

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

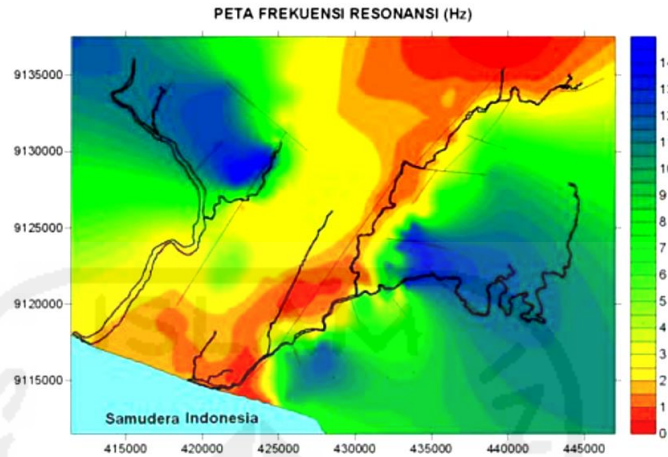
### 2.1 Penelitian terdahulu

Beberapa peneliti sebelumnya telah melakukan kajian dan penelitian terkait dengan daerah penelitian atau penelitian yang menggunakan metode terkait. Baik yang dilakukan oleh peneliti dari dalam negeri maupun peneliti dari luar negeri. Para peneliti itu diantaranya adalah Daryono (2009), Cahyanityas (2010), LitBang BMKG (2010), Irjan dan Bukhori (2011), Daryono (2011), Cahyaningtyas (2012), Mufida, dkk (2013). Penelitian dari luar negeri diantaranya Nakamura (2008), Saita *et al.* (2004), Tuladhar, *et.al.*, (2004), Zaharia, B., *et.al* (2008), Rahimi *et.al* (2012). Beberapa penelitian tersebut dirujuk dalam penelitian ini

#### 1. Daryono, dkk (2009)

Daryono, dkk (2009) melakukan penelitian dan pengukuran mikrotremor di daerah Bantul dan sekitarnya untuk mengetahui karakteristik dinamis lapisan sedimen permukaan, frekuensi resonansi ( $f_0$ ) dan nilai puncak rasio spektrum HVSR ( $A_0$ ) untuk mengetahui agihan indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ) dan mengungkap hubungan antara distribusi kerusakan gempa bumi Bantul 27 Mei 2006 dengan fenomena efek tapak lokal di Graben Bantul. Data mikrotremor dianalisis menggunakan Metoda *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSR). Penelitian dilakukan dengan melakukan pengukuran mikrotremor di daerah Bantul menggunakan *portable seismograf* TDS 303. Hasil penelitian salah satunya ditunjukkan Gambar 2.1, menunjukkan bahwa nilai frekuensi resonansi ( $f_0$ ) berkisar antara 0,56 Hz hingga 14,0 Hz. Nilai puncak rasio spektrum HVSR ( $A_0$ ) berkisar antara 0,7 hingga 8,4. Indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ) berkisar antara 0,04 hingga 29,22. Agihan nilai indeks kerentanan seismik sesuai dengan agihan kerusakan yang membentuk pola “*damage belt*”. Zona kerusakan parah yang terkonsentrasi di sepanjang Sesar Opak tidak disebabkan oleh reaktivasi sesar seperti yang dipredikasi oleh para ahli ilmu kebumihan sebelumnya, tetapi

merupakan cerminan adanya fenomena efek tapak lokal di Graben (cekungan) Bantul (Daryono, dkk., 2009)



Gambar 2.1 Agihan frekuensi resonansi di graben Bantul (Daryono, dkk., 2009)

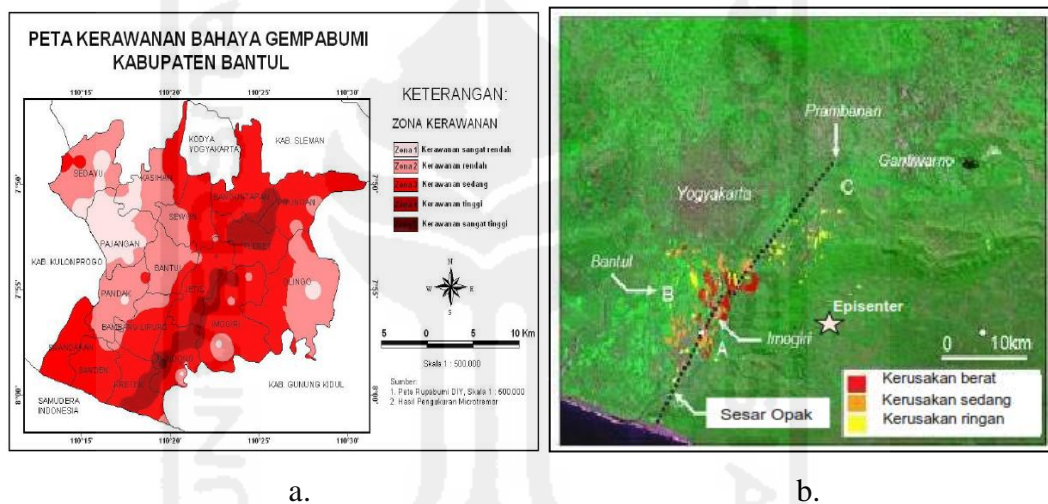
## 2. Tim Litbang BMKG (2010)

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.



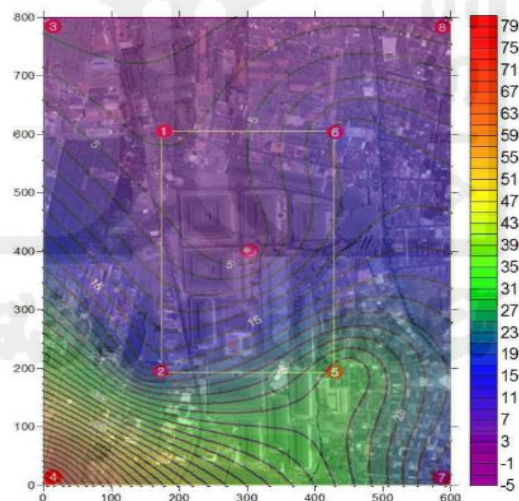
Gambar 2.2. a. Peta tingkat kerawanan bahaya gempa bumi, b. Peta kerusakan bangunan di akibat gempa di Bantul (Miura *et.al*, 2008)

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 2.3.a dan b. 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.

### 3. Irjan dan Bukhori, A. (2011)

Irjan dan Bukhori (2011) melakukan penelitian tentang mikrozonasi seismik di kampus I UIN Maulana Malik Ibrahim Malang dan sekitarnya. Penelitian yang dilakukan tersebut merupakan penelitian awal mikrozonasi di wilayah kampus I UIN Maulana Malik Ibrahim Malang dan sekitarnya untuk mengetahui spektral rasio H/V, sehingga dapat diketahui tingkat kerawanan kerusakan akibat gempa bumi.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode HVSR (Horizontal Vertical Spectral Ratio, hasil penelitian seperti ditunjukkan Gambar 2.3. Peta sebaran indeks kerentanan seismik memperlihatkan bahwa potensi kerusakan akibat gempa bumi adalah cukup rendah. Hal ini bersesuaian dengan nilai indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ) yang berkisar antara 0,055 hingga 2,856. Dari analisis ketiga parameter ditemukan potensi yang tinggi di sekitar wilayah titik 5 dan 4 yang memiliki nilai indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ) sebesar 31,205 dan 76,097 (Irjan, Bukhori A, 2011)



Gambar 2.3. Peta Indeks kerentanan seismik kampus UIN Maulana Malik Ibrahim Malang (Irjan, Bukhori A, 2011)

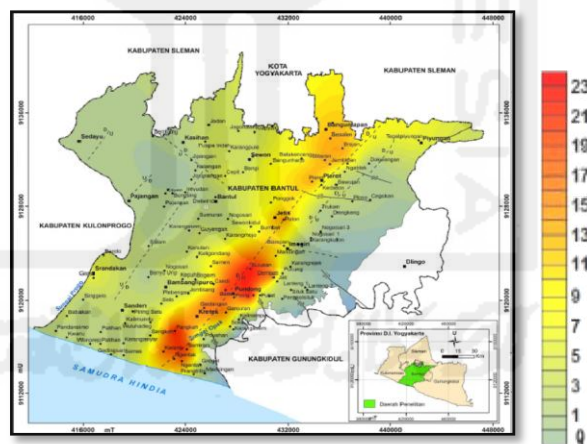
### 4. Daryono (2011)

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 2.4. Nilai rata-rata indeks kerentanan seismik tertinggi terdapat pada satuan bentuk lahan Dataran Fluviovulkanik Merapi Muda ( $K_g=8,5$ ).



Gambar 2.4. 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.

#### **5. Cahyanintyas, D. R. (2012)**

Cahyanintyas (2012) melakukan penelitian kerentanan gempa bumi dengan data mikrotremor dan data kecepatan gelombang geser sampai kedalaman 30 meter ( $V_{s30}$ ) di daerah Kabupaten Kulonprogo meliputi kecamatan yaitu: Temon, Wates, dan Panjatan. Sebagai upaya studi kelayakan terkait pembangunan bandara udara internasional, pembangunan pelabuhan Tanjung Adikarto dan jalan jalur lintas selatan. Penelitian terkait tingkat kerawanan gempa bumi meliputi kondisi efek lokal dan peta tingkat kerawanan gempa bumi. Kondisi efek lokal meliputi: geologi, geohidrologi, nilai amplifikasi, nilai frekuensi dominan, dan nilai kecepatan gelombang geser. Empat jenis peta tingkat kerawanan gempabumi dibuat: (1) Peta mikrozonasi gempa bumi kualitatif, (2) peta PGA dengan fungsi atenuasi Atkinson-Boore dengan  $v_s$  hasil pengukuran survei MASW, (3) peta PGA dengan fungsi atenuasi Atkinson-Boore dengan  $v_s$  diturunkan dari topografi yang berasal dari SRTM arcsec 30, dan (4) peta PGA dengan fungsi atenuasi Kanai.

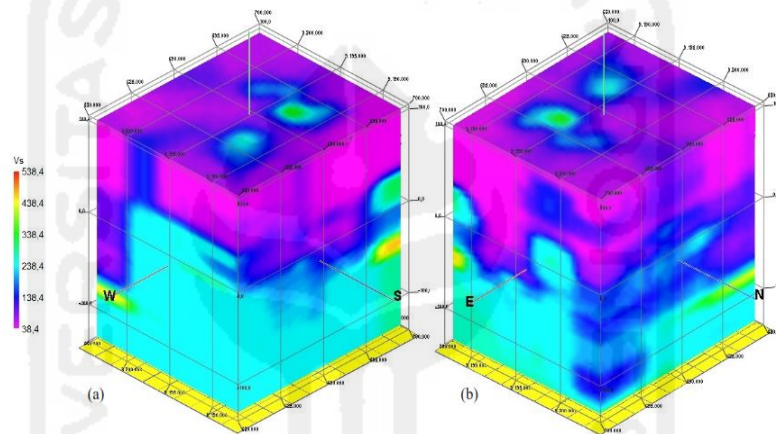
Kisaran nilai amplifikasi 1,35-7,56, kisaran nilai frekuensi dominan 0,28-13,37 Hz, kisaran nilai  $V_{s30}$  berdasarkan survei MASW 96,74 – 499,74 m/s, sedangkan kisaran nilai  $V_{s30}$  berdasarkan topografi 181,95 – 651,80 m/s. Kondisi terkait efek lokal saling terkait satu dengan yang lain. Nilai amplifikasi tinggi terletak pada daerah dengan sedimen tipis untuk sedimen Kuartar (*Quaternary*), sedangkan pada sedimen Tersier (*Tertiary*). Keempat peta tingkat kerawanan gempabumi menunjukkan bahwa Kecamatan Panjatan merupakan daerah dengan tingkat kerawanan tertinggi, karena kecamatan ini merupakan daerah yang paling dekat dengan sumber gempa bumi.

#### **6. Mufida, A., dkk (2013)**

Mufida (2013) melakukan estimasi kecepatan gelombang geser bawah permukaan dari data mikrotremor dengan metode inversi kurva HVSr. *Profiling*



Kecepatan Gelombang Geser ( $V_s$ ) Kota Surabaya berdasarkan pengolahan data mikrotremor dengan menggunakan inversi kurva HVSR yang dikembangkan oleh Herak (2008). Berdasarkan data  $V_s30$  hasil penelitian ini diketahui, wilayah Kota Surabaya diklasifikasikan menjadi tipe tanah E, yaitu lapisan tanah yang terdiri aluvium pada permukaan dengan nilai  $v_s$  tipe C atau D dengan ketebalan bervariasi antar 5 dan 20 meter. Dan  $v_s$  tanah tipe D menyebar hampir diseluruh wilayah Surabaya kecuali bagian tengah ke arah barat yang mempunyai  $v_s$  tipe tanah C. Sebaran 3D kecepatan gelombang geser ( $v_s$ ) ditunjukkan pada Gambar 2.6.



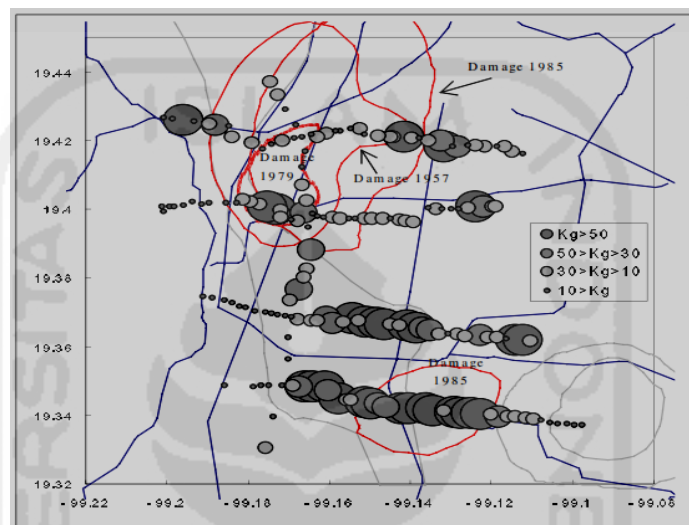
Gambar 2.6 Peta 3D sebaran nilai  $v_s$  wilayah Surabaya (a). dilihat dari arah SW atas, (b) dari arah EN atas, (Mufida A. dkk, 2013)

Penggunaan mikrotremor yang dilakukan di luar negeri diantaranya adalah sebagai berikut ini :

### 7. Gurler, et.al

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" Gambar 2.7, yang ditandai dengan indeks kerentanan seismik tinggi di zona bekas rawa. 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.

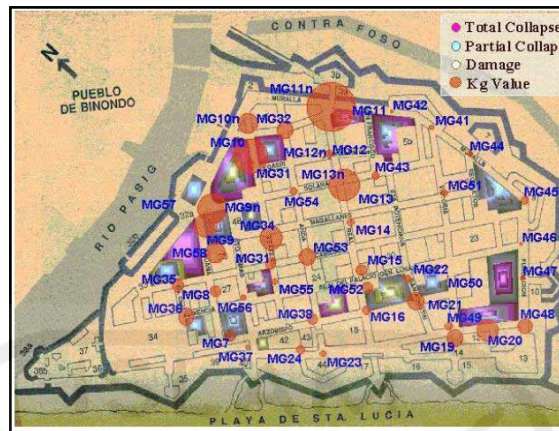


Gambar 2.7. Peta distribusi indeks kerentanan seismik dan data kerusakan di Mexico City

### 8. Saita, *et al.* (2004)

Saita *et al.* 2004 melakukan penelitian di Intramuros, Manila, menganalisis hubungan antara tingkat kerusakan gempa bumi pada masa lampau dengan indeks kerentanan seismik berdasarkan mikrotremor dengan melakukan survei lapangan dengan analisis HVSR dan hubungan antara indeks kerentanan seismik berdasarkan mikrotremor dengan kerusakan rumah. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa mikrotremor memberikan hasil stabil dan konsisten untuk jangka waktu yang panjang. Indeks kerentanan seismik berdasarkan mikrotremor dapat mengestimasi kawasan yang mengalami kerusakan akibat gempa bumi pada masa lalu dan masa yang akan datang. Hasil penelitian ditunjukkan Gambar 2.8, terlihat bahwa bagian Utara dan Timur nilai  $K_g$  relatif lebih besar.



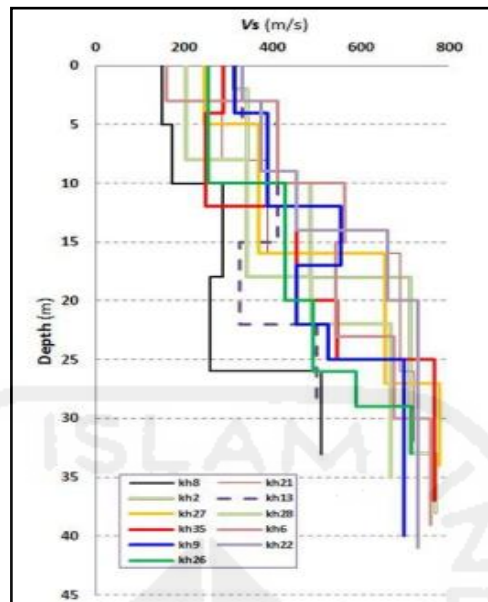


Gambar 2.8. Peta distribusi indeks kerentanan seismik dan data kerusakan di Intramuros Manila Filipina (Saita *et al.* 2004)

## 9. Rahimi, E., (2012)

Rahimi (2012) melakukan analisis terhadap efek kondisi lokal dan profil kecepatan gelombang geser untuk mengetahui struktur di daerah Khas kota bagian Tenggara dari Iran menggunakan beberapa metode. Selain dengan menggunakan data bor, penelitian ini juga menggunakan data mikrotremor. Kurva HVSR yang diperoleh kemudian dilakukan pemodelan untuk menentukan profil 1-D di daerah tersebut. Salah satu metode yang digunakan adalah inversi kurva HVSR dengan *software* ModelHVSR dari Herak.

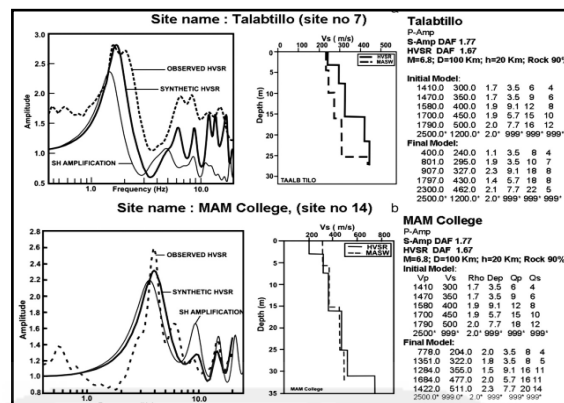
Profil 1-D Kecepatan gelombang geser yang yang diperoleh tidak jauh berbeda dengan survey seismik *downhole* yang dilakukan di daerah tersebut. Profil 1-D kecepatan gelombang geser ditunjukkan oleh Gambar 2.10. Dari penelitian ini diperoleh informasi klasifikasi tanah di daerah penelitian termasuk dalam kelas C dan II berdasarkan klasifikasi dari NHRP dan *Iranian Code*.



Gambar 2.9 Profil 1-D kecepatan gelombang sekunder di beberapa titik ukur hasil inversi kurva H/V di Khas Iran (Rahimi, E., *et.al* 2012)

#### 10. Mahakan, A.K., *et.al* (2012)

Mahakan AK *et.al* (2012) melakukan penelitian di daerah Jammu Himalaya India dengan metode aktif MASW dan metode pasif mikrotremor HVSR untuk mengetahui kecepatan gelombang geser di struktur. Kecepatan 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 – 3Hz di bagian tengah dan 1.75 Hz–2 Hz dibagian utara, bagian baratdaya dan bagian selatan. Inversi kurva H/V juga dilakukan di daerah tersebut yang dibandingkan dengan hasil dari survei MASW.



Gambar 2.10. Model  $v_s$  dari inversi kurva H/V di Jammu City India (Mahakan, A.K., *et.al* 2012)

Rangkuman beberapa penelitian terdahulu ditunjukkan Tabel 2.1

## 2.2 Keaslian Penelitian

Beberapa penelitian mengenai indeks kerentanan seismik sudah dilakukan oleh para peneliti terdahulu. Penelitian ini 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. Penelitian indeks kerentanan seismik berdasarkan pengukuran mikrotremor yang dilakukan oleh para 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 *seismic down hole* dan  $v_s$  dari inversi kurva HVSr. Selain itu juga digunakan data karakteristik dinamik tanah yaitu regangan geser tanah dan modulus geser tanah.

Tabel 2.1 Beberapa penelitian terdahulu

No	Peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Bahasan Penelitian	Hasil Penelitian
5	Gurler <i>et al.</i>	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"> <li>1. Zona lemah merupakan zona indeks kerentanan seismik tinggi.</li> <li>2. Zona indeks kerentanan seismik tinggi yang sering terjadi kerusakan terletak di zona bekas rawa.</li> </ol>
1	Saita, <i>et al</i>	2004	<i>On Relationship Between the Estimated Strong Motion Characteristics of Surface Layer and the Earthquake Damage. Case Study at Intramuros, Manila</i>	Menganalisis hubungan antara tingkat kerusakan gempa bumi pada masa lampau dengan indeks kerentanan seismik berdasarkan mikrotremor di Intramuro, Manila	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pengukuran mikrotremor memberi hasil stabil dan konsisten untuk jangka panjang.</li> <li>2. Indeks kerentanan seismik berdasarkan mikrotremor dapat mengestimasi kawasan yang mengalami kerusakan akibat gempa bumi pada masa lalu dan masa yang akan datang</li> </ol>
2	Nakamura	2008	<i>On the H/V Spectrum</i>	Penelitian ini dilakukan di California USA, mengkaji penggunaan metode HVSR 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 daerah transisi hingga kawasan perbukitan
3	Daryono, dkk	2009	<i>Local Site Effect di Graben Bantul Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor untuk Pengkajian Bahaya Gempa Bumi</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengetahui, frekuensi resonansi (<math>f_0</math>), nilai puncak spektrum HVSR (<math>A_0</math>)</li> <li>2. Mengetahui agihan indeks kerentanan seismik (<math>K_g</math>)</li> <li>3. Mengetahui hubungan antara distribusi kerusakan Gempa bumi Bantul 27 Mei 2006 dengan fenomena efek tapak lokal di Graben Bantul</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Distribusi nilai frekuensi dasar, nilai puncak HVSR</li> <li>2. Distribusi agihan indeks kerentanan seismik Daerah Bantul</li> <li>3. Adanya korelasi yang baik antara pola distribusi kerusakan dengan efek tapak lokal Bantul</li> </ol>
4	Tim Litbang BMKG	2010	<i>Kajian Kerawanan Bahaya Gempa bumi di Kabupaten Bantul, DIY</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengkaji tingkat kerawanan gempa bumi di Kabupaten Bantul</li> <li>2. Mengembangkan inovasi baru dalam metoda zonasi rawan gempa bumi di Kabupaten Bantul berdasarkan analisis multikriteria</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peta distribusi nilai periode dominan, faktor amplifikasi, PGA.</li> <li>2. Menggunakan metode multi kriteria untuk zonasi rawan gempa bumi</li> <li>3. Peta kerawanan gempa bumi dengan metode multi kriteria daerah Bantul</li> </ol>

				3. Memberi rujukan baru zonasi daerah rawan gempa bumi	
5	Daryono	2011	Indeks Kerentanan Seismik Berdasarkan Mikrotremor pada Setiap Satuan Bentuklahan di Zona Graben Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengetahui karakteristik indeks kerentanan seismik pada setiap satuan bentuklahan.</li> <li>2. Mengetahui persebaran spasial indeks kerentanan seismik berdasarkan pendekatan satuan bentuklahan di zona Graben Bantul.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Karakteristik indeks kerentanan seismik, ground shear-strain, dan rasio kerusakan rumah berubah mengikuti satuan bentuklahan.</li> <li>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 airtanah.</li> </ol>
6	Irjan dan Bukhori A	2011	Pemetaan Wilayah Rawan Bencana Berdasarkan Data Mikroseismik Menggunakan TDS 303S	Mengetahui Tingkat Kerawanan Gempa bumi di sekitar kampus UIN Maulana Malik Ibrahim Malang	Nilai $f_0$ dan $A$ memperlihatkan bahwa potensi kerusakan akibat gempabumi adalah cukup rendah. Hal ini bersesuaian dengan nilai indeks kerentanan seismik ( $K_g$ )
7	Mahajan AK, et.al	2011	<i>Active seismic and passive microtremor HVSR fro assessing site effect in Janmu city, new Himalaya, India</i>	Membandingkan estimasi kecepatan dengan menggunakan metode MASW dan Model kurva HVSR mikrotremor di wilayah kota Janmu India	metode MASW dan inversi kurva HVSR mikrotremor dapat digunakan untuk investigasi site effect in Janmu dan metode HVSR baik untuk digunakan di area dengan kontras impedansi tinggi
8	Cahyanintyas D R	2012	Studi Kerawanan Seismik Kecamatan Temon, Wates dan Panjatan Kabupaten Kulonprogo	Sebagai upaya studi kelayakan terkait pembangunan bandara udara internasional, Pembangunan pelabuhan Tanjung Adikarto dan Jalan Jalur Lintas Selatan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peta mikrozonasi gempabumi kualitatif</li> <li>2. Peta PGA dengan fungsi atenuasi Atkinson-Boore dengan <math>v_s</math> hasil pengukuran survei MASW, fungsi atenuasi Atkinson-Boore dengan <math>V_s</math> diturunkan dari topografi</li> </ol>
9	Rahimi E, et.al	2012	<i>Evaluating local geological conditions and Vs profiles in Khash area, SE Iran</i>	Melakukan analisis terhadap kondisi lokal dan profil kecepatan gelombang geser memodelkan kurva H/V untuk menentukan profil 1-D	Profil 1-D Kecepatan gelombang geser yang yang diperoleh tidak jauh berbeda dengan seismik downhole
10	Mufida A, dkk	2013	<i>Profilling Kecepatan Gelombang Geser (<math>V_s</math>) Surabaya berdasarkan Mikrotremor</i>	Estimasi kecepatan gelombang geser bawah permukaan dari data mikrotremor dengan metode inversi kurva HVSR	Wilayah Surabaya dikalsifikasikan menjadi tipe tanah E, yaitu lapisan tanah yang terdiri aluvium pada permukaan dengan nilai $v_s$ tipe C atau D dengan ketebalan bervariasi antar 5 dan 20 meter.