



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00201979591, 3 November 2019

Pencipta

Nama : Yusran, S.Pd. M.Pd., Rahmati, S.Pd.I., M.Pd,
Alamat : Gampong Cot Mesjid Banda Aceh, Banda Aceh, Di Aceh, 23246
Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : LP2M Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Alamat : Jalan Syech Abdurrauf, Kopelma Darussalam, Banda Aceh, Di Aceh, 23111
Kewarganegaraan : Indonesia
Jenis Ciptaan : Laporan Penelitian
Judul Ciptaan : Pemetaan Kerentanan Bencana Gempa Pada Kawasan Sesar Sumatra Segmen Seulimeum Dan Segmen Aceh

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 30 September 2019, di Banda Aceh

Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.

Nomor pencatatan : 000161983

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL

Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.
NIP. 196611181994031001



LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Yusran, S.Pd. M.Pd.	Gampong Cot Mesjid Banda Aceh
2	Rahmati, S.Pd.I., M.Pd	Lambaro Skep, Kec. Kuta Alam



LAPORAN PENELITIAN



PEMETAAN KERENTANAN BENCANA GEMPA PADA KAWASAN SESAR SUMATRA SEGMENT SEULIMEUM DAN SEGMENT ACEH

Ketua Peneliti

Yusran, S.Pd. M.Pd.

NIDN: 2026067104

ID Peneliti: 202606710408521

Anggota:

Rahmati, S.Pd.I. M.Pd.

Kategori Penelitian	Penelitian Terapan Kajian Strategis Nasional
Bidang Ilmu Kajian	Tarbiyah dan Ilmu Pendidikan
Sumber Dana	DIPA UIN Ar-Raniry Tahun 2019

PUSAT PENELITIAN DAN PENERBITAN
LIMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH
OKTOBER 2019

No. Reg: 191180000023017

LAPORAN PENELITIAN



PEMETAAN KERENTANAN BENCANA GEMPA PADA KAWASAN SESAR SUMATRA SEGMENT SEULIMEUM DAN SEGMENT ACEH

Ketua Peneliti

Yusran, S.Pd. M.Pd.

NIDN: 2026067104

ID Peneliti: 202606710408521

Anggota:

Rahmati, S.Pd.I. M.Pd.

Kategori Penelitian	Penelitian Terapan Kajian Strategis Nasional
Bidang Ilmu Kajian	Tarbiyah dan Ilmu Pendidikan
Sumber Dana	DIPA UIN Ar-Raniry Tahun 2019

**PUSAT PENELITIAN DAN PENERBITAN
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH
TAHUN 2019**

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah Ini:

Nama : **Yusran, S.Pd. M.Pd.**
NIDN : 2026067104
Jenis Kelamin : Laki-laki
Tempat/ Tgl. Lahir : Aceh Besar, 26 Juni 1971
Alamat : Gampong Cot Mesjid Banda Aceh
Fakultas/Prodi : FTK/Pendidikan Teknologi Informasi

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian yang berjudul: **“Pemetaan Kerentanan Bencana Gempa Bumi pada Kawasan Sesar Sumatra Segmen Seulimeum dan Segmen Aceh”** adalah benar-benar Karya asli saya yang dihasilkan melalui kegiatan yang memenuhi kaidah dan metode ilmiah secara sistematis sesuai otonomi keilmuan dan budaya akademik serta diperoleh dari pelaksanaan penelitian yang dibiayai sepenuhnya dari DIP A UIN Ar-Raniry Banda Aceh Tahun Anggaran 2019. Apabila terdapat kesalahan dan kekeliruan di dalamnya, sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Banda Aceh, 30 Oktober 2019
Saya yang membuat pernyataan,
Ketua Peneliti,

Yusran, S.Pd. M.Pd.
NIDN. 2026067104

ABSTRAK

PEMETAAN KERENTANAN BENCANA GEMPA PADA KAWASAN SESAR SUMATRA SEGMENT SEULIMEUM DAN SEGMENT ACEH

Ketua Peneliti:

Yusran, S.Pd. M.Pd.

Anggota Peneliti:

Rahmati, S.Pd.I, M.Pd.

Penyusunan program mitigasi bencana gempa dibutuhkan kajian tentang kondisi geologi, aktifitas dan kerentanan seismic suatu kawasan tertentu. Penelitian ini dilakukan pada Kawasan GSF segment Seulimeum dan segment Aceh yang berdasarkan beberapa penelitian terdahulu yaitu oleh Sieh dan Natawidjaja (2000) dan Hurukawa et al. (2014). menemukan adanya sejarah dan potensi gempa dengan pergerakan segment ini relatif tinggi pada kedua segment tersebut. Survei dilakukan dengan metode Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSr) dan metode geomagnetik pada kawasan Lamteuba sebanyak 21 titik, Darul Imarah 14 titik dan Peukan Bada 5 (lima) titik. Berdasarkan analisis data diperoleh bahwa di kawasan Lamteuba terdapat lima lokasi sangat rentan yaitu kawasan yang lapisan tanahnya terdiri atas batuan sedimen dan dua titik dengan tingkat kerentanan sedang. Sementara untuk kawasan Darul Imarah dan Peukan Bada terdapat tiga titik kawasan sangat rentan dan 9 titik yang ada pada kategori sedang. Selanjutnya berdasarkan hasil pemetaan berdasarkan parameter dari metode HVSr dan Geomagnetik dapat disimpulkan bahwa secara umum kondisi geologi pada kawasan sekitar segment Seulimeum dan Segment Aceh terdapat lapisan sedimen dan lapisan tanah alluvial yang adalah rentan terhadap gempa darat yang berkekuatan magnitude >6. Oleh karena itu untuk memperoleh data yang akan menggambarkan kondisi geologi dalam 3D sangat direkomendasikan untuk penelitian pada wilayah lebih luas dan memotong kedua patahan (segment Seulimeum dan Segment Aceh), dengan menambah metode SPAC untuk memperoleh kecepatan gelombang-S (V_s30).

Kata Kunci: Frekuensi Dominan; Amplifikasi Tanah; Kerentanan Seismik; Nilai Suseptibilitas Batuan.

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT dan salawat beriring salam penulis persembahkan kepangkuan alam Nabi Muhammad SAW, karena dengan rahmat dan hidayah-Nya penulis telah dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul **“Pemetaan Kerentanan Bencana Gempa Pada Kawasan Sesar Sumatra Segmen Seulimeum Dan Segmen Aceh”**.

Dalam proses penelitian dan penulisan laporan ini tentu banyak pihak yang ikut memberikan motivasi, bimbingan dan arahan. Oleh karena itu penulis tidak lupa menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Rektor Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh;
2. Ibu Ketua LP2M UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
3. Bapak Kepala Pusat Penelitian dan Penerbitan UIN Ar-Raniry B. Aceh;
4. Dr. Muksin Umar, M.Si, M.Phil sebagai Tim Ahli HVSR;
5. Dr. Muhammad Syukri, M.Si sebagai Tim Ahli Geomagnetik;
6. Rahmati, S.Pd.I, M.Pd. sebagai anggota Tim Peneliti;
7. Anggota Tim Personalia Penelitian;

Akhirnya hanya Allah SWT yang dapat membalas amalan mereka, semoga menjadikannya sebagai amal yang baik.

Harapan penulis, semoga hasil penelitian ini bermanfaat dan menjadi salah satu amalan penulis yang diperhitungkan sebagai ilmu yang bermanfaat di dunia dan akhirat. *Amin ya Rabbal 'Alamin*.

Banda Aceh, 28 Oktober 2019
Ketua Peneliti,

Yusran, S.Pd. M.Pd.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Pembatasan Masalah.....	3
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Urgensi Penelitian.....	4
1.6 Luaran Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Tatanan Tektonik.....	6
2.1.1 Tatanan Tektonik Indonesia.....	6
2.1.2 GSF Segmen Aceh dan Segmen Seulimeum.....	7
2.1.3 Sejarah Bencana di Indonesia	7
2.1.4 Gempa pada Great Sumatra Fault (GSF)	9
2.2 Penelitian Terdahulu.....	10
2.2.1 Penelitian tentang HVSR.....	10
2.2.2 Penelitian dengan Metode Geomagnetik.....	10
2.3 Pengukuran Kerentanan.....	10
2.3.1 Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSR)	11
2.3.2 Metode Geomagnetik.....	12
BAB III METODE.....	16
3.1 Lokasi Penelitian	16
3.1.1 Titik Pengukuran.....	16

3.2	Pengukuran dan Pengambilan Data	17
3.2.1	Metode <i>Horizontal Vertical Spectral Ratio</i> (HVSr).....	17
3.2.2	Pengukuran Kerentanan Batuan (Suseptibilitas).....	18
3.2.3	Diagram Alir Penelitian	21
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
4.1	Titik Pengukuran	22
4.1.1	Lokasi Lamteuba.....	22
4.1.2	Peukan Bada dan Darul Imarah	23
4.2	Pengolahan Data dengan Aplikasi Geopsy	24
4.2.1	Grafik HVSr Data Lamteuba	25
4.2.2	Peukan Bada dan Darul Imarah	35
4.3	Kerentanan Seismik	45
4.3.1	Lamteuba	45
4.3.2	Peukan Bada dan Darul Imarah	46
4.4	Klasifikasi Tanah	46
4.4.1	Lamteuba	47
4.4.2	Peukan Bada dan Darul Imarah	48
4.5	Peta Berdasarkan Metode HVSr	48
4.5.1	Peta Frekwensi Dominan	49
4.5.2	Peta Nilai Amplifikasi	51
4.5.3	Peta Kerentanan Seismik (Kg).....	53
4.6	Peta Berdasarkan Nilai Suseptibilitas Magnetik Batuan.....	54
4.6.1	Titik Pengukuran.....	54
4.6.2	Peta Suseptibilitas Batuan Kawasan Lamteuba	57
4.6.3	Peta Suseptibilitas Batuan Kawasan Segmen Aceh.....	58
BAB V	PENUTUP	59
5.1	Kesimpulan.....	59
5.2	Rekomendasi	60
DAFTAR PUSTAKA.....		61
LAMPIRAN		64
BIODATA PENELITI.....		76

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1 Data Gempa Signifikan di Provinsi Aceh Tahun 1964-2016..	8
Tabel 2-2. Klasifikasi tanah konversi Kanai & Tanaka dengan Omote-Nakajima (Pitilakis & Kakderi, 2011).....	12
Tabel 2-3. Nilai Suseptibilitas Batuan (Telford, 1990).....	15
Tabel 3-1 Peralatan yang digunakan dalam penelitian.....	17
Tabel 3-2 Peralatan yang digunakan dalam penelitian.....	19
Tabel 4-1 Titik Lokasi Pengukuran di Lamteuba.....	22
Tabel 4-2 Titik Lokasi Pengukuran di Peukan Bada dan Darul Imarah	23
Tabel 4-3 Nilai Frekuensi Dominan, Amplifikasi, dan Kerentanan Seismik.....	45
Tabel 4-4 Nilai Frekuensi Dominan, Amplifikasi, dan Kerentanan Seismik di Peukan Bada dan Darul Imarah	46
Tabel 4-5 Spesifikasi/Jenis Tanah berdasarkan Kanai & Tanaka di Lokasi Pengukuran Lamteuba.....	47
Tabel 4-6 Spesifikasi/Jenis Tanah berdasarkan Kanai & Tanaka di Lokasi Pengukuran Peukan Bada dan Darul Imarah.....	48
Tabel 4-7 Data Pengukuran Geomagnetik Lamteuba	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Sesar Sumatra dengan 19 segmen sepanjang Pulau Sumatra	7
Gambar 2-2 Diagram gempa signifikan di Provinsi Aceh Tahun 1964 - 20169	
Gambar 2-3. Unsur-unsur dari Medan Magnet Bumi (Reynolds, 2017)	13
Gambar 2-4. Kutub utara geografis dengan utara magnetik (Telford, 1990)	14
Gambar 3-1 Peta Lokasi di Kawasan Lamteuba (Segmen Seulimeum)	16
Gambar 3-2 Peta Lokasi di Kawasan segmen Aceh.....	17
Gambar 3-3 Diagram alir penelitian	21
Gambar 4-1 Tampilan layar aplikasi geopsy dalam analisis data mkrotremor	24
Gambar 4-2 Grafik H/V stasiun 1836 Lamteuba	25
Gambar 4-3 Grafik H/V Stasiun 2927 Lamteuba.....	26
Gambar 4-4 Grafik H/V Stasiun 1420 Lamteuba.....	26
Gambar 4-5 Grafik H/V Stasiun 5018 Lamteuba.....	27
Gambar 4-6 Grafik H/V Stasiun 4929 Lamteuba.....	27
Gambar 4-7 Grafik H/V Stasiun 5853 Lamteuba.....	28
Gambar 4-8 Grafik H/V Stasiun 4010 Lamteuba.....	28
Gambar 4-9 Grafik H/V Stasiun 4059 Lamteuba.....	28
Gambar 4-10 Grafik H/V Stasiun 5058 Lamteuba.....	29
Gambar 4-11 Grafik H/V Stasiun 3636 Lamteuba.....	29
Gambar 4-12 Grafik H/V Stasiun 3727 Lamteuba.....	30
Gambar 4-13 Grafik H/V Stasiun 3710 Lamteuba.....	30
Gambar 4-14 Grafik H/V Stasiun 1020 Lamteuba.....	31
Gambar 4-15 Grafik H/V Stasiun 0157 Lamteuba.....	31
Gambar 4-16 Grafik H/V Stasiun 0037 Lamteuba.....	32
Gambar 4-17 Grafik H/V Stasiun 0821 Lamteuba.....	32
Gambar 4-18 Grafik H/V Stasiun 0657 Lamteuba.....	33
Gambar 4-19 Grafik H/V Stasiun 1548 Lamteuba.....	33
Gambar 4-20 Grafik H/V Stasiun 1427 Lamteuba.....	34
Gambar 4-21 Grafik H/V Stasiun 3002 Lamteuba.....	34
Gambar 4-22 Grafik H/V Stasiun 1708 Lamteuba.....	35
Gambar 4-23 Grafik H/V Titik AB01 Peukan Bada.....	35
Gambar 4-24 Grafik H/V Titik AB02 Peukan Bada.....	36

Gambar 4-25 Grafik H/V Titik AB03 Peukan Bada.....	36
Gambar 4-26 Grafik H/V Titik AB04 Peukan Bada.....	37
Gambar 4-27 Grafik H/V Titik AB05 Peukan Bada.....	37
Gambar 4-28 Grafik H/V Titik AB06 Darul Imarah.....	38
Gambar 4-29 Grafik H/V Titik AB07 Darul Imarah.....	38
Gambar 4-30 Grafik H/V Titik AB08 Darul Imarah.....	39
Gambar 4-31 Grafik H/V Titik AB09 Darul Imarah.....	39
Gambar 4-32 Grafik H/V Titik AB10 Darul Imarah.....	40
Gambar 4-33 Grafik H/V Titik AB11 Darul Imarah.....	40
Gambar 4-34 Grafik H/V Titik AB12 Darul Imarah.....	41
Gambar 4-35 Grafik H/V Titik AB13 Darul Imarah.....	41
Gambar 4-36 Grafik H/V Titik AB14 Darul Imarah.....	42
Gambar 4-37 Grafik H/V Titik AB15 Darul Imarah.....	42
Gambar 4-38 Grafik H/V Titik AB16 Darul Imarah.....	43
Gambar 4-39 Grafik H/V Titik AB17 Darul Imarah.....	43
Gambar 4-40 Grafik H/V Titik AB18 Darul Imarah.....	44
Gambar 4-41 Grafik H/V Titik AB19 Darul Imarah.....	44
Gambar 4-42 Peta Nilai Frekwensi Dominan Kawasan Lamteuba.....	49
Gambar 4-43 Peta Frekwensi Dominan Kawasan Segmen Aceh.....	50
Gambar 4-44 Peta Nilai Amplifikasi (Ao) di Kawasan Lamteuba.....	51
Gambar 4-45 Peta Nilai Amplifikasi (Ao) Kawasan Segmen Aceh.....	52
Gambar 4-46 Peta Nilai Kerentanan Seismik (Kg) Kawasan Lamteuba.....	53
Gambar 4-47 Peta Nilai Kerentanan Seismik Kawasan Segmen Aceh.....	54
Gambar 4-48 Titik Lokasi Pengukuran Magnetik.....	55
Gambar 4-49 Lokasi Pengukuran Geomagnetik di Kawasan Segmen Aceh.....	55
Gambar 4-50 Peta Nilai Suseptibilitas Batuan Kawasan Lamteuba.....	57
Gambar 4-51 Peta jenis batuan berdasarkan nilai suseptibilitas.....	58

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah salah satu negara yang memiliki tingkat kerentanan bencana yang tinggi yaitu tanah longsor, gempa bumi dan tsunami. Kerentanan tersebut diakibatkan karena Indonesia terletak dalam kawasan empat lempeng aktif yaitu Australia, Eurasia, Filipina, dan Pasifik (Adiyoso & Kanegae, 2013). Disamping itu Indonesia juga terdapat beberapa lempeng aktif seperti Patahan Semangko (Sumatra), Patahan Opak (Jogjakarta), Patahan Grindulu (Pacitan), Patahan Lembang (Jawa Barat), Patahan Flores, Patahan Palu dan lain-lain (Qiu et al., 2016).

Patahan Sumatra disebut Patahan Semangko dikarenakan patahan ini membentang dari Teluk Semangko sampai Perairan Utara Aceh. Patahan Semangko terbentuk sejak jutaan tahun lalu pada waktu Patahan/Lempeng (Samudra) Hindia-Australia menabrak bagian barat Sumatera yang menjadi bagian dari Patahan/Lempeng (Benua) Eurasia sepanjang 1900 km (Sih dan Natawidjaja, 2000). Sehingga patahan ini juga sering disebut sebagai Patahan Besar Sumatra atau Great Sumatra Fault (Natawidjaja et al., 2017).

Great Sumatra Fault (GSF) tidak terhubung secara utuh melainkan terbagi atas beberapa bagian yang biasa disebut segmen. Segmen tersebut tersebar sepanjang Pulau Sumatra dari Teluk Semangko sampai Aceh yang terbagi menjadi 19 segmen yaitu Segmen Sunda, Semangko, Kumering, Manna, Musi, Ketaun, Dikit, Siulak, Suliti, Sumani, Sianok, Sumpur, Barunun, Angkola, Toru, Renun, Tripa, Aceh, dan Seulimeum (Sih dan Natawidjaja 2000; (Burton & Hall, 2014). Dari 19 segmen GSF tiga diantaranya berada di wilayah Provinsi Aceh yaitu Segmen Aceh, Segmen Seulimeum dan Segmen Tripa (Genrich et al., 2000).

Setiap segmen-segmen pada GSF memiliki karakteristik masing-masing antara lain adalah jumlah gempa yang pernah terjadi dengan magnetude yang beragam. Jumlah gempa terbanyak terjadi pada segmen Toru yaitu sebanyak 142 kali dengan magnetude tertinggi 7.6 M, sedangkan terendah ada pada segmen Kumering yaitu 33 kali gempa dengan magnetude tertinggi 7,6 M (Burton & Hall, 2014; Natawidjaja et al., 2007). Sedangkan untuk segmen seulimeum tercatat magnetude tertinggi 6,7 M dengan pergeseran relatif (*slip-rate*) 2.5 mm/yr dan pada segmen Aceh mengalami *slip-rate* 2 mm/yr dengan magnetude maksimum 7.7 M (Irsyam, 2010).

Penelitian terdahulu telah mencatat beberapa gempa besar yang terjadi di wilayah Aceh dan sekitarnya. Gempa-gempa tersebut antara lain gempa di

Pulau Simeulu tahun 2002 (M 7.3), gempa Sumatra - Andaman tahun 2004 Mw 9.15 (Natawidjaja et al., 2007), gempa Simeulu - Nias tahun 2005 (Mw 8,6), Gempa simeulu tahun tahun 2008 (Mw 7.4), tahun 2010 gempa Pulau Banyak (Mw 7.8), Tahun 2010 gempa Simeulu (Mw 7.2) dan Tahun 2012 Mw 8.6 & Mw 8.2 (Burton & Hall, 2014). Gempa-gempa tersebut seperti terjadi berkaitan dengan gempa megathrust di zona subduksi sesar Australia terhadap Sesar Eurasiadan dan memiliki momentum seismik (Burton & Hall, 2014).

Banyaknya korban yang ditimbulkan pada setiap bencana alam khususnya gempa bumi diakibatkan minimnya pengetahuan masyarakat tentang bencana dan kondisi alam serta metode mitigasi bencana yang dipengaruhi pengalaman dan pengaruh kepercayaan lokal (Haulle, 2012; McCaughey et al., 2017) dan juga kecenderungan seseorang melakukan upaya penyelamatan juga dipengaruhi oleh faktor sosial dan keluarga seperti yang dilakukan warga Banda Aceh pada bencana gempa bumi tahun 2012 (McCaughy et al., 2017). Dalam penelitian lain diperoleh bahwa pengetahuan tentang mitigasi tidak serta merta aplikatif pada saat bencana terjadi (Adiyoso & Kanegae, 2013). Oleh karena itu penyusunan program mitigasi bencana harus dilaksanakan secara terus menerus dan berdasarkan data pengukuran dengan berbagai metode pada kawasan yang sejarah kegempaan ada meskipun aktivitas seismiknya tidak tinggi.

Rendahnya aktifitas seismik di GSF menyebabkan kurangnya perhatian dan kajian seismik oleh para peneliti di kawasan tersebut (Rivera, Sieh, Helmberger, & Natawidjaja, 2002). Meskipun demikian pada GSF khususnya segmen Seulimeum, penelitian yang menggunakan data geomagnetik menunjukkan eksistensi segmen Seulimeum di sekitar Ie Jue Lamteuba Kabupaten Aceh Besar (Zakaria et al., 2016) dan di kawasan Krueng Raya Kabupaten Aceh Besar yang berhasil membuat pemetaan segmen seulimeum untuk kawasan tersebut (H. Hisham, M. Nordiana, R. Saad, M. Syukri, S. Nabila, M. Umi, 2015). Kedua kajian tersebut terfokus pada eksistensi sistem lempeng sumatra dengan metode geomagnetik dan metode gravity serta belum mengkaji lebih jauh tentang kerentanan seismik pada kawasan tersebut.

Bertolak dari hal tersebut untuk kebutuhan mitigasi bencana perlu dikaji lebih mendalam aktifitas seismik dan kerentanannya dengan metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSr)* dan Geomaknetik pada GSF segmen Seulimeum dan segmen Aceh, hal ini dikarenakan adanya potensi gempa yang ditandai dengan pergerakan segmen ini relatif tinggi pada kedua segmen tersebut (Hurukawa, Wulandari, & Kasahara, 2014). Dan metode

HVSR merupakan salah satu metode efektif dan dapat dipergunakan untuk berbagai tujuan yang lain seperti studi sedimentasi (Mucciarelli & Gallipoli, 2001) serta sangat efektif untuk pencegahan kerusakan akibat gempa yang akan terjadi dengan mengungkap aktifitas seismik pada sesar tertentu (Nakamura, 2008). Disamping menggunakan metode HVSR, pengukuran tingkat kerentanan juga dapat berdasarkan interpretasi struktur bawah permukaan tanah dengan menggunakan metode geomagnetik. Pengukuran dengan kedua metode tersebut diharapkan akan menjawab bagaimana tingkat aktifitas seismik, pola gerakan, struktur bawah permukaan tanah dan kerentanannya terhadap gempa.

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan Pemetaan kerentanan bencana gempa berdasarkan metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSR) dan metode geomagnetik pada kawasan lempeng/sesar Sumatra (*Great Sumatra Fault*) khususnya Segmen Seulimeum di Lamteuba Kecamatan Seulimeum dan Segmen Aceh di Kecamatan Darul Imarah dan Kecamatan Peukan Bada (Kabupaten Aceh Besar).

1.2 Pembatasan Masalah

Penelitian ini melakukan pemetaan kerentanan bencana gempa bumi pada Kawasan *Great Sumatra Fault* (GSF) segmen Seulimeum (kawasan lamteuba) dan segmen Aceh (Kecamatan Darul Imarah dan Peukan Bada Kabupaten Aceh Besar).

1.3 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini dengan mengacu pada latar belakang di atas, selanjutnya dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana tingkat kerentanan yang diakibatkan gempa pada kawasan segmen Seulimeum dan Segmen Aceh di Kabupaten Aceh Besar dengan menggunakan data metode HVSR?
2. Bagaimana tingkat kerentanan yang diakibatkan gempa pada kawasan segmen Seulimeum dan Segmen Aceh di Kabupaten Aceh Besar berdasarkan data metode geomagnetik?
3. Bagaimana pemetaan tingkat kerentanan bencana gempa pada Kawasan GSF di Segmen Seulimeum dan Segmen Aceh Kabupaten Aceh Besar Aceh berdasarkan metode HVSR dengan Geomagnetik?

1.4 Tujuan Penelitian

Secara khusus penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisa tingkat kerentanan yang diakibatkan gempa pada Kawasan GSF segmen Seulimeum dan Segmen Aceh di Kabupaten Aceh Besar dengan menggunakan data metode HVSR.
2. Menganalisa tingkat kerentanan yang diakibatkan gempa pada Kawasan GSF segmen Seulimeum dan Segmen Aceh di Kabupaten Aceh Besar berdasarkan data geomagnetik
3. Menghasilkan peta kerentanan bencana gempa pada Kawasan GSF di Segmen Seulimeum dan Segmen Aceh Kabupaten Aceh, berdasarkan metode HVSR dan metode geomagnetik.

1.5 Urgensi Penelitian

Penelitian ini sangat penting mengingat belum ada kajian dan pengukuran struktur bawah permukaan dan kerentanan seismik pada Kawasan GSF segmen Seulimeum dan segmen Aceh serta peta kerentanan seismik pada kedua segmen tersebut berdasarkan data metode HVSR dan Geomagnetik. Hasil penelitian ini juga dapat digunakan sebagai salah satu dalam penyusunan program mitigasi bencana gempa pada Kawasan tersebut. Dan selanjutnya akan menjadi dasar penyusunan kurikulum Pendidikan kebencanaan baik di jenjang dasar menengah maupun Pendidikan tinggi di Aceh.

1.6 Luaran Penelitian

Penelitian ini akan melakukan analisa dan pemetaan tingkat kerentanan bencana gempa melalui pengukuran mikrotremor dan pengukuran struktur bawah permukaan pada Kawasan GSF Segmen Seulimeum dan Segmen Aceh. Secara khusus penelitian ini akan menghasilkan luaran penelitian :

1. Analisa kerentanan seismik pada Kawasan GSF segmen Seulimeum di Lamteuba Seulimeum dan Segmen Aceh di Darul Imarah dan Peukan Bada dengan menggunakan metode HVSR.
2. Analisa kerentanan seismik pada Kawasan GSF segmen Seulimeum di Lamteuba Seulimeum dan Segmen Aceh di Darul Imarah dan Peukan Bada berdasarkan struktur bawah permukaan tanah dengan menggunakan metode Geomagnetik.
3. Peta kerentanan seismik pada Kawasan GSF segmen Seulimeum di Lamteuba Seulimeum dan Segmen Aceh di Darul Imarah dan Peukan Bada dengan menggunakan metode HVSR.

4. Peta kerentanan seismik pada Kawasan GSF segmen Seulimeum di Lamteuba Seulimeum dan Segmen Aceh di Darul Imarah dan Peukan Bada berdasarkan struktur bawah permukaan dengan menggunakan metode Geomagnetik.
5. Publikasi melalui prociding dan jurnal internasional

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

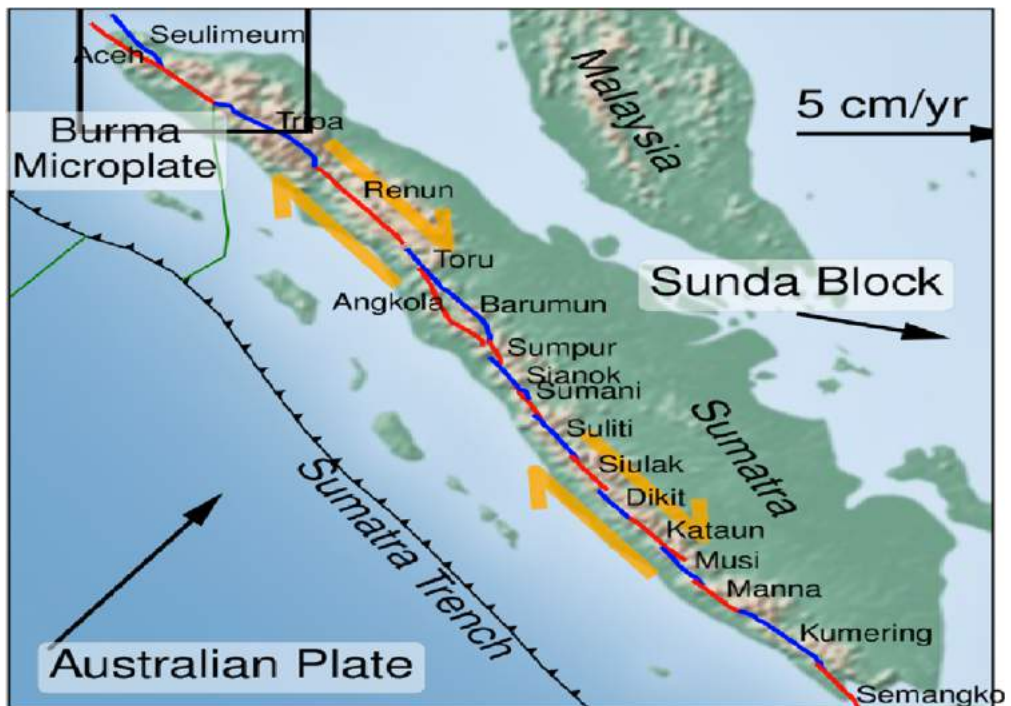
2.1 Tatanan Tektonik

2.1.1 Tatanan Tektonik Indonesia

Indonesia adalah sebuah kawasan yang dengan kerawanan bencana yang tinggi, sebagai contoh disebutkan bahwa Indonesia berada pada peringkat 1 dari 76 negara pada kerawanan bencana tsunami, peringkat 1 dari 162 negara untuk ancaman tanah longsor, peringkat 3 dari 153 negara untuk ancaman gempa. Kondisi tersebut disebabkan oleh beberapa faktor dan salah satunya adalah dikarenakan Indonesia berada pada empat lempeng aktif yaitu Lempeng Philipina, Lempeng Atlantik, Lempeng Eurasia, dan Lempeng India-Australia (Adiyoso & Kanegae, 2013).

Disamping keempat lempeng besar tersebut, di Indonesia juga terdapat beberapa lempeng aktif seperti Patahan Semangko (Sumatra), Patahan Opak (Jogjakarta), Patahan Grindulu (Pacitan), Patahan Lembang (Jawa Barat), Patahan Flores, Patahan Palu dan lain-lain (Qiu et al., 2016). Patahan atau lempeng-lempeng tersebut telah menunjukkan keaktifannya yang ditandai dengan beberapa gempa besar (lebih dari Mw 6.0) dalam beberapa tahun terakhir.

Dari semua wilayah Indonesia wilayah dalam 20 tahun terakhir Pulau Sumatra yang pernah mengalami gempa besar, seperti gempa Aceh tahun 2004 dan Gempa Nias tahun 2005, sementara gempa darat terjadi di Aceh (Bener Meriah dan Pidie Jaya). Di Pulau Sumatra terdapat salah satu lempeng aktif yaitu Lempeng Sumatra atau sering juga disebut dengan Lempeng Semangko hal ini disebabkan karena lempeng tersebut terbentang sepanjang Pulau Sumatra dari Teluk Semangko di Provinsi Lampung sampai Pulau Sabang Provinsi Aceh. atau juga dikenal sebagai *Great Sumatra Fault* (GSF) terbagi menjadi 19 segmen yaitu Sunda, Semangko, Kumering, Manna, Musi, Ketaun, Dikit, Siulak, Suliti, Sumani, Sianok, Sumpur, Barunun, Angkola, Toru, Renun, Tripa, Aceh, dan Seulimeum (Sieh dan Natawidjaja 2000; (Burton & Hall, 2014).



Gambar 2-1 Sesar Sumatra dengan 19 segmen sepanjang Pulau Sumatra

2.1.2 GSF Segmen Aceh dan Segmen Seulimeum

Dari 19 segmen GSF tiga diantaranya berada di wilayah Provinsi Aceh yaitu Segmen Aceh, Segmen Seulimeum dan Segmen Tripa (Genrich et al., 2000). Segmen Aceh dan Segmen Seulimeum memiliki titik temu di kawasan Tangse Pidie, dimana segmen Aceh terbentang dari Tangse Pidie sampai Pulau Aceh dan meliputi wilayah Kabupaten Pidie, Kabupaten Aceh Besar, dan Kota Banda Aceh. Sedangkan segmen Seulimeum terbentang dari Tangse Kabupaten Pidie melewati Kawasan Seulawah Kabupaten Aceh Besar sampai dengan Sabang (Omang, Cummins, Robinson, & Hidayati, 2016). Gempa Bumi

2.1.3 Sejarah Bencana di Indonesia

Indonesia merupakan negara yang memiliki tingkat kerentanan bencana yang tinggi yaitu gempa bumi, tanah lonsor dan tsunami. Hal itu disebabkan karena Indonesia terletak pada kawasan empat lempeng aktif yaitu Australia, Eurasia, Filipina, dan Pasifik (Adiyoso & Kanegae, 2013). Disamping keempat lempeng besar tersebut, di Indonesia juga terdapat beberapa lempeng aktif seperti Patahan Semangko (Sumatra), Patahan Opak

(Jogjakarta), Patahan Grindulu (Pacitan), Patahan Lembang (Jawa Barat), Patahan Flores, Patahan Palu dan lain-lain (Qiu et al., 2016).

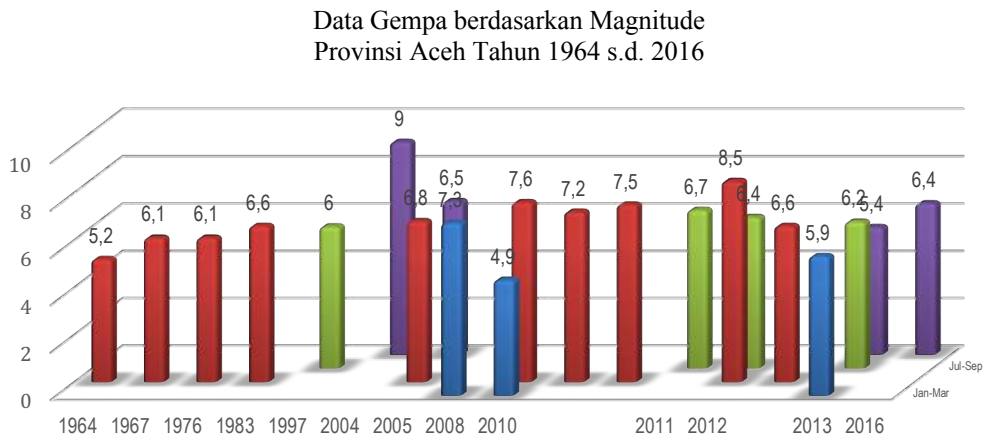
Beberapa gempa besar yang terjadi dalam 20 tahun terakhir menimbulkan korban jiwa maupun harta dan kerugian akibat bencana di Indonesia.

Tabel 2-1 Data Gempa Signifikan di Provinsi Aceh Tahun 1964-2016

No	Tahun	Lokasi	Epicentrum		Bulan/Magnitude			
			Lat	Long	Jan-Mar	Apr-June	Jul-Sep	Okt-Des
1	1964	Lamteuba, Seulimeum	5,9	95,7		5,2		
2	1967	Aceh Tengah	5,3	97,3		6,1		
3	1976	Kotacane	3,2	96,3		6,1		
4	1983	Aceh (Laut P Aceh)	5,72	94,72		6,6		
5	1997	Beutong	4,36	96,49			6	
6	2004	Aceh-Andaman	3,295	95,982				9
7	2005	Simeulue	2,164	96,786		6,8		6,5
8	2008	Simeulue	2,65	96	7,3			
9	2010	Aceh tengah	4,71	96,81	4,9			
10		Simeulue	2,33	97,02		7,6		
11		Aceh Barat	3,61	95,84		7,2		
12		Aceh-Andaman	7,68	91,99		7,5		
13	2011	Singkil	2,81	97,85			6,7	
14	2012	Simeulue	2,4	92,99		8,5		
15		Subulussalam	2,81	97,71		6,6		
16		Simeulue	2,51	95,9			6,4	
17	2013	Pidie	4,86	96,02	5,9			
18		Bener Meriah	4,7	96,61			6,2	
19		Tangse, Pidie	5,02	95,89				5,4
20	2016	Meureudu, Pidie Jaya	5,19	96,36				6,4

Sumber :BMKG (2018)

Berdasarkan tabel 2-1 di atas secara grafik ditunjukkan pada diagram berikut :



Gambar 2-2 Diagram gempa signifikan di Provinsi Aceh Tahun 1964 - 2016

2.1.4 Gempa pada Great Sumatra Fault (GSF)

Great Sumatra Fault (GSF) yang terbagi menjadi 19 segmen yaitu dari Sunda sampai dengan segmen Aceh, dan Seulimeum (Sih dan Natawidjaja 2000; (Burton & Hall, 2014). Masing-masing segmen memiliki karakteristik dengan gempa yang berbeda-beda. Dimana ada beberapa segmen dengan frekuensi gempa yang tinggi dan ada yang memiliki frekuensi rendah.

Segmen dengan frekuensi gempa terbanyak terjadi pada segmen Toru yaitu sebanyak 142 kali dengan magnetude tertinggi 7.6 M, sedangkan terendah ada pada segmen Kumering yaitu 33 kali gempa dengan magnetude tertinggi 7,6 M (Burton & Hall, 2014; Natawidjaja et al., 2007). Sedangkan untuk segmen seulimeum tercatat magnetude tertinggi 7.5 M dengan pergeseran relatif (*slip-rate*) 2.5 mm/yr dan pada segmen Aceh mengalami *slip-rate* 2 mm/yr dengan magnetude maksimum 7.7 M (Irsyam, 2010).

Sementara sejarah gempa pada GSF khususnya segmen Seulimeum dan segmen Aceh yaitu pada segmen Seulimeum terjadi pada tahun 1964 (M 6.5) (Sih dan Natawidjaja, 2000) dan pada segmen Aceh tahun 1997 (M 6.0) (Hurukawa et al., 2014). Dan yang terakhir diluar kedua segmen tersebut yaitu yang terjadi pada tahun 2016 di Pidie Jaya (M 6.5) dengan menimbulkan banyak korban harta dan jiwa (Irsyam, Asrurifak, Mikail, Sabaruddin, & Faisal, 2017).

2.2 Penelitian Terdahulu

2.2.1 Penelitian tentang HVSR

Menurut Nakamura (2008) bahwa gempa bumi akan pernah terjadi ketika kekuatan seismik melampaui daya tahan tanah dan struktur. Oleh karena itu, studi tentang gempa secara berkesinambungan sangat diperlukan agar bencana gempa bumi dapat diprediksi dan dipantau. Salah satu metode untuk mengkaji tentang kondisi geologi (tanah dan struktur) adalah metode HVSR. Model HVSR dapat digunakan mikrozonasi atau studi serupa (Herak, 2008). Riset berikutnya mengungkapkan juga bahwa Metode HVSR telah banyak digunakan dalam estimasi frekuensi getaran dominan tanah. Salah satu pengukuran kondisi geologi dengan metode HVSR telah menemukan bahwa Banda Aceh berada di atas lapisan alluvium setebal sekitar 70 m sampai dengan 206 m (Setiawan & Kusuma, 2013).

2.2.2 Penelitian dengan Metode Geomagnetik

Metode geomagnetik adalah suatu metode geofisika yang bertujuan untuk mengukur anomaly magnetik batuan. Dengan diketahuinya sifat batuan maka akan diperoleh nilai suseptibilitas batuan dan selanjutnya dapat ditentukan kluster batuan bawah permukaan dan bahkan dapat menentukan eksistensi sesar, diantaranya yang dilakukan Zakaria *et al.* (2016) yaitu pengukuran data magnetik pada Kawasan Iejue Lamteuba yang menunjukkan keberadaan sesar Seulimeum. Penelitian lain yang dilakukan oleh Sutarno *et al.* (2014) dengan hasil yang menunjukkan kuatnya dua dimensi struktur konduktivitas regional segmen SF Aceh.

Penelitian dilakukan oleh Broto & Putranto (2011) di daerah Jaboi Kota Sabang, diperoleh tiga kluster batuan berdasarkan anomali magnetik, yaitu batuan metamorfosis dengan anomali sangat rendah yang mempunyai nilai antara - 600s / d200 nT sebagai; batuan aluvial dan piroklastik dengan anomali rendah yang mempunyai nilai antara -200s / d300 nT; dan batuan rhyolit / dasit vulkanik dan segar mempunyai anomali tinggi dengan nilai antara; 300an / d700 nT. Penelitian lain oleh Nordiana *et al.* (2014) yang dilaksanakan di Kawasan Krueng Raya Aceh Besar, dengan nilai magnetik lokal pada kisaran -700 hingga 650 nT dan pola tren nilai residu rendah di bagian utara dan banyak nilai residu tinggi terlihat di sekitar Krueng Raya yang diindikasikan sebagai zona sesar.

2.3 Pengukuran Kerentanan

Dalam lingkup bencana ada lima istilah yang populer yaitu: (1) *Disaster Risk Reduction (DDR)* adalah langkah-langkah yang diambil

sebelum/selama/ setelah terjadinya bencana yang bertujuan untuk mengurangi risiko kepada masyarakat (Wang, 2016), (2) *vulnerability* (kerentanan) adalah kemungkinan masyarakat/ komunitas untuk mengalami kerugian dari suatu bencana, (3) *exposure* adalah komunitas/orang-orang dan harta benda yang berisiko terpapar bahaya bencana, (4) *risk* (resiko) adalah kemungkinan kerugian bagi komunitas/orang-orang atau harta benda (hal yang berharga) yang diakibatkan oleh bencana, dan (5) *hazard* (ancaman) adalah sesuatu hal yang berpotensi menyebabkan kerugian terhadap komunitas/orang-orang atau harta benda (Twigg, 2004). Oleh karena itu pengukuran kerentanan tertentu seperti gempa tidak akan terlepas dari kajian terhadap hal-hal tersebut.

Spektrum gempa berupa gelombang seismik tiba disuatu tempat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu: besarnya *magnitude*, sumber dan karakteristik gempa (*source activation*), jarak dari sumber pelepasan energi, jalur penjalaran signal (*wave travel path*), dan efek geologi lokal (*local geology and site conditions*). Tiga faktor penting yang paling mempengaruhi spektrum adalah besaran *magnitude*, jarak, dan kondisi geologi lokal. Oleh karena itu, kondisi geologi lokal (amplifikasi spektrum tanah tertentu) dapat menyebabkan amplifikasi maupun deamplifikasi dan perubahan karakteristik gelombang seismik yang tiba. Untuk memperoleh data kondisi geologi local dapat dilakukan dengan berbagai metode diantaranya adalah metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSr) dan metode geomagnetik (Elnashai & Di Sarno, 1996).

2.3.1 *Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSr)*

HVSr juga dikenal sebagai H / V untuk metode "horizontal-ke-vertikal" menggunakan satu seismometer tiga komponen seukuran pita lebar untuk merekam kebisingan seismik ambien. Ini dianggap sebagai metode seismik "pasif" karena tidak memerlukan sumber seismik buatan, seperti muatan peledak atau pukulan palu. Metode HVSr mengukur komponen vertikal dan dua horisontal (utara-selatan dan timur-barat) dari kebisingan seismik ambien, yang mencakup gelombang mikro yang diinduksi oleh angin, gelombang laut, dan aktivitas antropogenik. Rasio spektrum frekuensi rata-rata H / V (horizontal-ke-vertikal) digunakan untuk menentukan frekuensi resonansi situs fundamental, yang dapat diinterpretasikan dengan menggunakan persamaan regresi untuk memperkirakan ketebalan sedimen dan kedalaman batuan dasar (Nakamura, 2008).

Metode HVSr menghasilkan sebuah spektrum HVSr dengan frekuensi dominan (f_0) dan amplifikasi mikrotremor (A_0) yang merupakan

parameter yang mencerminkan karakteristik dinamika lapisan tanah permukaan. frekuensi dominan (f_0) merupakan frekuensi dari getaran yang terjadi pada saat nilai spektrum amplitudo fourier (*Fourier Amplitude Spectrum*) maksimal. Nilai periode dominan tanah di suatu tempat berbanding terbalik dengan nilai frekuensi dominannya. Frekuensi dominan dan periode dominan tanah yang dapat diestimasi dengan metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSr) dari rekaman mikrotremor (Bard *et al.*, 2004). Klasifikasi tanah yang telah dilakukan konversi oleh Kanai dan Tanaka dengan Omote-Nakajima dapat ditunjukkan pada table 2-1, sebagai berikut:

Tabel 2-2. Klasifikasi tanah konversi Kanai & Tanaka dengan Omote-Nakajima (Pitilakis & Kakderi, 2011)

Klasifikasi Tanah		Periode Predominan (s)	Frekuensi Predominan (Hz)	Keterangan
Kanai	Omote-Najima			
Jenis I	Jenis A	0,05 – 0,15	6,7 - 20	Batuan tersier atau lebih tua. Terdiri dari batuan pasir berkerikil keras (<i>hardsandy gravel</i>)
Jenis II	Jenis B	0,1 – 0,25	4 – 6,7	Batuan <i>alluvial</i> dengan ketebalan 5m. Terdiri dari pasir kerikil (<i>sandy gravel</i>), lempung keras berpasir (<i>sandy hard clay</i>), lempung (<i>loam</i>), dan sebagainya.
Jenis III	Jenis C	0,25 – 0,4	2,5 - 4	Batuan <i>alluvial</i> yang hampir sama dengan tanah jenis II, hanya dibedakan oleh adanya formasi yang belum diketahui (<i>buff formation</i>).
Jenis IV	Jenis D	>0,4	1,4 – 2,5	Batuan <i>alluvial</i> yang terbentuk dari sedimentasi delta, <i>top soil</i> , lumpur, tanah lunak, humus, endapan delta atau endapan lumpur, yang tergolong ke dalam tanah lembek, dengan kedalaman 30m.

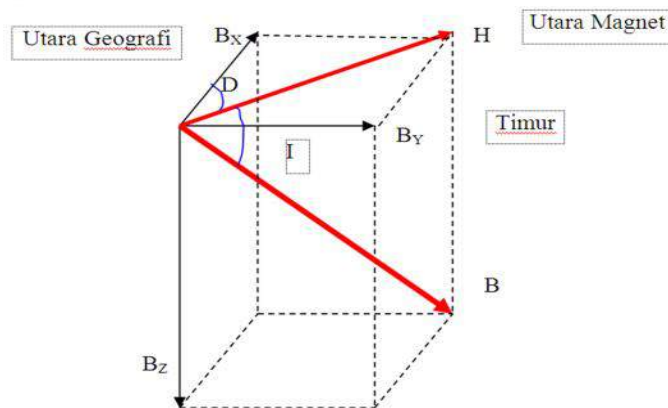
2.3.2 Metode Geomagnetik

Metode geomagnetik merupakan salah satu metode dalam praeksplorasi geofisika, termasuk untuk penyelidikan mineral batuan. Ada beberapa keunggulan dari metode ini, yaitu simpel, murah, dan cepat dan memiliki akurasi pengukuran yang relatif tinggi. Metode geomagnetik adalah metode yang mengukur variasi intensitas magnetik di permukaan bumi. Variasi intensitas magnetik disebabkan oleh variasi nilai kerentanan di bawah

permukaan bumi. Kerentanan batuan adalah sifat magnetik batuan yang dapat dipengaruhi oleh tiga hal, yaitu tekanan, suhu dan bahan penyusun.

2.3.2.1 Magnetik Bumi

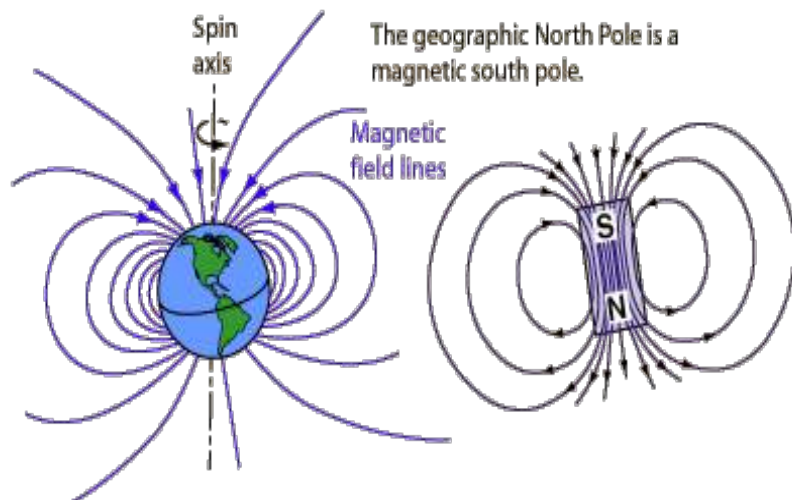
Medan magnet bumi dapat diasumsikan sebagai medan magnet akibat adanya batang magnet raksasa yang terletak di dalam inti bumi, namun tidak berimpit dengan pusat bumi. Medan magnet ini dinyatakan sebagai vector yang mempunyai besaran dan arah. Arahnya dinyatakan sebagai deklinasi (besar sudut penyimpangan terhadap arah utara-selatan geografis) dan inklinasi (besar sudut penyimpangan terhadap arah horisontal), (Reynolds, 2017). Untuk lebih jelasnya dapat ditunjukkan seperti pada gambar 2-7 dan gambar 2-8 di bawah ini :



Gambar 2-3. Unsur-unsur dari Medan Magnet Bumi (Reynolds, 2017)

Keterangan:

1. Deklinasi (D), yaitu sudut yang dibentuk antara utara geografis dengan utara magnetik.
2. Inklinasi (I), yaitu sudut yang dibentuk antara medan magnetik total dengan bidang horizontal yang dihitung dari bidang horizontal menuju bidang vertikal ke bawah.
3. Intensitas horizontal (B), yaitu besar medan magnetik total pada bidang horizontal.



Gambar 2-4. Kutub utara geografis dengan utara magnetik (Telford, 1990)

Anomali yang di peroleh dari survey merupakan hasil gabungan dari keduanya, bila arah medan magnet remanen sama dengan arah medan magnet induksi maka anomalnya bertambah besar, demikian sebaliknya. Dalam survei magnetik, efek medan remanen akan diabaikan apabila anomali medan magnet kurang dari 25 % medan magnet bumi (Telford, 1990).

2.3.2.2 Suseptibilitas Magnet Batuan (k)

Setiap jenis batuan yang terdapat di bumi mempunyai medan magnet, sifat dan karakteristik yang spesifik. Karakter spesifik itu memudahkan dalam suatu pengukuran intensitas magnet yang bertujuan untuk mencari dan menemukan bahan batuan tersebut. Pengukuran variasi intensitas medan magnet di permukaan bumi merupakan variasi distribusi benda termagnetisasi di bawah permukaan bumi. Variasi sifat kemagnetan tersebut mengindikasikan variasi besarnya suseptibilitas mineral penyusun batuan terhadap batuan sekitarnya (Diurnal *et al.*, 2015).

Berdasarkan persamaan kuat medan anomali di atas parameter kerentanan magnetik k sangat penting karena menyatakan tingkat atau derajat magnetisasi suatu benda akibat pengaruh medan magnet luar. Kerentanan magnetik k merupakan parameter yang menyebabkan timbulnya anomali magnetik yang sifatnya khas setiap jenis mineral khususnya logam. Nilai k semakin besar jika jumlah mineral magnetik yang dikandung material makin tinggi, begitupun sebaliknya (Toshihide *et al.*, 2014). Batuan atau mineral dapat dikelompokkan berdasarkan sifat magnetik yang ditunjukkan oleh nilai suseptibilitas magnetiknya sebagai berikut :

1. Diamagnetik : Mempunyai suseptibilitas magnetik (k) negatif dan sangat kecil.
2. Paramagnetik : Mempunyai suseptibilitas magnetik (k) positif dengan nilai kecil.
3. Ferromagnetik : Mempunyai suseptibilitas magnetik (k) positif dan besar yaitu sekitar 106 kali dari diamagnetik/paramagnetik.

Selanjutnya nilai suseptibilitas magnet berbagai jenis dan kelompok batuan dapat dilihat pada tabel 2-1 di bawah ini :

Tabel 2-3. Nilai Suseptibilitas Batuan (Telford, 1990)

Jenis	Kisaran ($\times 10^{-3}$)	Rata-Rata ($\times 10^{-3}$)
<i>Sedimentary</i>		
<i>Dolomite</i>	0 - 0.9	0,1
<i>Limestone</i>	0-3	03
<i>Sandstone</i>	0-20	0,4
<i>Shales</i>	0.01-15	0,6
<i>Av. 48 sedimentmy</i>	0-18	0,9
<i>Metamorphic</i>		
<i>Amphibolite</i>		0,7
<i>Schist</i>	0.3-3	1,4
<i>Phyllite</i>		1,5
<i>Gneiss</i>	0.1-25	
<i>Quartzite</i>		4
<i>Servenfine</i>	3-17	
<i>Slate</i>	0-35	6
<i>Av. 61 metamorphic</i>	0-70	42
<i>Igneous</i>		
<i>Granite</i>	0-50	2,5
<i>Rhyolite</i>	0.2-35	
<i>Diorite</i>	1-35	17
<i>Augite-syenite</i>	30-40	
<i>Olivine-diabase</i>		25
<i>Diabase</i>	1-160	55
<i>Polphyly</i>	0,3-200	60
<i>Gabbro</i>	1-90	70
<i>Basalts</i>	0.2-175	70
<i>Diorite</i>	0.6-120	85
<i>Pvroxenite</i>		125
<i>Peridotite</i>	90-200	150
<i>Andesite</i>		160
<i>Av. Acidic iflleous</i>	0-80	8
<i>Av. Basic ifmeous</i>	0.5-97	25

BAB III METODE

3.1 Lokasi Penelitian

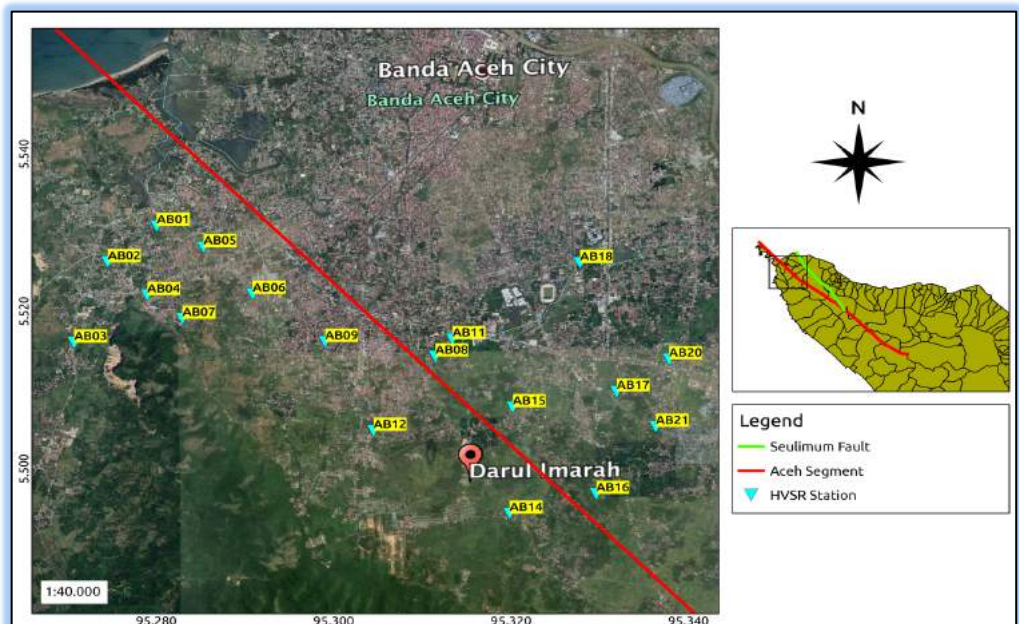
Penelitian ini dilaksanakan pengukuran mikrotremor dan geomagnetik pada kawasan segmen Seulimeum di Lamteuba dan kawasan segmen Aceh di Kecamatan Darul Imarah dan Kecamatan Peukan Bada Kabupaten Aceh Besar, selama enam bulan. Ketiga kecamatan tersebut diambil atas pertimbangan: (1) ketiganya berada di sekitar kawasan segmen Seulimeum dan segmen Aceh, (2) Lamteuba memiliki sejarah terjadi gempa, dan (3) Peukan Bada dan Darul Imarah merupakan kawasan pada sesar segmen Aceh yang berbatasan langsung dengan Kota Banda Aceh.

3.1.1 Titik Pengukuran

Pengukuran mikrotremor dan geomagnetik dilaksanakan pada Kawasan segmen Seulimeum di Lamteuba Kecamatan Seulimeum dan Segmen Aceh yaitu di Kecamatan Darul Imarah, Kecamatan Peukan Bada, seperti ditunjukkan pada gambar 3-1 dan gambar 3-2 berikut:



Gambar 3-1 Peta Lokasi di Kawasan Lamteuba (Segmen Seulimeum)



Gambar 3-2 Peta Lokasi di Kawasan segmen Aceh

3.2 Pengukuran dan Pengambilan Data

3.2.1 Metode *Horizontal Vertical Spectral Ratio* (HVSR)

3.2.1.1 Alat dan Bahan

Pengukuran data di lapangan pada penelitian ini menggunakan peralatan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3-1:

Tabel 3-1 Peralatan yang digunakan dalam penelitian.

No.	Nama Alat	Jumlah
1.	Seismograf	2 unit
2.	Cube	2 unit
3.	AKI 12 volt	2 unit
4.	Laptop	1 unit
5.	GPS Garmin tipe Navigasi	1 unit
6.	Kompas	1 unit

Fungsi dari masing-masing peralatan penelitian pada Tabel 3.1 adalah sebagai berikut:

1. Seismograf berfungsi untuk mengukur mikrotremor
2. Cube berfungsi untuk merekam microtremor dari Seismograf
3. Baterai 12 volt berfungsi sebagai *power supply*

4. Laptop berfungsi untuk mengunduh data dari magnetometer dan sekaligus untuk pengolahan data magnetik
5. GPS Garmin tipe navigasi untuk menentukan posisi setiap stasiun pengukuran
6. Kompas berfungsi untuk menentukan arah utara dalam pengukuran
7. Alat tulis berfungsi untuk mencatat hasil pengukuran dari alat magnetometer pada saat pengukuran berlangsung
8. *Software Surfer 10* berfungsi untuk membuat kontur nilai kuat medan magnetik dari data pengukuran.

3.2.1.2 Proses Pengukuran Data Mikrotremor

Proses pengukuran data lapangan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengumpulkan informasi geologi di area survei.
2. Membuat titik koordinat lokasi pengukuran sebanyak 25 titik.
3. Di area survei di ukur dengan menggunakan satu buah sensor seismometer dan diletakkan di tempat yang aman dan jauh dari gangguan *noised an* dipastikan posisi sensor terletak 0^0 terhadap bidang horizontal.
4. Kemudian Kompas difungsikan untuk menentukan posisi sensor sesuai arah utara seperti yang ada pada sensor.
5. Langkah berikutnya menghubungkan sensor dengan cube dan AKI untuk dinyalakan.
6. Selanjutnya perhitungan waktu dimulai.
7. Setelah proses pengambilan data selesai, data yang tersimpan pada alat kemudian ditransfer ke komputer dan selanjutnya dilakukan koreksi data dan data tersebut diolah serta dimodelkan dengan aplikasi Geopsy.

3.2.2 Pengukuran Kerentanan Batuan (Suseptibilitas)

Metode geomagnetik merupakan salah satu metode dalam praeksplorasi geofisika, termasuk untuk penyelidikan mineral batuan. Ada beberapa keunggulan dari metode ini, yaitu simpel, murah, dan cepat dan memiliki akurasi pengukuran yang relatif tinggi. Metode geomagnetik adalah metode yang mengukur variasi intensitas magnetik di permukaan bumi. Variasi intensitas magnetik disebabkan oleh variasi nilai kerentanan di bawah permukaan bumi. Kerentanan batuan adalah sifat magnetik batuan yang dapat dipengaruhi oleh tiga hal, yaitu tekanan, suhu dan bahan penyusun.

Pada penelitian ini sebagaimana halnya pengukuran microtremor, maka pengukuran geomagnetic juga dilakukan pada titik yang sama dan

pada saat yang bersamaan. Hal ini bertujuan untuk menghasilkan data yang tingkat reliabilitasnya tinggi.

3.2.2.1 Alat dan Bahan

Pengukuran data di lapangan pada penelitian ini menggunakan peralatan seperti yang ditunjukkakn pada Tabel 3-2:

Tabel 3-2 Peralatan yang digunakan dalam penelitian

No.	Nama Alat	Jumlah
1.	PPM (<i>Proton Precission Magnetometer</i>)	2 unit
2.	Sensor	2 unit
3.	Tongkat	2 unit
4.	AKI 9.6 volt	2 unit
5.	Laptop	1 unit
6.	GPS Garmin tipe Navigasi	1 unit
7.	Kompas	1 unit
8.	Meteran	2 unit
9.	Alat tulis	1 unit
10.	<i>Software Surfer 10</i>	1 unit
11.	<i>Software Magloc</i>	1 unit

Fungsi dari masing-masing peralatan penelitian pada Tabel 3-2 adalah sebagai berikut:

1. PPM (*Proton Precission Magnetometer*) berfungsi untuk menghitung kuat medan magnetik
2. Sensor berfungsi untuk mengukur medan magnetik
3. Tongkat berfungsi untuk menempatkan sensor
4. Baterai 9.6 volt berfungsi sebagai *power supply*
5. Laptop berfungsi untuk mengunduh data dari magnetometer dan sekaligus untuk pengolahan data magnetik
6. GPS Garmin tipe navigasi untuk menentukan posisi setiap stasiun pengukuran
7. Kompas berfungsi untuk menentukan arah utara dalam pengukuran
8. Meteran berfungsi untuk menentukan jarak antar stasiun pengukuran
9. Alat tulis berfungsi untuk mencatat hasil pengukran dari alat magnetometer pada saat pengukuran berlangsung
10. *Software Surfer 10* befungsi untuk membuat kontur nilai kuat medan magnetik dari data pengukuran.

11. *Software magloc* berfungsi sebagai perangkat lunak yang menghubungkan antara laptop dan alat magnetometer guna untuk mengunduh data yang tersimpan di dalam alat magnetometer.

3.2.2.2 *Proses Pengukuran Data Magnetik*

Proses pengukuran data lapangan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengumpulkan informasi geologi di area survei.
2. Membuat lintasan pengukuran sebanyak 23 lintasan.
3. Jarak spasi antara titik-titik pengukuran 5 meter dan jarak antara lintasan pengukuran 5 meter.
4. Di area survei di ukur dengan menggunakan dua buah alat magnetometer, alat pertama yang digunakan sebagai *base station* untuk mengukur variasi harian yang diletakkan di tempat yang aman dan jauh dari gangguan *noise* dan alat ke dua digunakan untuk mengukur intensitas medan magnetik di setiap titik pengukuran.
5. Kedua alat tersebut dinyalakan dan diatur tanggal dan waktu yang bersamaan.
6. Data pertama di ukur di dekat alat pertama (*base station*)
7. Kemudian dilakukan pengambilan data di setiap titik pengukuran dengan mengarahkan sensor ke arah utara pada saat pengambilan data.
8. Pada setiap titik pengukuran diambil koordinat dengan menggunakan GPS tipe navigasi.
9. Setiap titik diambil data sebanyak tiga kali pengulangan.
10. Setelah selesai pengambilan data pada setiap titik pengukuran, kemudian diambil kembali data pada titik *base station*.
11. Setelah proses pengambilan data selesai, data yang tersimpan pada alat kemudian ditransfer ke komputer dan selanjutnya dilakukan koreksi data dan data tersebut diolah serta dimodelkan.

3.2.2.3 *Pengolahan Data Magnetik*

Untuk memperoleh anomali medan magnetik dari data yang didapatkan dari hasil pengukuran di lapangan, maka perlu dilakukan koreksi harian dan koreksi IGRF.

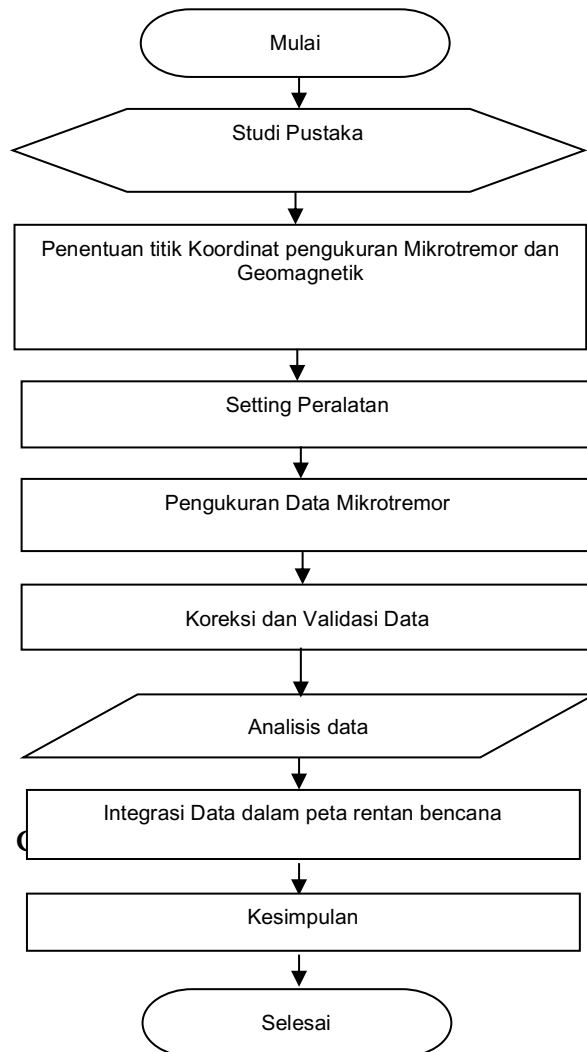
3.2.2.4 *Interpretasi Data Magnetik*

Interpretasi dilakukan dengan cara interpretasi kualitatif yang didasarkan pada pola kontur anomali total medan magnetik yang

bersumber dari distribusi benda-benda termagnetisasi atau struktur geologi permukaan bumi. Selanjutnya pola anomali medan magnetik yang dihasilkan dijadikan sebagai dasar pendugaan atau interpretasi terhadap keadaan geologi yang sebenarnya.

3.2.3 Diagram Alir Penelitian

Secara umum langkah-langkah kerja pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 9 diagram alir penelitian.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Titik Pengukuran

Pada tahap ini penelitian dilakukan dengan melaksanakan survey mikrotremor pada kawasan Lamteuba untuk segmen Aceh, sebanyak 21 titik pengukuran. Dan pada Kawasan segmen Aceh dilakukan survey pada 19 titik di Peukan Bada dan Darul Imarah. Pengukuran mikrotremor tersebut dilakukan dengan menggunakan satu set seismograf yang masing-masing titik disurvei selama 30 menit.

Pengukuran mikrotremor dan magnetic batuan pada titik/koordinat tersebut dilakukan untuk menentukan besaran/tingkat kerentanan seismic diwilayah yang berada/berdekatan dengan Kawasan sesar/segmen Seulimeum dan segmen Aceh. Kerentanan seismic yang dimaksud berkaitan dengan seberapa besar akibat gempa bumi pada suatu Kawasan sangat bergantung pada material atau lapisan tanah/batuan dan Kawasan pemukiman serta kualitas pembangunannya pada Kawasan tersebut (Michellier, Pigeon, Kervyn, & Wolff, 2016; Nakamura, 2000). Berikut ini titik lokasi pengukuran tersebut:

4.1.1 Lokasi Lamteuba

Tabel 4-1 Titik Lokasi Pengukuran di Lamteuba

NO	TITIK	KOORDINAT		STASIUN
		LONGITUDE	LATITUDE	
1	LT01	95,61334	5,49491	4059
2	LT02	95,62041	5,49178	5018
3	LT03	95,61746	5,49329	4929
4	LT04	95,61488	5,4931	5853
5	LT05	95,61552	5,495534	4010
6	LT06	95,61763	5,49898	3727
7	LT07	95,61856	5,50107	3636
8	LT08	95,6159	5,4997	3710
9	LT09	95,61248	5,49817	5058
10	LT10	95,61259	5,50243	0157
11	LT11	95,60694	5,50017	0037

12	LT12	95,60694	5,503384	0821
13	LT13	95,60725	5,51006	1427
14	LT14	95,60851	5,50857	1548
15	LT15	95,60382	5,50653	0657
16	LT16	95,60264	5,51095	1836
17	LT17	95,60243	5,50855	2927
18	LT18	95,60136	5,51419	1420
19	LT19	95,59954	5,51025	3002
20	LT20	95,6006	5,51246	1708
21	LT21	95,61296	5,49966	1020

4.1.2 Peukan Bada dan Darul Imarah

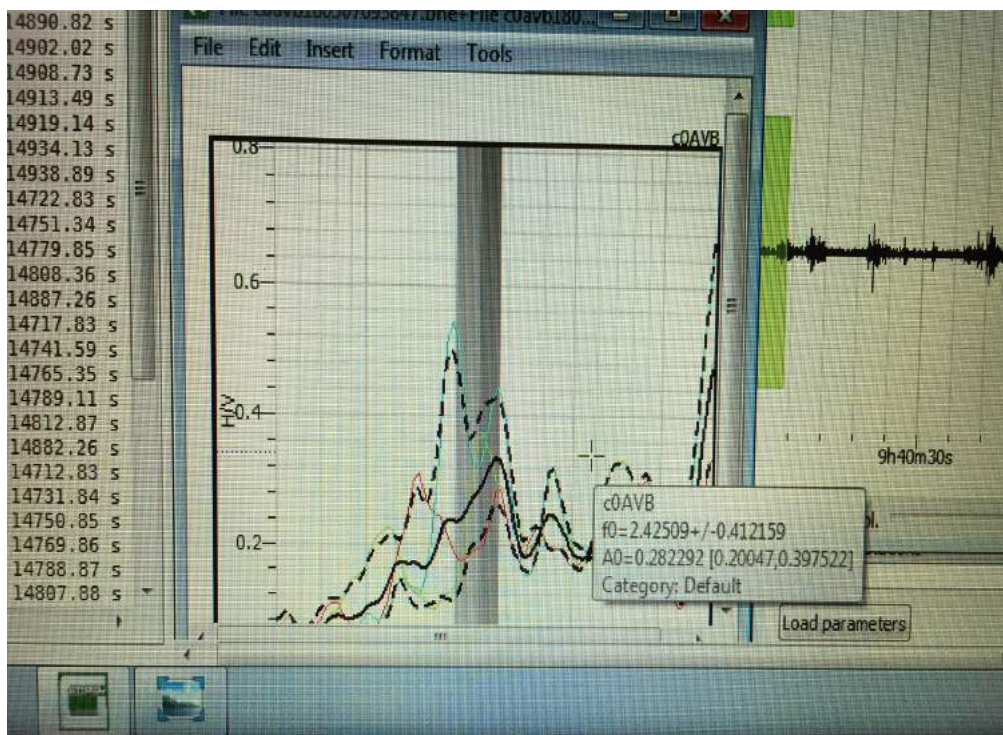
Tabel 4-2 Titik Lokasi Pengukuran di Peukan Bada dan Darul Imarah

NO	TITIK	LONGITUDE	LATITUDE	STASIUN
1	AB01	95,28005	5,5308	449
2	AB02	95,27454	5,5262	309
3	AB03	95,27074	5,516	848
4	AB04	95,27898	5,5221	847
5	AB05	95,28534	5,5282	732
6	AB06	95,29086	5,5222	807
7	AB07	95,28295	5,5191	908
8	AB08	95,31145	5,5143	439
9	AB09	95,29904	5,5161	418
10	AB11	95,31339	5,5165	419
11	AB12	95,3045	5,5048	610
12	AB13	95,3025	5,5045	326
13	AB14	95,31984	5,4943	117
14	AB15	95,3202	5,5078	902

15	AB16	95,32961	5,4968	449
16	AB17	95,33191	5,5098	520
17	AB18	95,32777	5,5261	245
18	AB20	95,33781	5,5139	036
19	AB21	95,33632	5,5053	959

4.2 Pengolahan Data dengan Aplikasi Geopsy

Aplikasi Geopsy adalah salah satu aplikasi yang digunakan untuk pengolahan data metode HVSR yang dapat menentukan frekwensi dominan dan sekaligus dapat menentukan nilai ampifikasi tanah (Bard et al., 2004; Partono, 2013). Selanjutnya berdasarkan nilai dari frekwensi dominan dan amplifikasi tersebut dapat menentukan nilai kerentanan seismic pada titik tertentu. Berikut adalah tampilan aplikasi geopsy yang digunakan untuk mengolah data pengukuran microtremor di Kawasan Aceh Besar:

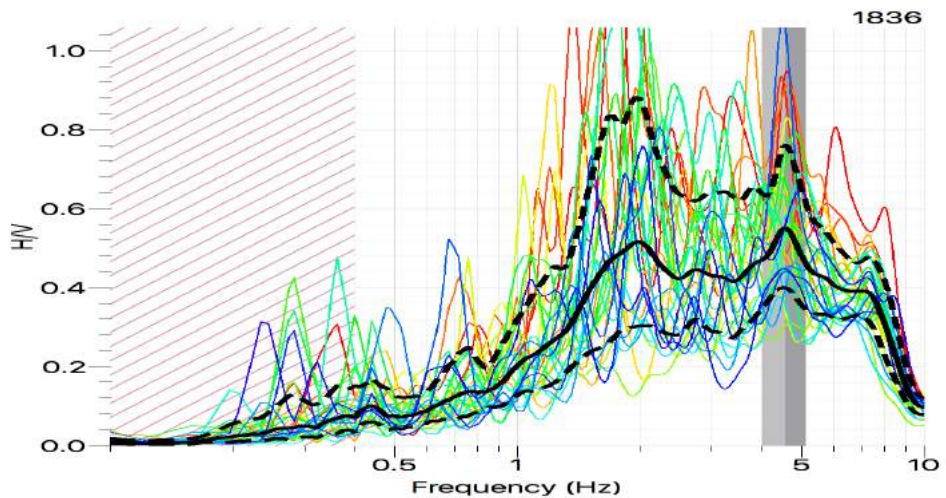


Gambar 4-1 Tampilan layar aplikasi geopsy dalam analisis data mkrotremor

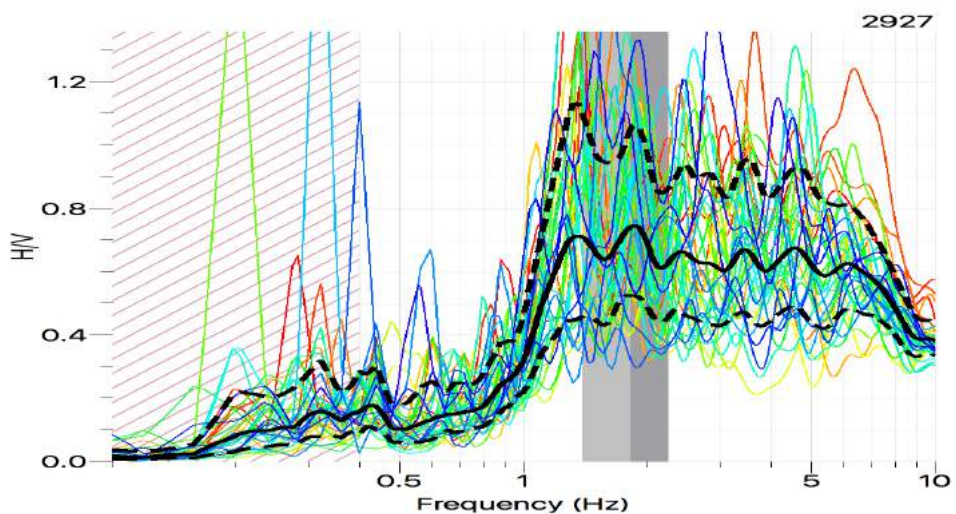
Gambar 4-4 di atas menunjukkan tampilan layar aplikasi geopsy pada pengolahan data HVSR, gambar tersebut menunjukkan nilai frekuensi dominan (f_0) dan nilai amplifikasi tanah (A_0). Selanjutnya berdasarkan kedua nilai tersebut peneliti dapat menghitung nilai kerentanan seismic (K_g).

4.2.1 Grafik HVSR Data Lamteuba

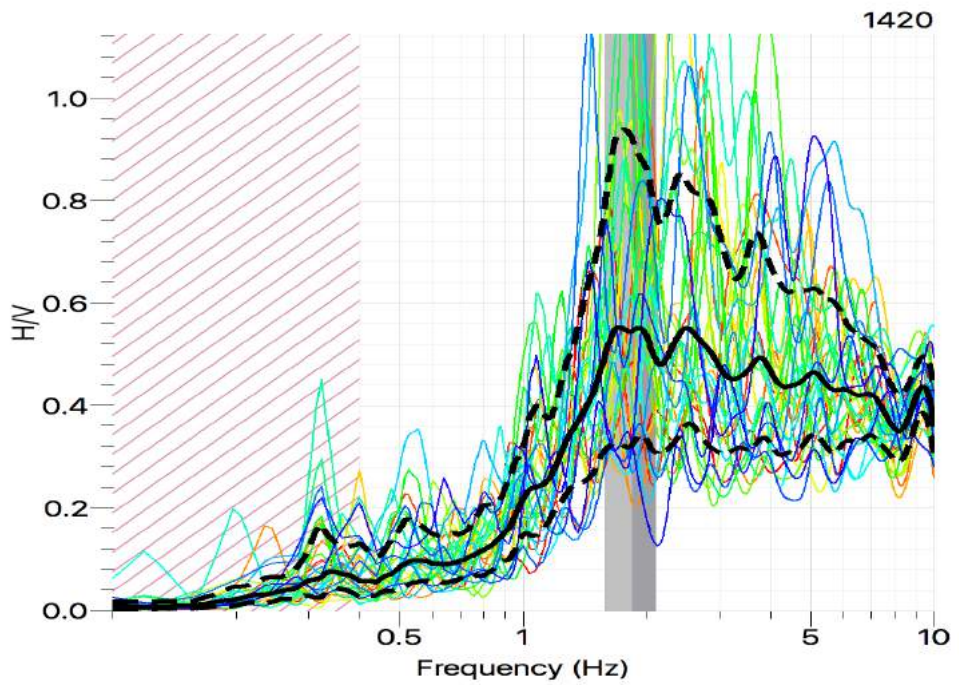
Berikut peneliti tampilkan gambar grafik gelombang horizontal/vertikal hasil analisis data dengan aplikasi geopsy berdasarkan data Lamteuba:



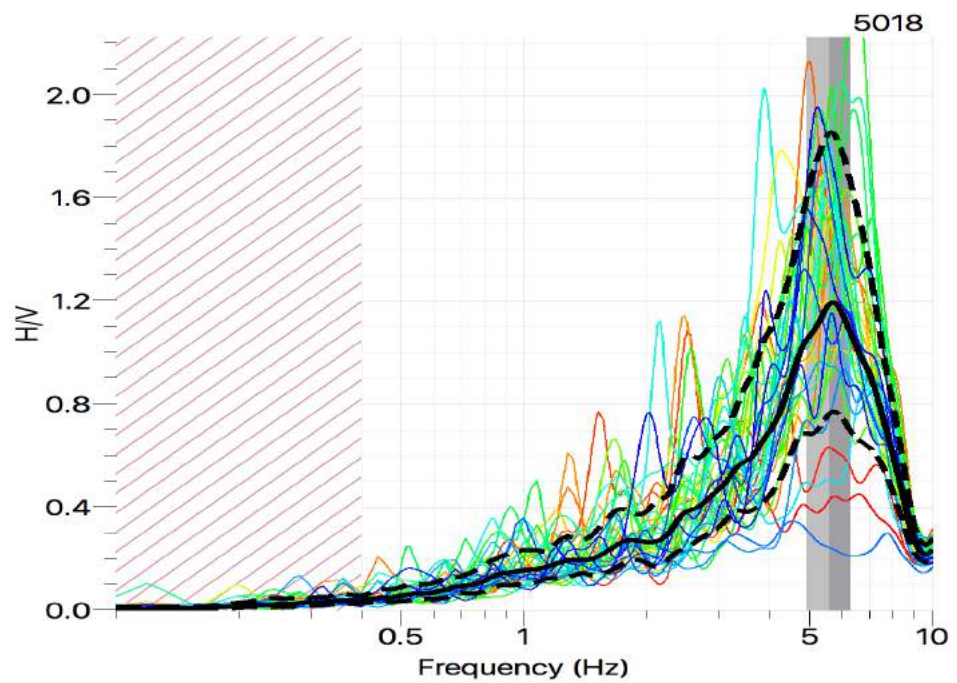
Gambar 4-2 Grafik H/V stasiun 1836 Lamteuba



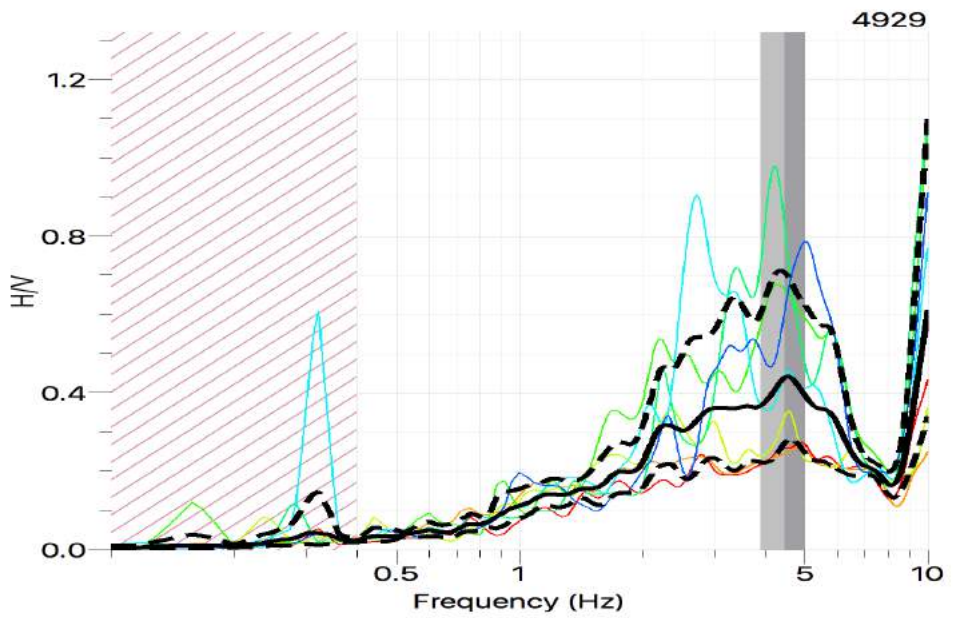
Gambar 4-3 Grafik H/V Stasiun 2927 Lamteuba



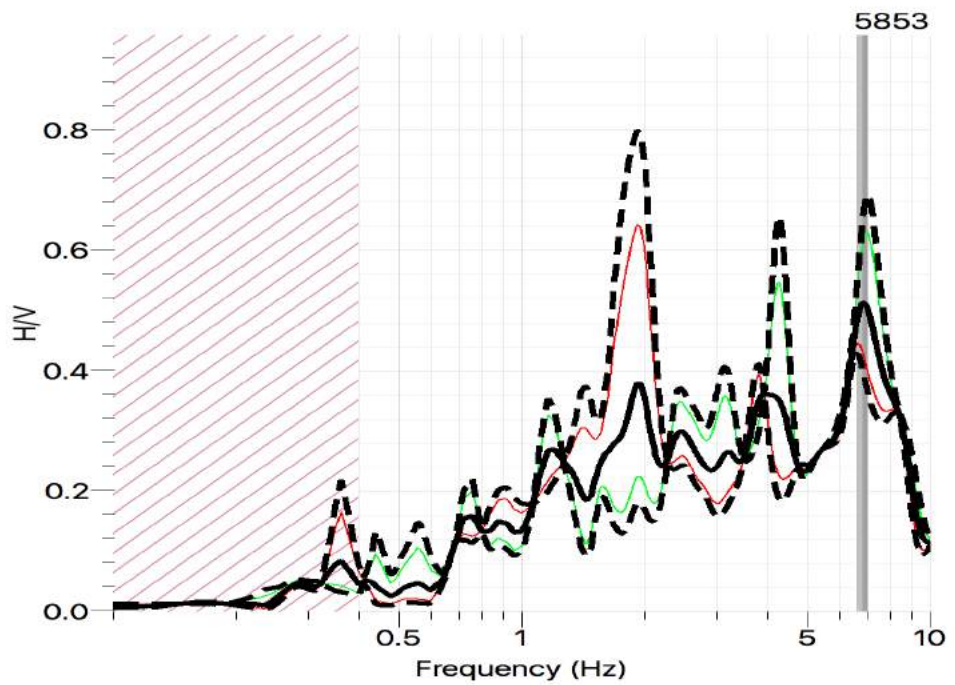
Gambar 4-4 Grafik H/V Stasiun 1420 Lamteuba



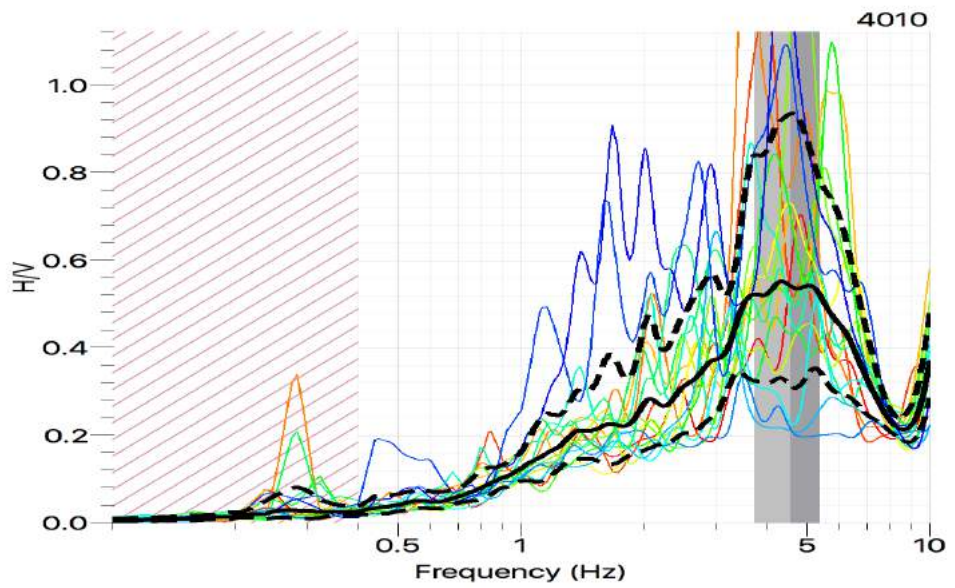
Gambar 4-5 Grafik H/V Stasiun 5018 Lamteuba



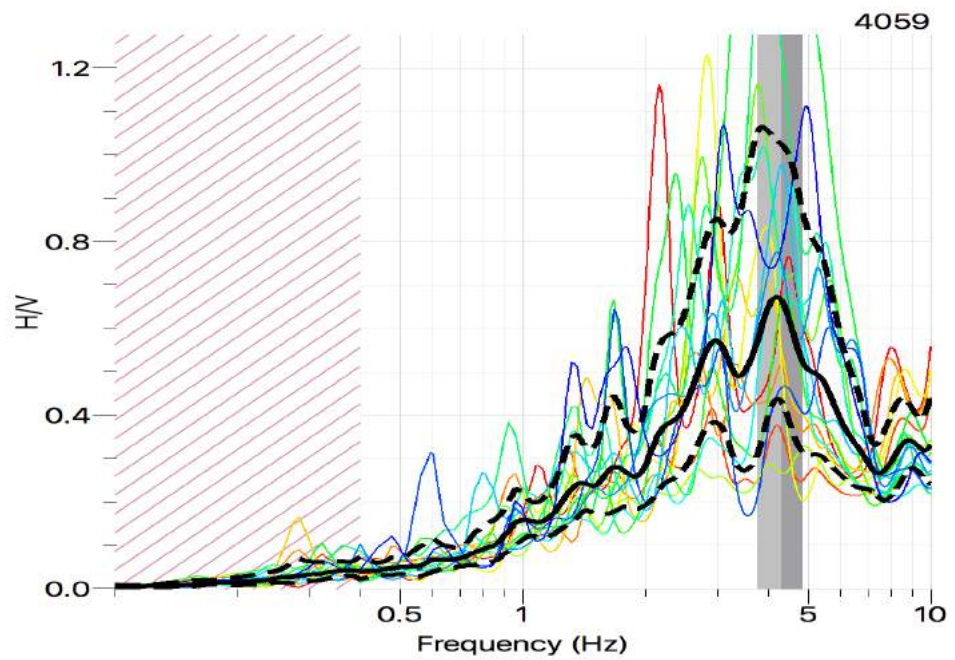
Gambar 4-6 Grafik H/V Stasiun 4929 Lamteuba



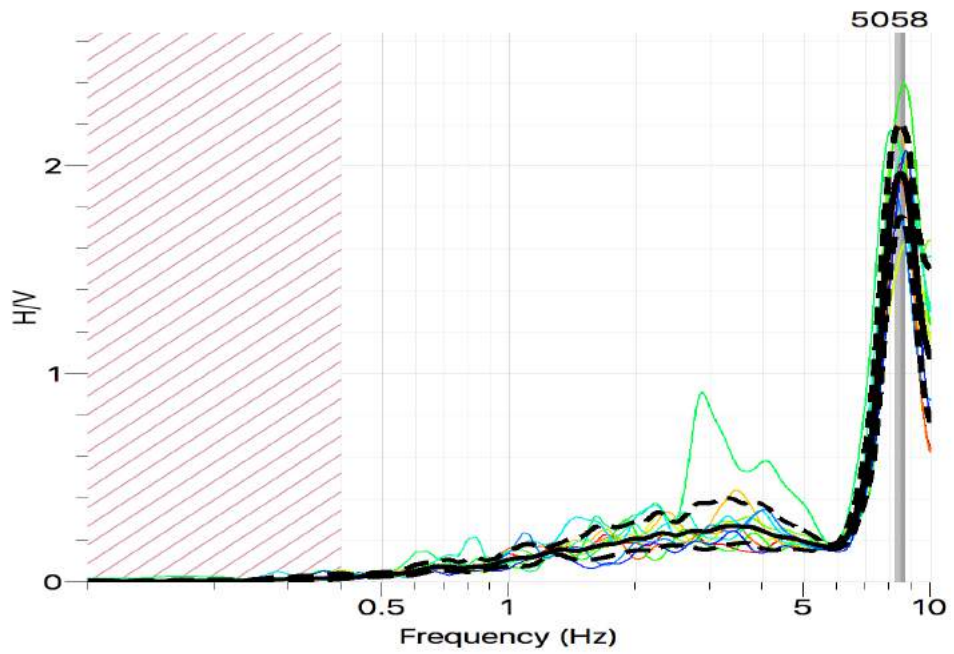
Gambar 4-7 Grafik H/V Stasiun 5853 Lamteuba



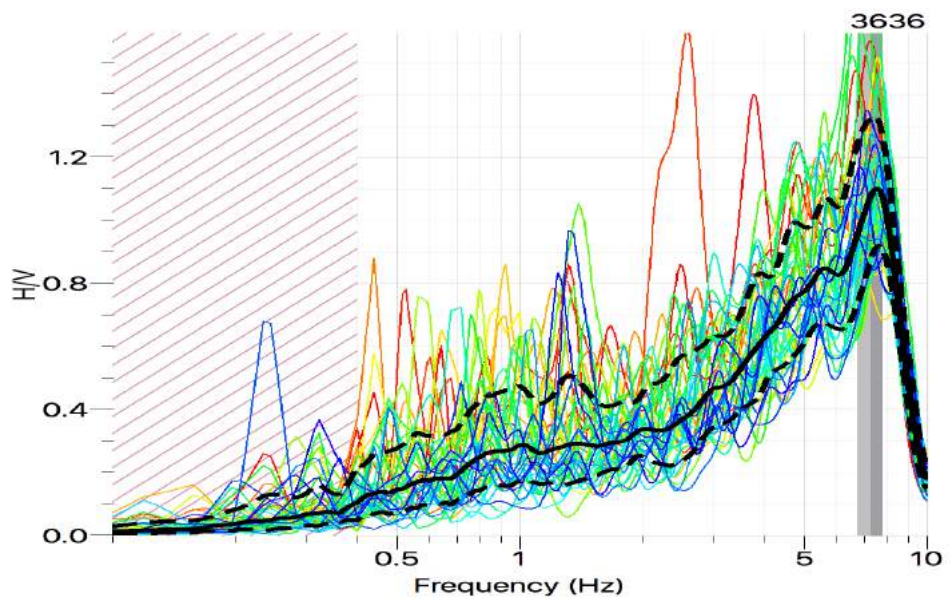
Gambar 4-8 Grafik H/V Stasiun 4010 Lamteuba



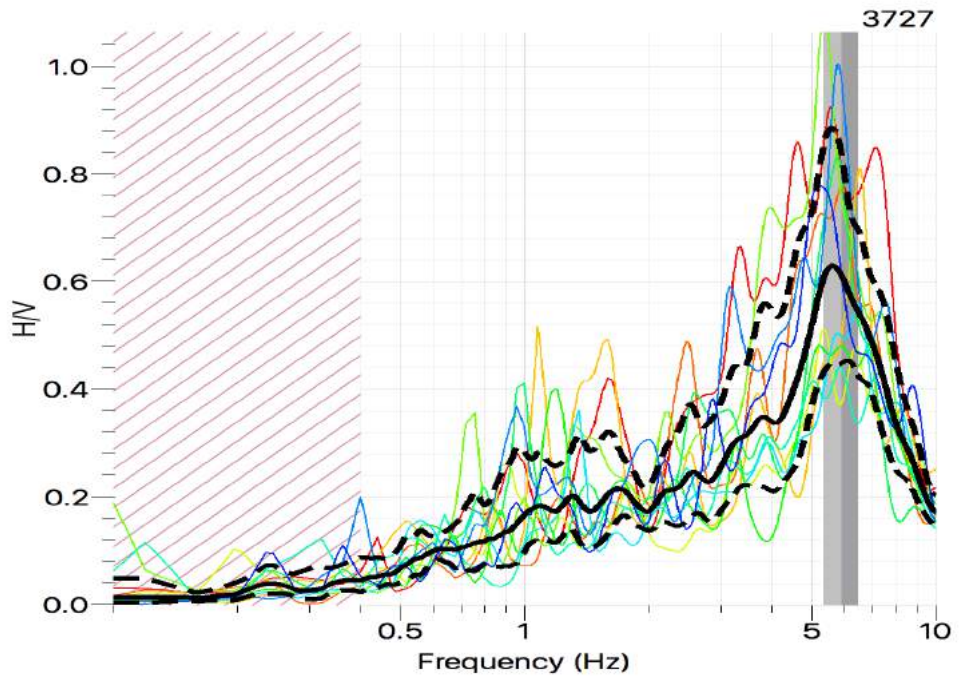
Gambar 4-9 Grafik H/V Stasiun 4059 Lamteuba



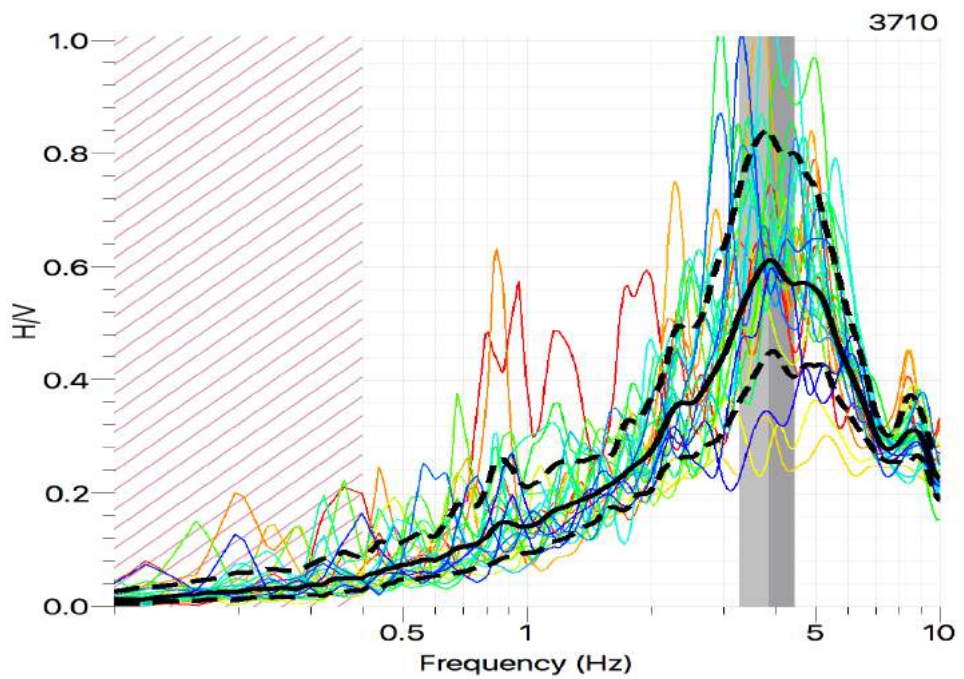
Gambar 4-10 Grafik H/V Stasiun 5058 Lamteuba



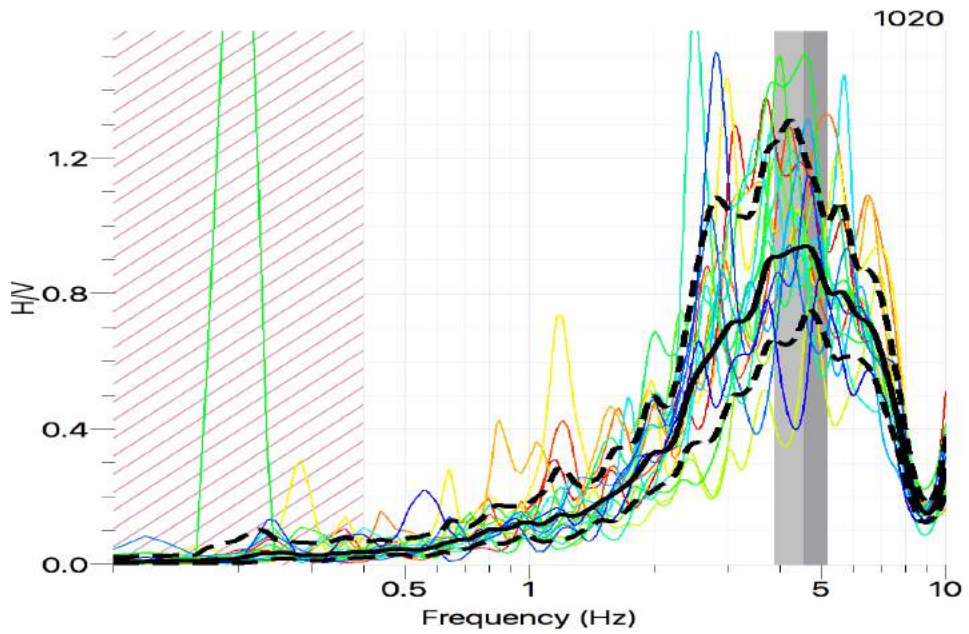
Gambar 4-11 Grafik H/V Stasiun 3636 Lamteuba



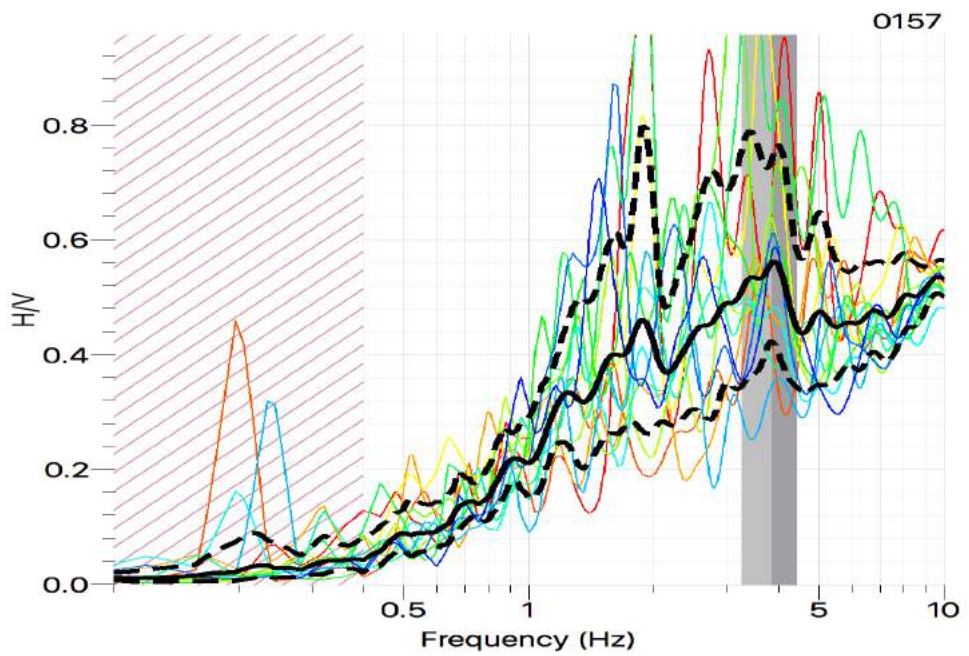
Gambar 4-12 Grafik H/V Stasiun 3727 Lamteuba



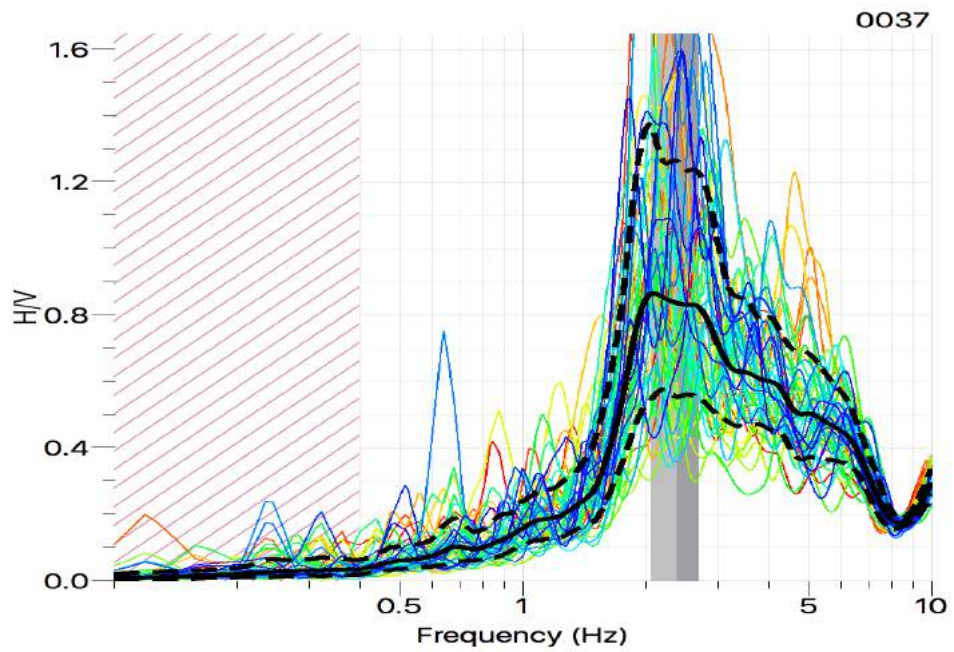
Gambar 4-13 Grafik H/V Stasiun 3710 Lamteuba



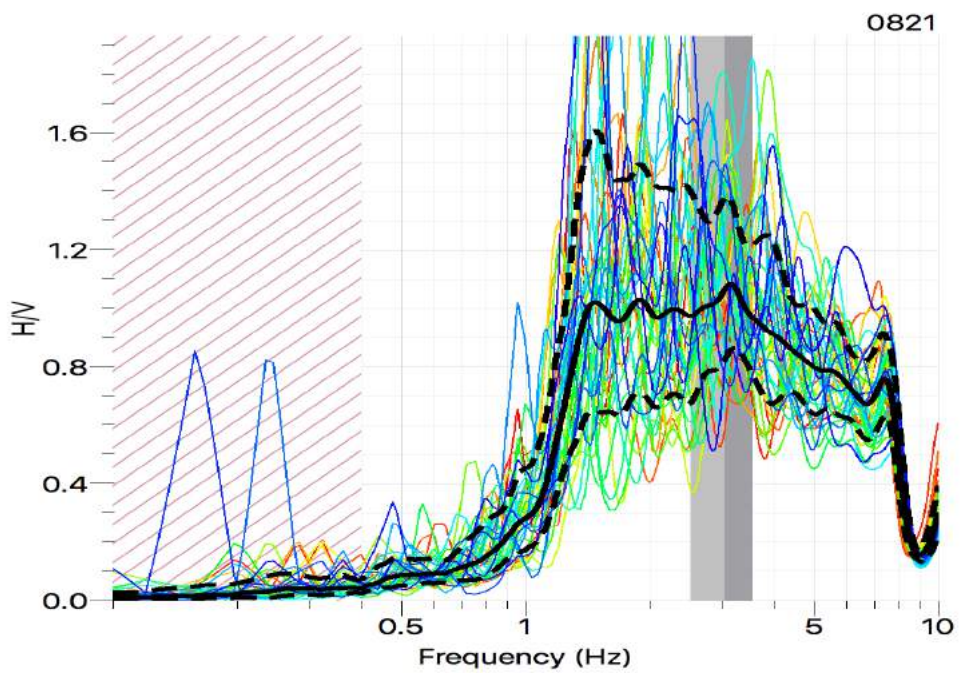
Gambar 4-14 Grafik H/V Stasiun 1020 Lamteuba



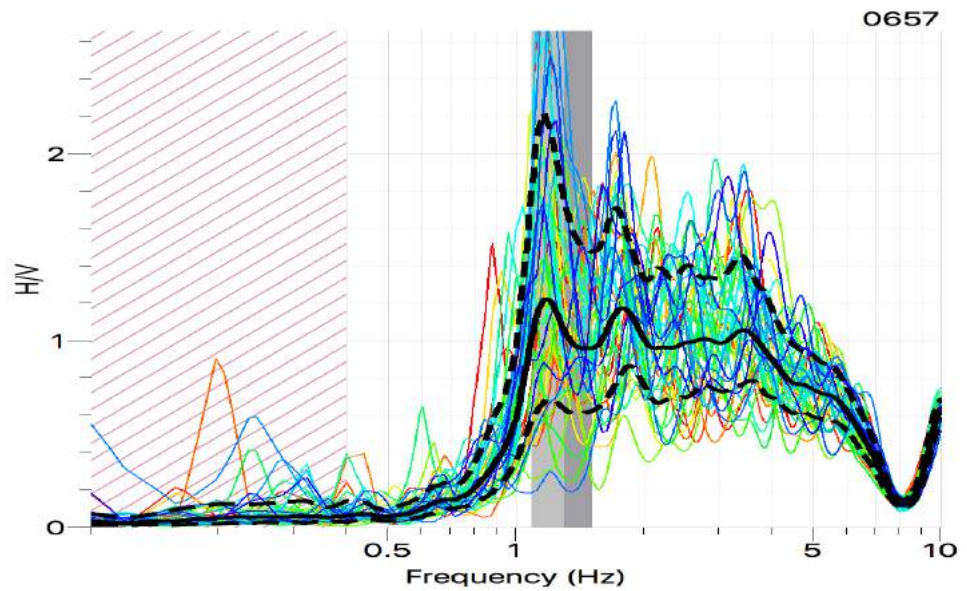
Gambar 4-15 Grafik H/V Stasiun 0157 Lamteuba



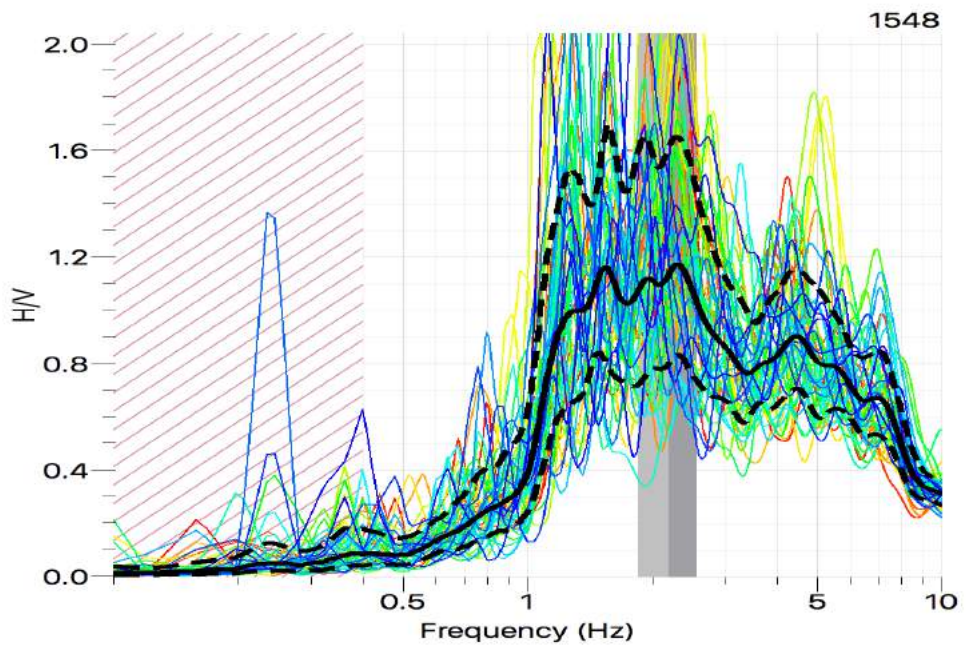
Gambar 4-16 Grafik H/V Stasiun 0037 Lamteuba



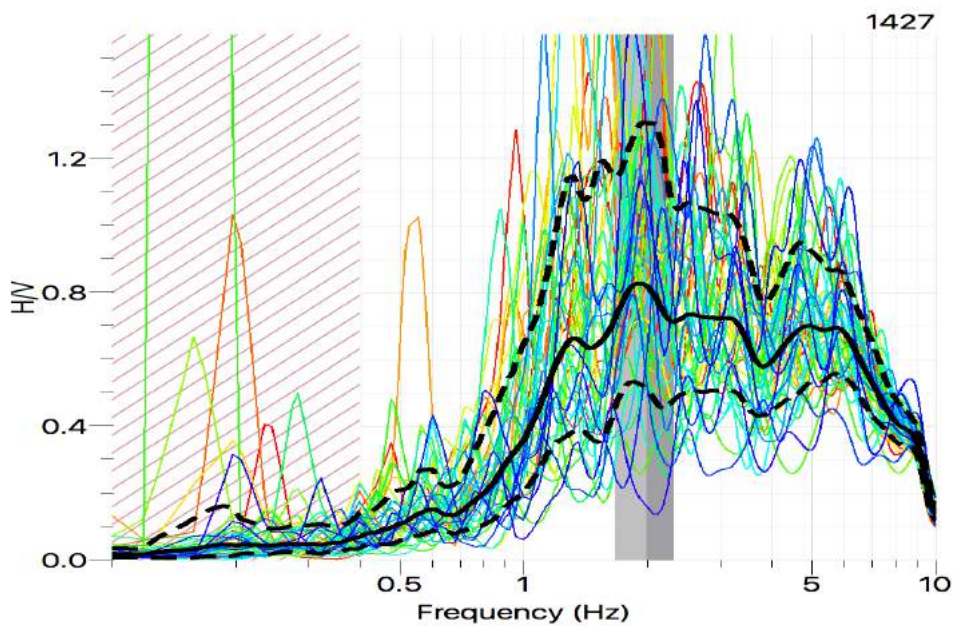
Gambar 4-17 Grafik H/V Stasiun 0821 Lamteuba



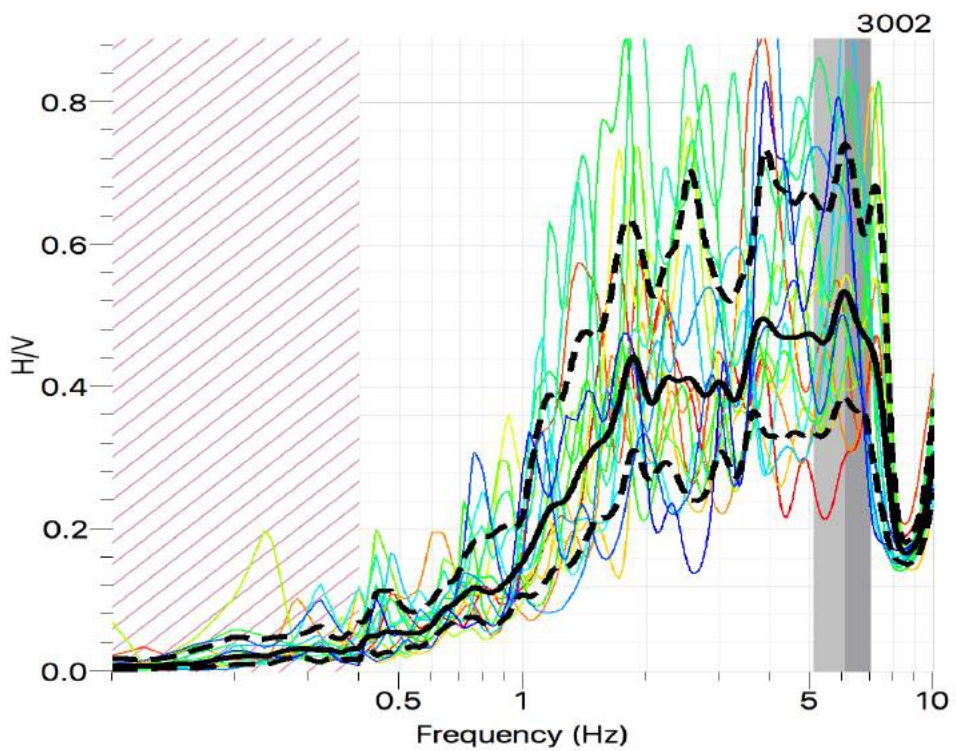
Gambar 4-18 Grafik H/V Stasiun 0657 Lamteuba



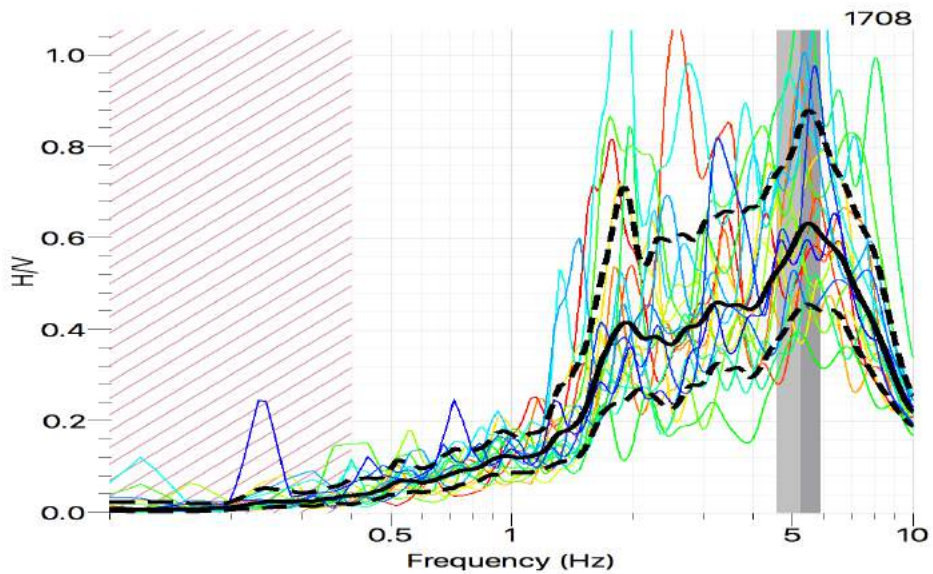
Gambar 4-19 Grafik H/V Stasiun 1548 Lamteuba



Gambar 4-20 Grafik H/V Stasiun 1427 Lamteuba



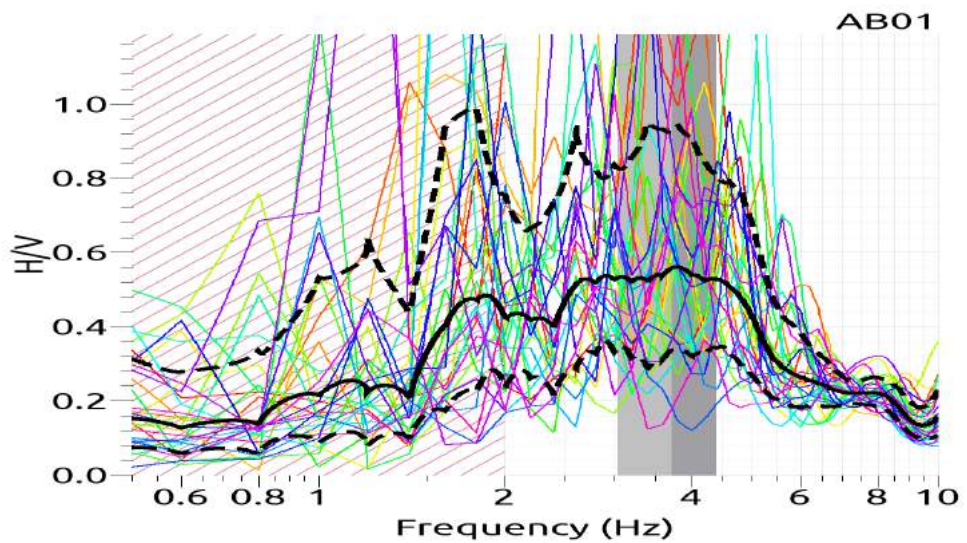
Gambar 4-21 Grafik H/V Stasiun 3002 Lamteuba



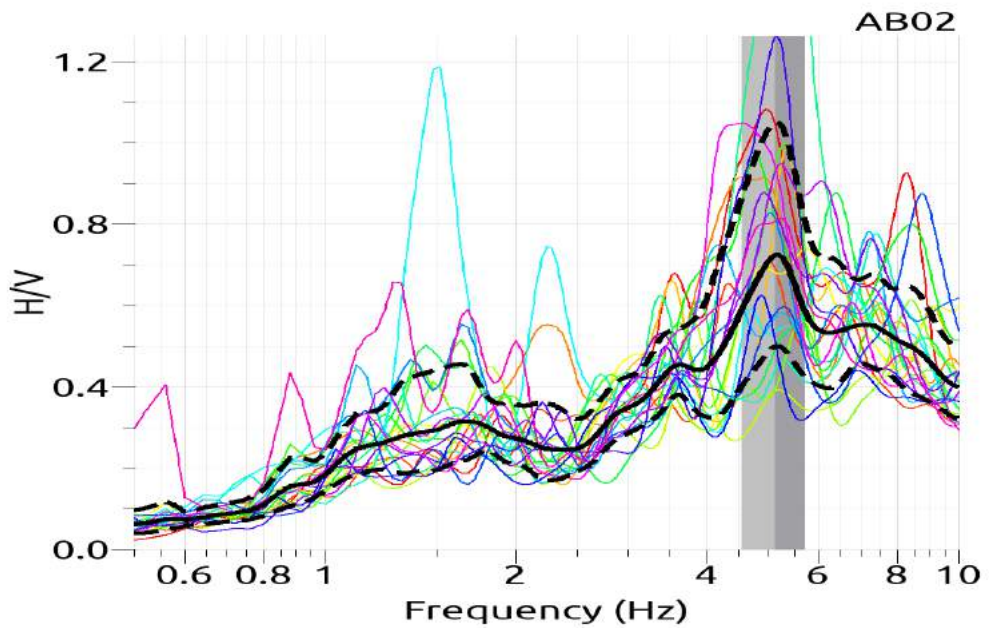
Gambar 4-22 Grafik H/V Stasiun 1708 Lamteuba

4.2.2 Peukan Bada dan Darul Imarah

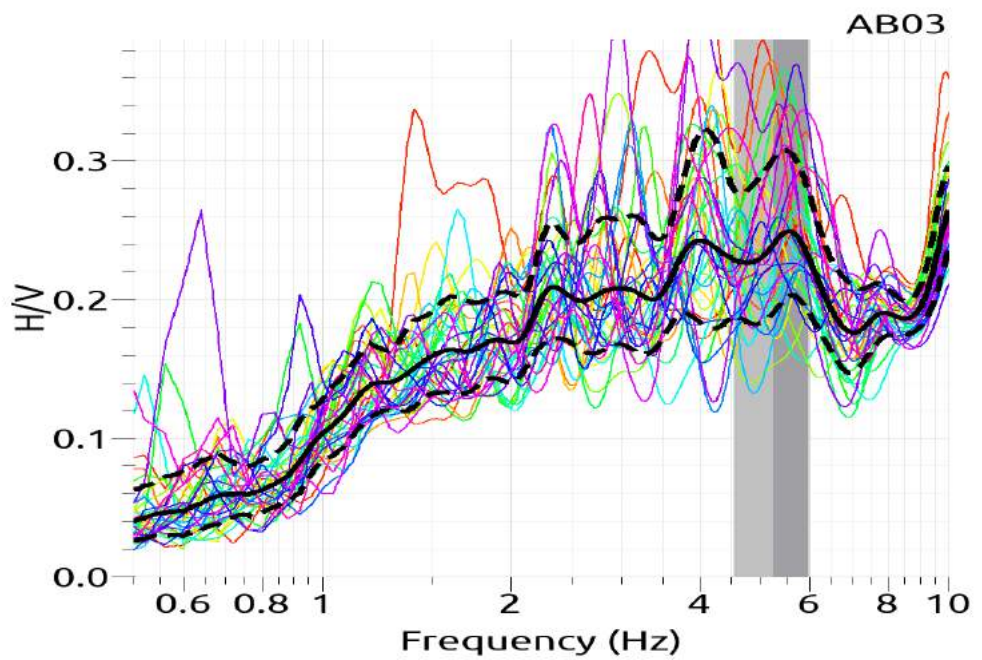
Berikut ini gambar grafik keluaran aplikasi geopsy pada pengukuran microtremor Kawasan Peukan Bada dan Darul Imarah:



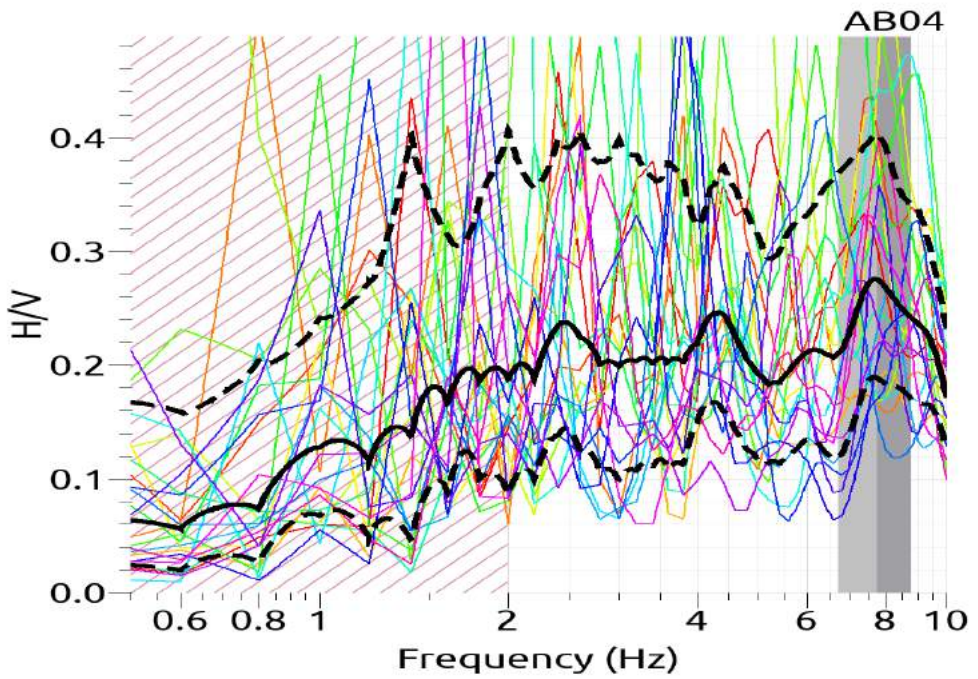
Gambar 4-23 Grafik H/V Titik AB01 Peukan Bada



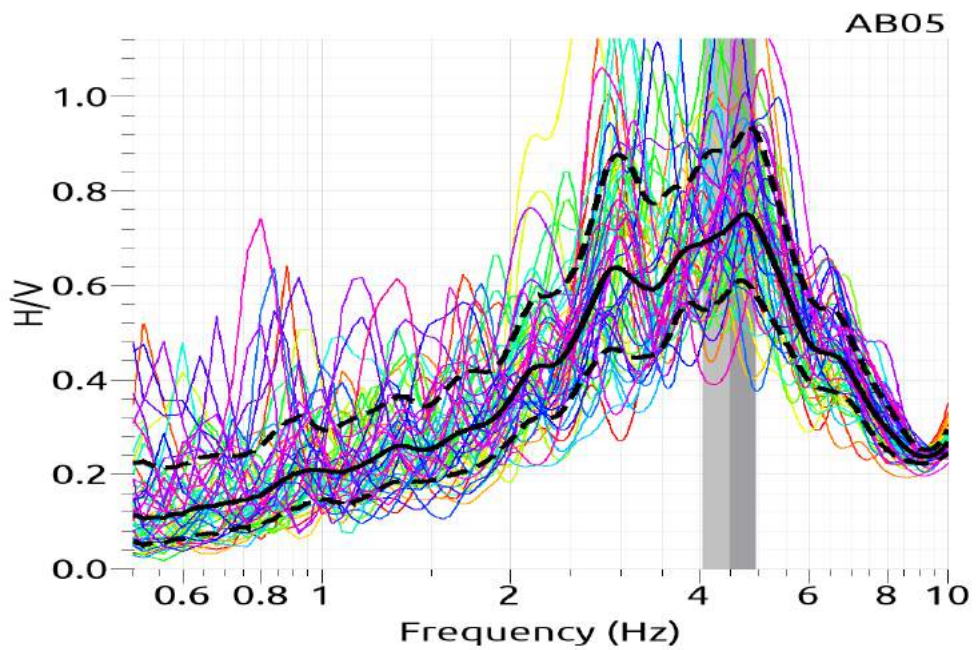
Gambar 4-24 Grafik H/V Titik AB02 Peukan Bada



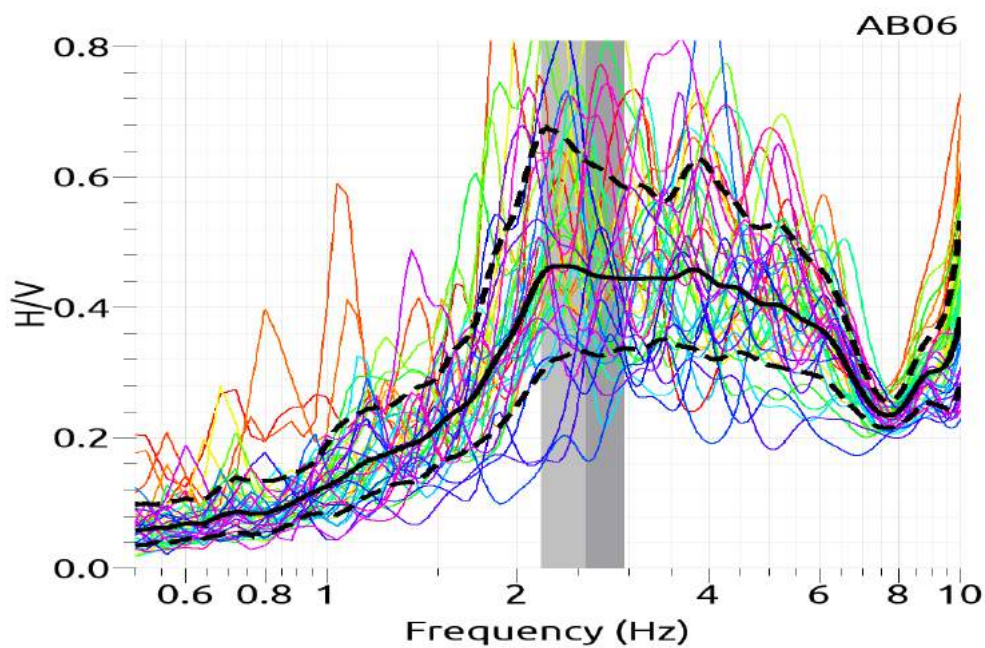
Gambar 4-25 Grafik H/V Titik AB03 Peukan Bada



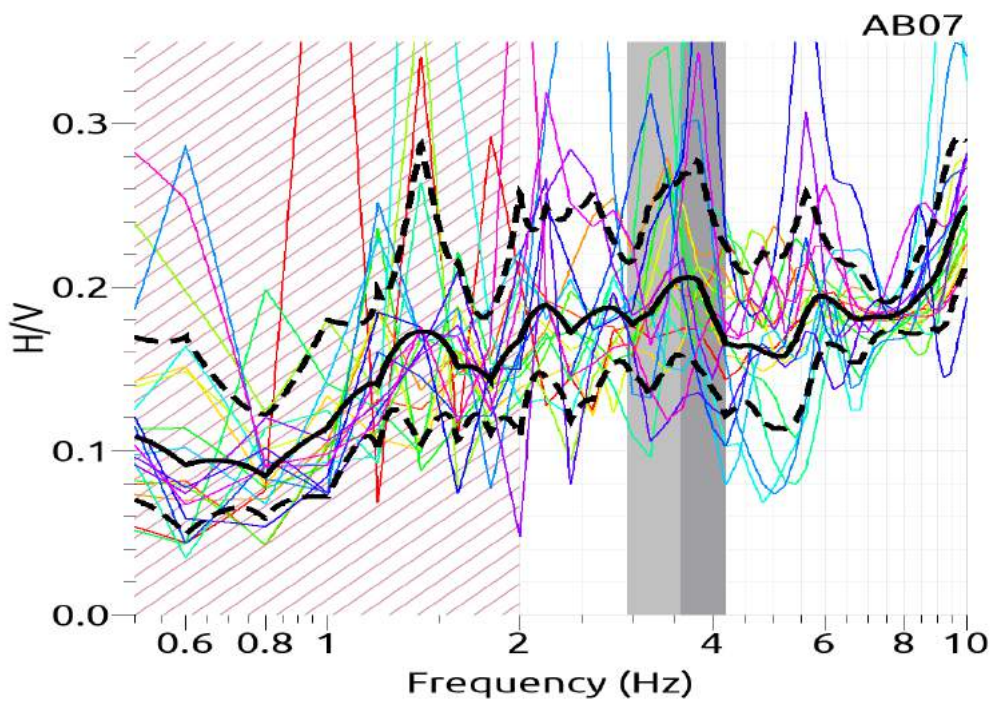
Gambar 4-26 Grafik H/V Titik AB04 Peukan Bada



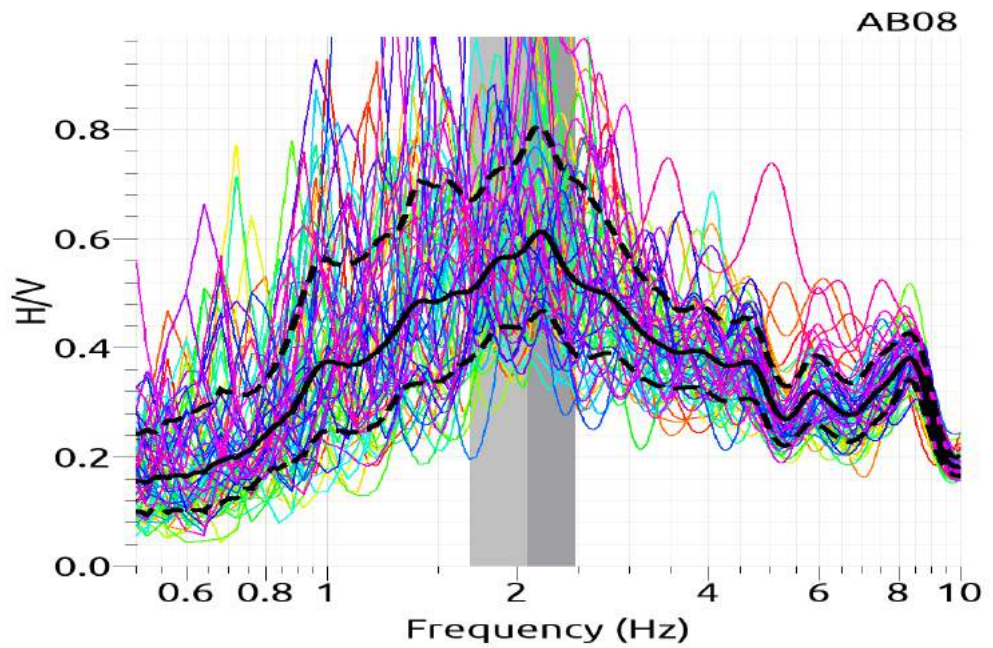
Gambar 4-27 Grafik H/V Titik AB05 Peukan Bada



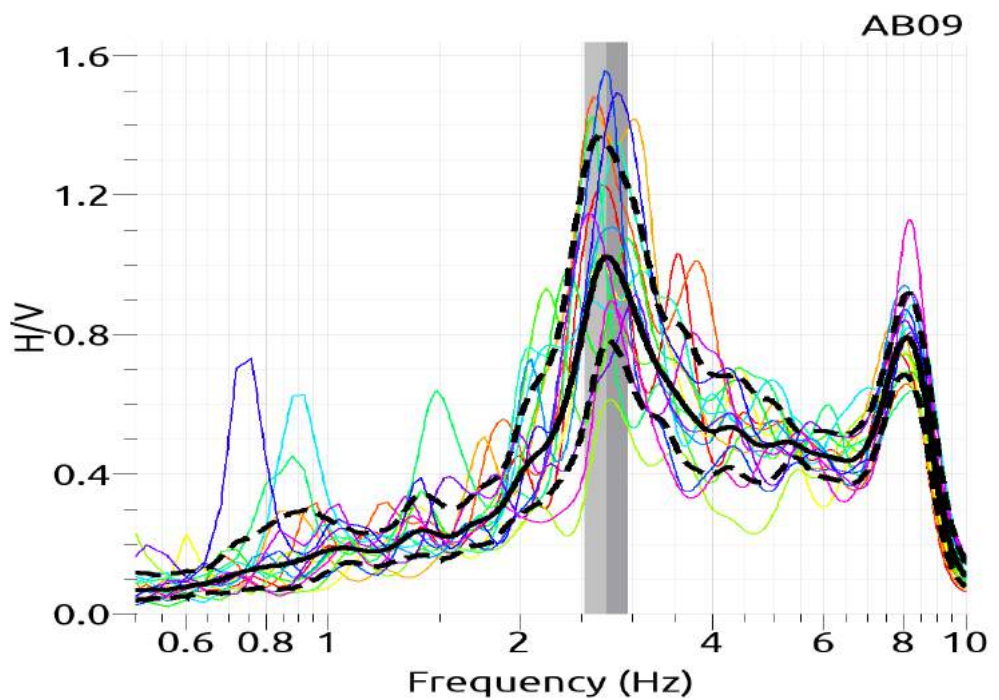
Gambar 4-28 Grafik H/V Titik AB06 Darul Imarah



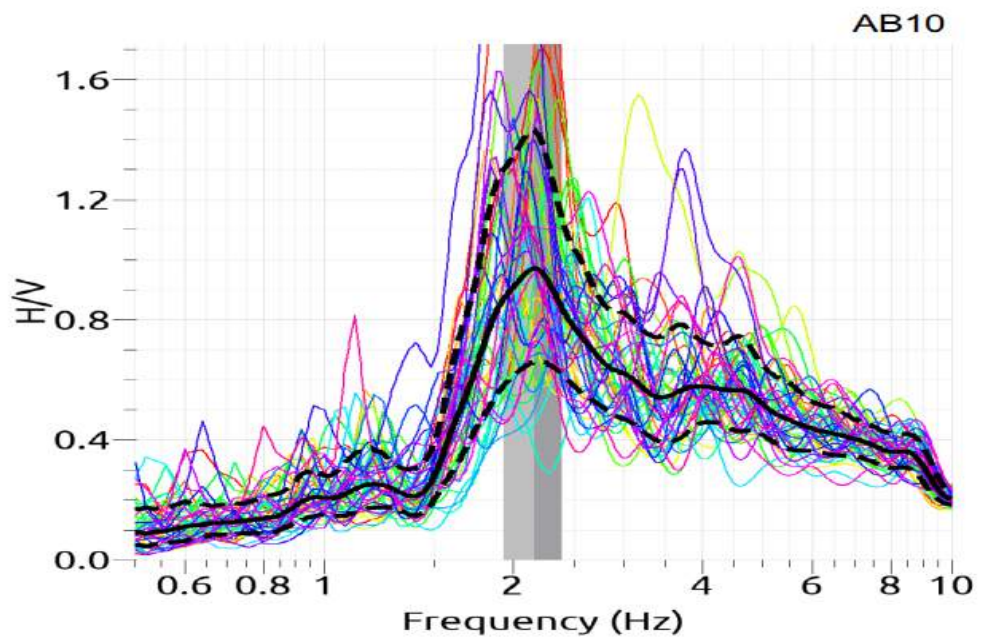
Gambar 4-29 Grafik H/V Titik AB07 Darul Imarah



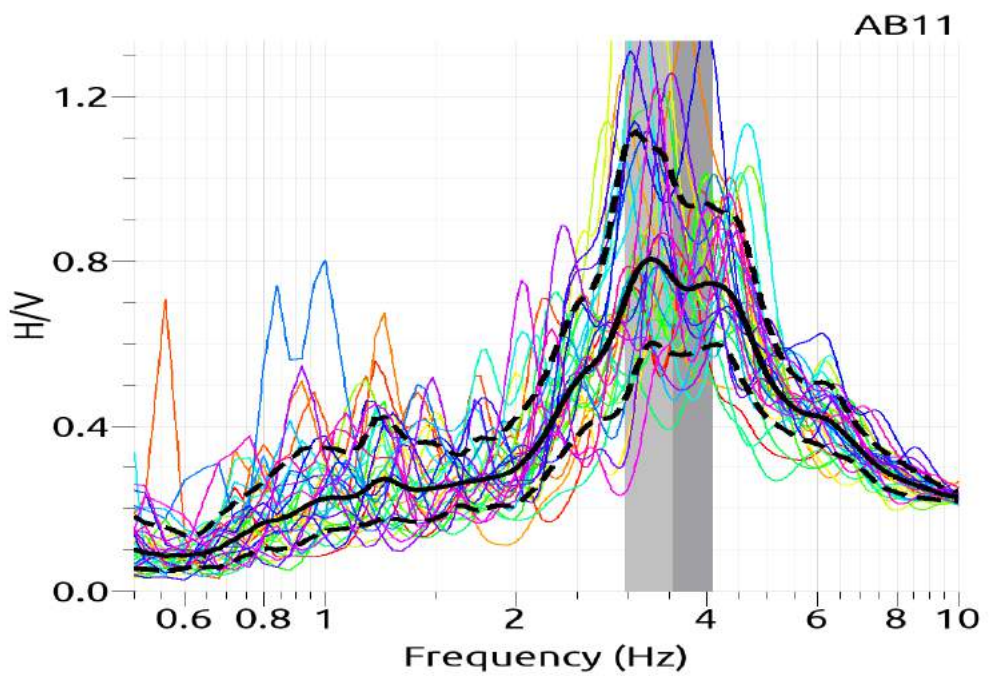
Gambar 4-30 Grafik H/V Titik AB08 Darul Imarah



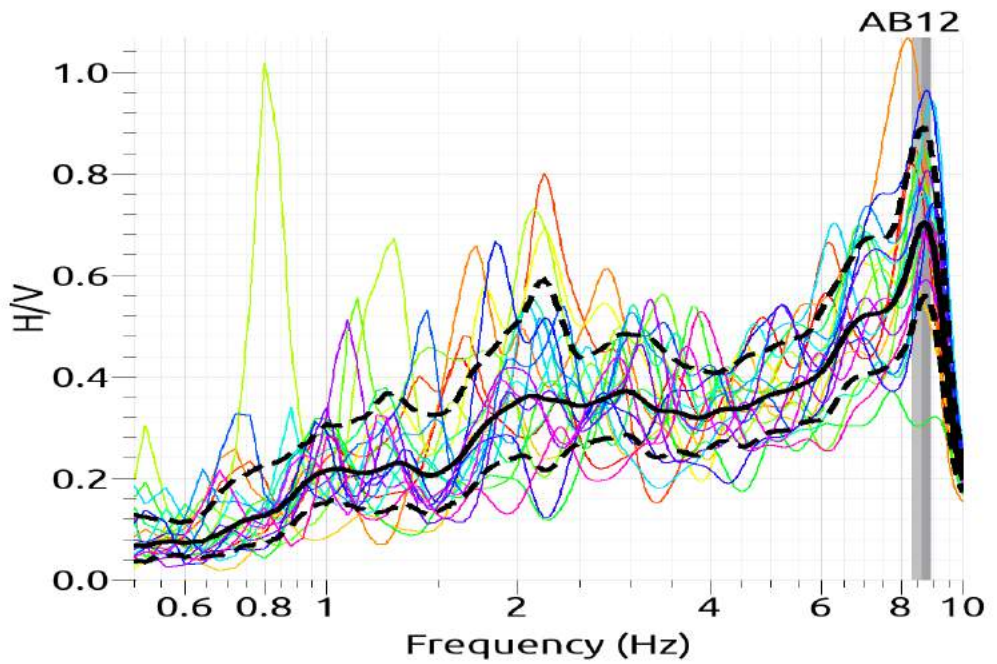
Gambar 4-31 Grafik H/V Titik AB09 Darul Imarah



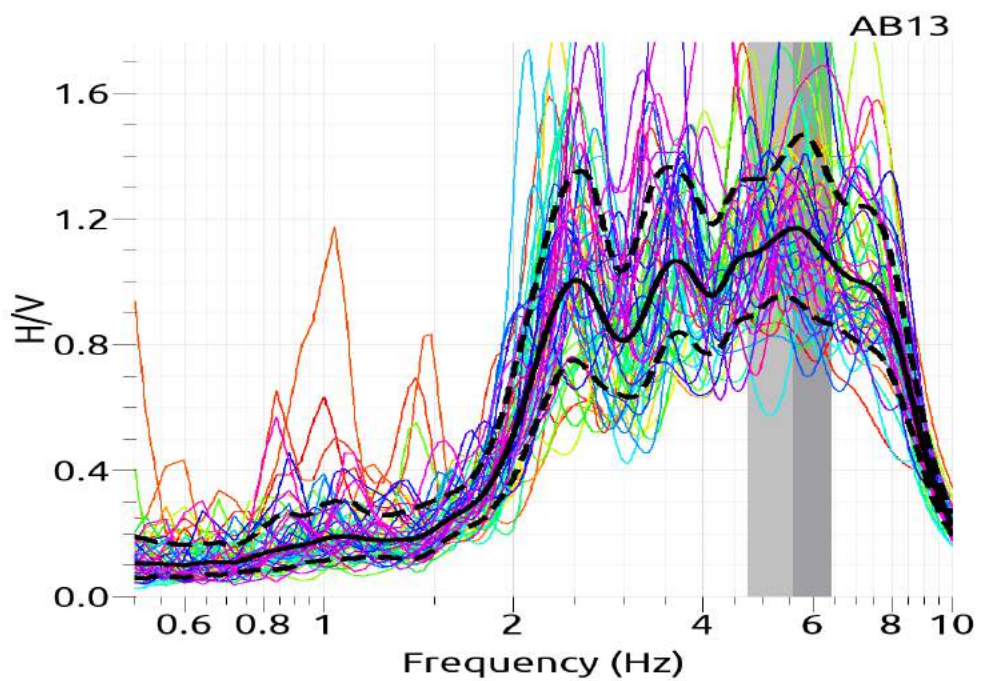
Gambar 4-32 Grafik H/V Titik AB10 Darul Imarah



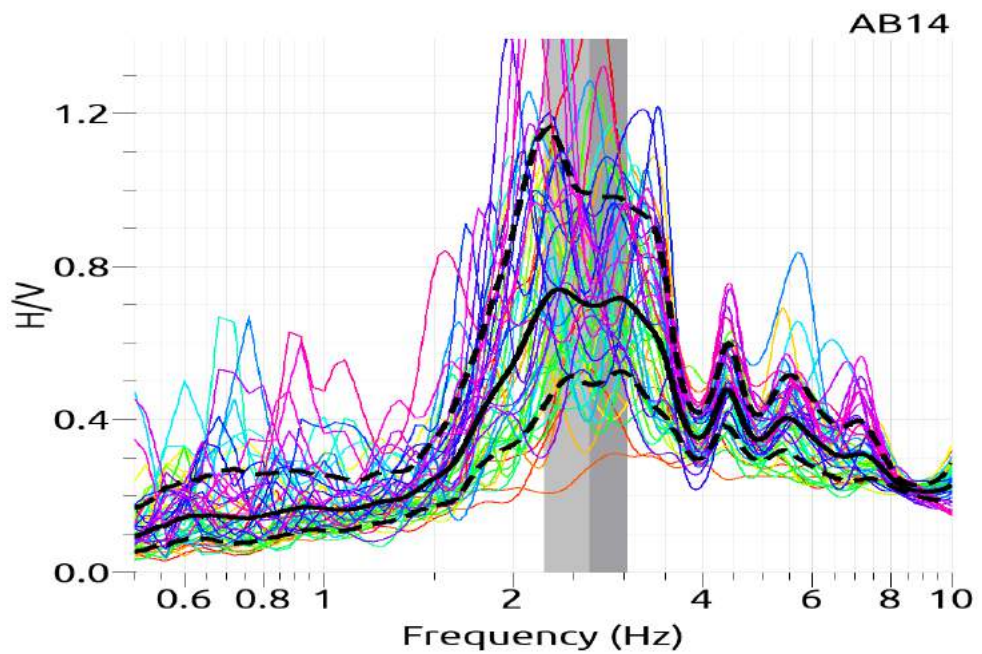
Gambar 4-33 Grafik H/V Titik AB11 Darul Imarah



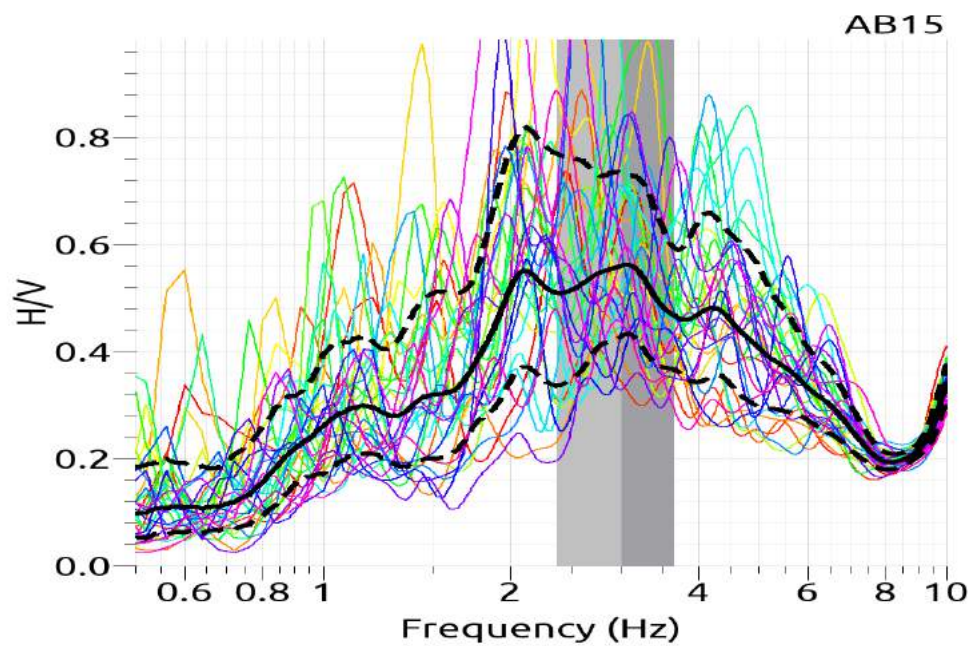
Gambar 4-34 Grafik H/V Titik AB12 Darul Imarah



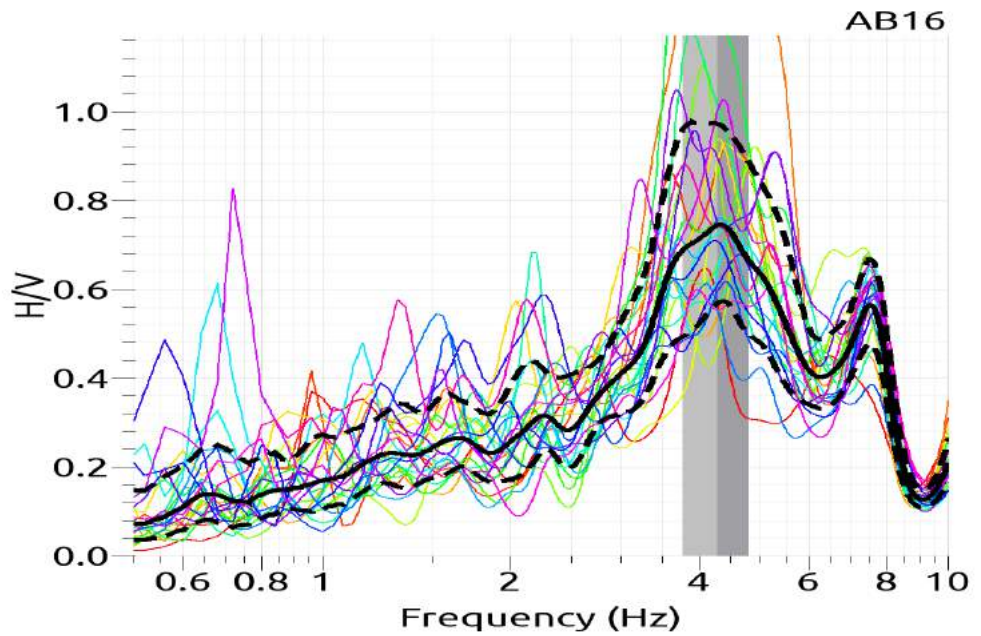
Gambar 4-35 Grafik H/V Titik AB13 Darul Imarah



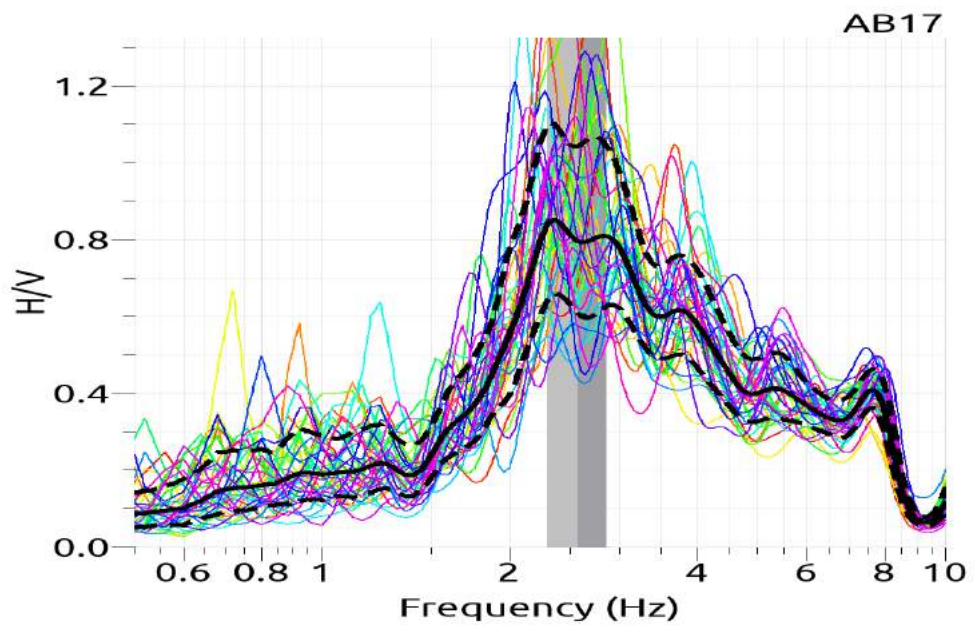
Gambar 4-36 Grafik H/V Titik AB14 Darul Imarah



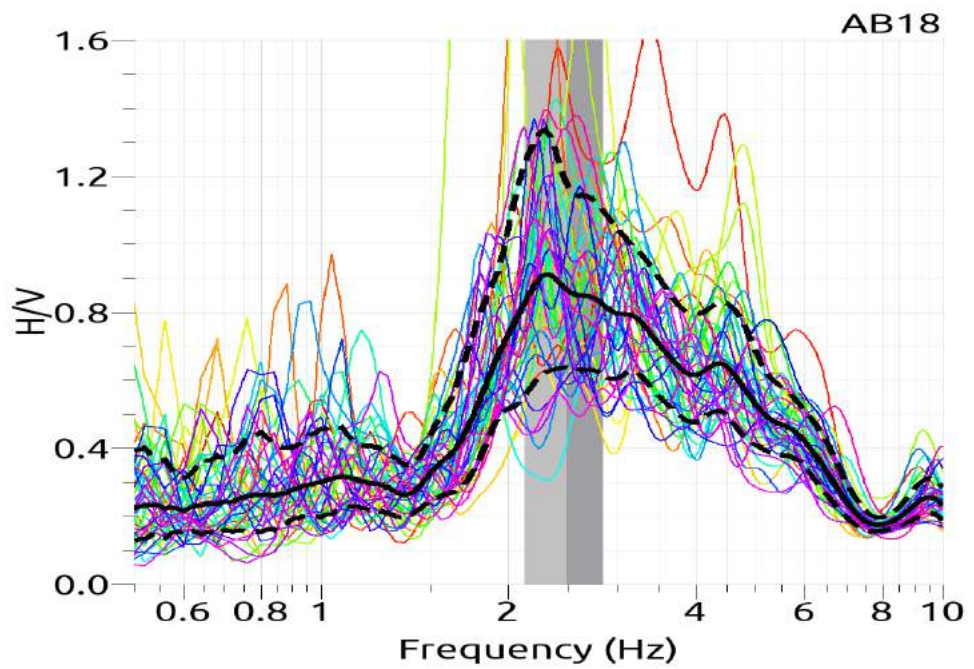
Gambar 4-37 Grafik H/V Titik AB15 Darul Imarah



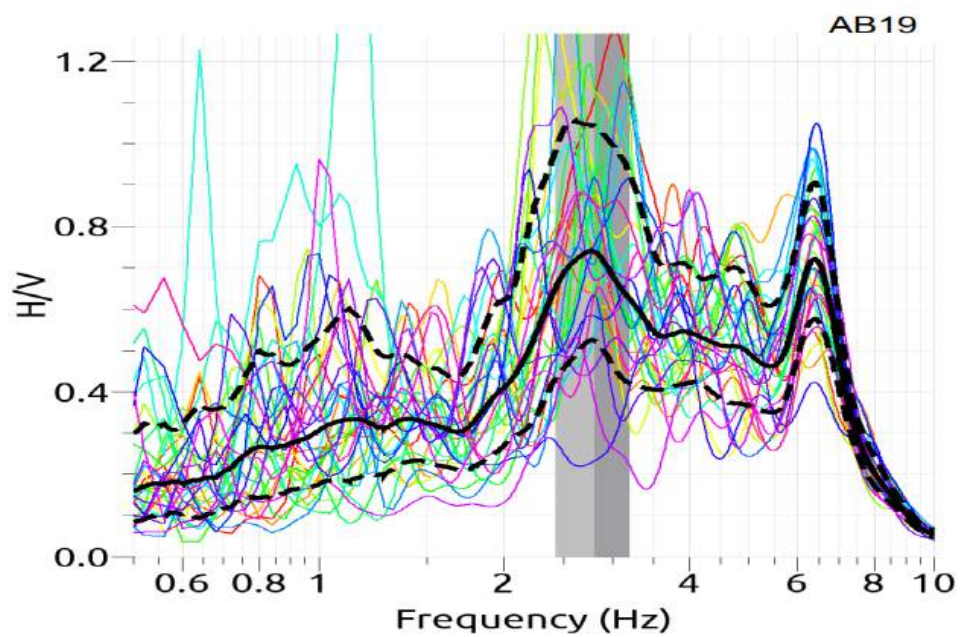
Gambar 4-38 Grafik H/V Titik AB16 Darul Imarah



Gambar 4-39 Grafik H/V Titik AB17 Darul Imarah



Gambar 4-40 Grafik H/V Titik AB18 Darul Imarah



Gambar 4-41 Grafik H/V Titik AB19 Darul Imarah

4.3 Kerentanan Seismik

Data yang diperoleh pada survey mikrotremor pada titik yang telah ditentukan selanjutnya dianalisis menggunakan software Geopsy. Berdasarkan hasil Analisa diperoleh data frekuensi dominan dan data amplifikasi serta dapat dihitung nilai kerentanan seismik (Kg).

4.3.1 Lamteuba

Tabel 4-3 Nilai Frekuensi Dominan, Amplifikasi, dan Kerentanan Seismik

Titik	Longitude	Latitude	Station	Frekwensi	Amplifikasi	Kg Geopsy
LT01	95.60264	5.51095	1836	4.57364	0.551192	0.066426877
LT02	95.60243	5.50855	2927	1.82337	0.741234	0.301325481
LT03	95.60136	5.51419	1420	1.84194	0.545036	0.161277914
LT04	95.62041	5.49178	5018	5.59416	1.18837	0.25244599
LT05	95.61746	5.49329	4929	4.46175	0.43914	0.043221592
LT06	95.61488	5.4931	5853	6.84032	0.512335	0.038373519
LT07	95.61552	5.495534	4010	4.54991	0.541859	0.064531205
LT08	95.61334	5.49491	4059	4.31089	0.663805	0.102214874
LT09	95.61248	5.49817	5058	8.49208	1.96591	0.455106656
LT10	95.61856	5.50107	3636	7.27757	1.07474	0.158715899
LT11	95.61763	5.49898	3727	5.90909	0.611465	0.063273608
LT12	95.6159	5.4997	3710	3.86065	0.611999	0.09701547
LT13	95.61296	5.49966	1020	4.54301	0.940259	0.194603795
LT14	95.61259	5.50243	0157	3.84665	0.559678	0.081431756
LT15	95.61	5.50017	0037	2.38328	0.837207	0.294097026
LT16	95.60626	5.50394	0821	3.03201	1.06148	0.3716148
LT17	95.60382	5.50653	0657	1.29714	1.06179	0.869141345
LT18	95.60851	5.50857	1548	2.20093	1.13896	0.58940079
LT19	95.60725	5.51006	1427	1.98886	0.81933	0.337530871
LT20	95.59954	5.51025	3002	6.09395	0.533815	0.046760878
LT21	95.6006	5.51246	1708	5.22852	0.61447	0.072214198

4.3.2 Peukan Bada dan Darul Imarah

Tabel 4-4 Nilai Frekuensi Dominan, Amplifikasi, dan Kerentanan Seismik di Peukan Bada dan Darul Imarah

Titik	Longitude	Latitude	Stasiun	Frekwensi	Amplifikasi	Kg Geopsy
AB01	95,28005	5,53084	0449	3,72013	0,55851	0,08385
AB02	95,27454	5,52623	0309	5,1287	0,723900	0,10218
AB03	95,27074	5,51602	0848	5,524	0,24	0,01043
AB04	95,27898	5,52206	0847	7,7653	0,275065	0,00974
AB05	95,28534	5,52817	0732	4,5	0,7281	0,11781
AB06	95,29086	5,52219	0807	2,5673	0,4547	0,08053
AB09	95,29904	5,51612	0418	2,73981	1,0226	0,38167
AB07	95,28295	5,51906	0908	3,5697	0,2052	0,01180
AB08	95,31145	5,51426	0439	2,0764	0,59	0,16765
AB11	95,31339	5,51646	0419	3,539	0,759	0,16278
AB18	95,32777	5,52613	0245	2,484	0,865	0,30122
AB19	95,33781	5,51391	0036	2,809	0,738	0,19389
AB10	95,33632	5,50532	0959	2,161	0,971	0,43630
AB17	95,33191	5,50979	0520	2,581	0,795	0,24488
AB16	95,32961	5,4968	0449	4,289	0,743	0,12871
AB14	95,31984	5,49429	0117	2,646	0,698	0,18413
AB13	95,3025	5,5045	0326	5,576	1,17	0,24550
AB12	95,3045	5,5048	0610	8,615	0,701	0,05704
AB15	95,3202	5,5078	0902	3,014	0,561	0,10442

4.4 Klasifikasi Tanah

Berdasarkan nilai frekuensi dominan pada tabel 5-3 dan tabel 5-4, dan merujuk pada tabel 2-2 klasifikasi tanah konversi Kanai & Tanaka dengan Omote-Nakajima (Pitilakis & Kakderi, 2011), maka dapat dibuat pembagian jenis dan klasifikasi tanah dititik survey. Data klasifikasi tanah pada lokasi survey di Lamteuba, Peukan Bada dan Darul Imarah adalah sebagai berikut:

4.4.1 Lamteuba

Tabel 4-5 Spesifikasi/Jenis Tanah berdasarkan Kanai & Tanaka di Lokasi Pengukuran Lamteuba

Klasifikasi Tanah	Frekuensi Dominan (Hz)	Titik Ukur	f_0	Jenis Tanah
Jenis I	6,7 – 20	LT07	7,29059	Batu Tersier (Batuan Keras)
		LT09	8,52572	
Jenis II	4,0 – 6,7	LT01	4,2021	Batu Alluvial (Lempung Keras)
		LT02	5,60271	
		LT03	4,38849	
		LT04	4,280949	
		LT05	5,0954	
		LT06	5,54351	
		LT08	4,00406	
		LT16	4,64333	
		LT19	6,35756	
		LT20	5,54752	
		LT21	4,1377	
Jenis III	2,5 – 4,0	LT10	3,2873	Tanah Alluvial (<i>buff formation</i>)
		LT12	3,04838	
Jenis IV	1,4 – 2,5	LT13	1,96472	Batuan Sedimen (endapan/lumpur)
		LT14	1,64777	
		LT15	1,3078	
		LT17	1,74336	
		LT18	2,45645	

Berdasarkan tabel 4-5 di atas bahwa pada Kawasan Lamteuba terdapat 7 (tujuh) titik batuan lunak yang terdiri atas lima titik batuan sedimen (endapan/lumpur) dan dua titik tanah alluvial (tanah keras). Sementara untuk 14 titik lapisannya terdiri atas batuan Alluvial dan Batuan Tersier yang merupakan batuan keras.

4.4.2 Peukan Bada dan Darul Imarah

Tabel 4-6 Spesifikasi/Jenis Tanah berdasarkan Kanai & Tanaka di Lokasi Pengukuran Peukan Bada dan Darul Imarah

Klasifikasi Tanah	Frekuensi Dominan (Hz)	Titik Ukur	f_0	Jenis Tanah
Jenis I	6,7 – 20	AB04	7,90791	Batu Tersier (Batuan Keras)
		AB12	8,5501	
Jenis II	4,0 – 6,7	AB01	4,28923	Batu Aluvial (Lempung Keras)
		AB02	5,16122	
		AB03	5,09807	
		AB05	4,53558	
		AB13	5,61898	
Jenis III	2,5 – 4,0	AB06	2,61028	Tanah Aluvial (<i>buff formation</i>)
		AB07	3,71935	
		AB09	2,78854	
		AB11	3,49362	
		AB14	2,54548	
		AB15	2,89987	
		AB16	4,26882	
		AB17	2,55226	
Jenis IV	1,4 – 2,5	AB20	2,8162	Batuan Sedimen (endapan/lumpur)
		AB08	2,07311	
		AB18	2,38788	
		AB21	2,12063	

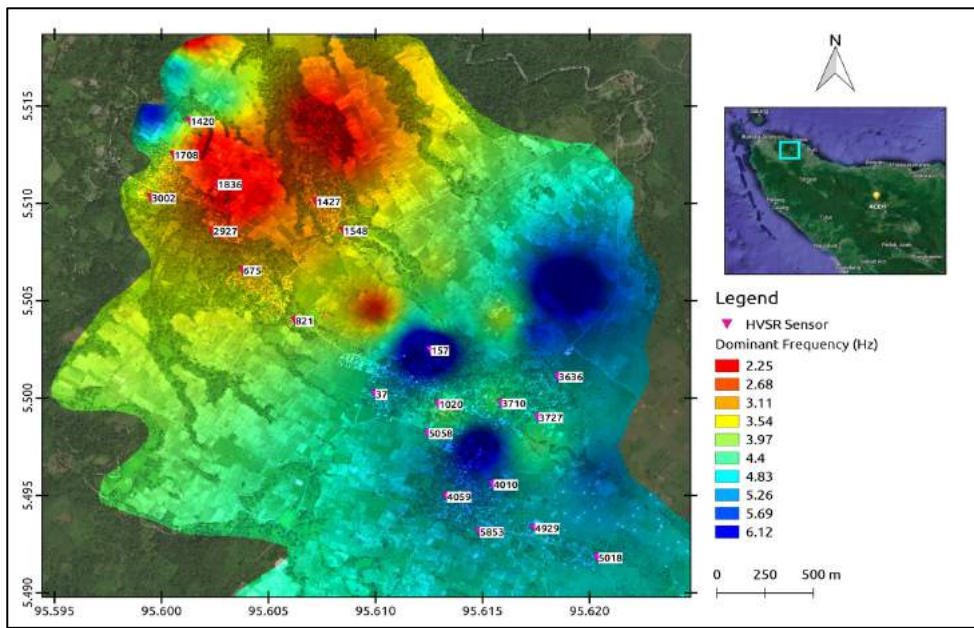
Berdasarkan tabel 4-6 di atas keadaan lapisan tanah pada kecamatan Peukan Bada dan Darul Imarah terdapat 12 (tiga) titik batuan lunak yang terdiri atas 3 (tiga) titik batuan sedimen (endapan/lumpur) dan 9 (sembilan) titik tanah alluvial. Sementara untuk 7 (tujuh) titik lapisannya terdiri atas batuan alluvial dan batuan tersier yang merupakan batuan keras.

4.5 Peta Berdasarkan Metode HVSR

Berdasarkan data yang diperoleh dengan aplikasi geopsy di atas, selanjutnya selanjutnya diinterpolasi menjadi peta yaitu: (1) peta frekwensi dominan pada Kawasan segmen Seulimeum dan Segmen Aceh, (2) peta amplifikasi di Kawasan segmen Seulimeum dan Segmen Aceh, dan (3) peta kerentanan seismik pada Kawasan segmen Seulimeum dan Segmen Aceh.

4.5.1 Peta Frekwensi Dominan

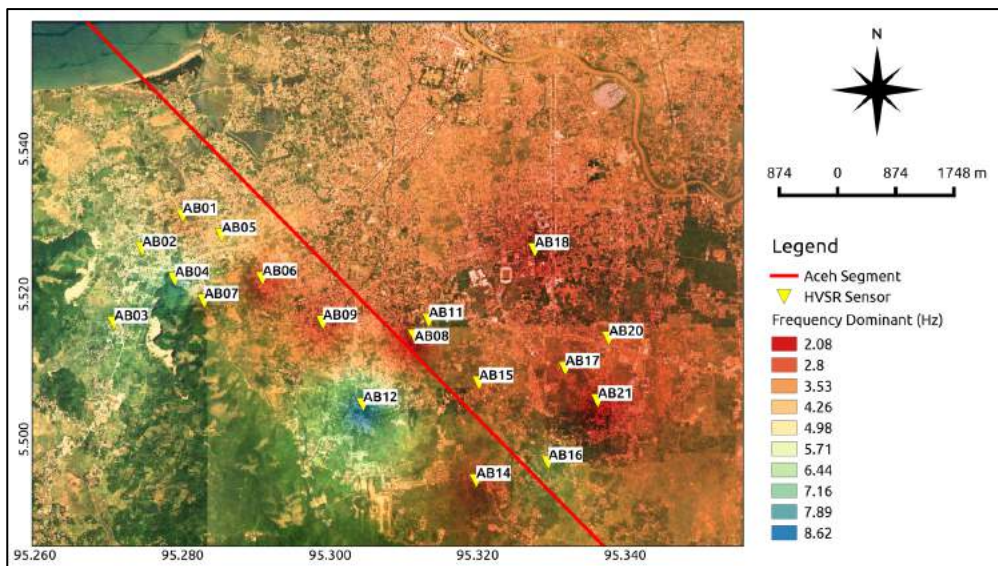
4.5.1.1 Lamteuba (Segmen Seulimeum)



Gambar 4-42 Peta Nilai Frekwensi Dominan Kawasan Lamteuba

Berdasarkan peta pada gambar 4-45, menunjukkan bahwa frekwensi dominan (f_0) kurang dari 2,5 ada pada kawasan stasiun 1706, 1836, 2927, 3002 dan 1427 maka Kawasan ini didominasi oleh struktur tanah sedimen/endapan. Sementara kawasan stasiun 0657 dan 1548 merupakan Kawasan yang didominasi oleh tanah alluvial yang tergolong lunak. Sedangkan pada stasiun yang lain berdasarkan nilai frekwensi dominan, Kawasan tersebut termasuk kedalam yang didominasi oleh batuan keras yaitu batu tersier dan batu alluvial.

4.5.1.2 Peukan Bada dan Darul Imarah (Segmen Aceh)

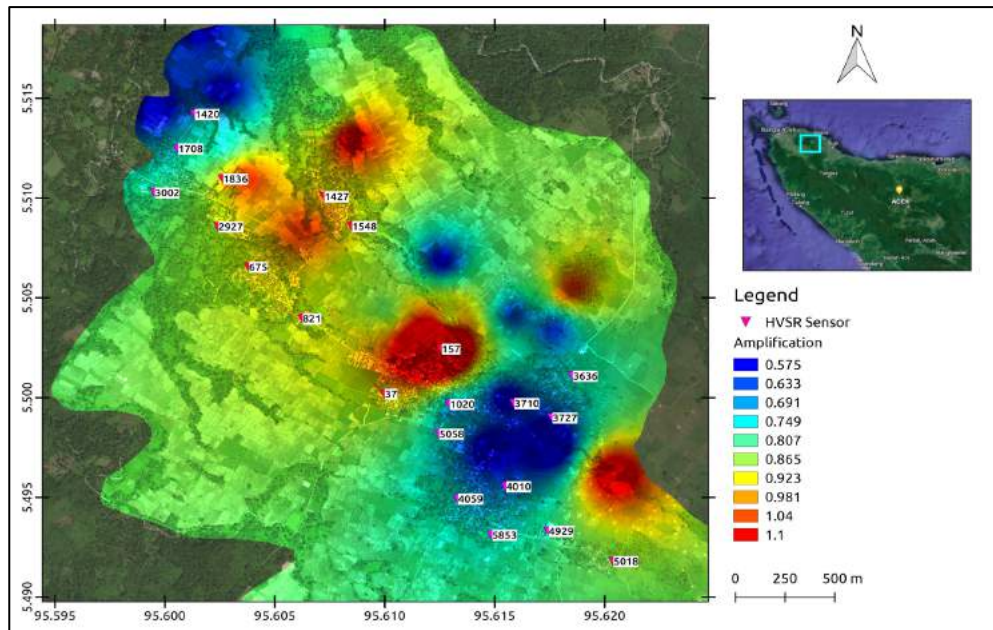


Gambar 4-43 Peta Frekwensi Dominan Kawasan Segmen Aceh

Peta pada gambar 4-46 di atas, menunjukkan bahwa Kawasan Darul Imarah didominasi oleh tanah sedimen dan tanah alluvial yang lunak, kecuali pada titik AB12 dan AB16 kawasan ini memiliki lapisan batu alluvial (keras). Sedangkan pada Kawasan Peukan Bada didominasi oleh lapisan permukaan yang relative lebih keras yaitu lapisan batu alluvial (Pitilakis & Kakderi, 2011).

4.5.2 Peta Nilai Amplifikasi

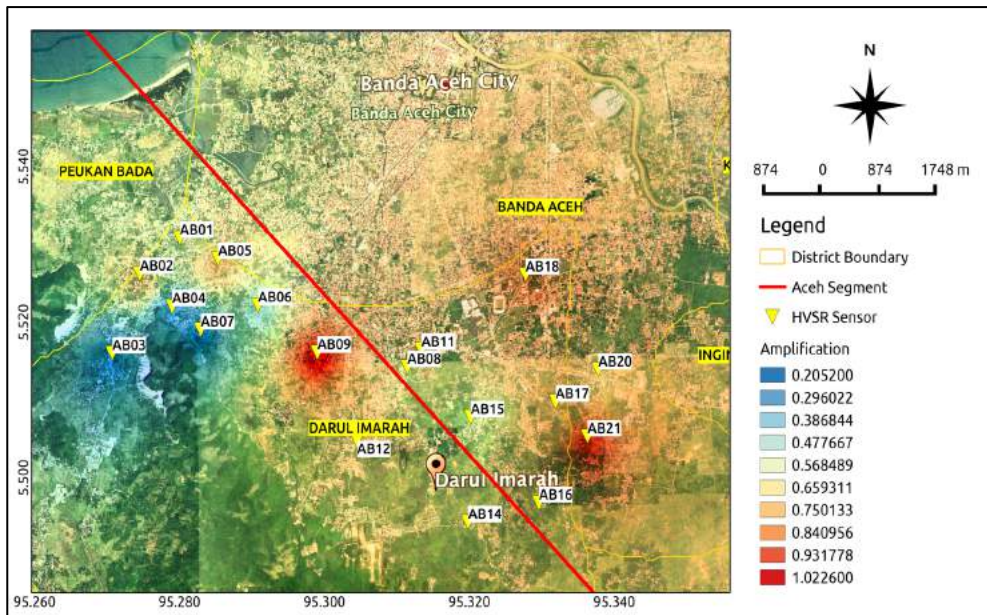
4.5.2.1 Lamteuba (Segmen Seulimeum)



Gambar 4-44 Peta Nilai Amplifikasi (Ao) di Kawasan Lamteuba

Peta Kawasan Lamteuba (gambar 4-47) di atas menunjukkan bahwa nilai amplifikasi tanah yang tinggi ≥ 1 ada pada titik/stasiun 0157, 037, 1836, 1427, dan 1548. Sedangkan sisanya mempunyai nilai amplifikasi tanah yang rendah, dengan demikian pada Kawasan ini aka berpeluang memiliki kerentanan yang rendah pula (Pitilakis & Kakderi, 2011).

4.5.2.2 Peukan Bada dan Darul Imarah (Segmen Aceh)

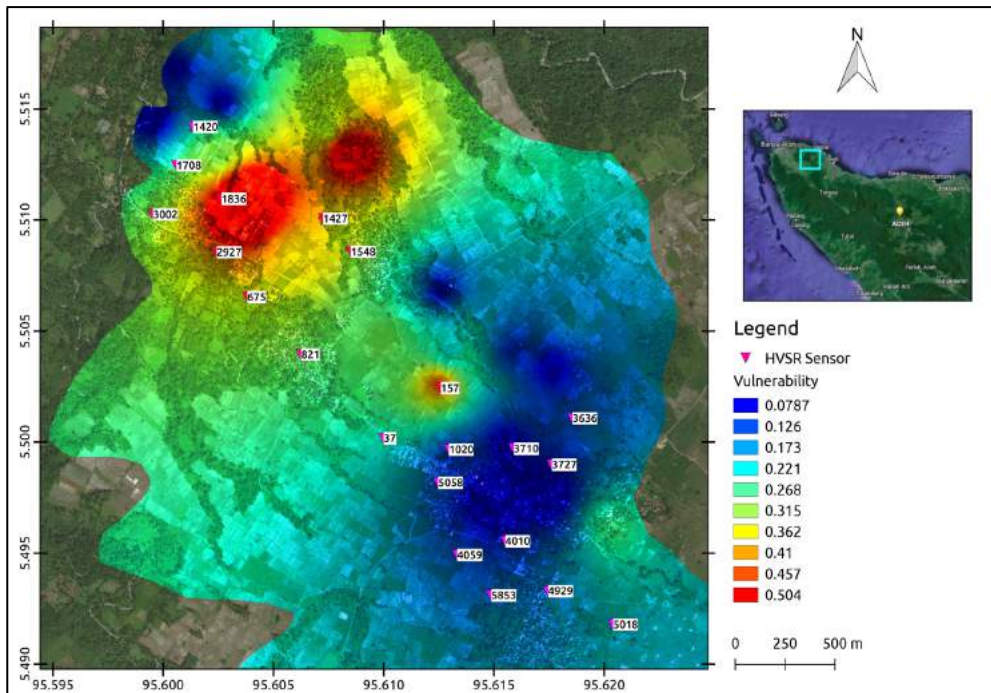


Gambar 4-45 Peta Nilai Amplikasi (Ao) Kawasan Segmen Aceh

Peta kawasan Darul Imarah dan Peukan Bada pada gambar 4-48 di atas, menunjukkan bahwa nilai amplifikasi tanah yang tinggi ≥ 1 ada pada titik AB09 dan AB21 Kawasan ini aka berpeluang memiliki kerentanan yang tinggi pula (Pitilakis & Kakderi, 2011). Sedangkan titik yang lain umumnya mempunyai nilai amplifikasi tanah yang sedang dan hanya AB03, AB03, AB07 dan AB06 yang mempunyai nilai amplifikasi tanah yang rendah.

4.5.3 Peta Kerentanan Seismik (Kg)

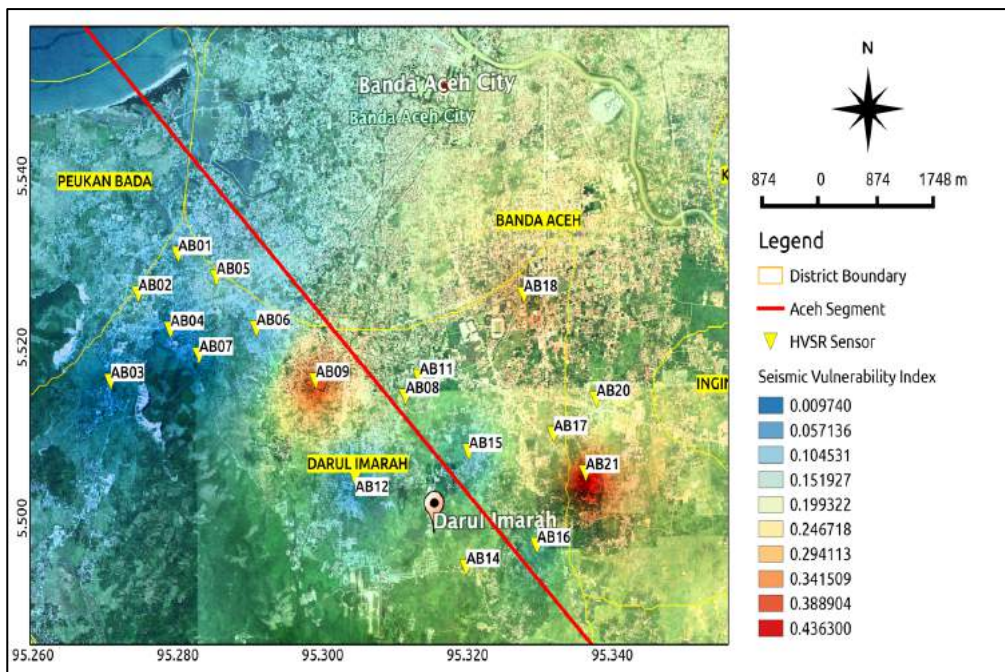
4.5.3.1 Lamteuba (Segmen Seulimeum)



Gambar 4-46 Peta Nilai Kerentanan Seismik (Kg) Kawasan Lamteuba

Berdasarkan peta yang ditunjukkan pada gambar 4-49, dapat disimpulkan tingkat kerentanan seismic pada Kawasan Lamteuba (Segmen Aceh) tingkat kerentanan rendah ada pada Kawasan stasiun yang berwarna biru. Sementara pada stasiun 0157, 0657, 1548 dan 3002 adalah Kawasan dengan tingkat kerentanan sedang. Sedangkan pada Kawasan stasiun 2927, 1427, dan 1836 adalah Kawasan dengan tingkat kerentanan tinggi dan merupakan Kawasan Gampong Ateuk (padat penduduk).

4.5.3.2 Peukan Bada dan Darul Imarah (Segmen Aceh)



Gambar 4-47 Peta Nilai Kerentanan Seismik Kawasan Segmen Aceh

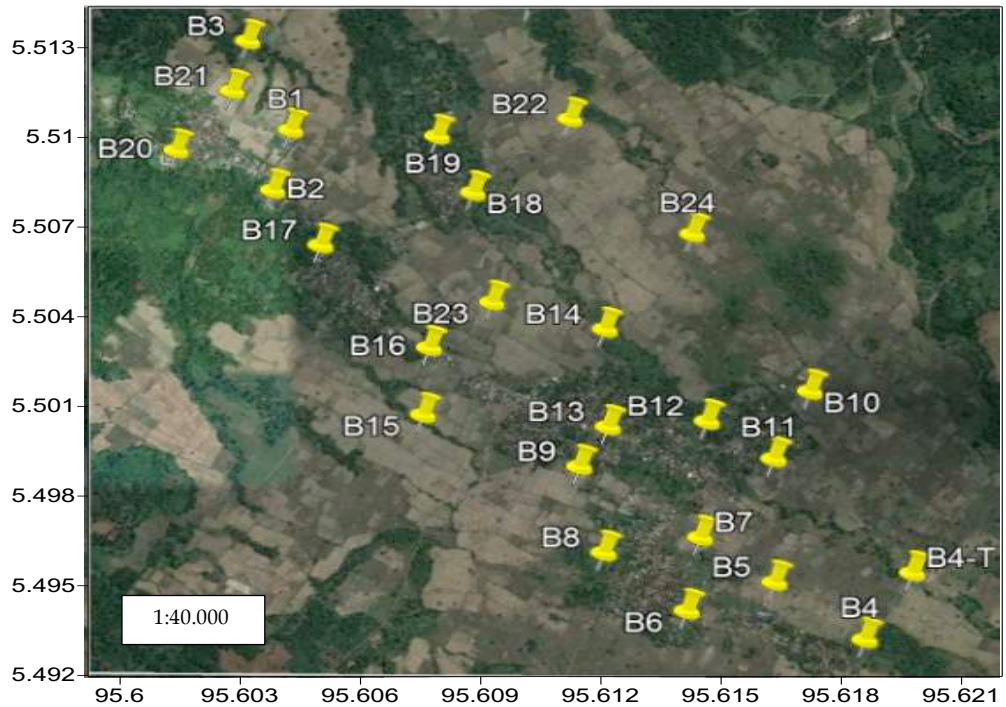
Berdasarkan peta pada gambar 4-50, menunjukkan bahwa Kawasan Peukan Bada pada umumnya memiliki tingkat kerentanan yang rendah dengan nilai Kg yang relative kecil. Sementara untuk Kawasan Darul Imarah secara umum memiliki tingkat kerentanan yang sedang dan terdapat dua titik dengan tingkat kerentanan yang tinggi yaitu titik AB09 dan AB21 yaitu di Kawasan Gampong Garot dan Gampong Lheu. Sedang untuk tingkat kerentanan yang rendah ada pada titik AB06 dan AB07 yaitu Kawasan yang berbatasan langsung dengan Peukan Bada.

4.6 Peta Berdasarkan Nilai Suseptibilitas Magnetik Batuan

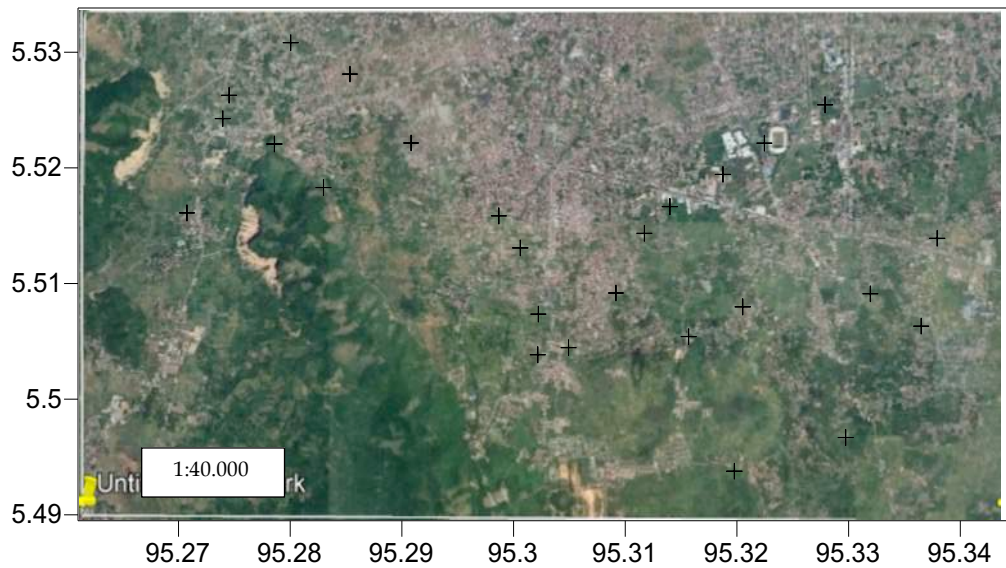
4.6.1 Titik Pengukuran

Pengukuran suseptibilitas batuan dilakukan di Kawasan Lamteuba (Segmen Seulimeum) sebanyak 24 titik (Gambar 4-48) dan Kawasan Segmen Aceh yaitu di Kecamatan Peukan Bada dan Kecamatan Darul Imarah yang titik pengukurannya sama dengan titik pengukuran microtremor dan ditambah sebanyak tujuh titik agar memperoleh hasil yang lebih akurat. Titik tersebut tersebar pada wilayah kecamatan Peukan Bada sebanyak enam titik

dan 21 titik ada di wilayah kecamatan Darul Imarah, dapat ditunjukkan pada gambar 4-49 di bawah ini:



Gambar 4-48 Titik Lokasi Pengukuran Magnetik



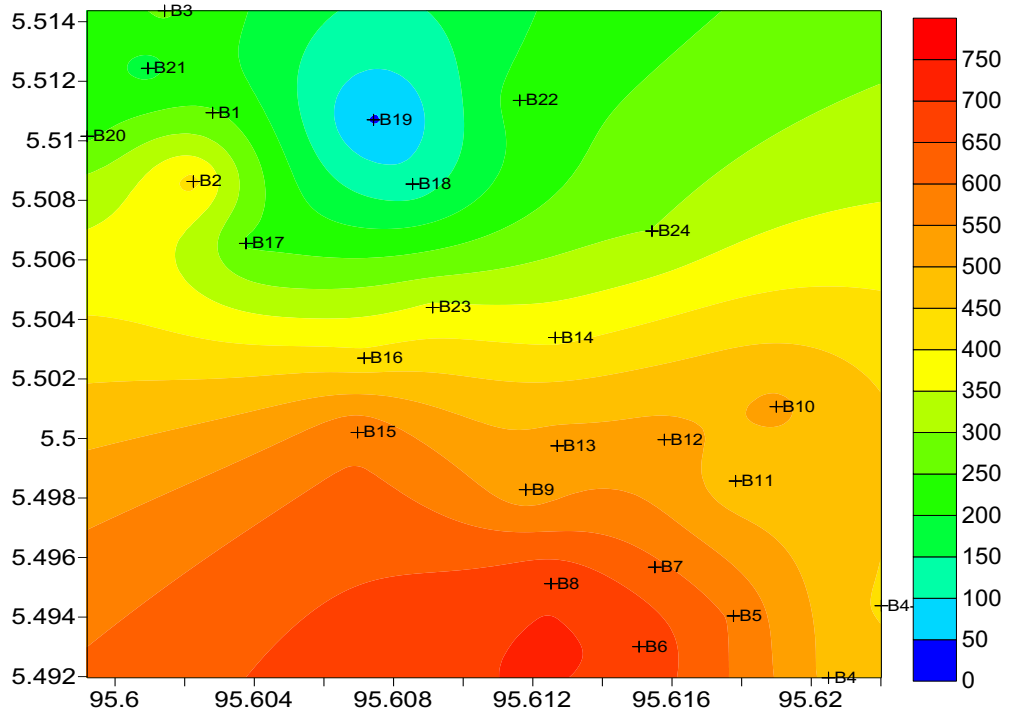
Gambar 4-49 Lokasi Pengukuran Geomagnetik di Kawasan Segmen Aceh

Data hasil pengukuran tersebut dapat dilihat pada tabel 4-7 di bawah ini:

Tabel 4-7 Data Pengukuran Geomagnetik Lamteuba

Station	Latitude	Longiude	Time mobile	Mobile			Time Base	Base Reading
Mobile Base	5,509525	95,604407	125552	41199,08	41200,43	41200,54	130002	41198,62
B4	5,49196	95,620495	141217	41625,63	41625,31	41625,18	141002	41136,3
B5	5,494038	95,617765	142232	41726,7	41726,14	41725,88	142002	41131,3
B4-T	5,494381	95,622015	144517	41572,15	41572,06	41571,89	144502	41127,76
B6	5,493005	95,615054	150102	41811,87	41811,63	41811,51	150002	41123,49
B8	5,495121	95,612522	151122	41815,17	41815,17	41815,24	151002	41121,14
B7	5,495676	95,615508	152202	41736,37	41736,37	41736,32	152002	41124,76
B11	5,498571	95,617825	153642	41590,91	41591,17	41591,49	153502	41123,27
B10	5,501067	95,618996	155817	41637,55	41637,27	41637,09	160002	41123,25
B12	5,499959	95,615781	160907	41644,75	41645,19	41645,33	161002	41123,48
B9	5,49828	95,611798	161722	41641,45	41641,52	41641,44	161502	41123,66
B13	5,499751	95,612702	162817	41646,46	41646,91	41646,95	163002	41124,71
B14	5,50339	95,612645	163807	41522,61	41522,94	41523,15	164002	41132,44
B24	5,506968	95,615424	164707	41437,85	41437,88	41437,98	164502	41135,89
MB			180522	41161,43	41161,35	41160,9	180502	41169,15
Mobile Base			85612	41210,63	41210,46	41209,98	90002	41218,7
B16	5,5027	95,607157	94047	41640,07	41640,53	41640,82	94002	41233,92
B15	5,500201	95,606965	95532	41824,46	41824,34	41824,29	95502	41243,31
B23	5,5044	95,609124	101242	41601,08	41600,76	41600,89	101002	41251,1
B18	5,508547	95,608547	103612	41368,85	41369,24	41369,17	103502	41257,44
B19	5,510704	95,607425	104227	41292,89	41292,61	41293,38	104002	41258,27
B22	5,511357	95,611624	105042	41469,92	41470,2	41470,26	105002	41253,09
B2	5,508632	95,60225	111712	40834,22	40831,79	40831,55	111502	41259,19
B17	5,506554	95,60376	112742	41499,25	41499,06	41498,87	112502	41263,46
B3	5,514369	95,601422	114147	41509,58	41509,51	41509,4	114002	41256,56
B21	5,512435	95,600944	114652	41432,15	41432,2	41432,45	114502	41255,62
B20	5,510154	95,599199	115542	41487,94	41487,87	41487,73	115502	41256,09
B1	5,510941	95,602802	120417	41501,08	41501,01	41501,13	120502	41254,23
MB			120937	41251,22	41251,64	41252,22	121002	41254,12

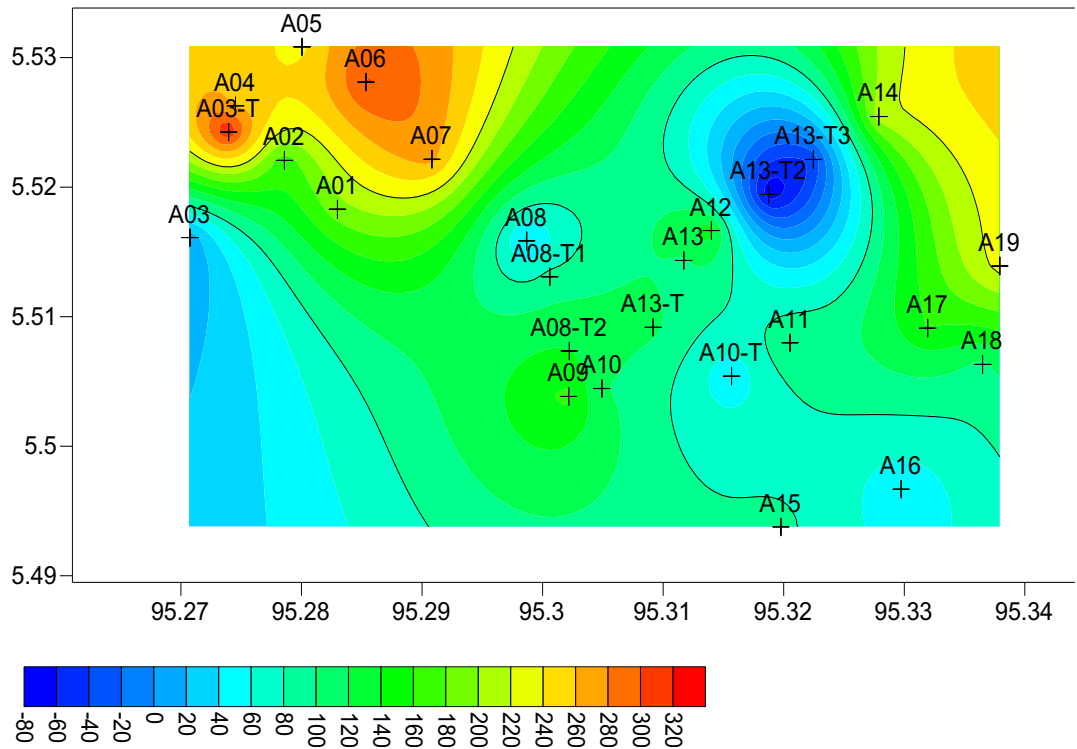
4.6.2 Peta Suseptibilitas Batuan Kawasan Lamteuba



Gambar 4-50 Peta Nilai Suseptibilitas Batuan Kawasan Lamteuba

Peta pada gambar 4-50 menunjukkan bahwa nilai suseptibilitas tinggi (≥ 550 T) ada pada B5, B6, B7, B8, dan B15. Sementara Kawasan dengan nilai suseptibilitas sedang (300 – 550 T) ada pada titik B2, B9, B10, B11, B12, B13, B14, B16, dan B23. Selanjutnya nilai suseptibilitas rendah (100 – 300 T) diperoleh pada titik B1, B3 B17, B20, B21, B22, dan B24. Sedangkan titik dengan nilai suseptibilitas yang paling rendah (≤ 100) diperoleh dari dua titik pengukuran yaitu B18 dan B19. Sehingga jika tabel 2-3 maka dapat disimpulkan bahwa Kawasan dengan suseptibulitas rendah dan sangat rendah terdapat batuan lunak/tanah sedimen/tanah alluvial. Sehingga pada Kawasan ini memiliki kerentanan seimic yang tinggi dan sedang (Diurnal et al., 2015).

4.6.3 Peta Suseptibilitas Batuan Kawasan Segmen Aceh



Gambar 4-51 Peta jenis batuan berdasarkan nilai suseptibilitas

Peta pada gambar 4-51 bahwa nilai suseptibilitas batuan Kawasan Peukan Bada tergolong tinggi berada pada kisaran $\geq 300T$, kecuali A03 memiliki nilai suseptibilitas yang rendah (100 – 300 T). Selanjutnya Kawasan Darul Imarah hanya pada titik A07 memiliki nilai suseptibilitas tinggi, sementara sebagian besar lainnya memiliki nilai suseptibilitas rendah (100 – 300 T) serta enam titik yang memiliki nilai susetibilitas rendah (≤ 100) yaitu titik A08, A08T1, A13T2, A13T3, A10T dan A16. Dengan demikian berdasarkan tabel 2-3 dapat disimpulkan bahwa Kawasan Peukan Bada memiliki tingkat kerentanan seismik rendah, sedangkan pada Kawasan Darul Imarah umumnya berada pada tingkat kerentanan sedang dan tinggi kecuali pada titik A07 yang memiliki kerentanan seismic rendah (Diurnal et al., 2015; Telford, 1990).

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan data hasil pengukuran metode HVSR:
 - a. Kawasan Lamteuba (terutama Kawasan Gampong Ateuk) merupakan kawasan yang memiliki tingkat kerentanan seismik yang tinggi.
 - b. Kawasan Peukan Bada umumnya terdiri lapisan batuan keras dengan tingkat kerentanan seismik rendah.
 - c. Pada kawasan Darul Imarah umumnya (12 dari 14 titik) terdiri atas lapisan sedimen dan tanah alluvial dimana tiga titik dengan kerentanan seismik tinggi sementara Sembilan titik lainnya berada pada tingkat kerentanan seismik sedang.
2. Berdasarkan data dan peta hasil pengukuran metode geomagnetik:
 - a. Kawasan Lamteuba (9 dari 24 titik atau 37,5%) merupakan kawasan yang memiliki nilai suseptibilitas rendah atau tingkat kerentanan seismik yang sedang dan tinggi.
 - b. Kawasan Peukan Bada umumnya memiliki nilai suseptibilitas relative tinggi atau terdiri lapisan batuan keras dengan tingkat kerentanan seismik rendah.
 - c. Pada kawasan Darul Imarah umumnya (12 dari 19 titik atau 63%) memiliki nilai suseptibilitas rendah terdiri atas lapisan alluvial dengan tingkat kerentanan seismik sedang, sedangkan 31,6% (6 dari 19 titik) dimana Kawasan ini memiliki nilai suseptibilitas sangat rendah dan dengan kata lain Kawasan ini terdiri atas lapisan tanah sedimen dengan kerentanan seismik.
3. Pemetaan berdasarkan parameter dari metode HVSR dan Geomagnetik dapat disimpulkan bahwa secara umum kondisi geologi pada kawasan sekitar segmen Seulimeum dan Segmen Aceh terdapat lapisan sedimen dan lapisan tanah alluvial yang adalah rentan terhadap gempa darat yang berkekuatan magnitude >6.

5.2 Rekomendasi

Dibutuhkan penelitian lanjutan yang meliputi wilayah lebih luas dan menggunakan parameter Vs30 yang memungkinkan ditampilkan data 3D sehingga data yang diperoleh akan lebih terbaca baik secara horizontal dan vertikal. Wilayah yang lebih luas dimaksudkan untuk dilakukan pemetaan kerentanan seismik yang wilayahnya memotong kedua sesar (segmen Aceh dan Segmen Seulimeum), sehingga akan mampu menjawab dan menggambarkan secara konkret kerentanan seismic kawasan Aceh Besar dan Banda Aceh.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiyoso, W., & Kanegae, H. (2013). Effectiveness of disaster-based school program on students' earthquake-preparedness. *Journal of Disaster Research*, 8(5), 1009–1017.
- Bard, P., Duval, A., Koehler, A., & Rao, S. (2004). Guidelines for the Implementation of the H / V Spectral Ratio Technique on Ambient Vibrations Measurements , Processing and Interpretation. *SESAME European Research Project WP12 – Deliverable D23.12*, (December), 1–62. <https://doi.org/DOI.10.1111/j.1365-246X.2006.03282.x>
- BMKG. (2018). Katalog Gempa Bumi Signifikan dan Merusak di Indonesia Tahun 1821-2017. Jakarta: Pusat Gempa Bumi dan Tsunami, BMKG.
- Broto, S., & Putranto, T. T. (2011). Aplikasi Metode Geomagnet Dalam Eksplorasi Panasbumi. *Teknik*, 32(1), 79–87. <https://doi.org/10.14710/TEKNIK.V32I1.1687>
- Burton, P. W., & Hall, T. R. (2014). Segmentation of the Sumatran fault. *Geophysical Research Letters*, 41(12), 4149–4158. <https://doi.org/10.1002/2014GL060242>. Received
- Diurnal, K., Telford, M., Normal, K., Geomagnetik, I., Field, R., & Oceanic, N. (2015). Koreksi-Koreksi pada Pengolahan Data Geofisika (Part II: Metode Magnetik), 1–6.
- Elnashai, A. S., & Di Sarno, L. (1996). *Fundamentals of Earthquake Engineering. Chemical Communications*. <https://doi.org/10.1039/cc9960000427>
- Genrich, J. F., Bock, Y., McCaffrey, R., Prawirodirdjo, L., & Stevens, C. W. (2000). Distribution of slip at the northern Sumatran fault system. *Journal of Geophysical Research*, 105(B12), 28327–28341. <https://doi.org/10.1029/2000JB900158>
- H. Hisham, M. Nordiana, R. Saad, M. Syukri, S. Nabila, M. Umi, S. R. I. (2015). Applying Gravity Method for Mapping Seulimeum Fault System in Krueng Raya , Aceh Besar (Indonesia). *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*, 20, 4059–4066.
- Haulle, E. (2012). Evaluating earthquake disaster risk management in schools in Rungwe Volcanic Province in Tanzania. *Jàmbá: Journal of Disaster Risk Studies*, 1(4), 7. <https://doi.org/10.4102/jamba.v4i1.44>
- Herak, M. (2008). ModelHVSRA-Matlab®tool to model horizontal-to-vertical spectral ratio of ambient noise. *Computers and Geosciences*, 34(11), 1514–1526. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2007.07.009>
- Hurukawa, N., Wulandari, B. R., & Kasahara, M. (2014). Earthquake history of the Sumatran fault, Indonesia, since 1892, derived from relocation of large earthquakes. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 104(4), 1750–1762. <https://doi.org/10.1785/0120130201>
- Irsyam, M., Asrurifak, M., Mikail, R., Sabaruddin, A., & Faisal, L. (2017). Pemutakhiran Peta, dan Gempa Indonesia.
- Irsyam, M. et al. (2010). Ringkasan Hasil Studi Tim Revisi Peta Gempa

- Indonesia 2010, 1–43.
- McCaughey, J. W., Mundir, I., Daly, P., Mahdi, S., & Patt, A. (2017). Trust and distrust of tsunami vertical evacuation buildings: Extending protection motivation theory to examine choices under social influence. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 24(June), 462–473. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2017.06.016>
- Michellier, C., Pigeon, P., Kervyn, F., & Wolff, E. (2016). Contextualizing vulnerability assessment: a support to geo-risk management in central Africa. *Natural Hazards*, 82(March), 27–42. <https://doi.org/10.1007/s11069-016-2295-z>
- Mucciarelli, M., & Gallipoli, M. R. (2001). A critical review of 10 years of microtremor HVSR technique. *Bollettino Di Geofisica Teorica Ed Applicata*, 42(3–4), 255–266.
- Nakamura, Y. (2000). Clear Identification of Fundamental Idea of Nakamura's S. Spectrum, 2656. Retrieved from http://www.sdr.co.jp/papers/n_tech_and_application.pdf
- Nakamura, Y. (2008). On the H/V spectrum. *The 14th World Conference on Earthquake Engineering*, 1–10. Retrieved from http://117.120.50.114/papers/14wcee/14wcee_hv.pdf
- Natawidjaja, D. H., Bradley, K., Daryono, M. R., Aribowo, S., & Herrin, J. (2017). Late Quaternary eruption of the Ranau Caldera and new geological slip rates of the Sumatran Fault Zone in Southern Sumatra, Indonesia. *Geoscience Letters*, 4(1), 21. <https://doi.org/10.1186/s40562-017-0087-2>
- Natawidjaja, D. H., Sieh, K., Galetzka, J., Suwargadi, B. W., Cheng, H., Edwards, R. L., & Chlieh, M. (2007). Interseismic deformation above the Sunda Megathrust recorded in coral microatolls of the Mentawai islands, West Sumatra, 112, 1–27. <https://doi.org/10.1029/2006JB004450>
- Nordiana, M. M., Saad, R., Kamaruddin, N. A., Syukri, M., & Azwin, I. N. (2014). Characterizing Features of Faults using Magnetic Method: Preliminary Results in Seulimeum Fault, Aceh Besar (Indonesia), 3(4), 476–479.
- Omang, A., Cummins, P., Robinson, D., & Hidayati, S. (2016). Sensitivity analysis for probabilistic seismic hazard analysis (PSHA) in the Aceh Fault Segment, Indonesia. *Geological Society, London, Special Publications*, 441(June), SP441.5. <https://doi.org/10.1144/SP441.5>
- Partono, W. (2013). Aplikasi Metode HVSR pada Perhitungan Faktor Amplifikasi Tanah di Kota Semarang. *Jurnal Media Komunikasi Teknik Sipil*, 19(No.3), 125–134.
- Pitilakis, K. D., & Kakderi, K. G. (2011). SEISMIC RISK ASSESSMENT AND MANAGEMENT OF LIFELINES. In *5th International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering* (pp. 1–53).
- Qiu, Q., Hill, E. M., Barbot, S., Hubbard, J., Feng, W., Lindsey, E. O., ... Tapponnier, P. (2016). The mechanism of partial rupture of a locked

- megathrust: The role of fault morphology. *Geology*, 44(10).
<https://doi.org/10.1130/G38178.1>
- Reynolds, J. (2017). An Introduction to applied and environmental geophysics. *Nervenheilkunde*, 36(10), 800–805.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Rivera, L., Sieh, K., Helmberger, D., & Natawidjaja, D. (2002). A Comparative Study of the Sumatran Subduction-Zone Earthquakes of 1935 and 1984, 92(5), 1721–1736.
- Setiawan, B., & Kusuma, W. B. (2013). Banda Aceh-Indonesia Ground Response Analysis During the 2004 Indian Ocean Mega Earthquake. *International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering*, 5, 1–7.
 Retrieved from <https://scholarsmine.mst.edu/icchge/7icchge/session04/5>
- Sutarno, D., Ogawa, Y., Prihantoro, R., Sugiyanto, D., Ismail, N., & Kimata, F. (2014). Electrical resistivity imaging of Sumatran Fault based on Magnetotelluric data, 1–5.
- Telford, L. P. G. and R. E. S. (1990). *Applied Geophysics, second edition*. Cambridge University Press.
- Toshihide, SUGIMOTO; Kazuo, KAWASAKI; Hideo, S. (2014). Use of magnetic surveying in landslide analysis at the boundary between the granite region and the green tuff region in southwestern Toyama Prefecture. *Journal of Natural Disaster Science*, 35(2), 55–66.
- Twigg, J. (2004). Mitigation and preparedness in development and emergency programming HPN Humanitarian Practice Network Britain's leading independent think-tank on international development and humanitarian issues Good Practice Review Disaster risk reduction Humanitarian, 44(0). Retrieved from www.odihpn.org.
- Wang, J. J. (2016). Study on the context of school-based disaster management. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 19.
<https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2016.08.005>
- Zakaria, M. T., Nordin, M. M., Saad, R., Azwin, I. N., & Yunus, N. K. A. (2016). The identification of Seulimeum fault system in Ieue, Aceh Besar (Indonesia) by using magnetic method. *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*, 21(2), 533–541. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/62/1/012015>

LAMPIRAN

**DOKUMENTASI KEGIATAN
PENGUMPULAN DATA DAN PENELITIAN DENGAN JUDUL
“PEMETAAN KERENTANAN BENCANA GEMPA BUMI
PADA KAWASAN SESAR SUMATRA SEGMENT SEULIMUEM DAN
SEGMENT ACEH”
DI LAMTEUBA KECAMATAN SEULIMUM KABUPATEN ACEH
BESAR
PADA TANGGAL 19 S/D 24 JUNI 2019**







**DOKUMENTASI KEGIATAN
PENGUMPULAN DATA DAN PENELITIAN DENGAN JUDUL
“PEMETAAN KERENTANAN BENCANA GEMPA BUMI PADA
KAWASAN SESAR SUMATRA SEGMENT ACEH”
DI KECAMATAN DARUL IMARAH KABUPATEN ACEH BESAR
PADA TANGGAL 02 S/D 07 JUNI 2019**







**DOKUMENTASI KEGIATAN
PENGUMPULAN DATA DAN PENELITIAN DENGAN JUDUL
“PEMETAAN KERENTANAN BENCANA GEMPA BUMI PADA
KAWASAN SESAR SUMATRA SEGMENT ACEH”
DI KECAMATAN PEUKAN BADA KABUPATEN ACEH BESAR
PADA TANGGAL 10 S/D 14 JUNI 2019**







**DOKUMENTASI KEGIATAN
PENGUMPULAN DATA DAN PENELITIAN MAGNETIK DENGAN
JUDUL
"PEMETAAN KERENTANAN BENCANA GEMPA BUMI PADA
KAWASAN SESAR SUMATRA SEGMENT SEULIMEUM DAN SEGMENT
ACEH"
PADA TANGGAL 10 S/D 30 JULI 2019**









BIODATA PENELITI
PUSAT PENELITIAN DAN PENERBITAN LP2M
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH TAHUN
2019

A. Identitas Diri

1.	Nama Lengkap <i>(dengan gelar)</i>	Yusran, S.Pd. M.Pd.
2.	Jenis Kelamin L/P	Laki-laki
3.	Jabatan Fungsional	Lektor
4.	NIP	197106261997021003
5.	NIDN	2026067104
6.	NIPN <i>(ID Peneliti)</i>	Lamgeu Tuha, 26 Juni 1971
7.	Tempat dan Tanggal Lahir	yusran@ar-raniry.ac.id
8.	E-mail	081360066277
9.	Nomor Telepon/HP	
10.	Alamat Kantor	Jln. Syech Abdul Rauf
11.	Nomor Telepon/Faks	-
12.	Bidang Ilmu	Ilmu Pendidikan Fisika
13.	Program Studi	Pendidikan Teknologi Informasi
14.	Fakultas	Tarbiyah dan Keguruan

B. Riwayat Pendidikan

No.	Uraian	S1	S2	S3
1.	Nama Perguruan Tinggi	Unsyiah	UPI	Unsyiah
2.	Kota dan Negara PT	Banda Aceh	Bandung	Banda Aceh
3.	Bidang Ilmu/ Program Studi	Pendidikan Fisika	Pendidikan Fisika	DMAS
4.	Tahun Lulus	1995	2004	

C. Pengalaman Penelitian dalam 3 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Penelitian	Sumber Dana
1.	2017	Penerapan E-Learning pada Pesantren Terpadu Jeumala Amal Lueng Putu	DIPA UIN Ar-Raniry

2.	2018	Transformasi Pendidikan Pesantren Pasca Keterlibatan Pemerintah (PTPN)	DIPA UIN Ar-Raniry
3.	2019	Pemetaan Kerentanan Bencana Gempa Pada Kawasan Sesar Sumatra Segmen Seulimeum Dan Segmen Aceh	DIPA UIN Ar-Raniry

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 3 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Pengabdian	Sumber Dana
1.	2016-skrng	Komite SMAN Unggul Ali HASjmy	APBA
2.	2015-skrng	Pengurus KONI Kab. Aceh Besar	APBK
3.	2018	Narasumber Penyusunan Soal Fisika (HOTS) bagi SMA	APBA
4.	2017	Tutor Evaluasi Pendidikan pada Pelatihan Guru SD/SMP Kab. Aceh Besar	APBA

E. Publikasi Artikel Ilmiah dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun/Url
1.	Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA) antara harapan dan Tantangan dalam Sudut Pandang Pendidikan	Prociding Semnas BIOTIK 2016	ISBN : 978-602-18962-9-7
2.	Penerimaan Metode Pembelajaran E-Learning di Dayah Jeumala Amal Lueng Putu Pidie Jaya	Cyberspace	Vol.1/no.2/2017
dst.			

F. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Buku	Tahun	Tebal Halaman	Penerbit
1.	Konstruktivisme Pembelajaran (Pembelajaran Inkuiri dan Siklus)	2016	104	FTK Ar-RANiry Pres
2.				
dst.				

G. Perolehan HKI dalam 10 Tahun Terakhir

No.	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1.	Penerimaan Metode Pembelajaran Berbasis E-Learning di Dayah Jeumala Amal Lueng Putu Pidie Jaya	2018	Jurnal	000106339
2.	Transformasi Pendidikan Pesantren Pasca Keterlibatan Pemerintah (PTPN)	2018	Laporan Penelitian	000123050
dst.				

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya.

Banda Aceh, 30 Oktober 2019
Ketua/ Anggota Peneliti,

Yusran, S.Pd. M.Pd.
NIDN. 2026067104

BIODATA ANGGOTA PENELITI

A. Identitas Diri

1.	Nama Lengkap (dengan	Rahmati. S. Pd.L. M. Pd
2.	Jenis Kelamin L/P	Perempuan
3.	Jabatan Fungsional	Asisten Ahli
4.	NIP	-
5.	NIDN	2012058703
6.	NIPN	-
7.	Tempat dan Tanggal	Meunasah Tutong / 12 Mei 1987
8.	E-mail	rahmati_rz@yahoo.com
9.	Nomor Telepon/HP	081360673844
10.	Alamat Kantor	FTK UIN Ar-Raniry Gedung B
11.	Nomor Telepon/Faks	-
12.	Bidang Ilmu	Pendidikan Fisika
13.	Program Studi	Pendidikan Fisika
14.	Fakultas	Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

B. Riwayat Pendidikan

	Uraia	S1	S2
1.	Nama Perguruan	IAIN Ar-Raniry	Universitas Sviah Kuala
2.	Kota dan Negara PT	Aceh / Indonesia	Aceh / Indonesia
3.	Bidang Ilmu/	FTK Pend. Fisika	Magister Pendidikan
4.	Tahun Lulus	2011	2016

C. Pengalaman Penelitian dalam 3 Tahun Terakhir

No.	Tahu	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1.				
2.				
3.				
dst.				

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 3 Tahun Terakhir

No.	Tahu	Judul	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1.				
2.				
3.				
dst.				

E. Publikasi Artikel Ilmiah dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Artikel	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun
1.			
2.			

F. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Buku	Tahun	Tebal	Penerbit
1.				
2.				
dst.				

G. Perolehan HKI dalam 10 Tahun Terakhir

No.	Judul/Tema HKI	Tahun	Jeni	Nomor P/ID
1.				
2.				
dst.				

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Penugasan Penelitian pada Pusat Penelitian dan Penerbitan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Banda Aceh, 30 Oktober 2019
Anggota Peneliti,

Rahmati, S. Pd.I., M. Pd
NIDN. 2012058703