

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 PENELITIAN TERDAHULU

Beberapa peneliti sebelumnya telah melakukan kajian dan penelitian terkait dengan penelitian ini atau penelitian yang menggunakan metode terkait. Penelitian dari Indonesia diantaranya adalah LitBang BMKG (2010), Daryono (2011), Anton Murtono (2013), Sri Mulyati (2015), Ari Sungkowo (2016), Dewi Wahyu Ratnasari (2017), dan Yulistiani (2017). Penelitian dari luar negeri diantaranya Gurler *et al.* (2000), Nakamura (2008), dan Mahajan, A.K *et al.* (2012). Beberapa penelitian tersebut dirujuk dalam penelitian ini.

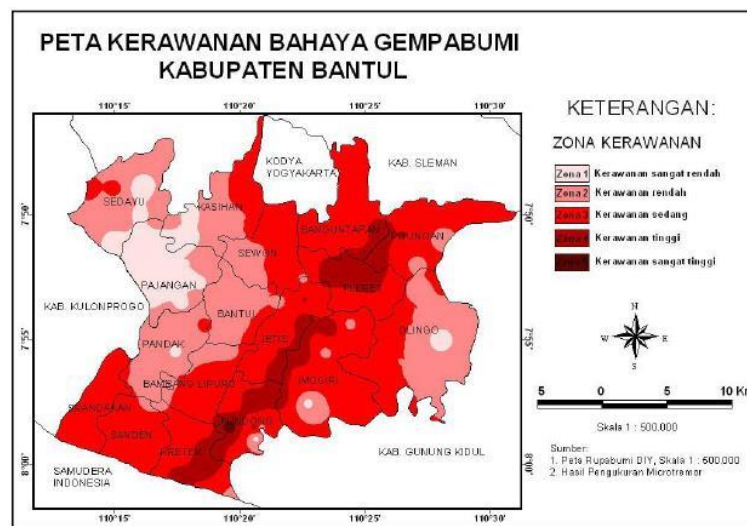
2.1.1 LitBang BMKG (2010)

Pengkajian tingkat kerawanan di daerah Bantul Yogyakarta juga dilakukan oleh Tim dari Badan Penelitian dan Pengembangan BMKG Jakarta. Penelitian ini dilakukan mengingat daerah Bantul mengalami kerusakan yang cukup parah akibat gempa pada 27 Juli 2006 dan perkembangan kawasan pemukiman yang cukup pesat di Bantul. Ketersediaan data dan informasi geologi dan geofisika yang mendukung serta tingkat kerusakan untuk validasi hasil penelitian yang diperoleh. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji tingkat kerawanan bahaya gempabumi, membangun kesiapsiagaan masyarakat di Kabupaten Bantul dalam menghadapi bencana, mengembangkan inovasi dan metode baru dalam zonasi rawan gempabumi, memberi rujukan baru zonasi daerah rawan gempabumi kepada masyarakat dan pihak-pihak terkait. Hasil yang diharapkan adalah tersedianya model peta tingkat kerawanan bahaya gempabumi di Kabupaten Bantul yang dapat digunakan untuk mendukung upaya pengurangan risiko bencana.

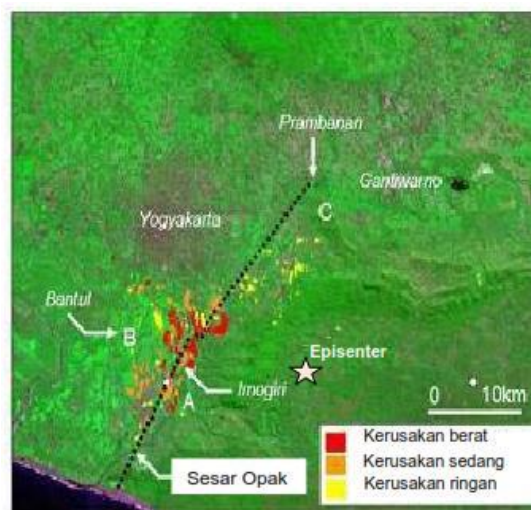
Penelitian dilakukan dengan pengukuran mikrotremor di wilayah Kabupaten Bantul menggunakan seperangkat seismograf portabel TDS 303. Data seismogram yang terekam dilakukan analisis dengan metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSr). Penelitian ini juga memakai pendekatan SIG

(Sistem Informasi Geografi) sebagai perangkat lunak untuk pemetaan dan analisis fenomena alam.

Penelitian ini menggunakan metodologi analisis keputusan multi kriteria sebagai petunjuk pembuat keputusan untuk mendapatkan output. Metode multi kriteria yang dipakai adalah *Simple Additive Weight (SAW)*, pendekatan fungsi nilai dan *Analytical Hierarchical Process (AHP)*. Dari penilaian ranking metode SAW tersebut kemudian dibuat peta kerawanan bahaya gempa bumi dibandingkan dengan zona kerusakan akibat gempa 27 Mei 2006.



Gambar 2.1 Tingkat Kerawanan Bahaya Gempa Bumi Kab. Bantul



Gambar 2.2 Peta Kerusakan Bangunan Akibat Gempa di Bantul (Miura et al, 2008)

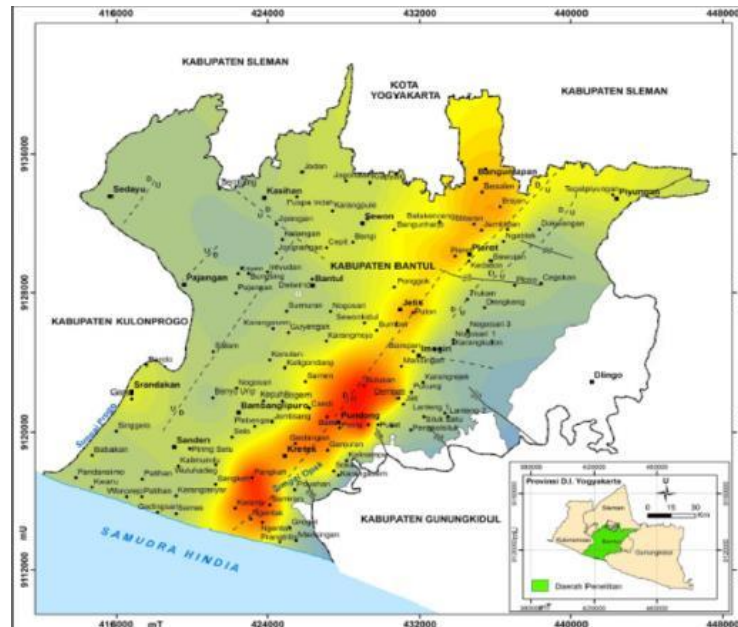
Peta tingkat kerawanan gempa bumi Kabupaten Bantul hasil analisis multi kriteria, merupakan model peta tingkat kerawanan gempabumi hasil inovasi baru dalam metode zonasi daerah rawan gempa bumi. Ada kesesuaian pola antara peta rasio kerusakan aktual akibat gempa bumi Yogyakarta 26 Mei 2006 dengan peta kerawanan gempa bumi hasil kajian seperti ditunjukkan pada **Gambar 2.1** dan **Gambar 2.2**. Peta tingkat kerawanan gempa bumi Kabupaten Bantul berdasarkan analisis multi kriteria dapat dijadikan sebagai rujukan baru bagi masyarakat dan pihak-pihak yang terkait dalam usaha mitigasi bencana gempa bumi di Kabupaten Bantul.

2.1.2 Daryono (2011)

Daryono (2011) melakukan penelitian tentang indeks kerentanan seismik berdasarkan data mikrotremor pada setiap satuan bentuk lahan di zona cekungan (*graben*) Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta. Penelitian ini menggunakan pendekatan spasial dengan satuan bentuk lahan sebagai satuan analisis. Teknik pengambilan data mikrotremor menggunakan *proportional purposive sampling*. Analisis data mikrotremor menggunakan Metode *Horizontal to Vertical Spectrum Ratio (HVSr)*. Analisis hasil penelitian dan pembahasan menggunakan analisis spasial, analisis kuantitatif, dan analisis kualitatif.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengetahui karakteristik indeks kerentanan seismik pada setiap satuan bentuk lahan di zona Graben Bantul, dan (2) mengetahui persebaran spasial indeks kerentanan seismik berdasarkan pendekatan satuan bentuk lahan di zona Graben Bantul.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata indeks kerentanan seismik berdasarkan mikrotremor pada setiap satuan bentuk lahan berubah mengikuti satuan bentuk lahan seperti ditunjukkan **Gambar 2.3**. Nilai rata-rata indeks kerentanan seismik tertinggi terdapat pada satuan bentuk lahan Dataran Fluviovulkanik Merapi Muda ($Kg=8,5$).



Gambar 2.3 Peta Persebaran Spasial Indeks Kerentanan Seismik berdasarkan Mikrotremor di Zona Graben Bantul (Daryono, 2011)

Nilai rata-rata indeks kerentanan seismik terendah terdapat pada satuan bentuk lahan Perbukitan Struktural Formasi Sentolo ($K_g=0,1$). Persebaran daerah lebih rentan secara seismik akibat *local site effect* di zona graben Bantul terdapat pada satuan bentuk lahan asal *fluvial*, vulkanik, *aeoliomarin*, *denudasional*, dan *fluviomarin*. Persebaran daerah kurang rentan secara seismik terdapat pada satuan bentuk lahan asal struktural. Beberapa faktor yang mempengaruhi indeks kerentanan seismik dalam penelitian ini adalah jenis material penyusun bentuk lahan, ketebalan sedimen, dan kedalaman muka air tanah.

2.1.3 Anton Murtono (2013)

Anton (2013) menganalisa tingkat kerawanan gempa pada daerah Candi Plaosan dan sekitarnya dengan mengukur nilai mikrotremor. Dari data mikrotremor untuk menentukan nilai amplifikasi dan frekuensi natural mengacu pada metode kurva HVSR Nakamura, yang selanjutnya disajikan dalam bentuk peta mikrozonasi gempa bumi dan peta kerawanan gempa bumi.

Tujuan dari penelitian ini yakni zonasi nilai kerentanan bencana gempabumi daerah Candi Plaosan dan sekitarnya dan hubungan hasil mikrotremor

dengan kondisi geologi daerah penelitian. Titik pengamatan penelitian ini sebanyak 68 titik yang tersebar di Candi Plaosan dan sekitarnya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai frekuensi natural (f_0) berkisar antara 0,5 – 0,9 Hz tetapi frekuensi yang dominan berkisar antara 0,9 – 1,1 Hz. Secara keseluruhan ketebalan lapisan berkisar antara 50 – 138 meter tetapi ketebalan yang dominan berkisar antara 80 – 138 meter. Pada peta frekuensi, daerah yang berada pada zonasi frekuensi tinggi memiliki sedimen yang relatif tipis dan pada zonasi frekuensi rendah memiliki sedimen yang relatif tebal. Nilai amplifikasi (A_0) pada daerah penelitian berkisar antara 1 – 7 tetapi amplifikasi yang dominan berkisar antara 2 – 4. Secara keseluruhan nilai kerentanan seismik (K_g) berkisar antara 1 – 65 tetapi kerentanan seismik yang dominan berkisar antara 1 – 22.

Berdasarkan dari analisis peta frekuensi, peta ketebalan, peta amplifikasi, dan peta kerentanan seismik, maka daerah Candi Plaosan dan sekitarnya memiliki potensi bencana gempa bumi yang cukup besar. Dikarenakan kondisi geologi daerah tersebut yakni sifat sedimen yang lepas – lepas hasil aktivitas Gunung Merapi dan memiliki sedimen yang cukup tebal berkisar antara 80 – 138 meter.

2.1.4 Sri Mulyati (2015)

Sri Mulyati (2015) meneliti hubungan tingkat kerawanan fisik dengan kerentanan fisik bangunan wilayah Kecamatan Wedi dan Gantiwarno Kabupaten Klaten. Dua kecamatan tersebut mengalami kerusakan terparah di wilayah Provinsi Jawa Tengah akibat gempa bumi Bantul 27 Mei 2006, padahal terletak jauh dari pusat gempa bumi.

Penelitian ini bertujuan untuk 1) memetakan tingkat kerawanan fisik wilayah di Kecamatan Gantiwarno dan Kecamatan Wedi, 2) memetakan tingkat kerentanan fisik bangunan tempat tinggal di Kecamatan Gantiwarno dan Kecamatan Wedi, 3) menganalisis hubungan tingkat kerawanan fisik wilayah dengan kerentanan fisik bangunan terhadap bahaya gempa bumi.

Analisis data mikrotremor menggunakan metode HVSR (*Horizontal to Vertical Spectrum Ratio*). Titik pengukuran mikrotremor sebanyak 35 titik pada 6 satuan bentuklahan yaitu satuan bentuklahan Fluvial, Fluvial Vulkanik, Fluvial

Denudasional, Denudasional, Struktural Denudasional dan Struktural. Penilaian kerawanan fisik wilayah berdasarkan nilai amplifikasi, frekuensi, kedalaman lapisan sedimen dan PGA di batuan dasar. Penilaian kerentanan fisik bangunan dilakukan dengan mengklasifikasikan kerentanan berdasarkan jenis atap bangunan rumah (joglo, limasan dan kampung). Analisis data menggunakan metode kuantitatif.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kerawanan fisik wilayah sangat tinggi berada di Kecamatan Gantiwarno, sedangkan kerawanan fisik wilayah rendah berada di Kecamatan Wedi. Wilayah penelitian memiliki tingkat kerawanan tinggi terhadap gempa bumi disebabkan oleh sebagian besar wilayah memiliki satuan bentuk lahan Fluvial yang bersifat lunak. Tingkat kerentanan fisik bangunan di wilayah penelitian tergolong tinggi. Jumlah bangunan yang rentan sebanyak 104 unit rumah dari jumlah total sampel (60,5%), sedangkan bangunan dengan tingkat kerentanan sedang sebanyak 38 unit (22,1%) dan tingkat kerentanan rendah 30 unit (17,4%). Hal ini dikarenakan bangunan di wilayah penelitian didominasi oleh rumah dengan tipe atap kampung yang memiliki tingkat kerentanan tinggi. Pola kerusakan bangunan total dan berat berada pada tingkat kerawanan fisik yang tinggi, sedangkan bangunan dengan tingkat kerusakan ringan tersebar pada tingkat kerawanan sedang dan rendah. Hal ini menunjukkan hubungan antara pola kerentanan bangunan dengan pola sebaran kerawanan fisik wilayah.

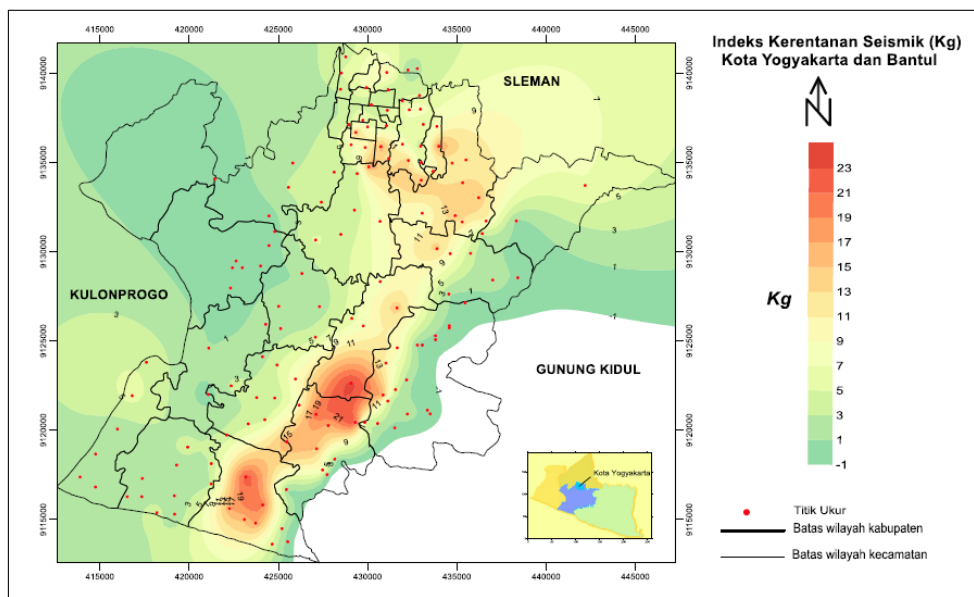
2.1.5 Ari Sungkowo (2016)

Ari Sungkowo (2016) meneliti kerentanan seismik dan karakteristik dinamik tanah di Kota Yogyakarta menggunakan data mikrotremor. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan sebaran nilai faktor amplifikasi tanah (A_g), frekuensi dominan (f_g), indeks kerentanan seismik (K_g), percepatan tanah maksimum (PGA), *ground shear strain* (γ), ketebalan lapisan (h), dan kecepatan gelombang geser sampai kedalaman 30 meter (V_{s30}) yang dapat menunjukkan tingkat kerentanan suatu daerah terhadap bahaya gempa bumi. Dalam pengukuran mikrotremor dengan menggunakan seismometer tiga komponen TDS 303. Data tersebut kemudian dianalisa dengan metode *Horizontal to Vertical Ratio* (HVSr).

Nilai PGA dihitung dengan persamaan Kanai untuk gempa bumi 27 Mei 2006 dengan magnitudo 6,3 Mw dan NERA.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebaran nilai faktor amplifikasi tanah (A_g) berkisar antara 1,69 sampai 6,48, frekuensi dominan (f_g) berkisar antara 0,62 Hz sampai 3,4 Hz, indeks kerentanan seismik (K_g) berkisar antara 0,65 sampai 18,43, percepatan tanah maksimum (PGA) Kanai berkisar antara 338,1 gal sampai 868,74 gal, *ground shear strain* (γ) berkisar antara 0,0002 sampai dengan 0,0028, ketebalan lapisan (h) berkisar antara 22 m sampai 64 m, dan kecepatan gelombang geser sampai kedalaman 30 meter (V_{s30}) berkisar antara 185 m/dt sampai dengan 265 m/dt.

Nilai K_g , PGA, γ , relatif tinggi dan V_{s30} relatif rendah di daerah penelitian pada umumnya terdapat di daerah bagian selatan dari Kota Yogyakarta di wilayah Kecamatan Kotagede, Umnulharjo, Mergangsan, dan Mantriweron yang mengalami kerusakan parah. Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan antara tingkat kerusakan dengan indeks kerentanan seismik, *ground shear strain*, PGA, dan V_{s30} sebagaimana ditunjukkan peta tingkat kerentanan seismik pada **Gambar 2.4**.



Gambar 2.4 Peta distribusi indeks kerentanan seismik (K_g)

2.1.6 Dewi Wahyu Ratnasari (2017)

Dewi Wahyu Ratnasari (2017) melakukan penelitian indeks kerentanan gempa bumi di Desa Gunung Gajah, Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten. Berdasarkan kondisi Geologi, Desa Gunung Gajah memiliki jenis batuan yang kompleks. Terdapat tiga jenis batuan yang muncul dipermukaan yaitu batu metamorf, batu beku, dan batu sedimen dalam jumlah yang luas dan memiliki umur yang berbeda dari umur pra-tersier hingga umur quarter. Dari kondisi geologi ini membuktikan bahwa di daerah tersebut pernah terjadi aktivitas tektonik yang sangat tinggi. Daerah ini juga terdapat banyak blok patahan yang mana patahan-patahan tersebut bisa menjadi sumber getaran apabila terjadi aktifitas tektonik.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai persebaran frekuensi dominan, amplifikasi, Kg, dan PGA yang mana nilai – nilai tersebut menunjukkan karakteristik tanah bawah permukaan. Pendekatan yang digunakan untuk mengetahui gerakan tanah pada penelitian ini adalah metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSr)*.

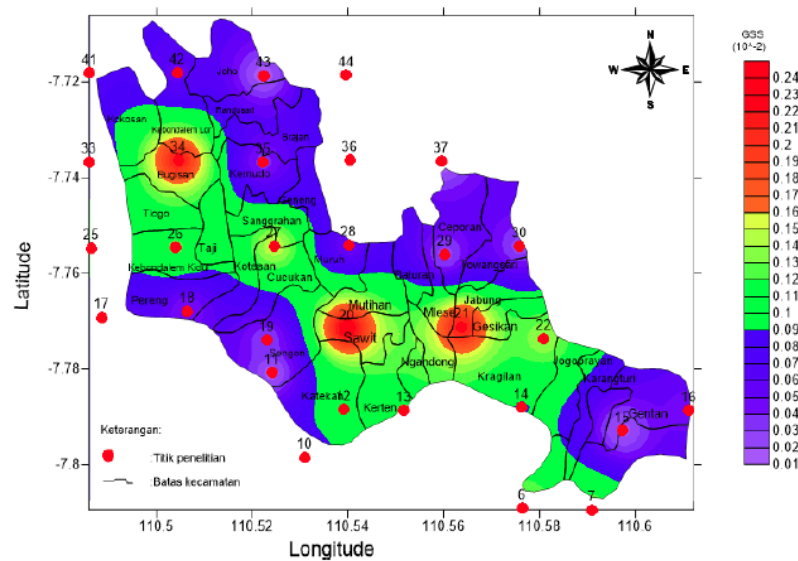
Dari hasil pengolahan metode HVSr diketahui bahwa karakter tanah di Desa Gunung Gajah memiliki nilai frekuensi dominan sebesar 0,79 – 18,22 Hz, amplifikasi 0,13 – 15,09, Kg sebesar 0,02 – 20,29 detik, dan PGA sebesar 51,12 – 247,24 gal. Berdasarkan pendekatan Nakamura dapat diketahui daerah penelitian memiliki tingkat resiko kerusakan rendah yang menyebar pada formasi Metamorf, Wungkal-Gamping, Diorit, dan Oyo/Wonosari. Tingkat kerusakan sedang menyebar di formasi Metamorf bagian barat dan Diorit di bagian timur. Berdasarkan pendekatan Kanai, daerah yang memiliki resiko rendah menyebar di tengah area penelitian pada formasi Wungkal-Gamping, Metamorf, Diorit, dan Oyo/Wonosari.

2.1.7 Yulistiani (2017)

Yulistiani (2017) meneliti tentang potensi likuifaksi berdasarkan nilai *ground shear strain* (GGS) di Kecamatan Prambanan dan Gantiwarno, Kabupaten Klaten. *Ground shear strain* didapatkan dari analisis data mikrotremor dengan menggunakan metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSr)*. Kecamatan

Prambanan dan Gantiwarno termasuk daerah yang rawan gempa bumi, ditunjukkan dengan jenis tanah yang tersebar di daerah tersebut berupa regosol coklat kelabu yang berbahan induk berupa abu dan pasir vulkanik, juga terdapat persebaran hidrogeologi dengan akuifer produktif tersebar di seluruh wilayah tersebut. Dengan jenis tanah dan kondisi hidrogeologi demikian, Kecamatan Prambanan dan Gantiwarno memiliki potensi likuifaksi saat terjadi gempa bumi.

Percepatan tanah maksimum dan indeks kerentanan seismik merupakan parameter yang berpengaruh terhadap nilai *ground shear strain* (GGS). Percepatan tanah maksimum adalah nilai percepatan getaran tanah terbesar yang pernah terjadi di suatu tempat yang diakibatkan oleh gelombang gempa bumi, sedangkan indeks kerentanan seismik merupakan suatu parameter yang sangat berhubungan dengan tingkat kerawanan suatu wilayah terhadap gempa bumi. Daerah yang memiliki nilai GGS tinggi berpotensi mengalami gerakan tanah, salah satu fenomenanya yaitu likuifaksi. Fenomena likuifaksi muncul ketika terjadi gempa bumi dan dapat menjadi salah satu faktor meningkatnya kerusakan yang diakibatkan oleh gempa bumi. Likuifaksi merupakan fenomena hilangnya kekuatan lapisan tanah akibat getaran gempa. Titik penelitian pada penelitian ini sebanyak 30 titik, yang kemudian dipetakan berdasarkan nilai GGS setiap titik pengamatan, seperti dilihat pada **Gambar 2.5**.

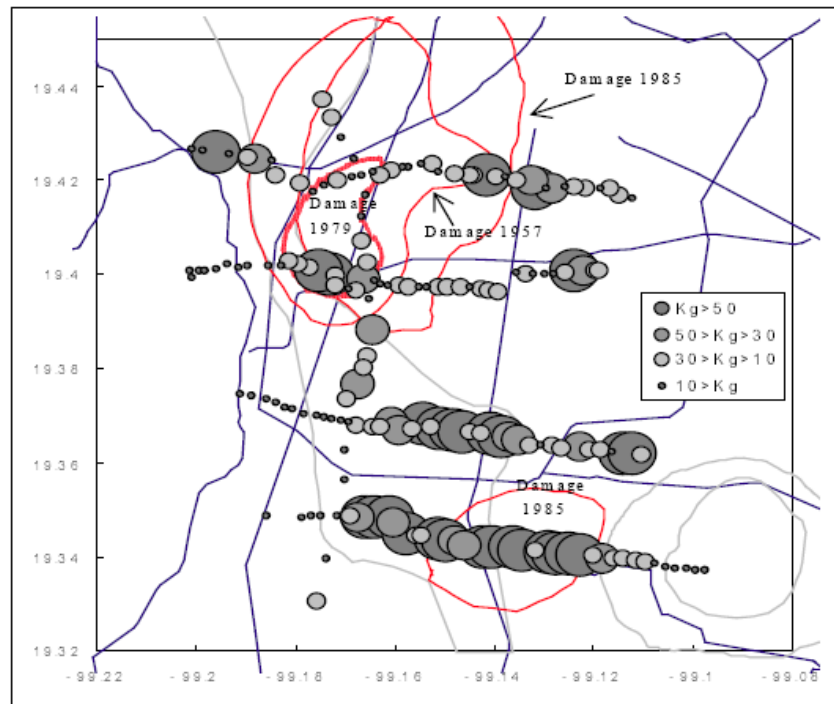


Gambar 2.5 Peta Mikrozonasi nilai GGS di Kecamatan Prambanan dan Kecamatan Gantiwarno (Yulistiani, 2017)

Hasil dari penelitian ini adalah nilai GGS di Kecamatan Prambanan dan Gantiwarno berkisar antara $0,01 \times 10^{-2}$ – $0,24 \times 10^{-2}$. Nilai GGS tertinggi berada di daerah Sawit yaitu $0,24 \times 10^{-2}$ dan nilai GGS terendah berada di daerah Ceporan yaitu $0,01 \times 10^{-2}$. Dari hasil tersebut Kecamatan Prambanan dan Gantiwarno, potensi adanya likuifaksi relatif rendah dan hanya terjadi di beberapa titik penelitian yaitu Desa Bugisan (titik 34), Desa Sawit (titik 20), dan Desa Jabung (titik 21) dengan nilai GGS masing – masing daerah yaitu $0,21 \times 10^{-2}$, $0,24 \times 10^{-2}$, dan $0,01 \times 10^{-2}$.

2.1.8 Gurler *et al.* (2000)

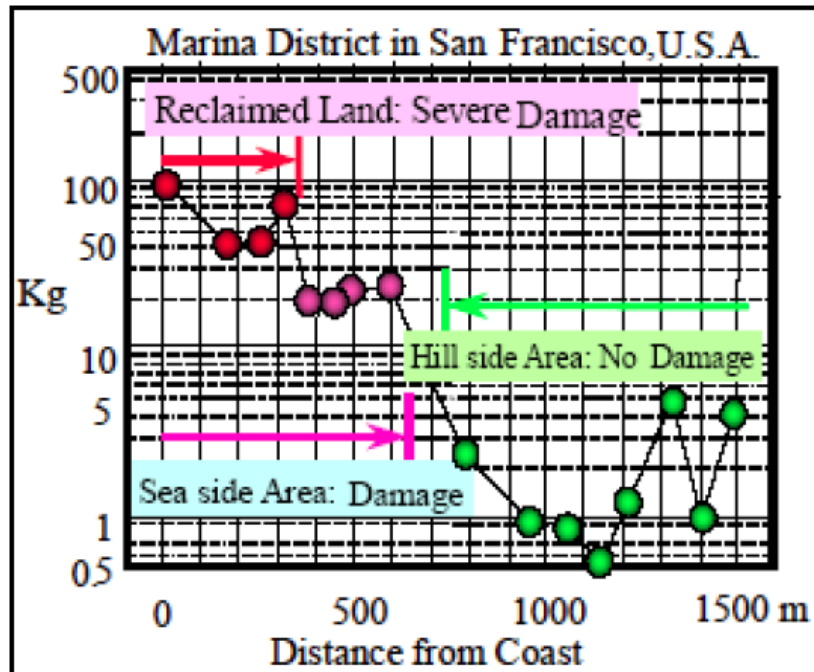
Menganalisis hubungan antara indeks kerentanan seismik berdasarkan mikrotremor dengan data kerusakan akibat gempa bumi pada masa lalu di daerah Mexico City, Mexico. Gurler *et al.* (2000) melakukan pengukuran mikrotremor pada 200 lokasi di Mexico City yang berulang kali dilanda kerusakan akibat gempa bumi tahun 1957, 1979, dan 1985. Jalur pengukuran mikrotremor memotong perbukitan, daerah transisi, dan rawa yang sudah direklamasi. Hasil penelitian dapat mengidentifikasi “zona lemah”, yang ditandai dengan indeks kerentanan seismik tinggi di zona bekas rawa, seperti terlihat pada **Gambar 2.6**. Indeks kerentanan seismik berubah semakin kecil setelah memasuki zona transisi dan zona perbukitan. Kawasan bekas rawa yang direklamasi ternyata merupakan zona indeks kerentanan tinggi dan selalu mengalami kerusakan parah setiap terjadi gempa bumi kuat. Zona lemah merupakan zona indeks kerentanan seismik tinggi. Zona indeks kerentanan seismik tinggi yang sering terjadi kerusakan terletak di zona bekas rawa.



Gambar 2.6 Peta Distribusi Indeks Kerentanan Seismik dan Data Kerusakan Di Mexico City

2.1.9 Nakamura (2008)

Nakamura (2008) melakukan pengukuran mikrotremor untuk mengkaji indeks kerentanan seismik di distrik Marina (San Fransisco) yang mengalami tingkat kerusakan parah akibat gempa bumi Loma Prieta 1989 yang mengguncang pantai California (Mw 6,9). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan dari sebaran nilai indeks kerentanan seismik di daerah pantai hingga kawasan perbukitan, daerah pantai yang merupakan dataran aluvial dan reklamasi menunjukkan nilai indeks kerentanan seismik yang tinggi dan mengalami kerusakan bangunan yang parah, kemudian nilai indeks kerentanan seismik berubah semakin kecil ketika memasuki kawasan perbukitan yang tidak mengalami kerusakan bangunan. Seperti terlihat pada **Gambar 2.7** di bawah ini.



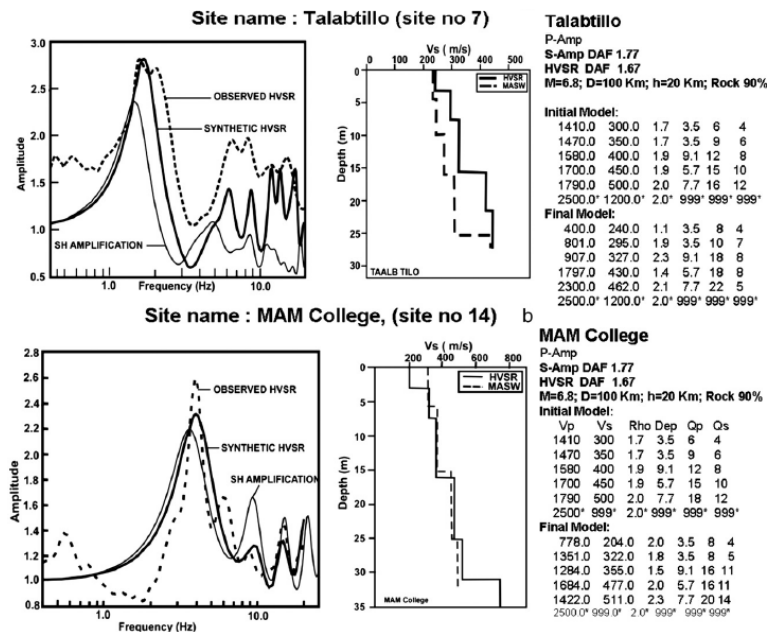
Gambar 2.7 Nilai indeks kerentanan seismik (Kg) setelah gempa di Loma Prieta tahun 1989 (Nakamura, 2008)

Gambar 2.7 di atas menunjukkan distribusi nilai Kg di San Francisco setelah gempa di Loma-Prieta tahun 1989. Untuk daerah di sepanjang garis pantai sampai di bukit bisa dilihat bahwa Nilai Indeks Kerentan (Kg) di atas 20 mengalami kerusakan yang parah, sedangkan daerah yang tidak mengalami kerusakan memiliki nilai Kg yang kecil. Dengan mempertimbangkan nilai kecepatan basement di area tersebut sebesar 50 gal (menurut pengamatan), nilai $Kg = 1000 \times 10^{-6}$ dapat mengidentifikasi daerah yang mengalami likuifaksi.

2.1.10 Mahajan, A.K *et al* (2011)

Mahajan, A.K *et al.* (2011) melakukan penelitian di daerah Jammu City, Himalaya India dengan metode aktif MASW dan metode pasif mikrotremor HVSR untuk mengetahui kecepatan gelombang geser di struktur. Kcepatan gelombang geser sampai pada kedalaman 30 m berkisar antara 238 m/s – 450 m/s. Dari pengukuran mikrotremor dihasilkan frekuensi fundamental berkisar antara 1 Hz – 3 Hz di bagian tengah dan 1,75 Hz – 2 Hz di bagian utara, bagian barat daya dan bagian selatan. Inversi kurva H/V juga dilakukan di daerah tersebut yang

dibandingkan dengan hasil dari survei MASW, seperti terlihat pada **Gambar 2.8** di bawah ini.



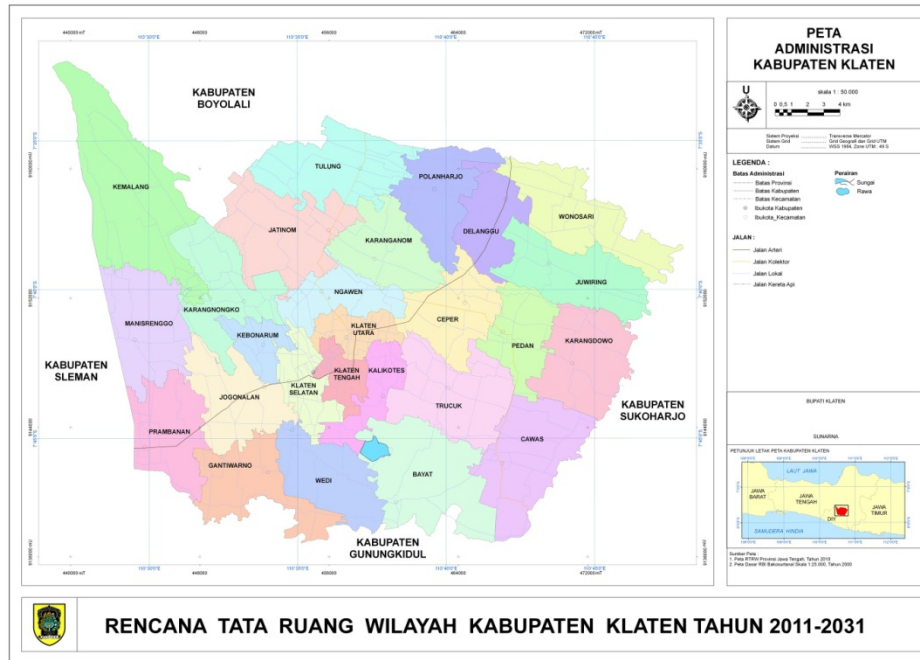
Gambar 2.8 Model Vs dari inversi kurva H/V di Jammu City, Hilmaya India (Mahajan, AK *et al.* 2012)

Rangkuman dari penelitian terdahulu di atas dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

2.2 KEASLIAN PENELITIAN

Beberapa penelitian mengenai indeks kerentanan sismik dengan pengukuran mikrotremor sudah dilakukan oleh para peneliti terdahulu. Penelitian ni memiliki beberapa kesamaan dalam hal tema dengan penelitian yang dilakukan oleh para peneliti terdahulu, namun juga memiliki perbedaan dalam hal tujuan, pendekatan, dan objek kajian yang digunakan. Meskipun demikian, penelitian ini menjadi baru karena memilki perbedaan dalam hal karekteristik lokasi kajian yaitu di Kabupaten Klaten bagian selatan dengan mengambil cakupan wilayah yang cukup luas yaitu 9 Kecamatan dan sebagian wilayah Gunungkidul dan Sleman yang berbatasan langsung dengan Kabupaten Klaten. Peta administrasi Kabupaten Klaten dapat dilihat pada **Gambar 2.9**. Penelitian indeks kerentanan seismik berdasarkan pengukuran mikrotremor yang dilakukan oleh peneliti terdahulu hanya menggunakan pendekatan geofisika. Dalam penelitian ini untuk

mengetahui kerentanan seismik tanah juga digunakan pendekatan seismologi teknik yaitu dengan menggunakan data kecepatan gelombang sekunder (v_s) dari inversi kurva HVSr. Selain itu juga digunakan data karakteristik dinamik tanah yaitu regangan geser tanah dan kedalaman muka air tanah untuk kemudian didapatkan potensi likuifaksi tiap daerah pengamatan.



Gambar 2.9 Peta Administrasi Kabupaten Klaten (BAPPEDA, 2011)

Tabel 2.1 Rangkuman Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan dengan penelitian yang akan dilakukan
1	Tim Litbang BMKG	2010	Kajian Kerawanan Bahaya Gempa Bumi di Kabupaten Bantul, DIY	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengkaji tingkat kerawanan gempa bumi di Kabupaten Bantul 2. Mengembangkan inovasi baru dalam metode zonasi rawan gempa gempa bumi di Kabupaten Bantul berdasarkan analisis multikriteria 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peta distribusi nilai periode dominan, faktor amplifikasi, PGA 2. Menggunakan metode multi kriteria untuk zonasi rawan gempa bumi 3. Peta kerawanan gempa bumi dengan metode multi kriteria daerah Bantul 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan metode multi kriteria 2. Wilayah studi di Kabupaten Bantul 3. Pengambilan data mikrotremor dengan jarak 2 – 3 km
2	Daryono	2011	Indeks Kerentanan Seismik Berdasarkan Mikrotremor pada Setiap Satuan Bentuk Lahan di Zona Graben Bantul, DIY	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengetahui karakteristik indeks kerentanan seismik pada setiap satuan bentuk lahan 2. Mengetahui persebaran spasial indeks kerentanan seismik berdasarkan pendekatan satuan bentuk lahan di zona Graben Bantul 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Karakteristik indeks kerentanan seismik, ground shear strain, dan rasio kerusakan rumah berubah mengikuti satuan bentuk lahan 2. Persebaran spasial indeks kerentanan seismik berdasarkan pendekatan satuan bentuk lahan menunjukkan bahwa variasi indeks kerentanan seismik dipengaruhi oleh jenis material penyusun, ketebalan sedimen, dan kedalaman muka air tanah 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analisis Indeks kerentanan sesimik dikelompokkan berdasarkan satuan bentuk lahan 2. Wilayah studi di Kabupaten Bantul 3. Kedalaman air tanah didapatkan dari data sekunder sumur bor dan sumur gali
3	Anton Murtono	2013	Analisis Mikrotremor dengan Metode HVSR (Nakamura) untuk Mikrozonasi Gempa Bumi Daerah Candi Plaosan dan Sekitarnya,	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menganalisa tingkat kerawanan gempa pada daerah Candi Plaosan dan sekitarnya 2. Menentukan nilai amplifikasi dan frekuensi natural daerah setempat dengan mengacu pada kurva HVSR 3. Pembuatan peta mikrozonasi gempa bumi 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Secara keseluruhan nilai frekuensi natural (f_0) pada daerah penelitian berkisar antara 0,5 – 0,9 Hz tetapi frekuensi yang dominan berkisar antara 0,9 – 1,1 Hz 2. Secara keseluruhan nilai amplifikasi (A_0) pada daerah penelitian berkisar antara 1 – 7 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengambilan data mikrotremor berdasar metode <i>proporsional purposive sampling</i> 2. Wilayah studi di daerah candi plaosan dan sekitarnya 3. Mikrozonasi menggunakan software Surfer

			Kabupaten Klaten, Provinsi Jawa Tengah	<ol style="list-style-type: none"> 4. Menghitung nilai kerawanan gempa bumi melalui nilai amplifikasi dan frekuensi natural 5. Mengetahui hubungan hasil mikrotremor dengan kondisi geologi daerah penelitian 	<p>tetapi amplifikasi yang dominan berkisar antara 2 – 4</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Secara keseluruhan nilai kerentanan seismik (Kg) pada daerah penelitian berkisar antara 1 – 65 tetapi kerentanan seismik yang dominan berkisar antara 1 - 22 4. Endapan daerah Candi Plaosan dan sekitarnya merupakan endapan produk Gunung Merapi dengan adanya proses fluvial Kali Opak yang mempengaruhinya 5. Berdasarkan dari analisis peta frekuensi, amplifikasi, dan kerentanan seismik, maka daerah Candi Plaosan dan sekitarnya memiliki potensi bencana gempa bumi yang cukup besar 	
4	Sri Mulyati	2015	Kajian Kondisi Fisik Wilayah Rawan Gempa Bumi untuk Penilaian Kerentanan Fisik Bangunan di Kecamatan Wedi dan Kecamatan Gantiwarno Kabupaten Klaten	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memetakan tingkat kerawanan fisik wilayah di Kecamatan Gantiwarno dan Kecamatan Wedi 2. Memetakan tingkat kerentanan fisik bangunan tempat tinggal di Kecamatan Gantiwarno dan Kecamatan Wedi 3. Menganalisis hubungan tingkat kerawanan fisik wilayah dengan kerentanan fisik bangunan terhadap bahaya gempa bumi 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tingkat kerawanan fisik wilayah sangat tinggi berada di Kecamatan Gantiwarno, sedangkan tingkat kerawanan fisik wilayah rendah berada di Kecamatan Wedi. 2. Wilayah penelitian memiliki tingkat kerentanan fisik bangunan yang tinggi. Jumlah bangunan yang rentan sebanyak 104 unit rumah dari jumlah total sampel (60,5 %), sedangkan bangunan dengan tingkat kerentanan sedang sebanyak 38 unit (22,1%), dan tingkat kerentanan rendah 30 unit 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengambilan data mikrotremor berdasar metode <i>proporsional purposive sampling</i> 2. Wilayah studi di Kecamatan Gantiwarno dan Wedi, Klaten 3. Pengambilan data mikrotremor dengan jarak 2 – 3 km 4. Memetakan tingkat kerentanan fisik bangunan berdasarkan bentuk atap bangunan

					(17,4%).	
5	Ari Sungkowo	2016	Studi Kerentanan Seismik dan Karakteristik Dinamik Tanah di Kota Yogyakarta dari Data Mikrotremor	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membuat peta distribusi nilai faktor amplifikasi spektrum, frekuensi dominan, dan periode dominan di wilayah Kota Yogyakarta berdasarkan data mikrotremor 2. Membuat peta distribusi nilai indeks kerentanan seismik (K_g), dan nilai percepatan tanah maksimum (α) di Kota Yogyakarta 3. Membuat peta distribusi nilai karakteristik dinamik tanah dalam bentuk kecepatan gelombang geser (v_s), nilai regangan geser tanah (γ), dan nilai modulus geser (G) 4. Mengetahui hubungan antara nilai indeks kerentanan seismik (K_g), regangan geser tanah (γ), dan nilai percepatan tanah maksimum (α) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Distribusi nilai faktor amplifikasi berkisar antara 1,69 – 6,48. Distribusi nilai frekuensi dominan dengan nilai 0,62 – 3,4 Hz. Distribusi nilai indeks kerentanan seismik berkisar antara 0,65 – 18,43 dengan nilai relatif lebih tinggi di bagian selatan wilayah Kota Yogyakarta. 2. Karakteristik dinamik tanah ditujukan oleh nilai kecepatan gelombang geser v_s, yang terukur di titik Malangan dan Surosutan. v_s replikasi rata-rata 251,69 m/s, v_s Iami and Tonouchi rata-rata 264,48 m/s, dan v_s inversi 275,36 m/s. v_s bernilai rendah berada di bagian selatan Kota Yogyakarta. 3. Karakteristik dinamik tanah ditunjukkan nilai regangan geser dengan metode Nakamura berkisar antara 0,0002 – 0,0028. 4. Nilai PGA berdasar perhitungan dengan metode Kanai berkisar antara 0,338 g – 0,868 g. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wilayah studi di Kota Yogyakarta 2. Nilai V_s dihitung dengan software model HCSR 3. Parameter tanah didapatkan dari data down <i>hole logging</i> dan <i>bore log</i>. 4. Pengambilan data mikrotremor dengan jarak 1-1,5 km 5. Durasi pengukuran mikrotremor 20 menit 6. Nilai PGA dihitung dengan rumus atenuasi Campbell
6	Dewi Wahyu Ratnasari	2017	Analisis Nilai Indeks Kerentanan Tanah (K_g) dan Percepatan Tanah Maksimum (PGA) Berdasarkan Metode <i>Horizontal to Vertical Spectral</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengkaji nilai frekuensi dominan, amplifikasi, indeks kerentanan tanah dan percepatan tanah maksimum di Desa Gunung Gajah, Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten. 2. Mengkorelasikan hasil dari pengolahan metode HCSR dengan 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Daerah Desa Gunung Gajah memiliki frekuensi 0,78 – 18,23 Hz, amplifikasi 1,11 – 15,09, indeks kerentanan tanah 0,02 – 20,29 s, dan percepatan tanah maksimum 51,12 – 247,24 gal. 2. Berdasarkan nilai frekuensi dominan daerah penelitian 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wilayah studi di Desa Gunung Gajah, Kecamatan Bayat, Klaten 2. Pengambilan data mikrotremor dengan jarak 0,5 – 1 km 3. Analisis kurva HCSR dengan software Matlab

			<i>Ratio</i> (HVS _R) di Desa Gunung Gajah Kecamatan Bayat Kabupaten Klaten	kondisi geologi daerah penelitian.	memiliki jenis tanah I, II, III, dan IV. Jenis tanah I dan II menyebar di batuan sedimen pada Formasi Oyo/Wonosari dan Wungkal-Gamping, Metamorf, dan Diorit pada tengah area penelitian sedangkan jenis tanah III dan IV pada area tepi penelitian.	4. Pemetaan menggunakan software Surfer
7	Yulistiani	2017	Potensi Likuifaksi Berdasarkan Nilai Ground Shear Strain (GSS) di Kecamatan Prambanan dan Kecamatan Gantiwarno Kabupaten Klaten Jawa Tengah	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengetahui nilai GSS di Kecamatan Prambanan dan Kecamatan Gantiwarno 2. Mengetahui potensi likuifaksi berdasarkan nilai GSS di Kecamatan Prambanan dan Kecamatan Gantiwarno 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Besarnya nilai Ground Shear Strain (GSS) di Kecamatan Prambanan dan Gantiwarno berkisar antara $0,01 \times 10^{-2}$ – $0,24 \times 10^{-2}$. Nilai GSS tertinggi berada di daerah Sawit yaitu $0,24 \times 10^{-2}$ dan nilai GSS terendah berada di daerah Ceporan yaitu $0,01 \times 10^{-2}$. 2. Berdasarkan nilai GSS di Kecamatan Prambanan dan Gantiwarno, potensi adanya fenomena likuifaksi relatif rendah dan hanya terjadi di beberapa titik penelitian. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wilayah studi di Kecamatan Prambanan dan Gantiwarno 2. Pemetaan menggunakan software Surfer 3. Potensi likuifaksi berdasarkan nilai GSS 4. Durasi pengukuran data mikrotremor 20 menit
8	Gurler et al.	2000	<i>Local Site Effect of Mexico City Based on Microtremor Measurement</i>	Menganalisis hubungan antara indeks kerentanan seismik berdasarkan mikrotremor dengan data kerusakan akibat gempa bumi pada masa lalu	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zona lemah merupakan zona indeks kerentanan seismik tinggi 2. Zona indeks kerentanan seismik tinggi yang sering terjadi kerusakan terletak di zona bekas rawa. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wilayah penelitian di Mexico City 2. Pengukuran mikrotremor menggunakan alat seri TDS
9	Nakamura	2008	<i>On the H/V Spectrum</i>	Penelitian ini dilakukan di California USA, mengkaji penggunaan metode HVS _R dan aplikasinya untuk menghitung indeks kerentanan seismik	Dataran aluvial dan kawasan reklamasi memiliki indeks kerentanan seismik tinggi, mengalami kerusakan parah. Indeks kerentanan seismik mengecil di	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wilayah penelitian di California, USA 2. Tidak menghitung nilai PGA 3. Tidak mengkaji potensi

					daerah transisi hingga kawasan perbukitan	likuifaksi
10	Mahajan, AK et al.	2011	<i>Active Seismik and passive microtremor HVSr from assessing site effect in Jammu City, NW Himalaya, India</i>	Membandingkan estimasi kecepatan dengan menggunakan metode MASW dan Model kurva HVSr mikrotremor di wilayah kota Jammu India	Metode MASW dan inversi kurva HVSr mikrotremor dapat digunakan untuk investigasi site effect di Jammu dan metode HVSr baik untuk digunakan di area dengan kontras impedansi tinggi.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wilayah penelitian di Jammu City, India 2. Metode analisis data mikrotremor yang digunakan adalah metode MASW

