

## STUDI HVSR MIKROTREMOR DALAM IDENTIFIKASI TANAH BERPOTENSI LIKUIFAKSI DI KOTA SUNGAI PENUH DAN SEKITARNYA

**Ichy Lucy Rest<sup>1\*</sup>, Juventa<sup>2</sup>, Arie Satria<sup>2</sup>, Rizky Hidayat<sup>2</sup>, Yurismawan<sup>2</sup>, Aura Lefdiana<sup>2</sup>  
dan Cici Novianda<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Jl. Jambi-Ma.Bulian Km.15, Muaro Jambi, 36361, Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Kebumihan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Jl. Jambi-Ma.Bulian Km.15, Muaro Jambi, 36361, Indonesia

\*email: ichylucya@unja.ac.id

### ABSTRAK

Kota Sungai Penuh dan sekitarnya merupakan wilayah dengan tingkat kerentanan seismik tinggi karena dilalui segmen aktif Sesar Siulak serta didominasi endapan sedimen lepas Formasi Pengasih. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi lapisan tanah yang berpotensi mengalami deformasi dan likuifaksi dengan menggunakan metode mikrotremor Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSR). Data rekaman mikrotremor dianalisis untuk memperoleh distribusi Ground Shear Strain (GSS) serta ketebalan sedimen pada beberapa titik pengukuran di Kota Sungai Penuh. Hasil menunjukkan bahwa ketebalan sedimen bervariasi antara 5 hingga 105 meter, sedangkan nilai GSS berada pada kisaran  $8,10 \times 10^{-6}$  hingga  $1,10 \times 10^{-4}$ . Zona dengan GSS tinggi ditemukan di Bukit Tanco (Koto Iman dan Koto Petai), yang mengindikasikan pengaruh dominan Sesar Siulak terhadap deformasi tanah. Nilai GSS maksimum masih berada di bawah ambang regangan tanah pemicu likuifaksi ( $10^{-2}$ – $10^{-1}$ ), sehingga pada kondisi gempa moderat tidak terdapat indikasi likuifaksi. Namun, dengan mempertimbangkan berbagai literatur yang menyebutkan bahwa likuifaksi dapat terjadi pada percepatan tanah puncak (PGA) serendah 0,07–0,10 g, wilayah Kota Sungai Penuh tetap berpotensi mengalami deformasi signifikan apabila terjadi gempabumi besar. Penelitian ini menegaskan perlunya mikrozonasi seismik lebih lanjut serta integrasi dengan data geoteknik untuk mendukung perencanaan pembangunan dan mitigasi bencana di wilayah tersebut.

**Kata Kunci:** HVSR; Mikrotremor; Kota Sungai Penuh; Ground Shear Strain; likuifaksi

### ABSTRACT

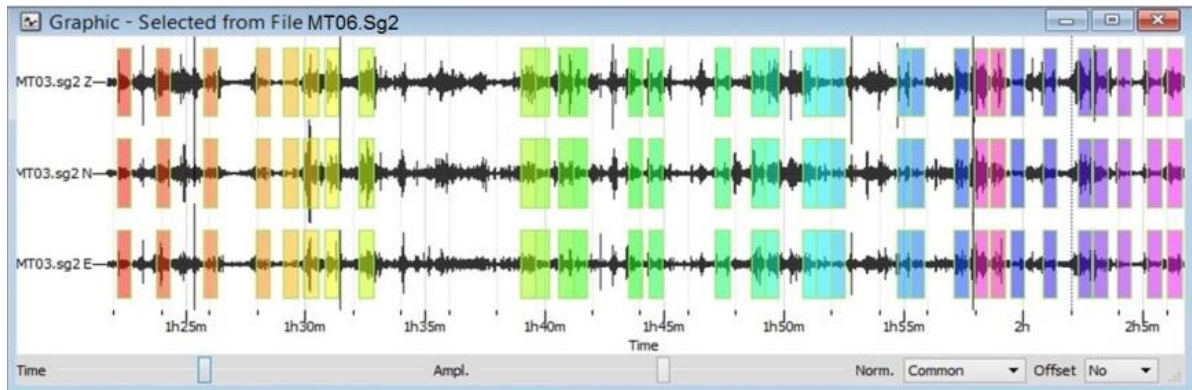
*[HVSR Microtremor Study for Identifying Liquefaction-Prone Soils in Sungai Penuh City and Its Surroundings]* Sungai Penuh and its surroundings represent a seismically vulnerable area due to the presence of the active Siulak Fault segment and the dominance of unconsolidated sediments from the Pengasih Formation. This study aims to identify soil layers potentially susceptible to deformation and liquefaction using the Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSR) microtremor method. Microtremor recordings were analyzed to obtain the distribution of Ground Shear Strain (GSS) and sediment thickness at several measurement points across Sungai Penuh. The results show that sediment thickness varies from 5 to 105 meters, while GSS values range between  $8.10 \times 10^{-6}$  and  $1.10 \times 10^{-4}$ . High GSS zones were identified in Bukit Tanco (Koto Iman and Koto Petai), indicating the dominant influence of the Siulak Fault on ground deformation. The maximum GSS value remains below the threshold strain required to trigger liquefaction ( $10^{-2}$ – $10^{-1}$ ), suggesting no evidence of liquefaction under moderate earthquake scenarios. However, considering some literature indicating that liquefaction may occur at peak ground acceleration (PGA) as low as 0.07–0.10 g, Sungai Penuh remains potentially susceptible to significant deformation during major earthquakes. This study highlights the need for further seismic microzonation and integration with geotechnical data to support urban planning and disaster risk mitigation in the area.

**Keywords:** HVSR; Microtremor; Sungai Penuh; Ground Shear Strain; liquefaction

### PENDAHULUAN

Kota Sungai Penuh merupakan salah satu wilayah dengan tingkat kerentanan seismik yang

tinggi di Provinsi Jambi. Hal ini dikarenakan wilayah Kerinci berada pada jalur dari zona sesar Sumatera yaitu segmen sesar Siulak yang tepat berada di bawah Lembah Kerinci (Tjia dalam Poedjoprajitno, 2012).



**Gambar 1.** Tampilan hasil windowing dengan  $l_w = 35$  s dan  $n_w = 32$

Peristiwa likuifaksi dapat terjadi saat gempa bumi besar pada zona seismik atau jalur sesar dan dapat menimbulkan kerusakan yang luas pada bangunan dan sarana infrastruktur di wilayah perkotaan di Indonesia (Soebowo, dkk., 2014). Peristiwa likuifaksi pada lapisan tanah dipengaruhi oleh sifat keteknikan tanah, kondisi lingkungan geologi dan karakteristik gempa bumi. Beberapa faktor yang harus dipertimbangkan antara lain ukuran butir, muka airtanah dan percepatan getaran tanah maksimum (Seed dan Idriss, 1971).

Berdasarkan informasi geologi Kota Sungai Penuh dan sekitarnya, yang merupakan bagian dari Kabupaten Kerinci, memiliki beberapa tipe formasi yaitu Alluvial (Qa), Gunung Api Andesit-Basal (Qv), formasi Pengasih (QTp), Basal (TPb), formasi Kumun (Tmk) dan formasi Bandan (Tb), (Kusnama, dkk., 1992). Di tinjau dari sejarah terjadinya gempa di wilayah Kerinci di mulai pada tanggal 04 Juni 1909 terjadi gempa besar di Kerinci yang berkekuatan sekitar 7.6 skala richter. Gempa besar berikutnya terjadi pada tanggal 07 Oktober 1995. Gempa yang berkekuatan 7.0 SR ini, mengakibatkan 84 orang meninggal dunia, 558 Luka Berat dan 1.310 Luka Ringan, sekitar 7.137 bangunan rusak berat dan 10.533 bangunan rusak ringan. Gempa berikutnya terjadi pada hari Kamis 01 Oktober 2009, selang sehari setelah gempa Padang. Gempa ini berkekuatan sekitar 6.7 Km. Wilayah Kecamatan Gunung Raya menjadi wilayah yang berdampak cukup parah akibat gempa tersebut. Gempa terakhir yang tercatat, terjadi pada Kamis 12 Juli 2018 berkekuatan 4.2 SR di sebelah Barat Daya Kota Sungai Penuh dengan kedalaman 10 km. Gempa yang berkekuatan relatif kecil ini tidak menimbulkan kerusakan yang signifikan di wilayah Kerinci (Sunliensyar, 2018).

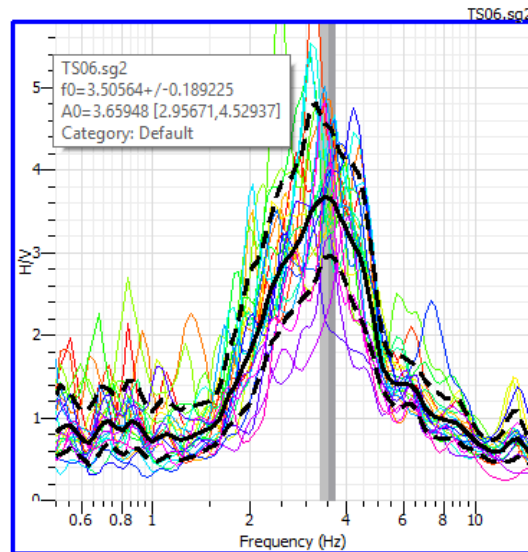
Beberapa penelitian sebelumnya menguatkan fakta tersebut. Analisis seismotektonik berbasis deterministik menunjukkan bahwa Sungai Penuh berpotensi mengalami gempa dengan magnitudo

hingga Mw 7, di mana nilai PGA diperkirakan berada pada rentang 49,8–71,9 gal, dengan intensitas MMI VII–VIII pada zona yang berdekatan dengan jalur Sesar Siulak (Resta, et al., 2021). Studi *site class* di Tanah Kampung, salah satu kecamatan di Kota Sungai Penuh, menunjukkan dominasi kelas situs SD dengan sedimen lunak yang berimplikasi pada tingginya amplifikasi gelombang seismik (Gemilaang et al., 2024). Penelitian lain di wilayah Kayu Aro Barat, yang secara geografis berdekatan dengan Sungai Penuh, menemukan nilai PGA sangat tinggi (251–1729 mgal) terutama di bagian tenggara wilayah tersebut, yang dipengaruhi oleh struktur geologi dan kondisi litologi setempat (Sefiyanti et al., 2024).

Untuk meminimalisir dampak dan resiko akibat gempa bumi dimasa mendatang. Maka dilakukan penelitian geofisika tentang kajian tentang potensi bahaya likuifaksi akibat gempa bumi diperlukan untuk daerah Kota Sungai Penuh dan sekitarnya yang dalam proses pembangunan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengetahui potensi likuifaksi ialah dengan melakukan mikrozonasi menggunakan metode Mikrotremor. Kajian mikrotremor telah banyak digunakan untuk memperkirakan kerusakan yang timbul akibat bencana gempa bumi karena metode ini sangat tepat dan baik dalam memperkirakan tingkat resiko yang disebabkan oleh aktivitas seismik dengan kondisi geologi setempat (Nakamura, 2008). Dari parameter-parameter hasil pengukuran mikrotremor diharapkan dapat diketahui distribusi ketebalan sedimen dan Ground Shear Strain (GSS). Parameter ini mampu menunjukan daerah yang berpotensi likuifaksi di daerah Kota Sungai Penuh dan sekitarnya.

## METODE

Data mikrotremor direkam menggunakan Seismograf 3 komponen MAE A6000S yang tersebar disetiap jenis formasi geologi lembah Kerinci



**Gambar 2.** Contoh kurva spektrum HVSr dalam menentukan nilai  $f_0$  dan  $A_0$

sebanyak 30 titik pengukuran. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode HVSr (*Horizontal to Vertical Spectra Ratio*) sesuai *guideline* pada SESAME (2004). Prosedur ini dimulai dengan proses *windowing* (penjendelaan sinyal dalam kawasan waktu) yang dilakukan secara manual. Sinyal tersebut dibagi dalam beberapa *window* seperti ditunjukkan Gambar 1. Setelah dilakukan *windowing*, sinyal (dalam kawasan waktu) akan ditransformasi ke kawasan frekuensi dengan proses *Fast Fourier Transform* secara otomatis oleh Geopsy org. Hasil yang didapatkan berupa kurva H/V, kurva ini merepresentasikan nilai frekuensi dominan ( $f_0$ ) dan faktor amplifikasi ( $A_0$ ) seperti ditunjukkan pada Gambar 2.

Berdasarkan parameter tersebut dilakukan perhitungan dan pemetaan nilai ketebalan lapisan sedimen dan *ground shear strain* yang mampu merepresentasikan kondisi geologi lokal daerah penelitian. Jika frekuensi dominan ( $f_0$ ) rendah berkorelasi dengan batuan dasar yang dalam dan frekuensi dominan ( $f_0$ ) berkorelasi lapisan sedimen yang tipis (Susilanto dkk, 2015). Nilai  $f_0$  berbanding lurus dengan  $V_s$  rata-rata dan berbanding terbalik dengan ketebalan sedimen permukaan. Dengan demikian, daerah rawan kerusakan akibat gempa bumi terjadi pada daerah sedimen lapuk yang yang terdapat diatas batuan yang keras (Sungkono dan Santosa, 2011). Ketebalan lapisan sedimen dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$h = \frac{v_s}{4f_0} \quad (1)$$

Dimana  $v_s$  yang dimaksud adalah  $v_{s30}$  (meter/sekon) berdasarkan data USGS.

Menurut Nakamura (2008), nilai *ground shear-strain* ( $\gamma$ ) pada lapisan tanah permukaan menggambarkan kemampuan material lapisan tanah untuk saling meregang atau bergeser saat terjadi gempa bumi. Nilai GSS diperoleh melalui hitungan matematis perkalian antara indeks kerentanan seismik, PGA di batuan dasar dan nilai ketetapan untuk memperkirakan nilai strain, dengan persamaan diberikan oleh persamaan 2.  $A_0$  merupakan amplifikasi,  $f_0$  merupakan frekuensi dominan dalam Hz dan  $V_s$  merupakan kecepatan gelombang geser dalam satuan m/s.

$$\gamma = (A_0^2 / f_0) / (\pi^2 V_s) \quad (2)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

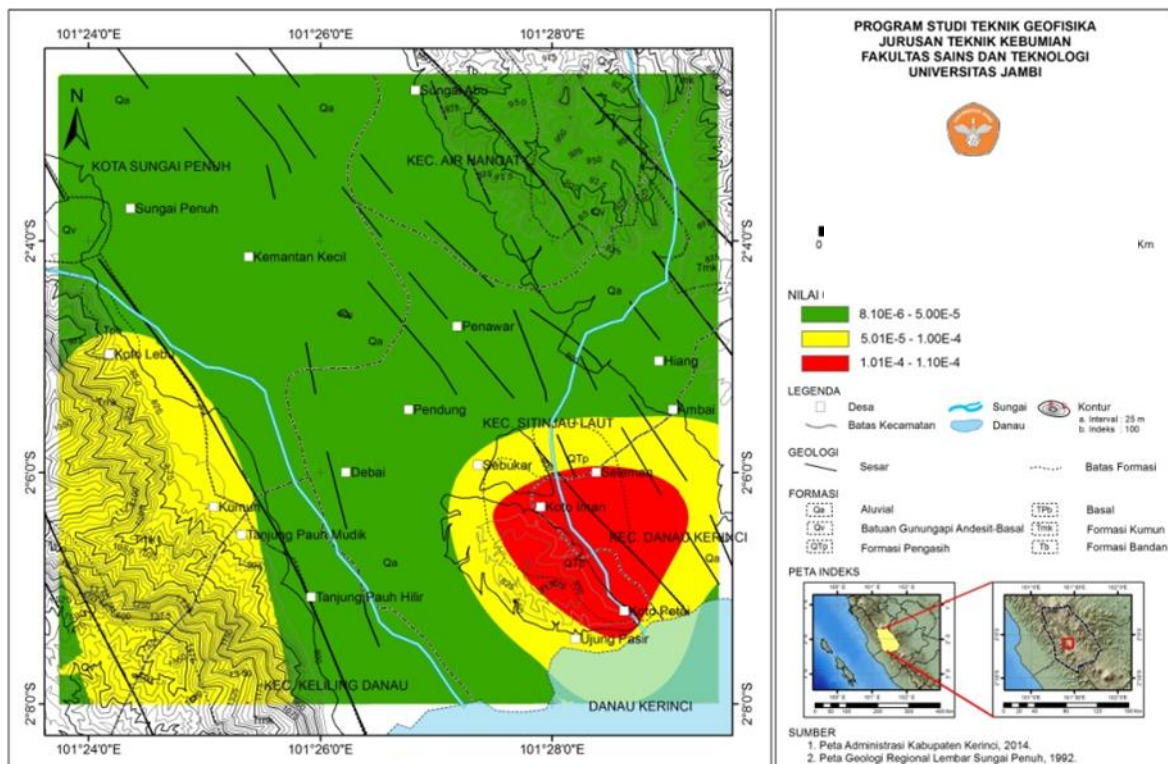
Berdasarkan pengukuran mikrotremor diperoleh distribusi nilai ketebalan lapisan sedimen dan *Ground Shear Strain* (GSS) di sepanjang lembah Kerinci. Ketebalan lapisan sedimen merupakan ketebalan lapisan lapuk pada lapisan tanah yang diendapkan di atas batuan dasar (*bedrock*). Hasil ketebalan lapisan sedimen daerah penelitian menunjukkan rentang nilai 5.00–105.09 meter (Gambar 3). Berdasarkan rujukan tabel klasifikasi tanah Kanai, ketebalan lapisan sedimen daerah penelitian diperoleh tiga jenis yaitu Jenis II, III dan IV. Jenis II memiliki rentang ketebalan lapisan sedimen antara 5–10 meter ditunjukkan oleh indeks berwarna hijau, mengindikasikan daerah tersebut memiliki ketebalan sedimen hasil yang terdiri dari kerikil pasiran, pasir kasar lanauan, lempung, dll.

Jenis ini terdistribusi pada bagian tenggara daerah penelitian meliputi Sebukar, Ujung Pasir, Koto Iman, Seleman dan Koto Petai. Jenis ini terdistribusi di sebagian kecil wilayah utara hingga selatan daerah penelitian dan sebagian kecil daerah barat. Jenis III memiliki rentang ketebalan lapisan sedimen antara 10–30 meter ditunjukkan oleh indeks berwarna kuning, mengindikasikan daerah tersebut terdiri dari kerikil pasiran, pasir kasar lanauan, lempung, dll. Jenis ini terdistribusi di timur daerah penelitian mulai dari Sungai Abu, Sungai Tutung, Hiang, Ambai, dan sebagian kecil wilayah bukit Tanco. Jenis IV memiliki ketebalan lapisan sedimen lebih dari 30 meter ditunjukkan oleh indeks berwarna merah, mengindikasikan daerah tersebut memiliki ketebalan sedimen kategori sangatlah tebal lebih terdiri dari sedimentasi delta, tanah penutup, lumpur dll. Jenis ini terdistribusi pada bagian barat daerah penelitian tepatnya dibawah kaki bukit Barisan yang meliputi Sungai Penuh, Kemantan Kecil, Pendung Kumun Debai, hingga Tanjung Pauh Hilir.

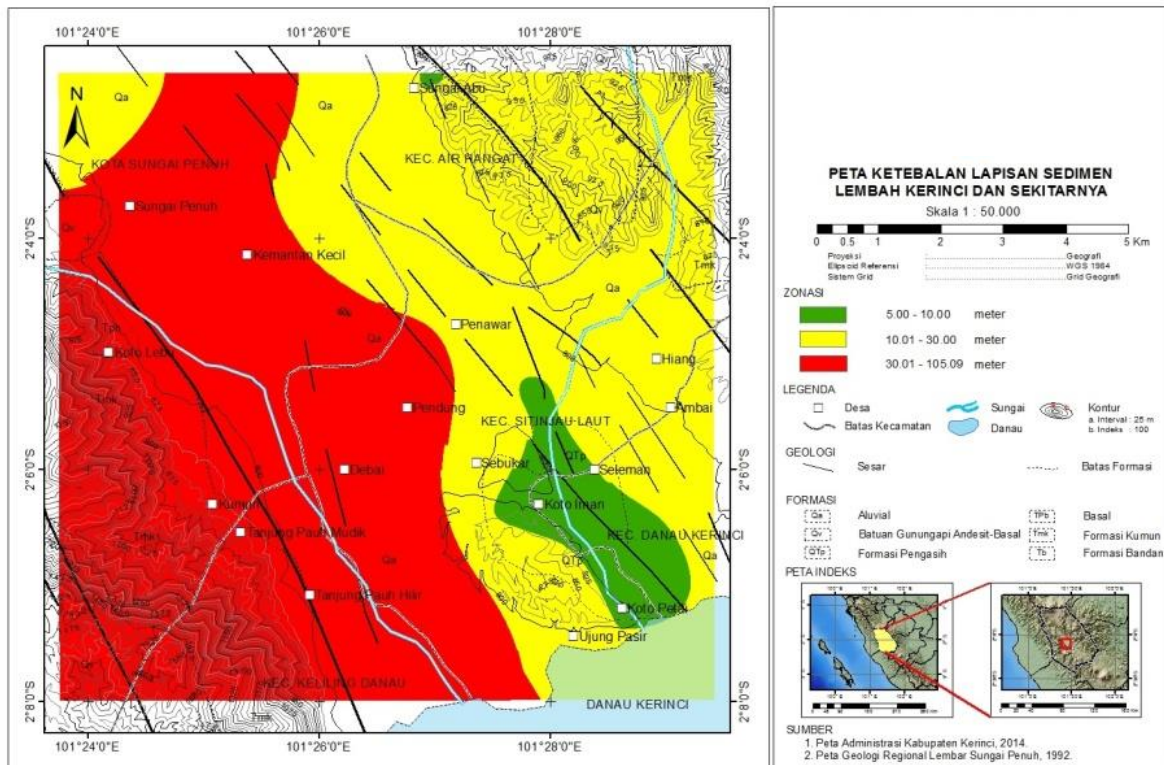
*Ground Shear Strain* (GSS) merupakan parameter fisis yang menggambarkan kemampuan material untuk mengalami deformasi permukaan tanah saat terjadi gempa bumi. Probabilitas deformasi permukaan tanah bergantung pada kondisi geologi lokal di wilayah tersebut. Parameter-parameter yang dapat menjelaskan kondisi geologi local meliputi karakteristik struktur batuan, ketebalan lapisan

sedimen dan komposisi material penyusun batuan (Sugianto, dkk., 2017). Semakin besar nilai *Ground Shear Strain* (GSS) menyebabkan lapisan tanah mengalami deformasi seperti likuifaksi, rekahan tanah, dan longsor (Setiawati, dkk., 2017).

Hubungan nilai *Ground Shear Strain* (GSS) dan dinamikan tanah didasarkan oleh Ishihara (1982). Ketika suatu daerah memiliki nilai regangan tanah berkisar antar  $10^{-1}$  -  $10^{-2}$  maka diperkirakan daerah tersebut berpotensi mengalami likuifaksi ketika terjadi gempa bumi. Distribusi *Ground Shear Strain* (GSS) menunjukkan nilai rendah hingga sedang ( $8,10 \times 10^{-6}$  -  $1,00 \times 10^{-4}$ ) pada sebagian besar wilayah, dan nilai relatif tinggi ( $1,01 \times 10^{-4}$  -  $1,10 \times 10^{-4}$ ) di Bukit Tanco yang dilalui Sesar Siulak. Distribusi nilai *Ground Shear Strain* (GSS) ditunjukkan oleh Gambar 4 terbagi menjadi tiga zona yaitu rendah, sedang dan tinggi. Wilayah dengan nilai *Ground Shear Strain* (GSS) rendah memiliki rentang nilai antara  $8.10 \times 10^{-6}$ – $5.00 \times 10^{-5}$  ditunjukkan oleh indeks berwarna hijau yang mengindikasikan daerah tersebut hanya merasakan fenomena getaran dan diestimasikan lebih aman dari efek gempa bumi merusak. Dimana zona potensi rendah ini meliputi Sungai Penuh, kecamatan Air Hangat, hingga sepanjang aliran sungai Batang Merao dari Debai ke Tanjung Pauh Hilir. Wilayah nilai *Ground Shear Strain* (GSS) sedang memiliki rentang nilai antara  $5.01 \times 10^{-5}$ – $1.00 \times 10^{-4}$  ditunjukkan oleh indeks berwarna kuning yang mengindikasikan



Gambar 3. Peta Mikrozonasi Ketebalan Lapisan Sedimen Kota Sungai Penuh dan sekitarnya



**Gambar 4.** Mikrozonasi *Ground Shear Strain* (GSS) Kota Sungai Penuh dan sekitarnya

daerah tersebut merasakan getaran hingga terjadi fenomena pergerakan tanah. Dimana zona potensi sedang ini berada di sepanjang kaki bukit barisan yang meliputi Desa Koto Lebu, Kumun, Tanjung Pauh hingga Lumpur Danau. Wilayah nilai *Ground Shear Strain* (GSS) tinggi memiliki rentang nilai antara  $1.01 \times 10^{-4}$ – $1.10 \times 10^{-4}$  ditunjukkan oleh indeks berwarna merah yang mengindikasikan daerah tersebut merasakan fenomena longsor tanah hingga retakan. Dimana zona potensi tinggi ini berada pada bukit Tanco yang meliputi desa Koto Iman dan Koto Petai.

Jika ditinjau informasi geologi daerah penelitian zona *Ground Shear Strain* (GSS) tinggi berada pada jalur Sesar Siulak (sesar aktif) yang memotong bukit Tanco dan Formasi Pengasih (QTp). Dimana Formasi Pengasih (QTp) disusun oleh material sedimen lunak berupa batulempung, batulanau, batupasir berbatuapung dengan sisipan lignit dan konglomerat (Kusnama, dkk., 1992). Berdasarkan observasi lapangan ditemukan tanah penutup dengan ketebalan 0.5-1.2 meter, batulempung dengan ketebalan 2-3 meter dan batupasir dengan ketebalan 4-8 meter (Gambar 5).

Nilai GSS ini masih berada jauh di bawah ambang likuifaksi yang umumnya berkisar  $10^{-2}$ – $10^{-1}$  (Ishihara, 1982), sehingga tidak menunjukkan indikasi likuifaksi. Namun, zona dengan nilai GSS tinggi tetap rentan terhadap fenomena deformasi

lain seperti retakan dan longsor (Setiawati dkk., 2017).

Sementara itu, zona dengan nilai GSS sedang ditemukan di kaki Bukit Barisan, khususnya di sekitar Koto Lebu, Kumun, dan Tanjung Pauh, yang berpotensi mengalami pergerakan tanah ringan. Nilai GSS tertinggi ditemukan di Bukit Tanco, terutama di Desa Koto Iman dan Koto Petai. Kondisi ini menarik karena nilai GSS tinggi justru muncul pada lapisan sedimen dengan ketebalan sedang (5–10 meter), bukan pada lapisan yang sangat tebal. Fenomena ini mengindikasikan bahwa struktur geologi, khususnya keberadaan Sesar Siulak, memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap deformasi permukaan dibandingkan ketebalan sedimen semata. Hal ini sesuai dengan penelitian internasional yang dilakukan di Mexico City (Gurler et al., 2000) dan di Taiwan (Huang & Tseng, 2002), yang sama-sama menegaskan bahwa jalur sesar aktif dan sedimen aluvial jenuh meningkatkan kerentanan terhadap deformasi tanah. Musyarofah et al. (2024) melalui analisis Vs30 dengan metode MASW juga menegaskan bahwa tanah dengan kelembaban tinggi dan nilai plastisitas besar lebih rentan mengalami deformasi seismik, meskipun tidak selalu memiliki sedimen yang sangat tebal.

Kondisi ini diperkuat oleh geologi lokal, dimana Formasi Pengasih (QTp) tersusun atas batulempung, batulanau, dan batupasir lepas, serta dipotong jalur sesar aktif (Kusnama dkk., 1992).

Studi internasional (Gurler dkk., 2000; Huang & Tseng, 2002) dan lokal (Soebowo dkk., 2014) juga menunjukkan bahwa jalur sesar aktif dan endapan alluvial cenderung meningkatkan kerentanan deformasi permukaan.

Zona dengan GSS tinggi, meskipun tidak menunjukkan likuifaksi, tetap rentan terhadap fenomena deformasi lain seperti longsor dangkal dan rekahan tanah (Setiawati dkk., 2017). Hal ini selaras dengan kerusakan pasca gempa Kerinci 1995, dimana Koto Iman dan sekitarnya mengalami kerusakan parah bukan hanya karena kualitas bangunan, tetapi juga kondisi tanah lepas dan pasir lunak (Kurniawan dkk., 1997).

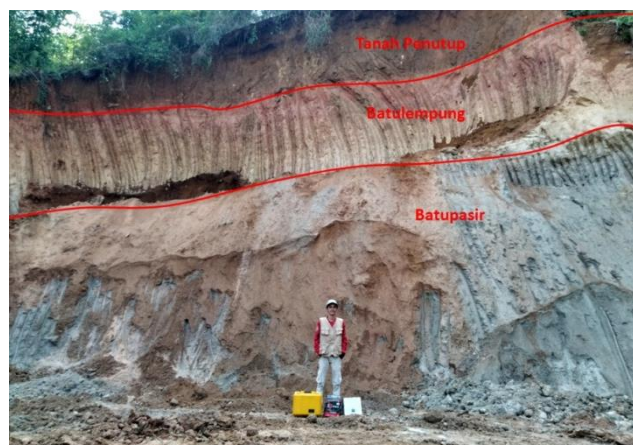
Distribusi *Ground Shear Strain* (GSS) tidak menunjukkan korelasi yang baik terhadap parameter ketebalan lapisan sedimen. Kontras perbedaan tersebut terlihat dari ketebalan relatif sedang dengan rentang nilai berkisar 5-10 meter dan *Ground Shear Strain* (GSS) yang tinggi dengan rentang nilai berkisar  $1.01 \times 10^4$ – $1.10 \times 10^4$  pada kawasan bukit Tanco yang dilewati jalur sesar Siulak. Nilai *ground shear strain* (GSS) yang tinggi berkorelasi dengan kerusakan akibat gempa bumi. Kemudian, nilai indeks kerentanan seismik (Kg) dan nilai percepatan tanah puncak (PGA) memberikan sumbangan terbesar terhadap nilai regangan tanah di suatu wilayah. Nilai *ground shear strain* (GSS) berbanding lurus dengan nilai indeks kerentanan seismik dan nilai PGA di batuan dasar. Semakin besar nilai Kg dan PGA maka semakin besar nilai *ground shear strain* (GSS).

Gempabumi yang bersumber dari sesar Siulak menjadi salah satu faktor yang turut mempengaruhi tingginya nilai *Ground Shear Strain* (GSS). Hasil ini menunjukkan keselarasan dengan data kerusakan gempabumi Kerinci pada tanggal 07 Oktober 1995, Koto Iman dan sekitarnya mengalami kerusakan paling parah. Menurut Kurniawan dkk. (1997) kerusakan tersebut terjadi karena kualitas bangunan tidak memenuhi kaidah bangunan tahan gempa, kondisi geologi yang berada pada daerah pasir lunak

dan material lepas, kedalaman hiposenter dan besarnya energi gempa tersebut. Hasil penelitian Huang & Tseng (2002) saat Gempabumi Chi Chi, Taiwan 1999, dan menyimpulkan bahwa indeks kerentanan seismik juga dapat digunakan untuk memprediksi daerah yang berpotensi mengalami likuifaksi. Menurut Gurler dkk (2000), kerentanan seismik tinggi terdapat jalur sesar aktif, dekat jalur aliran sungai dan area rawa/danau yang tersusun material alluvium. Hal ini selaras dengan hasil penelitian, terlihat bahwa nilai *Ground Shear Strain* (GSS) tinggi tepat berada di Barat Daya daerah Danau Kerinci dan dipotong oleh aliran sungai serta sesar aktif Siulak.

Potensi likuifaksi pada daerah penelitian dapat meningkat apabila terjadi gempa dengan magnitudo besar dan percepatan tanah puncak (PGA) signifikan. Studi internasional menunjukkan bahwa likuifaksi dapat terjadi mulai dari PGA sekitar 0,07–0,10 g ( $\approx$  70–100 gal) (Santucci et al., 2014). Bahkan, dalam kondisi tanah berbutir halus dengan muka air tanah dangkal, ambang dapat serendah 0,04 g ( $\approx$  40 gal) (de Magistris, 2015). Namun, untuk tanah padat atau *overconsolidated*, ambang ini bisa meningkat hingga 0,20–0,30 g ( $\approx$  200–300 gal) (de Magistris, 2015; de Magistris et al., 2013). Oleh karena itu, walaupun hasil tidak menunjukkan indikasi potensi likuifaksi pada parameter gempa yang dianalisis, skenario gempa besar dengan PGA tinggi tetap dapat meningkatkan risiko deformasi tanah dan likuifaksi.

Implikasi praktis dari temuan ini sangat penting dalam konteks mikrozonasi bahaya gempa di wilayah Kota Sungai Penuh dan Sekitarnya. Peta distribusi ketebalan sedimen dan GSS yang dihasilkan dari penelitian ini dapat menjadi dasar awal untuk perencanaan tata ruang, pembangunan infrastruktur, serta strategi mitigasi bencana di kawasan tersebut. Hal ini sejalan dengan pedoman SESAME (2004) serta standar nasional SNI 1726:2019, yang menekankan pentingnya karakterisasi kondisi situs dalam desain bangunan tahan gempa. Walaupun demikian, keterbatasan



**Gambar 5.** Singkapan Sedimen di Desa Ujung Pasir

penelitian ini perlu dicatat, terutama karena jumlah titik pengukuran yang relatif sedikit (30 titik), penggunaan metode tunggal HVSR tanpa validasi bor atau data uji SPT, serta ketidakterdediaan rekaman akselerograf lokal. Untuk itu, penelitian lanjutan dengan integrasi metode MASW atau SPAC, pengambilan data CPT/SPT, serta analisis probabilistik bahaya gempa sangat disarankan guna memberikan gambaran yang lebih komprehensif.

#### KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

Distribusi nilai Ground Shear Strain (GSS) tidak menunjukkan korelasi yang baik dengan ketebalan lapisan sedimen. Nilai GSS yang relatif tinggi ( $1.01 \times 10^{-4}$ – $1.10 \times 10^{-4}$ ) ditemukan pada daerah dengan ketebalan sedimen sedang (5–10 meter), khususnya di kawasan Bukit Tanco yang dilalui jalur Sesar Siulak. Hal ini mengindikasikan bahwa faktor struktur geologi berperan penting dalam mempengaruhi respon seismik.

Berdasarkan nilai GSS yang dihitung, wilayah penelitian tidak menunjukkan indikasi potensi likuifaksi pada parameter gempa yang dianalisis. Namun, literatur internasional dan lokal menunjukkan bahwa likuifaksi dapat terjadi mulai PGA 0,07–0,10 g ( $\approx$  70–100 gal). Pedoman teknis klasik (Seed & Idriss, 1971) serta standar mutakhir (Idriss & Boulanger, 2008; National Academies, 2016) juga menegaskan bahwa faktor kondisi tanah, muka air tanah, dan magnitudo gempa sangat menentukan ambang terjadinya likuifaksi. Dengan demikian, walaupun saat ini tidak teridentifikasi potensi likuifaksi, skenario gempa besar dengan PGA tinggi tetap berpotensi memicu deformasi tanah hingga likuifaksi di wilayah Kota Sungai Penuh dan sekitarnya.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada Universitas Jambi atas dukungan, fasilitas instrumen akuisisi data, serta bantuan pendanaan yang telah memungkinkan terlaksananya penelitian ini hingga selesai.

#### DAFTAR PUSTAKA

de Magistris, F. S., Lanzano, G., Forte, G., & Fabbrocino, G. (2013). A database for PGA threshold in liquefaction occurrence. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 54, 17-19.

de Magistris, F. S. (2015, November). The occurrence of liquefaction at low acceleration level. In *6th international*

*conference on earthquake geotechnical engineering, Christchurch, New Zealand* (pp. 1-4).

- Gemilang, R., Syawalia, N., Resta, I. L., Adhitya, B., Efendi, A., Sitompul, J., ... & Setiawan, R. A. (2024). Identification Of Site Class Using Microtremor Hvsr Measurements In Tanah Kampung District. *Journal Online of Physics*, 9(3), 60-65.
- Gurler, E.D., Nakamura, Y., Saita, J., Sato, T. (2000). Local site effect of Mexico City based on microtremor measurement. 6th International Conference on Seismic Zonation. Palm Spring Riviera Resort, California, USA, pp.65.
- Huang, H. & Tseng, Y. (2002). Characteristics of Soil Liquefaction using H/V of Microtremor in YuanLin area, Taiwan, TAO, Vol. 13, No. 3, 325-338.
- Ishihara, K. (1982). Introduction to Dynamic Soil Mechanism. Japan.
- Kurniawan, L., Naryanto, H. S., & Santoso, E. W. (1997). Pasca gempa Kerinci tahun 1995 dan Rencana Kontigensi. *Alami* 2(3): 32-35.
- Kusnama, Pardede, R., Mangga, S. A., & Sidarto. (1992). Peta Geologi Lembar Sungai Penuh dan Ketaun Sumatera. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung, Jawa Barat.
- Lermo, J., & Chávez-García, F. J. (1993). Site effect evaluation using spectral ratios with only one station. *Bulletin of the seismological society of America*, 83(5), 1574-1594.
- Musyarofah, L. N., & Resta, I. L. (2024). Analisis Kecepatan Gelombang Geser (Vs) Menggunakan Multichannel Analysis Of Surface Wave (Masw) Di Kecamatan Jambi Luar Kota. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 25(1), 35-45.
- Nakamura, Y. (2008). On The H/V Spectrum. The 14th World Conference on Earthquake Engineering. Beijing, China.
- Poedjopradjitno, S. (2012). Morftekonik dan Potensi Bencana Alam di Lembah Kerinci Sumatera Barat Berdasarkan Analisis Potret Udara. *JSDG* 22(2): 101-113.
- Resta, I. L., Apriliyani, D. P., Nasri, M. Z., & Dewi, I. K. (2021, April). Deterministic seismic hazard analysis for assessing earthquake hazard in Sungai Penuh and Kerinci Regency. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1876, No. 1, p. 012016). IOP Publishing.

- Santucci de Magistris, F., Lanzano, G., Forte, G., & Fabbrocino, G. (2014). A peak acceleration threshold for soil liquefaction: lessons learned from the 2012 Emilia earthquake (Italy). *Natural hazards*, 74(2), 1069-1094.
- Seed, H.B., & Idriss, I.M. (1971). Simplified procedure for Evaluating Soil Liquefaction Potential. *Journal of the Soil Mechanics and Foundation Division*. 1971.
- Sefiyanti, F., Amin, S. S., Resta, I. L., Hamdi, H., Astuti, P., Fauziyah, A. A., ... & Harahap, I. A. (2024). Identifikasi Kerentanan Tanah Dan Percepatan Tanah Menggunakan Metode Mikrotremor Di Kawasan Kayu Aro Barat. *Journal Online of Physics*, 10(1), 88-93.
- SESAME Project. (2004). *Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations: Measurements, processing and interpretation*. European Commission – Research General Directorate, Project No. EVG1-CT-2000-00026. Retrieved from [http://sesame.geopsy.org/Papers/HV\\_User\\_Guidelines.pdf](http://sesame.geopsy.org/Papers/HV_User_Guidelines.pdf)
- Setiawati, Y., Wibowo, N. B., & Darmawan, D. (2017). Analisis GSS (Ground Shear Strain) dengan Metode HVSR Menggunakan Data Mikroseismik pada Jalur Sesar Opak. *Jurnal Fisika UNY* 2(6): 132-137.
- Soebowo, E., Tohari, A., Sarah, D., & Sugianti, K. (2014). Identifikasi Potensi Likuifaksi Akibat Gempabumi di Daerah Sumatera, Jawa dan Bali. *Prosiding Pemaparan Hasil Penelitian Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI*: 47-55.
- Sugianto, N., Farid, M., & Suhendra. (2017). Kondisi Geologi Lokal Kota Bengkulu Berdasarkan Ground Shear Strain. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya* 1(2): 30-36.
- Sunggono & Santosa, B.J. (2011). Karakterisasi Kurva Horizontal-To-Vertical Spectral Ratio: Kajian Literatur dan Permodelan. *Jurnal Neutrino*. 4(1).
- Sunliensyar, H. H. (2018). Sejarah Gempa di Lembah Kerinci, Jambi. <https://www.kompasiana.com/hafifulhadi/5bbed928c112fe03473e5724/sejarah-gempa-di-lembah-kerinci-jambi?page=all> diakses pada tanggal 15 Februari 2020
- Susilanto, P., Ngadmanto, D., Daryono., Hardy, T., & Pakpahan, S. (2015). Penerapan Metode Mikrotremor HVSR untuk Penentuan Respons Dinamika Kegempaan di Kota Padang. *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*. 7(2):79 – 88.