

**PEMETAAN KERENTANAN SEISMIK UNTUK MENDUKUNG
RENCANA TATA RUANG DAN WILAYAH KAMPUS III UIN
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG**

SKRIPSI

Oleh:
SITI MUTHIATUS SHOLICAH
NIM. 12640018



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2017**

**PEMETAAN KERENTANAN SEISMIK UNTUK MENDUKUNG
RENCANA TATA RUANG DAN WILAYAH KAMPUS III UIN
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG**

SKRIPSI

Diajukan kepada:

**Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

Oleh:

**SITI MUTHIATUS SHOLICAH
NIM. 12640018**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2017**

HALAMAN PERSETUJUAN

PEMETAAN KERENTANAN SEISMIK MENGGUNAKAN DATA
MIKROSEISMIK UNTUK MENDUKUNG RENCANA TATA RUANG DAN
WILAYAH KAMPUS III UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG

SKRIPSI

Oleh:
SITI MUTHIATUS S
NIM. 12640018

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji,
Pada tanggal: 13, Maret 2017

Pembimbing I,



Irjan, M.Si
NIP. 19691231 200604 1 003

Pembimbing II,



Umaiyatus Syarifah, M.A.
NIP. 19820925 200901 2 005

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



Erna Hastuti, M.Si
NIP. 19811119 200801 2 009

HALAMAN PENGESAHAN

PEMETAAN KERENTANAN SEISMIK UNTUK MENDUKUNG RENCANA TATA
RUANG DAN WILAYAH KAMPUS III UIN MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG

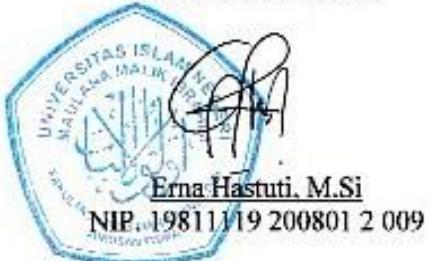
SKRIPSI

Oleh:
SITI MUTHIATUS SHOLICAH
NIM.12640018

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: ...15..... Maret 2017

Penguji Utama	: <u>Drs. Abdul Basid, M.Si</u> NIP. 19650504 199003 1 003	
Ketua Penguji	: <u>Imam Tazi, M.Si</u> NIP. 19740730 200312 1 002	
Sekretaris Penguji	: <u>Irijan, M.Si</u> NIP. 19691231 200604 1 003	
Anggota Penguji	: <u>Umaiatus Syarifah, M.A.</u> NIP. 19820925 200901 2 005	

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Fisika



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : SITI MUTHIATUS SHOLICAH
NIM : 12640018
Jurusan : FISIKA
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
Judul Penelitian : Pemetaan Kerentanan Seismik Untuk Mendukung Rencana Tata Ruang dan Wilayah Kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk mempertanggung jawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 13 Maret2017
Yang Membuat Pernyataan,



STI MUTHIATUS SHOLICAH
NIM. 12640018

MOTTO

"Always be yourself no matter what they say and
never be anyone else even if they look better than

you"

"Istiqomah, Bersyukur, dan Senyum adalah kunci
kebahagiaan"



HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur, skripsi ini saya persembahkan kepada:

“Allah SWT, terimakasih atas kesempatan menikmati manisnya kehadiran kasih sayang-Mu, kesehatan lahir batin kepada keluargaku”

“Yang tersayang dalam hidupku Bapak Sudibyo dan Ibuk Masfi’atun, yang senantiasa memberikan do'a-do'a terbaik dan mendukung anak bungsunya dalam segala cita-cita”

“Abah KH. Mardzuki Mustamar beserta umi Ny. Sa’idah Mustaghfiyah yang senantiasa ditunggu petuah-petuah nya”

“Mbah Hj. Mariyatun, mbak Lailatul Faridloh, mas Cholik dan juga keponakan kecil mbak, Barik dan Vika yang selalu dirindukan”

“Teman-teman fisika 2012 silfi, ulvi, fitri dan semuanya serta teman seperjuangan Geofisika UIN MALIKI MALANG vivi, anggun, putri, naila, hani, nuris, mama uul, enni, zahra, huda, memed, asyari, mbak wawa dan semuanya terimakasih sudah memberikan semangat yang luar biasa”

“zizah, mb ucil, mb jek, mb lia, mentil partner nimbrung, kalian awesome. Dan juga mas nashir, thanks for all solution my complicated story”

“Mb Bella dan my couple twin (nurul) sahabat Fillah InsyaAllah, terimakasih sudah selalu mengemangati dan memberikan do'a-do'a terbaik”

“Keluarga besar Sanlat Malang, terkhusus Bu Am dan Pak Pin serta teman-teman dan junior yang senantiasa memberikan warna dalam ceritalu”

“Kamar 14-15 Ponpes Sabilurrosyad Gasék Malang thanks for everything”

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Alhamdulillahirobbil'alamien, puja dan puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. Yang telah melimpahkan rahmat, hidayah serta kasih sayang-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **“Pemetaan Kerentanan Seismik Untuk Mendukung Rencana Tata Ruang dan Wilayah Kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang”**. Tidak lupa pula untaian sholawat dan salam penulis panjatkan kepada Rosulullah Muhammad SAW, Nabi yang telah menuntun manusia dari zaman yang biadab menuju jaman yang beradab, yang penuh dengan ilmu pengetahuan luar biasa saat ini.

Dengan ini penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa adanya bantuan dari pihak-pihak yang terkait. Oleh karena itu, pada kesempatan ini tidak lupa juga penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam kegiatan penelitian maupun dalam penyusunan penulisan skripsi ini.

Ucapan terima kasih yang sebesar-sebesarnya penulis ucapkan kepada:

1. Prof. Dr. H. Mudjia Rahardjo, M.Si selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang selalu memberikan pengetahuan dan pengalaman yang berharga.
2. Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Erna Hastuti, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Irjan, M.Si selaku selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak memberikan bimbingan dan pengarahan dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Umaiyatus Syarifah, M.A selaku Dosen Pembimbing Integrasi, yang bersedia meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan pengarahan bidang integrasi Sains dan al-Quran serta Hadits.

6. Segenap Dosen, Laboran, dan Admin Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang senantiasa memberikan ilmu pengetahuan dan pengarahan.
7. Bapak ibu tercinta, yang senantiasa memberikan cinta dan kasih sayang nya.
8. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung memberikan motivasi dalam penulisan skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis sangat menyadari masih ada banyak kekurangan dan kekeliruan dikarenakan keterbatasan kemampuan. Dengan kerendahan hati, segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan untuk kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat menambah khasanah pustaka dan bermanfaat bagi orang lain.

Malang, Maret 2017

Penulis

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
مستخلص البحث.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Gempabumi dalam Pandangan al-Quran	8
2.2 Teori Lempeng Tektonik	11
2.3 Gempabumi	12
2.4 Patahan	15
2.5 Gelombang Seismik	17
2.5.1 Gelombang Badan	17
2.5.2 Gelombang Permukaan	19
2.6 Mikrotremor	20
2.7 Gelombang Pada HVSR Mikrotremor	21
2.8 Mikrozonasi	23
2.9 Nilai Puncak HVSR atau Faktor Amplifikasi	24
2.10 Frekuensi Dominan	24
2.11 Indeks Kerentanan Seismik.....	26
2.12 Tingkat Kerawanan Gempa Bumi Wilayah Jawa Timur	27
2.13 Keadaan Geologi Daerah Penelitian	28
BAB III METODE PENELITIAN	31
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	31
3.2 Alat-alat Penelitian.....	31
3.3 Prosedur Pelaksaan Penelitian.....	31
3.3.1 Akuisisi Data.....	32
3.3.2 Pengolahan Data Menggunakan Software Geopsy	35
3.4 Interpretasi Data	38
3.5 Diagram Alir	39

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Hasil Penelitian	40
4.1.1 Kondisi Geografis Wilayah Penelitian	40
4.1.2 Pengolahan Data Menggunakan Software Geopsy	41
4.1.3 Pengolahan Data Menggunakan Software Surfer 11	43
4.1.4 Pengolahan Menggunakan Software Photoshop	45
4.1.5 Hasil Pengolahan Data	47
4.2 Pembahasan	52
4.2.1 Analisis Frekuensi Dominan (f_0)	52
4.2.2 Analisis Puncak Spektrum HVSR atau Amplifikasi (A)	56
4.2.3 Analisis Indeks Kerentanan Seismik (K_g)	58
4.3 Analisis Seismisitas dalam Pandangan Islam	63
BAB V KESIMPULAN	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	68

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Zonasi Gempa Indonesia.....	3
Gambar 2.1 Peta Tektonik dan Gunung Berapi di Indonesia. Garis biru melambangkan batas atas lempeng tektonik dan segitiga merah melambangkan titik-titik gunung berapi di Indonesia.	11
Gambar 2.2 Arah Gerak Batuan dengan Berbagai Macam Patahan	16
Gambar 2.3 Gelombang Badan (<i>Body Wave</i>)	18
Gambar 2.4 Gelombang Love dan Gelombang Rayleigh.....	20
Gambar 2.5 Zona Rawan Gempa Wilayah Jawa Timur	26
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian Pengambilan Data.....	32
Gambar 3.2 Deskripsi Komputasi Rasio.....	36
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian	38
Gambar 4.1 Data Rekaman	41
Gambar 4.2 Proses Pengolahan	42
Gambar 4.3 Pemilihan Windows	42
Gambar 4.4 Hasil Spektrum H/V	43
Gambar 4.5 Masukan Pada Surfer	44
Gambar 4.6 Hasil Akhir Software Surfer	45
Gambar 4.7 Data GRD	45
Gambar 4.8 Masukan Software Photoshop	46
Gambar 4.9 Proses Penggabungan Gambar GRD dengan Peta Kontur	47
Gambar 4.10 Hasil Akhir Penggabungan Gambar GRD dengan Peta Kontur ..	47
Gambar 4.11 Nilai Frekuensi Dominan (f_0) di Kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang	53
Gambar 4.12 Nilai Puncak Spektrum H/V atau Amplifikasi (A) di Kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang	56
Gambar 4.13 Indeks Kerentanan Seismik (K_g) di Kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang	59
Gambar 4.14 Topografi Kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Proporsi Kandungan Gelombang Love dan Gelombang Rayleigh Pada Gelombang Mikrotremor	16
Tabel 2.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Nilai Frekuensi Dominan Mikrotremor oleh Kanai	25
Tabel 3.1 Tabel Pedoman Pelaksanaan Akuisisi Data Lapangan	33
Tabel 3.2 Tabel Rekomendasi Durasi Rekaman	35
Tabel 4.1 Hasil Perekaman Mikrotremor	40
Tabel 4.2 Spektrum HVSR	49
Tabel 4.3 Klasifikasi Batuan di Kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Nilai Numerik Data Mikrotremor

Lampiran 2 Peta Geologi Lembar Malang

Lampiran 3 Dokumentasi Penelitian



ABSTRAK

Sholichah, Siti Muthiatus. 2017. **Pemetaan Kerentanan Seismik Untuk Mendukung Rencana Tata Ruang dan Wilayah Kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.** Skripsi. Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang. Pembimbing: (I) Irjan, M.Si. (II) Umaiyyatus Syarifah, M.A.

Kata Kunci: Mikrotremor, HVSR, Indeks Kerentanan Seismik

Telah dilakukan penelitian di kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang menggunakan pengukuran mikrotremor. Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan nilai frekuensi dominan (f_0), amplifikasi (A) dan indeks kerentanan seismik (K_g). Pengambilan data mikrotremor sebanyak 17 titik di wilayah penelitian. Nilai frekuensi dominan (f_0) dan amplifikasi (A) diperoleh dengan analisis metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSR). Nilai indeks kerentanan seismik (K_g) diperoleh dari perhitungan nilai kuadrat amplifikasi (A) dibagi dengan nilai frekuensi dominan (f_0). Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai frekuensi dominan (f_0) adalah antara 0,820784 Hz sampai dengan 8,247 Hz. Nilai frekuensi dominan (f_0) tertinggi pada titik 4 yang menandakan bahwa titik tersebut memiliki ketebalan sedimen yang tinggi dan berbatuan lunak. Nilai amplifikasi (A) adalah adalah antara 2,73239 sampai dengan 6,63934. Nilai indeks kerentanan seismik (K_g) adalah antara 1,373721 sampai dengan 32,49734. Nilai indeks kerentanan seismik (K_g) tertinggi pada titik 4. Diperkirakan pada titik ini akan mengalami kerusakan terbesar apabila terjadi gempabumi.

ABSTRACT

Sholichah, Siti Muthiatus. 2017. **Using Seismic Vulnerability Mapping to support Spatial Planning and Regional Campus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang**. Thesis. Department of Physics, Faculty of Science and Technology, the State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor: (I) Irjan, M.Sc. (II) Umayyatus Syarifah, MA

Keywords:Microtremor, HVSR, Seismic Vulnerability Index

Research has been conducted on campus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang using microtremor measurement. The purpose of this study to determine the dominant frequency(f_0),amplification (A) and the seismic vulnerability index (K_g).Mikrotremor data capture as much as 17 points in the study area. Value dominant frequency(f_0) and the amplification (A) obtained by the analysis method *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSR). Seismic vulnerability index value (K_g) obtained from the calculation of the value of the square amplification (A) divided by the value of the dominant frequency(f_0).The results obtained show that the dominant frequency(f_0) is between 0.820784 Hz to 8.247 Hz. Value dominant frequency(f_0) at the highest point of 4 indicating that the point has a high sediment thickness and rocky soft. Value amplification (A) is between 2.73239 up to 6.63934. Seismic vulnerability index value (K_g) is between 1.373721 up to 32.49734.value Seismic vulnerability indeks (K_g)at the highest point 4. It is estimated at this point will experience the greatest damage in case of earthquake.

مستخلص البحث

الصالحة، سيي مطيعة. 2017. تعينات ضعف زلزالي باستخدام البيانات ميكروسيسميك لدعم خطة التصميم والإقليمية بجامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية الثالثة مالانج. البحث الجامعي. قسم الفيزياء كلية العلوم والتكنولوجيا بجامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف الأول: عرجان الماجستير، المشرفة الثانية: أمينة الشرفة الماجستير.

الكلمات الرئيسية: ميكروتيمور، هسفر، بيان ضعف زلزالي.

قد جرى البحث في جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية الثالثة مالانج باستخدام مقياس ميكروتيمور. والأهداف هذا البحث هي لتعيين درجة تردد غالب (f_0) والتكبير (A) وبيان ضعف زلزالي (K_g). أخذ البيانات من ميكروتيمور يبلغ 17 طرفا في ميدان البحث. و درجة التردد الغالب (A) والتكبير (A) تحصل على تحليل طريقة HSVR . درجة بيان ضعف زلزالي (K_g) تحصل على الحساب من درجة مريرة التكبير (A) في درجة التردد الغالب (f_0). والنتيجة الحصولة تدل أن درجة التردد الغالب (f_0) هي بين 0,820784 Hz حتى 8,247 Hz. درجة التردد الغالب (f_0) أعلى في طرف 4 التي تدل على أن الطرف يحصل كثافة الرواسب العالية وبولدر لطيف. ودرجة التكبير (A) هي بين 2,73239 حتى 6,63934. ودرجة بيان ضعف زلزالي (K_g) هي بين 1.373721 حتى 32.49734. درجة بيان ضعف زلزالي (K_g) أعلى في طرف 4. يقدر في هذا الطرف يصيب المضار الأكبر إذا أصاب الزلزال.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bencana alam adalah suatu peristiwa alam yang mengakibatkan dampak yang besar bagi umat manusia. Bencana alam yang dapat disebabkan karena peristiwa alamiah adalah gempabumi. Gempabumi merupakan fenomena alam yang sering terjadi di permukaan bumi. Dampak yang dirasakan umat manusia juga sangat beragam karena goncangan atau gerakan gempabumi yang besarnya bervariasi akan menimbulkan banyaknya korban jiwa maupun harta, bangunan-bangunan roboh dan fasilitas umum lainnya akan mengalami kerusakan. Fenomena gempabumi terdapat dalam al-Quran surat al-Zalzalah[99]: 1-2.

إِذَا زُلْزِلتِ الْأَرْضُ زِلْزَالًا وَأَخْرَجَتِ الْأَرْضُ أَثْقَالَهَا

“1. apabila bumi digoncangkan dengan goncangan (yang dahsyat), 2. dan bumi telah mengeluarkan beban-beban berat (yang dikandung)nya,”(Q.S. al-Zalzalah[99]: 1-2)

Dari ayat tersebut yang dimaksud dengan gempabumi adalah goncangan. Gempabumi dalam bahasa arab diistilahkan dengan *al-Zalzalah*. Menurut arti bahasa, kata *al-Zalzalah* itu sendiri diambil dari kata *zalla* *yazallu* *zallan* *wa* *zalalan* *wa* *mazallatan* yang artinya *istirsaal* *al-rijli* *min* *ghair* *qashd* (tergelincirnya kaki atau jatuhnya kaki dengan tanpa disengaja) (Abha, 2013).

Dari *isytiqaaq* di atas, kemudian muncullah kata *al-Zalzalah* dan *al-Tazalzul* dengan makna *al-idlthiraab* yang artinya adalah gelombang besar, goncangan besar dan pergerakan yang besar (Abha, 2013). Lu's Ma'luf

menjelaskan bahwa gempa bumi adalah adanya goncangan bumi yang besar dan cepat yang bisa menyebabkan terpecah-pecahnya kerak-kerak bumi sebagai akibat dari pergerakan lempeng bumi (Ma'luf dalam Abha, 2013).

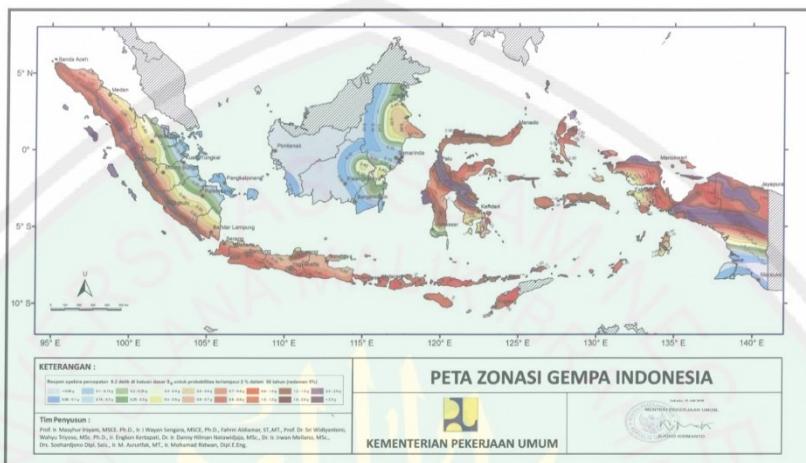
Sampai saat ini gempa tidak dapat diperkirakan kapan, dimana dan berapa besarnya. Semakin besar kekuatan gempa maka semakin besar resiko kerusakan dan kematian. Adanya upaya untuk mengurangi hal tersebut sangat diperlukan. Salah satu penanggulangan bencana untuk meminimalisir dampak gempa dapat dilakukan dengan membuat pemetaan daerah rawan bencana.

Kepulauan Indonesia merupakan kepulauan yang mempunyai tingkat seismisitas dan intensitas gempabumi yang tinggi. Hal ini dikarenakan Indonesia terletak pada jalur Sirkum Pasifik yang merupakan pertemuan tiga lempeng tektonik yaitu lempeng Eurasia di bagian Utara, lempeng Pasifik di bagian Timur dan lempeng Indo-Australia di bagian selatan (Ibrahim dan Subardjo, 2005).

Bencana alam gempabumi merupakan fenomena alam yang setiap saat dapat terjadi di permukaan bumi dan tidak dapat kita hindari. Bencana diakibatkan oleh gabungan dari bahaya, kondisi-kondisi kerentanan, dan kemampuan atau langkah-langkah yang tidak memadai untuk mengurangi resiko yang bersifat negatif (Affeltanger, 2007).

Selain bencana alam gempabumi, letusan gunung berapi, banjir, tsunami, dan tanah longsor sangat rawan sekali terjadi di Indonesia. Rawannya Indonesia terhadap gempabumi dan kurangnya pengetahuan masyarakat terhadap bencana alam menyebabkan masyarakat Indonesia tidak bisa menghindari dampak bencana

alam terutama gempabumi yang terjadi. Tingkat kerawanan Indonesia terhadap bencana alam gempabumi dapat ditunjukkan pada gambar 1.1.



Gambar 1.1 Peta zonasi gempa Indonesia (Masyur, 2010)

Pulau Jawa merupakan pulau yang sebagian besar terbentuk dari aktivitas vulkanik dan merupakan pulau yang rawan akan bencana alam. Pulau Jawa memiliki 3 sesar utama yang setiap tahunnya bergerak yang mana sesar tersebut sangat berpengaruh terhadap aktivitas gempabumi (Affeltanger, 2007). Daerah Malang Raya yang dikelilingi pegunungan dan perbukitan merupakan daerah yang rawan terjadi pergerakan tanah. Pada daerah gunung berapi, pergerakan tanah longsor diakibatkan oleh material endapan gunung berapi yang belum terkonsolidasi dengan baik dan telah terjadi pelapukan yang intensif sehingga memudahkan terjadi longsor. Selain berdasarkan litologi pergerakan tanah ini juga diakibatkan oleh curah hujan yang tinggi dan pergerakan struktur geologi berupa sesar dan lipatan. Pada daerah pegunungan penebangan dan perubahan fungsi hutan merupakan salah satu penyebab utama selain kondisi geologi. Curah hujan

yang tinggi menyebabkan tanah jenuh dengan air sehingga memudahkan terjadinya pergerakan tanah/longsor.

Malang Raya berbatasan dengan laut Indonesia bagian selatan yang berada pada batas lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia. Hasil dari tumbukan ini berupa palung subduksi di selatan Jawa yang memanjang dari ujung kulon (Jawa Barat) hingga ujung timur Nusa Tenggara. Hasil subduksi ini mengakibatkan sepanjang daerah ini rawan terjadi gempabumi akibat subduksi lempeng tersebut. Selain gempa tektonik Malang Raya juga berpotensi terkena gempa vulkanik akibat aktivitas gunung berapi di sekitarnya. Gempa vulkanik ini biasanya tidak terlalu bahaya bila dibandingkan gempa tektonik. Karena biasanya diikuti dengan aktivitas magma sehingga dapat diprediksi bila dibandingkan gempa tektonik yang terjadi tiba-tiba.

Getaran alamiah dan getaran buatan yang terjadi dapat diketahui dengan menggunakan pengukuran mikrotremor. Mikrotremor merupakan getaran lemah di permukaan bumi yang berlangsung terus-menerus akibat adanya sumber getaran seperti gempabumi, aktivitas manusia, industri dan lalu lintas (Daryono, 2009). Data mikrotremor yang terukur didapatkan 3 sinyal yang komponennya adalah komponen vertikal (*Up and Down*), horisontal (*North-South*), dan horisontal (*East-West*). Setelah didapatkan sinyal kemudian dapat dianalisis menggunakan metode HVSR dan didapatkan nilai frekuensi dominan dan amplifikasi. Metode HVSR ini membandingkan antara rasio spektrum dari sinyal mikrotremor komponen horisontal terhadap komponen vertikalnya (Nakamura, 1989).

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana nilai frekuensi dominan (f_0) dan nilai puncak HVSR (*Horizontal Vertical Spectral Ratio*) atau amplifikasi (A) pada *processing* data lapangan untuk wilayah Kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang?
2. Bagaimana nilai indeks kerentanan seismik (Kg) untuk wilayah Kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang?
3. Bagaimana arah gerakan tanah untuk wilayah Kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang apabila terjadi gempabumi?

1.2 Tujuan

1. Mengetahui nilai frekuensi dominan (f_0) dan nilai puncak HVSR (*Horizontal Vertical Spectral Ratio*) atau amplifikasi (A) untuk wilayah Kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Mengetahui nilai indeks kerentanan seismik (Kg) untuk wilayah Kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Mengetahui bagaimana arah pergerakan tanah untuk wilayah Kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang apabila terjadi gempabumi.

1.3 Batasan Masalah

1. Mengolah data mikrotremor menggunakan metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSR).
2. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data pengukuran mikrotremor wilayah kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

1.4 Manfaat Penelitian

1. Untuk memberikan pengetahuan awal dalam pemanfaatan mikrotremor untuk pemetaan mikrozonasi seismik.
2. Untuk menyusun peta seismik mikrozonasi (f_0): untuk keperluan mitigasi bencana alam gempabumi, analisis data mikrotremor dapat memberi informasi nilai f_0 suatu tempat yang sangat penting untuk perencanaaan bangunan tahan gempabumi. Struktur bangunan yang memiliki nilai f_0 sama dengan nilai f_0 tanah akan mengalami resonansi jika terjadi gempabumi. Efek resonansi akan memperkuat getaran gempabumi sehingga menyebabkan bangunan akan roboh saat terjadi getaran gempabumi kuat. Sehingga setelah dilakukan survei mikrotremor, dianjurkan untuk membangun bangunan yang tidak sama dengan frekuensi resonansi tanah untuk menghindari terjadinya efek resonansi saat gempabumi terjadi. Selain bahaya resonansi getaran gempabumi, karekteristik f_0 sangat rendah sangat rentan terhadap bahaya getaran gelombang gempabumi periode panjang yang dapat mengancam gedung-gedung bertingkat tinggi. Dengan mengetahui tingkat frekuensi dominan dan memanfaatkannya dalam merencanakan bangunan diharapkan akan dapat mengurangi resiko bahaya gempabumi yang mungkin terjadi pada masa yang akan datang (Tuladhar et al., 2004).
3. Pemetaan indeks kerentanan seismik: indeks kerentanan seismik (Kg) merupakan suatu indeks yang menunjukkan tingkat kemudahan suatu lapisan tanah mengalami deformasi. Indeks kerentanan seismik ini

bermanfaat untuk memprediksi zona lemah (*unconsolidated sediment*) di permukaan tanah pada saat terjadi gempabumi, sehingga penelitian-penelitian lanjutan untuk daerah-daerah rawan gempa dapat dilakukan.

4. Arah gerakan tanah: indeks kerentanan seismik (K_g) dapat memprediksi kemanakah arah gerakan tanah apabila terjadi gempabumi.
5. Mendapat acuan untuk menentukan langkah-langkah selanjutnya yang berkaitan dengan pembangunan kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang dan sekitarnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gempabumi dalam Pandangan al-Quran

Alam semesta dan seluruh isinya adalah milik Allah SWT. Dia berkuasa atas segala sesuatu di dunia ini dan bisa menentukan kemampuan manusia. Kekuasaan Allah tiada tandingan nya di alam semesta ini. Ketika Allah sudah berkata '*kun fayakun*' maka jadilah apa yang Dia kehendaki. Termasuk dalam Kuasa Allah memberikan cobaan kepada setiap makhluk-Nya. Seperti adanya goncangan yang hebat dalam bumi atau yang sering disebut dengan gempa bumi.

Ada beberapa teori yang menjelaskan tentang gejala-gejala fisika yang pada bumi khususnya tentang pergerakannya (gempabumi). Salah satu teori yang paling baru adalah teori tektonik lempeng. Pada teori ini dijelaskan bahwa bumi yang dulunya dianggap diam dan tidak bergerak ternyata keliru. Teori ini mengungkapkan pernyataan yang sebaliknya yaitu bumi selalu bergerak dan dinamis. Namun sebelum teori ini ditemukan terdapat teori yang terlebih dahulu dengan penjelasan yang mengindikasikan kejadian yang hampir sama. Teori tersebut terdapat dalam al-Quran surat an-Naml[27]: 88.

وَتَرَى الْجِبَالَ تَحْسِبُهَا جَامِدَةً وَهِيَ تَمُرُّ مَرَّ السَّحَابِ صُنْعَ اللَّهِ الَّذِي أَتَقْنَ كُلَّ
 شَيْءٍ إِنَّهُ خَيْرٌ بِمَا تَفْعَلُونَ

"dan kamu Lihat gunung-gunung itu, kamu sangka Dia tetap di tempatnya, Padahal ia berjalan sebagai jalannya awan. (Begitulah) perbuatan Allah yang membuat dengan kokoh tiap-tiap sesuatu; Sesungguhnya Allah Maha mengetahui apa yang kamu kerjakan." (Q.S. An-Naml [27]: 88)

Dalam ayat di atas dijelaskan (Sudarmojo, 2009) bahwa *jibaal* tidak diam melainkan bergerak seperti pergerakan awan. Awan sebenarnya tidak bergerak sendiri tetapi dibantu oleh angin. Sama halnya dengan lempeng samudera dan benua, ia tidak bergerak karena adanya aliran konveksi magma dibawah lapisan lempeng bumi (lithosphere). Adanya gerak turbulensi dari inti bumi ini mengakibatkan lempengan-lempengan bumi terus bergerak.

Dalam tafsir al-Qurthubi, al Qutabi berkata, “gunung-gunung itu dikumpulkan dan diperjalankan. Dalam pandangan mata seakan ia tegak diam, padahal dia berjalan. Demikianlah halnya terhadap segala sesuatu yang besar dan kumpulan yang banyak, pandangan kita menjadi terbatas melihatnya, itu disebabkan banyaknya jumlahnya dan jauhnya jarak antara satu sisi dengan sisi lainnya. Dalam pandangan kasat mata, yang demikian itu layaknya diam, tetapi hakikatnya dia berjalan.

Bergeraknya lempeng-lempeng samudra maupun benua, bukan tanpa sebab. Hal ini dikarenakan bahwa di dalam bumi terdapat patahan-patahan yang membuat bumi terus bergerak. Patahan-patahan atau belahan disebutkan juga dalam al-Quran surat at-Thaariq[86]: 11-12.

وَالسَّمَاءُ ذَاتٌ الرَّجْعِ وَالْأَرْضُ ذَاتٌ الصَّدْعِ

“11. demi langit yang mengandung hujan, 12. dan bumi yang mempunyai belahan,” (Q.S. at-Thaariq[86]: 11-12)

Menurut tafsir Al-Mishbah Kata *as-shad'* berarti belahan. Belahan pada ayat ini ada yang memahaminya sebagai belahan-belahan di bumi yang kemudian memancarkan air (mata air), ada juga yang memahaminya sebagai belahan hasil

bajakan para petani. Tetapi pada umumnya ulama' tafsir memahami belahan yang dimaksud di sini dengan tumbuh-tumbuhan yang bagaikan membelah tanah, dengan kemunculannya di permukaan bumi.

Dalam tafsir Salman dijelaskan, bahwa ayat ini membicarakan siklus di langit dan di bumi. Jika diterjemahkan secara luas, *al-raj'* dalam konteks saat ini dapat bermakna sebagai bagian dari "siklus". Hujan hanyalah salah satu bagian dari siklus hidrologi. Siklus hidrologi adalah proses perputaran air dalam kehidupan sehari-hari yang terjadi baik secara fisis maupun kimiawi. Yang menarik, siklus tidak hanya di langit tetapi juga di bumi. Bahkan kedua siklus tersebut bukan saja mirip, melainkan juga berkaitan erat. Keterkaitan antara kedua siklus tersebut dapat diterangkan dengan terlebih dahulu menggali penafsiran *al-shad'i* jika dilihat dengan konteks ilmu kebumian saat ini. Kata *al-shad'i* (belahan), sangat dekat dengan istilah fault (sesar) dan *fracture* (rekahan) dalam ilmu geologi. Pada skala benua atau samudra, *al-shad'i* menggambarkan *Benioff zone*. Zona ini adalah bagian *subduction zone*, yaitu zona dimana lempeng samudra menghujam masuk ke bawah lempeng benua atau lempeng samura lain. *Benioff zone* menjadi lokasi pusat gempa-gempa di bumi atau lazim dikenal dengan *hiposentrum*. Jadi, *al-shad'i* dapat berarti bumi membentuk rekahan atau membelah membentuk lempeng-lempeng tektonik.

Allah telah menjelaskan bahwa sesungguhnya bumi itu terpatah-patah, yang dalam geologi disebut patahan (fault). Bumi juga terbelah-belah yang disebut sebagai Pematang Tengah Samudera (Mid Oceanic Ridge), patahan transform (transform fault), rekahan (joints) dan retakan (cracks). Fakta-fakta

menunjukkan bahwa pada dasarnya planet bumi didominasi oleh patahan-patahan atau rekahan dan belahan. Terutama di dasar lautnya (Sudarmojo, 2009).

2.2 Teori Lempeng Tektonik

Indonesia merupakan salah satu negara yang mempunyai tingkat kegempaan yang tinggi. Hal ini disebabkan karena negara Indonesia terletak di antara tiga lempeng aktif dunia, yaitu lempeng Eurasia, Indo-Australia dan Pasifik. Letak geografis tersebut menyebabkan Indonesia menjadi kawasan yang rawan terhadap bencana besar, terutama bencana geologis.



Gambar 2.1 Peta tektonik dan gunung berapi di Indonesia. Garis biru melambangkan batas atas lempeng tektonik, dan segitiga merah melambangkan titik-titik gunung berapi di Indonesia (Nurrizqi, 2009)

Keberadaan interaksi antar lempeng-lempeng ini membuat jalur-jalur (patahan) seperti pada gambar 2.1 yang menempatkan wilayah Indonesia sebagai wilayah yang sangat rentan gempabumi. Lempeng Indo-Australia bertabrakan dengan lempeng Eurasia di lepas pantai Sumatera, Jawa, dan Nusa Tenggara, dan bertabrakan dengan lempeng Pasifik di bagian utara Irian dan Maluku Utara. Lempeng Indo-Australia cenderung bergerak ke arah utara sedangkan lempeng

Pasifik cenderung bergerak ke arah Barat Laut, dan lempeng Eurasia cenderung statis (Nawipa, 2012). Hal ini menempatkan Indonesia sebagai wilayah yang memiliki tatanan tektonik yang kompleks.

Tektonik Jawa didominasi oleh tunjaman ke utara lempeng Australia di bawah lempeng Sunda yang relatif diam dan diperkirakan kecepatan pergerakannya 6 cm/th dengan arah mendekati normal terhadap palung. Lempeng Australia menunjam dengan kedalaman 100-200 km di bawah pulau Jawa dan 600 km di utara Jawa. Akibat tunjaman tersebut terbentuk struktur-struktur geologi regional di wilayah daratan Jawa. Struktur tersebut dapat diamati di daratan Jawa bagian barat hingga Jawa bagian timur, diantaranya Sesar Banten, Sesar Cimandiri, Sesar Citarik, Sesar Baribis, Sesar Citanduy, Sesar Bumiayu, Sesar Kebumen-Semarang-Jepara, Sesar Lasem, Sesar Rawapening, Sesar Opak, Sesar Pacitan, Sesar Wonogiri, Sesar Pasuruan, dan Sesar Jember (Soehaimi, 2008). Konsekuensi lain dari tunjaman lempeng tersebut adalah mengakibatkan kegempaan yang tinggi dan lebih dari 20 gunung api aktif di zona ini.

2.3 Gempabumi

Gempabumi di Indonesia merupakan fenomena alam yang sudah sering terjadi akibat pengaruh negatif dari letak geografis negara Indonesia. Gempabumi merupakan guncangan akibat getaran dalam bumi yang disebabkan oleh energi yang terlepas secara tiba-tiba dari dalam litosfer bumi (Dowrick, 2003). Berdasarkan penyebabnya, gempabumi dapat dibagi menjadi 2 macam yakni gempa tektonik dan gempa vulkanik. Gempa tektonik adalah gempa yang dipengaruhi oleh kegiatan lempengan tektonik. Lempengan-lempengan tektonik

ini selalu bergerak dan saling mendesak satu sama lain. Pergerakan lempeng-lempeng tektonik ini menyebabkan terjadinya penimbunan energi secara perlahan-lahan. Gempa tektonik kemudian terjadi karena adanya pelepasan energi yang telah lama tertimbun tersebut. Sedangkan gempa vulkanik adalah gempa yang terjadi akibat aktivitas magma di dalam perut bumi. Gempa vulkanik biasanya hanya terjadi di sekitar wilayah meletusnya gunung berapi (Rante, 2015).

Bencana gempabumi merupakan fenomena alam yang sangat terkait dengan kondisi geologi dan konfigurasi lempeng tektonik di suatu wilayah. Daerah yang berada pada zona pertemuan lempeng atau berada pada zona besar memiliki potensi kerawanan gempabumi yang tinggi. Sampai saat ini gempabumi belum dapat diprediksi kapan dan dimana akan terjadi. Gempabumi dapat terjadi kapan saja secara tiba-tiba tanpa ada peringatan atau pertanda sebelumnya. Gempabumi memiliki daya rusak yang tinggi terhadap bangunan yang berada di atas permukaan bumi walaupun durasinya relatif singkat.

Intensitas atau kekuatan gempabumi didasarkan pada amplitudo gelombang seismik yang terekam dan dinyatakan dalam Skala Richter (SR). Gempabumi yang merusak biasanya mempunyai kekuatan (magnitudo) lebih dari 6 SR, walau sebenarnya ditentukan pula oleh kedalaman hiposenternya.

Fenomena alam gempabumi sampai saat ini belum bisa diprediksi tempat maupun waktu kejadiannya secara tepat. Bahaya gempabumi tidak bisa dihindarkan namun dampaknya dapat dikurangi melalui kegiatan pengkajian karakteristik gempabumi di suatu wilayah yang nantinya diaplikasikan dalam pemilihan metode dan kebijakan penanganan resiko bencana. Kawasan

pemukiman yang berdekatan dengan sumber gempabumi merupakan kawasan yang sangat rawan gempabumi, oleh karena itu perlu diupayakan langkah-langkah strategis untuk melindungi masyarakat dengan tindakan dan mitigasi bencana yang merupakan upaya untuk mengurangi atau memperkecil dampak kerugian atau kerusakan yang dapat ditimbulkan oleh bencana (Sunardil, 2012).

Untuk meminimalisasi dampak bencana, upaya mitigasi perlu dilakukan secara dini dan optimal. Upaya mitigasi dapat dilakukan dengan penelitian ilmu kebumian yang makin intensif, pemasangan jaringan pemantau yang representatif dan mutakhir, pembuatan sistem informasi kerawanan kegempaan serta diseminasi informasi. Upaya mitigasi dan pencegahan bencana sebagai bagian dari pengelolaan bencana merupakan bagian yang penting untuk menekan kerugian akibat bencana. Pengurangan tingkat resiko dari suatu ancaman bencana dapat dilakukan secara fisik maupun non-fisik melalui penekanan tingkat ancaman atau pengurangan kerentanan. Ada tiga langkah upaya yang dapat dilakukan dalam mengurangi dampak bencana, yaitu: memahami kerawanan (ancaman) bencana suatu wilayah, memahami kerentanan wilayah dan melakukan upaya tindak lanjut misalnya dengan membangun sistem peringatan dini (*early warning system*), peta kerawanan bencana dan lain-lain.

Gempabumi dapat diklasifikasikan berdasarkan sumber penyebab terjadinya (Ibrahim dan Subardjo, 2005):

1. Gempabumi runtuhan (*Collapse Earthquake*) adalah gempabumi yang disebabkan oleh runtuhnya lubang-lubang di dalam bumi seperti gua, tambang dan sebagainya.

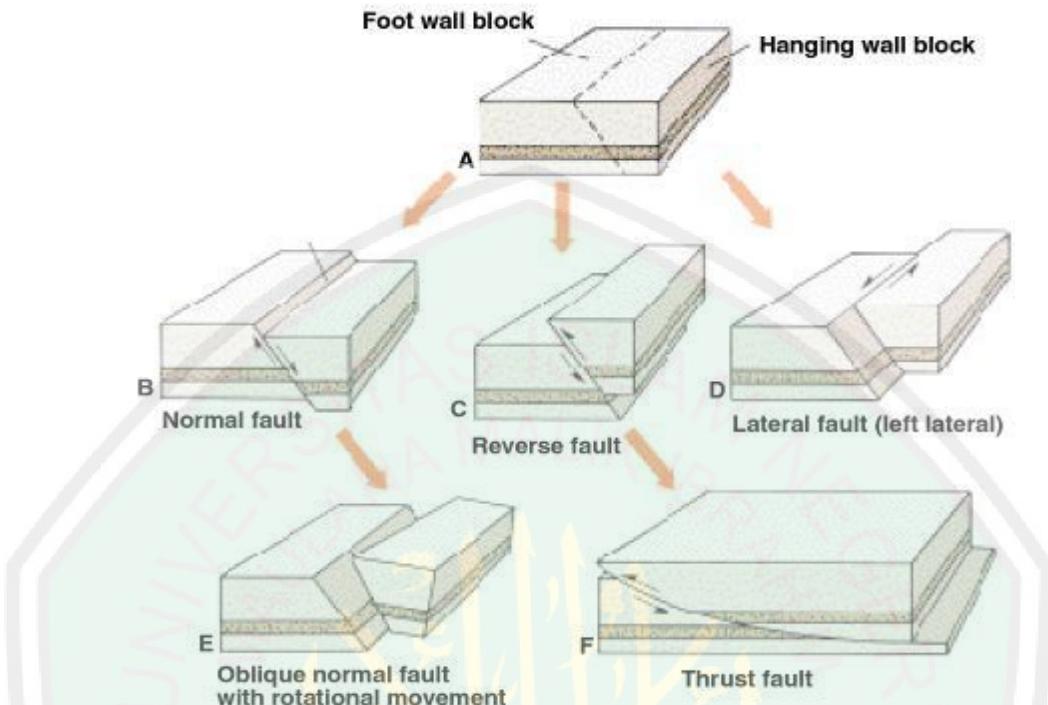
2. Gempabumi vulkanik (*Volcanic Earthquake*) adalah gempabumi yang berasal dari gerakan magma karena aktivitas gunungapi.
3. Gempabumi tektonik (*Tectonic Earthquake*) adalah gempabumi yang disebabkan oleh aktivitas sesar karena perlipatan kerak bumi, pembentukan pegunungan dan sebagainya. Gempabumi tektonik ini merupakan gempabumi yang signifikan terjadi di bumi secara menyeluruh.

2.4 Patahan

Pada tahap pengidentifikasi dan karakterisasi gempa ini mencakup ketentuan-ketentuan sumber gempa dan potensinya. Sehingga, jalur (patahan) atau area yang menjadi sumber gempa diperlukan untuk permodelan.

Patahan atau retakan merupakan hasil dari gerakan horisontal dan tekanan vertikal yang menyebabkan lapisan kulit bumi yang rapuh menjadi retak dan patah. Pada suatu patahan, bagian yang terangkat lebih tinggi dibandingkan dengan daerah sekitarnya disebut *horst*. Daerah yang tenggelam dibandingkan daerah sekitarnya disebut *graben* atau *slenk*.

Berdasarkan arah gerak blok batuan di sepanjang bidang patahan, bentuk patahan dibedakan menjadi 4 macam, yakni patahan normal (*Normal Fault*), patahan berlawanan (*Reverse Fault*), patahan celah lurus (*Strike-slip Fault*), dan patahan celah miring (*Oblique slip Fault*). Arah batuan saat terjadi patahan dapat dilihat di gambar 2.2.



Gambar 2.2 Arah gerak batuan dengan berbagai macam patahan (Yudi, 2008)

1. Patahan Normal (*Normal Fault*)

Patahan normal adalah patahan yang arah gerak blok batuannya mengikuti arah gerak batuan yang menuju ke bawah sepanjang bidang patahan.

2. Patahan Berlawanan (*Reverse Fault*)

Patahan berlawanan adalah patahan yang arah gerak blok batuannya berlawanan dengan arah gerak patahan normal, yaitu mengarah ke atas. Patahan berlawanan yang kemiringan bidang patahannya lebih kecil dari 150 derajat disebut juga *Thrust Fault*.

3. Patahan atau celah lurus (*Strike-slip Fault*)

Patahan celah lurus adalah patahan yang terjadi pada batuan yang arah patahannya secara horizontal. Bagian yang bergerak menjauhi bidang kanan disebut *left-fault*. Sebaliknya, bagian yang bergerak menjauhi

bidang kiri disebut *right-fault*. Patahan ini terjadi karena gaya yang mengenai sebuah batuan berasal dari samping atau gaya melintang.

4. Patahan Cela Miring (*Oblique Slip Fault*)

Patahan cela miring merupakan gabungan dari *normal fault* dan *strike-slip fault*, sehingga pergerakan batuan naik atau turun, dan bergerak secara horizontal ke kiri atau ke kanan. Patahan ini disebabkan oleh gaya tekan dari atas atau dari bawah, dan gaya samping yang diberikan/dikenakan pada batuan.

2.5 Gelombang Seismik

Gelombang seismik merupakan gelombang yang menjalar di dalam bumi disebabkan adanya deformasi struktur, tekanan ataupun tarikan karena sifat keelastisan kerak bumi. Gelombang ini membawa energi kemudian menjalar ke segala arah di seluruh bagian bumi dan mampu dicatat oleh seismograf.

Menurut Bullen (1995), gerakan batuan yang tiba-tiba di sepanjang celah pada sesar bumi menimbulkan getaran (*vibration*) yang mentransmisikan energi dalam bentuk gelombang (*wave*). Gelombang yang merambat di sela-sela bebatuan di bawah permukaan bumi disebut dengan gelombang badan (*body wave*). Sedangkan gelombang yang merambat dari episenter ke sepanjang permukaan bumi disebut dengan gelombang permukaan (*surface wave*).

2.5.1 Gelombang Badan (Body Waves)

Gelombang badan yaitu gelombang yang menjalar melalui bagian dalam bumi dan dapat menjalar ke segala arah di dalam bumi. Gelombang badan terdiri

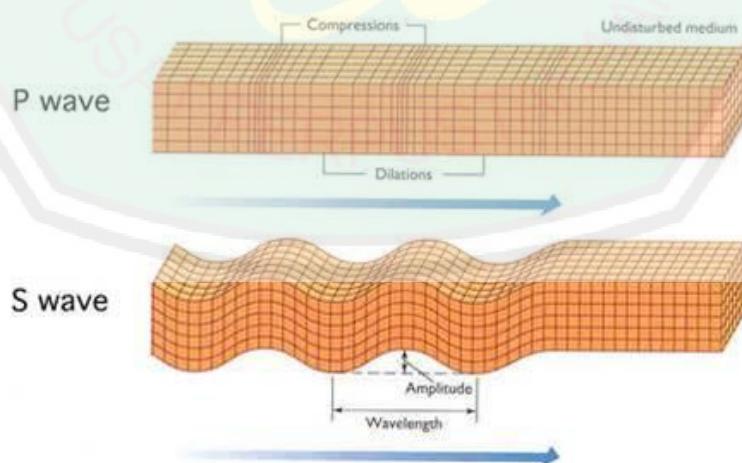
dari gelombang primer dan sekunder.

1. Gelombang Primer

Gelombang ini mempunyai kecepatan paling tinggi dibandingkan dengan gelombang lain. Gelombang primer yaitu gelombang longitudinal atau gelombang kompresional yang gerakan partikelnya sejajar dengan arah rambatnya. Kecepatan gelombang ini diperkirakan 7-14 km/detik. Gelombang inilah yang dirasakan lebih dahulu ketika terjadinya gempa.

2. Gelombang Sekunder

Gelombang sekunder atau yang sering disebut dengan gelombang transversal adalah gelombang atau getaran yang merambat, seperti gelombang primer, tetapi dengan kecepatan yang sudah berkurang yaitu 4-7 km/detik. Gelombang ini menjalar seperti gelombang air yang mengalun-alun. Jadi gelombang ini ke atas ke bawah ketika kita merasakan gempa.



Gambar 2.3 Gelombang badan (*Body wave*) (Mutiara, 2009)

2.5.2 Gelombang Permukaan

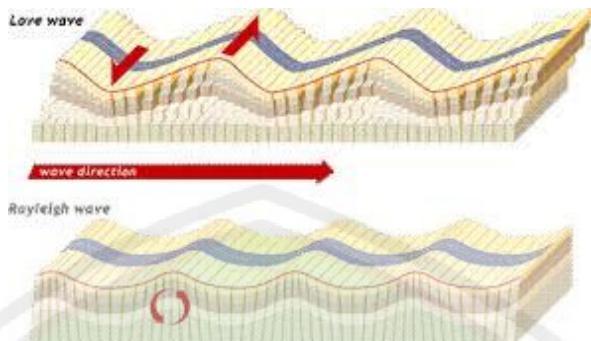
Gelombang permukaan merupakan gelombang elastis yang menjalar melalui permukaan bebas yang disebut sebagai *Tide Waves*. Gelombang permukaan terdiri dari gelombang Love dan gelombang Rayleigh.

1. Gelombang Love

Gelombang Love merupakan gelombang yang menjalar di permukaan bumi yang karakteristiknya memiliki pergerakan yang mirip dengan gelombang S, yaitu arah pergerakan partikel medan yang dilewati arahnya tegak lurus terhadap arah perambatan gelombang. Yang membedakan adalah lokasi perambatan gelombang Love terdapat di permukaan bumi.

2. Gelombang Rayleigh

Gelombang Rayleigh adalah gelombang yang lintasan gerak partikelnya menyerupai elips. Dihasilkan oleh gelombang datang P dan gelombang S yang berinteraksi pada permukaan bebas dan merambat sejajar dengan permukaan tersebut. Gelombang permukaan yang banyak tercatat pada seismogram adalah gelombang Love dan gelombang Rayleigh. Gelombang Love dan Rayleigh tidak datang bersama-sama pada suatu stasiun, tetapi gelombang yang mempunyai periode lebih panjang akan datang lebih dahulu. Dengan kata lain gelombang yang panjang periodenya mempunyai kecepatan yang tinggi.



Gambar 2.4 Gelombang Love dan gelombang Rayleigh (Mutiara, 2009)

2.6 Mikrotremor

Mikrotremor merupakan getaran tanah yang sangat kecil dan terus-menerus yang bersumber dari berbagai macam getaran seperti, lalu lintas, angin, aktivitas manusia dan lain-lain (Kanai dan Tanaka, 1983). Mikrotremor dapat juga diartikan sebagai getaran harmonik alami tanah yang terjadi secara terus menerus, terjebak di lapisan sedimen permukaan, terpantulkan oleh adanya bidang batas lapisan dengan frekuensi yang tetap, disebabkan oleh getaran mikro di bawah permukaan tanah dan kegiatan alam lainnya. Penelitian mikrotremor dapat mengetahui karakteristik lapisan tanah berdasarkan parameter frekuensi natural dan faktor penguatan gelombangnya (amplifikasi).

Implementasi mikrotremor adalah dalam bidang *prospecting*, khususnya dalam merancang bangunan tahan gempa, juga dapat dipakai untuk investigasi struktur bangunan yang rusak akibat gempa. Dalam merancang bangunan tahan gempa sebaiknya perlu diketahui periode natural dari tanah setempat untuk menghindari adanya fenomena resonansi yang dapat memperbesar (amplifikasi) getaran jika terjadi gempabumi. Mikrotremor juga dapat dipakai untuk mengetahui jenis tanah atau *top soil* berdasarkan tingkat kekerasannya, dimana

semakin kecil periode dominan tanah maka tingkat kekerasannya semakin besar atau tanah yang mempunyai periode dominan semakin besar semakin lunak atau lembek sifatnya.

2.7 Gelombang pada HVSR Mikrotremor

Nakamura (1989) mengembangkan konsep HVSR dengan asumsi mikrotremor didominasi oleh gelombang geser dan mengabaikan gelombang permukaan (gelombang Rayleigh dan Love). HVSR ini dianggap sama dengan fungsi transfer antara getaran gelombang pada sedimen dan *bedrock*. Artinya, amplitudo dan frekuensi *peak* HVSR merepresentasikan amplifikasi dan frekuensi setempat.

Menurut Bonnefoy-Cludet et al. (2006b) gelombang mikrotremor tersusun atas gelombang Rayleigh dan Love dengan proporsi tertentu, sebagaimana pada tabel 2.1. Sebab, mikrotremor bersumber pada gelombang laut, angin, getaran akibat aktivitas gunung, dan getaran akibat aktivitas manusia (Bonnefoy-Cludet et al., 2006b). Konno dan Ohmachi (1998) memaparkan bahwa walaupun mikrotremor didominasi oleh gelombang permukaan (Rayleigh dan Love), namun HVSR yang dikenalkan oleh Nakamura (1989) merepresentasikan karakteristik setempat.

Tabel 2.1 Proporsi kandungan gelombang Love dan gelombang Rayleigh pada gelombang mikrotremor (Bonnefoy-Cludet et al., 2006b)

Peneliti	Range Frequency	Proporsi Gelombang		Tempat
		Rayleigh	Love	
Chouet et al. (1998)	>2 Hz	23 %	77 %	Pegunungan
Yamamoto (2000)	3-8 Hz	<50 %	>50 %	Sedimen (kedalaman)

				<100 m)
Arai dan Tokimatsu (1998)	1-12 Hz	40 %	60 %	Sedimen (kedalaman <100 m)
Cornou (2002)	0.1-1 Hz	50 %	50 %	Sedimen (kedalaman - 500 m)
Okada (2003)	0.4-1 Hz	<50 %	>50 %	Sedimen (kedalaman - 50 m)
Kihler et al.	0.5-1.5 Hz	10-35 %	65-90 %	Sedimen (kedalaman - 200 m)

Ambient noise terdiri atas gelombang permukaan yaitu gelombang Rayleigh (Lermo dan Chaves- Garcia, 1994). Fungsi transfer S_E dan A_S yang merupakan efek tapak lokal intrinsik dan efek gelombang Rayleigh tunggal dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$S_E = \frac{H_S}{H_B} \text{ dan } A_S = \frac{V_S}{V_B} \quad (2.1)$$

Dimana H dan V adalah spektrum komponen horisontal dan vertikal dari rekaman ambient noise pada permukaan S atau pada *basement* B.

$$S_M = \frac{S_E}{A_S} \leftrightarrow S_M = \frac{H_S}{V_S} \frac{V_B}{H_B} \quad (2.2)$$

Keterangan:

- S_E : efek tapak lokal
- H_S : gelombang horizontal permukaan
- H_B : gelombang horizontal basement
- A_S : efek gelombang Rayleigh tunggal
- S_M : ambient noise

Metode HVSR sangat berguna untuk mengidentifikasi respon resonansi cekungan yang berisi material sedimen. Fenomena resonansi dalam lapisan sedimen adalah terjebaknya gelombang seismik di lapisan permukaan karena adanya kontras impedansi antara lapisan sedimen dengan batuan keras yang lebih dalam. Interferensi antara gelombang seismik yang terjebak pada lapisan sedimen

berkembang menuju pola resonansi yang berkenan dengan karakteristik lapisan sedimen (Daryono, 2009)

2.8 Mikrozonasi

Mikrozonasi merupakan upaya untuk mengevaluasi dan memetakan atau menggambarkan potensi bencana di suatu daerah, yang pada umumnya disebabkan oleh getaran tanah yang kuat selama gempabumi. Bahaya ini meliputi: amplifikasi getaran tanah, likuifaksi dan potensi tanah longsor. Likuifaksi adalah proses saat lapisan sedimen kehilangan kekuatan dan lebih bersifat sebagai cairan kental daripada padatan.

Peta mikrozonasi digunakan untuk menggambarkan potensi terjadinya bencana alam. Apabila peta mikrozonasi dikombinasikan dengan informasi data mikrotremor suatu daerah, maka dapat digunakan untuk mengembangkan berbagai strategi penanggulangan bencana alam (Fitria, 2014). Peta mikrozonasi dapat dibuat dengan menggunakan beberapa *software*. Salah satu software yang digunakan untuk membuat peta mikrozonasi yaitu *software* Surfer 11.

Hasil dari mikrozonasi menunjukkan bahwa ketika terjadi getaran tanah yang kuat, maka kerusakan yang tinggi mungkin terjadi pada daerah yang memiliki kerentanan seismik tinggi. Informasi yang ada dalam peta bencana suatu daerah tertentu tidak bisa dijadikan sebagai acuan untuk mengevaluasi daerah lainnya, dikarenakan setiap daerah memiliki peta bencana tersendiri sesuai dengan karakteristik tanah dan batuannya (Wang, 2008).

2.9 Nilai Puncak HVSR atau Faktor Amplifikasi

Faktor amplifikasi gempabumi adalah faktor pembesaran percepatan gempa yang terjadi pada permukaan tanah akibat jenis tanah tertentu. Ketika gelombang gempa menjalar dari batuan dasar ke atas permukaan tanah maka gelombang ini akan mengalami amplifikasi. Nilai faktor amplifikasi suatu daerah dapat diketahui dari tinggi puncak spektrum kurva HVSR hasil pengukuran mikrotremor di daerah tersebut.

Besar amplifikasi dapat diestimasi dari kontras parameter perambatan gelombang (densitas dan kecepatan) pada bedrock dan sedimen permukaan. Semakin besar perbedaan tersebut, semakin besar pula nilai amplifikasi perambatan gelombangnya (Gosar, 2007). Nilai amplifikasi dipengaruhi oleh variasi formasi geologi, ketebalan dan sifat-sifat fisika lapisan tanah dan batuan, seperti batuan mengalami deformasi (pelapukan, pelipatan, dan pergeseran) yang mengubah sifat fisik batuan. Pada batuan yang sama nilai amplifikasi dapat bervariasi sesuai dengan tingkat deformasi dan pelapukan pada tubuh batuan tersebut.

2.10 Frekuensi Dominan

Frekuensi Dominan adalah nilai frekuensi dominan yang kerap muncul sehingga diakui sebagai nilai frekuensi dari lapisan batuan di wilayah tersebut sehingga nilai frekuensi dominan dapat menunjukkan jenis dan karakteristik batuan tersebut (Arifin dkk, 2013).

Tabel 2.2 Klasifikasi tanah berdasarkan nilai frekuensi dominan mikrotremor oleh Kanai (Dikutip dari Buletin Meteorologi dan Geofisika No.4, 1998) (Arifin dkk, 2013).

Klasifikasi Tanah		Frekuensi Dominan (Hz)	Klasifikasi Kanai	Deskripsi
Tipe	Jenis			
Tipe IV	Jenis II	6,667 – 20	Batuhan tersier atau lebih tua. Terdiri dari Batuan <i>Hard Sandy, grafel</i> , dll.	Ketebalan sedimen permukaannya sangat tipis, didominasi oleh batuan keras
	Jenis I	4-10	Batuhan alluvial, dengan ketebalan 5 m. terdiri dari <i>sandy-gravel, sandy hard clay, loam</i> , dll	Ketebalan sedimen permukaannya masuk dalam kategori menengah 5-10 meter
Tipe III	Jenis I	2,5-4	Batuhan alluvial, dengan ketebalan > 5 m. terdiri dari <i>sandy-gravel, sandy hard clay, loam</i> , dll.	Ketebalan sedimen permukaan masuk dalam kategori menengah 5-10 meter
Tipe II	Jenis I	< 2,5	Batuhan Alluvial, yang terbentuk dari sedimentasi delta, top soil, lumpur, dll. Dengan ketebalan 30 m atau lebih	Ketebalan sedimen permukaannya sangatlah tebal
Tipe I				

Analisis data mikrotremor dapat memberikan informasi nilai frekuensi dominan. Nilai frekuensi dominan pada suatu tempat dapat digunakan dalam

perencanaan bangunan tahan gempa sebagai keperluan mitigasi bencana gempabumi (Tuladhar et.al, 2004). Nilai frekuensi dominan diperoleh dari tampilan kurva H/V hasil dari pengolahan mikrotremor. Nilai frekuensi dominan yang sangat rendah bukan hanya mengakibatkan adanya efek resonansi tetapi juga dapat meningkatkan kerentanan terhadap bahaya dengan periode yang panjang.

Apabila nilai frekuensi dominan struktur bangunan mendekati nilai frekuensi alami material dibawahnya pada suatu daerah, maka getaran seismik akan membuat resonansi dengan bangunan yang akan meningkatkan stress pada bangunan tersebut sehingga menyebabkan kerusakan bangunan saat terjadi gempabumi.

2.11 Indeks Kerentanan Seismik

Indeks kerentanan seismik (K_g) adalah indeks yang menggambarkan tingkat kerentanan seismik diperoleh dengan mengkuadratkan nilai puncak spektrum mikrotremor dibagi frekuensi dominannya, yang dirumuskan sebagai:

$$K_g = \frac{A^2}{f_0} \quad (2.3)$$

Keterangan:

K_g : indeks kerentanan seismik

A: amplifikasi

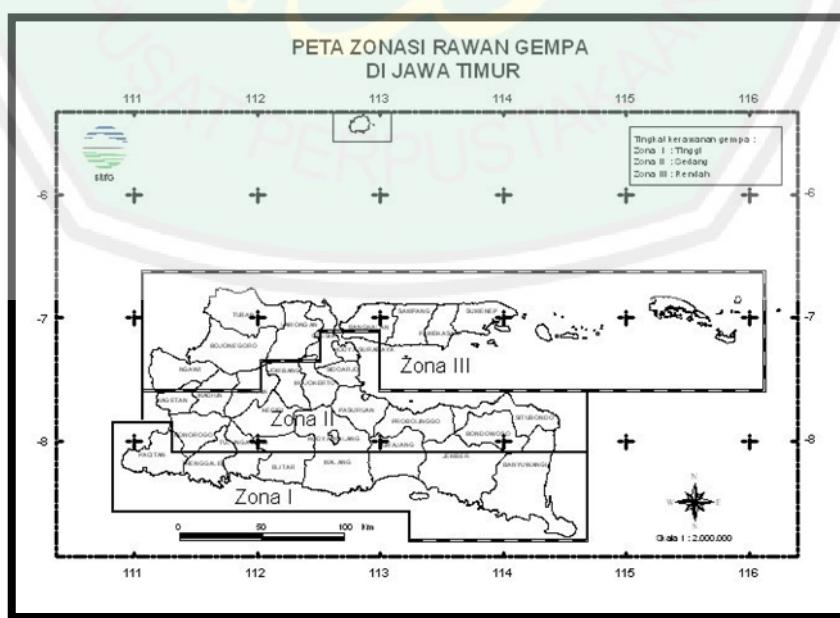
f_0 : frekuensi dominan (Hz)

Daryono (2011) telah melakukan penelitian tentang indeks kerentanan seismik berdasarkan mikrotremor pada setiap 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 bentuklahan. Dari penelitian tersebut juga didapatkan beberapa faktor yang mempengaruhi indeks kerentanan seismik antara lain jenis material penyusun bentuk lahan, ketebalan sedimen dan kedalaman muka air tanah.

2.12 Tingkat Kerawanan Gempabumi Wilayah Jawa Timur

Letak geografis Jawa Timur yang membujur dari 111° - 114.5° BT dan 5° - 11° LS merupakan wilayah dengan tingkat kegempaan tinggi karena adanya pertemuan lempeng tektonik Indo-Australia dan Eurasia di Samudera Indonesia sebelah selatan Jawa Timur. Lokasi aktif gempa secara sepintas sudah dapat dipastikan berada di perbatasan lempeng tektonik. Namun efeknya bisa dirasakan pada jarak tertentu bergantung pada atenuasi (peluruhan energi) dan geologi setempat. Kondisi lingkungan alam ini membuat Indonesia sering dilanda bencana gempabumi dan tsunami yang makin hari makin meningkat kuantitasnya karena perkembangan penduduk, perkotaan dan umur bangunan.



Gambar 2.6 Zonasi rawan gempa wilayah Jawa Timur
Sumber gambar: BMKG kelas II Trebes (dalam Bukhori, 2011)

Keterangan:

- Zona I: Meliputi wilayah pesisir selatan Jawa Timur (Kabupaten Pacitan, Trenggalek, Tulungagung, Blitar, Malang, Lumajang, Jember dan Bayuwangi) dan sebagian Kabupaten Ponorogo dan Kediri.
- Zona II: Meliputi wilayah bagian tengah Jawa Timur (Kabupaten Ngawi, Madiun, sebagian Ponorogo, Nganjuk, Jombang, Mojokerto, Gresik, Sidoarjo, Surabaya) dan sebagian daerah tapal kuda Jawa Timur meliputi Pasuruan, Probolinggo, Situbondo dan Bondowoso.
- Zona III: Meliputi wilayah bagian utara Jawa Timur (Kabupaten Tuban, Bojonegoro, Lamongan) dan Pulau Madura.

2.13 Keadaan Geologi Daerah Penelitian

Lahan kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang berlokasi di Desa Tlekung Kecamatan Junrejo Kota Batu. Secara geografis Kota Batu terletak pada posisi antara $7^{\circ}44'55,11''$ - $8^{\circ}26'35,45$ LS dan $112^{\circ}17'10,90''$ - $122^{\circ}57'11''$ BT.

Kota Batu terdiri dari 3 kecamatan yaitu Kecaman Batu, Kecamatan Junrejo dan Kecamatan Bumiaji. Kecamatan Bumiaji merupakan kecamatan yang paling luas wilayahnya yaitu 12.797,89 ha sedangkan Kecamatan Batu dan Kecamatan Junrejo masing-masing luas wilayahnya 4.545,81 ha dan 2.565,02 ha. Dilihat dari keadaan geografinya, Kota Batu dapat dibagi menjadi 4 jenis tanah. Pertama jenis tanah Andosol, berupa lahan tanah yang paling subur meliputi Kecamatan Batu seluas 1.831,04 ha, Kecamatan Junrejo seluas 1.526,19 ha dan Kecamatan Bumiaji seluas 2.873,89 ha. Kedua jenis Kambisol, berupa jenis tanah yang cukup subur meliputi Kecamatan Batu seluas 889,31 ha, Kecamatan Junrejo 741,25 ha dan Kecamatan Bumiaji 1.395,81 ha. Ketiga tanah alluvial, berupa tanah yang kurang subur dan mengandung kapur meliputi Kecamatan Batu seluas 239,86 ha, Kecamatan Junrejo 199,93 ha dan Kecamatan Bumiaji 376,48ha. Dan

yang terakhir jenis tanah Latosol meliputi Kecamatan Batu seluas 260,34, Kecamatan Junrejo 217,00 ha dan Kecamatan Bumiaji 408,61 ha (Anonim, 2016)

Batas Kota Batu adalah: Sebelah utara Kecamatan Prigen Kabupaten Mojokerto, sebelah selatan Kecamatan Dau dan Kecamatan Wagir Kabupaten Malang, sebelah timur Kecamatan Karang Ploso dan Kecamatan Dau Kabupaten Malang dan sebelah barat Kecamatan Pujon Kabupaten Malang. Ada tiga gunung yang mengapit Kota Batu yaitu Gunung Panderman (2.010 meter), Gunung Welirang (3.156 meter) dan Gunung Arjuno (3.339 meter) (Anonim, 2016).

Dilihat ketinggiannya, wilayah Kota Batu dibedakan menjadi enam kategori yaitu mulai dari 600 mdpl sampai dengan lebih dari 3000 mdpl Dari enam kategori tersebut wilayah yang paling luas berada pada ketinggian 1000-1500 mdpl yaitu seluas 6.493,64 ha. Kemiringan lahan (*slope*) di Kota Batu berdasarkan data dari peta kontur Bakosurtanal tahun 2001 diketahui bahwa sebagian besar wilayah Kota Batu mempunyai kemiringan sebesar 25-40 % dan kemiringan >40 % (Anonim, 2016).

Menurut Anggraeni (2010), salah satu faktor efek tapak lokal pada amplifikasi seismik di daerah pegunungan adalah efek topografi yang mempengaruhi respon seismik karena adanya amplifikasi gerakan tanah di sekitar puncak dan de-amplifikasi di sekitar kaki lereng. Penelitian Desa menyebutkan faktor amplifikasi yang besar ditemukan tidak hanya pada puncak bukit tetapi juga pada lereng topografi, sedangkan amplifikasi kecil ditemukan pada bagian lereng yang curam. Jadi efek topografi bukan satu-satunya faktor yang mengendalikan faktor amplifikasi, dan Soemitro (2011), menyatakan bahwa faktor-faktor geologi

(geometri lapisan serta perbedaan impedansi yang besar antara lapisan dan batuan dasar) lebih dominan terhadap variasi faktor amplifikasi. Kemungkinan dalam banyak kasus adalah karena adanya lapisan lapuk yang ditemukan di bagian puncak bukit yang memperkuat efek topografi.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 28 Agustus 2016 di wilayah kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang Desa Tlekung Kecamatan Junrejo Kota Batu.

3.2 Alat-Alat Penelitian

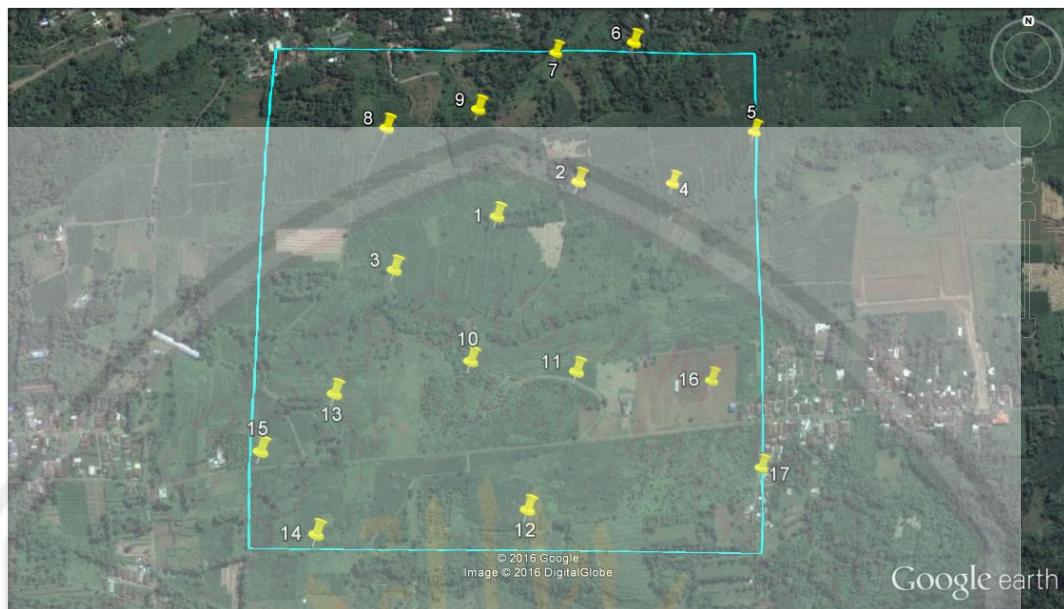
Pada penelitian ini, alat yang dipergunakan sebagai berikut:

1. Laptop dengan ketentuan minimal RAM : 1 G, processor : 2,0 GHz
2. Sistem operasi *Windows XP* 2
3. Beberapa Software pendukung yaitu Datapro, Geopsy, Surfer dan photoshop
4. Seperangkat Seismometer portabel *short period* tipe TDL-303S (3 komponen)
5. GPS (*Global Positioning System*)
6. ACCU
7. Kompas

3.3 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Langkah pelaksanaan penelitian dibagi menjadi tiga bagian, yaitu akuisisi data, pengolahan data, dan interpretasi hasil penelitian.

3.3.1 Akuisisi Data



Gambar 3.1 Titik Lokasi Pengambilan Data (Google Earth, 2016)

Akuisisi data primer dilakukan dengan merekam mikrotremor secara langsung di lapangan dengan menggunakan peralatan seismometer portabel *short period* tipe TDL 303S yang terdiri atas digitizer, sensor, laptop, accu dan peralatan pendukung. Akuisisi dilaksanakan selama 1 hari.

Penelitian ini dilakukan pada lahan kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang luasnya sekitar \pm 100 Hektar. Penentuan titik pengambilan data tidak mengikuti aturan tertentu karena dalam metode Nakamura analisis tidak bergantung pada jarak antar titik. Penentuan titik hanya didasarkan pada kemudahan melakukan perekaman mikrotremor. Selain itu, jarak setiap titik ditentukan dengan derajat Bujur dan Lintang, interval antara titik satu dengan titik yang lainnya yaitu $0^{\circ}0'2,26''$ LS dan $0^{\circ}0'7,94''$ BT. Dari survei penentuan titik didapatkan 17 titik yang akan dijadikan tempat pengambilan data (Gambar 3.1).

Pada penelitian ini penulis melakukan perekaman disetiap titik nya selam 25 menit dengan rekomendasi waktu pada tabel 3.1.

Proses akuisisi data dilakukan secara langsung di setiap titik yang sudah ditentukan terlebih dahulu dengan mengacu pada pedoman pelaksanaan.

Tabel 3.1 Tabel pedoman pelaksanaan akuisisi data lapangan (SESAME,2004)

Jenis Parameter	Saran yang dianjurkan	
Durasi pencatatan	f_0 minimum yang dihasilkan (Hz)	Durasi pencatatan minimum yang disarankan (menit)
	0.2	30
	0.5	20
	1	10
	2	5
	5	3
	10	2
Coupling soil-sensor alami (insitu)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Atur sensor langsung pada permukaan tanah 2. Hindari menempatkan sensor seismograf pada permukaan tanah lunak (lumpur, semak-semak) atau tanah lunak setelah hujan. 	
Coupling soil-sensor buatan atau artifisial	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hindari lempengan yang terbuat dari material lunak seperti karet atau busa. 2. Pada kemiringan yang curam di mana sulit mendapatkan level sensor yang baik, pasang sensor dalam timbunan pasir atau wadah yang diisi pasir 	
Keberadaan bangunan atau pohon	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hindari pengukuran dekat dengan bangunan, gedung bertingkat, dan pohon yang tinggi, jika tiupan angin diatas ± 5 m/detik. Kondisi ini sangat mempengaruhi hasil analisa HVSR yang ditunjukkan dengan suatu kemunculan frekuensi rendah pada kurva. 2. Hindari pengukuran di lokasi tempat parkiran, pipa air dan gorong-gorong 	
Kondisi cuaca	<ol style="list-style-type: none"> 1. Angin : lindungi sensor dari angin (lebih cepat dari 5 m/s) 2. Hujan : hindari pengukuran pada saat hujan lebat. Hujan ringan tidak memberikan gangguan berarti 3. Suhu : mengecek kondisi sensor dan mengikuti intruksi pabrik 	
Gangguan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sumber monokromatik : hindari pengukuran mikrotremor dekat dengan mesin, industri, pompa air, generator yang sedang beroperasi 2. Sumber sementara : jika terdapat sumber getar transient (jejak langkah kaki, mobil lewat, motor lewat) tingkatkan durasi pengukuran untuk memberikan jendela yang cukup untuk 	

	analisis setelah gangguan tersebut hilang
--	---

Dari pedoman di atas, dapat disimpulkan untuk melaksanakan pengukuran harus mempertimbangkan beberapa aspek pengukuran. Seperti peletakan sensor harus sesuai standart. Sensor diletakkan pada lahan yang datar dan menghadap kearah barat. Hindari perekaman di atas struktur bawah tanah seperti bangunan bawah tanah, pipa-pipa bawah tanah, tempat pembuangan bawah tanah dll. Hindari juga perekaman didekat pohon-pohon besar. Karena cuaca sangat mempengaruhi perekaman. Sehingga sangat disarankan menghindari perekaman saat hujan yang lebat dan juga saat angin yang kencan. Peletakan sensor pada tempat-tempat tersebut sangat mempengaruhi hasil H/V (SESAME, 2004). Pada penelitian ini penulis melakukan penelitian pada siang hari dan malam hari.

3.3.2 Pengolahan Data Menggunakan Software Geopsy

Data hasil pengukuran di lapangan berupa data *mini seed* yang sudah diolah menggunakan software DATAPRO. Data tersebut tersusun atas 3 komponen. Komponen Horizontal (*North-South* dan *East-West*), Vertikal (*Up-Down*). Data *mini seed* tersebut kemudian diolah menggunakan software Geopsy untuk mendapatkan nilai frekuensi dominan dan amplifikasi tanah nya. Untuk mendapatkan nilai f_o dan A.

Proses pemilihan windows, yaitu memilih sinyal tremor dan sinyal *transient* (suara keras, langkah kaki, kendaraan dll). sinyal *transient* dapat dideteksi dengan membandingkan *short term average* (STA) dan *long term*

average (LTA). STA merupakan nilai rata-rata amplitudo jangka pendek (0.5-2.0 detik) dan LTA merupakan nilai rata-rata amplitudo jangka panjang (>10 detik).

Tabel 3.2 Tabel rekomendasi durasi rekaman (SESAME, 2004).

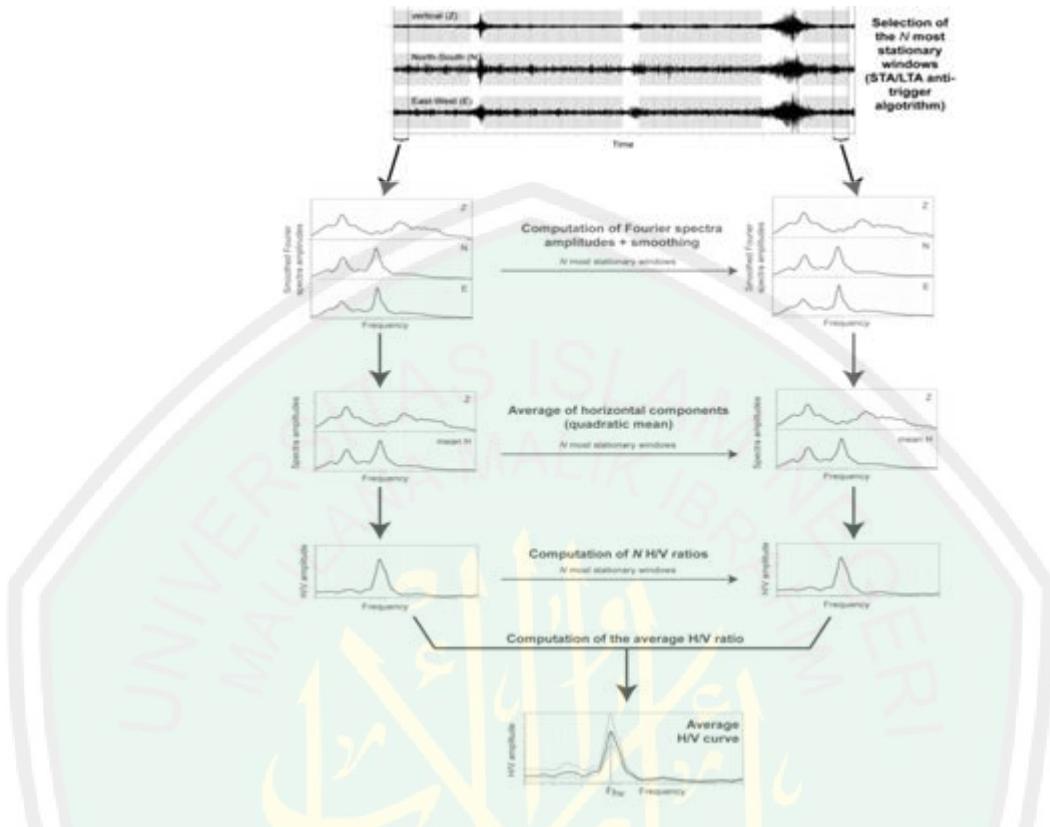
f_o (Hz)	Minimum value for I_w (s)	Minimum number of significant cycles (n_c)	Minimum number of windows	Minimum useful signal duration (s)	Recommended minimum record duration (min)
0,2	50	200	10	1000	30'
0,5	20	200	10	400	20'
1	10	200	10	200	10'
2	5	200	10	100	5'
5	5	200	10	40	3'
10	5	200	10	20	2'

Dengan rekomendasi durasi rekaman tersebut, langkah untuk memilih panjang windows harus sesuai dengan standart yang telah ditentukan oleh SESAME. Pemilihan panjang window disyaratkan memenuhi $f_o > 10/I_w$. Dalam penelitian ini, penulis melakukan perekaman 25 menit dengan panjang window 25 s dalam satu titiknya. Sehingga nilai frekuensi dominan minimal yang harus didapatkan yaitu 0.5 Hz.

Window dapat dipilih secara otomatis maupun manual. Dalam penelitian ini penulis melakukan pemilihan windows secara otomatis (*auto*). Namun ketika masih ada sinyal yang tidak kita inginkan kita bisa meremove sinyal tersebut.

Agar dihasilkan nilai yang maksimal dan memenuhi standart, dilakukan proses smoothing dengan menggunakan smoothing Konno-Ohmachi yang dianjurkan oleh SESAME. Kemudian merata-ratakan kedua spektra horizontal dari masing-masing windows waktu. Untuk mengubah domain waktu ke domain frekuensi menggunakan metode *Fast Fourier Transform* (FFT).

Fast Fourier Transform (FFT) adalah suatu algoritma yang digunakan untuk merepresentasikan sinyal dalam domain waktu dan domain frekuensi. Domain waktu didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan sebuah isyarat atau gelombang untuk mencapai suatu gelombang penuh. Domain frekuensi didefinisikan sebagai jumlah gelombang yang terjadi dalam 1 detik. Frekuensi secara sederhana merupakan kebalikan dari waktu, sehingga waktu yang satunya adalah detik (*second*) akan menjadi Hertz (1 per *second*). Data yang sudah di filter tadi dianalisa dengan metode HVSR yang didapat dari akar kuadrat dari amplitudo spektrum Fourier horizontal (*Nouth-South* dan *East-West*) dibagi dengan spektrum Fourier vertikal. Akhirnya bisa didapatkan nilai rata-rata HVSR dan standar deviasinya. Dari analisa HVSR kemudian didapatkan kurva HVSR yang bisa didapat nilai frekuensi natural dan amplifikasi.



Gambar 3.2 Deskripsi Komputasi Rasio (Nakamura, 1989)

Hasil akhir dari pengolahan data berupa spektrum rasio H/V (Gambar 3.2).

Dari spektrum ini dapat ditentukan nilai frekuensi dominan dan puncak spektrum rasio H/V (A) di lokasi pengukuran mikrotremor. Adapun untuk mendapat hasil nilai spektrum yang reliable harus memenuhi syarat berikut:

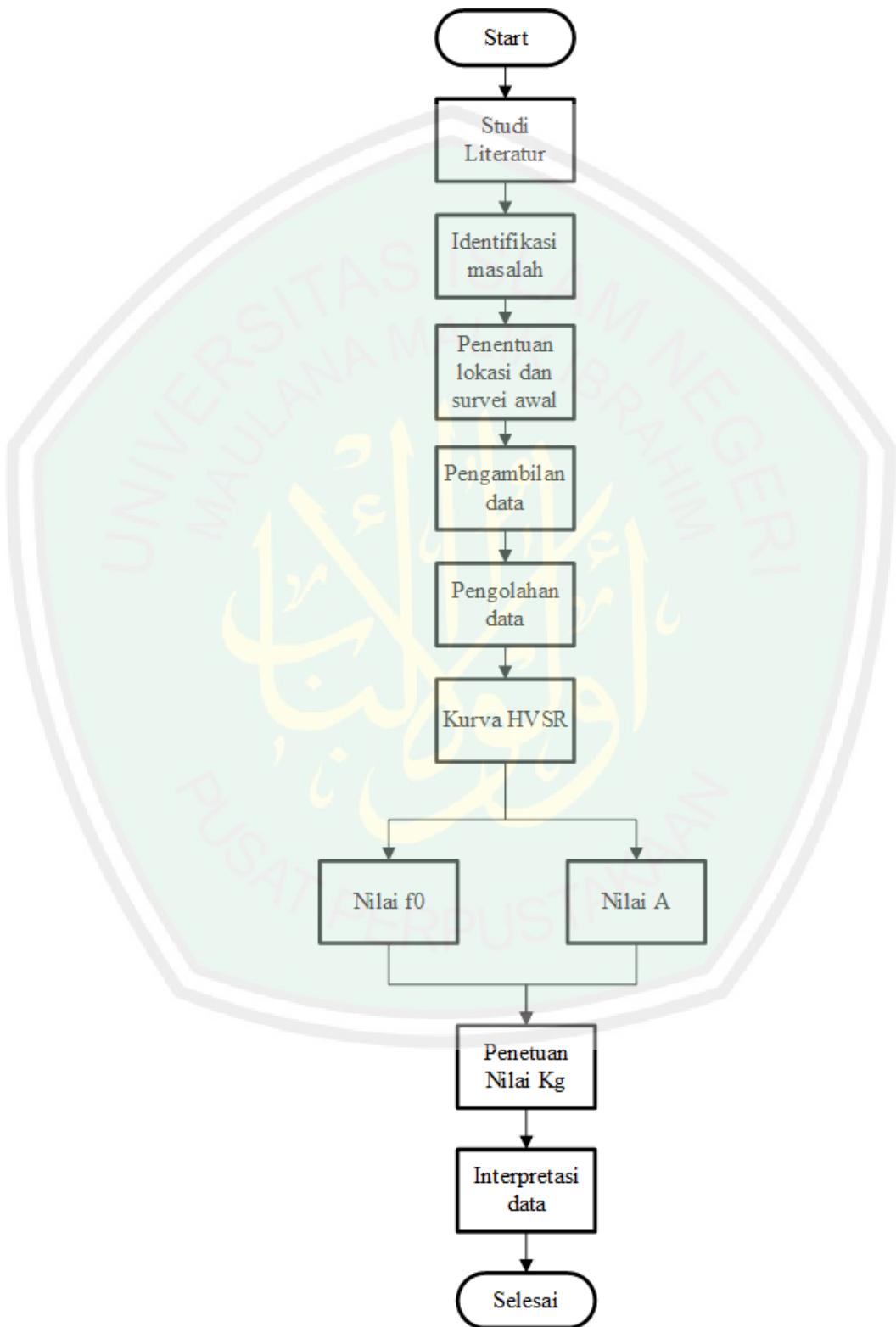
1. $f_0 > 10/I_w$, dengan I_w adalah panjang window yang dipilih. Sehingga f_0 harus lebih besar dari 10 dibagi dengan I_w .
2. $n_c = I_w \cdot n_w$, $f_0 > 200$, dengan n_c adalah significant cycle, n_w adalah jumlah window. Sehingga nilai n_c harus lebih besar dari 200.

Setelah didapatkan nilai frekuensi dominan (f_0) dan amplifikasi (A) dan juga indeks kerentanan seismik (Kg) pada lokasi pengukuran tersebut, kemudian dibuat kontur menggunakan software.

3.4 Interpretasi Data

Interpretasi dilakukan dengan melihat hubungan antara frekuensi dominan, amplifikasi dan indeks kerentanan seismik, dari hasil pengolahan data mikrotremor dimana semua parameter tersebut dapat digunakan untuk pemetaan mikrozonasi.

3.5 Diagram Alir



Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Kondisi Geografis Wilayah Penelitian

Lokasi penelitian yaitu kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang terletak di Kota Batu, Secara geografis Kota Batu terletak pada posisi antara $7^{\circ}44'55,11''$ - $8^{\circ}26'35,45''$ LS dan $112^{\circ}17'10,90''$ - $122^{\circ}57'11''$ BT. Batas Kota Batu adalah: Sebelah Utara Kecamatan Prigen Kabupaten Mojokerto, Sebelah Selatan Kecamatan Dau dan Kecamatan Wagir Kabupaten Malang, Sebelah Timur Kecamatan Karang Ploso dan Kecamatan Dau Kabupaten Malang dan sebelah Barat Kecamatan Pujon Kabupaten Malang.

Tabel 4.1 Hasil Perekaman Mikrotremor

No	Nama Titik	Waktu	Lattitude	Longitude	Ketinggian (mdpl)
1	1	08.58-09.23	$7^{\circ}55'10,11''$	$112^{\circ}32'40.5''$	850,696
2	2	09.35-10.00	$7^{\circ}55'7,95''$	$112^{\circ}32'44.78''$	837,28
3	3	10.40-11.05	$7^{\circ}55'13,26''$	$112^{\circ}32'35.31''$	869,289
4	4	11.25-11.50	$7^{\circ}55'7.68''$	$112^{\circ}32'49.91''$	826,008
5	5	12.05-12.30	$7^{\circ}55'4.5''$	$112^{\circ}32'54.4''$	812,9
6	6	12.48-13.33	$7^{\circ}54'59.8''$	$112^{\circ}32'47.6''$	815,94
7	7	13.25-13.50	$7^{\circ}55'0.6''$	$112^{\circ}32'43.3''$	824,788
8	8	14.51-15.16	$7^{\circ}55'5.6''$	$112^{\circ}32'34.4''$	856,488
9	9	15.28-15.53	$7^{\circ}55'4.2''$	$112^{\circ}32'39.2''$	840,63
10	10	16.10-16.35	$7^{\circ}55'17.8''$	$112^{\circ}32'39.5''$	862,584
11	11	16.45-17.10	$7^{\circ}55'18.1''$	$112^{\circ}32'45''$	855,268
12	12	17.53-18.27	$7^{\circ}55'25.19''$	$112^{\circ}32'42.74''$	852,22
13	13	18.38-19.03	$7^{\circ}55'19.76''$	$112^{\circ}32'32.74''$	886,05

14	14	19.41-10.06	7°55'26.7"	112°32'32.26"	884,83
15	15	10.18-10.43	7°55'22.75"	112°32'29.34"	900,68
16	16	10.58-21.23	7°55'18.2"	112°32'52.1"	844,296
17	17	21.38-22.03	7°55'22.58"	112°32'54.84"	833,932

4.1.2 Pengolahan Data Menggunakan Software Geopsy.

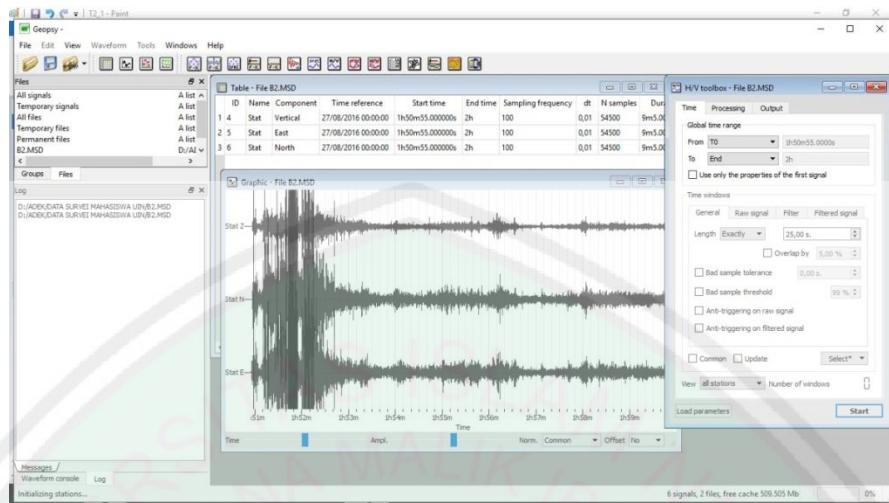
Data perekaman yang sudah didapatkan kemudian diolah menggunakan software Geopsy untuk menentukan frekuensi dominan dan amplifikasi (A).

Langkah pertama yang harus dilakukan, buka data perekaman dalam format *mini seed*. Maka akan muncul seperti di bawah ini:



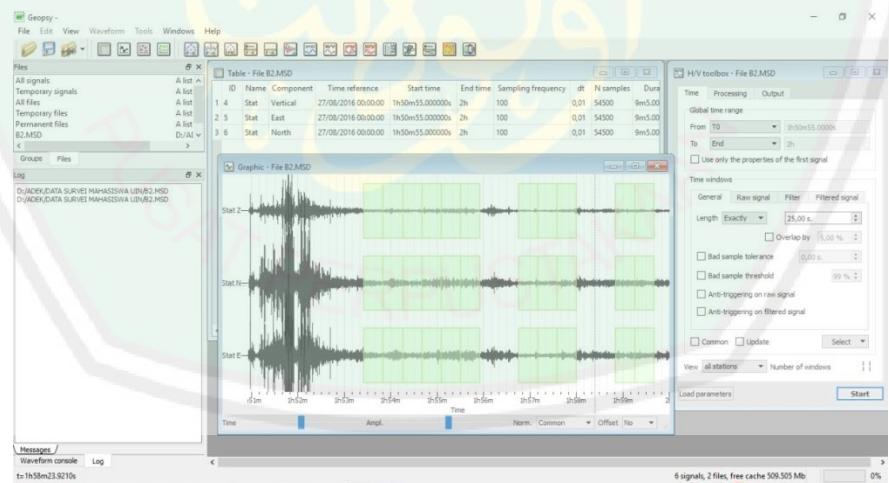
Gambar 4.1 Data Rekaman

Kemudian plih H/V toolbox pada *toolbar*.



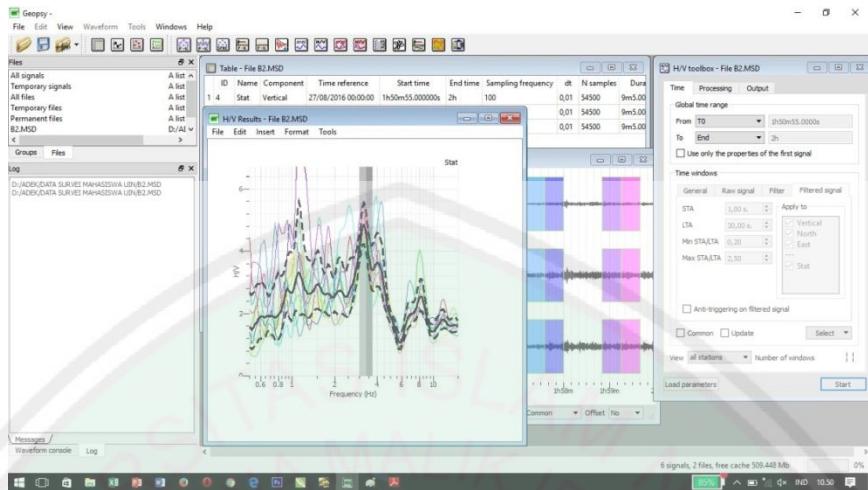
Gambar 4.2 Proses Pengolahan

Pemilihan window menggunakan pemilihan otomatis atau auto, tetapi ketika ingin membuang sinyal-sinyal yang tidak diinginkan, maka klik *select>remove*.



Gambar 4.3 Pemilihan Window

Setelah itu klik *start* untuk mendapatkan spektrum H/V.

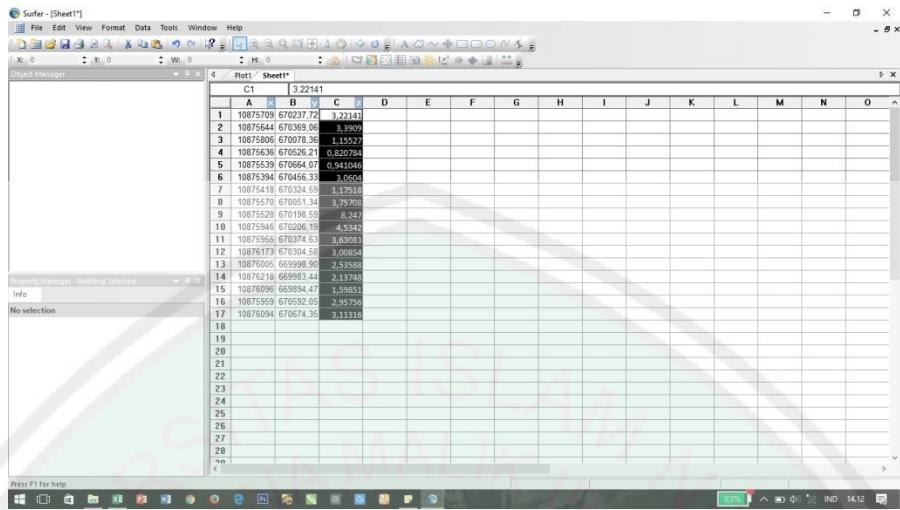


Gambar 4.4 Spektrum H/V

Dari hasil pengolahan data dan didapatkan spektrum H/V kemudian didapatkan nilai frekuensi dominan (f_0) dan amplifikasi (A) untuk menentukan indeks kerentanan seismik (K_g). Kemudian simpan H/V result, *file>save*.

4.1.3 Pengolahan Menggunakan Software Surfer 11

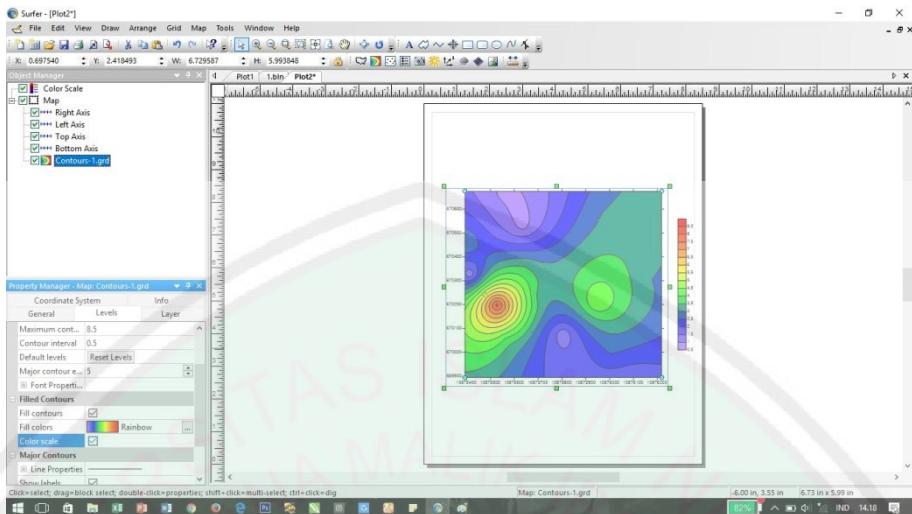
Langkah pertama yang dilakukan dalam pengolahan Surfer 11, buka Surfer 11 kemudian pilih *new worksheet*, dengan masukan untuk kolom X diberi nilai Latitude, kolom Y diberi nilai Longitude dan kolom Z diberi nilai parameter yang dicari yaitu frekuensi dominan (f_0), amplifikasi (A) dan indeks kerentanan seismik (K_g). Kemudian simpan dalam bentuk *BLN Golden Software Blanking (.bln)*.



Gambar 4.5 Masukan pada Surfer 11

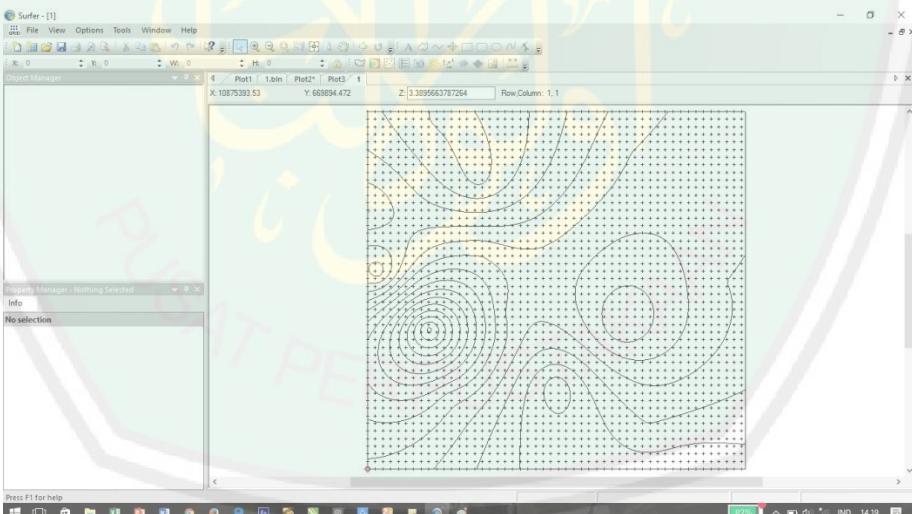
Buka *icon New Plot*, kemudian klik *icon Grid* pada baris *toolbar*, pilih data yang telah disimpan dengan format *BLN Golden Software Blanking (.bln)*, klik *open* lalu *Ok*. Selanjutnya akan muncul jendela Grid Data, sehingga akan menghasilkan file pada format GRD. Kemudian simpan hasil format GRD.

Pilih *icon New Image Map* pada *toolbar*, pilih data GRD kemudian *Open*. Untuk mengubah warna image, klik *image* pada *Object Manager* kemudian klik *General* dalam *Property Manager* → *Colors* pilih warna. Klik juga *interpolate pixels* dan *show color scale*.



Gambar 4.6 Hasil Akhir Software Surfer

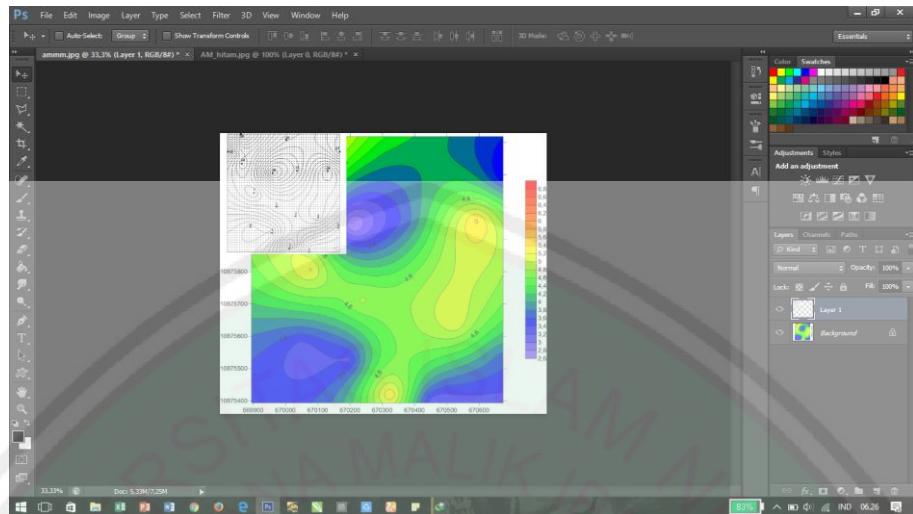
Gunakan data GRD untuk mencari titik-titik penelitian. Cari satu per satu titik dengan memindah-mindah kursor.



Gambar 4.7 Data GRD

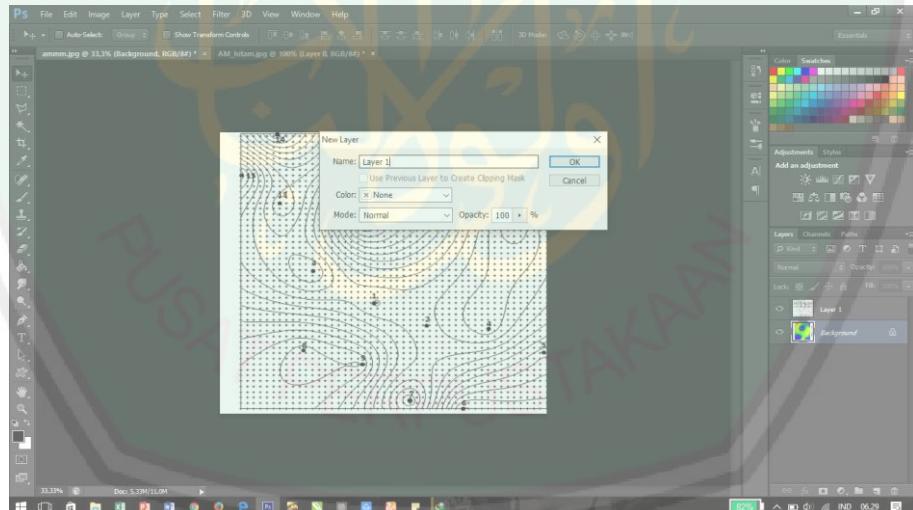
4.1.4 Pengolahan Menggunakan Software Photoshop

Untuk penggabungan gambar data GRD dengan data hasil kontur setiap parameter (f_0 , A, K_g). Langkah pertama buka Software Photoshop, kemudian open gambar data GRD dan juga gambar kontur di setiap parameter (f_0 , A, K_g).



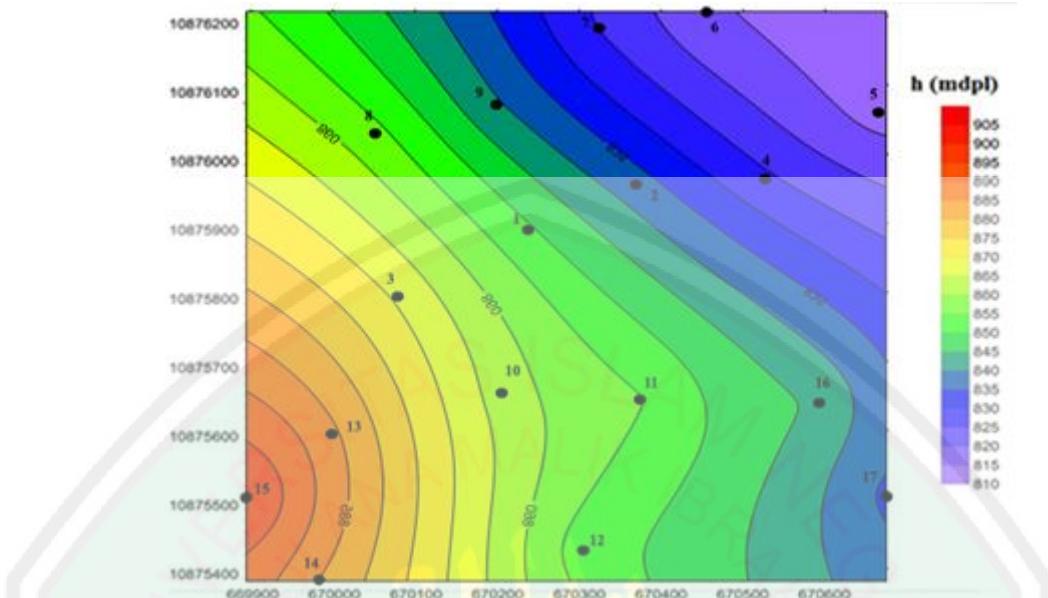
Gambar 4.8 Masukan Software Photoshop

Ganti nama gambar GRD dengan layer 2 dan tanpa grid dengan layer 1



Gambar 4.9 Proses Penggabungan Gambar GRD dengan Gambar Kontur

Selanjutnya ganti blending mode layer 2 dengan multiply dengan opacity 35%. Sehingga akan dihasilkan gambar seperti berikut.



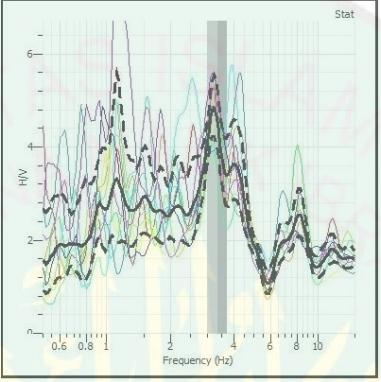
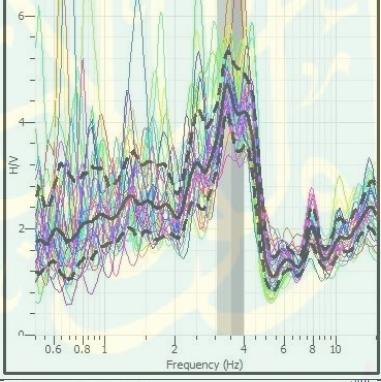
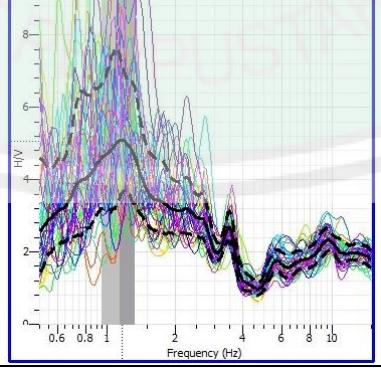
Gambar 4.10 Hasil Akhir Penggabungan Gambar GRD dengan Kontur Topografi

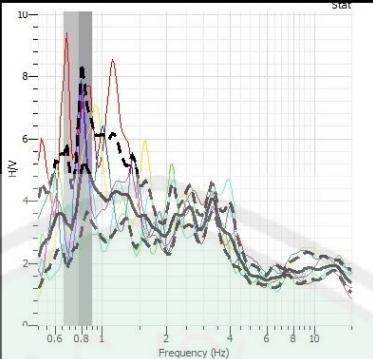
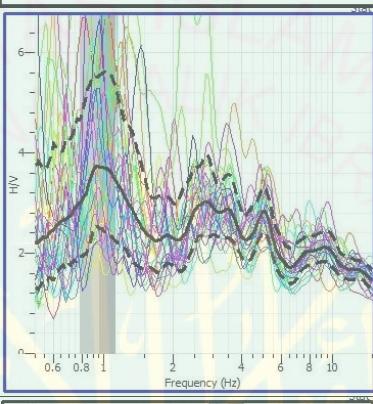
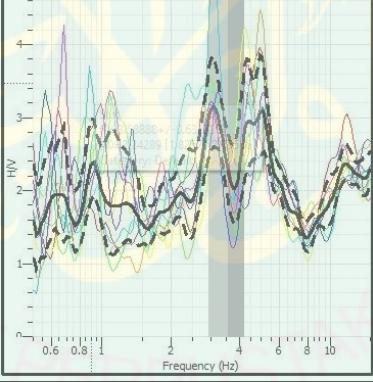
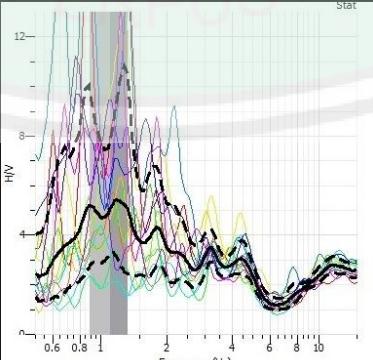
4.1.5 Hasil Pengolahan Data

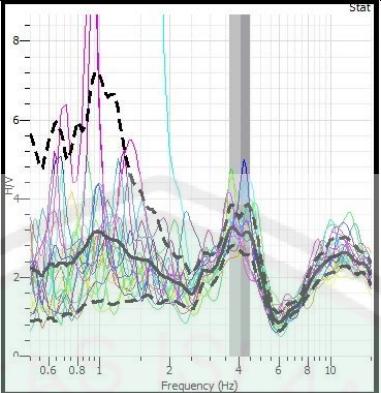
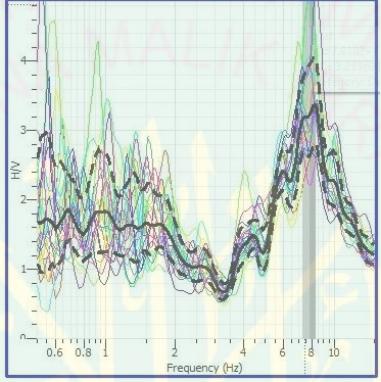
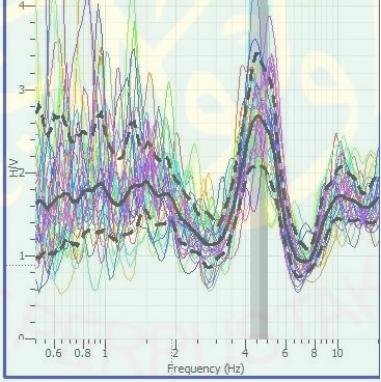
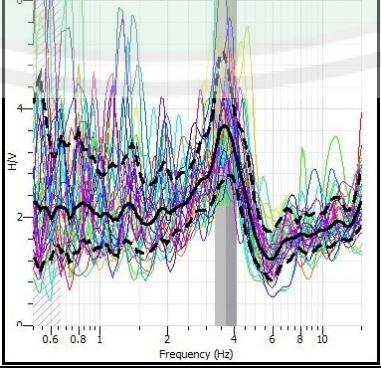
Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah nilai indeks kerentanan seismik (K_g) di wilayah Kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Dalam penelitian ini pengolahan data mikrotremor menggunakan metode HVSR yang menghasilkan kurva H/V. Konno dan Ohmachi (1998) berpendapat bahwa kurva H/V dibentuk dari gelombang sekunder, namun efek gelombang Rayleigh yang besar dapat mempengaruhi bentuk dari Kurva H/V sehingga merupakan noise yang harus dihilangkan. Kurva H/V menghasilkan nilai frekuensi dominan (f_0) dan faktor amplifikasi (A) yang digunakan dalam perhitungan indeks kerentanan seismik (K_g). nilai frekuensi dominan (f_0), faktor amplifikasi (A) dan indeks kerentanan seismik (K_g) divisualisasikan dengan mikrozonasi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui sebaran tingkat kerentanan suatu daerah jika terjadi gempabumi di wilayah Kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

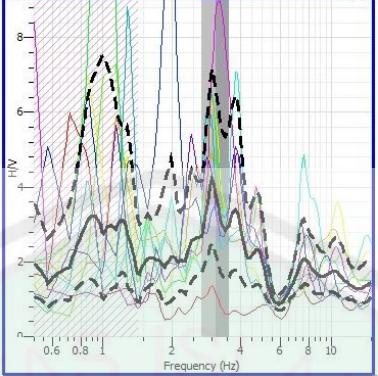
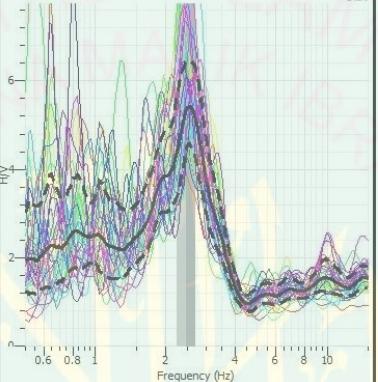
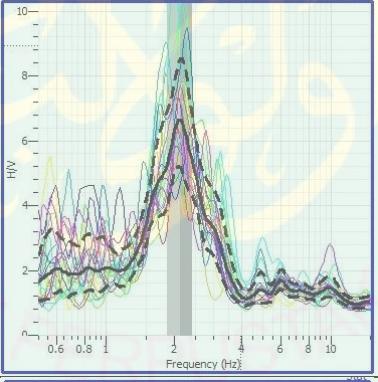
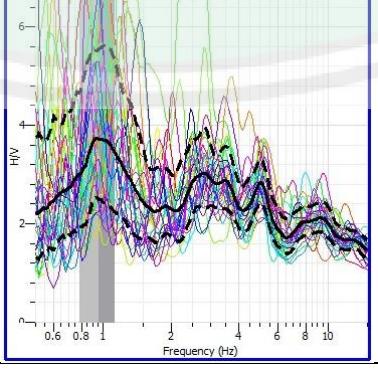
Dari data perekaman yang sudah diolah menggunakan software Geopsy, didapatkan hasil sebagai berikut:

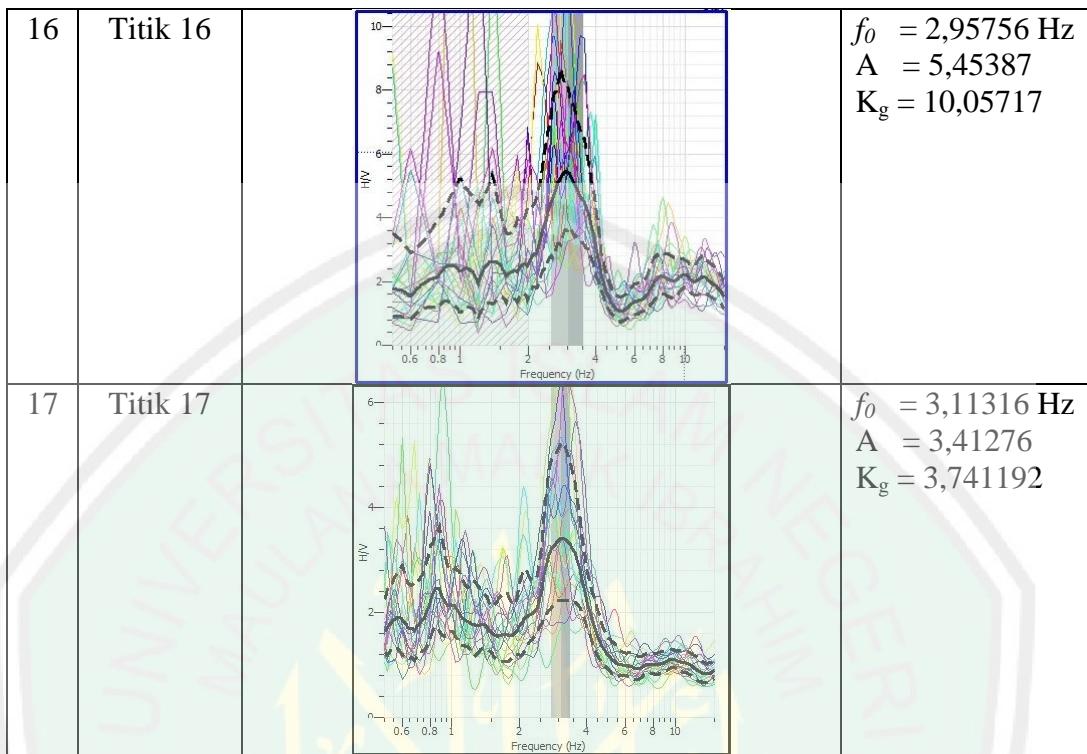
Tabel 4.2 Spektrum HVSR

No	Nama Titik	Spektrum HVSR	Nilai f_0 , A, K _g
1	Titik 1		$f_0 = 3,22141 \text{ Hz}$ $A = 4,84279$ $K_g = 7,280233$
2	Titik 2		$f_0 = 3,3909 \text{ Hz}$ $A = 4,7222$ $K_g = 6,576181$
3	Titik 3		$f_0 = 1,15527 \text{ Hz}$ $A = 5,23546$ $K_g = 23,72609$

4	Titik 4		$f_0 = 0,820784$ Hz $A = 5,16462$ $K_g = 32,49734$
5	Titik 5		$f_0 = 0,941046$ Hz $A = 3,73528$ $K_g = 14,82639$
6	Titik 6		$f_0 = 3,0604$ Hz $A = 3,15067$ $K_g = 3,243606$
7	Titik 7		$f_0 = 1,17518$ Hz $A = 5,41651$ $K_g = 24,96518$

8	Titiik 8		$f_0 = 3,75708 \text{ Hz}$ $A = 3,29104$ $K_g = 2,882809$
9	Titik 9		$f_0 = 8,247 \text{ Hz}$ $A = 3,36587$ $K_g = 1,373721$
10	Titik 10		$f_0 = 4,5342 \text{ Hz}$ $A = 2,73239$ $K_g = 1,646587$
11	Titik 11		$f_0 = 3,63083 \text{ Hz}$ $A = 3,68089$ $K_g = 3,73164$

12	Titik 12		$f_0 = 3,00854 \text{ Hz}$ $A = 4,22453$ $K_g = 5,931998$
13	Titik 13		$f_0 = 2,53588 \text{ Hz}$ $A = 5,42966$ $K_g = 11,62563$
14	Titik 14		$f_0 = 2,13748 \text{ Hz}$ $A = 6,63934$ $K_g = 20,62281$
15	Titik 15		$f_0 = 1,59851 \text{ Hz}$ $A = 3,85341$ $K_g = 9,289131$

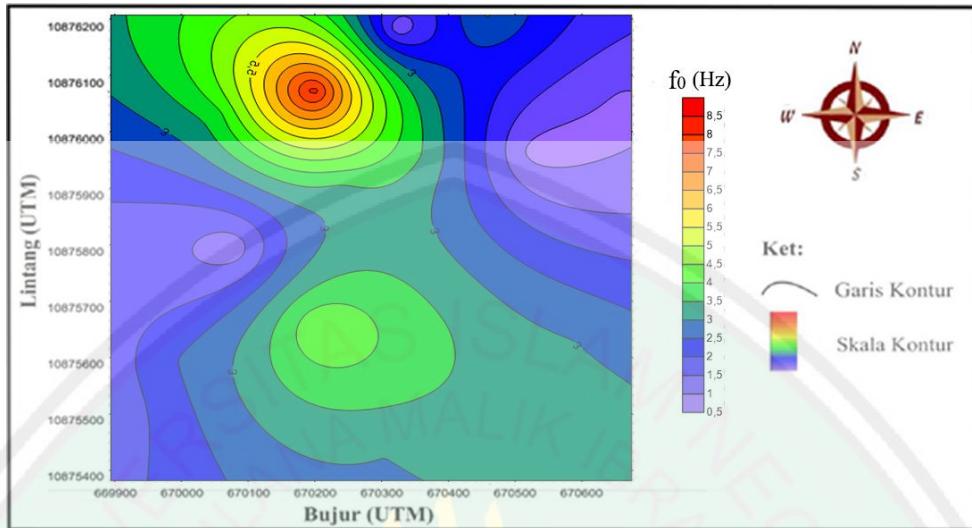


Spektrum H/V menghasilkan nilai frekuensi dominan (f_0) dan amplifikasi (A) yang digunakan untuk perhitungan indeks kerentanan seismik (K_g). Spektrum H/V tersebut sudah *realible* karena sudah memenuhi kriteria petunjuk pengolahan SESAME yaitu nilai frekuensi dominan lebih besar dari 10 dibagi dengan panjang *window* dan nilai *significant cycle* lebih besar dari 200. Dan juga nilai frekuensi dominan nya lebih dari 0,5.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Analisis Frekuensi Dominan (f_0)

Frekuensi dominan (f_0) dihasilkan dari pengolahan data getaran tanah yang menggunakan software Geopsy dengan metode HVSR. Pada kurva H/V nilai frekuensi dominan (f_0) dapat diketahui dari kurva H/V yang terarsir tepat pada puncak/maksimum kurva.



Gambar 4.11 Nilai Frekuensi Dominan f_0 (Hz) di Kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

Frekuensi dominan adalah nilai frekuensi yang sering muncul sehingga diakui sebagai nilai frekuensi dari lapisan batuan di wilayah tersebut sehingga nilai frekuensi dapat menunjukkan jenis dan karakteristik batuan. Berdasarkan nilai frekuensi dominan (f_0) pada Gambar 4.11, nilai yang diperoleh cukup bervariasi dengan nilai paling rendah yaitu 0,820784 Hz pada titik 4 sampai nilai paling tinggi yaitu 8,247 Hz pada titik 9.

Adanya hubungan antara frekuensi dominan dengan faktor geologi (pendugaan batuan dan ketebalan sedimen, digunakan klasifikasi yang sudah dijelaskan dalam penelitian Firdausi (2016) di wilayah kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

Tabel 4.3 Klasifikasi batuan di kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang menurut Firdasi (2016) yang mengacu pada Kanai.

No	Titik	Nilai f_0	Pendugaan Batuan	Ketebalan Sedimen
1	2	3,909	Pasir berkerikil dan pasir berlempung	20-50 m

2	3	1,15527	Alluvial yang tergolong lembek	50-130 m
3	4	0,820784	Alluvial yang tergolong lembek	50-180 m
4	6	3,0604	Pasir berkerikil dan pasir berlempung	40-50 m
5	7	1,17518	Alluvial yang tergolong lembek	50-120 m
6	9	8,247	Pasir berkerikil keras, pasir berkerikil dan pasir berlempung keras	0-20 m
7	10	4,537	Pasir berkerikil dan pasir berlempung	20-50 m

Berdasarkan Tabel 4.3 terdapat hubungan antara pendugaan batuan penyusun dan ketebalan sedimen di Kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim. Semakin besar nilai frekuensi dominan tanah menunjukkan lapisan tersebut tersusun atas batuan keras. Sebaliknya frekuensi dominan yang rendah menunjukkan lapisan tersebut tersusun atas batuan lunak. Tingkat kepadatan batuan dapat mengurangi amplifikasi goncangan terhadap bangunan di atas permukaan tanah, karena amplitudo gelombang yang menjalar di batuan padat relatif kecil. Sebaliknya pada sedimen lunak akan memperlama durasi gelombang yang menjalar di lokasi tersebut dan memperbesar amplitudo gelombangnya. Hal inilah yang dapat menyebabkan tingkat potensi resiko bencana gempabumi semakin besar. Pada tahun 1989, Nakamura melakukan pengamatan yang menghasilkan rekaman pada batuan yang keras nilai maksimum rasio spektrum komponen horizontal terhadap vertikal mendekati 1. Sedangkan rekaman pada batuan yang lunak, rasio nilai maksimumnya mengalami perbesaran (amplifikasi) yaitu lebih besar dari 1.

Frekuensi dominan (f_0) dapat digunakan untuk melihat distribusi ketebalan batuan dasar atau ketebalan sedimen. Semakin kecil frekuensi dominan tanah

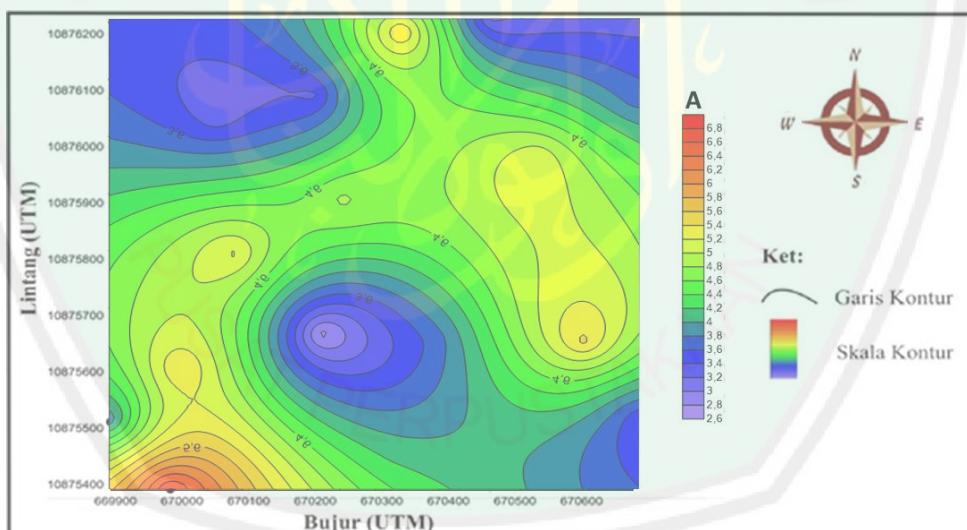
maka akan semakin dalam posisi batuan dasar atau ketebalan sedimen, begitupun sebaliknya. Ketika semakin besar nilai frekuensi dominan (f_0) maka semakin tipis posisi batuan dasar atau ketebalan sedimennya. Menurut Bard (2000) nilai f_0 berasosiasi dengan ketebalan bedrock, nilai f_0 yang lebih rendah menunjukkan keberadaan bedrock yang lebih dalam. Sedangkan menurut Daryono dkk (2009) nilai f_0 yang lebih besar merupakan cerminan dari material batuan yang lebih masif yang terdapat pada lokasi perbukitan struktural. Hasil sebaran nilai frekuensi dominan ini menunjukkan bahwa ketebalan lapisan sedimen di daerah penelitian cukup bervariasi. Daerah penelitian dengan frekuensi dominan (f_0) rendah yaitu yang bernilai dibawah rata-rata, yang berkisar antara 0,5 Hz hingga 2,899131 Hz, berada pada titik 3, 4, 5, 7, 13, 14, 15. Pada titik-titik tersebut dapat diperkirakan bahwa ketebalan sedimen nya besar. Hal ini dikarenakan frekuensi dominan berbanding terbalik dengan nilai periode atau waktu pencapaian untuk mencapai lapisan batuan selanjutnya. Untuk daerah yang memiliki frekuensi dominan (f_0) yang tinggi dengan nilai 2,899131 Hz sampai 8,247 Hz, berada pada titik 1, 2, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 17. Sehingga daerah yang memiliki nilai frekuensi dominan (f_0) yang tinggi, diperkirakan mempunyai ketebalan sedimen yang tipis. Sebaran nilai frekuensi dominan di daerah penelitian secara umum tinggi. Dari 17 titik data yang memiliki nilai frekuensi dominan (f_0) yang tinggi ada 10 titik. Sehingga, nilai frekuensi dominan rendah ada 7 titik.

Menurut Tuladhar (2004) untuk keperluan mitigasi bencana alam gempabumi, nilai frekuensi dominan suatu tempat memberi informasi untuk perencanaan bangunan tahan gempabumi. Stuktur bangunan yang memiliki nilai

frekuensi dominan (f_0) sama dengan nilai frekuensi tanah akan mengalami resonansi jika terjadi gempabumi sehingga akan memperkuat getaran gempabumi kuat. Selain bahaya resonansi getaran gempabumi, karakteristik dinamik tanah dengan frekuensi dominan sangat rendah sangat rentan terhadap bahaya vibrasi periode panjang yang dapat mengancam gedung-gedung bertingkat tinggi.

4.2.2 Analisis Puncak Spektrum HVSR atau Amplifikasi (A)

Hasil pengolahan data mikrotremor tidak hanya menunjukkan nilai frekuensi dominan dari suatu titik penelitian tetapi juga memberikan informasi mengenai nilai faktor amplifikasi (A).



Gambar 4.12 Nilai Puncak HVSR atau Amplifikasi (A) di Kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

Gambar 4.12 memperlihatkan distribusi nilai faktor amplifikasi (A) atau puncak spektrum H/V di daerah penelitian. Berdasarkan nilai variasi tersebut terlihat nilai amplifikasi (A) yang bervariasi, dari mulai nilai rendah yaitu 2,73239 pada titik 10 sampai nilai paling tinggi yaitu 6,63934 pada titik 14. Peristiwa

amplifikasi menyebabkan amplitudo suatu gelombang seismik meningkat. Akibatnya efek merusak yang dihasilkan juga akan lebih besar. Sehingga dilihat dari daerah penelitian, amplifikasi (A) atau puncak spektrum H/V rendah yang bernilai di bawah rata-rata yaitu pada titik 5, 6, 8, 10, 11, 15, 17 dapat diperkirakan akan lebih aman dibandingkan dengan yang lain. Daerah yang berada di titik lain yaitu titik 1, 2, 3, 4, 7, 9, 12, 13, 14, 16 rawan terhadap aktivitas seismik. Karena nilai amplifikasi (A) atau puncak spektrum H/V tinggi yang bernilai di atas rata-rata.

Adanya hubungan berbanding terbalik nilai puncak spektrum H/V atau amplifikasi dengan nilai frekuensi dominan. Dari persamaan 2.3 dapat diketahui bahwa semakin tinggi nilai frekuensi dominan maka akan semakin rendah nilai puncak spektrum H/V atau amplifikasi. Dengan melihat hubungan nilai puncak H/V atau amplifikasi dengan faktor geologi yang ada pada daerah penelitian, apabila nilai amplifikasi semakin tinggi maka daerah tersebut memiliki jenis batuan yang lunak. Hal ini dikarenakan batuan yang sifatnya lunak, gelombang akan mengumpul dan akan terlepaskan dalam amplitudo yang lebih besar.

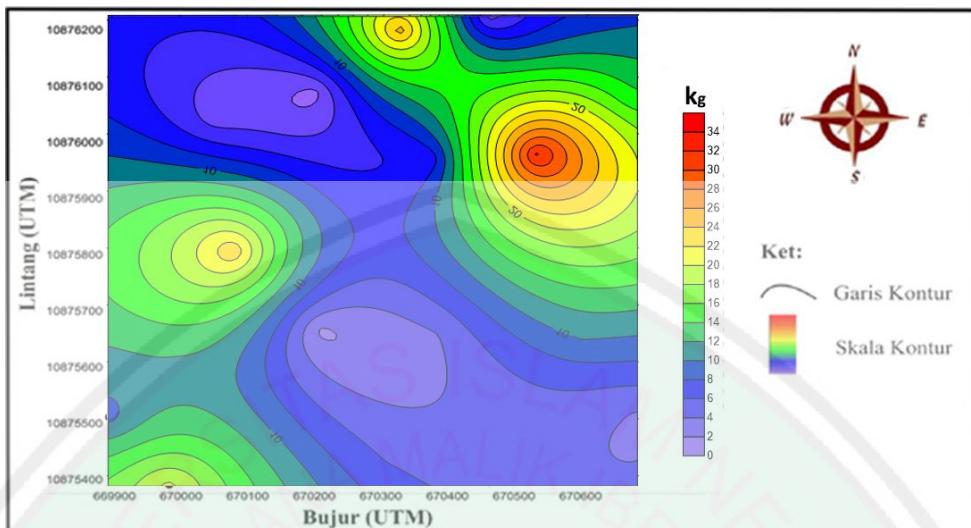
Nilai puncak spektrum H/V Penggunaan nilai puncak spektrum H/V sebagai nilai amplifikasi di suatu tempat masih menjadi perdebatan para ahli (Nguyen, 2003). Namun, beberapa peneliti telah menemukan adanya korelasi antara puncak spektrum H/V dengan distribusi kerusakan gempabumi. Pada penelitian Daryono (2009) menunjukkan kerusakan parah yang terjadi di Bantul terdapat pada daerah yang memiliki nilai puncak H/V atau amplifikasi (A) yang lebih besar.

Menurut Nakamura (2000) pada penelitiannya di Kota Kobe, daerah yang yang mengalami sedikit kerusakan yaitu pada daerah yang mempunyai nilai amplifikasi (A) yang rendah. Sedangkan daerah yang memiliki nilai amplifikasi (A) yang tinggi sangat rawan terhadap kerusakan yang berat. Dalam hal ini sangat perlu diperhatikan jika akan membangun gedung bertingkat tinggi pada daerah kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

Dalam beberapa penelitian hasil dari analisis nilai puncak spektrum H/V atau amplifikasi (A) tidak dijadikan acuan primer sebagai dasar karakteristik tanah. Sehingga untuk lebih menguatkan analisis karakteristik tanah dilakukan perhitungan indeks kerentanan seismik (K_g).

4.2.3 Analisis Indeks Kerentanan Seismik (K_g)

Indeks kerentanan seismik (K_g) menunjukkan besaran fisis kerentanan suatu daerah yang terkena dampak akibat guncangan atau pergerakan lapisan batuan. Semakin besar nilai indeks kerentanan seismik (K_g) maka semakin rentan daerah tersebut terkena dampak guncangan atau yang disebut dengan zona lemah. Indeks kerentanan seismik (K_g) didapatkan dari nilai kuadrat amplifikasi (A) atau nilai puncak H/V dibagi dengan frekuensi dominan (f_0).



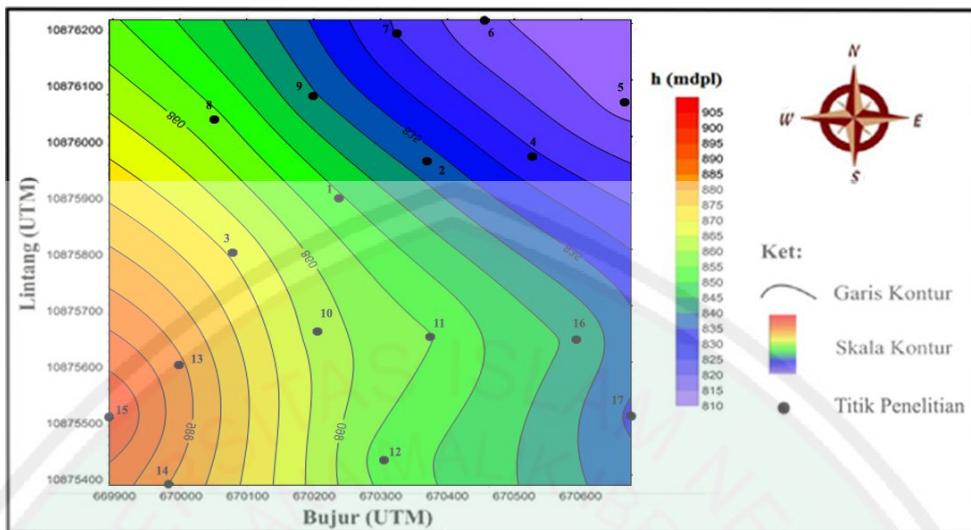
Gambar 4.13 Indeks Kerentanan Seismik (K_g) pada Kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

Dari gambar 4.13 dapat dilihat bahwa nilai indeks kerentanan seismik di daerah penelitian sangat bervariasi. Dari nilai terendah 1.373721 pada titik 9 sampai nilai tertinggi 32,49734 pada titik 4.

Ketika nilai frekuensi dominan (f_0) rendah, dan faktor amplifikasi (A) tinggi, maka dihasilkan nilai indeks kerentanan seismik tinggi yang mengindikasikan bahwa daerah tersebut merupakan daerah dengan potensi kerusakan akibat bencana gempabumi yang cukup tinggi dibandingkan daerah yang memiliki frekuensi dominan tinggi (f_0) dan faktor amplifikasi (A) rendah yang menghasilkan nilai indeks kerentanan seismik yang rendah. Daerah penelitian yang mempunyai nilai indeks kerentanan seismik (K_g) rendah yang berada di bawah rata-rata yaitu pada titik 1, 2, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17. Sedangkan daerah penelitian yang mempunyai nilai indeks kerentanan seismik (K_g) tinggi yang berada di atas rata-rata yaitu pada titik 3, 4, 5, 7, 13, 14. Pada penelitian Daryono (2013) daerah yang mengalami kerusakan parah akibat

gempabumi di Bantul 2006 memiliki indeks kerentanan seismik (K_g) diatas 10. Sementara di daerah perbukitan tidak mengalami kerusakan parah, memiliki indeks kerentanan seismik (K_g) kurang dari 2. Dari hasil nilai penelitian Daryono, kemudian dibandingkan dengan nilai penelitian di daerah Kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang untuk menduga kondisi kemungkinan efek gempabumi yang terjadi di Kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang cenderung sedang sampai tinggi dengan indeks kerentanan seismik (K_g) >10 .

Dengan melihat hubungan dalam persamaan pada 2.3, adanya hubungan antara nilai kerentanan seismik (K_g) dengan nilai frekuensi dominan dan nilai puncak spektrum H/V atau amplifikasi. Adanya hubungan berbanding terbalik nilai kerentanan seismik dengan nilai frekuensi dominan. Semakin tinggi nilai frekuensi dominan, maka akan semakin kecil nilai kerentanan seismik. Sedangkan dengan nilai puncak spektrum H/V berbanding lurus dengan nilai kerentanan seismik. Semakin tinggi nilai puncak spektrum H/V atau amplifikasi, maka akan semakin tinggi pula nilai kerentanan seismik. Dilihat dari gambar 4.12 dan 4.13 peta kontur nilai puncak H/V atau amplifikasi tidak sama persis dengan peta kontur nilai kerentanan seismik. Dikarenakan nilai frekuensi dominan sangat mempengaruhi nilai kerentanan seismik.



Gambar 4.14 Topografi Kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

Secara keseluruhan lokasi penelitian berada di daerah dataran tinggi yaitu berada diatas 700 mdpl. Titik yang berada di daerah tertinggi yaitu titik 15 yang terlihat pada Gambar 4.14. Lokasi ini berada di dekat sekitar perumahan warga. Jika merujuk pada penelitian Daryono dengan melihat aspek nilai indeks kerentanan seismik, maka daerah yang mengalami kerusakan parah ketika terjadi gempabumi yaitu dengan titik 3, 4, 5, 7, 13, 14 dikarenakan titik-titik tersebut berada di daerah lereng. Daryono (2013) menyebutkan dalam penelitiannya di Bantul persebaran nilai frekuensi rendah terdapat pada bentuk lahan Dataran Fluviovulkanik Merapi Muda, Dataran Gisik dan Gumukpasir, Dataran Fluviomarin, dan Lereng Kaki Koluvial Perbukitan Baturagung. Nilai frekuensi berangsur-angsur membesar memasuki kawasan Perbukitan Struktural Formasi Sentolo di sebelah Barat dan Perbukitan Struktural Formasi Nglanggaran, Kebo, Butak dan Semilir di sebelah Timur Graben Bantul. Sedangkan di daerah penelitian Kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang berada di daerah dataran tinggi, nilai kerentanan seismiknya di atas 2.

Pada kontur topografi gambar 4.15 daerah penelitian kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang mempunyai bentuk lahan yang relatif sama yaitu berada pada kondisi topografi yaitu lereng perbukitan. Menurut Anggraeni (2010), salah satu faktor efek tapak lokal pada amplifikasi seismik di daerah pegunungan adalah efek tapak topografi yang mempengaruhi respon seismik karena adanya amplifikasi gerakan tanah di sekitar puncak dan de-amplifikasi di sekitar kaki lereng. Sehingga wilayah penelitian di kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang secara bentuk lahan berada pada lereng perbukitan, mengakibatkan nilai kerentanan seismik yang cukup tinggi di daerah ini.

Daerah penelitian terletak pada bentuk lahan lereng. Salah satu faktor yang menyebabkan nilai kerentanan seismik di daerah penelitian tergolong tinggi adalah keadaan bentuk lahan lereng. Kemiringan lereng merupakan hal yang sensitif ketika menentukan sudut refleksi dan difraksi gelombang seismik (Boore, 1973). Gelombang seismik akan cenderung terrefleksikan ke arah puncak lereng pada lereng yang curam. Sementara lereng yang landai gelombang seismik akan cenderung terdifraksi menyebar ke lapisan batuan. Gelombang cenderung diperkuat untuk gelombang menjalar ke lereng dan cenderung akan menurun untuk gelombang yang jauh dari kemiringan lereng. Dengan meningkatnya sudut kemiringan, besarnya amplifikasi di puncak meningkat dan bervariasi sekitar 15% -25% (Ashford et al, 1997).

Berdasarkan informasi geologi, diketahui bahwa daerah penelitian didominasi oleh batuan hasil erupsi gunungapi kuarter atas yaitu batuan yang dihasilkan oleh erupsi gunungapi Kuarter tengah (Qpvkb). Batuan hasil erupsi

gunungapi kuarter Tengah berdasarkan peta geologi lembar Malang terdiri dari breaksi gunungapi, lava, tuf, aglomerat, dan lahar. Dengan kondisi batuan yang menutupinya yaitu endapan hasil aktivitas gunung api dengan sifat fisik batuan yang lemah, sehingga jika terjadi gempabumi efek rusaknya tidak dapat diremed, sehingga dampaknya akan menimbulkan kerusakan yang lebih parah.

Tidak hanya nilai-nilai frekuensi dominan (f_0) amplifikasi (A), indeks kerentanan seismik (K_g) dan juga efek tapak lokal yang harus diperhatikan ketika perancangan pembangunan, tetapi juga kontruksi dan kualitas material bangunan yang baik. Peta mikrozonasi indeks kerentanan seismik ini, dapat dijadikan acuan dalam perancangan pembangunan gedung-gedung di daerah penelitian kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang untuk mengurangi dampak kerusakan bila terjadi bencana gempabumi di kemudian hari. Untuk daerah yang mempunyai tingkat kerusakan akibat gempabumi tinggi harus memperhatikan kualitas dan material bangunan yang lebih baik dan sebaiknya menempatkan bangunan di daerah yang mempunyai nilai indeks kerentanan seismik (K_g) yang rendah.

4.3 Analisis Seimisitas Dalam Pandangan Islam

Zona kegempaan yang didapatkan dari hasil analisis penelitian ini, tentunya ada sebab musababnya mengapa lokasi tersebut mempunyai nilai kerentanan seismik yang tinggi. Hal ini pula yang diajarkan oleh Allah SWT kepada manusia yang telah disebutkan dalam al-Quran. Banyak sekali ayat yang diwahyukan kepada Nabi Muhammad SAW sebagai akibat dari suatu peristiwa atau *Asbabun Nuzul*.

Untuk meminimalkan efek negatif dari gempabumi adalah pemetaan kerentanan seismik. Secara teoritis, kegempaan akan terjadi hanya pada lokasi-lokasi tertentu umumnya pada lokasi pertemuan lempeng tektonik dan lokasi gunung berapi. Ketika lempengan bergeser atau saling terbentur dengan yang lainnya, maka akan terjadi pembengkokan atau peregangan pada lempengan ini. Akibat dari pembengkokan atau peregangan tersebut maka akan terjadinya penimbunan sejumlah energi di dalam lempengan ini. Cepat maupun lambat, lempengan tektonik ini akan pecah merenggang. Ketika perpecahan ini terjadi, maka energi yang tertimbun dalam lempengan ini akan muncul dalam bentuk gelombang getaran seismik, dimana gelombang seismik ini akan kita rasakan dalam bentuk gempabumi yang bergetar. Gelombang seismik ini akan terus merambat dari inti bumi yang merupakan pusat gempa menuju keseluruhan arah. Dampak yang dapat disebabkan dari gempabumi yaitu kerusakan yang hebat dan luas pada sarana seperti bangunan dan jalan-jalan.

Kerentanan seismik merupakan usaha manusia untuk menanggulangi efek negatif yang ditimbulkan gempabumi, tentunya yang bersifat merusak (energinya besar). Penelitian ini menyerupai jenis ilmu *at-tasyir* yaitu pendugaan berdasarkan fenomena yang terjadi dengan tujuan mendatangkan mashlahat bagi manusia

Namun secara pasti, manusia tidak mampu untuk memprediksi kejadian bencana alam ataupun gempabumi. Allah SWT telah menjelaskan dalam al-Quran surat Luqman[31]: 34.

إِنَّ اللَّهَ عِنْدُهُ عِلْمُ السَّاعَةِ وَيُنَزِّلُ الْغَيْثَ وَيَعْلَمُ مَا فِي الْأَرْضِ وَمَا تَدْرِي نَفْسٌ
 مَاذَا تَكْسِبُ غَدًا وَمَا تَدْرِي نَفْسٌ بِأَيِّ أَرْضٍ تَمُوتُ إِنَّ اللَّهَ عَلِيمٌ حَبِيرٌ

“Sesungguhnya Allah, hanya pada sisi-Nya sajalah pengetahuan tentang hari Kiamat; dan Dia-lah yang menurunkan hujan, dan mengetahui apa yang ada dalam rahim. dan tiada seorangpun yang dapat mengetahui (dengan pasti) apa yang akan diusahakannya besok. dan tiada seorangpun yang dapat mengetahui di bumi mana Dia akan mati. Sesungguhnya Allah Maha mengetahui lagi Maha Mengenal” (Q.S. Luqman[31]: 34)

Jika gempabumi telah terjadi, maka itu adalah ketetapan yang tidak bisa dibantah dan dihindari. Namun dari semua itu tentu ada hikmah dan pelajaran berharga yang harusnya bisa dipahami dari tanda-tanda itu. Hanya orang-orang yang bisa membaca dari semua kejadian dan belajar dari kejadian itulah mendapat hikmah dan manfaat yang besar, sebesar dampak yang ditimbulkan gempabumi itu sendiri. Dengan demikian jelaslah bahwa terjadinya gempabumi membawa hikmah tersendiri bagi manusia dan lingkungan sekitar. Berikut adalah hikmah yang bisa diambil dari terjadinya gempabumi (Abha, 2013):

- a. Gempabumi dan semua jenis bencana alam yang terjadi di atas bumi ini tidaklah terjadi begitu saja dengan sendirinya melainkan sesuai dengan kehendak dan ketentuan Allah SWT, sehingga manusia tidak perlu terlalu jatuh dalam kesedihan dan kesusahan yang mengantarkan pada kurang produktifnya mereka di masa setelah terjadinya gempabumi. Sebaliknya, dengan adanya gempabumi dan bencana-bencana yang lain, manusia harus termotivasi untuk memperbaiki sistem keimanan dan sistem kehidupan

- lingkungan agar berjalan seiring dan searah dengan kemajuan sikap religius dan kemajuan lingkungan sekitar.
- b. Gempabumi adalah peringatan Tuhan yang paling nyata, bahwa manusia itu memang sangat tidak berdaya. Untuk itu tidak ada pelindung selain Allah SWT.
 - c. Dengan terjadinya gempabumi, manusia sebenarnya sedang diingatkan secara dini bahwa gempa adalah baru sebagian yang sangat kecil dari proses maha dahsyat yang memang akan terjadi yaitu kiamat, yang bukan hanya bersifat lokal tapi kehancuran tata surya dan alam semesta.
 - d. Sistem Allah terkait dengan balasan pahala dan siksa bukan hanya terjadi di akhirat saja, melainkan sudah Allah SWT terapkan sejak di dunia. Setiap kebaikan yang dibangun atas iman kepada Allah SWT dan ketaatannya pada Rosul-Nya akan berakibat pada keberkahan hidup di dunia dan keselamatan di akhirat. Sebaliknya, setiap pelanggaran yang dilakukan manusia terhadap sistem yang telah ditetapkan oleh Allah SWT akan berakibat pada tindakan Allah melalui berbagai bencana yang Allah SWT timpankan kepada manusia termasuk gempabumi.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dijabarkan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai frekuensi dominan (f_0) di kampus UIN III Maulana Malik Ibrahim Malang adalah antara 0,820784 Hz sampai dengan 8,247 Hz yang memiliki kategori rendah hingga tinggi. Nilai puncak HVSR atau amplifikasi (A) antara 2,73239 sampai dengan 6,63934
2. Dari nilai frekuensi dominan (f_0) dan nilai puncak HVSR atau amplifikasi (A) dapat menentukan nilai indeks kerentanan seismik (K_g). Nilai indeks kerentanan seismik (K_g) di kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang adalah antara 1,373721 sampai dengan 32,49734 dengan nilai rata-rata 10,82457. Dari pertimbangan nilai frekuensi dominan (f_0) dan nilai puncak HVSR atau amplifikasi (A) memperlihatkan bahwa potensi kerusakan akibat gempabumi adalah cukup tinggi. Nilai kerentanan seismik (K_g) yang diperkirakan memiliki kerusakan terbesar ketika terjadi gempabumi yaitu pada titik 4.
3. Arah pergerakan tanah cenderung mengikuti nilai kerentanan seismik yang semakin besar. Dapat diidentifikasi dari daerah yang memiliki nilai kerentanan seismik (K_g) terdapat pada daerah dengan morfologi lereng. Nilai ketebalan sedimen juga mempengaruhi daerah kampus III berada pada zona rentan ketika terjadi gempabumi.

5.2 Saran

Pada penelitian selanjutnya diharapkan pengambilan titik yang lebih banyak dikarenakan lahan kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang luas dan akan dibangun banyak gedung.



DAFTAR PUSTAKA

- Abha, Muhammad Makmun.2013. *Gempa Bumi dalam Tafsir Al-Qur'an (Tafsir Tematik)*. ESENSIA Vol.XIV No.1.
- Affeltanger, Bastian. 2007. *Hidup Akrab dengan bencana*. Jakarta: MPBI.
- Al-Qurtubhi, Syaikh Imam. 2009. *Tafsir Al-Qurthubi*. Jakarta: Pustaka Azzam.
- Anggraeni, D. 2010. *Modelling the impact of topography on seismic amplification at regional scale*. Tesis.. Enschede, The Netherlands: International institute for Geo-information science an dearth observation.
- Anonim. 2016. Geologi kota Batu. <http://ciptakarya.pu.go.id/profil/profil/barat/jatim/batu.pdf>.
- Ashford, S.A., Sitar, N., Lysmer, J. and Deng, N. 1997. *Topographic effects on the seismic response of steep slopes*. Bull.Seism. Soc. Am. 87-3, 70 1-709.
- Arifin, Satria Subkhi, Bagus Sapto Mulyanto, Marjiyono, Roby Setianegara. 2013. Penentuan Zona Rawan Guncangan Bencana Gempa Bumi Berdasarkan Analisis Nilai Amplifikasi HVSR Mikrotremor dan Analisis Periode Dominan Daerah Liwa dan Sekitarnya. *Jurnal Geofisika Eksplorasi Vol.2 No.1*.
- Bonnefoy-Claudet,S., Cornou,C.,Bard,PY., Cotton,F., Moczo,P., Kristek, J., and F'ah, D. 2006b. H/V ratio: a tool for site effects evaluation. Results from 1-D noise simulatio. *Geophys Journal Int*, vol.167, hal.827–837.
- Boore, D. M. 1973. A note on the effect of simple topography on seismic SH waves. *Bulletin of the Seismological Society of Amerika*, 62-1, 275-284.
- Bukhori, Ahmad. 2011. *Pemetaan Wilayah Rawan Bencana Berdasarkan Data Ikroseismik Menggunakan TDS (Time Digital Seismograph) Tipe 303 S*. Skripsi. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Bullen, K.E. 1995. *An Introduction Of the Teori Of Seismology*. London: Fourth Edition, Cambridge University Preess.
- Daryono. 2009. *Efek Tapak Lokal (Local Site effect) di Graben Bantul Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor*. Yogyakarta: International Conference Earth Scienceand Technology.
- Daryono. 2011. *Indeks kerentanan seismik berdasarkan mikrotremor pada setiap satuan bentuk lahan di zona Graben Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta*. Disertasi. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM Yogyakarta.

- Daryono. 2013. Indeks Kerentanan Seismik Berdasarkan Mikrotremor Pada Setiap Satuan Bentuklahan di Zona Graben Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Riset Daerah* Vol.XII, No.1. April 2013.
- Dowrick, David J. 2003. *Earthquake Risk Reduction*. New Zealand: Institute of Geological and Nuclear Science Lower Hutt. Hal. 15-24.
- Fitria, Afriliani. 2014. *Analisa Mikrotremor Untuk Mikrozonasi Indeks Kerentanan Seismik di Kecamatan Pacitan, Jawa Timur*. Skripsi. Yogyakarta: UNY
- Firdausi, Nailatul. 2016. *Analisis Struktur Lapisan Tanah Menggunakan Pengukuran Mikrotremor* (studi kasus: kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Skripsi. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Gosar, A. 2007. *Microtremor HVSR Study for Assesing Site Effects in the Bovec Basin (NW Slovenia) Related to 1998 Mw 5.6 and 2004 Mw 5.2 Earthquake*. ELSEIVER: Enginering Geology 91.
- Ibrahim, Gunawan dan Subardjo. 2005. *Pengetahuan Seismologi*. Jakarta: Badan Meteorologi dan Klimatologi
- Kanai, K. and Tanaka T. 1983. On Microtremor VIII, *Bulletin of the Seismological Society of Amerika*. Tokyo University, Vol.39, pp.97-114.
- Konno, K. and Ohmachi, T. 1998. Ground-Motion Characteristics Estimated from Spectral Ratio between Horizontal and Vertical Components of Microtremor. *Bulletin of the Seismological Society of Amerika*. Vol. 88, N. 1, 228-241.
- Lermo, J. and Chavez-Garcia, F.J. 1994. Are microtremors useful in site response evaluation. *Bulletin of the Seismological Society of Amerika*, 84, pp. 1350-1364. New Zealand.
- Masyur, Irsyam. 2010. *Peta Zonasi Gempa Indonesia*. Jakarta: KPU.
- Mutiara, Fifi. 2009. *Gempa Bumi*. Diakses pada tanggal 25 februari 2016, dari: <https://fiflowers.wordpress.com/geofisika/gempabumi/>
- Nakamura, Y. 1989. A method for dynamic characteristic estimatimation of subsurface using microtremor on the ground surface. *Q.R. of R.T.R.I.30-1*, p. 25-33.
- Nakamura, Y. 2000. *Clear Identification of Fundamental Idea of Nakamura's*. System and Data Research Co. Ltd., 3-25-3. Tokyo: Fujimidai, Kunitachishi.
- Nawipa, Demianus. 2012. *Mengapa ada ras hitam di benua Asia (Geohistory)*. Diakses pada tanggal 24 Februari 2016, dari:

- <https://demimaki.wordpress.com/geohistory/mengapa-ada-raskulit-hitam-di-benua-asia/>
- Nguyen, F., Van Rompaey, G., Teerlynch, H., VanCamp, M., Jougmans, D., & Camelbeeck, T. 2003. *Use of Microtremor for Assessing Site Effect in Northern Belgium-Interpretation of The Observed Intensity During The Mag. 5.0 June 11 1938 Earthquake*. Jounal of Seismology, 1(3).
- Nurizqi, Ertayudha. 2009. *Lempeng Indonesia*. Diakses pada tanggal 23 Februari 2016, dari: <http://udhnr.blogspot.co.id/2009/02/lempeng-indonesia.html>
- Rante, Ryan. 2015. *Mikrozonasi Bahaya Kegempaan Kota Makassar Berbasis Data Seismik dan Data Geoteknik*. Skripsi. Makassar: Universitas Hasanuddin Makassar.
- SESAME. 2004. *Guidelines For The Implementation of The H/V Spectral Ratio Technique on Ambient Vibrations*. Europe: SESAME European research project.
- Shihab, M. Quraish. 2002. *Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati.
- Soehaimi, A.. 2008. Seismotektonik dan Potensi Kegempaan Wilayah Jawa. *Jurnal Geologi Indonesia*, Vol. 3 No. 4 Desember 2008: 227-240.
- Soemitro, R.A.A., Warnana, D.D., Utama, W., & Asmaranto, R. 2011. Assesment to the local site effects during earthquake induced landslide using microtremor measurement (Case Study: Kemuning Lor, Jember Regency-Indonesia). *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 1(5) 412-417.
- Sunardil, Bambang. 2009. Kajian Kerawanan Gempabumi berbasis SIG dalam Upaya Mitigasi Bencana Studi Kasus Kabupaten dan Kota Sukabumi. *Jurnal Geofisika Indonesia*. Vol.3 No.3 Desember 2009.
- Tim Tafsir Salman ITB. 2014. *Tafsir Salman: Tafsir Ilmiah Juz' Amma*. Bandung: Mizan Pustaka.
- Tuladhar, R., Cuong, N.N.H. and Yamasaki, F., 2004, *Seismic Microzonation of Hanoi, Vietnam Using Microtremor Observations*. Vancouver, B.C. Canada: Paper No. 2539, 13th World Conference on Earthquake Engineering.
- Wang, Zhemming. 2008. *A Technical Note on Seismic Microzonation in the central United States*. Kentucky: Kentucky Geological Survey, University of Kentucky, pp. 1-8.
- Yudi. 2008. *Memahami Sesar (Fault)*. Diakses pada tanggal 24 Februari 2016, dari : <https://yudi81.wordpress.com/2008/12/09/memahami-sesar-fault/>

Lampiran 1
Nilai Numerik Data Mikrotremor
 1. Titik 1

f0	Rata-rata H/V
0,5	1,56028
0,50861	
9	1,53273
0,51738	
7	1,48424
0,52630	
6	1,51569
0,53537	
8	1,58025
0,54460	
7	1,63804
0,55399	
6	1,68984
0,56354	
6	1,74573
0,57326	1,80864
0,58314	
2	1,85908
0,59319	
5	1,8943
0,60342	1,90901
0,61382	
2	1,90876
0,62440	
4	1,89795
0,63516	
7	1,87585
0,64611	
6	1,88568
0,65725	
4	1,91315
0,66858	
4	1,92359
0,68011	1,91728
0,69183	
4	1,9203
0,70376	1,91511
0,71589	
1	1,89942

0,72823	
2	1,90196
0,74078	
6	1,89885
0,753556	1,86902
0,766546	1,86615
0,77976	1,90683
0,79320	
1	1,936
0,80687	
5	1,97805
0,82078	
4	2,03205
0,83493	
3	2,07018
0,84932	
6	2,17933
0,86396	
7	2,32484
0,87886	2,46135
0,89401	2,60357
0,90942	
1	2,73068
0,92509	
8	2,80127
0,94104	
6	2,7652
0,95726	
8	2,71059
0,97376	
9	2,6812
0,99055	
5	2,65248
1,00763	2,6886
1,025	2,7955
1,04267	2,89904
1,06064	3,07639
1,07893	3,21578
1,09753	3,27205
1,11645	3,30864

1,13569	3,25634
1,15527	3,17568
1,17518	3,08373
1,19544	2,96818
1,21605	2,86953
1,23701	2,76256
1,25834	2,70751
1,28003	2,646
1,30209	2,64277
1,32454	2,6323
1,34737	2,64337
1,3706	2,66248
1,39423	2,69108
1,41826	2,74668
1,44271	2,80473
1,46758	2,87163
1,49288	2,91742
1,51861	2,93949
1,54479	2,9149
1,57142	2,86766
1,59851	2,79852
1,62606	2,72753
1,65409	2,66741
1,68261	2,62018
1,71161	2,61343
1,74112	2,62306
1,77113	2,63395
1,80166	2,63553
1,83272	2,61195
1,86432	2,57551
1,89645	2,54078
1,92915	2,52078
1,9624	2,52475
1,99623	2,55995
2,03064	2,61068
2,06565	2,66048
2,10125	2,701
2,13748	2,72768
2,17432	2,73824

2,2118	2,72993
2,24993	2,69952
2,28872	2,6494
2,32817	2,5915
2,3683	2,54665
2,40913	2,53259
2,45066	2,55786
2,4929	2,61828
2,53588	2,69966
2,57959	2,78678
2,62406	2,8708
2,66929	2,95392
2,71531	3,04461
2,76212	3,15118
2,80973	3,28066
2,85817	3,43666
2,90744	3,6241
2,95756	3,84551
3,00854	4,10039
3,0604	4,36607
3,11316	4,60935
3,16682	4,78227
3,22141	4,84279
3,27695	4,78488
3,33343	4,60227
3,3909	4,34615
3,44935	4,06232
3,50881	3,79659
3,5693	3,58408
3,63083	3,446
3,69342	3,38906
3,75708	3,4022
3,82185	3,46834
3,88773	3,54922
3,95475	3,61245
4,02292	3,63548
4,09227	3,61742
4,16282	3,56202

4,23458	3,47083
4,30757	3,33937
4,38183	3,16384
4,45736	2,95117
4,5342	2,71836
4,61236	2,48879
4,69187	2,28608
4,77275	2,12437
4,85503	2,00565
4,93872	1,91966
5,02386	1,85051
5,11046	1,77867
5,19855	1,69
5,28817	1,57959
5,37933	1,45408
5,47206	1,32636
5,56639	1,21237
5,66234	1,12719
5,75995	1,08051
5,85925	1,08229
5,96025	1,13067
6,06299	1,22532
6,16751	1,35314
6,27383	1,49906
6,38198	1,64245
6,49199	1,76657
6,6039	1,86182
6,71774	1,92732
6,83355	1,96716
6,95135	1,98813
7,07117	1,99934
7,19307	2,01161
7,31707	2,03737
7,4432	2,08866
7,57151	2,17117
7,70203	2,27916
7,8348	2,39575
7,96986	2,49423

8,10725	2,54777
8,247	2,54038
8,38917	2,47139
8,53378	2,35444
8,68089	2,20653
8,83053	2,04336
8,98276	1,8791
9,13761	1,72666
9,29512	1,59839
9,45535	1,50347
9,61835	1,44515
9,78415	1,42092
9,95282	1,42427
10,1244	1,44661
10,2989	1,48044
10,4764	1,51965
10,657	1,56216
10,8408	1,60827
11,0276	1,65939
11,2177	1,71334
11,4111	1,76288
11,6078	1,79784
11,8079	1,80866
12,0115	1,79264
12,2185	1,75474
12,4291	1,70565
12,6434	1,65817
12,8614	1,62274
13,0831	1,60449
13,3086	1,60274
13,538	1,61103
13,7714	1,62159
14,0088	1,62784
14,2503	1,62719
14,4959	1,62067
14,7458	1,61178
15	1,6043

2. Titik 2

f0	Rata-rata H/V
0,5	1,74727
0,50861	1,76988
0,51738	1,77664
0,52630	1,77791
0,53537	1,7686
0,54460	1,74448
0,55399	1,70508
0,56354	1,709
0,57326	1,79747
0,58314	1,87046
0,59319	1,93008
0,60342	1,97601
0,61382	1,99444
0,62440	1,98658
0,63516	1,9547
0,64611	1,92022
0,65725	1,88305
0,66858	1,82695
0,68011	1,75074
0,69183	1,77637
0,70376	1,78763
0,71589	1,78343
0,72823	1,82271

0,74078	1,87128
0,75355	1,89889
0,76654	1,9441
0,77976	2,00927
0,79320	2,05585
0,80687	2,08932
0,82078	2,112
0,83493	2,11649
0,84932	2,12485
0,86396	2,13428
0,87886	2,13281
0,89401	2,16858
0,90942	2,20103
0,92509	2,23153
0,94104	2,2607
0,95726	2,27525
0,97376	2,27161
0,99055	2,257
1,00763	2,2383
1,025	2,2166
1,04267	2,19047
1,06064	2,19566
1,07893	2,18832
1,09753	2,21474
1,11645	2,23659
1,13569	2,28206
1,15527	2,32585
1,17518	2,38529

1,19544	2,4417
1,21605	2,50109
1,23701	2,55537
1,25834	2,59498
1,28003	2,62254
1,30209	2,61636
1,32454	2,59432
1,34737	2,54963
1,3706	2,50487
1,39423	2,46413
1,41826	2,45465
1,44271	2,45449
1,46758	2,48461
1,49288	2,50961
1,51861	2,52921
1,54479	2,52058
1,57142	2,49716
1,59851	2,4575
1,62606	2,4253
1,65409	2,40156
1,68261	2,38888
1,71161	2,39746
1,74112	2,41364
1,77113	2,43268
1,80166	2,45097
1,83272	2,46014
1,86432	2,45151
1,89645	2,42277
1,92915	2,37479
1,9624	2,31331
1,99623	2,25416
2,03064	2,21616
2,06565	2,20843
2,10125	2,23669
2,13748	2,3027
2,17432	2,403
2,2118	2,52886
2,24993	2,66821
2,28872	2,80826
2,32817	2,93914
2,3683	3,05318

2,40913	3,14435
2,45066	3,20523
2,4929	3,22992
2,53588	3,2172
2,57959	3,17582
2,62406	3,1233
2,66929	3,08202
2,71531	3,07243
2,76212	3,10645
2,80973	3,18077
2,85817	3,2752
2,90744	3,37457
2,95756	3,47246
3,00854	3,57811
3,0604	3,70621
3,11316	3,86819
3,16682	4,07083
3,22141	4,29811
3,27695	4,515
3,33343	4,66584
3,3909	4,7222
3,44935	4,67465
3,50881	4,55549
3,5693	4,41398
3,63083	4,2876
3,69342	4,20081
3,75708	4,15672
3,82185	4,15333
3,88773	4,17009
3,95475	4,18899
4,02292	4,18994
4,09227	4,16139
4,16282	4,09535
4,23458	3,98597
4,30757	3,82435
4,38183	3,60122
4,45736	3,3146

4,5342	2,97686
4,61236	2,6153
4,69187	2,26382
4,77275	1,95161
4,85503	1,69124
4,93872	1,48417
5,02386	1,32647
5,11046	1,21282
5,19855	1,13864
5,28817	1,10186
5,37933	1,09808
5,47206	1,12307
5,56639	1,17122
5,66234	1,2329
5,75995	1,29583
5,85925	1,34854
5,96025	1,38613
6,06299	1,40784
6,16751	1,41702
6,27383	1,41407
6,38198	1,39747
6,49199	1,36704
6,6039	1,32754
6,71774	1,29089
6,83355	1,27191
6,95135	1,28304
7,07117	1,33178
7,19307	1,41988
7,31707	1,54325
7,4432	1,69029
7,57151	1,83965
7,70203	1,96229
7,8348	2,02862
7,96986	2,01965
8,10725	1,94126
8,247	1,82034
8,38917	1,69015

8,53378	1,57705
8,68089	1,49358
8,83053	1,44311
8,98276	1,42284
9,13761	1,42957
9,29512	1,46039
9,45535	1,51151
9,61835	1,57723
9,78415	1,64963
9,95282	1,71938
10,1244	1,77756
10,2989	1,81725
10,4764	1,83667
10,657	1,83844
10,8408	1,82984
11,0276	1,82045
11,2177	1,81937
11,4111	1,83301
11,6078	1,86345
11,8079	1,90825
12,0115	1,96144
12,2185	2,01666
12,4291	2,06971
12,6434	2,12001
12,8614	2,16983
13,0831	2,22205
13,3086	2,27747
13,538	2,33174
13,7714	2,37683
14,0088	2,40338
14,2503	2,4044
14,4959	2,37734
14,7458	2,32475
15	2,25402

3. Titik 3

f0	rata-rata H/V
0,5	2,61158
0,508619	2,66244
0,517387	2,69548
0,526306	2,77483
0,535378	2,85961
0,544607	2,9244
0,553996	2,96969
0,563546	3,01787
0,57326	3,08366
0,583142	3,1279
0,593195	3,1511
0,60342	3,17389
0,613822	3,21537
0,624404	3,23163
0,635167	3,2208
0,646116	3,26166
0,657254	3,34931
0,668584	3,42095
0,68011	3,47709
0,691834	3,62706
0,70376	3,75422
0,715891	3,86082
0,728232	3,96674
0,740786	4,04259
0,753556	4,08587
0,766546	4,11401
0,77976	4,13018
0,793201	4,12268
0,806875	4,15361
0,820784	4,21098
0,834933	4,22641
0,849326	4,28997
0,863967	4,37429
0,87886	4,43003
0,89401	4,52033
0,909421	4,58972
0,925098	4,64179
0,941046	4,68751
0,957268	4,70835
0,973769	4,73767

0,990555	4,74683
1,00763	4,76747
1,025	4,80985
1,04267	4,83835
1,06064	4,93867
1,07893	5,00763
1,09753	5,10694
1,11645	5,17911
1,13569	5,22052
1,15527	5,23546
1,17518	5,21835
1,19544	5,17252
1,21605	5,11921
1,23701	5,04588
1,25834	4,97947
1,28003	4,89644
1,30209	4,81191
1,32454	4,70855
1,34737	4,58547
1,3706	4,44948
1,39423	4,29981
1,41826	4,16205
1,44271	4,0215
1,46758	3,90617
1,49288	3,79843
1,51861	3,69958
1,54479	3,63218
1,57142	3,57487
1,59851	3,53182
1,62606	3,51146
1,65409	3,49335
1,68261	3,47703
1,71161	3,46183
1,74112	3,43723
1,77113	3,40236
1,80166	3,35657
1,83272	3,30457
1,86432	3,25907
1,89645	3,2229
1,92915	3,19732
1,9624	3,1824

1,99623	3,17495
2,03064	3,16949
2,06565	3,16677
2,10125	3,17002
2,13748	3,18073
2,17432	3,19648
2,2118	3,211
2,24993	3,21597
2,28872	3,20399
2,32817	3,173
2,3683	3,12694
2,40913	3,07318
2,45066	3,02113
2,4929	2,97922
2,53588	2,95336
2,57959	2,94241
2,62406	2,93582
2,66929	2,91444
2,71531	2,85569
2,76212	2,74663
2,80973	2,595
2,85817	2,42818
2,90744	2,2695
2,95756	2,13546
3,00854	2,04186
3,0604	1,99066
3,11316	1,98312
3,16682	2,02505
3,22141	2,11609
3,27695	2,24636
3,33343	2,40454
3,3909	2,55783
3,44935	2,66112
3,50881	2,6688
3,5693	2,5572
3,63083	2,33972
3,69342	2,0709
3,75708	1,80392
3,82185	1,58199
3,88773	1,41227
3,95475	1,29682

4,02292	1,22552
4,09227	1,18288
4,16282	1,15651
4,23458	1,13508
4,30757	1,10945
4,38183	1,07725
4,45736	1,04123
4,5342	1,00777
4,61236	0,98441
4,69187	0,977778
4,77275	0,992562
4,85503	1,03171
4,93872	1,09599
5,02386	1,1835
5,11046	1,28904
5,19855	1,4037
5,28817	1,51559
5,37933	1,61284
5,47206	1,68672
5,56639	1,73155
5,66234	1,74661
5,75995	1,73676
5,85925	1,70748
5,96025	1,66784
6,06299	1,62628
6,16751	1,59174

6,27383	1,57165
6,38198	1,57019
6,49199	1,58657
6,6039	1,61618
6,71774	1,65173
6,83355	1,68599
6,95135	1,71448
7,07117	1,73603
7,19307	1,75152
7,31707	1,76293
7,4432	1,77247
7,57151	1,78215
7,70203	1,79352
7,8348	1,80791
7,96986	1,82671
8,10725	1,85165
8,247	1,8841
8,38917	1,92496
8,53378	1,97339
8,68089	2,02746
8,83053	2,08547
8,98276	2,14571
9,13761	2,20533
9,29512	2,25865
9,45535	2,29744
9,61835	2,31337

9,78415	2,30275
9,95282	2,26756
10,1244	2,2156
10,2989	2,15728
10,4764	2,10109
10,657	2,05242
10,8408	2,01323
11,0276	1,98382
11,2177	1,96387
11,4111	1,9529
11,6078	1,95033
11,8079	1,95467
12,0115	1,9633
12,2185	1,97246
12,4291	1,97839
12,6434	1,97849
12,8614	1,97254
13,0831	1,96198
13,3086	1,94928
13,538	1,93599
13,7714	1,92219
14,0088	1,90544
14,2503	1,88223
14,4959	1,84945
14,7458	1,80729
15	1,7599

4. Titik 4

f0	rata-rata H/V
0,5	2,21167
0,50861	2,36098
0,51738	2,50092
0,52630	2,6117
0,53537	2,689
0,54460	2,74147
0,55399	2,7709
0,56354	2,84858
0,57326	3,02648
0,58314	3,18707
0,59319	3,33165
0,60342	3,46284
0,61382	3,55803
0,62440	3,60343
0,63516	3,59718
0,64611	3,57821
0,65725	3,53558
0,66858	3,43411
0,68011	3,27211
0,69183	3,24693
0,70376	3,19223
0,71589	3,10673
0,72823	3,24817

0,74078	3,47828
0,75355	3,66923
0,76654	3,99162
0,77976	4,44721
0,79320	4,88318
0,80687	5,12981
0,82078	5,16462
0,83493	5,15286
0,84932	5,07083
0,86396	4,9507
0,87886	4,80184
0,89401	4,6702
0,90942	4,52751
0,92509	4,40782
0,94104	4,35318
0,95726	4,27983
0,97376	4,23204
0,99055	4,17796
1,00763	4,12016
1,025	4,06425
1,04267	4,01137
1,06064	4,04126
1,07893	4,05701
1,09753	4,15008
1,11645	4,23325
1,13569	4,2855
1,15527	4,31857
1,17518	4,30514

1,19544	4,2717
1,21605	4,24866
1,23701	4,22643
1,25834	4,22727
1,28003	4,227
1,30209	4,20332
1,32454	4,16038
1,34737	4,07978
1,3706	3,97075
1,39423	3,83865
1,41826	3,71177
1,44271	3,59094
1,46758	3,53108
1,49288	3,50408
1,51861	3,50145
1,54479	3,53398
1,57142	3,54299
1,59851	3,53298
1,62606	3,46389
1,65409	3,37477
1,68261	3,27032
1,71161	3,19261
1,74112	3,14357
1,77113	3,11077
1,80166	3,0847
1,83272	3,0476
1,86432	2,9952
1,89645	2,93778
1,92915	2,88746
1,9624	2,85853
1,99623	2,87759
2,03064	2,9499
2,06565	3,06792
2,10125	3,21727
2,13748	3,37142
2,17432	3,497
2,2118	3,56796
2,24993	3,58084
2,28872	3,55708
2,32817	3,53116
2,3683	3,53288

2,40913	3,57846
2,45066	3,65798
2,4929	3,74308
2,53588	3,80151
2,57959	3,80847
2,62406	3,7525
2,66929	3,6376
2,71531	3,48239
2,76212	3,3186
2,80973	3,18376
2,85817	3,0989
2,90744	3,07371
2,95756	3,11054
3,00854	3,2152
3,0604	3,37435
3,11316	3,57169
3,16682	3,78157
3,22141	3,96156
3,27695	4,07258
3,33343	4,06682
3,3909	3,95561
3,44935	3,7674
3,50881	3,54919
3,5693	3,34494
3,63083	3,18182
3,69342	3,07215
3,75708	3,01088
3,82185	2,98752
3,88773	2,97365
3,95475	2,94355
4,02292	2,87217
4,09227	2,75731
4,16282	2,61346
4,23458	2,46756
4,30757	2,33955
4,38183	2,23262
4,45736	2,14033

4,5342	2,05302
4,61236	1,96377
4,69187	1,87347
4,77275	1,78802
4,85503	1,71469
4,93872	1,65873
5,02386	1,62183
5,11046	1,6022
5,19855	1,59403
5,28817	1,58975
5,37933	1,58204
5,47206	1,5676
5,56639	1,54561
5,66234	1,51856
5,75995	1,4914
5,85925	1,47185
5,96025	1,4647
6,06299	1,47257
6,16751	1,49075
6,27383	1,51221
6,38198	1,52979
6,49199	1,53977
6,6039	1,54417
6,71774	1,54884
6,83355	1,56128
6,95135	1,58706
7,07117	1,62764
7,19307	1,67927
7,31707	1,73297
7,4432	1,77635
7,57151	1,79841
7,70203	1,79613
7,8348	1,77607
7,96986	1,74975
8,10725	1,72722
8,247	1,71523
8,38917	1,71637

8,53378	1,73053
8,68089	1,75522
8,83053	1,78601
8,98276	1,81768
9,13761	1,84485
9,29512	1,86252
9,45535	1,86785
9,61835	1,86096
9,78415	1,8449
9,95282	1,82535
10,1244	1,80882
10,2989	1,80088
10,4764	1,80375
10,657	1,81651
10,8408	1,83541
11,0276	1,85659
11,2177	1,87666
11,4111	1,89396
11,6078	1,90859
11,8079	1,92061
12,0115	1,92977
12,2185	1,93455
12,4291	1,93169
12,6434	1,91678
12,8614	1,88618
13,0831	1,83823
13,3086	1,77542
13,538	1,70341
13,7714	1,62918
14,0088	1,55888
14,2503	1,49721
14,4959	1,44671
14,7458	1,40873
15	1,38339

5. Titik 5

f0	rata-rata H/V
0,5	2,19489
0,50861	2,21555
0,51738	2,21536
0,52630	2,26156
0,53537	2,30412
0,54460	2,32128
0,55399	2,31596
0,56354	2,3304
0,57326	2,39357
0,58314	2,43432
0,59319	2,45319
0,60342	2,47454
0,61382	2,52875
0,62440	2,56707
0,63516	2,5889
0,64611	2,62385
0,65725	2,66069
0,66858	2,67508
0,68011	2,66767
0,69183	2,71888
0,70376	2,74569
0,71589	2,75004
0,72823	2,80657

0,74078	2,87472
0,75355	2,91862
0,76654	2,96553
0,77976	3,01026
0,79320	3,02412
0,80687	3,06435
0,82078	3,13985
0,83493	3,19455
0,84932	3,29597
0,86396	3,42095
0,87886	3,53503
0,89401	3,62254
0,90942	3,68989
0,92509	3,73003
0,94104	3,73528
0,95726	3,72322
0,97376	3,72282
0,99055	3,70979
1,00763	3,69894
1,025	3,69599
1,04267	3,67471
1,06064	3,64366
1,07893	3,59258
1,09753	3,53716
1,11645	3,46933
1,13569	3,41677
1,15527	3,35582
1,17518	3,30188

1,19544	3,23633
1,21605	3,17743
1,23701	3,10538
1,25834	3,04804
1,28003	2,98107
1,30209	2,93058
1,32454	2,87133
1,34737	2,81545
1,3706	2,75552
1,39423	2,69155
1,41826	2,63376
1,44271	2,57162
1,46758	2,51924
1,49288	2,46793
1,51861	2,41819
1,54479	2,38268
1,57142	2,34929
1,59851	2,3197
1,62606	2,29761
1,65409	2,2756
1,68261	2,25607
1,71161	2,25057
1,74112	2,25759
1,77113	2,27541
1,80166	2,30229
1,83272	2,33314
1,86432	2,35486
1,89645	2,3623
1,92915	2,35423
1,9624	2,33263
1,99623	2,30501
2,03064	2,28016
2,06565	2,26353
2,10125	2,25814
2,13748	2,26602
2,17432	2,2882
2,2118	2,32449
2,24993	2,3747
2,28872	2,43898
2,32817	2,51743
2,3683	2,60704

2,40913	2,7
2,45066	2,78597
2,4929	2,85594
2,53588	2,90638
2,57959	2,93964
2,62406	2,96159
2,66929	2,97916
2,71531	2,99629
2,76212	3,01225
2,80973	3,02107
2,85817	3,01659
2,90744	2,9955
2,95756	2,95913
3,00854	2,91348
3,0604	2,86818
3,11316	2,83186
3,16682	2,81152
3,22141	2,80873
3,27695	2,81855
3,33343	2,83753
3,3909	2,85691
3,44935	2,86964
3,50881	2,86927
3,5693	2,85049
3,63083	2,80926
3,69342	2,74576
3,75708	2,66436
3,82185	2,57261
3,88773	2,4798
3,95475	2,39546
4,02292	2,32858
4,09227	2,28351
4,16282	2,26274
4,23458	2,26661
4,30757	2,28961
4,38183	2,32567
4,45736	2,371

4,5342	2,42554
4,61236	2,49277
4,69187	2,57477
4,77275	2,66626
4,85503	2,75248
4,93872	2,81351
5,02386	2,83333
5,11046	2,80379
5,19855	2,72612
5,28817	2,60977
5,37933	2,47217
5,47206	2,33077
5,56639	2,20182
5,66234	2,09529
5,75995	2,01214
5,85925	1,94976
5,96025	1,89866
6,06299	1,85357
6,16751	1,81071
6,27383	1,77212
6,38198	1,74169
6,49199	1,72335
6,6039	1,71931
6,71774	1,73031
6,83355	1,75496
6,95135	1,79058
7,07117	1,8337
7,19307	1,88048
7,31707	1,9267
7,4432	1,9684
7,57151	2,00194
7,70203	2,02548
7,8348	2,03915
7,96986	2,04509
8,10725	2,04689
8,247	2,04822
8,38917	2,05229

8,53378	2,06078
8,68089	2,07365
8,83053	2,08917
8,98276	2,10383
9,13761	2,11418
9,29512	2,11757
9,45535	2,11196
9,61835	2,09581
9,78415	2,06816
9,95282	2,02844
10,1244	1,97821
10,2989	1,92164
10,4764	1,86465
10,657	1,81337
10,8408	1,77201
11,0276	1,7417
11,2177	1,72075
11,4111	1,70593
11,6078	1,69395
11,8079	1,68314
12,0115	1,67371
12,2185	1,66702
12,4291	1,6642
12,6434	1,66477
12,8614	1,66621
13,0831	1,66462
13,3086	1,65624
13,538	1,63912
13,7714	1,61381
14,0088	1,58289
14,2503	1,5494
14,4959	1,51619
14,7458	1,48548
15	1,45879

6. Titik 6

f0	rata-rata H/V
0,5	1,58952
0,50861	1,49799
0,51738	1,39796
0,52630	1,42738
0,53537	1,49813
0,54460	1,55356
0,55399	1,59445
0,56354	1,64565
0,57326	1,72713
0,58314	1,79803
0,59319	1,85985
0,60342	1,90871
0,61382	1,93604
0,62440	1,9482
0,63516	1,94247
0,64611	1,94139
0,65725	1,94837
0,66858	1,94605
0,68011	1,93491
0,69183	1,88172
0,70376	1,81394
0,71589	1,72968
0,72823	1,66594

0,74078	1,61232
0,75355	1,55004
0,76654	1,53039
0,77976	1,55602
0,79320	1,57609
0,80687	1,64121
0,82078	1,753
0,83493	1,86212
0,84932	1,99267
0,86396	2,13266
0,87886	2,26978
0,89401	2,33017
0,90942	2,38153
0,92509	2,39116
0,94104	2,31226
0,95726	2,22239
0,97376	2,13464
0,99055	2,03912
1,00763	1,96105
1,025	1,9088
1,04267	1,85301
1,06064	1,83111
1,07893	1,79965
1,09753	1,79439
1,11645	1,78583
1,13569	1,78684
1,15527	1,78681
1,17518	1,79164

1,19544	1,79488
1,21605	1,80421
1,23701	1,81271
1,25834	1,82249
1,28003	1,82868
1,30209	1,82355
1,32454	1,81145
1,34737	1,79018
1,3706	1,7623
1,39423	1,72422
1,41826	1,68527
1,44271	1,64082
1,46758	1,60025
1,49288	1,56114
1,51861	1,52027
1,54479	1,49548
1,57142	1,47726
1,59851	1,47279
1,62606	1,49407
1,65409	1,52643
1,68261	1,56839
1,71161	1,61584
1,74112	1,65563
1,77113	1,68603
1,80166	1,70513
1,83272	1,71066
1,86432	1,7132
1,89645	1,71811
1,92915	1,7291
1,9624	1,74918
1,99623	1,77938
2,03064	1,81529
2,06565	1,85429
2,10125	1,89347
2,13748	1,92877
2,17432	1,95493
2,2118	1,96613
2,24993	1,95902
2,28872	1,93513
2,32817	1,90138
2,3683	1,86939

2,40913	1,84928
2,45066	1,8495
2,4929	1,87465
2,53588	1,92639
2,57959	2,00444
2,62406	2,10422
2,66929	2,21912
2,71531	2,34465
2,76212	2,47928
2,80973	2,62203
2,85817	2,76804
2,90744	2,90823
2,95756	3,0292
3,00854	3,11213
3,0604	3,15067
3,11316	3,14472
3,16682	3,09918
3,22141	3,02475
3,27695	2,93013
3,33343	2,816
3,3909	2,6867
3,44935	2,54786
3,50881	2,40817
3,5693	2,27813
3,63083	2,16741
3,69342	2,08341
3,75708	2,03062
3,82185	2,02413
3,88773	2,06792
3,95475	2,17205
4,02292	2,33213
4,09227	2,52065
4,16282	2,70395
4,23458	2,84598
4,30757	2,92925
4,38183	2,95805
4,45736	2,94972

4,5342	2,9278
4,61236	2,91437
4,69187	2,92427
4,77275	2,96311
4,85503	3,02205
4,93872	3,07657
5,02386	3,09423
5,11046	3,05123
5,19855	2,94564
5,28817	2,79499
5,37933	2,62814
5,47206	2,47141
5,56639	2,34338
5,66234	2,25189
5,75995	2,19292
5,85925	2,15828
5,96025	2,13053
6,06299	2,09296
6,16751	2,03515
6,27383	1,95808
6,38198	1,8743
6,49199	1,79964
6,6039	1,74658
6,71774	1,71921
6,83355	1,71191
6,95135	1,70925
7,07117	1,69355
7,19307	1,65354
7,31707	1,58878
7,4432	1,51142
7,57151	1,43865
7,70203	1,38473
7,8348	1,35795
7,96986	1,35967
8,10725	1,38543
8,247	1,42739
8,38917	1,47681

8,53378	1,52593
8,68089	1,56992
8,83053	1,60669
8,98276	1,63732
9,13761	1,66453
9,29512	1,69143
9,45535	1,72028
9,61835	1,7523
9,78415	1,7879
9,95282	1,82749
10,1244	1,87236
10,2989	1,92476
10,4764	1,98648
10,657	2,05828
10,8408	2,13742
11,0276	2,21766
11,2177	2,28959
11,4111	2,34275
11,6078	2,37001
11,8079	2,37045
12,0115	2,3499
12,2185	2,31883
12,4291	2,28749
12,6434	2,26224
12,8614	2,24377
13,0831	2,2291
13,3086	2,21412
13,538	2,19736
13,7714	2,18063
14,0088	2,16975
14,2503	2,17214
14,4959	2,1939
14,7458	2,23673
15	2,29792

7. Titik 7

f0	rata-rata H/V
0,5	2,45795
0,50861	2,39889
0,51738	2,32738
0,52630	2,34568
0,53537	2,39132
0,54460	2,42125
0,55399	2,43473
0,56354	2,49465
0,57326	2,6445
0,58314	2,77559
0,59319	2,88979
0,60342	3,00489
0,61382	3,11888
0,62440	3,19908
0,63516	3,25241
0,64611	3,33669
0,65725	3,44256
0,66858	3,52461
0,68011	3,57931
0,69183	3,63632
0,70376	3,67301
0,71589	3,68904
0,72823	3,7506

0,74078	3,8215
0,75355	3,86906
0,76654	3,95612
0,77976	4,07371
0,79320	4,15965
0,80687	4,32705
0,82078	4,56677
0,83493	4,77151
0,84932	4,93254
0,86396	5,071
0,87886	5,19686
0,89401	5,19718
0,90942	5,1647
0,92509	5,10379
0,94104	5,01763
0,95726	4,90829
0,97376	4,83816
0,99055	4,75699
1,00763	4,7065
1,025	4,70704
1,04267	4,70818
1,06064	4,80206
1,07893	4,87988
1,09753	5,02867
1,11645	5,16552
1,13569	5,28347
1,15527	5,37849
1,17518	5,41651

1,19544	5,41351
1,21605	5,38391
1,23701	5,32966
1,25834	5,28842
1,28003	5,22775
1,30209	5,15831
1,32454	5,0464
1,34737	4,8629
1,3706	4,64452
1,39423	4,3878
1,41826	4,18626
1,44271	3,99517
1,46758	3,89512
1,49288	3,81257
1,51861	3,7439
1,54479	3,71823
1,57142	3,70391
1,59851	3,71475
1,62606	3,77872
1,65409	3,85675
1,68261	3,95202
1,71161	4,0591
1,74112	4,16263
1,77113	4,25092
1,80166	4,31359
1,83272	4,31038
1,86432	4,23415
1,89645	4,09427
1,92915	3,9071
1,9624	3,70348
1,99623	3,53043
2,03064	3,41278
2,06565	3,34634
2,10125	3,32084
2,13748	3,31982
2,17432	3,32521
2,2118	3,32351
2,24993	3,30977
2,28872	3,28399
2,32817	3,24538
2,3683	3,18734

2,40913	3,10748
2,45066	3,00829
2,4929	2,9004
2,53588	2,79666
2,57959	2,70857
2,62406	2,64378
2,66929	2,6067
2,71531	2,60033
2,76212	2,62639
2,80973	2,68446
2,85817	2,76936
2,90744	2,87892
2,95756	3,01133
3,00854	3,16373
3,0604	3,31704
3,11316	3,44626
3,16682	3,5178
3,22141	3,50867
3,27695	3,42568
3,33343	3,28338
3,3909	3,12394
3,44935	2,9786
3,50881	2,86549
3,5693	2,78799
3,63083	2,74272
3,69342	2,7222
3,75708	2,71912
3,82185	2,73045
3,88773	2,7521
3,95475	2,78344
4,02292	2,8255
4,09227	2,87719
4,16282	2,93532
4,23458	2,99221
4,30757	3,03521
4,38183	3,0533
4,45736	3,04038

4,5342	2,9957
4,61236	2,92252
4,69187	2,8249
4,77275	2,7064
4,85503	2,57061
4,93872	2,42251
5,02386	2,26905
5,11046	2,11687
5,19855	1,9712
5,28817	1,83601
5,37933	1,71323
5,47206	1,60409
5,56639	1,5103
5,66234	1,43147
5,75995	1,36523
5,85925	1,3106
5,96025	1,26499
6,06299	1,22962
6,16751	1,20464
6,27383	1,19086
6,38198	1,18762
6,49199	1,19252
6,6039	1,20324
6,71774	1,21869
6,83355	1,23939
6,95135	1,26719
7,07117	1,30468
7,19307	1,35297
7,31707	1,41102
7,4432	1,47435
7,57151	1,53696
7,70203	1,59415
7,8348	1,64445
7,96986	1,68971
8,10725	1,73349
8,247	1,77899
8,38917	1,82784

8,53378	1,87923
8,68089	1,9311
8,83053	1,98083
8,98276	2,02756
9,13761	2,07299
9,29512	2,12078
9,45535	2,17371
9,61835	2,23205
9,78415	2,29323
9,95282	2,35444
10,1244	2,4144
10,2989	2,47328
10,4764	2,5325
10,657	2,59223
10,8408	2,65106
11,0276	2,70547
11,2177	2,75102
11,4111	2,78399
11,6078	2,8022
11,8079	2,80511
12,0115	2,79475
12,2185	2,77505
12,4291	2,75216
12,6434	2,73052
12,8614	2,71177
13,0831	2,69394
13,3086	2,67359
13,538	2,64862
13,7714	2,6207
14,0088	2,59473
14,2503	2,57737
14,4959	2,57335
14,7458	2,5832
15	2,60278

8. Titik 8

f0	rata-rata H/V
0,5	2,23909
0,508619	2,22733
0,517387	2,19082
0,526306	2,178
0,535378	2,1625
0,544607	2,12354
0,553996	2,06004
0,563546	2,04289
0,57326	2,13156
0,583142	2,20533
0,593195	2,26573
0,60342	2,3105
0,613822	2,33063
0,624404	2,3271
0,635167	2,29564
0,646116	2,29724
0,657254	2,33452
0,668584	2,35789
0,68011	2,36726
0,691834	2,37397
0,70376	2,35798
0,715891	2,31897
0,728232	2,32997
0,740786	2,35517
0,753556	2,35703
0,766546	2,39149
0,77976	2,46714
0,793201	2,53158
0,806875	2,58587
0,820784	2,62616
0,834933	2,65115
0,849326	2,71428
0,863967	2,78331
0,87886	2,82792
0,89401	2,93168
0,909421	3,02107
0,925098	3,0915
0,941046	3,13926
0,957268	3,15494
0,973769	3,16896

0,990555	3,1639
1,00763	3,14449
1,025	3,1218
1,04267	3,07929
1,06064	3,04935
1,07893	2,99805
1,09753	2,98723
1,11645	2,9657
1,13569	2,96126
1,15527	2,95415
1,17518	2,94287
1,19544	2,92123
1,21605	2,89202
1,23701	2,84436
1,25834	2,78427
1,28003	2,70679
1,30209	2,64298
1,32454	2,57768
1,34737	2,54264
1,3706	2,51683
1,39423	2,50324
1,41826	2,49593
1,44271	2,48438
1,46758	2,4745
1,49288	2,4626
1,51861	2,45146
1,54479	2,44711
1,57142	2,44151
1,59851	2,43206
1,62606	2,41683
1,65409	2,38856
1,68261	2,34885
1,71161	2,29735
1,74112	2,23927
1,77113	2,17919
1,80166	2,12091
1,83272	2,07581
1,86432	2,04453
1,89645	2,02331
1,92915	2,00813
1,9624	1,99362

1,99623	1,97364
2,03064	1,94702
2,06565	1,91812
2,10125	1,89207
2,13748	1,87168
2,17432	1,85636
2,2118	1,84197
2,24993	1,82178
2,28872	1,78886
2,32817	1,74112
2,3683	1,68461
2,40913	1,63041
2,45066	1,59168
2,4929	1,57994
2,53588	1,60354
2,57959	1,66613
2,62406	1,76406
2,66929	1,88484
2,71531	2,00801
2,76212	2,10898
2,80973	2,16813
2,85817	2,18735
2,90744	2,17938
2,95756	2,16146
3,00854	2,15251
3,0604	2,16312
3,11316	2,19626
3,16682	2,25405
3,22141	2,33395
3,27695	2,43003
3,33343	2,54084
3,3909	2,66206
3,44935	2,79322
3,50881	2,932
3,5693	3,06865
3,63083	3,18688
3,69342	3,26497
3,75708	3,29104
3,82185	3,26094
3,88773	3,19985
3,95475	3,13288

4,02292	3,08646
4,09227	3,07005
4,16282	3,08307
4,23458	3,11487
4,30757	3,14476
4,38183	3,15101
4,45736	3,11584
4,5342	3,03284
4,61236	2,90692
4,69187	2,74852
4,77275	2,56981
4,85503	2,37909
4,93872	2,18322
5,02386	1,98875
5,11046	1,80172
5,19855	1,62719
5,28817	1,46924
5,37933	1,32656
5,47206	1,19816
5,56639	1,08553
5,66234	0,992027
5,75995	0,920162
5,85925	0,874225
5,96025	0,85314
6,06299	0,85879
6,16751	0,888032

6,27383	0,938315
6,38198	1,00229
6,49199	1,06911
6,6039	1,12793
6,71774	1,17263
6,83355	1,20444
6,95135	1,22977
7,07117	1,25678
7,19307	1,29224
7,31707	1,34132
7,4432	1,40698
7,57151	1,4891
7,70203	1,58247
7,8348	1,67909
7,96986	1,77151
8,10725	1,85681
8,247	1,93593
8,38917	2,0106
8,53378	2,08151
8,68089	2,14701
8,83053	2,20447
8,98276	2,25256
9,13761	2,2928
9,29512	2,32911
9,45535	2,36638
9,61835	2,40664

9,78415	2,44796
9,95282	2,48472
10,1244	2,51251
10,2989	2,53056
10,4764	2,5428
10,657	2,555
10,8408	2,57154
11,0276	2,59278
11,2177	2,61425
11,4111	2,62895
11,6078	2,6304
11,8079	2,61542
12,0115	2,58461
12,2185	2,54192
12,4291	2,49366
12,6434	2,44741
12,8614	2,41033
13,0831	2,3863
13,3086	2,37501
13,538	2,37055
13,7714	2,3633
14,0088	2,34286
14,2503	2,30135
14,4959	2,23599
14,7458	2,14945
15	2,0477

9. Titik 9

f0	rata-rata H/V
0,5	1,64608
0,50861	1,65947
0,51738	1,64884
0,52630	1,67651
0,53537	1,71565
0,54460	1,74194
0,55399	1,75598
0,56354	1,75684
0,57326	1,73658
0,58314	1,69261
0,59319	1,62224
0,60342	1,57378
0,61382	1,61638
0,62440	1,64908
0,63516	1,67213
0,64611	1,71848
0,65725	1,77175
0,66858	1,80739
0,68011	1,82695
0,69183	1,81573
0,70376	1,79107
0,71589	1,75296
0,72823	1,70595

0,74078	1,65381
0,75355	1,5946
0,76654	1,55709
0,77976	1,54253
0,79320	1,52159
0,80687	1,53329
0,82078	1,57687
0,83493	1,61249
0,84932	1,6606
0,86396	1,71327
0,87886	1,75891
0,89401	1,7922
0,90942	1,81688
0,92509	1,83314
0,94104	1,83951
0,95726	1,83548
0,97376	1,85421
0,99055	1,86508
1,00763	1,85738
1,025	1,835
1,04267	1,79963
1,06064	1,74354
1,07893	1,67525
1,09753	1,63258
1,11645	1,5833
1,13569	1,57319
1,15527	1,56597
1,17518	1,57993

1,19544	1,59563
1,21605	1,61492
1,23701	1,62966
1,25834	1,63881
1,28003	1,63895
1,30209	1,62969
1,32454	1,6128
1,34737	1,59636
1,3706	1,5848
1,39423	1,58232
1,41826	1,60201
1,44271	1,62331
1,46758	1,65327
1,49288	1,66791
1,51861	1,67016
1,54479	1,65585
1,57142	1,63921
1,59851	1,62262
1,62606	1,62256
1,65409	1,62951
1,68261	1,64239
1,71161	1,65571
1,74112	1,65586
1,77113	1,64273
1,80166	1,61555
1,83272	1,57955
1,86432	1,54046
1,89645	1,49858
1,92915	1,45324
1,9624	1,40283
1,99623	1,34811
2,03064	1,29142
2,06565	1,23678
2,10125	1,18857
2,13748	1,14953
2,17432	1,11977
2,2118	1,09696
2,24993	1,07782
2,28872	1,0601
2,32817	1,04443
2,3683	1,03317

2,40913	1,02894
2,45066	1,03122
2,4929	1,03666
2,53588	1,04145
2,57959	1,04279
2,62406	1,04025
2,66929	1,03481
2,71531	1,02707
2,76212	1,01552
2,80973	0,996133
2,85817	0,965406
2,90744	0,922996
2,95756	0,872274
3,00854	0,81878
3,0604	0,769281
3,11316	0,727714
3,16682	0,697589
3,22141	0,679916
3,27695	0,673988
3,33343	0,683047
3,3909	0,7064
3,44935	0,746181
3,50881	0,803195
3,5693	0,876582
3,63083	0,963885
3,69342	1,0585
3,75708	1,15125
3,82185	1,22965
3,88773	1,28821
3,95475	1,32555
4,02292	1,3497
4,09227	1,37149
4,16282	1,39787
4,23458	1,43132
4,30757	1,4659
4,38183	1,48993
4,45736	1,48989

4,5342	1,45804
4,61236	1,39866
4,69187	1,3284
4,77275	1,26875
4,85503	1,23945
4,93872	1,25406
5,02386	1,31824
5,11046	1,42929
5,19855	1,57506
5,28817	1,73479
5,37933	1,88658
5,47206	2,01994
5,56639	2,13477
5,66234	2,23523
5,75995	2,32118
5,85925	2,3819
5,96025	2,40811
6,06299	2,39255
6,16751	2,3482
6,27383	2,2987
6,38198	2,27201
6,49199	2,28836
6,6039	2,35729
6,71774	2,48148
6,83355	2,64955
6,95135	2,8371
7,07117	3,0091
7,19307	3,13169
7,31707	3,19182
7,4432	3,20265
7,57151	3,19574
7,70203	3,20216
7,8348	3,238
7,96986	3,29874
8,10725	3,35487
8,247	3,36587
8,38917	3,29894

8,53378	3,15222
8,68089	2,95202
8,83053	2,7386
8,98276	2,54915
9,13761	2,40727
9,29512	2,32085
9,45535	2,28351
9,61835	2,27866
9,78415	2,28398
9,95282	2,27738
10,1244	2,24268
10,2989	2,1749
10,4764	2,08233
10,657	1,98181
10,8408	1,89109
11,0276	1,82218
11,2177	1,77663
11,4111	1,74796
11,6078	1,72597
11,8079	1,70131
12,0115	1,66854
12,2185	1,62607
12,4291	1,57513
12,6434	1,51843
12,8614	1,46015
13,0831	1,40508
13,3086	1,35744
13,538	1,31909
13,7714	1,28947
14,0088	1,26625
14,2503	1,24699
14,4959	1,23035
14,7458	1,21668
15	1,20774

10. Titik 10

f0	rata-rata H/V
0,5	1,61457
0,508619	1,63802
0,517387	1,64913
0,526306	1,65526
0,535378	1,64867
0,544607	1,62509
0,553996	1,58188
0,563546	1,55808
0,57326	1,59588
0,583142	1,62145
0,593195	1,63436
0,60342	1,65122
0,613822	1,68666
0,624404	1,70307
0,635167	1,69907
0,646116	1,70122
0,657254	1,71322
0,668584	1,7133
0,68011	1,70039
0,691834	1,68727
0,70376	1,66028
0,715891	1,61763
0,728232	1,61689
0,740786	1,63632
0,753556	1,64734
0,766546	1,67789
0,77976	1,72734
0,793201	1,76736
0,806875	1,79403
0,820784	1,80934
0,834933	1,81681
0,849326	1,82293
0,863967	1,82312
0,87886	1,813
0,89401	1,8427
0,909421	1,86562
0,925098	1,88228
0,941046	1,89962
0,957268	1,90694
0,973769	1,88912

0,990555	1,85277
1,00763	1,81363
1,025	1,77831
1,04267	1,73297
1,06064	1,70808
1,07893	1,67299
1,09753	1,6559
1,11645	1,63175
1,13569	1,63179
1,15527	1,63249
1,17518	1,65991
1,19544	1,68865
1,21605	1,73238
1,23701	1,77308
1,25834	1,81166
1,28003	1,84176
1,30209	1,85857
1,32454	1,86584
1,34737	1,86187
1,3706	1,85818
1,39423	1,8559
1,41826	1,87055
1,44271	1,88594
1,46758	1,90917
1,49288	1,91833
1,51861	1,91536
1,54479	1,8883
1,57142	1,85393
1,59851	1,81302
1,62606	1,78423
1,65409	1,76329
1,68261	1,75136
1,71161	1,75404
1,74112	1,76138
1,77113	1,7693
1,80166	1,77587
1,83272	1,77565
1,86432	1,76566
1,89645	1,74391
1,92915	1,70888
1,9624	1,66129

1,99623	1,60631
2,03064	1,55212
2,06565	1,50386
2,10125	1,46499
2,13748	1,4352
2,17432	1,41066
2,2118	1,38653
2,24993	1,36011
2,28872	1,33241
2,32817	1,30678
2,3683	1,28527
2,40913	1,26785
2,45066	1,25172
2,4929	1,23499
2,53588	1,21712
2,57959	1,19829
2,62406	1,17918
2,66929	1,1614
2,71531	1,14686
2,76212	1,13732
2,80973	1,13357
2,85817	1,13378
2,90744	1,1367
2,95756	1,14145
3,00854	1,14969
3,0604	1,16283
3,11316	1,18255
3,16682	1,21089
3,22141	1,24768
3,27695	1,29107
3,33343	1,34155
3,3909	1,39822
3,44935	1,46218
3,50881	1,53419
3,5693	1,61403
3,63083	1,7011
3,69342	1,79361
3,75708	1,89008
3,82185	1,99122
3,88773	2,096
3,95475	2,20264

4,02292	2,30752
4,09227	2,40715
4,16282	2,49848
4,23458	2,57898
4,30757	2,64661
4,38183	2,69745
4,45736	2,72714
4,5342	2,73239
4,61236	2,7145
4,69187	2,6798
4,77275	2,63744
4,85503	2,59446
4,93872	2,55297
5,02386	2,51053
5,11046	2,45891
5,19855	2,38749
5,28817	2,28858
5,37933	2,16346
5,47206	2,02136
5,56639	1,87613
5,66234	1,73829
5,75995	1,6117
5,85925	1,49822
5,96025	1,39488
6,06299	1,30203
6,16751	1,21809

6,27383	1,14371
6,38198	1,07943
6,49199	1,02575
6,6039	0,983642
6,71774	0,953346
6,83355	0,933863
6,95135	0,923046
7,07117	0,918376
7,19307	0,91793
7,31707	0,921155
7,4432	0,929245
7,57151	0,945052
7,70203	0,971357
7,8348	1,01037
7,96986	1,06247
8,10725	1,12558
8,247	1,19566
8,38917	1,26768
8,53378	1,33682
8,68089	1,39984
8,83053	1,45542
8,98276	1,50388
9,13761	1,54677
9,29512	1,58565
9,45535	1,6221
9,61835	1,65598

9,78415	1,68563
9,95282	1,70791
10,1244	1,72082
10,2989	1,72401
10,4764	1,71937
10,657	1,70966
10,8408	1,698
11,0276	1,68696
11,2177	1,67805
11,4111	1,67121
11,6078	1,66453
11,8079	1,65523
12,0115	1,6416
12,2185	1,62435
12,4291	1,60651
12,6434	1,59185
12,8614	1,58341
13,0831	1,58229
13,3086	1,58843
13,538	1,60071
13,7714	1,61786
14,0088	1,63844
14,2503	1,66101
14,4959	1,68435
14,7458	1,70793
15	1,73239

11. Titik 11

f0	rata-rata H/V
0,5	2,25853
0,50861	
9	2,274
0,51738	
7	2,25839
0,52630	
6	2,20319
0,53537	
8	2,12479
0,54460	
7	2,16931
0,55399	
6	2,18916
0,56354	
6	2,18649
0,57326	2,16077
0,58314	
2	2,10899
0,59319	
5	2,02411
0,60342	1,97711
0,61382	
2	2,06188
0,62440	
4	2,12392
0,63516	
7	2,16759
0,64611	
6	2,19283
0,65725	
4	2,19681
0,66858	
4	2,18311
0,68011	2,1883
0,69183	
4	2,16987
0,70376	2,13125
0,71589	
1	2,0723
0,72823	
2	1,99018

0,74078	
6	2,00476
0,75355	
6	2,08128
0,76654	
6	2,13819
0,77976	2,1767
0,79320	
1	2,19578
0,80687	
5	2,22274
0,82078	
4	2,25695
0,83493	
3	2,26937
0,84932	
6	2,25936
0,86396	
7	2,22369
0,87886	2,21487
0,89401	2,19842
0,90942	
1	2,16293
0,92509	
8	2,10726
0,94104	
6	2,07114
0,95726	
8	2,06561
0,97376	
9	2,04799
0,99055	
5	2,0173
1,00763	2,01505
1,025	2,05189
1,04267	2,07415
1,06064	2,08154
1,07893	2,06626
1,09753	2,03645
1,11645	1,99574
1,13569	1,95171
1,15527	1,95976
1,17518	1,95685

1,19544	1,9432
1,21605	2,00092
1,23701	2,06868
1,25834	2,12317
1,28003	2,17574
1,30209	2,21847
1,32454	2,24418
1,34737	2,25191
1,3706	2,24326
1,39423	2,21915
1,41826	2,17208
1,44271	2,11227
1,46758	2,04135
1,49288	1,99709
1,51861	1,93867
1,54479	1,89693
1,57142	1,88664
1,59851	1,86737
1,62606	1,87266
1,65409	1,87403
1,68261	1,88725
1,71161	1,90924
1,74112	1,93809
1,77113	1,9936
1,80166	2,04223
1,83272	2,10246
1,86432	2,14927
1,89645	2,16597
1,92915	2,16972
1,9624	2,14722
1,99623	2,11415
2,03064	2,09945
2,06565	2,07957
2,10125	2,10198
2,13748	2,11959
2,17432	2,15784
2,2118	2,18711
2,24993	2,21093
2,28872	2,22484
2,32817	2,23158
2,3683	2,24177

2,40913	2,25413
2,45066	2,28229
2,4929	2,32144
2,53588	2,36697
2,57959	2,42278
2,62406	2,47837
2,66929	2,5322
2,71531	2,58448
2,76212	2,62928
2,80973	2,66599
2,85817	2,69182
2,90744	2,70894
2,95756	2,72218
3,00854	2,73619
3,0604	2,76366
3,11316	2,81971
3,16682	2,90562
3,22141	3,02227
3,27695	3,1652
3,33343	3,32151
3,3909	3,46501
3,44935	3,574
3,50881	3,64353
3,5693	3,6768
3,63083	3,68089
3,69342	3,66152
3,75708	3,62002
3,82185	3,55484
3,88773	3,46584
3,95475	3,35695
4,02292	3,237
4,09227	3,11452
4,16282	2,99495
4,23458	2,87862
4,30757	2,76126
4,38183	2,63935
4,45736	2,51079

4,5342	2,37477
4,61236	2,23298
4,69187	2,08871
4,77275	1,94747
4,85503	1,81615
4,93872	1,70191
5,02386	1,60837
5,11046	1,53078
5,19855	1,46555
5,28817	1,41131
5,37933	1,3627
5,47206	1,31874
5,56639	1,28105
5,66234	1,24943
5,75995	1,22925
5,85925	1,22126
5,96025	1,23067
6,06299	1,25643
6,16751	1,30025
6,27383	1,35553
6,38198	1,41693
6,49199	1,4757
6,6039	1,5255
6,71774	1,56165
6,83355	1,58504
6,95135	1,59853
7,07117	1,60546
7,19307	1,60956
7,31707	1,61441
7,4432	1,62295
7,57151	1,63696
7,70203	1,65576
7,8348	1,67583
7,96986	1,6912
8,10725	1,69595
8,247	1,68845
8,38917	1,673

8,53378	1,65756
8,68089	1,64929
8,83053	1,65135
8,98276	1,66382
9,13761	1,6843
9,29512	1,70877
9,45535	1,7319
9,61835	1,74962
9,78415	1,75996
9,95282	1,76431
10,1244	1,76655
10,2989	1,77169
10,4764	1,78232
10,657	1,7992
10,8408	1,82073
11,0276	1,84499
11,2177	1,87095
11,4111	1,89657
11,6078	1,9182
11,8079	1,93075
12,0115	1,92975
12,2185	1,91441
12,4291	1,8884
12,6434	1,85954
12,8614	1,8366
13,0831	1,82823
13,3086	1,83943
13,538	1,87211
13,7714	1,9255
14,0088	1,99468
14,2503	2,073
14,4959	2,15247
14,7458	2,22645
15	2,29082

12. Titik 12

f0	rata-rata H/V
0,5	1,94057
0,50861	
9	1,90213
0,51738	
7	1,85854
0,52630	
6	1,80914
0,53537	
8	1,75291
0,54460	
7	1,6882
0,55399	
6	1,61203
0,56354	
6	1,51821
0,57326	1,42889
0,58314	
2	1,48497
0,59319	
5	1,53574
0,60342	1,58189
0,61382	
2	1,62391
0,62440	
4	1,66213
0,63516	
7	1,69679
0,64611	
6	1,72806
0,65725	
4	1,75602
0,66858	
4	1,78072
0,68011	1,80216
0,69183	
4	1,82027
0,70376	1,83494
0,71589	
1	1,86468
0,72823	
2	2,01001

0,74078	
6	2,1461
0,75355	
6	2,27476
0,76654	
6	2,39724
0,77976	2,51439
0,79320	
1	2,62685
0,80687	
5	2,73509
0,82078	
4	2,83944
0,83493	
3	2,94017
0,84932	
6	3,03746
0,86396	
7	3,13282
0,87886	3,19976
0,89401	3,23333
0,90942	
1	3,23793
0,92509	
8	3,21544
0,94104	
6	3,16595
0,95726	
8	3,08786
0,97376	
9	2,97732
0,99055	
5	2,82665
1,00763	2,76926
1,025	2,85593
1,04267	2,91596
1,06064	2,95286
1,07893	2,96777
1,09753	2,96005
1,11645	2,92708
1,13569	2,86315
1,15527	2,94394
1,17518	3,05803

1,19544	3,11193
1,21605	3,11392
1,23701	3,06381
1,25834	2,95325
1,28003	2,75572
1,30209	2,59164
1,32454	2,45439
1,34737	2,29859
1,3706	2,12331
1,39423	1,92637
1,41826	1,70372
1,44271	1,67281
1,46758	1,78332
1,49288	1,87733
1,51861	1,95672
1,54479	2,02156
1,57142	2,07026
1,59851	2,09412
1,62606	2,10189
1,65409	2,09621
1,68261	2,0783
1,71161	2,0484
1,74112	2,04069
1,77113	2,01946
1,80166	1,97983
1,83272	1,91916
1,86432	1,87048
1,89645	1,93937
1,92915	2,00541
1,9624	2,06876
1,99623	2,12955
2,03064	2,12507
2,06565	2,10009
2,10125	2,06108
2,13748	2,00626
2,17432	2,02541
2,2118	2,03752
2,24993	2,02866
2,28872	2,01471
2,32817	2,17754
2,3683	2,33561

2,40913	2,48946
2,45066	2,57758
2,4929	2,60538
2,53588	2,62736
2,57959	2,64471
2,62406	2,65983
2,66929	2,66692
2,71531	2,67201
2,76212	2,94171
2,80973	3,20101
2,85817	3,45383
2,90744	3,74726
2,95756	4,02574
3,00854	4,22453
3,0604	4,0611
3,11316	3,87202
3,16682	3,64465
3,22141	3,38864
3,27695	3,11475
3,33343	2,99239
3,3909	2,89046
3,44935	2,84818
3,50881	2,92465
3,5693	2,99016
3,63083	3,15409
3,69342	3,30648
3,75708	3,37237
3,82185	3,39245
3,88773	3,31206
3,95475	3,11623
4,02292	2,89243
4,09227	2,62519
4,16282	2,38158
4,23458	2,23022
4,30757	2,11563
4,38183	2,1134
4,45736	2,13722

4,5342	2,21155
4,61236	2,27543
4,69187	2,32902
4,77275	2,31347
4,85503	2,26664
4,93872	2,12222
5,02386	1,95267
5,11046	1,74513
5,19855	1,5433
5,28817	1,34399
5,37933	1,19779
5,47206	1,07421
5,56639	0,978597
5,66234	0,927812
5,75995	0,894203
5,85925	0,87934
5,96025	0,890732
6,06299	0,915437
6,16751	0,954553
6,27383	1,01154
6,38198	1,08794
6,49199	1,17548
6,6039	1,27023
6,71774	1,36707
6,83355	1,46202
6,95135	1,56088
7,07117	1,6705
7,19307	1,79234
7,31707	1,91875
7,4432	2,0284
7,57151	2,0889
7,70203	2,08107
7,8348	2,02809
7,96986	1,95407
8,10725	1,87849
8,247	1,81201
8,38917	1,75712

8,53378	1,71128
8,68089	1,67252
8,83053	1,64183
8,98276	1,62119
9,13761	1,61184
9,29512	1,61527
9,45535	1,63112
9,61835	1,65806
9,78415	1,69195
9,95282	1,72599
10,1244	1,75236
10,2989	1,76219
10,4764	1,75116
10,657	1,72069
10,8408	1,67483
11,0276	1,62024
11,2177	1,56476
11,4111	1,51418
11,6078	1,47185
11,8079	1,43549
12,0115	1,4015
12,2185	1,36816
12,4291	1,33499
12,6434	1,30654
12,8614	1,28547
13,0831	1,27706
13,3086	1,27877
13,538	1,28961
13,7714	1,3065
14,0088	1,32804
14,2503	1,35464
14,4959	1,38572
14,7458	1,41892
15	1,44994

13. Titik 13

f0	rata-rata H/V
0,5	1,91981
0,508619	1,95423
0,517387	1,96872
0,526306	1,97609
0,535378	1,97516
0,544607	1,96173
0,553996	1,93516
0,563546	1,93967
0,57326	2,00285
0,583142	2,04851
0,593195	2,0786
0,60342	2,11731
0,613822	2,18507
0,624404	2,23226
0,635167	2,25896
0,646116	2,2699
0,657254	2,27137
0,668584	2,25984
0,68011	2,23428
0,691834	2,24227
0,70376	2,23414
0,715891	2,20903
0,728232	2,24534
0,740786	2,30385
0,753556	2,34581
0,766546	2,40698
0,77976	2,48615
0,793201	2,54723
0,806875	2,58395
0,820784	2,59936
0,834933	2,59675
0,849326	2,58164
0,863967	2,55899
0,87886	2,52497
0,89401	2,51511
0,909421	2,49354
0,925098	2,47389
0,941046	2,4768
0,957268	2,46686
0,973769	2,49502

0,990555	2,51377
1,00763	2,52312
1,025	2,52959
1,04267	2,51656
1,06064	2,47245
1,07893	2,41612
1,09753	2,36713
1,11645	2,30336
1,13569	2,27859
1,15527	2,2488
1,17518	2,24282
1,19544	2,23593
1,21605	2,22799
1,23701	2,21204
1,25834	2,19708
1,28003	2,17327
1,30209	2,17683
1,32454	2,18115
1,34737	2,21245
1,3706	2,24802
1,39423	2,29007
1,41826	2,33458
1,44271	2,37401
1,46758	2,41557
1,49288	2,45366
1,51861	2,48922
1,54479	2,53454
1,57142	2,58255
1,59851	2,63551
1,62606	2,70117
1,65409	2,77023
1,68261	2,84605
1,71161	2,94393
1,74112	3,06191
1,77113	3,19422
1,80166	3,3372
1,83272	3,48031
1,86432	3,60569
1,89645	3,70614
1,92915	3,77691
1,9624	3,81846

1,99623	3,83841
2,03064	3,85472
2,06565	3,88219
2,10125	3,92957
2,13748	4,00149
2,17432	4,10016
2,2118	4,22687
2,24993	4,38272
2,28872	4,56667
2,32817	4,7712
2,3683	4,98066
2,40913	5,16996
2,45066	5,31544
2,4929	5,40243
2,53588	5,42966
2,57959	5,40593
2,62406	5,34266
2,66929	5,24606
2,71531	5,11403
2,76212	4,94084
2,80973	4,72568
2,85817	4,48284
2,90744	4,23019
2,95756	3,98439
3,00854	3,76064
3,0604	3,55979
3,11316	3,37917
3,16682	3,21972
3,22141	3,07905
3,27695	2,95042
3,33343	2,82953
3,3909	2,70656
3,44935	2,57569
3,50881	2,43358
3,5693	2,28173
3,63083	2,12377
3,69342	1,96664
3,75708	1,8145
3,82185	1,67207
3,88773	1,53925
3,95475	1,41884

4,02292	1,31184
4,09227	1,21802
4,16282	1,13796
4,23458	1,07334
4,30757	1,02373
4,38183	0,988612
4,45736	0,967386
4,5342	0,959295
4,61236	0,963385
4,69187	0,978278
4,77275	1,00169
4,85503	1,03077
4,93872	1,06221
5,02386	1,09303
5,11046	1,12073
5,19855	1,14352
5,28817	1,16017
5,37933	1,17035
5,47206	1,17409
5,56639	1,17165
5,66234	1,16409
5,75995	1,15379
5,85925	1,14392
5,96025	1,13768
6,06299	1,13839
6,16751	1,14752

6,27383	1,16567
6,38198	1,19116
6,49199	1,22024
6,6039	1,24841
6,71774	1,27113
6,83355	1,28542
6,95135	1,29057
7,07117	1,28773
7,19307	1,27878
7,31707	1,26642
7,4432	1,2535
7,57151	1,24321
7,70203	1,23791
7,8348	1,23904
7,96986	1,24719
8,10725	1,26191
8,247	1,28229
8,38917	1,30744
8,53378	1,33639
8,68089	1,36848
8,83053	1,403
8,98276	1,43859
9,13761	1,47353
9,29512	1,5053
9,45535	1,531
9,61835	1,54787

9,78415	1,55406
9,95282	1,5494
10,1244	1,53571
10,2989	1,51614
10,4764	1,49395
10,657	1,47175
10,8408	1,4505
11,0276	1,42992
11,2177	1,40885
11,4111	1,38666
11,6078	1,364
11,8079	1,34326
12,0115	1,32783
12,2185	1,32075
12,4291	1,32432
12,6434	1,33923
12,8614	1,36452
13,0831	1,39722
13,3086	1,43343
13,538	1,46879
13,7714	1,49968
14,0088	1,52335
14,2503	1,53856
14,4959	1,54525
14,7458	1,54424
15	1,53661

14. Titik 14

f0	rata-rata H/V
0,5	1,60078
0,50861	
9	1,66477
0,51738	
7	1,70769
0,52630	
6	1,76027
0,53537	
8	1,81446
0,54460	
7	1,85757
0,55399	
6	1,88916
0,56354	
6	1,92312
0,57326	1,96912
0,58314	
2	2,00179
0,59319	
5	2,02063
0,60342	2,02946
0,61382	
2	2,03304
0,62440	
4	2,0177
0,63516	
7	1,97956
0,64611	
6	1,94705
0,65725	
4	1,92981
0,66858	
4	1,9042
0,68011	1,86886
0,69183	
4	1,89209
0,70376	1,90132
0,71589	
1	1,89544
0,72823	
2	1,90027

0,74078	
6	1,90302
0,75355	
6	1,89031
0,76654	
6	1,91005
0,77976	1,96465
0,79320	
1	2,00633
0,80687	
5	2,04143
0,82078	
4	2,0699
0,83493	
3	2,08536
0,84932	
6	2,07542
0,86396	
7	2,04312
0,87886	1,99342
0,89401	1,99002
0,90942	
1	1,978
0,92509	
8	1,97326
0,94104	
6	2,00148
0,95726	
8	2,0209
0,97376	
9	2,04457
0,99055	
5	2,05708
1,00763	2,06028
1,025	2,05876
1,04267	2,04736
1,06064	2,0356
1,07893	2,01703
1,09753	2,01252
1,11645	2,00056
1,13569	1,99796
1,15527	1,99389
1,17518	2,00015

1,19544	2,00493
1,21605	2,03745
1,23701	2,07101
1,25834	2,1349
1,28003	2,19549
1,30209	2,28558
1,32454	2,37281
1,34737	2,47628
1,3706	2,58454
1,39423	2,70031
1,41826	2,83807
1,44271	2,98443
1,46758	3,17102
1,49288	3,37641
1,51861	3,59795
1,54479	3,83221
1,57142	4,05363
1,59851	4,25763
1,62606	4,42629
1,65409	4,56666
1,68261	4,67939
1,71161	4,76794
1,74112	4,84882
1,77113	4,92684
1,80166	5,01
1,83272	5,12254
1,86432	5,26875
1,89645	5,45136
1,92915	5,66729
1,9624	5,90666
1,99623	6,14856
2,03064	6,35931
2,06565	6,51979
2,10125	6,61721
2,13748	6,63934
2,17432	6,57779
2,2118	6,43675
2,24993	6,23676
2,28872	6,00789
2,32817	5,77938
2,3683	5,56548

2,40913	5,36799
2,45066	5,17042
2,4929	4,95715
2,53588	4,72118
2,57959	4,46662
2,62406	4,21062
2,66929	3,9785
2,71531	3,78967
2,76212	3,65302
2,80973	3,56099
2,85817	3,49369
2,90744	3,43616
2,95756	3,37615
3,00854	3,30307
3,0604	3,20819
3,11316	3,08605
3,16682	2,93308
3,22141	2,75449
3,27695	2,5638
3,33343	2,37771
3,3909	2,20482
3,44935	2,05109
3,50881	1,91516
3,5693	1,79191
3,63083	1,67497
3,69342	1,56108
3,75708	1,45118
3,82185	1,35211
3,88773	1,26769
3,95475	1,20258
4,02292	1,15782
4,09227	1,13083
4,16282	1,12013
4,23458	1,12459
4,30757	1,142
4,38183	1,17098
4,45736	1,21002

4,5342	1,25634
4,61236	1,30553
4,69187	1,3512
4,77275	1,38591
4,85503	1,40227
4,93872	1,39625
5,02386	1,36933
5,11046	1,32955
5,19855	1,29001
5,28817	1,26593
5,37933	1,26956
5,47206	1,30752
5,56639	1,38005
5,66234	1,47752
5,75995	1,57966
5,85925	1,6597
5,96025	1,69814
6,06299	1,68578
6,16751	1,6363
6,27383	1,56768
6,38198	1,49868
6,49199	1,44074
6,6039	1,39927
6,71774	1,37514
6,83355	1,36621
6,95135	1,36855
7,07117	1,37649
7,19307	1,3838
7,31707	1,38504
7,4432	1,37746
7,57151	1,36164
7,70203	1,34073
7,8348	1,31789
7,96986	1,29594
8,10725	1,2771
8,247	1,26353
8,38917	1,25773

8,53378	1,26179
8,68089	1,27686
8,83053	1,30225
8,98276	1,33562
9,13761	1,37323
9,29512	1,41059
9,45535	1,44239
9,61835	1,46318
9,78415	1,46901
9,95282	1,45864
10,1244	1,43398
10,2989	1,39857
10,4764	1,3559
10,657	1,30856
10,8408	1,25873
11,0276	1,20815
11,2177	1,15933
11,4111	1,11448
11,6078	1,07538
11,8079	1,04291
12,0115	1,01696
12,2185	0,997203
12,4291	0,983015
12,6434	0,973773
12,8614	0,968817
13,0831	0,967713
13,3086	0,970576
13,538	0,977363
13,7714	0,987415
14,0088	0,999385
14,2503	1,01119
14,4959	1,02073
14,7458	1,02645
15	1,02758

15. Titik 15

f0	rata-rata H/V
0,5	1,51588
0,508619	1,54537
0,517387	1,56661
0,526306	1,60985
0,535378	1,65061
0,544607	1,67591
0,553996	1,68475
0,563546	1,69928
0,57326	1,73151
0,583142	1,73779
0,593195	1,71693
0,60342	1,69741
0,613822	1,72256
0,624404	1,73025
0,635167	1,72159
0,646116	1,72903
0,657254	1,75134
0,668584	1,76422
0,68011	1,76771
0,691834	1,78613
0,70376	1,79654
0,715891	1,7985
0,728232	1,79649
0,740786	1,78582
0,753556	1,76397
0,766546	1,77118
0,77976	1,80413
0,793201	1,82165
0,806875	1,88185
0,820784	1,98604
0,834933	2,07914
0,849326	2,17267
0,863967	2,25828
0,87886	2,3289
0,89401	2,30637
0,909421	2,26176
0,925098	2,19549
0,941046	2,10241
0,957268	1,98958
0,973769	1,92168

0,990555	1,85369
1,00763	1,80278
1,025	1,77933
1,04267	1,75345
1,06064	1,77392
1,07893	1,78072
1,09753	1,83059
1,11645	1,86983
1,13569	1,90788
1,15527	1,93918
1,17518	1,97771
1,19544	2,01399
1,21605	2,09894
1,23701	2,1932
1,25834	2,34066
1,28003	2,49243
1,30209	2,63109
1,32454	2,75003
1,34737	2,81145
1,3706	2,85863
1,39423	2,88631
1,41826	2,95532
1,44271	3,0349
1,46758	3,18679
1,49288	3,35553
1,51861	3,53955
1,54479	3,69272
1,57142	3,80051
1,59851	3,85341
1,62606	3,84684
1,65409	3,82058
1,68261	3,78084
1,71161	3,74906
1,74112	3,72825
1,77113	3,71829
1,80166	3,71759
1,83272	3,72662
1,86432	3,72866
1,89645	3,72092
1,92915	3,70667
1,9624	3,69096

1,99623	3,68295
2,03064	3,68324
2,06565	3,6796
2,10125	3,65584
2,13748	3,59457
2,17432	3,48383
2,2118	3,32405
2,24993	3,12938
2,28872	2,921
2,32817	2,71564
2,3683	2,52248
2,40913	2,34659
2,45066	2,18903
2,4929	2,05167
2,53588	1,93625
2,57959	1,84195
2,62406	1,76609
2,66929	1,70377
2,71531	1,64962
2,76212	1,59935
2,80973	1,55045
2,85817	1,50211
2,90744	1,4551
2,95756	1,4103
3,00854	1,36892
3,0604	1,33101
3,11316	1,29744
3,16682	1,27105
3,22141	1,25415
3,27695	1,24696
3,33343	1,25142
3,3909	1,26394
3,44935	1,28149
3,50881	1,3
3,5693	1,31558
3,63083	1,32574
3,69342	1,32978
3,75708	1,32922
3,82185	1,3269
3,88773	1,32487
3,95475	1,32471

4,02292	1,32617
4,09227	1,32786
4,16282	1,3285
4,23458	1,32794
4,30757	1,32709
4,38183	1,32686
4,45736	1,32701
4,5342	1,32614
4,61236	1,32323
4,69187	1,31808
4,77275	1,31223
4,85503	1,30713
4,93872	1,3035
5,02386	1,30116
5,11046	1,30119
5,19855	1,30611
5,28817	1,31917
5,37933	1,34114
5,47206	1,37003
5,56639	1,4014
5,66234	1,42899
5,75995	1,44741
5,85925	1,45211
5,96025	1,44199
6,06299	1,41657
6,16751	1,37961

6,27383	1,33571
6,38198	1,29101
6,49199	1,24979
6,6039	1,21459
6,71774	1,18586
6,83355	1,16301
6,95135	1,14499
7,07117	1,13099
7,19307	1,12057
7,31707	1,11329
7,4432	1,10927
7,57151	1,10796
7,70203	1,10868
7,8348	1,11007
7,96986	1,10999
8,10725	1,10547
8,247	1,09435
8,38917	1,07547
8,53378	1,04934
8,68089	1,01737
8,83053	0,981682
8,98276	0,945405
9,13761	0,911892
9,29512	0,884746
9,45535	0,866096
9,61835	0,856447

9,78415	0,853777
9,95282	0,854166
10,1244	0,853381
10,2989	0,848494
10,4764	0,839428
10,657	0,828749
10,8408	0,820376
11,0276	0,818117
11,2177	0,824188
11,4111	0,838726
11,6078	0,860107
11,8079	0,885442
12,0115	0,911777
12,2185	0,936621
12,4291	0,958069
12,6434	0,975151
12,8614	0,988222
13,0831	0,999482
13,3086	1,01187
13,538	1,02799
13,7714	1,0489
14,0088	1,07399
14,2503	1,10129
14,4959	1,12845
14,7458	1,15377
15	1,1766

16. Titik 16

f0	rata-rata H/V
0,5	1,77141
0,508619	1,76696
0,517387	1,75975
0,526306	1,74959
0,535378	1,73624
0,544607	1,71934
0,553996	1,69838
0,563546	1,67264
0,57326	1,64098
0,583142	1,60146
0,593195	1,5504
0,60342	1,53437
0,613822	1,61025
0,624404	1,67599
0,635167	1,73459
0,646116	1,78768
0,657254	1,83619
0,668584	1,8807
0,68011	1,9216
0,691834	1,9591
0,70376	1,99331
0,715891	2,02427
0,728232	2,05194
0,740786	2,07619
0,753556	2,09683
0,766546	2,11358
0,77976	2,12604
0,793201	2,13363
0,806875	2,20148
0,820784	2,29948
0,834933	2,37014
0,849326	2,42248
0,863967	2,46056
0,87886	2,48646
0,89401	2,50123
0,909421	2,50528
0,925098	2,4985
0,941046	2,48025
0,957268	2,44927
0,973769	2,40319

0,990555	2,33743
1,00763	2,32199
1,025	2,37517
1,04267	2,40536
1,06064	2,41653
1,07893	2,41047
1,09753	2,38763
1,11645	2,34745
1,13569	2,2881
1,15527	2,20595
1,17518	2,09346
1,19544	1,93126
1,21605	2,05887
1,23701	2,20637
1,25834	2,32168
1,28003	2,41671
1,30209	2,49521
1,32454	2,55793
1,34737	2,60331
1,3706	2,6259
1,39423	2,60741
1,41826	2,60739
1,44271	2,60781
1,46758	2,58724
1,49288	2,54771
1,51861	2,48925
1,54479	2,41033
1,57142	2,30733
1,59851	2,17259
1,62606	2,2178
1,65409	2,26133
1,68261	2,29319
1,71161	2,31401
1,74112	2,32357
1,77113	2,32085
1,80166	2,31199
1,83272	2,41684
1,86432	2,48762
1,89645	2,52973
1,92915	2,54453
1,9624	2,53049

1,99623	2,48234
2,03064	2,61453
2,06565	2,73087
2,10125	2,81411
2,13748	2,86683
2,17432	2,88585
2,2118	2,96087
2,24993	3,21333
2,28872	3,43406
2,32817	3,62635
2,3683	3,78757
2,40913	3,94368
2,45066	4,17714
2,4929	4,36397
2,53588	4,50802
2,57959	4,60718
2,62406	4,7723
2,66929	4,96818
2,71531	5,1011
2,76212	5,17648
2,80973	5,22686
2,85817	5,35666
2,90744	5,43402
2,95756	5,45387
3,00854	5,41832
3,0604	5,38807
3,11316	5,31043
3,16682	5,18154
3,22141	5,05252
3,27695	4,975
3,33343	4,86133
3,3909	4,70424
3,44935	4,63987
3,50881	4,57617
3,5693	4,48713
3,63083	4,36384
3,69342	4,20957
3,75708	4,02811
3,82185	3,82213
3,88773	3,60493
3,95475	3,35915

4,02292	3,09018
4,09227	2,81572
4,16282	2,52029
4,23458	2,26602
4,30757	2,06618
4,38183	1,84486
4,45736	1,69591
4,5342	1,56747
4,61236	1,43816
4,69187	1,35539
4,77275	1,26468
4,85503	1,2003
4,93872	1,14638
5,02386	1,09917
5,11046	1,08345
5,19855	1,06254
5,28817	1,08677
5,37933	1,10672
5,47206	1,1485
5,56639	1,19276
5,66234	1,23966
5,75995	1,28388
5,85925	1,32057
5,96025	1,35004
6,06299	1,3732
6,16751	1,39089

6,27383	1,40847
6,38198	1,42373
6,49199	1,45332
6,6039	1,48194
6,71774	1,54387
6,83355	1,61042
6,95135	1,69923
7,07117	1,79326
7,19307	1,88798
7,31707	1,97615
7,4432	2,05158
7,57151	2,11033
7,70203	2,14487
7,8348	2,16227
7,96986	2,15979
8,10725	2,14551
8,247	2,12188
8,38917	2,09283
8,53378	2,06592
8,68089	2,04302
8,83053	2,02768
8,98276	2,02819
9,13761	2,05016
9,29512	2,08622
9,45535	2,13207
9,61835	2,17974

9,78415	2,2142
9,95282	2,21867
10,1244	2,19346
10,2989	2,14644
10,4764	2,0906
10,657	2,04033
10,8408	2,00721
11,0276	1,99742
11,2177	2,01124
11,4111	2,04368
11,6078	2,08481
11,8079	2,12172
12,0115	2,1408
12,2185	2,13406
12,4291	2,10357
12,6434	2,05938
12,8614	2,01289
13,0831	1,97046
13,3086	1,93291
13,538	1,89619
13,7714	1,85538
14,0088	1,8059
14,2503	1,74558
14,4959	1,67651
14,7458	1,60255
15	1,52929

17. Titik 17

f0	rata-rata H/V
0,5	1,63457
0,50861	1,67996
0,51738	1,71066
0,52630	1,76181
0,53537	1,81228
0,54460	1,84917
0,55399	1,87256
0,56354	1,88782
0,57326	1,89849
0,58314	1,89461
0,59319	1,8777
0,60342	1,85005
0,61382	1,8151
0,62440	1,76907
0,63516	1,70963
0,64611	1,6857
0,65725	1,69115
0,66858	1,68476
0,68011	1,66503
0,69183	1,70958
0,70376	1,74217
0,71589	1,76223
0,72823	1,80802

0,74078	1,85731
0,75355	1,89071
0,76654	1,95459
0,77976	2,05164
0,79320	2,13776
0,80687	2,23554
0,82078	2,33699
0,83493	2,41904
0,84932	2,45651
0,86396	2,46231
0,87886	2,44956
0,89401	2,3758
0,90942	2,29143
0,92509	2,21954
0,94104	2,18
0,95726	2,1296
0,97376	2,13466
0,99055	2,14165
1,00763	2,13922
1,025	2,12521
1,04267	2,09362
1,06064	2,04202
1,07893	1,97596
1,09753	1,93913
1,11645	1,89235
1,13569	1,87089
1,15527	1,84517
1,17518	1,83089

1,19544	1,80739
1,21605	1,7925
1,23701	1,77159
1,25834	1,76265
1,28003	1,75121
1,30209	1,75679
1,32454	1,75891
1,34737	1,7679
1,3706	1,76921
1,39423	1,76466
1,41826	1,74521
1,44271	1,71726
1,46758	1,67957
1,49288	1,64174
1,51861	1,60192
1,54479	1,57695
1,57142	1,55709
1,59851	1,5468
1,62606	1,55418
1,65409	1,56507
1,68261	1,57756
1,71161	1,58704
1,74112	1,58726
1,77113	1,58085
1,80166	1,56973
1,83272	1,564
1,86432	1,57008
1,89645	1,58901
1,92915	1,62106
1,9624	1,66468
1,99623	1,71608
2,03064	1,76707
2,06565	1,81561
2,10125	1,86038
2,13748	1,89929
2,17432	1,92996
2,2118	1,9511
2,24993	1,96459
2,28872	1,97624
2,32817	1,9949
2,3683	2,03072

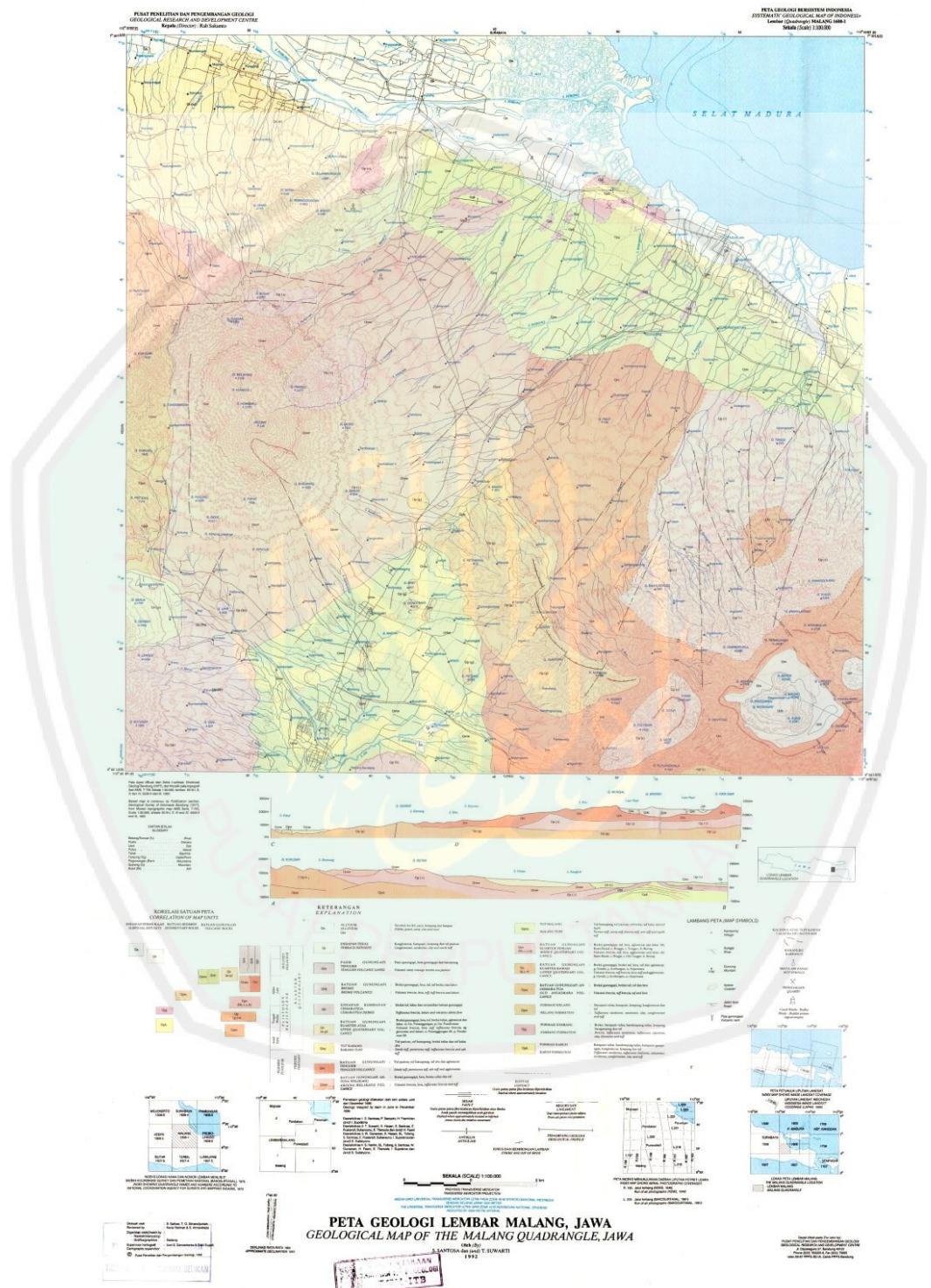
2,40913	2,09261
2,45066	2,18863
2,4929	2,32085
2,53588	2,48286
2,57959	2,65917
2,62406	2,82962
2,66929	2,9753
2,71531	3,08525
2,76212	3,15935
2,80973	3,20928
2,85817	3,25111
2,90744	3,2929
2,95756	3,33519
3,00854	3,37346
3,0604	3,40049
3,11316	3,41276
3,16682	3,40863
3,22141	3,39054
3,27695	3,36208
3,33343	3,32638
3,3909	3,28589
3,44935	3,24098
3,50881	3,18756
3,5693	3,11948
3,63083	3,03059
3,69342	2,91979
3,75708	2,79024
3,82185	2,64789
3,88773	2,50043
3,95475	2,35652
4,02292	2,22223
4,09227	2,09863
4,16282	1,98453
4,23458	1,87888
4,30757	1,77885
4,38183	1,68357
4,45736	1,59384

4,5342	1,5108
4,61236	1,43536
4,69187	1,36827
4,77275	1,30982
4,85503	1,25895
4,93872	1,21425
5,02386	1,17456
5,11046	1,13884
5,19855	1,10644
5,28817	1,07775
5,37933	1,05308
5,47206	1,0331
5,56639	1,01829
5,66234	1,00828
5,75995	1,0019
5,85925	0,99805
5,96025	0,995046
6,06299	0,991392
6,16751	0,985643
6,27383	0,976495
6,38198	0,963765
6,49199	0,948936
6,6039	0,934802
6,71774	0,925311
6,83355	0,923696
6,95135	0,931312
7,07117	0,947147
7,19307	0,967902
7,31707	0,98879
7,4432	1,00511
7,57151	1,01391
7,70203	1,01512
7,8348	1,01103
7,96986	1,00546
8,10725	1,002
8,247	1,00258
8,38917	1,00752

8,53378	1,01566
8,68089	1,02559
8,83053	1,03679
8,98276	1,04954
9,13761	1,0645
9,29512	1,08111
9,45535	1,09675
9,61835	1,10724
9,78415	1,10893
9,95282	1,10143
10,1244	1,08772
10,2989	1,07267
10,4764	1,06021
10,657	1,05192
10,8408	1,0469
11,0276	1,04277
11,2177	1,03639
11,4111	1,02563
11,6078	1,0097
11,8079	0,989238
12,0115	0,966098
12,2185	0,941892
12,4291	0,918093
12,6434	0,895671
12,8614	0,875299
13,0831	0,857613
13,3086	0,843568
13,538	0,834318
13,7714	0,830721
14,0088	0,833331
14,2503	0,842071
14,4959	0,856373
14,7458	0,875601
15	0,899502

Lampiran 2

Peta Geologi Lembar Malang



Lampiran 3
Dokumentasi Penelitian





KEMENTERIAN AGAMA RI
 UNIVERSITAS ISLAM NEGÉRI (UIN) MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
 FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang (0341) 551345 Fax. (0341) 572533

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama	:	Siti Muthiatus Sholichah
NIM	:	12640018
Fakultas/ Jurusan	:	Sains dan Teknologi/ Fisika
Judul Skripsi	:	Pemetaan Kerentanan Seismik Untuk Mendukung Rencana Tata Ruang dan Wilayah Kampus III UIN Maulana Malik Ibrahim Malang
Pembimbing I	:	Irjan, M. Si
Pembimbing II	:	Umaiyyatus Syarifah, M.A.

No	Tanggal	HAL	Tanda Tangan
1	08 Februari 2016	Konsultasi Bab I, II dan III	/
2	03 Maret 2016	Konsultasi Bab I, II, III dan Acc	/
3	10 Oktober 2016	Konsultasi Data	/
4	07 November 2016	Konsultasi Data dan Acc	/
5	10 November 2016	Konsultasi Agama Bab I dan II	/
6	01 Desember 2016	Konsultasi Agama Bab I, II dan Acc	/
7	02 Pebruari 2017	Konsultasi Bab IV dan V	/
8	06 Pebruari 2017	Konsultasi Agama Bab IV	/
9	14 Pebruari 2017	Konsultasi Agama Bab IV dan Acc	/
10	02 Maret 2017	Konsultasi Semua Bab, Abstrak dan Acc	/

Malang, 13 Maret 2017
 Mengetahui,
 Ketua Jurusan Fisika



Ema Hastuti, M.Si
 NIP. 19811119 200801 2 009