarkan penyebabnya, gempa bumi dibedakan atas tiga, yaitu gempa bumi runtutan, gempa bumi vulkanik, gempa bumi tektonik. Gempa bumi yang paling banyak menelan korban jiwa adalah gempa bumi tektonik. Berdasarkan kedalaman sumber gempanya, gempa bumi dibedakan atas gempa bumi dangkal bila kedalamannya ($D \leq 70$ km atau $D \leq 70$ km, gempa bumi menengah bila $70 \leq D \leq 300$ km, dan gempa bumi dalam bila $D \geq 300$ km. Sedangkan, berdasarkan kekuatan gempanya dapat dinyatakan dinyatakan dalam Magnitudo (M). Klasifikasinya terbagi dalam beberapa skala, seperti:

- a) Skala Richter (SR), menunjukkan kekuatan gempa;
- b) Intensitas gempa dinyatakan dalam skala MMI (*Modified Mercalli Intensity*), menunjukkan tingkat kerusakan akibat guncangan, memiliki skala I MMI sampai XII MMI;

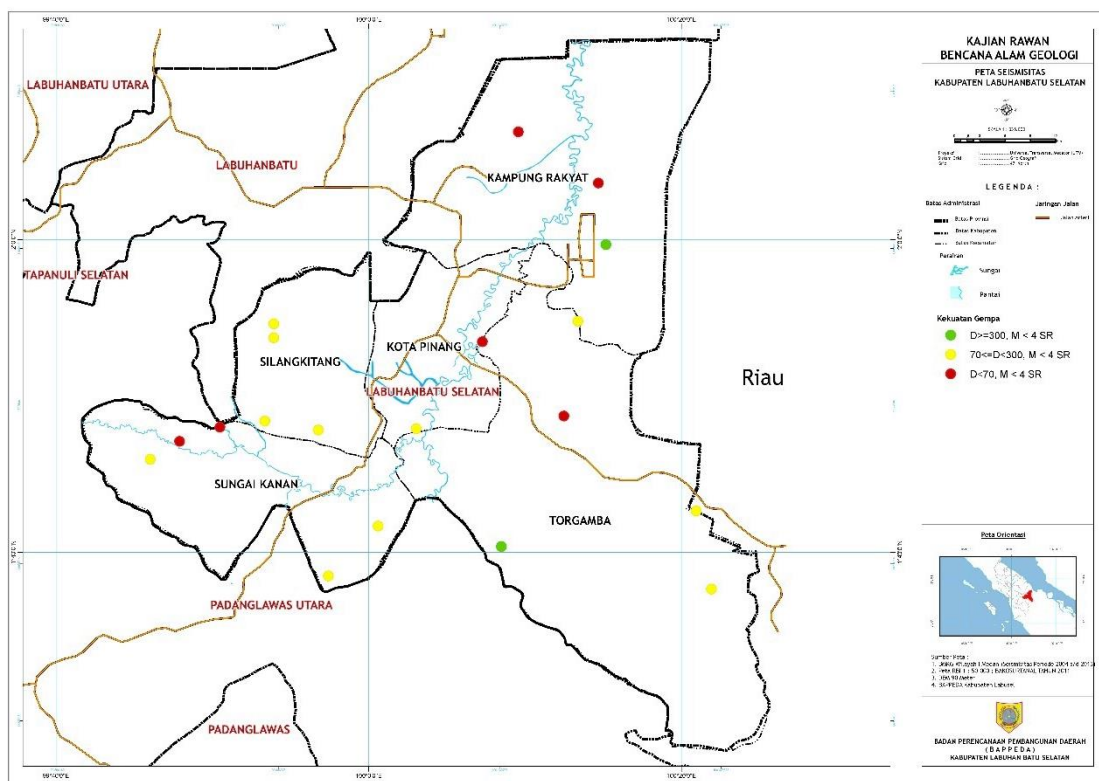
- c) Skala gaya berat, dinyatakan dalam 'gal' atau 'g', menunjukkan percepatan tanah akibat guncangan gempa atau menunjukkan tingkat guncangan ($1\text{ g} = 980\text{ gal}$), dll.

Pulau Sumatera memiliki 2 kondisi tektonik yang signifikan secara geologis dan membuat pulau ini rentan terhadap aktivitas gempa bumi (Rahayu, dkk., 2020). Kondisi pertama adalah adanya batas pertemuan lempeng India-Australia dan Eurasia, yang zona subduksinya memanjang sampai ke Selat Sunda hingga ke bagian Selatan dari Pulau Jawa. Kondisi kedua adalah keberadaan zona sesar Sumatera, yang letaknya membelah pulau ini sepanjang Bukit Barisan.s

Artikel ini memaparkan hasil analisis dari pengukuran seismik (mikrotremor) di Kabupaten Labuhanbatu Selatan. Metode pengukuran seismik (mikrotremor) ini telah banyak digunakan dalam sejumlah studi terdahulu (Fahrurrijal, dkk., 2020; Januarta, dkk., 2020; Partono, dkk., 2015; Setiawan, 2018; Sitorus, dkk., 2017; Susilanto, dkk., 2016), yang mayoritas tujuannya adalah untuk melakukan mikrozonasi. Secara umum, tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi sebaran nilai frekuensi dan faktor amplifikasi tanah, serta menghasilkan peta kerentanan seismik dari lokasi yang ditinjau.

2. Metode dan Data Pemetaan Gempa Bumi

Untuk mengetahui kondisi kegempaan di Kabupaten Labuhanbatu Selatan, metode yang dilakukan ada dua, metode pertama survei ke institusi terkait dan metode kedua survei lapangan berupa pengukuran seismik. Metode survei ke institusi dilakukan ke institusi Balai Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Wilayah 1 Medan. Sedangkan metode survei lapangan dilakukan dengan melakukan pengukuran seismik dengan metode HVS (Horizontal Vertical Spectral Ratio) dan pengukuran dilakukan langsung oleh tenaga ahli geofisika dari BMKG Wilayah 1 Medan.



Gambar 1. Peta seismisitas kabupaten labuhanbatu selatan

Data kegempaan yang diperoleh dari Balai BMKG Wilayah-1 Medan adalah data seismisitas gempa bumi kurun waktu 10 tahun, yaitu dari tahun 2004 sampai tahun 2013 dan ditampilkan dalam bentuk peta seismisitas (Gambar 1). Peta tersebut menggambarkan kejadian gempa

bumi, berupa informasi lokasi kejadian gempa, kekuatan dan kedalaman gempa yang pernah terjadi di Kabupaten Labuhanbatu Selatan. Pada peta seismisitas terlihat bahwa dalam kurun waktu 10 tahun, peristiwa gempa bumi (tektonik) berkekuatan $M \leq 4$ SR di Kabupaten Labuhanbatu Selatan pernah terjadi sebanyak 19 kali, dimana diantaranya tergolong dalam gempa bumi dangkal ($D \leq 70$ km) berjumlah enam kali gempa, gempa bumi menengah ($D = 70$ km – 300 km) terjadi 11 kali, dan gempa bumi dalam ($D > 300$ km) terjadi sebanyak 2 kali.

Untuk distribusi kejadian gempa bumi di masing-masing wilayah kecamatan, berikut informasi kekuatan dan kedalamannya seperti yang dituliskan dalam Tabel 1. Secara rinci, sebagaimana informasi yang diperoleh dari BMKG Wilayah 1 Medan dijelaskan bahwa dari 19 gempa bumi yang pernah terjadi, gempa dengan kekuatan terendah adalah 2,5 SR dan kekuatan tertinggi adalah 3,9 SR. Kekuatan gempa yang dominan adalah $M = 3 - 4$ SR yang mana terjadi sebanyak 12 kali gempa, selebihnya atau 7 kali terjadi dengan kekuatan $M \leq 3$ SR.

Tabel 1. Distribusi dan jumlah kejadian gempa bumi masing-masing kecamatan

Kecamatan	Distribusi Gempa Per Kedalaman, dengan $M < 4SR$			Jumlah
	$D < 70$ km	$D = 70 - 300$ km	$D > 300$ km	
Kampung Rakyat	2		1	3
Kota Pinang		1		1
Silangkitang		4		4
Sungai Kanan	2	3		5
Torgamba	2	3	1	6
Jumlah	6	11	2	19

Dilihat dari jumlah kejadian dan kekuatan gempa buminya, gempa bumi yang terjadi di Kabupaten Labuhanbatu Selatan tergolong rendah, yakni berkekuatan < 4 SR dan dengan kedalaman dominan tergolong menengah. Kekuatan gempa yang lebih kecil dari 4 SR, bila dikonversi dalam skala MMI, tergolong dalam skala I – II MMI. Arti skala I MMI adalah “bila terjadi gempa, sangat jarang atau hampir tidak ada orang dapat merasakan. Tercatat pada alat seismograf”. Sementara itu, yang dimaksud Skala II MMI adalah “Saat terjadi gempa, terasa oleh sedikit sekali orang terutama yang ada di gedung tinggi. Sebagian besar orang tidak dapat merasakan.”

Berdasarkan jumlah atau intensitas kejadian serta kekuatan dan kedalamannya, maka potensi bencana gempa bumi di Kecamatan Labuhan Bumi Selatan tergolong rendah. Artinya secara umum wilayah Kabupaten Labuhanbatu Selatan tergolong aman dari bencana gempa. Hal tersebut dikarenakan wilayah Kabupaten Labuhanbatu Selatan tidak dilalui jalur gempa utama dan berjarak relatif jauh dari jalur gempa utama Sumatera.

3. Metode Pengukuran Seismik Dengan HVSr

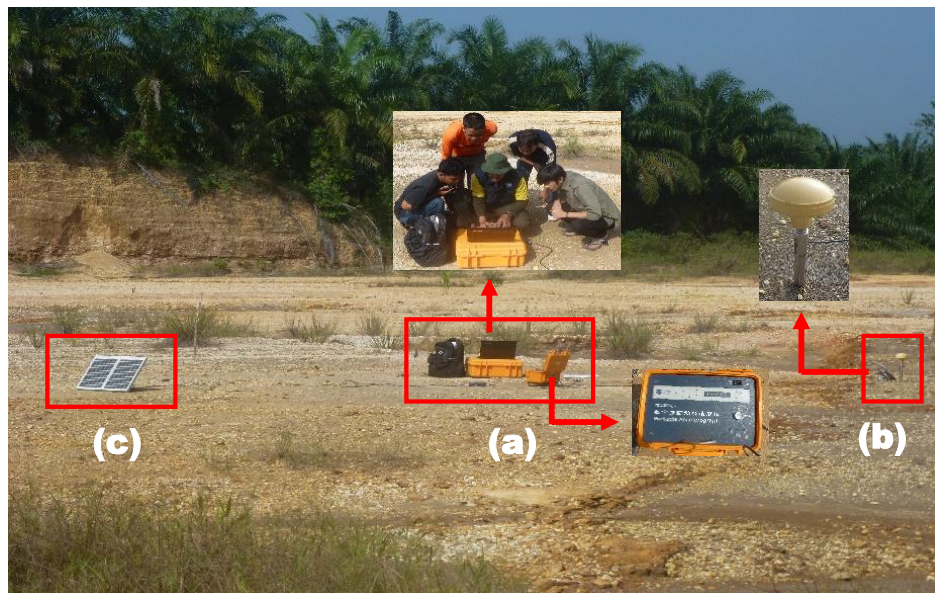
Secara umum efek guncangan akibat gempa bumi akan dirasakan berbeda-beda di setiap lokasi mulai dari yang terdekat dari sumber gempa bumi hingga jarak yang jauh. Dampak gempa bumi berupa kerusakan bangunan, infrastruktur hingga menimbulkan korban jiwa sangat berpotensi terjadi di dekat sumber gempa bumi. Tetapi ada beberapa kasus kejadian gempa bumi yang memiliki pola dampak kerusakan yang berbeda dikarenakan faktor geologi setempat yang biasanya dikenal dengan efek tapak lokal, misalnya gempa bumi Yogyakarta (Mei 2006).

Tingkat kerusakan suatu wilayah yang mengalami gempa tergantung pada intensitas gempanya. Keduanya tidak hanya dipengaruhi oleh jarak dari sumber gempa, kekuatan gempa dan kedalaman gempa, melainkan juga dipengaruhi faktor lain, yaitu jenis batuan antara sumber dan lokasi setempat serta kondisi batuan lokal, ukuran zona patahan dan energi yang dilepaskan batuan. Besar percepatan dan kecepatan maksimum energi gempa

dipengaruhi oleh kondisi geologi setempat. Percepatan dan kecepatan (khususnya sensor horizontal) ini berpengaruh secara langsung terhadap kerusakan bangunan akibat gempa bumi. Perbedaan kondisi lokal di setiap wilayah terjadi karena adanya variasi jenis batuan, ketebalan dan sifat-sifat fisika lapisan tanah dan batuan, kedalaman *bedrock* dan permukaan air bawah tanah, serta permukaan struktur bawah permukaan.

Salah satu metode dalam menentukan tingkat kerawanan akibat guncangan gempa bumi adalah HVSr. Metode HVSr ini memperhitungkan kondisi geologi setempat, guna mengestimasi frekuensi natural dan amplifikasi geologi setempat dari data mikrotremor (Nakamura, 1989). Pada batuan yang sama, nilai amplifikasi dapat bervariasi sesuai dengan tingkat deformasi (patahan, retakan lipatan) dan pelapukan pada tubuh batuan tersebut, dimana nilai amplifikasi berbanding lurus dengan intensitas deformasi dan pelapukan batuan.

Metode HVSr biasanya digunakan pada seismik pasif mikrotremor menggunakan seismograph/accelerograph tiga komponen (timur-barat, utara-selatan dan vertikal). Dalam studi yang dilakukan penulis, metode HVSr ini menggunakan alat Digital Portable Accelerograph TDQ-303S dengan 3 komponen (1 set), GPS, Power Supply 12 V (Gambar 2).

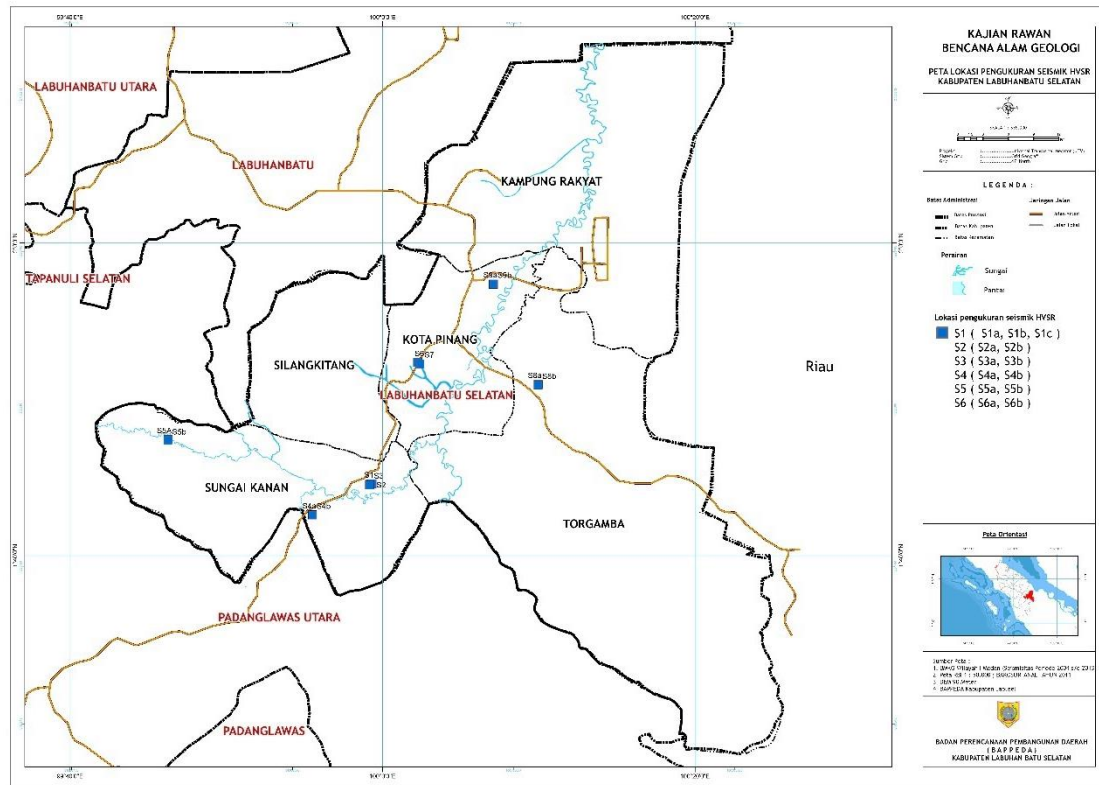


Gambar 2. rangkaian alat pengukuran seismik metode HVSr,
(a) satu set *digital portable accelerograph TDQ – 303S* 3 komponen (alat pembaca dan laptop membaca data terukur), (b) GPS dan (c) power supply 12 v (energi surya).

Dalam mengaplikasikan metode HVSr ini dilakukan tiga tahapan utama. Tahap pertama merupakan pengukuran data, tahap kedua adalah pengolahan/perhitungan data, dan tahap ketiga adalah analisis dan interpretasi data. Tahap pengukuran bertujuan untuk menentukan titik pengukuran berdasarkan kondisi geologi, yaitu formasi atau jenis batuan dan morfologi. Pengambilan data periode dominan tanah (T_{dom}) di setiap titik dilakukan selama 30 sampai dengan 60 menit dengan frekuensi sampling 100 Hz. Data dukung pengukuran dicatat dalam log pengukuran.

4. Hasil Pengukuran dan Pembahasan

Lokasi pengukuran HVSr di Kabupaten Labuhanbatu Selatan dilakukan di enam lokasi dari tiga Kecamatan dan di beberapa lokasi dilakukan di beberapa titik pengukuran (Gambar 3). Penentuan jumlah lokasi berdasarkan representatif dari jenis batuan yang ada di Kabupaten Labuhanbatu Selatan disajikan dalam Tabel 2.



Gambar 3. Peta lokasi pengukuran seismik metode HVSR

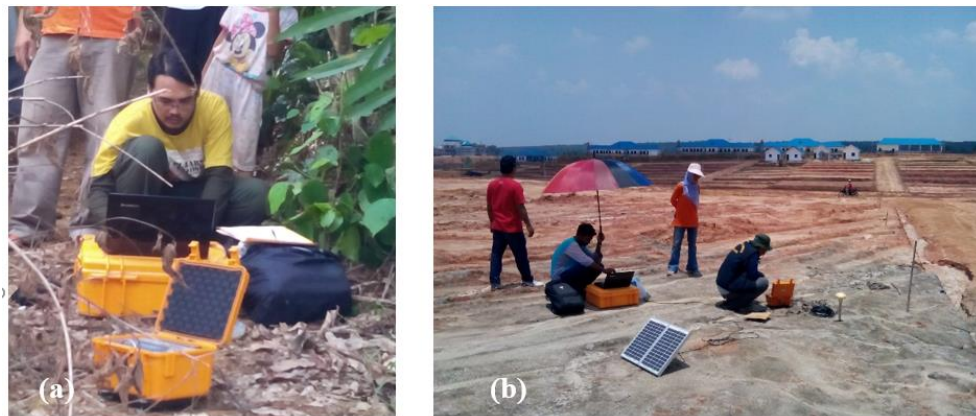
Di Kecamatan Sungai Kanan dilakukan tiga lokasi pengukuran, dimana pada lokasi pengukuran pertama (S1) dilakukan di tiga titik pengukuran pada satuan batuan berbeda (S1a, S1b dan S1c). Lokasi pengukuran kedua (S2) dilakukan di Desa Langga Payung dengan 2 titik pengukuran (S2a dan S2b) dan Lokasi Pengukuran ketiga dilakukan di Desa Marsonja pada dua titik pengukuran (S3a dan S3b). Di Kecamatan Kota Pinang dilakukan pengukuran di dua lokasi, Lokasi pertama (S4) dilakukan di Desa Sosopan dan diukur di dua titik (S4a dan S4b). Lokasi pengukuran kedua (S5) dilakukan di Desa Sisumut. Di Kecamatan Torgamba hanya dilakukan satu titik pengukuran yaitu di Desa Aek Raso (S6). Gambaran kondisi lokasi pengukuran di lapangan dapat dilihat pada Gambar 4, 5, dan 6.

Tabel 2. Koordinat lokasi pengukuran seismik metode HVSR

Lokasi Pengukuran	Koordinat		Elevasi (m)	Dusun/Desa/Kecamatan	Batuan
	Lintang Utara	Bujur Barat			
S1a	1.837467	100.0245	41	Desa Sabungan Kecamatan Sungai Kanan	Batupasir
S1b	1.836833	100.0266	41		Batulempung
S1c	1.836889	100.0251	41		Konglomerat
S2a	1.80555	100.0124	69	Desa Langga Payung Kecamatan Sungai kanan	Batupasir Tebal
S2b	1.80555	100.0124	69		
S3a	1.858083	99.81818	125	Dusun Sibadar Desa Marsonja Kecamatan Sungai Kanan	Batupasir Lapuk jd Soil
S3b	1.858083	99.81818	125		
S4a	1.938833	100.0891	37	Desa Sosopan Kecamatan Kota Pinang (Areal Kantor Bupati)	Lempung
S4b	1.94405	100.0952	41		Lempung
S5a	1.85905	100.3139	70	Desa Asam Jawa Kecamatan Torgamba	Batupasir Tebal
S5b	1.85905	100.3139	70		
S6a	2.0376	100.1175	45	Desa Sisumut Kecamatan Kota Pinang	Pasir sampai Lempung
S6b	2.0376	100.1175	45		



Gambar 4. Lokasi Pengukuran HVSR di Desa Sabungan (a) dan Di Desa langga Payung (b) Kecamatan Sungai Kanan

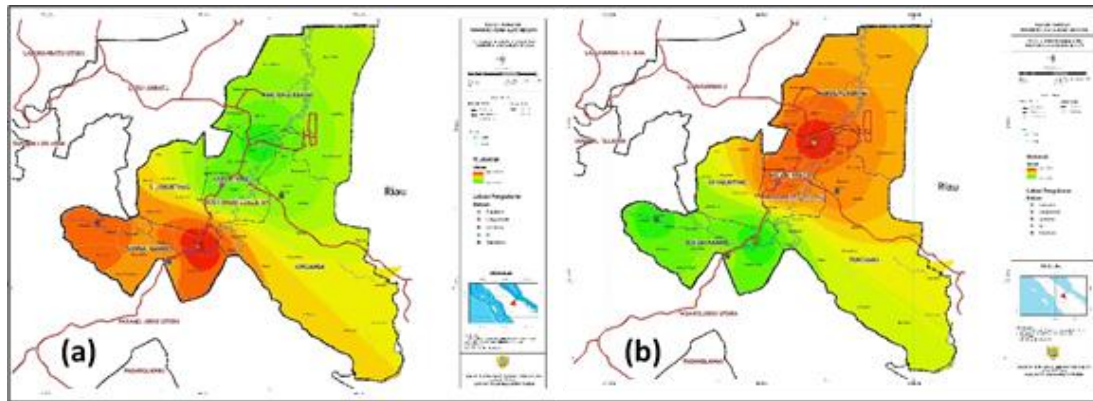


Gambar 5. Lokasi Pengukuran Seismik HVSR di Desa Marsonja Kecamatan Sungai Kanan (a) dan Di Desa Sosopan Kecamatan Kota Pinang (b)



Gambar 6. Lokasi Pengukuran Seismik HVSR di Desa Sisumut Kecamatan Kota Pinang (a) dan di Desa Aek Raso Kecamatan Torgamba (b)

Tahap kedua adalah pengolahan data mikrozonasi hasil pengukuran dengan menggunakan Software Geopsy. Sedangkan untuk konversi data rekaman (*waveform*) digunakan Software DataPro. Pengolahan data dengan kedua *software* tersebut akan menghasilkan parameter frekwensi dominan (F_0), nilai periode dominan (T_0), nilai faktor amplifikasi (A), dan nilai indeks kerentanan seismik (K_g). Dan hasil akhir berupa peta dan kontur menggunakan ArcGis 10, yang akan menggambarkan distribusi dari nilai-nilai tersebut. Tahap ketiga menginterpretasikan nilai-nilai hasil pengolahan data guna mendapatkan informasi tentang struktur atau jenis batuan dan tingkat kerentanan seismik/kerentanan terhadap gelombang gempa. Dari hasil pengolahan data diperoleh distribusi nilai frekuensi dominan atau F_0 dan distribusi periode dominan atau T_0 seperti terlihat pada Gambar 3 dan nilai-nilai tersebut digunakan untuk menafsirkan struktur atau jenis batuan.



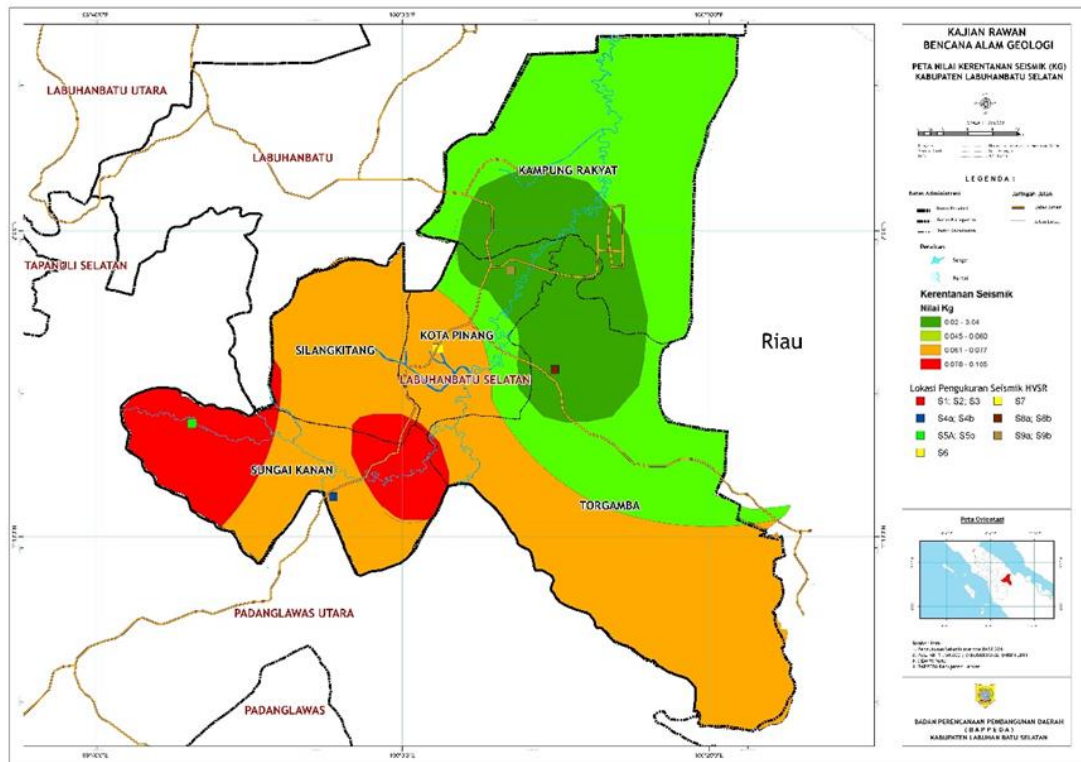
Gambar 7. Peta nilai frekuensi dominan atau F_o (a) dan peta nilai periode dominan atau T_o (b) untuk menunjukan jenis batuan wilayah yang diukur

Dari peta nilai frekuensi dominan (F_o), secara keseluruhan terlihat bahwa Kabupaten Labuhanbatu Selatan masuk dalam kategori frekuensi rendah ($F_o < 1$ Hz), yaitu berkisar antara 0,536 Hz hingga 0,634 Hz. Sedangkan nilai periode dominan (T_o) memiliki nilai yang tergolong tinggi, yakni berkisar antara 1,597 detik hingga 1,867 detik. Distribusi sebaran nilai frekuensi dominan terlihat berbanding terbalik dengan nilai periode dominan (T_o), dimana wilayah yang memiliki frekuensi dominan rendah memiliki periode dominan yang tinggi, demikian pula sebaliknya (Gambar 7).

Nilai frekuensi dominan yang rendah dan nilai periode dominan tinggi menunjukan bahwa struktur batuanannya berupa batuan sedimen yang bersifat lunak atau kurang kompak. Berdasarkan hal tersebut terlihat bahwa wilayah bagian utara dan tenggara Kabupaten Labuhanbatu Selatan atau wilayah yang masuk dalam Kecamatan Kampung Rakyat, lalu Kecamatan Kota Pinang dan Kecamatan Torgamba, serta sebagian Kecamatan Silangkitang memiliki struktur batuan yang bersifat kurang kompak. Sedangkan di wilayah bagian barat daya atau pada wilayah Kecamatan Simpang Kanan memiliki nilai frekwensi dominan (F_o) yang lebih tinggi, sementara nilai periode dominan (T_o) nilainya paling rendah, artinya wilayah tersebut juga disusun oleh batuan sedimen namun memiliki sifat fisik yang lebih kompak dibanding yang lainnya. Batuan dengan nilai frekuensi dominan atau $F_o < 1$ Hz, maka keseluruhan batuan wilayah kabupaten labuhanbatu Selatan tergolong adalah batuan sedimen, yang membedakannya hanyalah sifat fisik dari masing-masing batuan sedimennya.

Kondisi tersebut di atas bersesuaian dengan distribusi batuan penyusun Kabupaten Labuhanbatu Selatan, dimana di wilayah yang memiliki frekuensi dominan rendah dan periode dominan tinggi, memang disusun oleh batuan sedimen yang berumur paling muda dengan sifat fisik yang sangat lepas sampai sedikit lepas atau kurang kompak. Sementara itu, di wilayah Kecamatan Sungai Kanan batuan penyusunnya dominan berupa batuan sedimen dari Formasi Sihapas (Tmsk) dan batuan metamorf (Put) yang sudah terdeformasi (banyak retakan atau kekar-kekar) yang sifat fisiknya lebih kompak dibanding penyusun batuan lainnya.

Gambaran kondisi potensi bencana kegempaan Kabupaten Labuhanbatu Selatan dapat dilihat pada Peta Kerentanan Seismik (K_g) yang ditunjukan oleh nilai kerentanan seismiknya. Pada peta kerenanan seismik, nilai kerentanan seismik atau nilai kerentanan getaran gelombang gempa bumi berkisar 0,0228 sampai 0,1049 (Gambar 8).



Gambar 8. Peta kerentanan seismik (Kg) menggambarkan kondisi kerentanan gempa Kabupaten Labuhanbatu Selatan

Berdasarkan nilai kegempaan (Kg), wilayah Kabupaten Labuhanbatu Selatan memiliki kerentanan getaran gempa bumi yang tergolong rendah sampai menengah bila dibandingkan dengan wilayah Sumatera Utara lainnya. Artinya secara umum wilayah Kabupaten Labuhanbatu Selatan relatif aman terhadap bencana gempa bumi.

Namun bila dilihat dari perbandingan antarnilai kerentanan seismik di wilayah Kabupaten Labuhanbatu Selatan itu sendiri, maka wilayah Kecamatan Sungai Kanan tepatnya di wilayah bagian barat dan bagian timurnya lebih rentan terhadap getaran gempa dibandingkan wilayah lainnya. Hal ini berarti, saat terjadi gempa bumi, getaran gempa lebih dirasakan di wilayah Kecamatan Sungai Kanan dibanding wilayah lain.

5. Kesimpulan

- Dampak atau kerentanan getaran gempa di sebagian Kecamatan Sungai Kanan yang lebih tinggi dibandingkan wilayah lain di Kabupaten Labuhanbatu Selatan karena wilayah ini dikontrol oleh kondisi batuan, topografi dan curah hujannya. Hal ini disebabkan oleh sekalipun wilayahnya dominan disusun oleh batuan yang lebih kompak dibanding batuan lainnya, namun karena berada pada topografi yang lebih tinggi mengakibatkan curah hujannya lebih intensif dan akhirnya proses pelapukan batumannya lebih intensif sehingga batuan berubah menjadi lapisan soil/tanah yang cukup tebal dibagian atasnya. Hal lainnya juga dikarenakan pada batuan metamorf (Put) banyak mengandung bidang-bidang lemah, baik bidang kekar maupun bidang perlapisan.
- Kondisi kegempaan Kabupaten Labuhanbatu Selatan berdasarkan dua jenis data baik data yang diperoleh dari institusi maupun hasil pengukuran menunjukan relatif kesamaan, yaitu berada pada posisi tergolong rendah sampai menengah tingkat kerentanan gempanya. Hal ini ditunjukan oleh jumlah kejadian gempa yang tergolong jarang di Kabupaten Labuhanbatu Selatan.
- Terbilang rendah sampai menengahnya kerentanan gempa diseluruh wilayah Kabupaten Labuhanbatu Selatan disebabkan oleh lokasi wilayahnya yang memang tidak dilalui atau berjarak jauh dari sumber gempa bumi di Pulau Sumatera, baik jalur

atau sumber gempa bumi dari batas interaksi antarlempeng (di pantai barat Pulau Sumatera) maupun sumber gempa darat dari patahan utama Sumatera atau Patahan Semangko yang berada pada fisiografi Pegunungan Bukit Barisan. Sementara wilayah Kabupaten Labuhanbatu Selatan dominan berada di fisiografi Pantai Timur Sumatera. Hanya sebagian kecil (bagian barat daya) yang berada dibagian bawah fisiografi Kaki Bukit Barisan Bagian Timur.

- Metode HVSR dapat dipakai dalam melakukan pengukuran seismik guna pendugaan potensi kegempaan di suatu lokasi.

6. Referensi

- Fahrurijal, R., Tohari, A., & Muttaqien, I. (2020). Mikrozonasi Seismik Di Wilayah Ancaman Sesar Lembang Antara Seksi Cihideung Dan Gunung Batu Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor. *RISSET Geologi Dan Pertambangan*, 30(1), 81.
- Januarta, G. H., Yudistira, T., Tohari, A., & Fattah, E. I. (2020). Mikrozonasi Seismik Wilayah Padalarang, Kabupaten Bandung Barat Menggunakan Metode Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSR). *Jurnal RISSET Geologi Dan Pertambangan*, 30(2), 143–152.
- Nakamura, Y. (1989). A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface. *Railway Technical Research Institute, Quarterly Reports*, 30(1).
- Partono, W., Irsyam, M., RW, S. P., & Maarif, S. (2015). Aplikasi Metode HVSR pada Perhitungan Faktor Amplifikasi Tanah di Kota Semarang. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 19(2), 125–134.
- Rahayu, T., Sinambela, M., Margono, M., Simanullang, A. T., & Ainun, A. R. (2020). *Wajah Tektonik Sumatera Bagian Utara*. Yayasan Kita Menulis.
- Scholz, C. H. (2019). *The mechanics of earthquakes and faulting*. Cambridge university press.
- Setiawan, H. A. (2018). *Analisa Data Mikrotremor Menggunakan Metode Hvsr (Horizontal To Vertical Spectral Ratio) Untuk Membuat Peta Pga (Peak Ground Acceleration)* [skripsi]. Universitas Brawijaya.
- Sitorus, N., Purwanto, S., & Utama, W. (2017). Analisis Nilai Frekuensi Natural Dan Amplifikasi Desa Olak Alen Blitar Menggunakan Metode Mikrotremor HVSR. *Jurnal Geosaintek*, 3(2), 89–92.
- Susilanto, P., Ngadmanto, D., Daryono, D., Hardy, T., & Pakpahan, S. (2016). Penerapan Metode Mikrotremor HVSR untuk Penentuan Respons Dinamika Kegempaan di Kota Padang. *Jurnal Lingkungan Dan Bencana Geologi*, 7(2), 79–88.

JURNAL REKAYASA KONSTRUKSI MEKANIKA SIPIL

Efek Penggunaan Supplementary Material Pada Beton, Ditinjau Terhadap Susut Dan Induksi Keretakan Akibat Korosi

Gabriel GHEWA

Analisis Struktur Portal Baja Dengan Sistem Rangka Bresing Konsentrik Khusus (SRBKK) Dengan Menggunakan Peta Gempa 2017

Indah Sari SIBAGARIANG, Simon Dertha TARIGAN

Studi Beton Geopolimer Dengan Bahan Dasar Fly Ash Terhadap Kuat Tekan Beton

Yussy Afrilia ILYAS, Gusneli YANTI, Lusi Dwi PUTRI

Kinerja Angkutan Bus Damri Bandara Pada Rute Plaza Medan Fair - Kualanamu

Wira Indah ZEBUA, Charles SITINDAON

Pengukuran Seismik Dengan Metode HVSr Untuk Pendugaan Bencana Gempa Bumi

Binsar SILITONGA



Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS)

Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS) Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas berisi artikel-artikel ilmiah yang meliputi kajian di bidang teknik khususnya Teknik Sipil, seperti matematika teknik, mekanika teknik, analisis struktur, konstruksi baja, konstruksi beton, konstruksi kayu, konstruksi gelas, mekanika tanah, teknik pondasi, hidrologi, hidrolika, bangunan air, manajemen konstruksi, dinamika struktur, *earthquake engineering*, sistem dan rekayasa transportasi, ilmu ukur tanah, struktur bangunan sipil, rekayasa jalan raya, serta penelitian-penelitian lain yang terkait dengan bidang-bidang tersebut.

Terbit dalam 2 (dua) kali setahun yaitu pada bulan April dan September

Penasihat :

Rektor Universitas Katolik Santo Thomas

Ketua Penyunting (Editor in Chief) :

Ir. Oloan Sitohang, M.T. (Universitas Katolik Santo Thomas)

Manajer Penyunting (Managing Editor):

Reynaldo, S.T., M.Eng. (Universitas Katolik Santo Thomas)

Anggota Penyunting (Editorial Board):

Dr.-Ing. Sofyan, S.T, M.T. (Universitas Malikussaleh)

Dr. Dwi Phalita Upahita (Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi)

Samsuardi Batubara, S.T., M.T. (Universitas Katolik Santo Thomas)

Dr. Janner Simarmata (Universitas Negeri Medan)

Mitra Bestari (Peer Reviewer):

Dr.Eng. Ir. Aleksander Purba, S.T., M.T., IPM, ASEAN Eng. (Universitas Lampung, Indonesia)

Ir. Binsar Silitonga, M.T. (Universitas Katolik Santo Thomas, Indonesia)

Budi Hasiholan, S.T., M.T., Ph.D (Institut Teknologi Bandung, Indonesia)

Ir. Charles Sitindaon, M.T. (Universitas Katolik Santo Thomas, Indonesia)

Dr. Erica Elice Uy (De La Salle University, Philippines)

Dr. Ernesto Silitonga, S.T, D.E.A. (Universitas Negeri Medan, Indonesia)

Prof. Dr-Ing. Johannes Tarigan (Universitas Sumatera Utara, Indonesia)

Dr. Linda Prasetyorini (Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia)

Ir. Martius Ginting, M.T. (Universitas Katolik Santo Thomas)

Dr.Eng. Mia Wimala (Universitas Katolik Parahyangan, Indonesia)

Dr.Eng. Minson Simatupang (Universitas Halu Oleo, Indonesia)

Dr. Mochamad Raditya Pradana (Keppel Marine and Deepwater Technology, Singapura)

Dr. Ir. Shirley Susanne Lumeno, S.T., M.T. (Universitas Negeri Manado, Indonesia)

Dr. Senot Sangadji (Universitas Sebelas Maret, Indonesia)

Ir. Simon Dertha, M.T. (Universitas Katolik Santo Thomas, Indonesia)

Dr. Thi Nguyễn Cao (Tien Giang University, Viet Nam)

Ilustrator Sampul:

Yulianto, ST., M.Eng (Universitas Katolik Santo Thomas, Indonesia)

Penerbit & Alamat Redaksi:

Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas

Jl. Setiabudi No. 479-F Tanjung Sari, Medan 20132

Telp. (061) 8210161 Fax : (061) 8213269

email : sipil@ust.ac.id

Konten

REKAYASA STRUKTUR	hal.
Efek Penggunaan Supplementary Material Pada Beton, Ditinjau Terhadap Susut Dan Induksi Keretakan Akibat Korosi	61-67
<i>Gabriel GHEWA</i>	
Analisis Struktur Portal Baja Dengan Sistem Rangka Bresing Konsentrik Khusus (SRBKK) Dengan Menggunakan Peta Gempa 2017	69-81
<i>Indah Sari SIBAGARIANG, Simon Dertha TARIGAN</i>	
Studi Beton Geopolimer Dengan Bahan Dasar Fly Ash Terhadap Kuat Tekan Beton	83-92
<i>Yussy Afrilia ILYAS, Gusneli YANTI, Lusi Dwi PUTRI</i>	
REKAYASA TRANSPORTASI	
Kinerja Angkutan Bus Damri Bandara Pada Rute Plaza Medan Fair - Kualanamu	93-101
<i>Wira Indah ZEBUA, Charles SITINDAON</i>	
KEBENCANAAN	
Pengukuran Seismik Dengan Metode HVSR Untuk Pendugaan Bencana Gempa Bumi	103-111
<i>Binsar SILITONGA</i>	

Pengantar Redaksi

Puji dan syukur kami sampaikan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas kasih karuniaNYA kami dapat menyelesaikan penerbitan Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS) Volume 5 Nomor 2 di bulan September tahun 2022 ini. Jurnal ini fokus pada beragam subbidang dalam Teknik Sipil antara lain Rekayasa Struktur, Rekayasa Geoteknik, Rekayasa Transportasi, Teknik Sumber Daya Air, dan Manajemen Konstruksi. Namun, tidak menutup kesempatan bagi subbidang lainnya yang berkaitan dengan keilmuan Teknik Sipil.

Pada edisi ini, kami menerima 5 artikel yang kemudian melewati proses *peer-review* artikel untuk diterbitkan. Kelima artikel tersebut terdiri atas 3 (tiga) artikel dalam topik Rekayasa Struktur, 1 (satu) artikel dalam topik Rekayasa Transportasi, serta 1 (satu) artikel dalam topik Kebencanaan.

Dewan redaksi menyampaikan apresiasi tinggi kepada para penulis yang karyanya diterbitkan pada volume ini, atas kerja samanya merespon komentar dan rekomendasi dari tim editorial dan mitra bestari. Kami menyadari bahwa butuh dedikasi dan investasi waktu untuk menghasilkan karya tulis yang baik dan bermanfaat. Terkhusus, kami berterima kasih kepada para mitra bestari yang dalam kesibukannya masih menyambut permintaan kami dengan penuh dedikasi.

Sebagai penutup, harapan kami adalah semoga JRKMS semakin bermanfaat dan informatif bagi rekan-rekan dan praktisi bidang ketekniksipil di Indonesia.

Salam hangat dan Salam sehat.

Medan, September 2022

Tim Editorial

JURNAL REKAYASA KONSTRUKSI MEKANIKA SIPIL
| Volume 5 | Nomor 2 | September 2022 |

Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas
<https://doi.org/10.54367>



GARUDA
GARBA RUJUKAN DIGITAL



ISJD Neo



neliti



oneSearch
PENCARIAN



BASE