

**ANALISIS SEDIMEN KUARTER DAN ZONA KERENTANAN
SEISMIK BERDASARKAN PENGUKURAN MIKROTREMOR
(STUDI KASUS KABUPATEN GOWA DAN KOTA MAKASSAR)**

*QUARTER SEDIMENTARY ANALYSIS AND SEISMIC
VULNERABILITY ZONE WITH MICROTREMOR MEASUREMENT
(CASE STUDY: GOWA REGENCY AND MAKASSAR CITY)*

ADE PERDANA SUHENDRATMAN

P3000210007



**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2013

TESIS

**ANALISIS SEDIMEN KUARTER DAN ZONA KERENTANAN
SEISMIK BERDASARKAN PENGUKURAN MIKROTREMOR**

(Studi Kasus: Kabupaten Gowa dan Kota Makassar)

Disusun dan diajukan oleh

ADE PERDANA SUHENDRATMAN

Nomor Pokok P3000210007


telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis

pada tanggal 14 Pebruari 2013


dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

Komisi Penasihat,



Prof. Dr. rer. nat. Ir. A.M. Imran
Ketua



Dr. Eng. M. Alimuiddin Hamzah, M.Sc
Anggota

**Ketua Program Studi
Teknik Geologi**



Dr. Ulva Ria Irfan, S.T., M.T.

**Direktur Program Pascasarjana
Universitas Hasanuddin**



Prof. Dr. Ir. Mursalim



PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Ade Perdana Suhendratman
Nomor mahasiswa : P3000210007
Program studi : Teknik Geologi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Pebruari 2013
Yang menyatakan

Ade Perdana Suhendratman

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan tesis dengan judul: “**ANALISIS SEDIMEN KUARTER DAN ZONA KERENTANAN SEISMIK BERDASARKAN PENGUKURAN MIKROTREMOR (Studi Kasus: Kabupaten Gowa dan Kota Makassar)**”. Tak lupa shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Rasul Allah Muhammad SAW.

Sulawesi Selatan khususnya Kota Makassar dengan Kabupaten terdekat yaitu Kabupaten Gowa merupakan daerah pusat pertumbuhan ekonomi dan pembangunan, pemetaan kerentanan seismik sekitar Kota Makassar dan Kabupaten Gowa dipandang perlu sebagai antisipasi terhadap kerusakan bangunan akibat gempa bumi.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini tidaklah mudah, bimbingan serta dorongan semangat dari semua pihak menjadikan tesis ini selesai. Oleh karena itu, pada kesempatan yang baik ini, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang setulus-tulusnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. rer. nat. Ir. A. M. Imran dan Bapak Dr.Eng. M. Alimuddin Assagaf, M.Eng. selaku Ketua dan Anggota Komisi Penasihat atas bimbingan, bantuan dan ilmu yang telah diberikan selama proses penyusunan tesis ini.

2. Bapak Dr. Adi Tonggihroh, S.T., M.T., Ibu Dr. Ir. Hj. Rohaya Langkoke, M.T. dan Ibu Dr. Ulva Ria Irfan, S.T., M.T. selaku anggota panitia penilai, atas kesediaannya meluangkan waktu untuk menelaah dan memberikan saran perbaikan tesis ini.
3. Ibu Dr. Ulva Ria Irfan, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Geologi atas segala dukungan dan bantuan selama penulis mengikuti pendidikan.
4. Bapak dan Ibu staf pengajar beserta staf administrasi Program Studi Magister Teknik Geologi yang telah membimbing dan memberikan arahan kepada penulis selama mengikuti pendidikan.
5. Bapak Robert Owen Wahyu, S.Si. selaku Kepala Stasiun Geofisika Gowa, yang telah memberikan ijin untuk mengikuti Program Pasca Sarjana Teknik Geologi di Universitas Hassanuddin Makassar.
6. Rekan-rekan Program Pasca Sarjana Teknik Geologi yang telah banyak membantu dan membagi ilmunya.
7. Seluruh Pengamat Meteorologi dan Geofisika di Stasiun Geofisika Gowa atas bantuan alat dan data untuk penulisan tesis ini.
8. Ayahanda, Ibunda, Bapak, Ibu, Istri dan anak-anakku tercinta atas pengertian, do'a serta dukungan selama penulis mengikuti pendidikan ini.

9. Serta secara khusus penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyelesaian pendidikan pada Program Pasca Sarjana Teknik Geologi Universitas Hasanuddin yang tidak sempat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan tesis ini.

Makassar, Pebruari 2013

Ade Perdana Suhendratman

ABSTRAK

ADE PERDANA SUHENDRATMAN. Analisis Sedimen Kuartar dan Zona Kerentanan Seismik Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor : *Studi kasus Kabupaten Gowa dan Kota Makassar (dibimbing oleh A.M. Imran dan Alimuddin Hamzah)*

Penelitian ini bertujuan mengetahui (1) ketebalan rata-rata sedimen kuartar delta Sungai Jeneberang, (2) peta Kg (indeks kerentanan seismik) delta Sungai Jeneberang.

Penelitian ini menggunakan pengukuran mikrotremor metode HVSR (*Horizontal to Vertical Spectrum Ratio*) dan pengukuran geolistrik tahanan jenis metode VES (*Vertical Electrical Sounding*). Hasil dan pembahasan dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif melalui pendekatan peta geologi regional.

Hasil penelitian ketebalan sedimen kuartar berdasarkan pengukuran mikrotremor dan pengukuran geolistrik dari 2 titik pengukuran yaitu di Jalan Aroepala, Kabupaten Gowa dihasilkan kedalaman 61m dan 60m. Daerah Tanjung Bayang, Kota Makassar dihasilkan kedalaman yang sama sebesar 43m. Secara umum ketebalan sedimen kuartar Kota Makassar menipis ke arah barat dengan persebaran material yang tidak merata berupa sedimen kuartar lepas, halus dan tidak massif yang terdiri dari kerikil, pasir, lempung, lumpur dan koral. Zona Kg terendah berkisar (0-40) di Kota Makassar pada Kecamatan Tamalate, Mamajang dan Mariso. Zona Kg sedang berkisar (41-80) di Kota Makassar pada Kecamatan Barombong, Ujung Tanah, Wajo, Bontoala, Panakukang bagian utara, untuk Kabupaten Gowa pada Kecamatan Sombaopu dan Palangga. Zona Kg tertinggi berkisar (81-130) di Kota Makassar pada Kecamatan Panakukang bagian selatan dan Rapocini bagian utara, ketiga zona tersebut merupakan sedimen kuartar gunung Bawakaraeng dan pantai barat Sulawesi.

Kata kunci: Sedimen kuartar, Indeks kerentanan seismik, HVSR, VES

ABSTRACT

ADE PERDANA SUHENDRATMAN. *Analysis Quarter Sediments and Seismic Vulnerability Zone Microtremor Based Measurement :Case studies Gowa and Makassar (Supervised by A.M. Imran and M. Alimuddin Hamzah)*

This study aims to find out: (1) the average thickness of quarter sediments in Jeneberang River delta, and (2) the map of Kg value (seismic vulnerability index) of Jeneberang River delta.

The research used microtremor measurement and analyzed with HVSR (Horizontal to Vertical Spectrum Ratio) method and geoelectric resistivity measurement method of VES (Vertical Electrical Sounding). The analysis was conducted quantitatively and qualitatively by using the regional geology map.

The result shows that the thickness of quarter sediments based on microtremor and geoelectric measurements of two measuring points at Aroepala Street, Gowa are depth of 60m and 61m. Mean while in Tanjung Bayang, Makassar produced the depth of 43m. In general, the thickness of quarter sedimentary of Makassar City thinning towards the west with the uneven distribution of material are the form of quarter sediments off the smooth, no massif and consist of gravel, sand, clay, mud and coral. Range (0-40) Kg are lowest zone of Makassar City on Tamalate, Mamajang and Mariso Subdistrict. Range (41-80) Kg are middle zone in Makassar covering area Barombong, Ujung Tanah, Wajo, Bontoala, north of Panakukang Subdistrict and Gowa District at Sombaopu and Palangga Subdistrict. Range (81-130) Kg are highest zone of Makassar City at southern of Panakukang and northern of Rapocini. The three zones are the quarter sedimentary Bawakaraeng Mountains and the west coast of Sulawesi.

Keywords: Quarter sediments, Seismic vulnerability index, HVSR, VES

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	ii
PRAKATA	iii
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Kegunaan Penelitian	3
E. Ruang Lingkup	3
F. Kerangka Konseptual	5
G. Hipotesis	7
H. Daftar Istilah	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
A. Geologi Regional	9
B. Geologi Lokal	14
C. Mikrotremor	17
D. Teknik Perbandingan Spektra Mikrotremor	20
E. Teknik Perbandingan Spektra Nakamura	21
F. Prinsip Dasar Perhitungan Kedalaman	23

BAB III METODE PENELITIAN	26
A. Rancangan Penelitian	26
B. Lokasi dan Waktu	34
C. Populasi dan Teknik Sampel	35
D. Instrumen Pengumpul Data	38
E. Analisis	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	42
A. Hasil	42
B. Pembahasan	91
BAB V PENUTUP	99
A. Kesimpulan	99
B. Saran	100
DAFTAR PUSTAKA	101
LAMPIRAN	104

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tipe Nilai Vp dan Vs	13
Tabel 3.1 Aturan dalam Pengukuran Mikrotremor	40
Tabel 4.1 Ketebalan Sedimen dan Indeks Kerentanan Seismik	70
Tabel 4.2 Perbandingan Kedalaman Batuan Dasar Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor dan Geolistrik	81
Tabel 4.3 Resistivitas Batuan	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Lokasi Penelitian Makassar dan Sungguminasa	4
Gambar 1.2	Diagram Alur Penelitian Ketebalan Sedimen	6
Gambar 2.1	Peta Geologi Lokasi Penelitian	10
Gambar 2.2	Peta Struktur dan Gempabumi Pulau Sulawesi	11
Gambar 2.3	Perbandingan antara Percobaan dan Hasil Teori untuk Perbandingan Kecepatan Gelombang dalam Tanah Kering dan Tanah Jenuh Daerah Ottawa (Hardin dan Richart 1963)	13
Gambar 2.4	Perbandingan Sinyal Tremor dan Sinyal Gempabumi	19
Gambar 2.5	Dua Teknik untuk Evaluasi Respon Lokasi Menggunakan Spektra <i>Noise</i>	20
Gambar 2.6	Ilustrasi Model Nakamura	22
Gambar 2.7	Prinsip Dasar Respon Lokasi	23
Gambar 3.1	Konsep Dasar Amplifikasi Gelombang Seismik	27
Gambar 3.2	Peta Lokasi Sensor Gempabumi	33
Gambar 3.3	Peta Geologi Pengukuran Ketebalan Sedimen dan Indeks Kerentanan Seismik	34
Gambar 3.4	Peta Lokasi Pengukuran Mikrotremor Kota Makassar dan Kabupaten Gowa	37
Gambar 3.5	Peralatan Pendukung Survei Mikrotremor	39
Gambar 4.1	Sinyal Gempabumi 14 Juni 2011 pada Sensor Tana Toraja jam 14:06:3	43
Gambar 4.2	Sinyal Gempabumi 14 Juni 2011 yang Tercatat pada Sensor Penelitian	43
Gambar 4.3	Peta Seismisitas Sulawesi Selatan yang Tercatat Sensor Gempabumi Kabupaten Gowa	44

Gambar 4.4	Kontur Kecepatan Gelombang Permukaan untuk Wilayah Sulawesi Selatan.	45
Gambar 4.5	Peta Lokasi 22 Penampang Melintang Sungai Jeneberang	46
Gambar 4.6	Peta Daerah Penelitian Ketebalan Sedimen Sungai Jeneberang di Kota Makassar dan Kabupaten Gowa	47
Gambar 4.7	Penampang Melintang 1	48
Gambar 4.8	Penampang Melintang 2	49
Gambar 4.9	Penampang Melintang 3	50
Gambar 4.10	Penampang Melintang 4	51
Gambar 4.11	Penampang Melintang 5	52
Gambar 4.12	Penampang Melintang 6	53
Gambar 4.13	Penampang Melintang 7	54
Gambar 4.14	Penampang Melintang 8	55
Gambar 4.15	Penampang Melintang 9	56
Gambar 4.16	Penampang Melintang 10	57
Gambar 4.17	Penampang Melintang 11	58
Gambar 4.18	Penampang Melintang 12	59
Gambar 4.19	Penampang Melintang 13	60
Gambar 4.20	Penampang Melintang 14	61
Gambar 4.21.	Penampang Melintang 15	62
Gambar 4.22	Penampang Melintang 16	63
Gambar 4.23	Penampang Melintang 17	64
Gambar 4.24	Penampang Melintang 18	65

Gambar 4.25 Penampang Melintang 19	66
Gambar 4.26 Penampang Melintang 20	67
Gambar 4.27 Penampang Melintang 21	68
Gambar 4.28 Penampang Melintang 22	69
Gambar 4.29 Garis Penampang Melintang pada Kota Makassar dan Kabupaten Gowa (Utara-Selatan)	71
Gambar 4.30 Penampang Melintang Lintasan A-B	72
Gambar 4.31 Penampang Melintang Lintasan C-D	72
Gambar 4.32 Penampang Melintang Lintasan E-F	73
Gambar 4.33 Penampang Melintang Lintasan G-H	73
Gambar 4.34 Penampang Melintang Lintasan I-J	74
Gambar 4.35 Garis Penampang Melintang pada Kota Makassar dan Kabupaten Gowa (Barat-Timur)	75
Gambar 4.36 Penampang Melintang Lintasan K-L	75
Gambar 4.37 Penampang Melintang Lintasan M-N	76
Gambar 4.38 Penampang Melintang Lintasan O-P	76
Gambar 4.39 Penampang Melintang Lintasan Q-R	77
Gambar 4.40 Penampang Melintang Lintasan S-T	77
Gambar 4.41 Analisis Ketebalan Sedimen Pengukuran Mikrotremor di Tanjung Bayang, Kota Makassar	78
Gambar 4.42 Analisis Kedalaman <i>Bedrock</i> dengan Pengukuran Geolistrik di Tanjung Bayang, Kota Makassar	79
Gambar 4.43 Analisis Ketebalan Sedimen Pengukuran Mikrotremor di Jalan Aroepala, Gowa	80

Gambar 4.44 Hasil Analisis Kedalaman <i>Bedrock</i> Pengukuran Geolistrik di Jalan Aroepala, Gowa	80
Gambar 4.45 Model Penampang Melintang Berdasarkan Pengukuran Geolistrik (Skala tidak Sebenarnya)	82
Gambar 4.46 Topografi Kota Makassar dan Kabupaten Gowa	84
Gambar 4.47 Peta Kontur Ketebalan Sedimen Kota Makassar dan Kabupaten Gowa Analisis Mikrotremor	85
Gambar 4.48 Model Ketebalan Sedimen Sungai Jeneberang Kota Makassar dan Kabupaten Gowa Analisis Mikrotremor	87
Gambar 4.49 Peta Kontur Kedalaman Batuan Dasar Kota Makassar dan Kabupaten Gowa	88
Gambar 4.50 Model Kedalaman <i>Bedrock</i> Analisis Mikrotremor	89
Gambar 4.51 Peta Kontur Indeks Kerentanan Seismik Kota Makassar dan Kabupaten Gowa	91
Gambar 4.52 Bentangan Danau Mawang, Kabupaten Gowa	93
Gambar 4.53 Lokasi Pengukuran Mikrotremor pada Lokasi Penelitian Danau Mawang, Kabupaten Gowa	94
Gambar 4.54 Penempatan Sensor Mikrotremor pada Desa Borongloe, Kabupaten Gowa	95
Gambar 4.55 Pengukuran Mikrotremor di Desa Bolangi, Kabupaten Gowa	95
Gambar 4.56 Pengukuran Mikrotremor Tepi Sungai Jeneberang, Kecamatan Barombong, Kabupaten Gowa	96
Gambar 4.57 Sinyal Mikrotremor Lokasi Pengukuran Jembatan Barombong, Tanjung Bayang	97
Gambar 4.58 Proses Analisis Gelombang Mikrotremor Lokasi Pengukuran Jembatan Barombong, Tanjung Bayang	97
Gambar 4.59 Histogram Hubungan Antara Frekuensi Gelombang dengan Indeks Kerentanan Seismik	98

LAMPIRAN

Tabel 1	Koordinat Posisi Stasiun Pencatat Gempabumi	104
Tabel 2	Parameter Gempabumi yang Terekam Seismometer di Kabupaten Gowa	104
Tabel 3	Lembar Pengisian Pengukuran Mikrotremor di Danau Mawang, Kabupaten Gowa	105
Tabel 4	Lembar Pengisian Pengukuran Mikrotremor di Desa Bolangi, Kabupaten Gowa	106
Tabel 5	Lembar Pengisian Pengukuran Mikrotremor di Barombong, Tanjung Bayang, Kota Makassar	107
Tabel 6	Hasil Analisis Ketebalan Sedimen dan Indeks Kerentanan Seismik	108
Tabel 7	Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 1	110
Tabel 8	Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 2	111
Tabel 9	Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 3	112
Tabel 10	Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 4	113
Tabel 11	Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 5	114
Tabel 12	Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 6	115
Tabel 13	Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 7	116
Tabel 14	Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 8	117
Tabel 15	Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 9	118
Tabel 16	Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 10	119
Tabel 17	Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 11	119
Tabel 18	Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 12	120
Tabel 19	Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 13	121

Tabel 20	Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 14	121
Tabel 21	Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 15	122
Tabel 22	Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 16	122
Tabel 23	Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 17	123
Tabel 24	Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 18	124
Tabel 25	Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 19	126
Tabel 26	Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 20	126
Tabel 27	Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 21	127
Tabel 28	Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 22	129
Tabel 29	Hasil Penguuran Geolistrik pada titik 56 di Tanjung Bayang, Kota Makassar	133
Tabel 30	Hasil Penguuran Geolistrik pada titik 45 di Jalan Aroepala, Kabupaten Gowa	134

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Ilmu geologi selalu dijadikan dasar pertimbangan dalam pembangunan suatu wilayah, misal pengembangan daerah, pembangunan jalan, permukiman dan lain-lain. Penelitian Geologi sebagai salah satu informasi yang berguna bagi pengembang dalam menentukan rancang bangun dan tata ruang kota. Ketebalan sedimen dan kerentanan seismik daerah dapat memberikan acuan dalam merencanakan suatu bangunan. Informasi ketebalan sedimen dan kerentanan seismik suatu kawasan sebagai langkah mitigasi bencana gempabumi yang mungkin dapat terjadi secara tiba-tiba khususnya di Kota Makassar dan Kabupaten Gowa seperti gempabumi dengan kekuatan 5.9 SR yang pernah dirasakan di Kota Makassar dan Kabupaten Gowa pada tanggal 13 Desember 2010.

Pengukuran mikrotremor dengan alat seismograph untuk mendapatkan frekuensi natural dan amplifikasi yang merupakan variabel dalam menentukan indeks kerentanan seismik suatu lokasi, sehingga dapat mendeskripsikan dampak kerusakan suatu bangunan infrastruktur yang diakibatkan gelombang seismik.

Kejadian gempa bumi yang terekam oleh seismograph di wilayah Sulawesi Selatan kurun waktu (2010 - 2011) merupakan data untuk mendapatkan nilai kecepatan gelombang geser di Kota Makassar dan Kabupaten Gowa. Data kecepatan gelombang geser dan frekuensi natural pengukuran mikrotremor merupakan variabel yang dapat digunakan dalam menentukan ketebalan sedimen, sehingga dapat mendeskripsikan kedalaman basement Kota Makassar dan Kabupaten Gowa. Data frekuensi natural, amplifikasi dan kecepatan gelombang permukaan yang didapat melalui pengukuran dengan grid sangat rapat pada suatu kawasan sangat menentukan keakuratan ketebalan sedimen dan indeks kerentanan seismik kawasan tersebut.

B. Rumusan Masalah

Pada penelitian ini menitik beratkan beberapa permasalahan yang harus di selesaikan yaitu:

1. Bagaimana ketebalan lapisan sedimen kuarter Sungai Jeneberang?
2. Bagaimana indeks kerentanan seismik daerah penelitian Kota Makassar dan Kabupaten Gowa?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini:

1. Menganalisis ketebalan lapisan sedimen kuarter daerah Sungai Jeneberang dengan metode perbandingan kecepatan gelombang

geser terhadap frekuensi natural gelombang mikrotremor (HVSR, *Horizontal Vertical Spectra Ratio*).

2. Menganalisis indeks kerentanan seismik Kabupaten Gowa dan Kota Makassar dengan metode perbandingan spektrum amplitudo gelombang mikrotremor horisontal terhadap vertikal (HVSR, *Horizontal Vertical Spectra Ratio*).

D. Kegunaan Penelitian

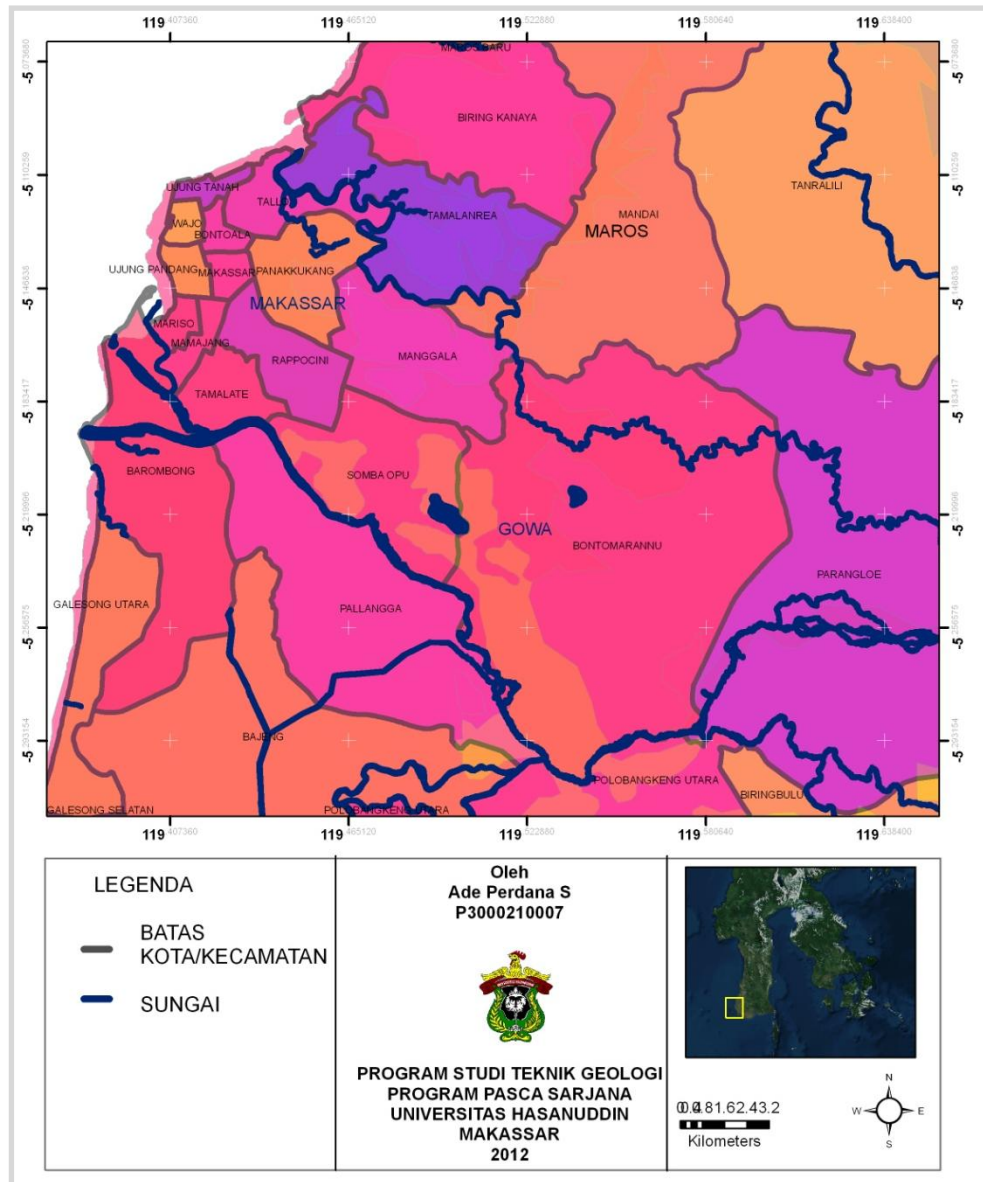
Data ketebalan sedimen daerah Sungai Jeneberang dan indeks kerentanan seismik Kota Makassar dan Kabupaten Gowa dapat digunakan sebagai petunjuk pengembangan kawasan daerah aliran sungai dan langkah mitigasi bencana gempa bumi.

E. Ruang Lingkup

Kondisi geografis daerah penelitian merupakan pengembangan pembangunan kota dengan kawasan daerah aliran Sungai Jeneberang yang berhulu di Kabupaten Gowa (Pegunungan Malino) dan bermuara di pantai Barombong, Kota Makassar. Batas koordinat geografis Kota Makassar dan Kabupaten Gowa adalah (119,30 BT - 120,00 BT) dan (5,00 LS - 5,60 LS). Penelitian ini menitik beratkan pada pendugaan ketebalan sedimen dan indeks kerentanan seismik daerah penelitian.

Ketebalan sedimen yang dihasilkan merupakan ketebalan sedimen kuartar dengan metode HVSR serta zona-zona yang termasuk

kawasan rentan terhadap bencana geologi gempabumi berdasarkan nilai indeks kerentanan seismik.

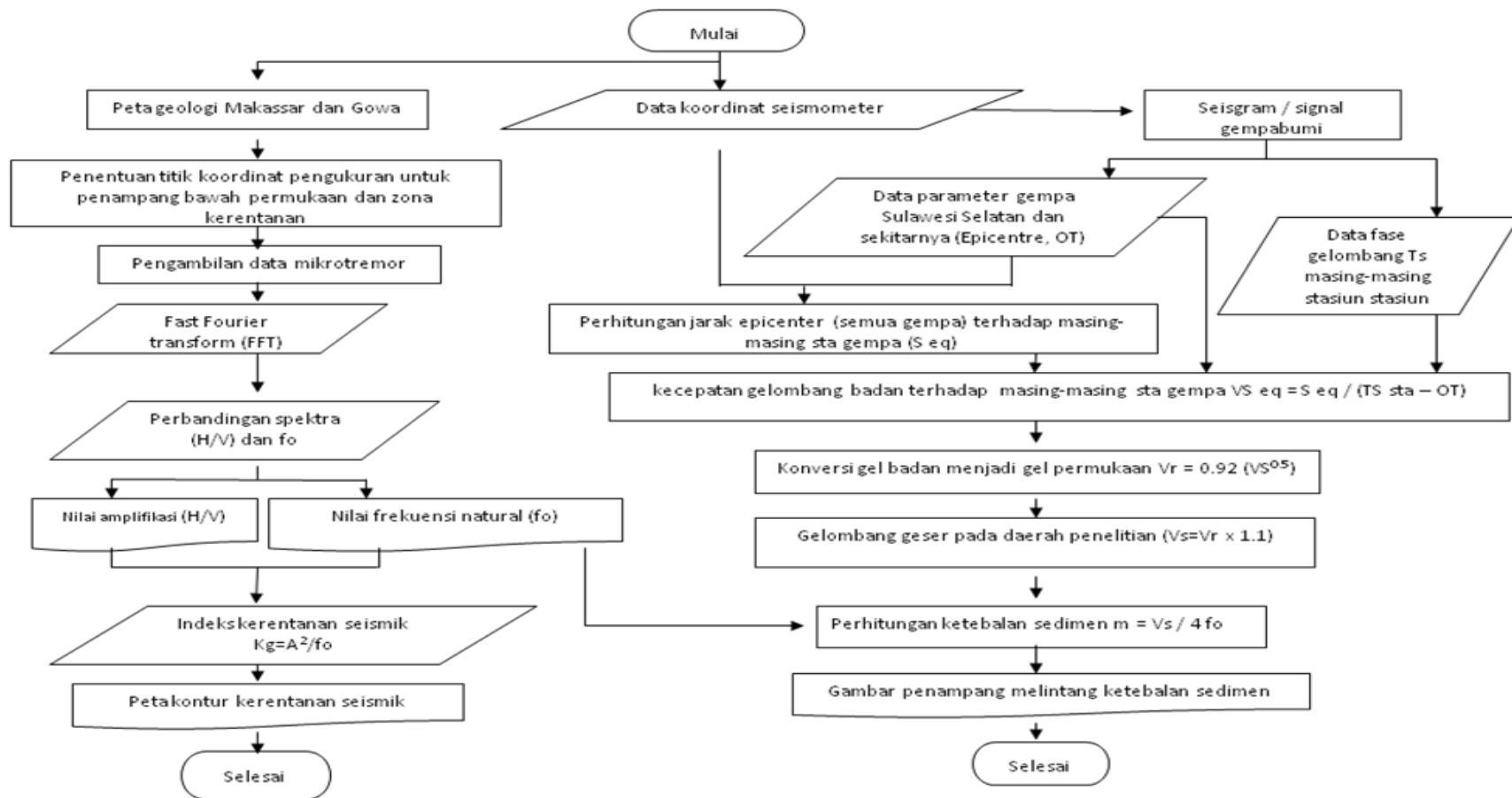


Gambar 1.1. Peta Lokasi Penelitian Kota Makassar dan Sungguminasa

F. Kerangka Konseptual

Peta Geologi (R sukamto dan S Priyatna, 1982) dan data kejadian gempabumi Sulawesi Selatan merupakan data sekunder penelitian ini. Pengukuran mikrotremor untuk mendapatkan variabel amplifikasi dan frekuensi natural gelombang mikrotremor tiap-tiap titik pengukuran daerah penelitian sebagai data primer. Hasil analisis parameter gempabumi yang terjadi di sekitar Sulawesi Selatan dan penentuan waktu tiba gelombang permukaan (*rayleigh*) pada masing-masing seismometer yang telah ditentukan digunakan sebagai variable untuk menentukan kecepatan gelombang permukaan. Pendekatan geologi regional dan lokal serta analisis kuantitatif dan kualitatif menghasilkan penampang ketebalan lapisan sedimen kuartar dan peta kontur indeks kerentanan seismik Kota Makassar dan Kabupaten Gowa.

Diagram Alur Penelitian



Gambar 1.2. Diagram Alur Penelitian Ketebalan Sedimen dan Indeks Kerentanan seismik

G. Hipotesis

Hipotesis sementara penelitian ini sebagai berikut:

1. Sebagian daerah dataran tinggi Malino, Kabupaten Gowa merupakan hulu dari Sungai Jeneberang mempunyai ketebalan sedimen kuartar yang relatif tipis. Daerah gunung memiliki material yang keluar akibat proses erupsi gunungapi ke permukaan bumi sebagai batuan vulkanik. Hasil analisis kecepatan rambat gelombang permukaan dan frekuensi natural gelombang mikrotremor pada tiap titik pengukuran dapat diperoleh ketebalan sedimen lunaknya. Sebagian daerah pantai yang merupakan muara dari Sungai Jeneberang mempunyai material sedimen yang merupakan batuan yang tertransportasi dari laut menuju daratan berupa sedimen laut sebagai dataran rendah atau pantai digunakan untuk daerah pengembangan pemukiman dan ekosistem.
2. Pengukuran mikrotremor menghasilkan parameter amplifikasi dan frekuensi natural gelombang mikrotremor. Sedimentasi yang lunak mengalami amplifikasi gelombang seismik lebih besar daripada sedimen masif atau keras. Pada sedimen lunak indeks kerentanan seismik cenderung lebih besar dan sebaliknya untuk daerah dengan sedimentasi masif amplifikasi gelombang seismiknya menjadi kecil, sehingga nilai indeks kerentanan seismiknya kecil.

H. Daftar Istilah

Berikut adalah daftar istilah pada penulisan penelitian Analisis Sedimen Kuarter dan Zona Kerentanan Seismik Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor:

- Basement : Batuan dasar yang teridentifikasi berumur tua.
- Bedrock* : Batuan dengan volume besar terkonsolidasi yang mendasari sedimen.
- Breksi : Sedimentasi batuan klastik yang terdiri fragmen berukuran granual atau lebih besar dengan presentasi dan ukuran besar.
- Mikrotremor : Getaran alami pada bumi yang berlangsung secara terus menerus yang mempunyai amplitudo (0,1 μ - 1 μ).
- Sedimen kuarter : Endapan hasil rombakan batuan asal melalui proses kimia, fisika dan biologi yang tertransportasi ke suatu tempat berumur kuarter
- Tufa : Sedimentasi yang dihasilkan dari abu vulkanik.

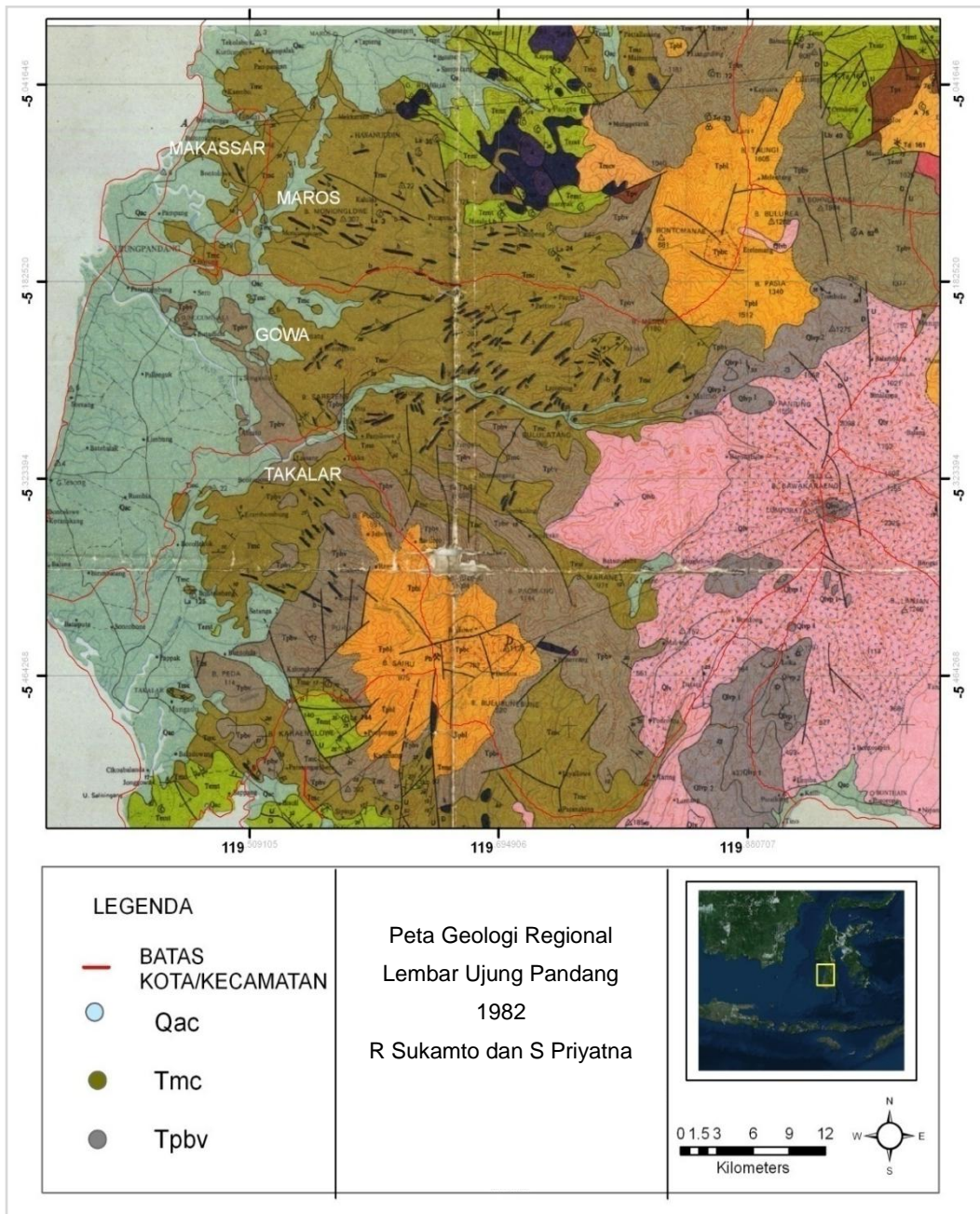
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Geologi Regional

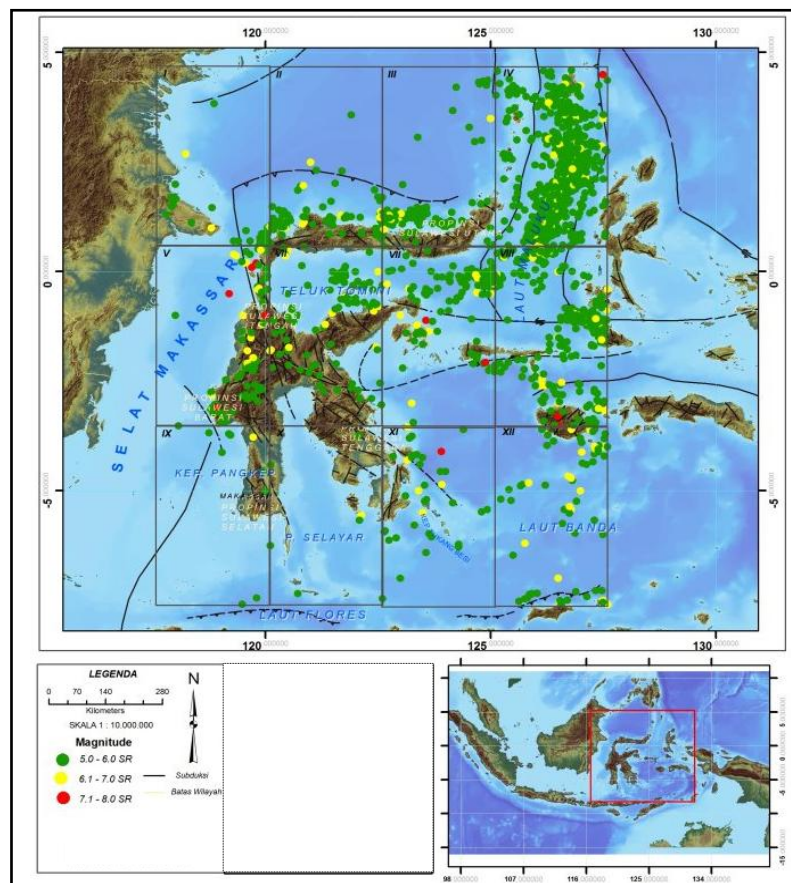
Berdasarkan peta geologi regional lembar Ujung Pandang, Benteng dan Sinjai, Sulawesi Selatan (R. Sukamto dan S. Supriatna, 1982) dan citra landsat Sulawesi bagian selatan, dinyatakan geologi daerah Kota Makassar, Kabupaten Maros, Kabupaten Gowa, dan sekitarnya dikontrol oleh 5 periode tektonik yakni Oligo–Miosen, Miosen Tengah, Mio-Pliosen, Pilo-Plistosen dan Holosen. Berdasarkan peta geologi regional tersebut batuan penyusun di daerah penelitian terdiri atas perselingan endapan hasil erupsi Gunungapi Bawakaraeng, sedimen laut Selat Makassar dan Formasi Camba yang terdiri dari lava, breksi, tufa dan konglomerat hasil erupsi Gunungapi Batturappe-Cindako. Jenis batuan tersebut merupakan batuan dasar daerah penelitian dan sekitarnya. Berdasarkan ciri jenis batuanya, secara umum batuan tersebut mempunyai sifat fisik keras dan padu. Di atas batuan tersebut dijumpai endapan yang berumur lebih muda yakni endapan pasir pantai, endapan rawa, endapan delta, endapan limbah banjir dan endapan alur sungai. Selain itu dijumpai talus sebagai material sisa erosi permukaan yang terdiri atas krakal, kerikil, lempung,

lumpur dan batu gamping koral yang terbentuk dalam lingkungan sungai, rawa, pantai dan delta.



Gambar 2.1. Peta Geologi Lokasi Penelitian

Berdasarkan data tektonik geologi dan kegempaan, maka daerah Sulawesi dapat diindikasikan memiliki 3 jenis sumber gempa bumi yaitu: sumber gempa bumi patahan, sumber gempa bumi penunjaman dan sumber gempa bumi tersebar (*diffuse*). Lajur sesar kerak bumi dangkal (*Shallow Crustal Fault Zone*) daerah Sulawesi yang menimbulkan kejadian gempa bumi pada kerak bumi dangkal yaitu gempa-gempa yang berhubungan dengan kegiatan sesar, seperti Sesar Walanae, Palu Koro, Poso-Wekuli, Matano Tolo, Batui Banggai Sula, Balantak-Kolaka-Lawanopo, Wekuli, penunjaman Sulawesi, *diffuse* Buton dan sumber gempa bumi Mamuju.



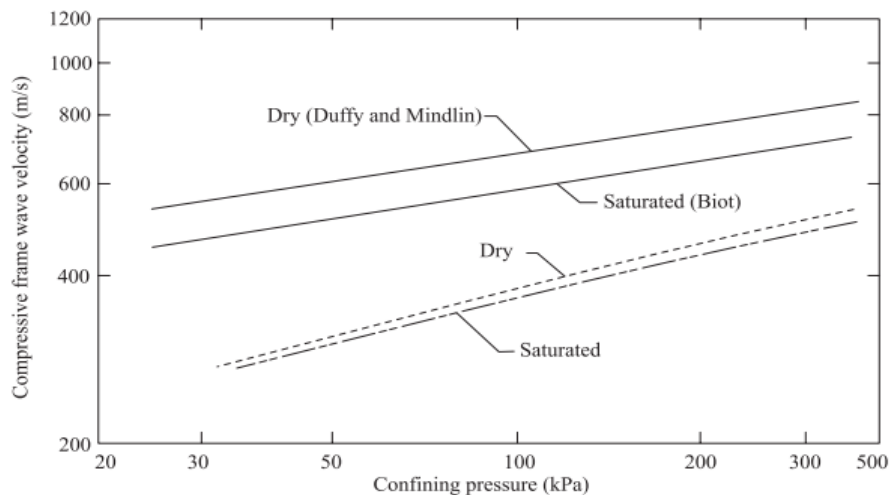
Gambar 2.2. Peta Struktur dan Gempabumi di Pulau Sulawesi

Kejadian gempa bumi di Sulawesi Selatan dan sekitarnya terletak pada lajur gempa bumi dengan kedalaman sangat bervariasi dari dangkal hingga sedang (0 - 100km). Gempa bumi dangkal (0 - 33km) umumnya terletak pada lajur struktur Sesar Walanae yang berarah barat laut-tenggara, mulai dari barat daya Kota Mamuju, Majene, Pinrang, Watansoppeng hingga Bulukumba dan menerus hingga pantai timur Pulau Selayar. Selain gempa bumi dangkal (0 - 33km), pada lajur ini juga berasosiasi gempa bumi berkedalaman sedang (33km - 100km). Hal ini menunjukkan bahwa Sesar Walanae ini merupakan sesar dengan penetrasi cukup dalam. Diduga Sesar Walanae ini mempunyai kemiringan ke arah barat dengan sudut lebih besar 60° . Beberapa gempa bumi lebih besar 6.0 SR pernah terjadi pada lajur ini, yakni gempa bumi Bulukumba (1828), Tinambung (1967), Majene (1969), Mamuju (1972 dan 1974), serta gempa bumi Pinrang dan Tinabung memperlihatkan sesar mendatar naik, blok sebelah barat cenderung bergerak mengiri dan naik. Gelombang gempa bumi yang populer dengan gelombang seismik terdiri atas gelombang *body* atau badan dan gelombang *surface* atau permukaan, gelombang *body* sendiri terbagi atas gelombang P (*longitudinal*) dan gelombang S (*transversal*). Kecepatan gelombang P lebih besar dari pada gelombang S jika merambat pada medium yang sama. Berikut dibawah adalah tabel perbandingan kecepatan gelombang P terhadap gelombang S pada medium yang berbeda.

Tabel 2.1. Tipe Nilai V_p dan V_s

Soil type	Compressive wave velocity, v_p (m/s)	Shear wave velocity, v_s (m/s)
Fine sand	300	90 -150
Dense sand	460	230
Gravel	762	180 – 215
Moist clay	1220 – 1370	150
Granite	3960 – 5490	2130 – 3350
Sandstone	1370 – 3960	610 – 2130

Sumber: Das Braja M and G V Ramana, *Soil Dynamic, Second Edition, California USA*



Gambar 2.3. Perbandingan antara Percobaan dan Hasil Teori untuk Perbandingan Kecepatan Gelombang dalam Tanah Kering dan Tanah Jenuh daerah Ottawa (Hardin dan Richart 1963)

Kota Makassar terletak pada jarak yang relatif jauh dari sumber seismik aktif. Walaupun demikian endapan permukaan yang lunak di Kota Makassar dapat memperbesar getaran tanah yang disebabkan oleh gempa bumi jauh. Data kecepatan menunjukkan walaupun kemungkinan terjadinya gempa bumi besar dekat Kota Makassar rendah, potensi

kerusakan di kota tersebut yang disebabkan oleh gempa bumi jauh tidak dapat dikesampingkan.

B. Geologi Lokal

Basement Kota Makassar yang terletak di daerah sekitar Kabupaten Maros merupakan batuan gunungapi Formasi Camba yang terdiri dari breksi, lava, konglomerat dan tufa. Ringkasan geologi Kota Makassar di atas sebagai referensi awal penelitian.

Bentangan alam Kota Makassar berupa dataran pantai yang dijumpai di sebelah barat dan utara poros jalan utama Kota Makassar-Kabupaten Maros dan berbatasan langsung dengan dataran sungai dan dataran banjir. Dataran sungai dan dataran banjir dijumpai di antara pedataran 2 sungai besar yang membelah Kota Makassar yakni Sungai Jeneberang dan Sungai Tallo. Dataran lembah sungai terdiri atas beting dan teras sungai. Dataran banjir menempati daerah sungai serta tinggian berlereng landai dijumpai daerah bagian utara, timur dan selatan Kota Makassar yang meliputi daerah Biringkanaya, Panakukang dan Sungguminasa.

Berdasarkan peta geologi Kota Makassar tahun 2008 diperoleh informasi secara umum geologi Kota Makassar disusun atas 3 satuan batuan:

1. Satuan Aluvial: penyebaran satuan batuan aluvial mendominasi hampir seluruh wilayah kota dengan luas 11.693,83ha. Penyebarannya mendominasi daratan sampai ke pantai.
2. Satuan Basal: satuan batuan basal terdapat 2 wilayah kecamatan yaitu Kecamatan Tamalanrea dengan luas 3,201ha dan di Kecamatan Biringkanaya dengan luas 25,027ha.
3. Satuan Tufa dan Breksi: satuan batuan tufa dan breksi terdapat di Kecamatan Biringkanaya, Tamalanrea, Panakukang dan Kecamatan Manggala.

Karakteristik litologi Kota Makassar terbagi atas dua bagian yaitu:

1. Daerah aliran Sungai Jeneberang: bagian hulu daerah aliran Sungai Jeneberang disusun oleh batuan gunungapi yang terdiri dari aglomerat, breksi, lava, endapan lahar dan tufa. Batuan gunungapi tersebut termasuk dalam batuan Gunungapi Batturappe-Cindako dan batuan Gunungapi Lompobattang. Bagian tengah daerah aliran Sungai Jeneberang selain batuan gunungapi, dijumpai juga batuan sedimen laut dari Formasi Camba yang terdiri dari batupasir, batulempung, napal, batugamping, konglomerat dan breksi. Bagian hilir Sungai Jeneberang tersusun atas endapan aluvial yang terdiri dari kerikil, pasir, lempung, lumpur, batugamping dan koral. Batuan yang menyusun daerah perairan pantai di sekitar muara Sungai Jeneberang adalah endapan aluvial pantai terdiri dari pasir, lempung dan lumpur.

2. Daerah pantai Kota Makassar: batuan alas yang menyusun pantai Kota Makassar berasal dari Formasi Camba yang berumur miosen tengah sampai miosen akhir, batuan alas ini terdiri dari satuan batupasir, batulempung, tufa dan breksi. Bagian atas batuan alas yang berbentuk cekungan diisi oleh endapan pasir kasar dari Sungai Jeneberang dan endapan pasir halus dari Sungai Tallo sedangkan di sepanjang pantai ditemukan pasir berbutir kasar dan halus yang berwarna abu-abu hingga kehitaman.

Secara umum geologi Kota Makassar tersusun oleh jenis tanah inceptisol yaitu jenis yang memiliki tingkat porositas yang rendah dan permeabilitas yang tinggi (ultisol). Jenis tanah yang demikian banyak mengandung lapisan tanah liat dan bersifat asam serta miskin unsur hara. Jenis tanah inceptisol dominan berada di bagian barat dan selatan Kota Makassar. Jenis tanah ini terdiri dari tanah aluvial, andosol, regosol dan glei humus. Jenis tanah ultisol dominan berada di sebelah utara Kota Makassar, jenis tanah ini termasuk di dalamnya podsolik merah kuning, latosol dan hidromorf kelabu. Pada bagian timur Kota Makassar jenis tanahnya merupakan kombinasi kedua jenis tanah inceptisol dan ultisol.

Secara topografi Kota Makassar dicirikan dengan keadaan dan kondisi: relatif datar, bergelombang, dan berbukit serta berada pada ketinggian (0 - 25m) diatas permukaan laut dengan tingkat kemiringan lereng (*elevasi*) 0 - 15%.

Daerah sekitar Kabupaten Gowa yang terdiri batuan gunungapi hasil erupsi parasit yang berasal dari batuan Gunungapi Lompobattang berupa konglomerat, lava, breksi, endapan lahar, dan tufa.

Kabupaten Gowa tersusun oleh:

1. Sedimen dan terobosan Formasi Camba yang berumur tersier.
2. Batuan gunungapi dan terobosan yang termasuk dalam kelompok batuan Gunungapi Batturappe-Cindako berumur tersier.
3. Batuan Gunungapi Lompobattang yang berumur kuartar.
4. Endapan aluvial.

Daerah dataran yang merupakan daerah terendah di atas permukaan laut umumnya ditempati oleh endapan aluvial. Kelompok batuan Formasi Camba dan batuan gunungapi tersier umumnya menempati daerah perbukitan dan hanya sebagian kecil yang berada di daerah dataran bergelombang. Morfologi pegunungan yang merupakan bagian tertinggi dalam wilayah Kabupaten Gowa tersusun oleh batuan gunungapi kuartar.

C. Mikrotremor

Mikrotremor adalah getaran tanah natural dengan amplitudo rendah yang ada di permukaan bumi diakibatkan oleh berbagai penyebab alami seperti angin, gelombang laut, kebisingan kendaraan dan lainnya. Mikrotremor merupakan getaran yang memiliki amplitudo sekitar ($0,1\mu$ - 1μ) dan kecepatan ($0,001\text{cm/s}$ - $0,01\text{cm/s}$) yang dapat dideteksi dengan menggunakan seismograph tertentu (Mirzaoglu, 2003). Periode

gelombang mikrotremor telah diketahui memiliki hubungan dengan keadaan alami tanah dan karakteristik dinamik dari permukaan bawah tanah.

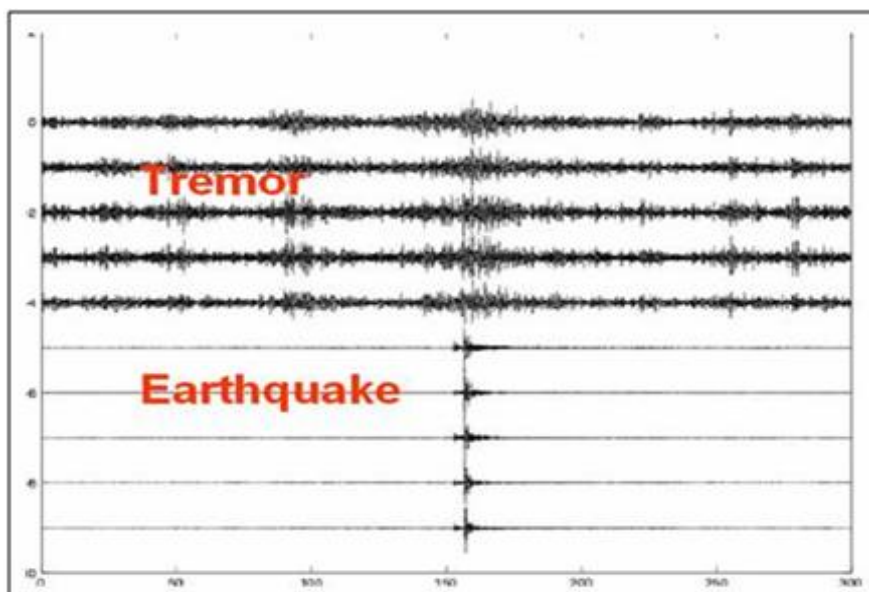
Mikrotremor yang juga dikenal sebagai getaran alami (*ambient vibration*) pada frekuensi rendah yaitu di bawah 1hz. Gelombang laut menimbulkan *ambient vibration* dengan frekuensi sekitar 0,2hz sedangkan frekuensi sekitar 0,5hz dihasilkan oleh interaksi antara gelombang laut dan pantai. Untuk frekuensi di bawah 0,1hz diasosiasikan dengan aktivitas di atmosfer. Frekuensi lebih tinggi dari 1hz bisa ditimbulkan oleh angin, aliran air dan aktifitas manusia seperti lalu lintas kendaraan, mesin dan lainnya. Lokasi sumber biasanya berada di permukaan tanah dan bervariasi dengan adanya siang dan malam.

Teknik pengolahan gelombang mikrotremor ini diperkenalkan dan disebarluaskan oleh Nakamura (1989), yaitu teknik estimasi rasio antara komponen horisontal dan vertikal (H/V) dari spektrum amplitudo fourier dari gelombang alam (*ambient vibration*) yang direkam pada satu tempat.

Pengamatan terhadap mikrotremor diketahui mampu memberikan informasi yang sangat berguna bagi pengetahuan tentang karakteristik dinamik dari suatu tempat seperti predomnan amplitudo dan periode. Pengamatan dan penelitian terhadap mikrotremor merupakan metode baru yang diperkenalkan dalam bidang seismologi dan memiliki keunggulan yaitu biaya yang jauh lebih murah dibandingkan metode seismologi lainnya seperti seismik refleksi maupun refraksi. Observasi

mikrotremor dapat dilakukan pada daerah–daerah yang memiliki tingkat seismisitas rendah. Observasi mikrotremor juga diketahui memiliki banyak kegunaan pada bidang eksplorasi minyak, penyelidikan air bawah tanah hingga penyelidikan lapisan *bedrock*.

Penerapan observasi mikrotremor dapat menghasilkan seismik mikrozonasi atau proses pembagian area yang berpotensi akan proses seismik dan kegempaan dengan mempertimbangkan karakteristik geologi dan geofisika seperti getaran tanah, *liquifaction*, tanah longsor dan menentukan ketebalan sedimen.



Gambar 2.4. Perbandingan Sinyal Tremor dan Sinyal Gempabumi

Metode H/V berguna untuk menunjukkan frekuensi resonansi atau predomnan frekuensi (f_0) dan nilai puncak H/V (A_g) yang

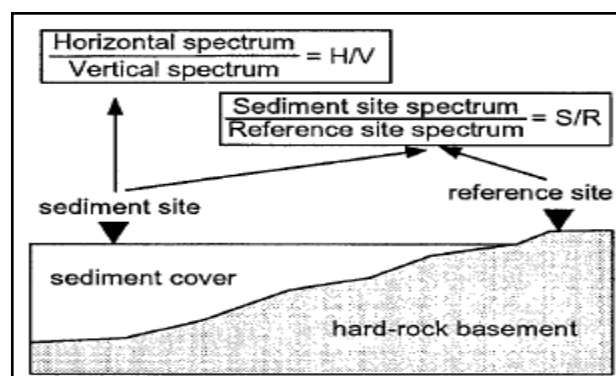
merepresentasikan karakteristik dinamis lapisan sedimen. Dari hubungan keduanya dapat diketahui indeks kerentanan seismik (K_g).

Nakamura merumuskan metode ini berdasarkan 3 hipotesis utama yaitu:

1. *Ambient noise* atau getaran alami yang ditimbulkan oleh refleksi dan refraksi gelombang *shear* dalam lapisan tanah dangkal oleh gelombang permukaan.
2. Sumber *noise* lokal tidak mempengaruhi *ambient noise* pada bagian bawah struktur yang tidak terkonsolidasi.
3. Lapisan tanah yang rapuh atau *soft* tidak menguatkan komponen vertikal dari *ambient noise*.

D. Teknik Perbandingan Spektra Mikrotremor

Ada dua teknik perbandingan spektra yang digunakan untuk menentukan frekuensi resonansi dari rekaman *ambient noise*, yakni teknik perbandingan spektra klasik dan teknik perbandingan spektra Nakamura.



Gambar 2.5. Dua Teknik untuk Evaluasi Respon Lokasi Menggunakan Spektra *Noise*

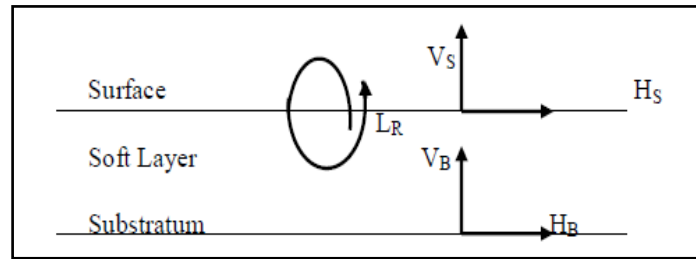
E. Teknik Perbandingan Spektra Nakamura

Teknik perbandingan spektra pertama kali digunakan oleh Nakamura (1989) untuk menginterpretasi hasil pengukuran mikrotremor. Deskripsi mengenai teknik ini berdasarkan Lermo dan Chaves-Garcia (1993). Hipotesis awalnya adalah bahwa rekaman mikrotremor umumnya terdiri dari gelombang *rayleigh*. Amplifikasi respon lokasi didasarkan pada kehadiran gelombang *rayleigh* pada permukaan yang melapisi *half-space* dari keadaan ini akan diperoleh empat komponen dari getaran tanah yaitu: komponen horisontal dan vertikal untuk getaran pada *half-space* dan komponen horisontal dan vertikal untuk getaran pada permukaan. Menurut Nakamura, efek amplitudo dari sumber, A_S , dapat dihitung dengan perbandingan:

$$A_S(\omega) = \frac{V_S(\omega)}{V_B(\omega)} \quad (1)$$

dimana, V_S adalah spektrum amplitudo dari komponen vertikal getaran pada permukaan, V_B adalah spektrum amplitudo dari getaran pada *half space*. Nakamura kemudian menetapkan estimasi dari respon lokasi S_E , dengan perbandingan:

$$S_E(\omega) = \frac{H_S(\omega)}{H_B(\omega)} \quad (2)$$



Gambar 2.6. Ilustrasi Model Nakamura

dimana, H_S adalah spektrum amplitudo komponen horisontal dari getaran pada permukaan dan H_B adalah spektrum amplitudo komponen horisontal dari getaran pada dasar lapisan tanah. Untuk mengimbangi S_E dengan efek dari sumber, Lermo dan Chaves-Garcia menghitung fungsi respon lokasi modifikasi, S_M , dengan:

$$S_M(\omega) = \frac{S_E(\omega)}{A_S(\omega)} \quad (3)$$

atau

$$S_M(\omega) = \frac{\frac{H_S(\omega)}{V_S(\omega)}}{\frac{H_B(\omega)}{V_B(\omega)}} \quad (4)$$

dengan mengasumsikan bahwa $\frac{H_B(\omega)}{V_B(\omega)} = 1$, maka fungsi respon lokasi yang dikoreksi dengan efek sumber menjadi:

$$S_M = \frac{H_S}{V_S} \quad (5)$$

asumsi $\frac{H_B(\omega)}{V_B(\omega)} = 1$ telah diverifikasi melalui percobaan oleh Nakamura (1989) menggunakan rekaman mikrotremor yang diperoleh pada lubang

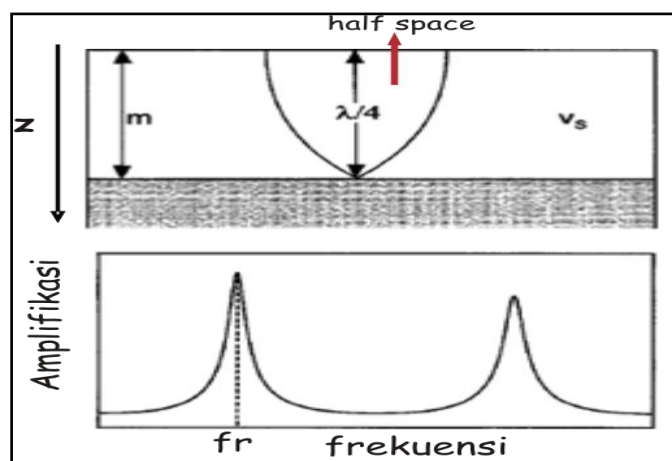
bor (Lermo dan Chaves-Garcia, op.cit). Lermo dan Chaves-Garcia (1993) telah membuktikan bahwa hasil yang diperoleh dari teknik analisis gelombang *rayleigh* akan relatif sama jika diaplikasikan pada gelombang geser.

Perbandingan spektra H/V [$T_{H/V}(\omega)$] diperoleh dengan membagi spektra rata-rata komponen horisontal [$S_{NS}(\omega) + S_{EW}(\omega)$] dan spektra rata-rata komponen vertikal [$S_V(\omega)$] lokasi sedimen:

$$T_{H/V}(\omega) = \frac{S_{NS}^-(\omega) + S_{EW}(\omega) / 2}{S_V(\omega)} \quad (6)$$

F. Prinsip Dasar Perhitungan Kedalaman

Prinsip dasar dari hubungan antara respon lokasi dan ketebalan sedimen dapat dijelaskan melalui sebuah model dua lapisan sederhana sebagai berikut:



Gambar 2.7. Prinsip Dasar Respon Lokasi

Pada gambar di atas terdapat sebuah basement *hardrock* yang ditutupi oleh sedimen dengan ketebalan (m) dan memiliki kecepatan gelombang geser (V_s). Frekuensi resonansi dari sistem terdapat pada lapisan yang ketebalannya merupakan kelipatan dari $\lambda/4$ atau biasa disebut lapisan *half-space*. Fungsi kecepatan kedalaman pada lapisan sedimen adalah:

$$V_s(Z) = V_0(1 + Z)^x \quad (7)$$

dimana, V_0 adalah kecepatan gelombang geser pada permukaan, $Z = z/z_0$ (dengan $z_0 = 1m$), dan x adalah kedalaman bergantung pada kecepatan.

Frekuensi resonansi dihitung dengan:

$$f_r = \frac{1}{4 T_0} \quad (8)$$

dimana, T_0 adalah waktu tempuh gelombang geser antara dasar dan permukaan lapisan. Dengan mendefinisikan, $v(z)=dz/dt$, maka T_0 dapat dihitung dengan:

$$T_0 = \int_0^m \frac{dz}{V_s(z)} = \frac{1}{V_0} \int_0^m (1 + Z)^{-x} dz \quad (9)$$

$$T_0 = \frac{1}{V_0} \frac{(1 + m)^{1-x}}{(1 - x)} \quad (10)$$

dengan mensubstitusikan persamaan (10) ke persamaan (8), maka hubungan antara ketebalan dan frekuensi resonansi atau frekuensi natural menjadi:

$$f_r = \frac{v_0 (1 - x)}{4[(1 + m)^{1-x}] - 1} - 1 \quad (11)$$

atau

$$m = \left[\frac{v_0 (1 - x)}{4 f_r} + 1 \right] - 1 \quad (12)$$

Pada penelitian ini kecepatan gelombang geser (V_0) diasumsikan tidak berubah terhadap kedalaman, sehingga $x = 0$, maka ketebalan (m) pada persamaan (12) menjadi:

$$m = \frac{v_0}{4 f_r} \quad (13)$$

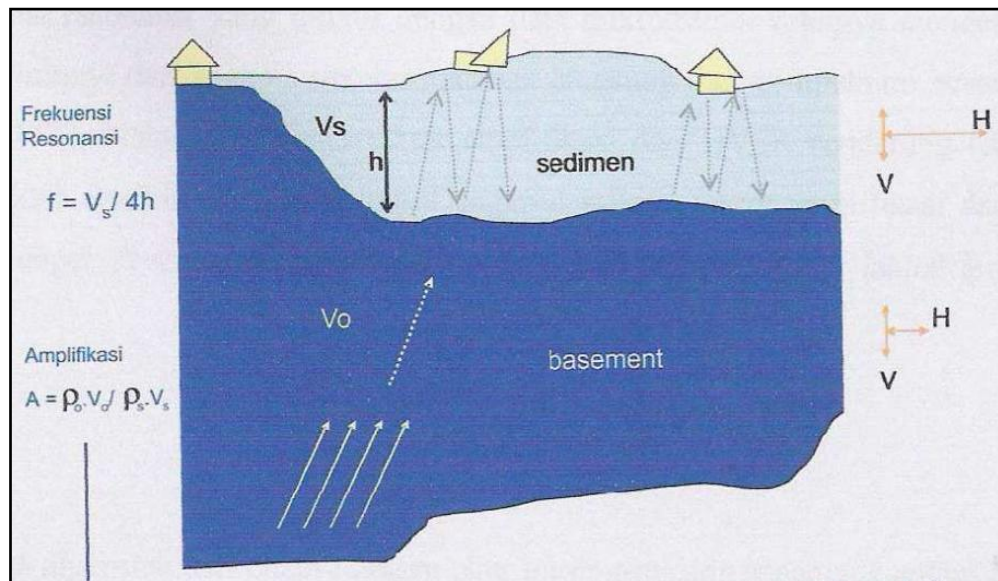
BAB III

METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

Indeks kerentanan seismik daerah penelitian mencakup Kota Makassar dan Kabupaten Gowa. Sebanyak 112 titik pengukuran mikrotremor dengan daerah Sungguminasa, Kabupaten Gowa sebagai titik acuan daerah penelitian. Penelitian ketebalan sedimen Kota Makassar dan Kabupaten Gowa dengan konsentrasi daerah aliran Sungai Jeneberang diperoleh 22 penampang melintang yang memotong daerah aliran Sungai Jeneberang tersebut.

Untuk menganalisis ketebalan sedimen dan analisis indeks kerentanan seismik, maka terlebih dahulu dianalisis kejadian gempabumi di Sulawesi Selatan dan sekitarnya dengan menentukan waktu tiba gelombang permukaan pada tiap-tiap sensor pencatat gempabumi. Data gempabumi yang akan digunakan penelitian ini adalah data gempabumi tahun 2011 yang tercatat pada semua seismometer yang dijadikan alat penelitian (lampiran tabel 2). Sensor gempabumi yang digunakan adalah jenis *broadband* yang dapat mencatat gelombang dengan frekuensi (0,1hz - 10hz).



Gambar 3.1 Konsep Dasar Amplifikasi Gelombang Seismik

Konsep dasar amplifikasi gelombang seismik disebabkan adanya batuan sedimen yang berada di atas basement dengan perbedaan densitas dan kecepatan gelombang pada lapisan sedimen dan lapisan basement. Waktu tiba gelombang seismik dan parameter gempabumi hasil analisis yang terdiri dari pusat dan waktu kejadian, kemudian dari jarak antara masing-masing seismometer dan waktu tiba gelombang seismik diperoleh nilai kecepatan gelombang geser pada tiap-tiap titik pengukuran. Metode yang digunakan untuk mendapatkan ketebalan lapisan sedimen permukaan yaitu berdasarkan kecepatan gelombang geser dibagi dengan nilai frekuensi resonansi mikrotremor.

Pengukuran mikrotremor didapatkan frekuensi resonansi dan nilai puncak H/V gelombang mikrotremor disetiap titik lokasi penelitian dengan

menggunakan seismograph *short period* (vertikal dan horisontal) dengan frekuensi gelombang yang dapat tercatat (0,1hz - 1hz). Indeks kerentanan seismik diperoleh dari perbandingan nilai puncak H/V dengan frekuensi resonansi pada titik-titik pengukuran mikrotremor.

Waktu gempabumi sebenarnya (O_t) diperoleh dari jarak antara sumber gempabumi pada kedalaman tertentu (hipocenter) terhadap lokasi seismometer dibagi kecepatan gelombang seismik. Waktu tiba gelombang S ($T_{x/y}$) diperoleh dari rekaman gelombang seismik (seismogram) tiap-tiap sensor gempabumi. Selisih waktu gempabumi sebenarnya dengan waktu tiba gelombang S ($\Delta T_{x/y}$) pada seismogram ditulis sebagai berikut:

$$\Delta T_{x/y} = O_t - T_{x/y} \quad (14)$$

Beda antara waktu tiba gelombang S (persamaan 14) yang tercatat pada 2 sensor gempabumi yang berbeda yang menjadi lintasan pengukuran mikrotremor, dituliskan sebagai:

$$\Delta T = \Delta T_x - \Delta T_y \quad (15)$$

dimana:

- ΔT_x = Waktu tiba gelombang S sensor x
- ΔT_y = Waktu tiba gelombang S sensor y
- ΔT = Selisih waktu tiba gelombang S pada 2 seismometer
- O_t = Waktu kejadian gempabumi sebenarnya

Jarak antara 2 sensor pencatat gempabumi dengan asumsi bahwa bumi itu bulat, dihitung dengan persamaan:

$$\cos \Delta = \cos \phi_1 \cos \theta_1 \cos \phi_2 \cos \theta_2 + \cos \phi_1 \sin \theta_1 \cos \phi_2 \sin \theta_2 + \sin \phi_1 \sin \phi_2 \quad (16)$$

dimana:

- Δ = Jarak dalam derajat
- Φ_1 = Lintang titik 1
- Θ_1 = Bujur titik 1
- Φ_2 = Lintang titik 2
- Θ_2 = Bujur titik 2

Kecepatan gelombang S diperoleh dari jarak antara 2 sensor dibagi selisih waktu tiba gelombang S yang menjadi lintasan pengukuran yang tercatat pada dua sensor gempabumi (lihat gambar 3.2) dan diperoleh persamaan:

$$VS = \frac{\Delta}{\Delta T} \quad (17)$$

dimana:

- VS = Kecepatan gelombang S
- Δ = Jarak 2 sensor pencatat gempabumi
- ΔT = Selisih waktu tiba gelombang S pada 2 seismometer

Kecepatan gelombang S juga diperoleh dari fungsi jarak pusat kedalaman gempabumi terhadap sensor pencatat gempabumi dengan

beda waktu pencatatan gelombang S yang tercatat pada sensor gempabumi dengan waktu gempabumi sebenarnya:

$$S = \sqrt{h^2 + \Delta^2} \quad (18)$$

$$VS = \frac{S}{\Delta T} \quad (19)$$

dimana:

- S = Jarak seismometer dengan kedalaman gempabumi
- h = Kedalaman gempabumi
- Δ = Jarak seismometer dengan pusat gempabumi
- VS = Kecepatan gelombang S
- ΔT = Selisih pencatatan waktu tiba gelombang S

Fungsi waktu dan jarak menghasilkan kecepatan gelombang badan atau gelombang S dari kejadian gempabumi. Perhitungan kecepatan gelombang S dilakukan untuk semua data kejadian gempabumi tahun 2011 yang terjadi pada daerah Sulawesi Selatan dan sekitarnya yang terekam pada semua sensor pengamatan gempabumi yang dijadikan alat bantu penelitian.

Gelombang *rayleigh* merupakan gelombang permukaan yang gerakan partikel medianya merupakan kombinasi gerakan partikel yang disebabkan oleh gelombang P dan gelombang S. Kecepatan gelombang *rayleigh* dirumuskan (Telford, W.M., 1976). Selanjutnya konversi

kecepatan gelombang badan atau gelombang S menjadi gelombang permukaan atau gelombang *rayleigh* diperoleh persamaan:

$$V_R = 0,92 V_S^{0.5} \quad (20)$$

dimana:

V_R = Kecepatan gelombang *rayleigh*

V_S = Kecepatan gelombang S

Untuk mengkonversi kecepatan gelombang *rayleigh* menjadi kecepatan gelombang *shear*, maka digunakan:

$$V_S = 1,1 V_R \quad (21)$$

dimana:

V_S = Kecepatan gelombang *shear*

V_R = Kecepatan gelombang *rayleigh*

Kecepatan gelombang *rayleigh* dan kecepatan gelombang *shear* dihitung dengan pendekatan kecepatan gelombang *shear* di atas sedimen lunak jenuh.

Perhitungan ketebalan sedimen (m) dilakukan dengan rumus:

$$m = \frac{V_S}{4 f_o} \quad (22)$$

dimana:

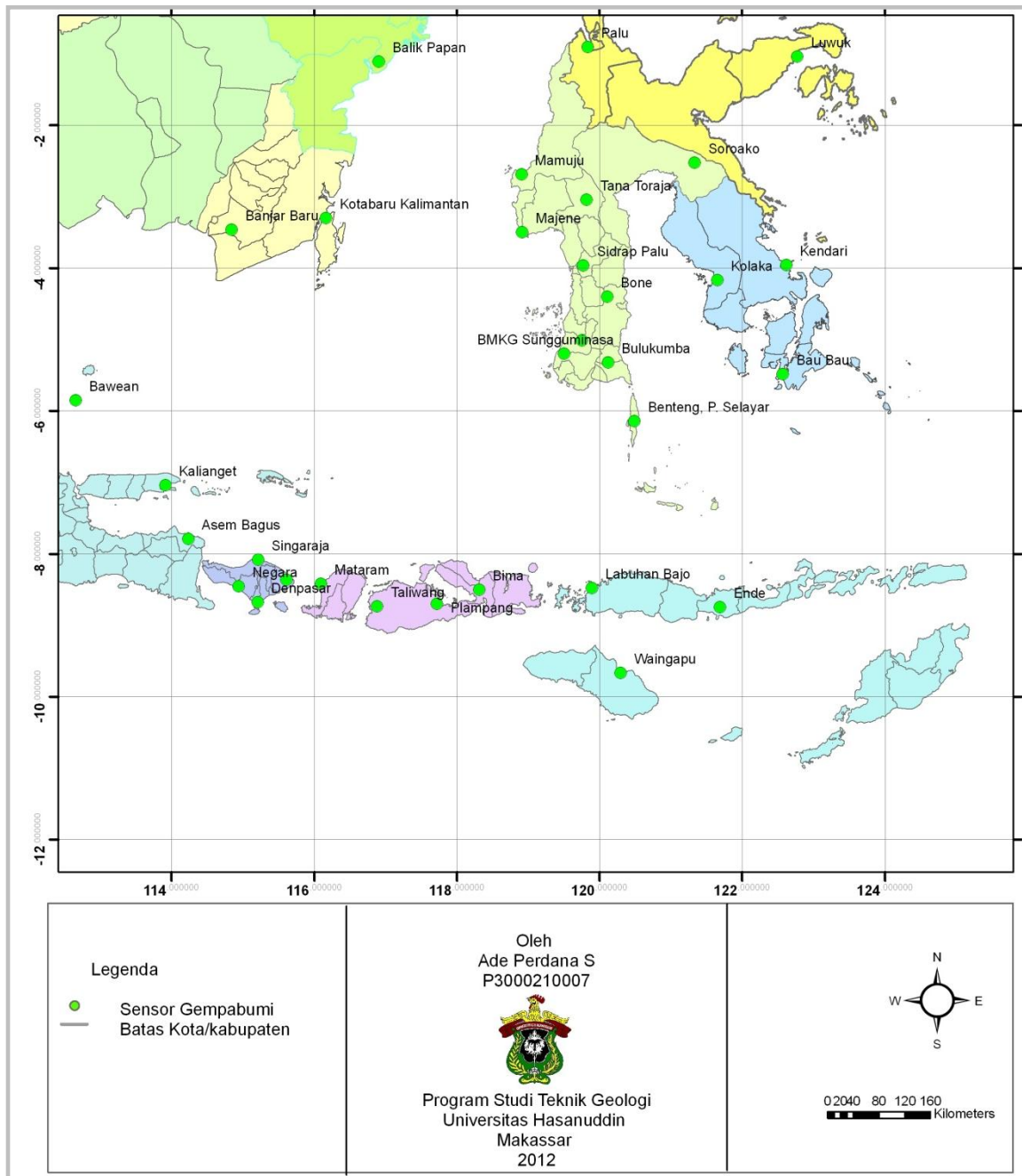
- m = Ketebalan rata-rata sedimen
- f_0 = Frekuensi resonansi
- V_s = Kecepatan rata-rata gelombang geser (*shear*)

Mikrozonasi yang diperoleh dengan polarisasi perbandingan spektrum gelombang natural horisontal terhadap vertikal pertama kali dikembangkan oleh Nakamura (1989), dengan tujuan untuk mengetahui frekuensi dasar lapisan batuan. Indeks kerentanan seismik (K_g) memuat informasi mengenai nilai kerawanan suatu wilayah terhadap kerusakan yang diakibatkan gempa bumi. Tingkat rawan kerusakan dapat dihitung dengan persamaan:

$$K_g = \left(\frac{A_g}{f_0} \right)^2 \quad (23)$$

dimana:

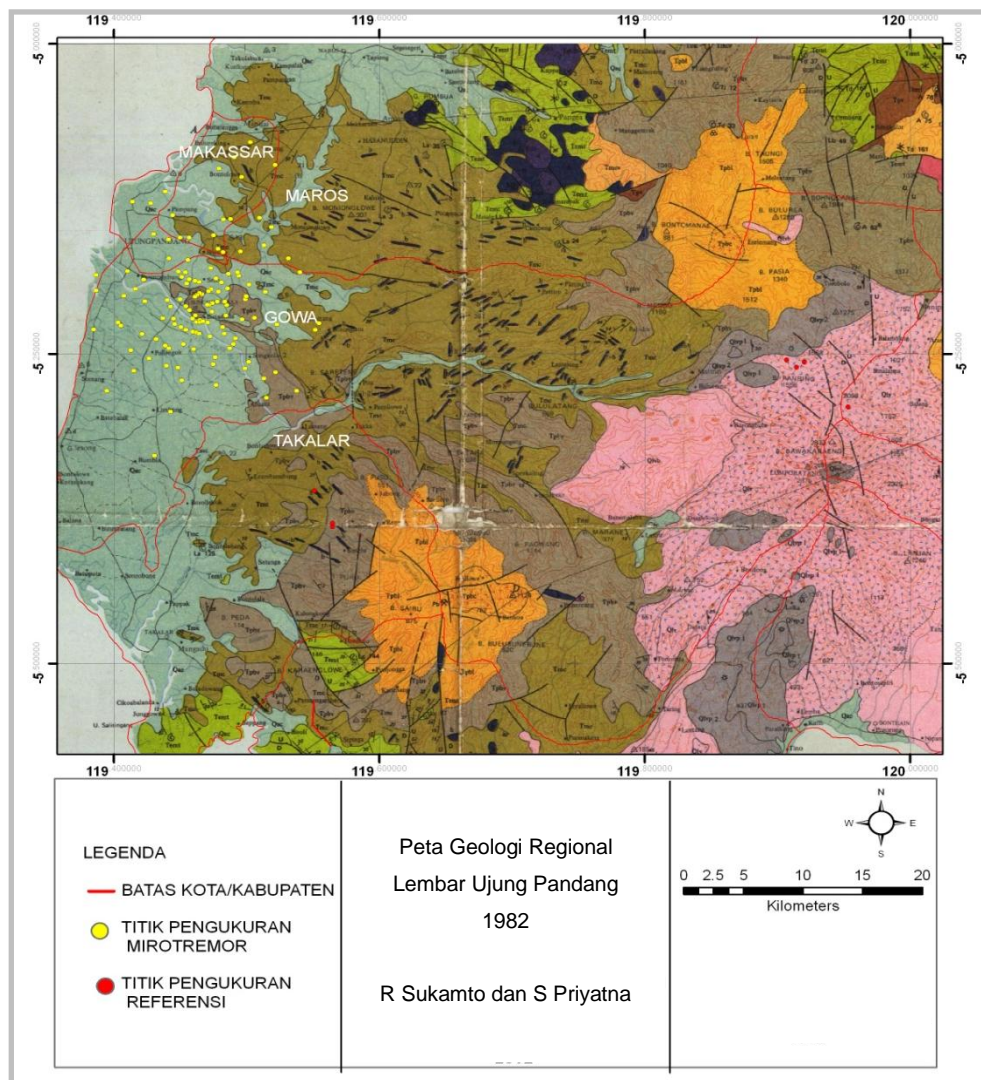
- K_g = Indeks kerentanan seismik
- A_g = Puncak spektrum (*Horizontal Vertical Spectrum Ratio*)
- f_0 = Frekuensi resonansi



Gambar 3.2. Peta Lokasi Sensor Gempabumi

B. Lokasi dan Waktu

Lokasi penelitian meliputi kawasan Kota Makassar dan Kabupaten Gowa, Sungguminasa. Lokasi penelitian indeks kerentanan seismik dibatasi oleh koordinat (5,011 LS - 5,540 LS) dan (119,285 BT - 120,01 BT) dengan seismometer di Sungguminasa, Kabupaten Gowa sebagai pusat titik pengukuran. Data mikrotremor diambil pada bulan Mei 2012 sampai dengan Juli 2012.



Gambar 3.3. Peta Geologi Pengukuran Ketebalan Sedimen dan K_g

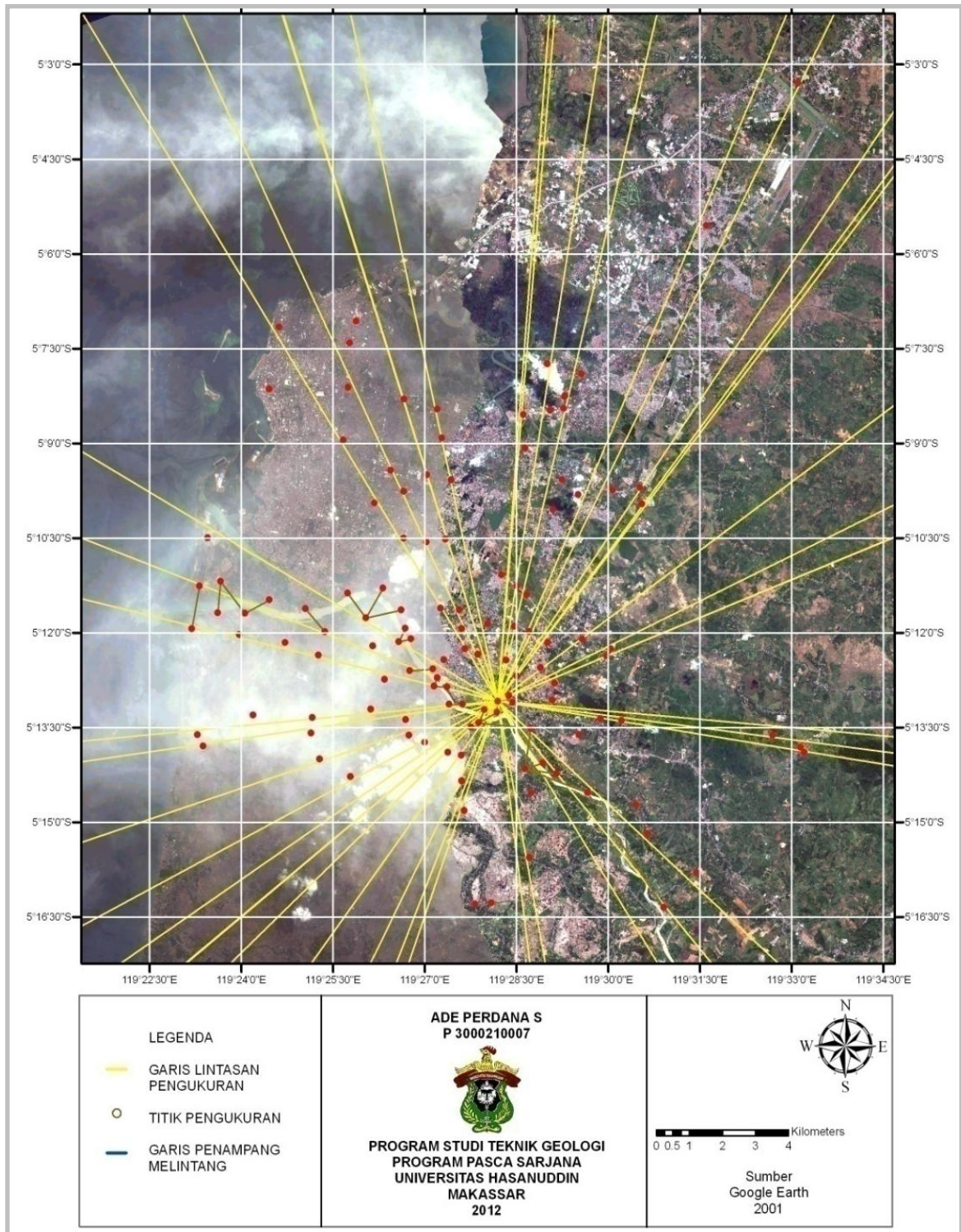
C. Populasi dan Teknik Sampel

Pengambilan data mikrotremor dilakukan dengan alat seismograph tipe TDS (*Tide Digital Seismograph*) jenis seismometer *short period*. Pengukuran pada tiap-tiap lintasan antara 2 seismometer dilakukan sebanyak 34 lintasan. Lintasan pengukuran terletak di kawasan pengembangan Kota Makassar dan Kabupaten Gowa. Lintasan pengukuran (Gambar 3.4) dinampakkan dengan garis berwarna kuning, yang merupakan garis yang menghubungkan seismometer-seismometer yang berada di sekeliling lokasi penelitian. Seismometer yang berada di Kabupaten Gowa merupakan titik pusatnya dan garis kuning diasumsikan sebagai lintasan penjalaran gelombang permukaannya. Jumlah titik pengukuran pada tiap lintasan adalah sebanyak 3 - 5 titik pengukuran dan jumlah keseluruhan titik pengukuran adalah sebanyak 112 titik pengukuran.

Nilai kecepatan gelombang geser untuk ketebalan sedimen menggunakan data kejadian gempa bumi Sulawesi Selatan dan sekitarnya dengan referensi rekaman gelombang seismik yang tercatat pada lintasan seismometer dan selanjutnya dianalisis dengan *software* Seiscomp. Data gempa bumi dan kecepatan gelombang *body* dianalisis untuk mendapatkan kecepatan gelombang geser pada tiap-tiap lintasan dan pada lokasi yang akan ditentukan kedalamannya dilakukan pengukuran mikrotremor untuk mendapatkan nilai amplifikasi dan frekuensi resonansi mikrotremor. Pada titik pengukuran tiap-tiap lintasan dianalisis profil

ketebalan sedimennya ditampilkan sebagai profil kedalaman penampang melintang menggunakan *software* Surfer dengan metode *kriging*.

Indeks kerentanan seismik pada kawasan Kota Makassar dan Kabupaten Gowa (daerah Sungguminasa) diperoleh melalui perbandingan kuadrat nilai amplifikasi dibagi dengan nilai frekuensi natural pada tiap titik pengukuran. Indeks kerentanan seismik pada masing-masing lokasi pengukuran diinterpolasikan sehingga diperoleh peta kontur indeks kerentanan seismik. Pembagian zona indeks kerentanan seismik mengaplikasikan pemetaan berbasis GIS, menggunakan *software* Surfer dengan metode *kriging*.



Gambar 3.4. Peta Lokasi Pengukuran Mikrotremor Kota Makassar dan Kabupaten Gowa

D. Instrumen Pengumpul Data

Data gempabumi merupakan hasil analisis dari beberapa gelombang gempabumi yang direkam dengan alat seismometer *broadband*. Seismometer yang terinstal berada di beberapa lokasi yaitu: Pulau Jawa sebanyak 3 seismometer, Bali sebanyak 4 seismometer, Sulawesi sebanyak 18 seismometer, Kalimantan sebanyak 3 seismometer, NTB sebanyak 4 seismometer, NTT sebanyak 3 seismometer, sehingga jumlah keseluruhan seismometer adalah 35 seismometer. Sinyal gelombang seismik dengan format seed yang tercatat pada seismogram dianalisis dengan *software* Atlas untuk mendapatkan parameter gempabumi yang terdiri dari lokasi (lintang dan bujur), waktu kejadian, kedalaman dan kekuatan gempabumi (magnitudo). Data tersebut dianalisis untuk mendapatkan nilai kecepatan gelombang permukaan daerah penelitian.

Data hasil pengukuran lapangan merupakan data mentah (*raw data*) getaran tanah dalam fungsi waktu. Data tersusun atas 3 komponen, yaitu komponen vertikal, horisontal (utara-selatan), dan horisontal (timur-barat). Data tersebut diperoleh dari alat seismograph portable TDS yang dilengkapi *software* Datapro.

Untuk mengukur ketinggian lokasi titik pengukuran digunakan alat altimeter dan penentuan koordinat titik pengukuran menggunakan alat *global positioning sistem* (GPS).



Gambar 3.5. Peralatan Survei Mikrotremor

E. Analisis

Indeks kerentanan seismik merupakan kuadrat amplifikasi dibandingkan dengan frekuensi natural pengukuran mikrotremor. Untuk lokasi pengukuran dengan indeks kerentanan seismik tinggi dicirikan suatu daerah tersebut mempunyai tingkat kerusakan terhadap bencana gempabumi yang tinggi pula, sedangkan lokasi dengan indeks kerentanan seismik rendah dicirikan suatu daerah tersebut mempunyai tingkat kerusakan rendah.

Analisis mikrotremor metode Nakamura digunakan dengan membandingkan spektra rata-rata komponen horisontal dengan spektra rata-rata komponen vertikal untuk mendapatkan frekuensi natural

gelombang mikrotremor. Nilai ketebalan sedimen diperoleh dari perbandingan kecepatan gelombang geser dengan 4 kali frekuensi natural di lokasi pengukuran.

Peta geologi lembar Ujung Pandang tahun 1982 (R. Sukamto dan S. Supriatna) digunakan sebagai data pendukung dalam menganalisis indeks kerentanan seismik terhadap ketebalan sedimen dan tipe sedimen daerah penelitian Kota Makassar dan Kabupaten Gowa.

Pada proses pengambilan data mikrotremor diterapkan kaidah pengukuran mikrotremor (tabel 3.1) yang dikeluarkan (SESAME, *Site EffectS assessment using Ambient Excitations, 2004*). Kaidah tersebut untuk meminimalkan kesalahan dari hasil analisis, sehingga didapatkan nilai frekuensi dan amplifikasi yang mendekati sebenarnya.

Tabel 3.1 Aturan dalam Pengukuran Mikrotremor

Uraian	Saran yang dianjurkan	
	fo minimum yang diharapkan (Hz)	Durasi pencatatan minimum
Durasi pencatatan	0,2	30
	0,5	20
	1	10
	2	5
	5	3
	10	2
Parameter pencatatan	Atur level sensor seismograph (<i>leveling</i>) seperti yang telah disarankan. Tetapkan level gain semaksimal mungkin tanpa saturasi (jenuh) sinyal.	

Lanjutan Tabel 3.1

<p><i>Coupling soil-sensor</i> alami (insitu)</p>	<p>Atur sensor langsung pada permukaan tanah.</p> <p>Hindari menempatkan sensor seismograph pada permukaan tanah lunak (lumpur, semak-semak) atau tanah lunak setelah hujan.</p>
<p><i>Coupling soil sensor</i> buatan/artifisial</p>	<p>Hindari lempengan yang terbuat dari material lunak seperti karet atau busa.</p> <p>Pada kemiringan yang curam dimana sulit mendapatkan level sensor yang baik, pasang sensor dalam timbunan pasir atau wadah yang diisi pasir.</p>
<p>Keberadaan bangunan/pohon</p>	<p>Hindari pengukuran dekat dengan bangunan, gedung bertingkat, dan pohon yang tinggi, jika tiupan angin di atas ± 5 m/s.</p> <p>Kondisi ini sangat mempengaruhi hasil analisis HVSR yang ditunjukkan dengan suatu kemunculan frekuensi rendah pada kurva.</p> <p>Hindari pengukuran di lokasi tempat parkir, pipa air, dan gorong-gorong.</p>
<p>Kondisi cuaca</p>	<p>Angin: lindungi sensor jika kecepatan angin di atas ± 5 m/s.</p> <p>Hujan: hindari pengukuran mikrotremor di bawah terpaan hujan lebat, jika hujan ringan tidak akan terlalu berpengaruh.</p> <p>Temperatur: periksa sensor seismograf dan catat instruksi pabrik.</p>
<p>Gangguan</p>	<p>Sumber monokromatik: hindari pengukuran mikrotremor dekat dengan mesin, industri, pompa air, generator yang sedang beroperasi.</p> <p>Sumber sementara: jika terdapat sumber getar <i>transient</i> (jejak langkah kaki, mobil lewat) tingkatkan durasi pengukuran untuk memberikan jendela yang cukup untuk analisis setelah gangguan tersebut hilang.</p>

Sumber: SESAME ,(Site EffectS assessment using AMbient Excitations, 2004)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

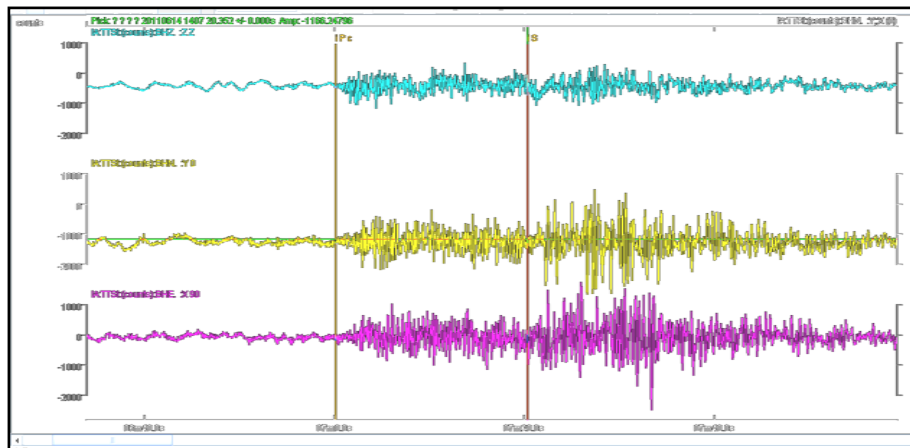
A. Hasil

1. Sedimen Sungai Jeneberang

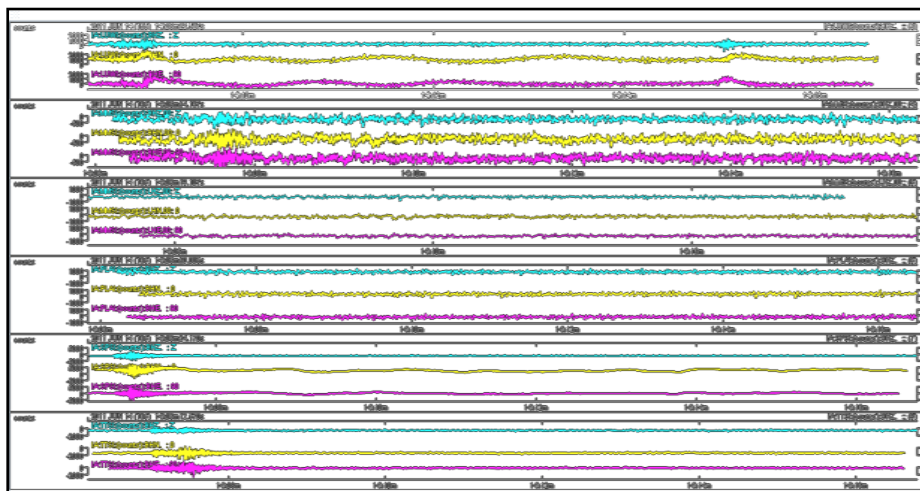
Pengukuran mikrotremor dilakukan di Kota Makassar dan Kabupaten Gowa sebanyak 112 titik pengukuran dan difokuskan di sepanjang pinggiran Sungai Jeneberang. Terdapat 22 penampang melintang yang memotong Sungai Jeneberang, untuk mengetahui ketebalan sedimen dari mulai Desa Borongloe, Kabupaten Gowa sampai Kecamatan Barombong, Kota Makassar. Hasil analisis ketebalan sedimen sepanjang Sungai Jeneberang dianalisis dengan metode HVSR dihasilkan ketebalan minimal sebesar 20m dan ketebalan maksimal sebesar 259m.

Analisis kecepatan gelombang permukaan diperoleh dari analisis parameter gempabumi tahun 2011 dan waktu tiba gelombang gempabumi yang terekam pada sensor pencatat gempabumi yang terpasang di Pulau Kalimantan, Bali, NTB, NTT, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah dan Sulawesi Utara. Analisis yang akurat sangat menentukan variasi ketebalan sedimen pada daerah penelitian, dikarenakan kecepatan gelombang gempabumi sangat berpengaruh pada kondisi geologi permukaan Kota Makassar dan Kabupaten Gowa yang sebagian besar merupakan

sedimen aluvial dari batuan Gunungapi Lompobattang dan batuan Gunungapi Batturappe.



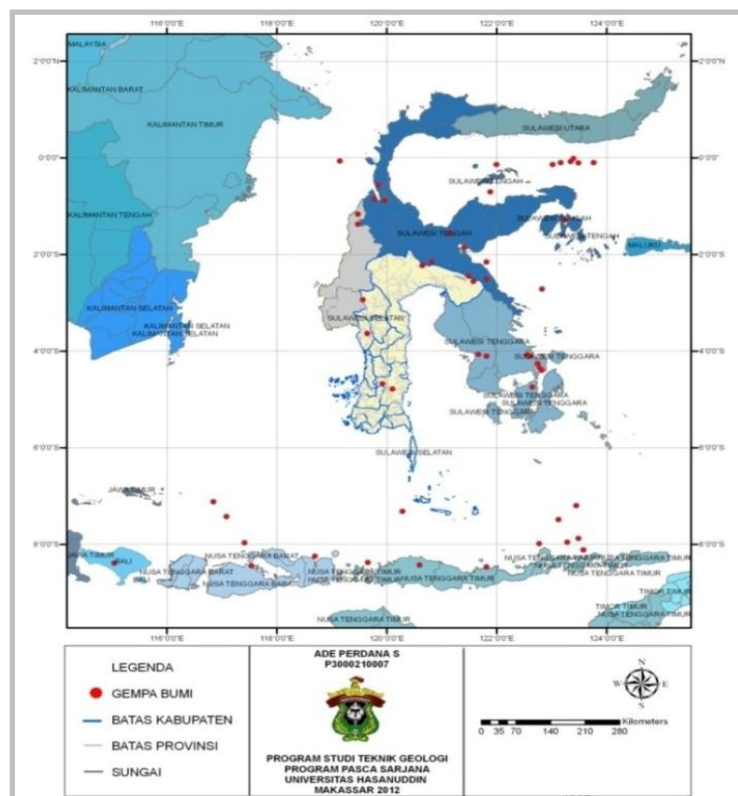
Gambar 4.1. Sinyal Gempabumi 14 Juni 2011 Sensor Tana Toraja jam 14:06:3



Gambar 4.2. Sinyal Gempabumi 14 Juni 2011 yang Tercatat Sensor Penelitian

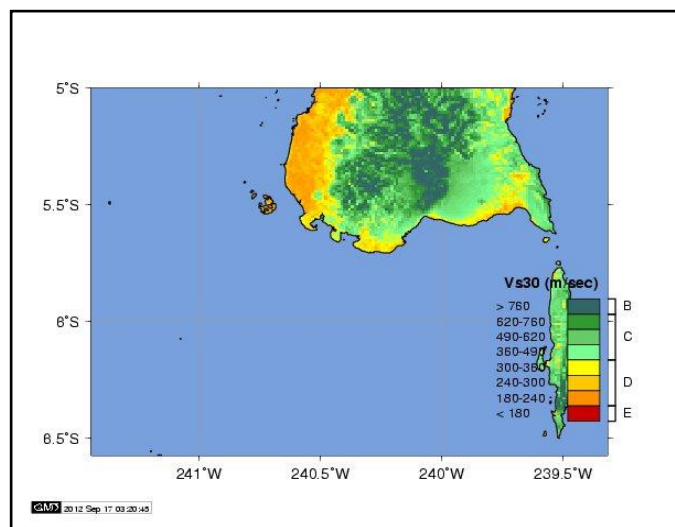
Gelombang gempabumi yang menjalar secara *spheris* (menyebarkan keseluruhan permukaan bumi) dan kecepatannya sangat dipengaruhi kondisi geologi lokal setempat. Gelombang permukaan (*surface wave*) merupakan gelombang yang kompleks dengan frekuensi rendah,

amplitudo besar dan mempunyai kecepatan yang lebih lambat dibandingkan dengan gelombang badan (*body waves*). Gelombang permukaan mempunyai perpaduan gerak tegak lurus dan sejajar dengan arah rambatannya sehingga mempunyai dampak besar terhadap kerusakan struktur bangunan. Gelombang gempabumi direkam oleh seismometer 3 komponen (komponen vertikal dilatasi-kompresi warna biru, komponen horisontal utara-selatan warna kuning dan komponen horisontal barat-timur warna merah muda) digambarkan jelas pada gambar 4.1 dan 4.2. Waktu tiba gelombang permukaan dapat diamati pada seismogram komponen horisontal utara-selatan atau barat-timur.



Gambar 4.3. Peta Seismisitas Sulawesi Selatan yang Tercatat Sensor Gempabumi di Kabupaten Gowa

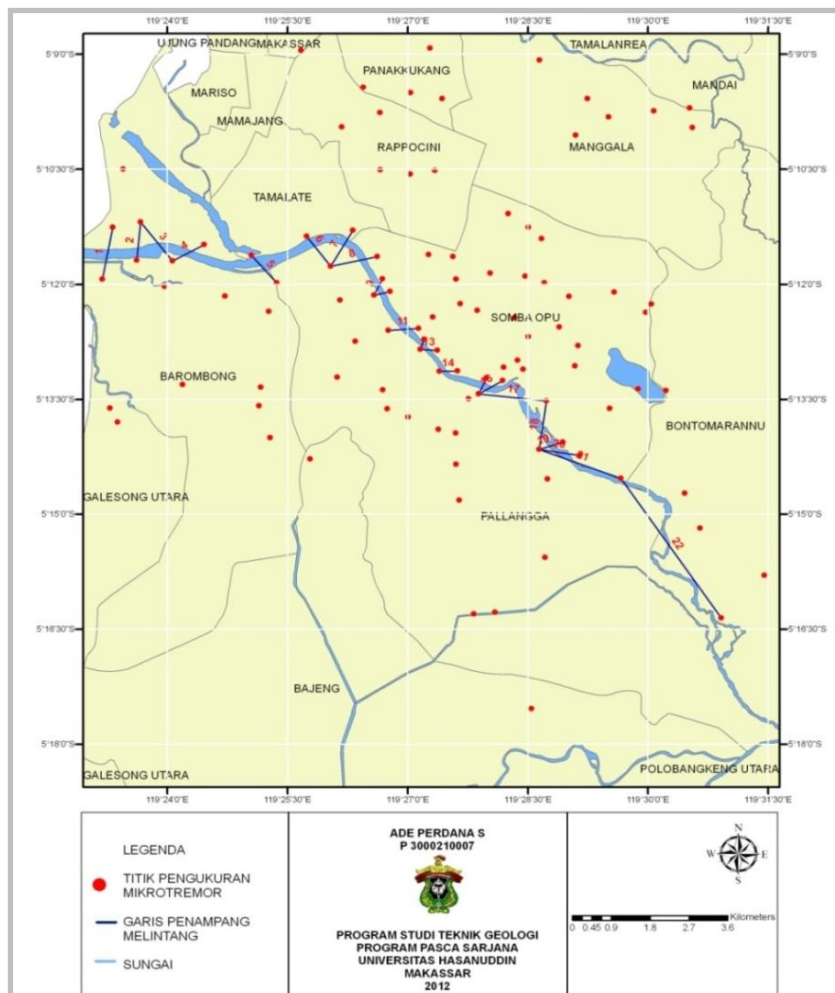
Gempabumi yang disebabkan oleh aktifitas tektonik regional dan lokal terjadi di sekitar Pulau Sulawesi tercatat pada sensor gempabumi yang terpasang di Kabupaten Gowa. Gempabumi dengan pusat gempabumi berada di bagian utara Kota Makassar khususnya darat disebabkan oleh pergerakan Sesar Palu Koro dan Sesar Walanae, sedangkan gempabumi dengan pusat gempabumi berada di selatan Kota Makassar khususnya di Selat Makassar dan Laut Flores disebabkan pemekaran lantai samudra Selat Makassar, subduksi lempeng mikro Laut Bali dan subduksi lempeng mikro Laut Flores.



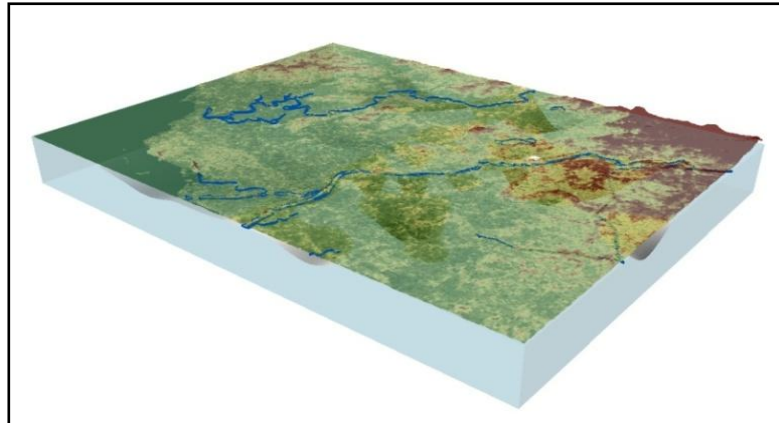
Gambar 4.4. Kontur Kecepatan Gelombang Permukaan untuk Wilayah Sulawesi

Berdasarkan analisis dari USGS (*United State of Geology Survey*) kecepatan gelombang permukaan untuk Kota Makassar dan sekitarnya berada antara 180m/s^2 - 240m/s^2 . Hasil analisis kecepatan gelombang permukaan di Kota Makassar dan Kabupaten Gowa berdasarkan kejadian gempabumi kurun waktu tahun 2011 yang terekam pada sensor

gempabumi di Sungguminasa sangat bervariasi. Hasil dari analisis kecepatan minimum sebesar 50m/s^2 dan kecepatan maksimum sebesar $220,71\text{m/s}^2$. Dengan anggapan bahwa kondisi geologi batuan yang relatif sama, maka ditentukan kecepatan gelombang permukaan di Kabupaten Gowa dan Kota Makassar adalah $130,96\text{m/s}^2$. Parameter kecepatan gelombang permukaan ini ditetapkan sebagai variabel untuk mendapatkan ketebalan sedimen di wilayah penelitian tersebut.



Gambar 4.5. Peta Lokasi 22 Penampang Melintang Sungai Jeneberang

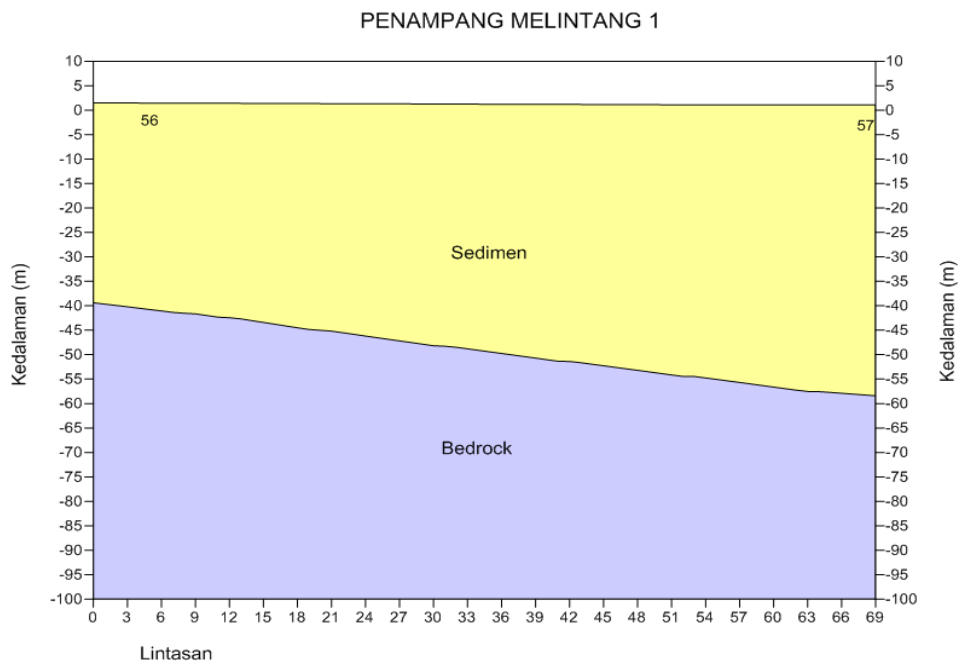


Gambar 4.6. Peta Daerah Penelitian Ketebalan Sedimen Sungai Jeneberang Kota Makassar dan Kabupaten Gowa

Daerah pantai yang merupakan hilir dari Sungai Jeneberang dan Sungai Tallo sebagai penyuplai sedimentasi daerah Kota Makassar dan Kabupaten Gowa yang secara umum berada di daerah sebelah barat dan utara. Dari kenampakan pola aliran ke arah hulu, kedua sungai ini terkontrol oleh struktur geologi setempat. Daerah aliran Sungai Jeneberang secara fisik merupakan wilayah Pegunungan Malino (Gunung Lompobattang), wilayah lipatan tersier selatan Camba dan wilayah dataran rendah aluvial selatan Kota Makassar yang berakhir di Selat Makassar. Berikut adalah hasil ketebalan sedimentasi Sungai Jeneberang digambarkan sebanyak 22 penampang melintang:

a. Penampang Melintang 1

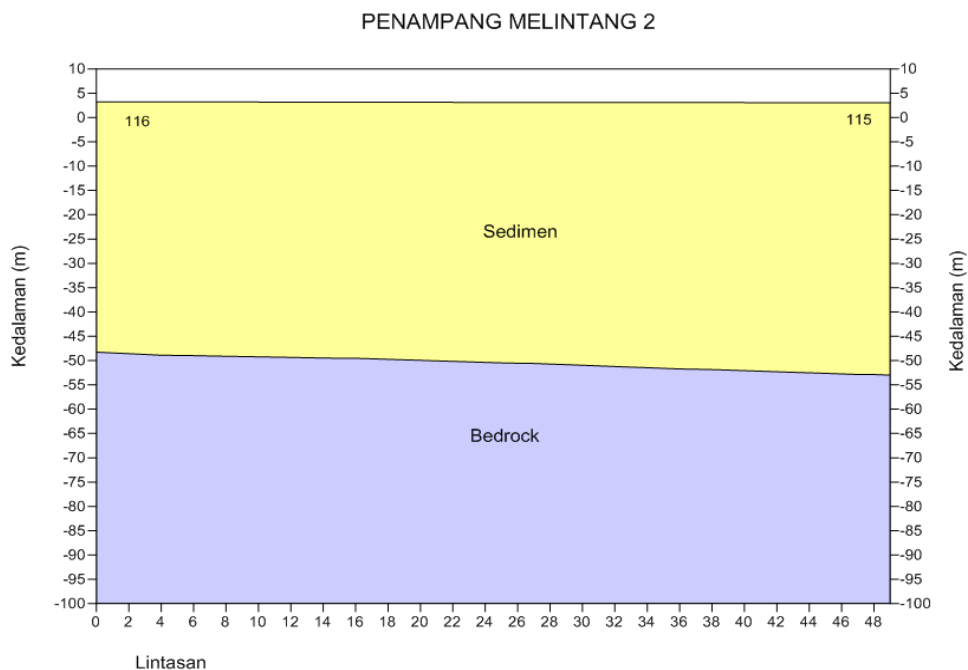
Memotong Sungai Jeneberang dengan menarik garis lintasan sepanjang 1,26km. Penampang melintang pengukuran mikrotremor titik 57 yang berada dekat jembatan Barombong, Kelurahan Barombong, Kecamatan Barombong dengan titik 56 berada di kawasan Tanjung Bayang, Kelurahan Tanjung Merdeka, Kecamatan Mamajang melintasi Sungai Jeneberang. Garis melintang tersebut terbagi menjadi 69 titik interpolasi, sehingga mendapatkan kedalaman sedimen maksimum hasil analisis metode perbandingan spektrum amplitudo gelombang natural horisontal terhadap vertikal sebesar 58,41m dan kedalaman sedimen minimum sebesar 39,93m. Pola ketebalan sedimennya menebal di titik 57 yang berada di jembatan Barombong.



Gambar 4.7. Penampang Melintang 1 Sungai Jeneberang

b. Penampang Melintang 2

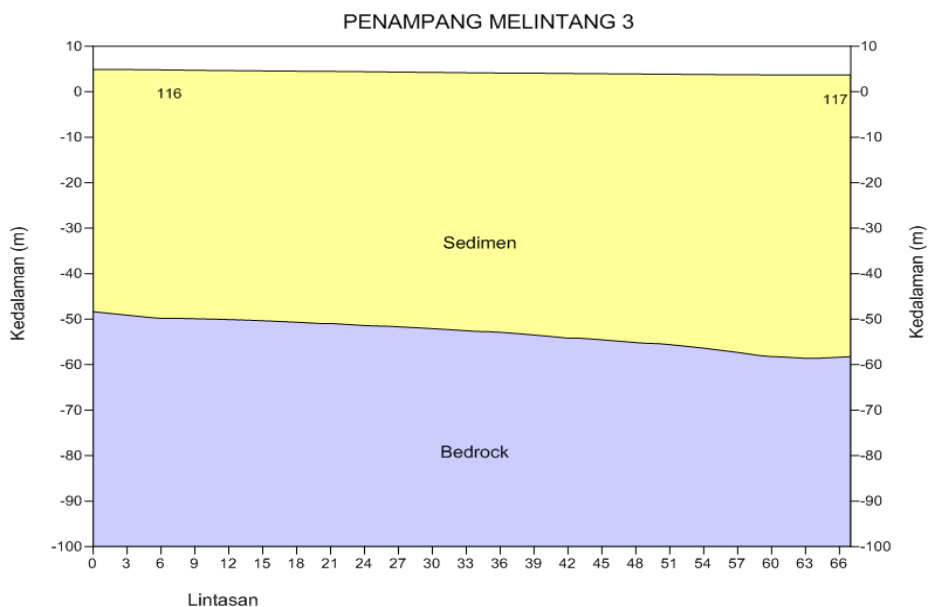
Memotong Sungai Jeneberang dengan menarik garis lintasan sepanjang 0,92km. Penampang melintang pada pengukuran mikrotremor titik 115 yang berada pada tepi Sungai Jeneberang, Kabupaten Gowa dengan titik 116 yang berada dalam kawasan Tanjung Bunga, Kecamatan Mamajang, Kota Makassar melintasi Sungai Jeneberang. Garis melintang tersebut terbagi menjadi 49 titik interpolasi, sehingga mendapatkan kedalaman sedimen maksimum hasil analisis metode perbandingan spektrum amplitudo gelombang natural horisontal terhadap vertikal sebesar 53,00m dan kedalaman sedimen minimum sebesar 48,27m. Pola ketebalan sedimen menebal pada daerah pengukuran titik 115 yang berada pada kawasan Tanjung Bunga.



Gambar 4.8. Penampang Melintang 2 Sungai Jeneberang

c. Penampang Melintang 3

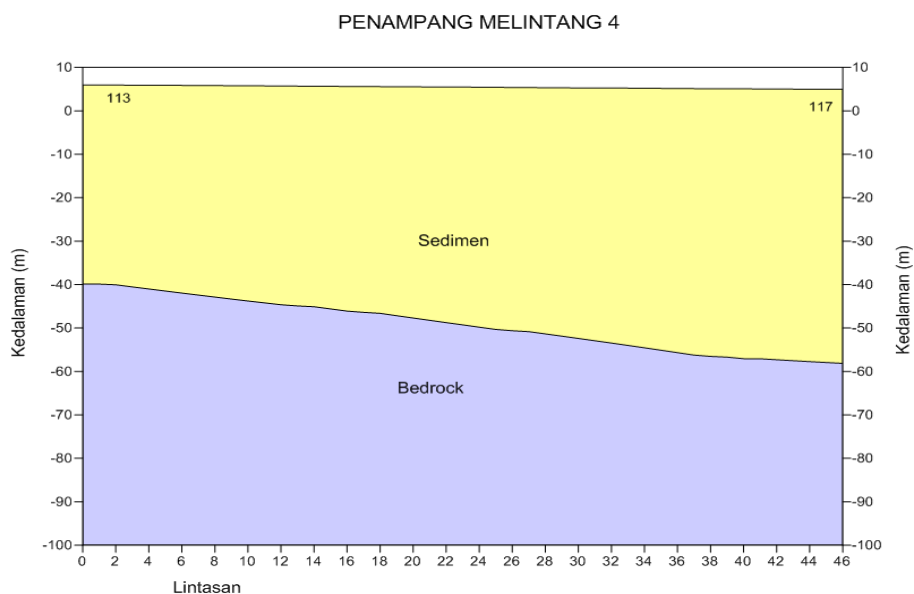
Memotong Sungai Jeneberang dengan menarik garis lintasan sepanjang 1,19km. Penampang melintang pada pengukuran mikrotremor titik 117 yang berada pada tepi Sungai Jeneberang di Desa Taeng, Kecamatan Barombong dengan titik 116 yang berada di dalam kawasan Tanjung Bunga, Kecamatan Mamajang, Kota Makassar melintasi Sungai Jeneberang. Garis melintang tersebut terbagi menjadi 67 titik interpolasi, sehingga mendapatkan kedalaman sedimen maksimum hasil analisis metode perbandingan spektrum amplitudo gelombang natural horisontal terhadap vertikal sebesar 58,61m dan ketebalan sedimen minimum sebesar 48,36m. Pola profil ketebalan sedimennya pada daerah ini menebal pada titik 117 yang berada pada tepi Sungai Jeneberang di Desa Taeng, Kecamatan Barombong.



Gambar 4.9. Penampang Melintang 3 Sungai Jeneberang

d. Penampang Melintang 4

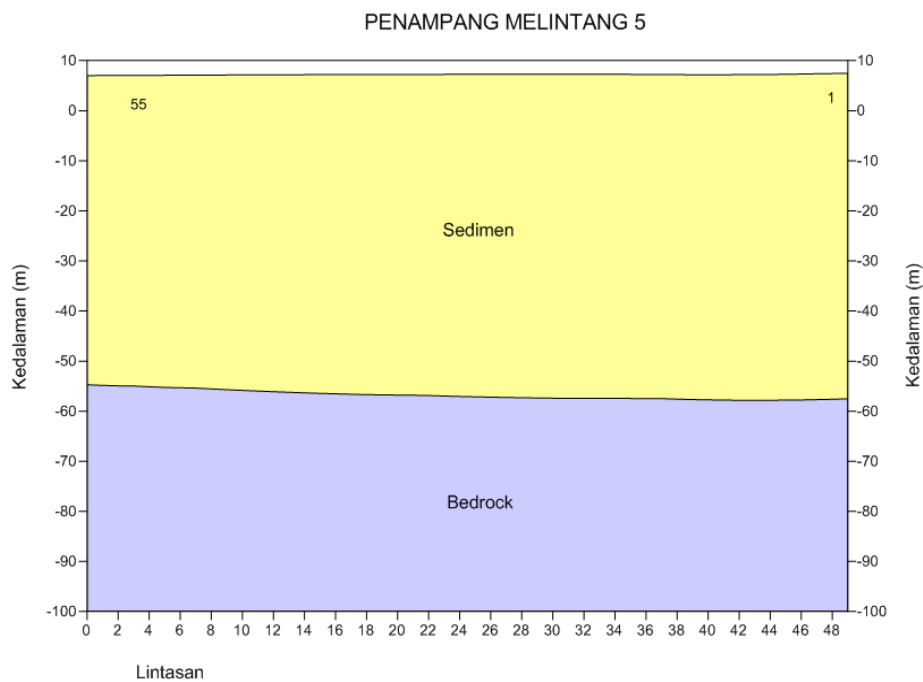
Memotong Sungai Jeneberang dengan menarik garis lintasan sepanjang 0,82km. Penampang melintang pada pengukuran mikrotremor titik 117 yang berada pada berada pada tepi Sungai Jeneberang di Desa Taeng, Kecamatan Barombong dengan titik 113 yang berada pada kawasan Benteng Sombaopu melintasi Sungai Jeneberang. Garis melintang tersebut terbagi menjadi 46 titik interpolasi, sehingga mendapatkan kedalaman sedimen maksimum untuk hasil analisis dengan metode perbandingan spektrum amplitudo gelombang natural horisontal terhadap vertikal sebesar 7,72m dan kedalaman sedimen minimum sebesar 39,86m. Pola profil ketebalan sedimennya menebal pada titik pengukuran 117 yang berada di tepi Sungai Jeneberang, Desa Taeng, Kecamatan Barombong.



Gambar 4.10. Penampang Melintang 4 Sungai Jeneberang

e. Penampang Melintang 5

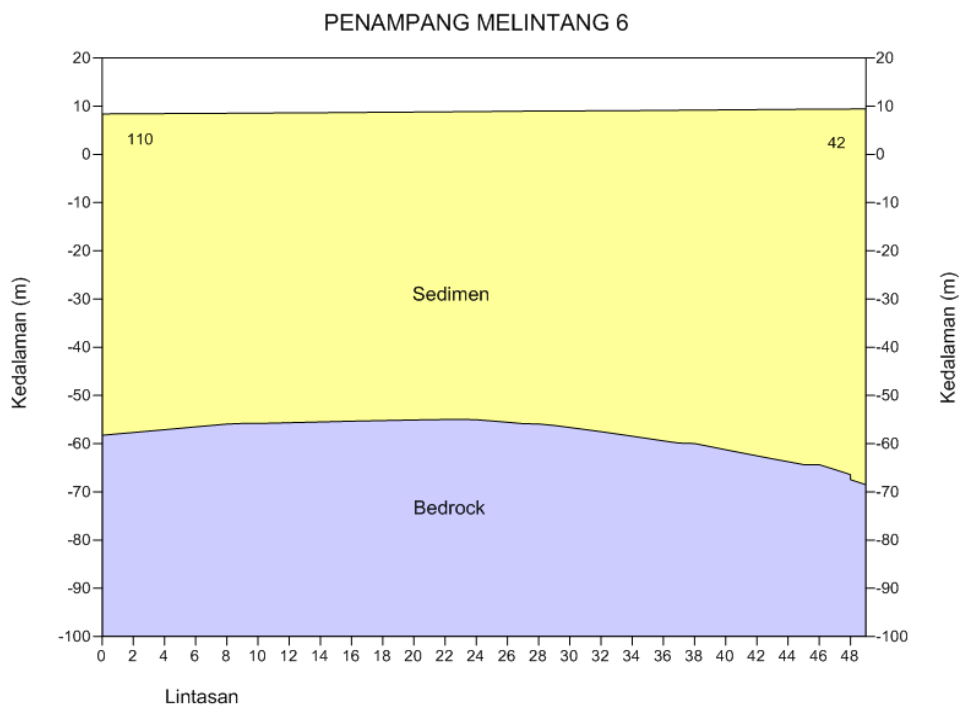
Memotong Sungai Jeneberang dengan menarik garis lintasan sepanjang 0,88km. Penampang melintang pada pengukuran mikrotremor titik 55 yang berada pada tepi Sungai Jeneberang daerah Jalan Dg Tata, Kota Makassar dengan titik 1 yang berada pinggiran Sungai Jeneberang, Desa Taeng, Kabupaten Gowa melintasi Sungai Jeneberang. Garis melintang tersebut terbagi menjadi 49 titik interpolasi, sehingga mendapatkan kedalaman sedimen maksimum hasil analisis metode perbandingan spektrum amplitudo gelombang natural horisontal terhadap vertikal sebesar 57,82m dan kedalaman sedimen minimum sebesar 54,72m. Pola profil ketebalan sedimennya hampir sama dengan topografi permukaan lintasan pengukurannya.



Gambar 4.11. Penampang Melintang 5 Sungai Jeneberang

f. Penampang Melintang 6

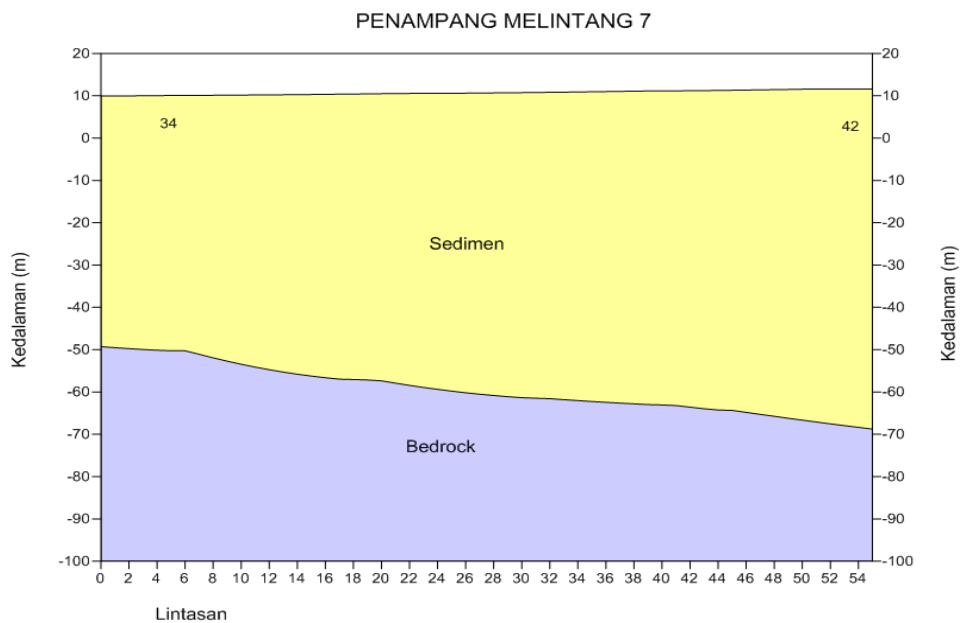
Memotong Sungai Jeneberang dengan menarik garis lintasan sepanjang 0,91km. Penampang melintang pada pengukuran mikrotremor titik 42 yang berada pada kantor Desa Taeng, Kecamatan Pallangga ke titik 110 yang berada di bantaran Sungai Jeneberang, Kelurahan Mangasa, Kecamatan Tamalate, Kota Makassar melintasi Sungai Jeneberang. Garis melintang tersebut terbagi menjadi 51 titik interpolasi, sehingga mendapatkan kedalaman sedimen maksimum hasil analisis metode perbandingan spektrum amplitudo gelombang natural horisontal terhadap vertikal sebesar 66,42m dan kedalaman sedimen minimum sebesar 54,96m. Pola profil ketebalan sedimennya menebal pada daerah pengukuran titik 42 yang berada pada Desa Taeng.



Gambar 4.12. Penampang Melintang 6 Sungai Jeneberang

g. Penampang Melintang 7

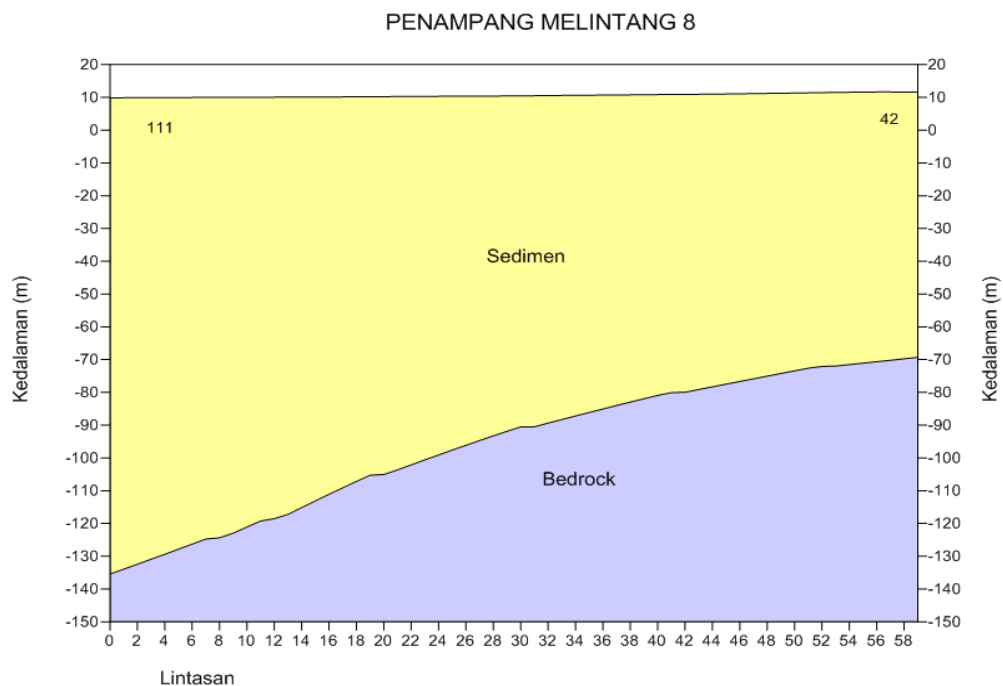
Memotong Sungai Jeneberang dengan menarik garis lintasan sepanjang 1km. Penampang melintang pada pengukuran mikrotremor titik 34 yang berada di lapangan Malengkeri, Kelurahan Mangasa, Kecamatan Tamalate dengan titik 42 yang berada di kantor Desa Taeng, Kecamatan Palangga, melintasi Sungai Jeneberang. Garis melintang tersebut terbagi menjadi 56 titik interpolasi, sehingga mendapatkan kedalaman sedimen maksimum hasil analisis metode perbandingan spektrum amplitudo gelombang natural horisontal terhadap vertikal sebesar 68,36m dan kedalaman sedimen minimum sebesar 49,28m. Pola profil ketebalan sedimennya menipis pada titik pengukuran 34 yang berada pada lapangan Malengkeri dan menebal pada kantor Desa Taeng, Kecamatan Palangga, Kabupaten Gowa.



Gambar 4.13. Penampang Melintang 7 Sungai Jeneberang

h. Penampang Melintang 8

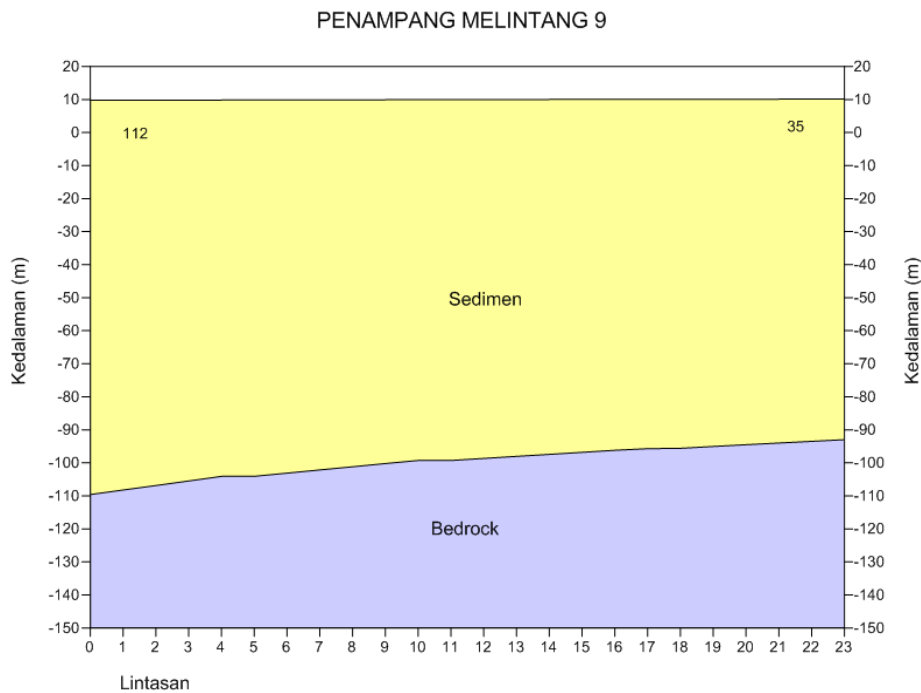
Memotong Sungai Jeneberang dengan menarik garis lintasan sepanjang 4,79km. Penampang melintang pada pengukuran mikrotremor titik 42 yang berada di kantor Desa Taeng, Kecamatan Pallangga, Kabupaten Gowa dengan titik 111 yang berada di Jalan Abdulah Dg Tata, Kelurahan Pandang Pandang, Kecamatan Sombaopu, Kabupaten Gowa melintasi Sungai Jeneberang. Garis melintang tersebut terbagi menjadi 60 titik interpolasi, sehingga mendapatkan kedalaman sedimen maksimum hasil analisis metode perbandingan spektrum amplitudo gelombang natural horisontal terhadap vertikal sebesar 135,43m dan kedalaman sedimen minimum sebesar 70,20m. Pola profil ketebalan sedimennya menipis pada daerah pengukuran titik 42 di Desa Taeng.



Gambar 4.14. Penampang Melintang 8 Sungai Jeneberang

i. Penampang Melintang 9

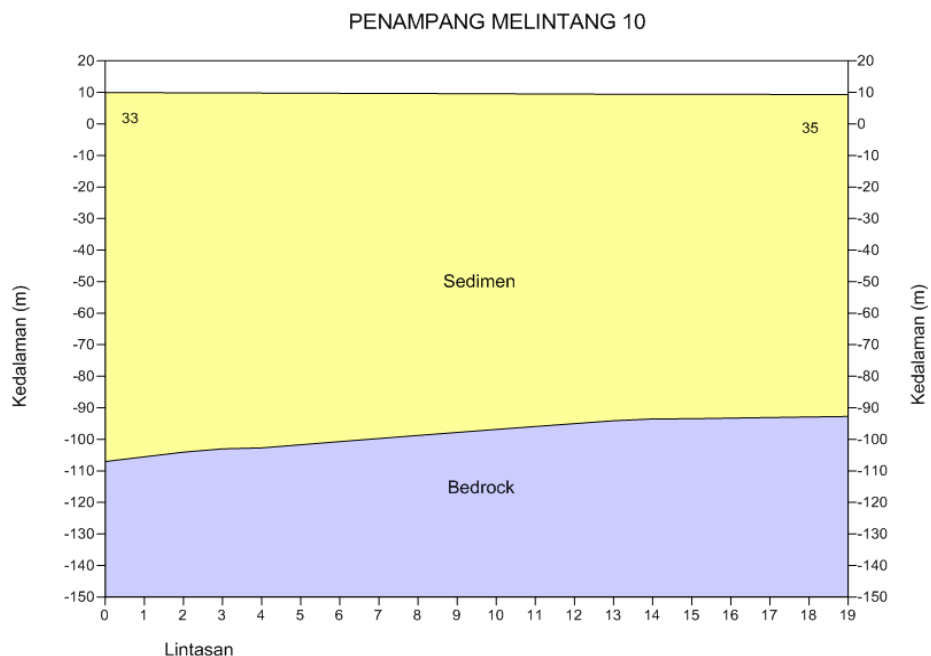
Memotong Sungai Jeneberang dengan menarik garis lintasan sepanjang 0,43km. Penampang melintang pengukuran mikrotremor titik 35 yang berada di perbatasan Desa Lambengi dengan Desa Taeng Kecamatan Palangga dengan titik 112 yang berada di belakang Kodim Kabupaten Gowa melintasi Sungai Jeneberang. Garis melintang tersebut terbagi menjadi 24 titik interpolasi, sehingga mendapatkan kedalaman sedimen maksimum hasil analisis metode perbandingan spektrum horisontal terhadap vertikal sebesar 109,59m dan kedalaman sedimen minimum sebesar 93,48m. Pola profil ketebalan sedimennya menipis pada daerah pengukuran titik 35 di perbatasan Desa Lambengi dengan Desa Taeng.



Gambar 4.15. Penampang Melintang 9 Sungai Jeneberang

j. Penampang Melintang 10

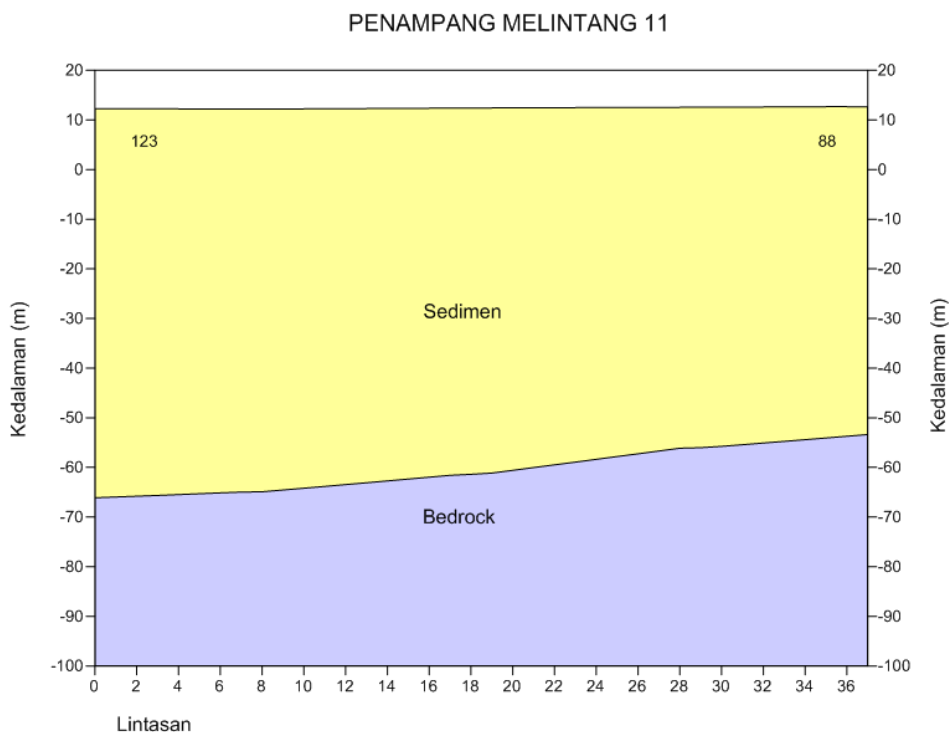
Memotong Sungai Jeneberang dengan menarik garis lintasan sepanjang 0,36Km. Penampang melintang pada pengukuran mikrotremor titik 33 yang berada di Jalan Andi Malobasang, Kelurahan Sungguminasa, Kecamatan Sombaopu dengan titik 35 yang berada di perbatasan Desa Taeng melintasi Sungai Jeneberang, garis melintang tersebut terbagi menjadi 20 titik interpolasi, sehingga mendapatkan kedalaman sedimen maksimum untuk hasil analisis dengan metode perbandingan spektrum amplitudo gelombang natural horisontal terhadap vertikal sebesar 107,05m dan kedalaman sedimen minimum sebesar 92,92m. Pola profil ketebalan sedimennya menipis pada titik pengukuran 35 yang berada di perbatasan Desa Taeng, Kabupaten Gowa.



Gambar 4.16. Penampang Melintang 10 Sungai Jeneberang

k. Penampang Melintang 11

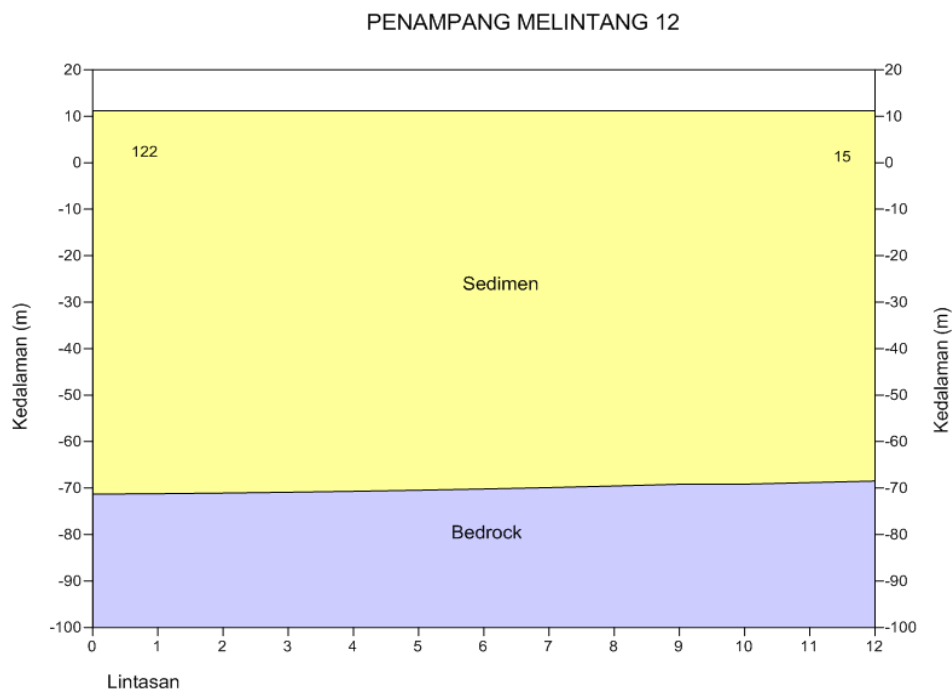
Memotong Sungai Jeneberang dengan menarik garis lintasan sepanjang 3,64km. Penampang melintang pengukuran mikrotremor titik 88 yang berada di Desa Lambengi, Kecamatan Pallangga dengan titik 123 yang berada di belakang Kantor Polres Kabupaten Gowa melintasi Sungai Jeneberang. Garis melintang tersebut terbagi menjadi 38 titik interpolasi, sehingga mendapatkan kedalaman sedimen maksimum untuk hasil analisis metode perbandingan spektrum amplitudo gelombang natural horisontal terhadap vertikal sebesar 66,11m dan kedalaman sedimen minimum sebesar 53,37m. Pola profil ketebalan sedimennya menipis di Desa Lambengi, Kecamatan Pallangga.



Gambar 4.17. Penampang Melintang 11 Sungai Jeneberang

I. Penampang Melintang 12

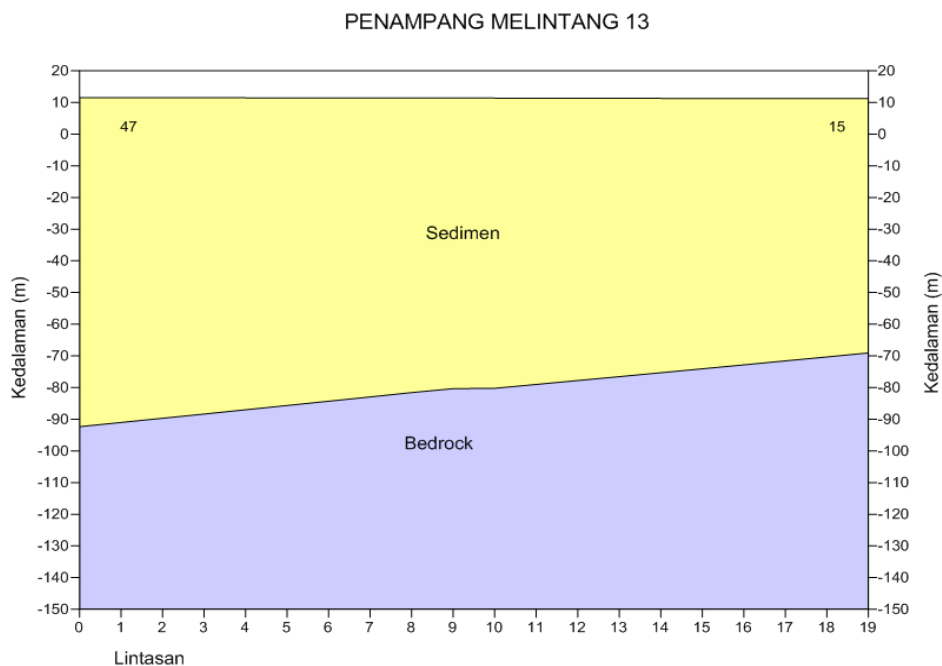
Memotong Sungai Jeneberang dengan menarik garis lintasan sepanjang 0,26km. Penampang melintang pada pengukuran mikrotremor titik 15 yang berada di pinggir utara Jembatan Sungguminasa, Sungai Jeneberang, Kabupaten Gowa dengan titik 122 yang berada di pinggir Sungai Jeneberang sebelah selatan Jembatan Sungguminasa, Kabupaten Gowa melintasi Sungai Jeneberang. Garis melintang tersebut terbagi menjadi 13 titik interpolasi, sehingga mendapatkan kedalaman sedimen maksimum hasil analisis metode perbandingan spektrum amplitudo gelombang natural horisontal terhadap vertikal sebesar 71,32m dan kedalaman sedimen minimum sebesar 68,83m. Pola profil ketebalan sedimennya sama dengan topografi permukaan lintasan pengukuran.



Gambar 4.18. Penampang Melintang 12 Sungai Jeneberang

m. Penampang Melintang 13

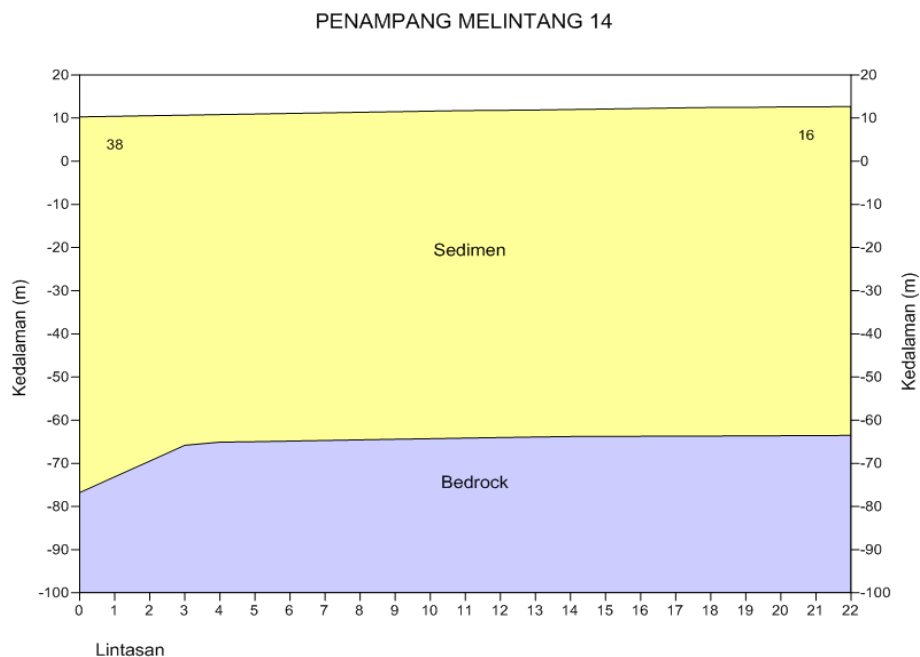
Memotong Sungai Jeneberang dengan menarik garis lintasan sepanjang 3,25km. Penampang melintang pengukuran mikrotremor titik 15 yang berada di sebelah selatan Jembatan Sungguminasa, Sungai Jeneberang, Kabupaten Gowa dengan titik 47 yang berada di instalasi penjernihan air minum Kecamatan Sombaopu melintasi Sungai Jeneberang. Garis melintang tersebut terbagi menjadi 20 titik interpolasi, sehingga mendapatkan kedalaman sedimen maksimum hasil analisis metode perbandingan spektrum amplitudo gelombang natural horisontal terhadap vertikal sebesar 92,35m dan kedalaman sedimen minimum sebesar 69,08m. Pola profil ketebalan sedimennya menipis pada titik pengukuran 15 sebelah selatan Jembatan Sungguminasa, Sungai Jeneberang, Kabupaten Gowa.



Gambar 4.19. Penampang Melintang 13 Sungai Jeneberang

n. Penampang Melintang 14

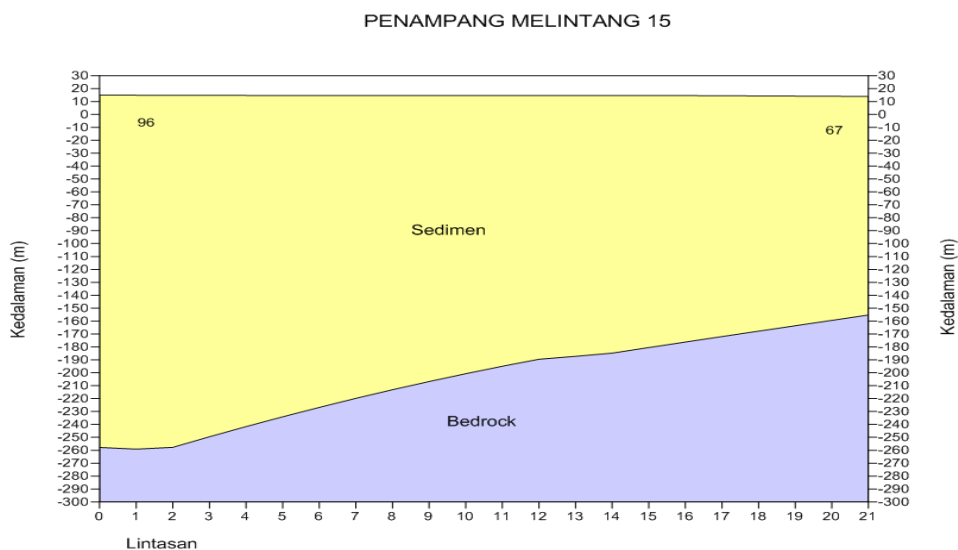
Memotong Sungai Jeneberang dengan menarik garis lintasan sepanjang 0,40km. Penampang melintang pada pengukuran mikrotremor titik 16 yang berada pada Kelurahan Pangkabinangan, Kecamatan Pallangga, Kabupaten Gowa. dengan titik 38 di daerah Jalan Inspeksi Kanal, Kelurahan Tompobalang, Kecamatan Sombaopu yang melintasi Sungai Jeneberang. Garis melintang tersebut terbagi menjadi 23 titik interpolasi, sehingga mendapatkan kedalaman sedimen maksimum hasil analisis metode perbandingan spektrum amplitudo gelombang natural horisontal terhadap vertikal sebesar 76,79m dan kedalaman sedimen minimum sebesar 63,60m. Pola profil sedimennya menebal di daerah Jalan Inspeksi Kanal, Kelurahan Tompobalang, Kecamatan Sombaopu.



Gambar 4.20. Penampang Melintang 14 Sungai Jeneberang

o. Penampang Melintang 15

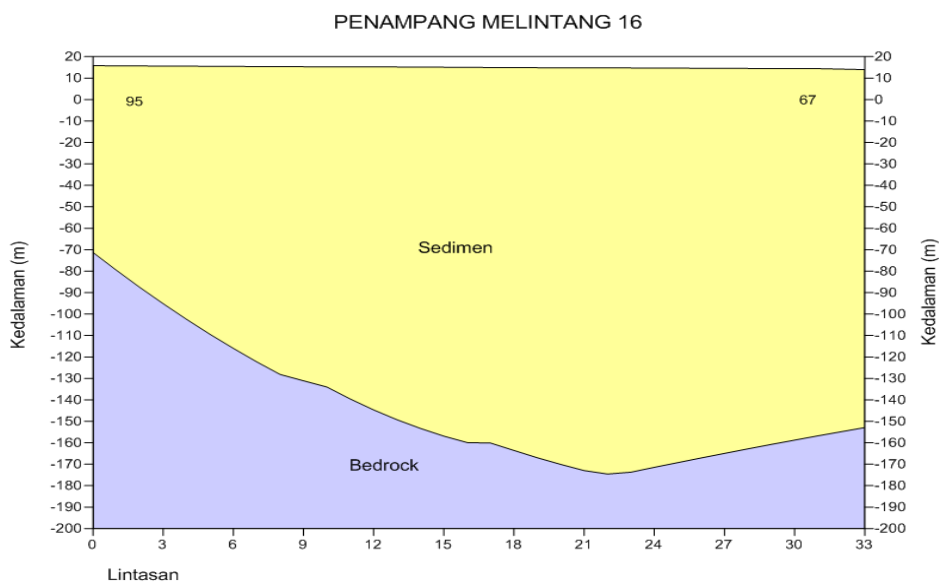
Memotong Sungai Jeneberang dengan menarik garis lintasan sepanjang 0,41km. Penampang melintang pada pengukuran mikrotremor titik 67 yang berada di kompleks Perumahan Pallangga, Kelurahan Pangkabinangan, Kecamatan Palangga, Kabupaten Gowa dengan titik 96 yang berada pada di kompleks Perumahan Bukit Tamarunang, Jalan Inspeksi Kanal, Kecamatan Sombaopu, Kabupaten Gowa melintasi Sungai Jeneberang. Garis melintang tersebut terbagi menjadi 21 titik interpolasi sehingga mendapatkan kedalaman sedimen maksimum hasil analisis metode perbandingan spektrum amplitudo gelombang natural horisontal terhadap vertikal sebesar 259,09m dan kedalaman sedimen minimum sebesar 155,33m. Pola profil ketebalan sedimennya menipis pada titik pengukuran 67 yang berada di kompleks perumahan Pallangga, Kabupaten Gowa.



Gambar 4.21. Penampang Melintang 15 Sungai Jeneberang

p. Penampang Melintang 16

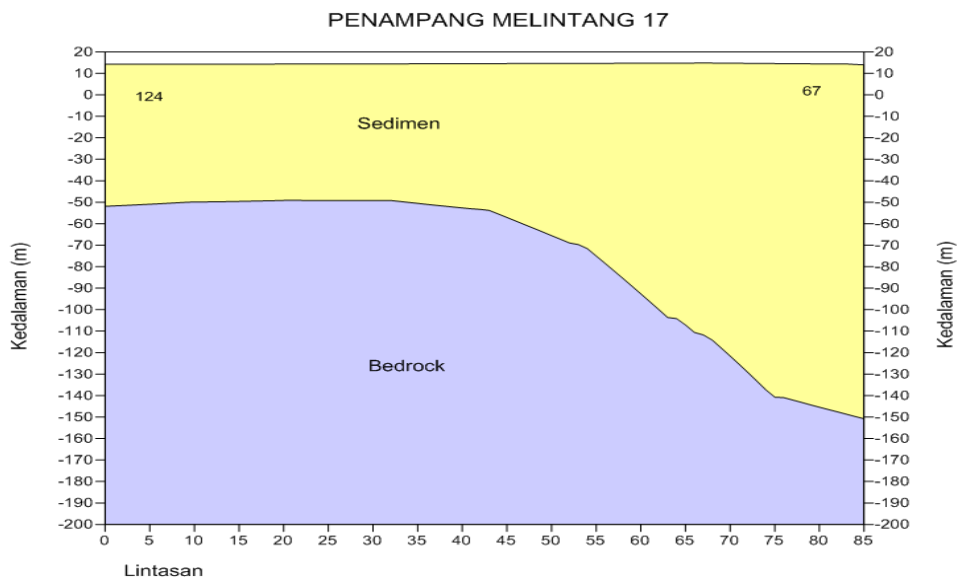
Memotong Sungai Jeneberang dengan menarik garis lintasan sepanjang 0,63km. Penampang melintang pada pengukuran mikrotremor titik 67 yang berada di kompleks Perumahan Palangga, Kelurahan Pangkabinangan, Kecamatan Palangga, Kabupaten Gowa dengan titik 95 yang berada pada di kompleks Perumahan Nusa Tamarunang, Kecamatan Sombaopu, Kabupaten Gowa melintasi Sungai Jeneberang. Garis melintang tersebut terbagi menjadi 34 titik interpolasi, sehingga mendapatkan kedalaman sedimen maksimum hasil analisis metode perbandingan spektrum amplitudo gelombang natural horisontal terhadap vertikal sebesar 174,59m dan kedalaman sedimen minimum sebesar 71,30m. Pola profil ketebalan sedimennya menipis pada titik pengukuran 95 yang berada di kompleks Perumahan Nusa Tamarunang, Kabupaten Gowa.



Gambar 4.22. Penampang Melintang 16 Sungai Jeneberang

q. Penampang Melintang 17

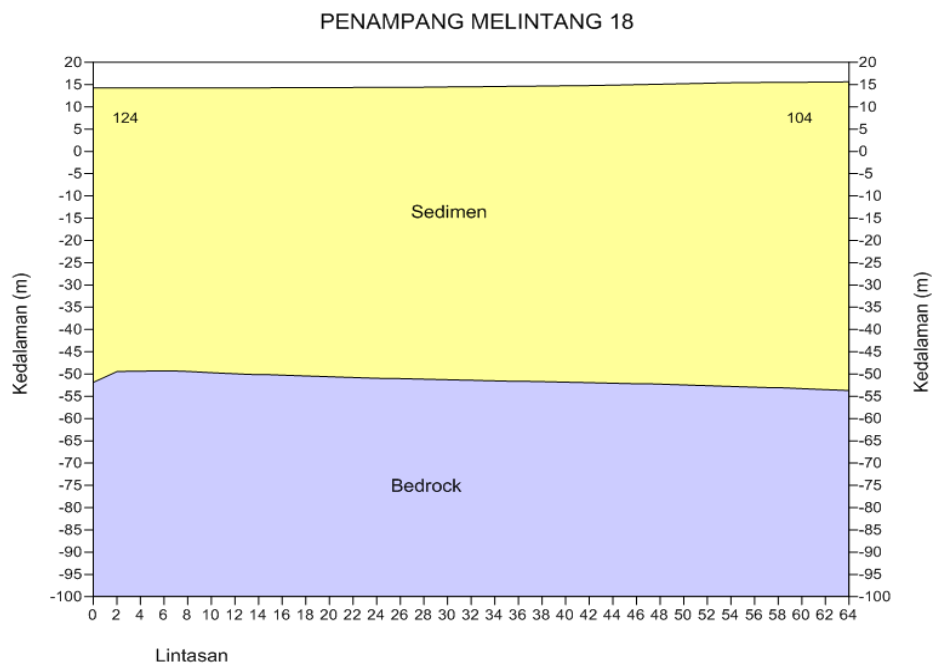
Memotong Sungai Jeneberang dengan menarik garis lintasan sepanjang 1,57km. Penampang melintang pada pengukuran mikrotremor titik 67 yang berada di kompleks perumahan Pallangga, Kelurahan Pangkabinangan, Kecamatan Pallangga, Kabupaten Gowa dengan titik 124 yang berada di Desa Bontoba'do, Kelurahan Bontoramba, Kecamatan Sombaopu, Kabupaten Gowa melintasi Sungai Jeneberang. Garis melintang tersebut terbagi menjadi 86 titik interpolasi, sehingga mendapatkan kedalaman sedimen maksimum hasil analisis metode perbandingan spektrum amplitudo gelombang natural horisontal terhadap vertikal sebesar 149,75m dan ketebalan sedimen minimum sebesar 49,13m. Pola profil ketebalan sedimennya menipis pada daerah pengukuran titik 124 yang berada di Desa Bontoba'do, Kecamatan Sombaopu, Kabupaten Gowa.



Gambar 4.23. Penampang Melintang 17 Sungai Jeneberang

r. Penampang Melintang 18

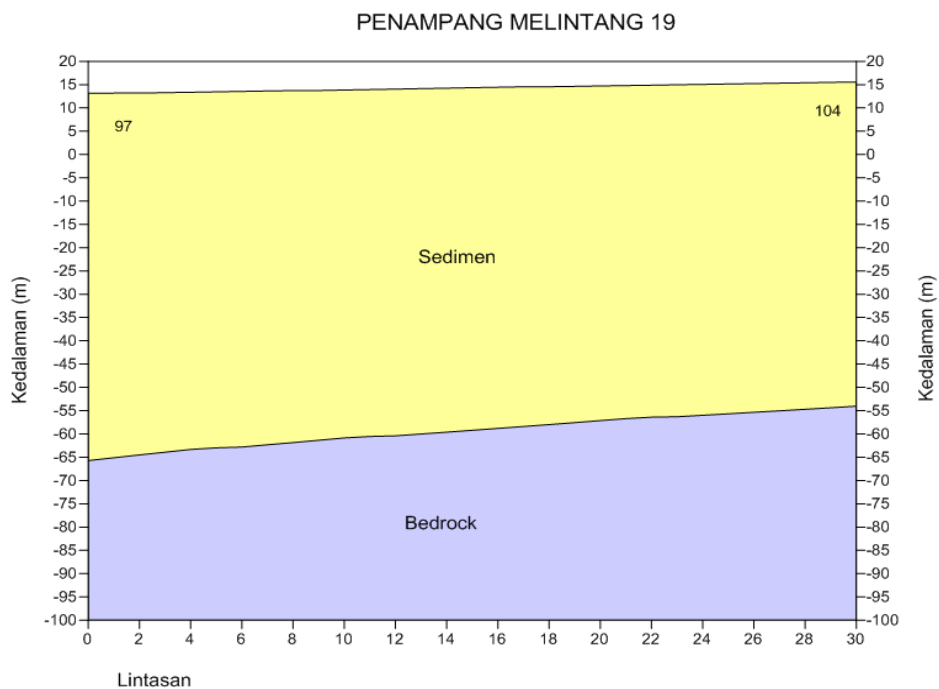
Memotong Sungai Jeneberang dengan menarik garis lintasan sepanjang 1,18km untuk penampang melintang pada pengukuran mikrotremor titik 104 yang berada di Desa Biringkaloro, Kecamatan Pallangga, Kabupaten Gowa dengan titik 124 yang berada di Desa Bontoba'do, Kecamatan Sombaopu, Kabupaten Gowa melintasi Sungai Jeneberang. Garis melintang tersebut terbagi menjadi 65 titik interpolasi, sehingga mendapatkan kedalaman sedimen maksimum hasil analisis metode perbandingan spektrum amplitudo gelombang natural horisontal terhadap vertikal sebesar 53,38m dan kedalaman sedimen minimum sebesar 49,32m. Pola profil ketebalan sedimennya menipis di Desa Bontoba'do, Kabupaten Gowa.



Gambar 4.24. Penampang Melintang 18 Sungai Jeneberang

s. Penampang Melintang 19

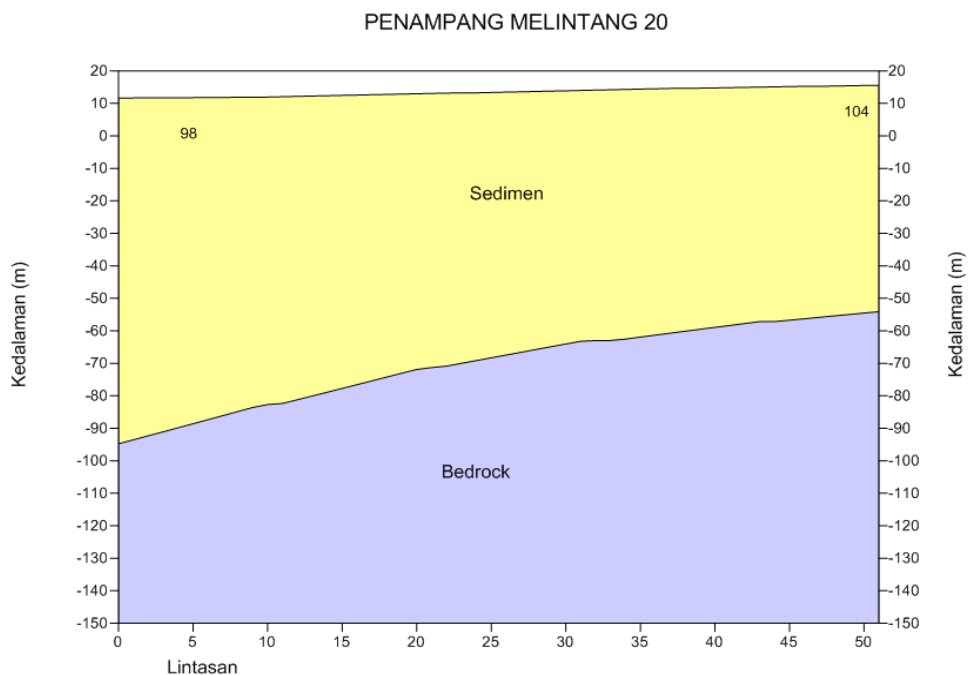
Memotong Sungai Jeneberang dengan menarik garis lintasan sepanjang 0,58km. Penampang melintang pada pengukuran mikrotremor titik 104 yang berada di Desa Biringkaloro, Kecamatan Pallangga, Kabupaten Gowa dengan titik 97 yang berada di Desa Bontoramba, Kecamatan Sombaopu, Kabupaten Gowa melintasi Sungai Jeneberang. Garis melintang tersebut terbagi menjadi 31 titik interpolasi, sehingga mendapatkan kedalaman sedimen maksimum hasil analisis metode perbandingan spektrum amplitudo gelombang natural horisontal terhadap vertikal sebesar 65,72m dan kedalaman sedimen minimum sebesar 54,04m. Pola profil ketebalan sedimennya sejajar dengan topografi lintasan pengukuran.



Gambar 4.25. Penampang Melintang 19 Sungai Jeneberang

t. Penampang Melintang 20

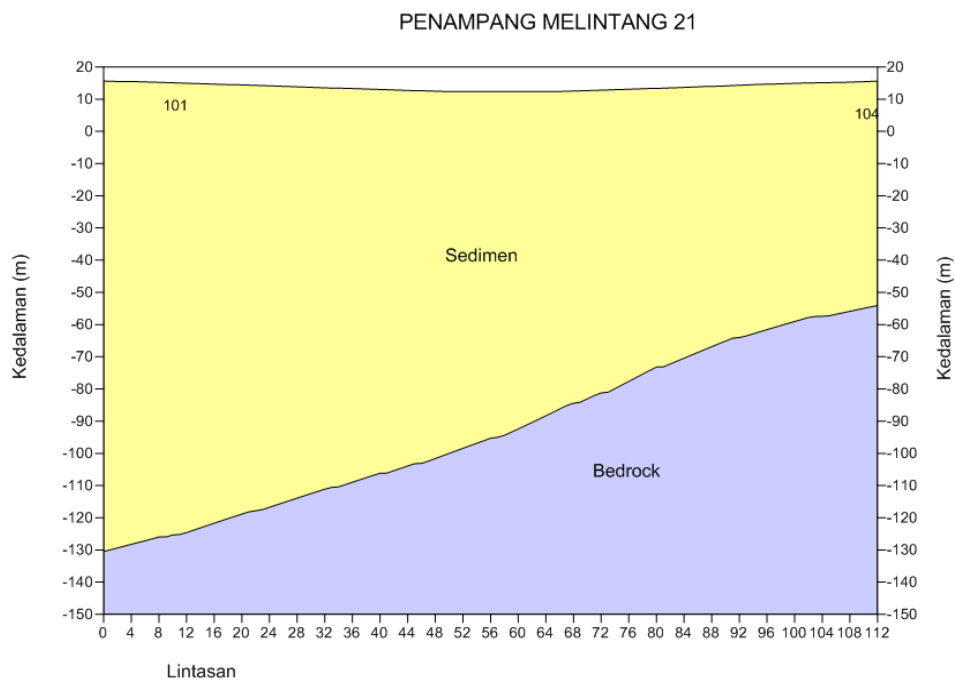
Memotong Sungai Jeneberang dengan menarik garis lintasan sepanjang 0,95km. Penampang melintang pada pengukuran mikrotremor titik 104 yang berada di Desa Biringkaloro, Kecamatan Pallangga, Kabupaten Gowa dengan titik 98 yang berada di Desa Bontoramba, Kecamatan Sombaopu, Kabupaten Gowa melintasi Sungai Jeneberang. Garis melintang tersebut terbagi menjadi 52 titik interpolasi, sehingga mendapatkan kedalaman sedimen maksimum hasil analisis metode perbandingan spektrum amplitudo gelombang natural horisontal terhadap vertikal sebesar 94,77m dan kedalaman sedimen minimum sebesar 54,12m. Pola profil ketebalan sedimennya menipis pada daerah pengukuran 104 yang berada di Desa Biringkaloro, Kabupaten Gowa.



Gambar 4.26. Penampang Melintang 20 Sungai Jeneberang

u. Penampang Melintang 21

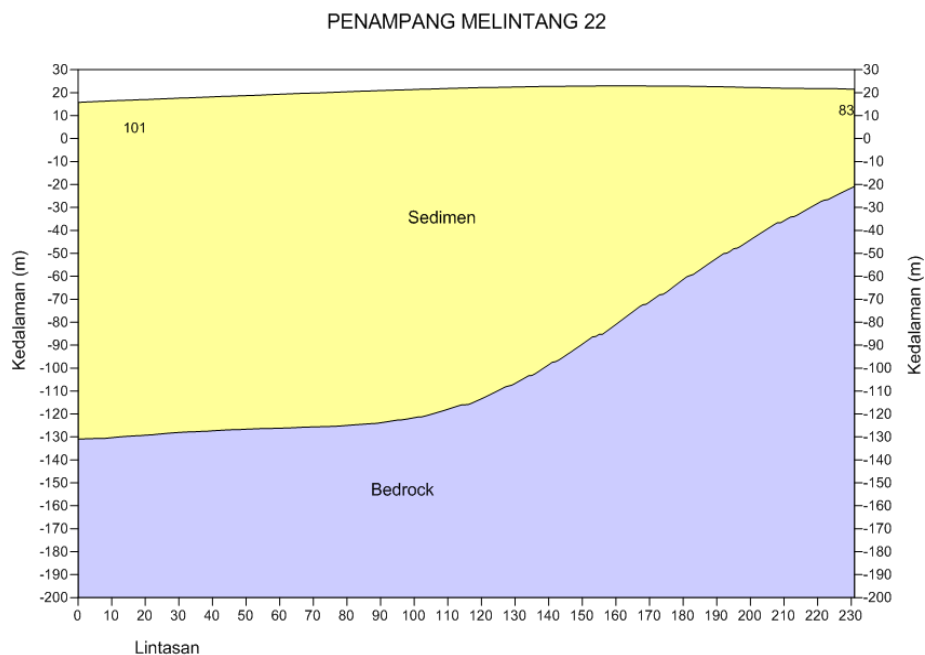
Memotong Sungai Jeneberang dengan menarik garis lintasan sepanjang 2,01km. Penampang melintang pengukuran mikrotremor titik 104 yang berada di Desa Biringkaloro, Kecamatan Pallangga, Kabupaten Gowa dengan titik 101 yang berada di Desa Pattiro, Kecamatan Bontomaranu, Kabupaten Gowa melintasi Sungai Jeneberang. Garis melintang tersebut terbagi menjadi 113 titik interpolasi, sehingga mendapatkan kedalaman sedimen maksimum hasil analisis metode perbandingan spektrum amplitudo gelombang natural horisontal terhadap vertikal sebesar 128,82m dan kedalaman sedimen minimum sebesar 54,08m. Pola profil ketebalan sedimennya semakin menipis pada daerah pengukuran titik 104 di Desa Biringkaloro, Kecamatan Pallangga.



Gambar 4.27. Penampang Melintang 21 Sungai Jeneberang

v. Penampang Melintang 22

Memotong Sungai Jeneberang dengan menarik garis lintasan sepanjang 4,09km. Penampang melintang pada pengukuran mikrotremor titik 83 yang berada di Desa Borongrappo, Kecamatan Bontomaranu, Kabupaten Gowa. dengan titik 101 yang berada di Desa Pattiro, Kecamatan Bontomaranu, Kabupaten Gowa melintasi Sungai Jeneberang. Garis melintang tersebut terbagi menjadi 232 titik interpolasi, sehingga mendapatkan kedalaman sedimen maksimum hasil analisis metode perbandingan spektrum amplitudo gelombang natural horisontal terhadap vertikal sebesar 130,97m dan kedalaman sedimen minimum sebesar 20,80m. Pola sedimen menipis pada titik 83 yang berada di Desa Borongrappo, Kabupaten Gowa.



Gambar 4.28. Penampang Melintang 22 Sungai Jeneberang

Berdasarkan hasil analisis ke 22 penampang melintang Sungai Jeneberang dapat dijelaskan bahwa pada penampang melintang lintasan 15 yang merupakan interpolasi pengukuran pada titik 96 dan 67 yang berlokasi di Kelurahan Pangkabinangan, Kabupaten Gowa dan Jalan Inspeksi Kanal, Kecamatan Sombaopu, Kabupaten Gowa. Nilai ketebalan sedimen berkisar (211m - 307,24m) dengan indeks kerentanan seismik berkisar (3,04 - 4,89), sedangkan analisis penampang melintang lintasan 22 hasil interpolasi pengukuran titik 83 dan 101 yang berlokasi di Desa Borongrappo dan Desa Pattiro, Kabupaten Gowa, ketebalan sedimennya berkisar (148,38m - 291,72m) dengan indeks kerentanan seismik berkisar (5,22 - 12,50) ditunjukkan pada tabel 4.1.

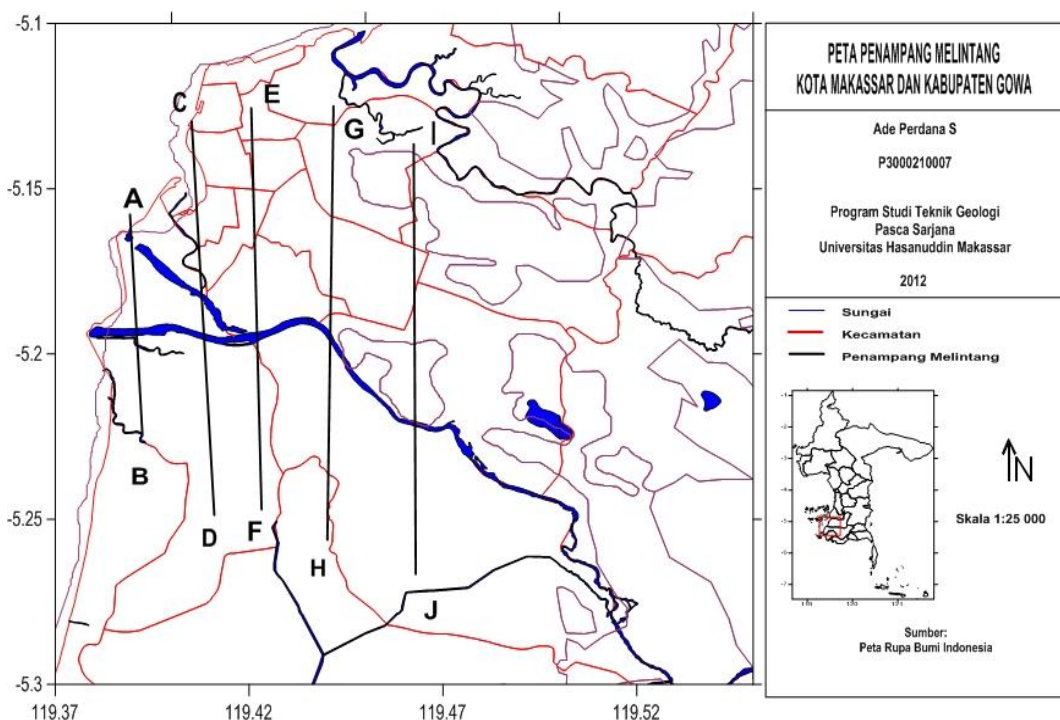
Tabel 4.1. Ketebalan Sedimen dan Indeks Kerentanan Seismik

STA	foH	AoH	foN	AoN	foE	AoE	fo HVSr	Ag	$m=Vs/4fo(HVSr)$	$Kg=A^2/fo$
67	0.6293	954.9920	0.5892	1445.5400	0.4158	1176.5500	6.4447	5.6151	211.0090046	4.8923
83	0.8234	692.3120	1.5223	746.5960	1.6843	795.5380	8.9102	6.8199	291.7299989	5.2200
96	0.9024	1493.6000	0.4540	1915.7000	0.5697	3352.2800	9.3840	5.3425	307.2428149	3.0416
101	6.7439	5102.9700	4.8779	11830.8000	4.9684	11313.1000	4.5320	7.5295	148.3844405	12.5096

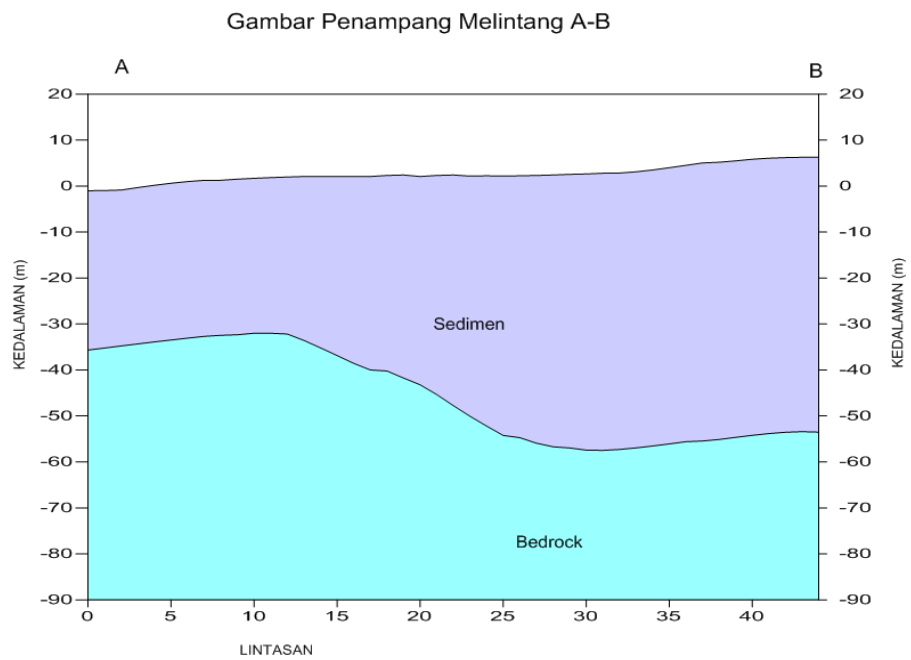
2. Ketebalan Sedimen Utara-Selatan

Secara umum sedimentasi Kota Makassar dan Kabupaten Gowa ditemui beberapa cekungan. Material sedimentasi pada daerah selatan merupakan rombakan batuan lepas pegunungan bagian selatan Pulau Sulawesi (Gunungapi Bawakaraeng, Gunungapi Batturappe-Cindako)

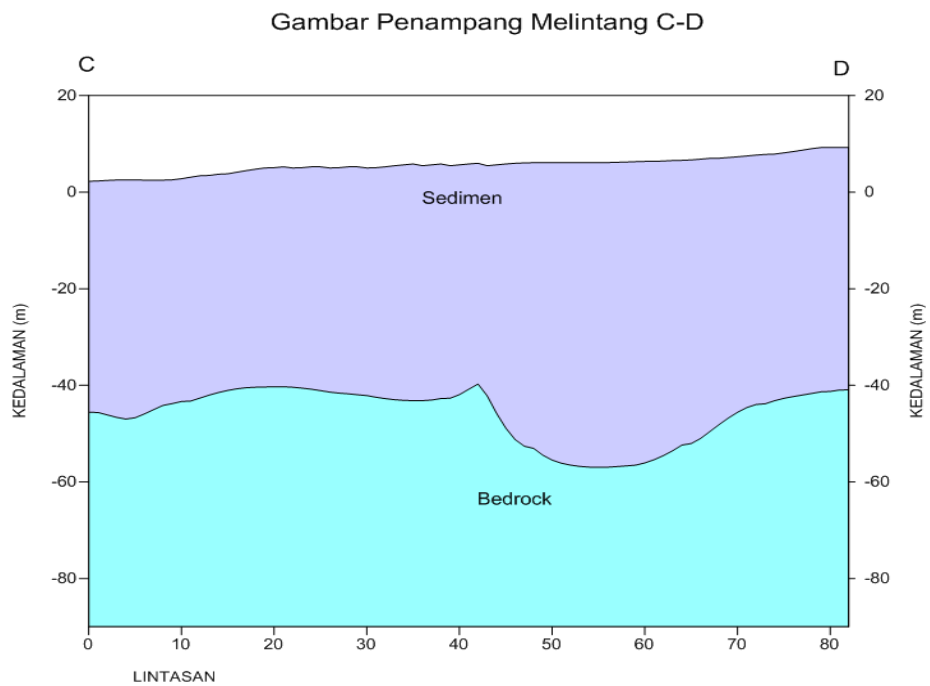
dengan material berupa lava, breksi, sedikit sisipan tufa dan konglomerat bersifat basa, sedangkan dari arah selatan material sedimentasi berupa sedimentasi percampuran dari aluvial terdiri dari kerikil, pasir, lanau, lumpur dan pasir koral dalam bentuk endapan pantai, rawa dan sungai. Sedimentasi di bagian selatan Selat Makassar yang menutup tidak selaras batuan di bawahnya. Cekungan pada penampang melintang berada di antara lokasi pengukuran daerah Jalan Rapokaling, Kota Makassar dan daerah Bontocinde, Kabupaten Gowa (G-H) dan lokasi pengukuran di Markas Kodam, Kota Makassar dan Desa Juluwori, Kabupaten Gowa (I-J). Beberapa cekungan tersebut merupakan indikasi sungai purba.



Gambar 4.29 Garis Penampang Melintang pada Kota Makassar dan Kabupaten Gowa (Utara-Selatan)

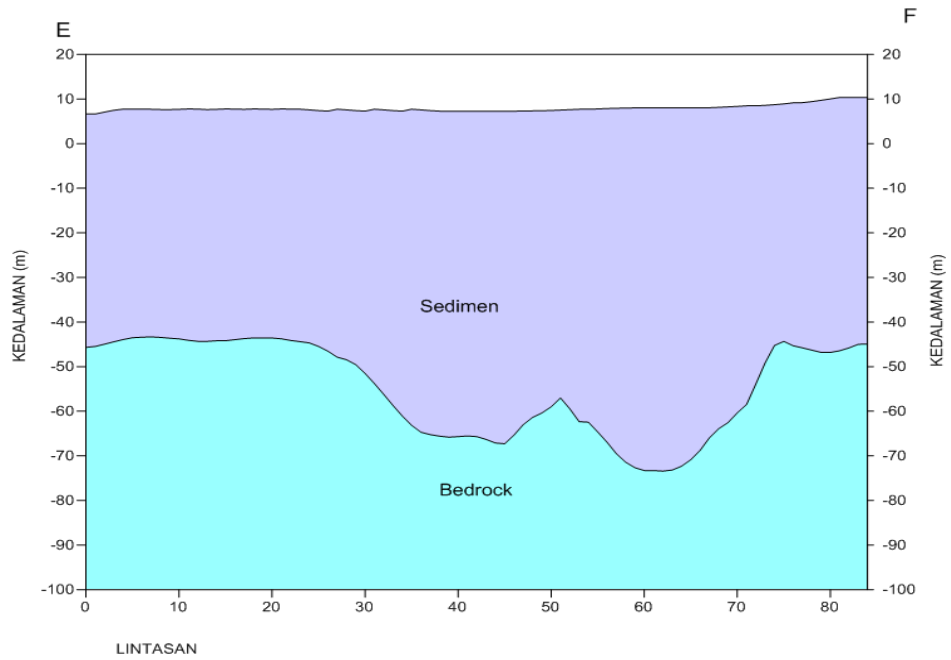


Gambar 4.30 Penampang Melintang Lintasan Lokasi Trans Studio Makassar dan Kecamatan Barombong (A-B)



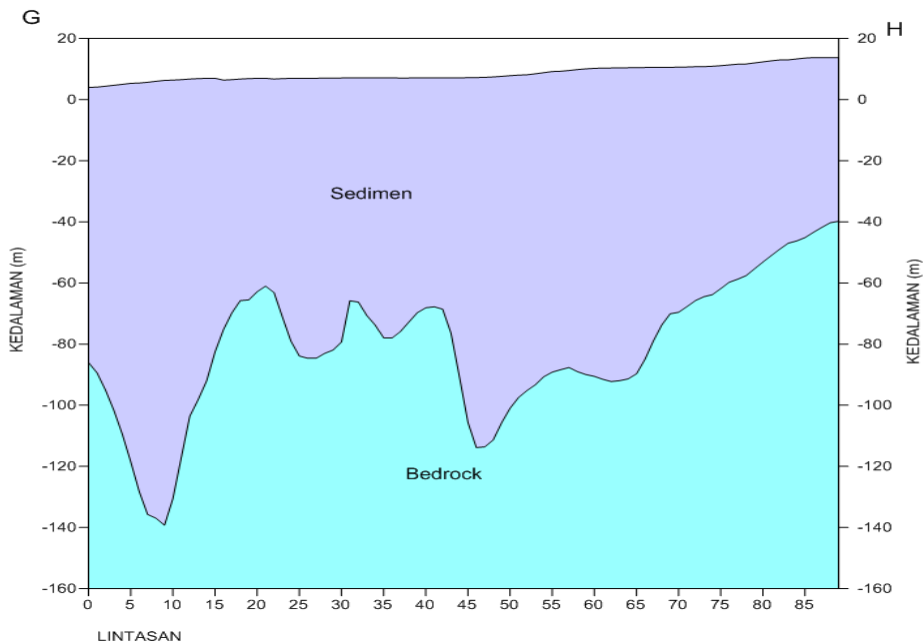
Gambar 4.31 Penampang Melintang Lintasan Lokasi Pelabuhan Makassar dan Daerah Galesong, Kabupaten Gowa (C-D)

Gambar Penampang Melintang E-F

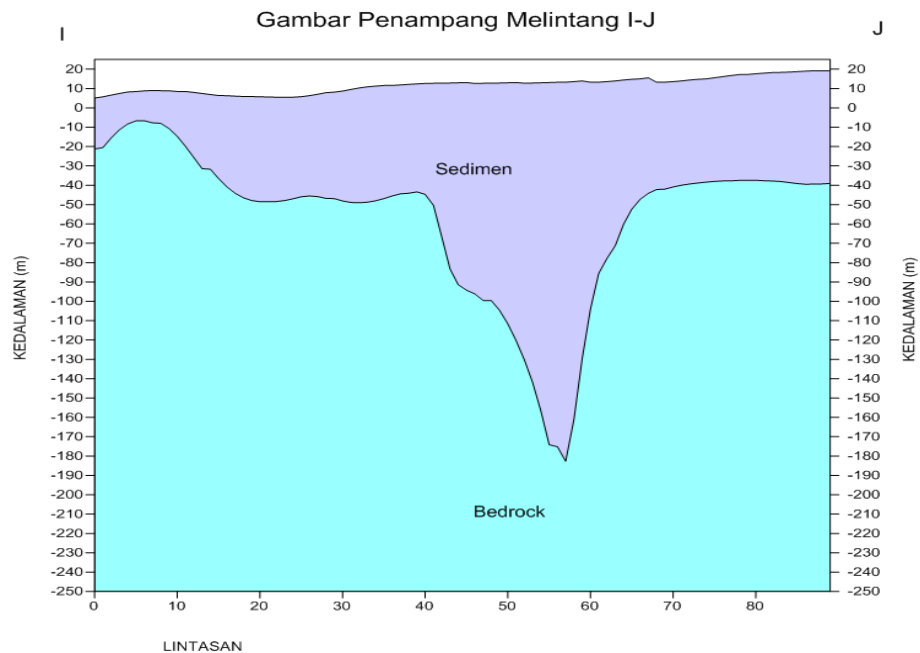


Gambar 4.32 Penampang Melintang Lintasan Lokasi Jalan Bandang Makassar dan Daerah Kalukuang, Kabupaten Gowa (E-F)

Gambar Penampang Melintang G-H



Gambar 4.33 Penampang Melintang Lintasan Lokasi Jalan Rapokaling, Makassar dan Daerah Bontocinde, Kabupaten Gowa (G-H)

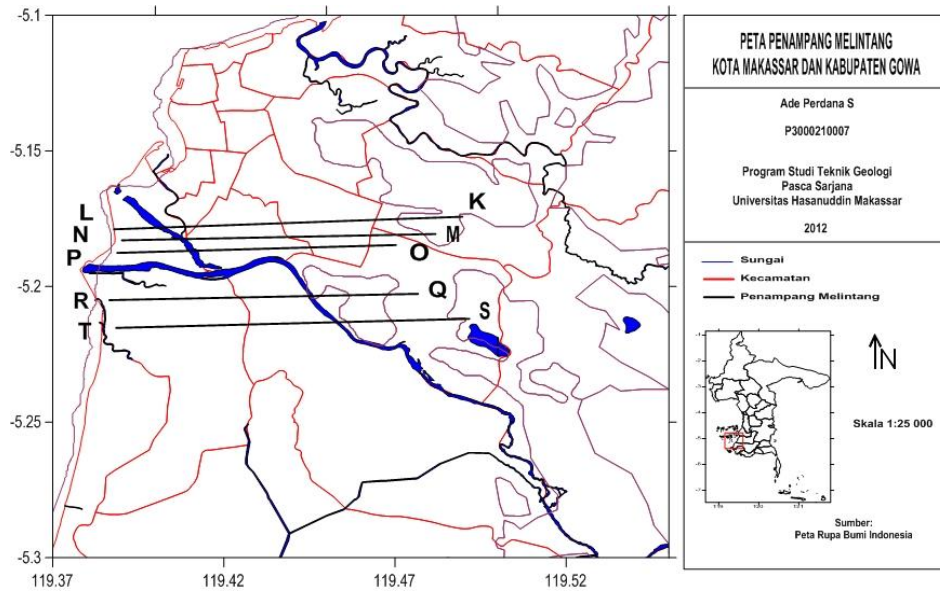


Gambar 4.34 Penampang Melintang Lintasan Lokasi Makodam Makassar dan Desa Juluwori, Kabupaten Gowa (I-J)

3. Ketebalan Sedimen Timur-Barat

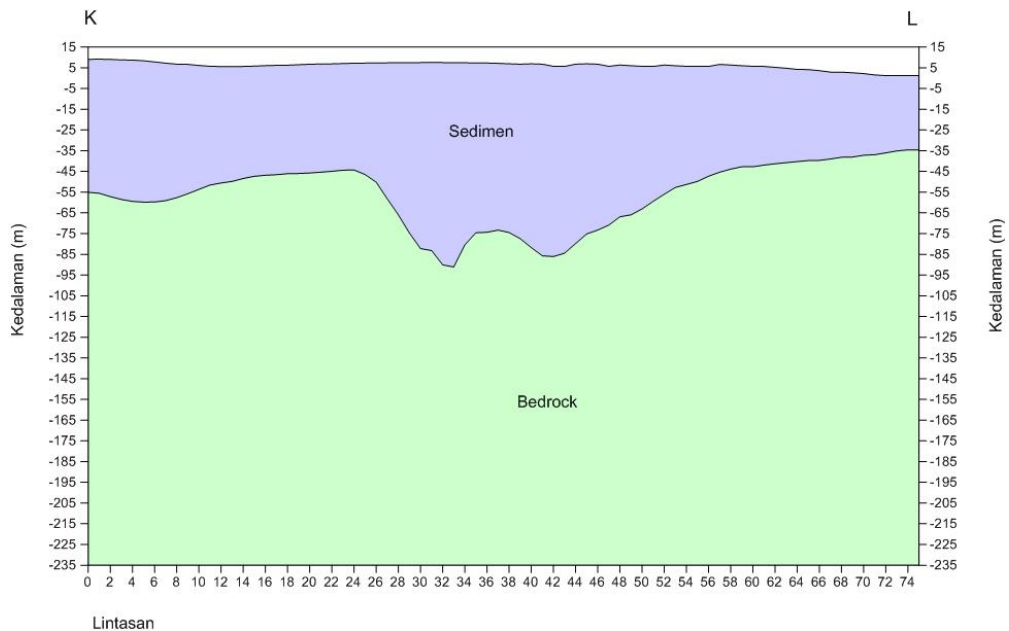
Penampang melintang berarah timur–barat, di antaranya 3 penampang melintang berada di bagian utara aliran Sungai Jeneberang dan 2 penampang melintang berada di selatan aliran Sungai Jeneberang. Secara umum ketebalan sedimen Kota Makassar, Kabupaten Gowa dan Pantai Makassar yang berada di bagian barat Sulawesi Selatan akibat proses abrasi dan proses pengendapan di darat. Bentuk topografinya relatif landai. Hal ini dipengaruhi oleh material sedimen yang asalnya dari darat sebagai hasil transportasi Sungai Jeneberang, kemudian diendapkan di daerah muara dan sekitarnya. Hasil analisis berdasarkan pengukuran mikrotremor ketebalan sedimennya sedikit menipis ke arah muara dan barat secara keseluruhan. Dari hasil kelima penampang di atas

terdapat beberapa cekungan yang diperkirakan sebagai batas dari pantai purba.

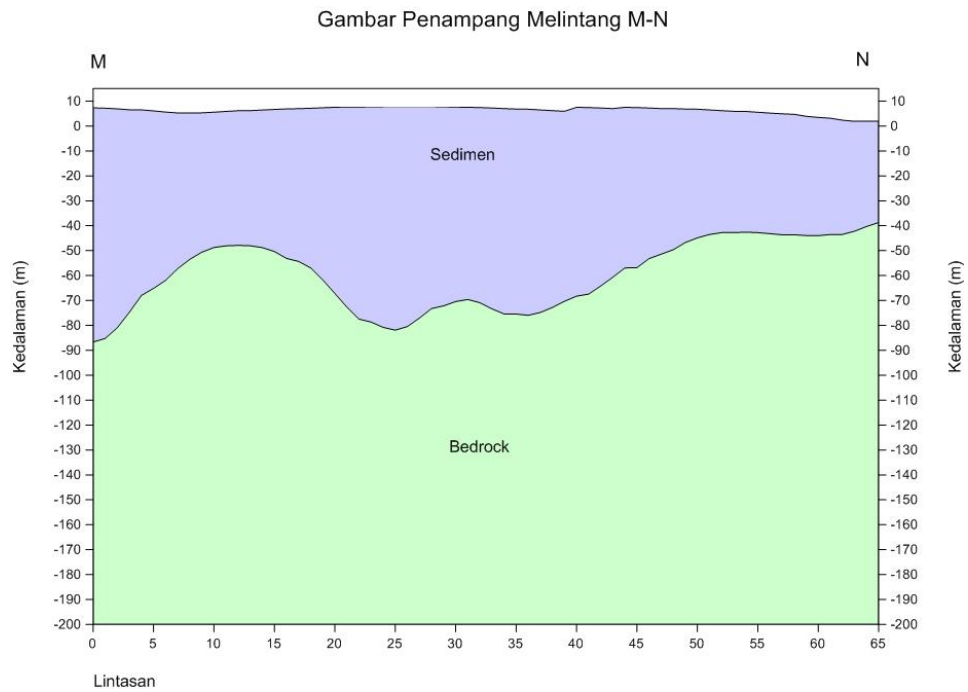


Gambar 4.35 Garis Penampang Melintang pada Kota Makassar dan Kabupaten Gowa (Barat-Timur)

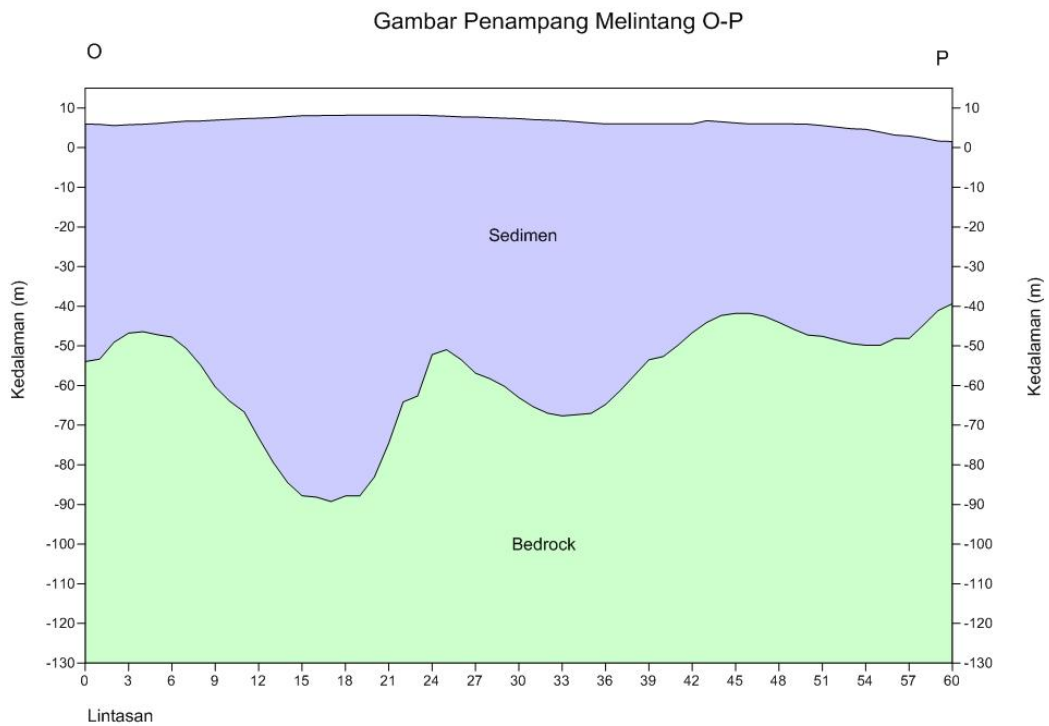
Gambar Penampang Melintang K-L



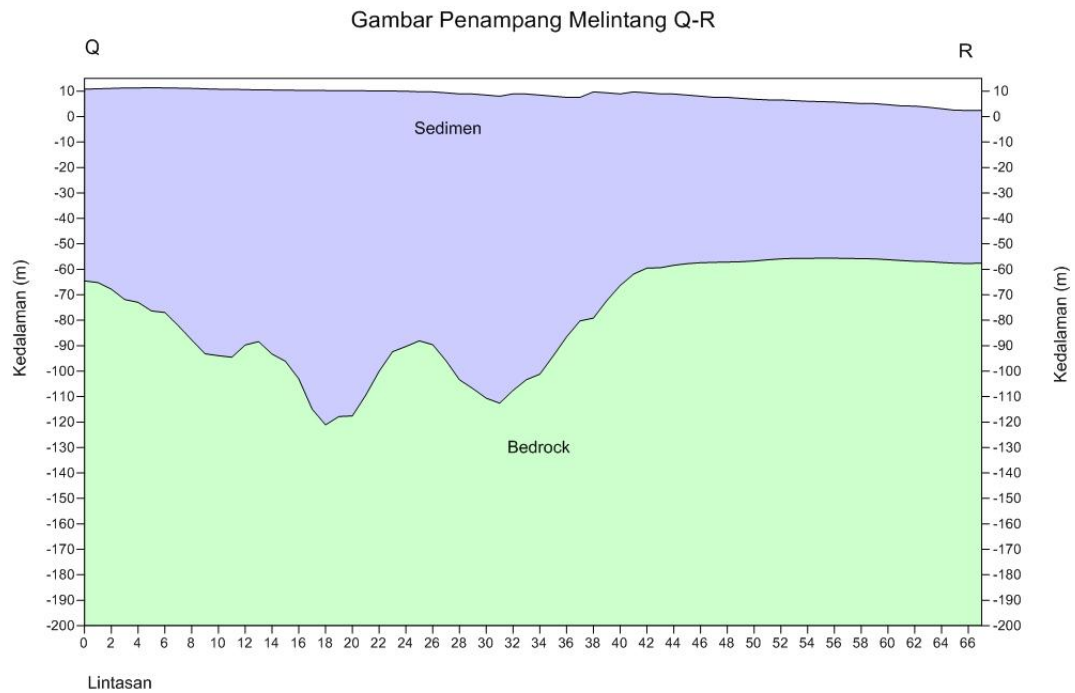
Gambar 4.36 Penampang Melintang Lintasan Lokasi Perumnas Antang dan Pantai Akarena (K-L)



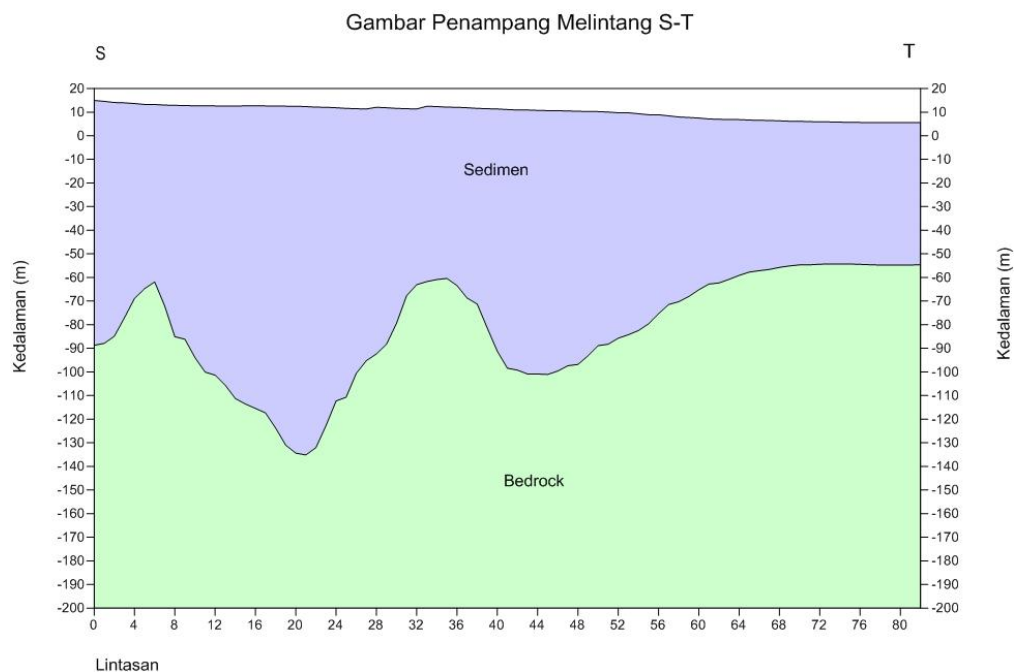
Gambar 4.37 Penampang Melintang Lintasan Lokasi Perum Pesona Prima Griya Antang dan Tanjung Bunga (M-N)



Gambar 4.38 Penampang Melintang Lintasan Lokasi Jalan Aroepala dan Tanjung Bunga (O-P)



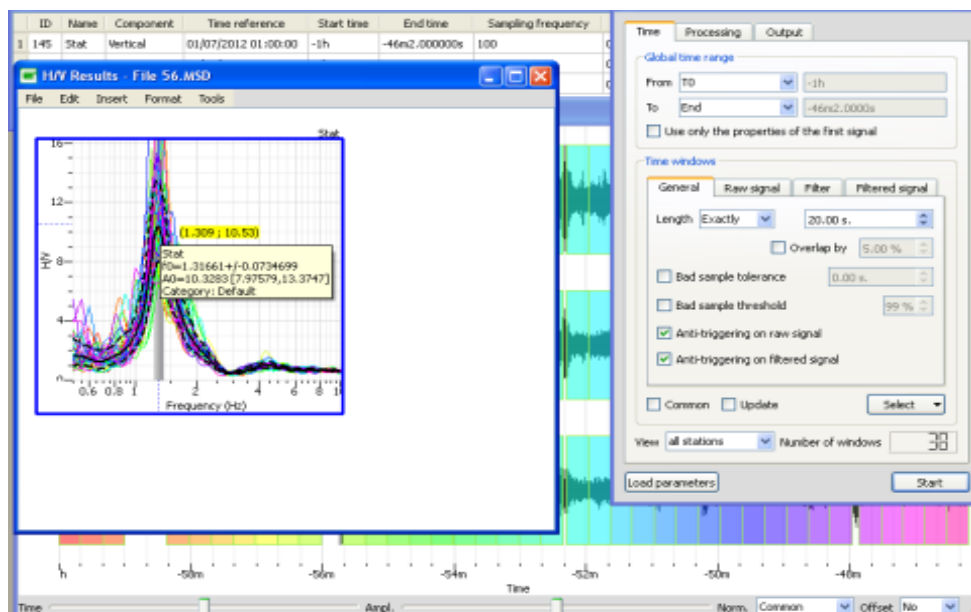
Gambar 4.3 Penampang Melintang Lintasan Lokasi Citra Garden, Kabupaten Gowa dan Daerah Barombong (Q-R)



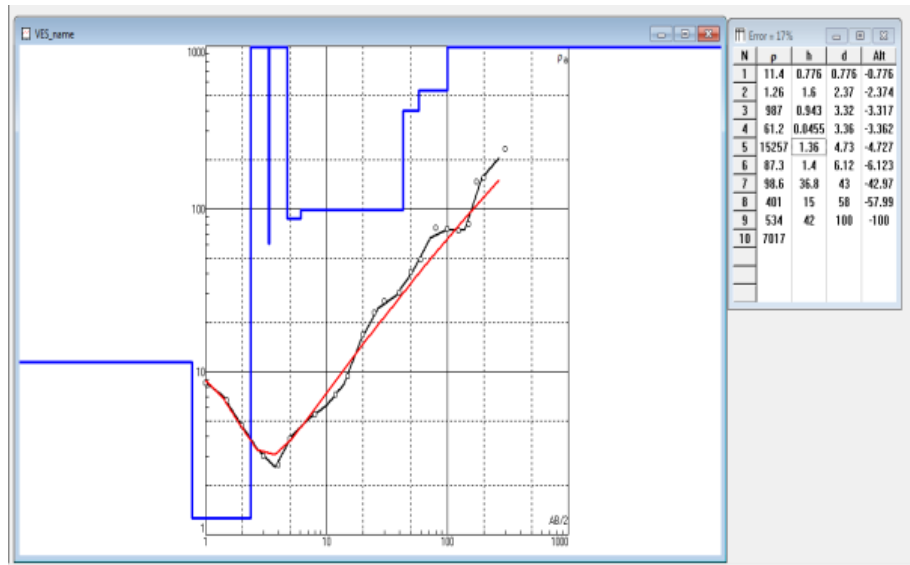
Gambar 4.40 Penampang Melintang Lintasan Lokasi Danau Mawang, Kabupaten Gowa dan Daerah Barombong (S-T)

4. Pengukuran Geolistrik

Selain menganalisis ketebalan sedimen lunak dengan pengukuran mikrotremor dilakukan juga analisis dengan pengukuran geolistrik. Hasil analisis pengukuran geolistrik untuk mendapatkan kedalaman batuan dasar sangat bersesuaian dengan pengukuran mikrotremor pada daerah Tanjung Bayang. Nilai resistivitas lebih besar 100Ωm berada pada kedalaman 43m yang diindikasikan sebagai batas batuan dasar dengan sedimen lunak. Dari pengukuran mikrotremor diperoleh nilai $A_0 = 10,33$ dan $f_0 = 1,32\text{hz}$ sehingga diperoleh kedalaman batuan dasar hasil pengukuran mikrotremor sebesar 43m (gambar 4.41 dan gambar 4.42).

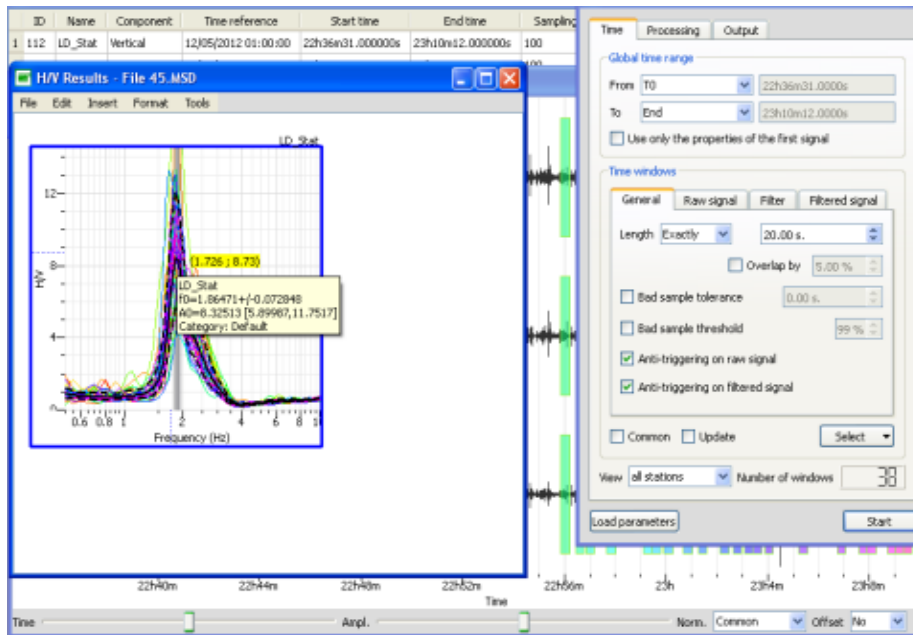


Gambar 4.41 Analisis Ketebalan Sedimen Pengukuran Mikrotremor di Tanjung Bayang, Kota Makassar

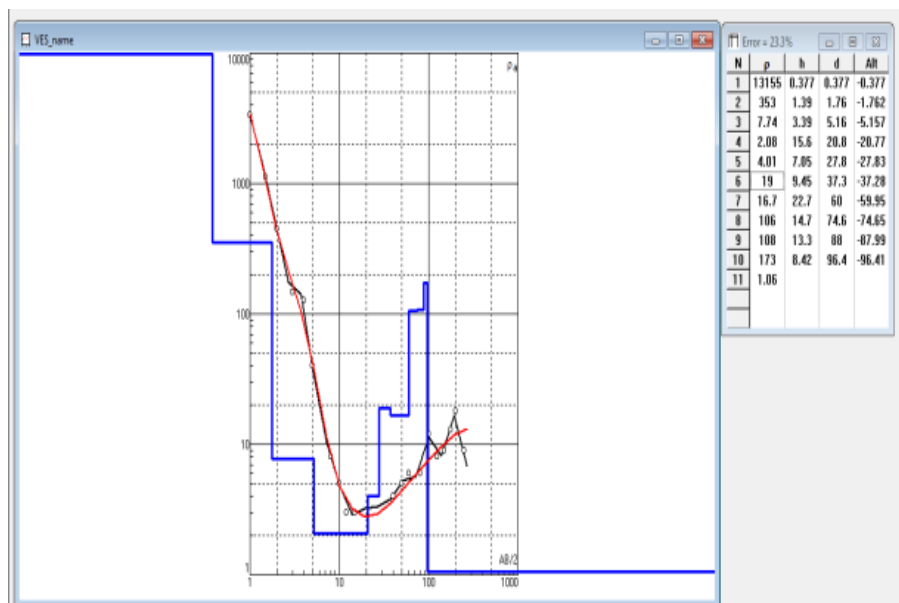


Gambar 4.42 Analisis Kedalaman *Bedrock* Pengukuran Geolistrik di Tanjung Bayang, Kota Makassar

Hasil analisis pengukuran geolistrik untuk mendapatkan kedalaman batuan dasar menghasilkan nilai yang hampir sama dengan pengukuran mikrotremor. Nilai ketebalan sedimen di daerah Jalan Aroepala, Sungguminasa, Kabupaten Gowa hasil pengukuran geolistrik diperoleh nilai resistivitas lebih besar $100\Omega\text{m}$ berada pada kedalaman 60m dan berdasarkan pengukuran mikrotremor diperoleh nilai $A_0 = 8,33$ dan $f_0 = 1,86\text{hz}$, sehingga diperoleh kedalaman batuan dasarnya sebesar 61m (gambar 4.43 dan gambar 4.44).



Gambar 4.43 Analisis Ketebalan Sedimen Pengukuran Mikrotremor di Jalan Aroepala, Kabupaten Gowa

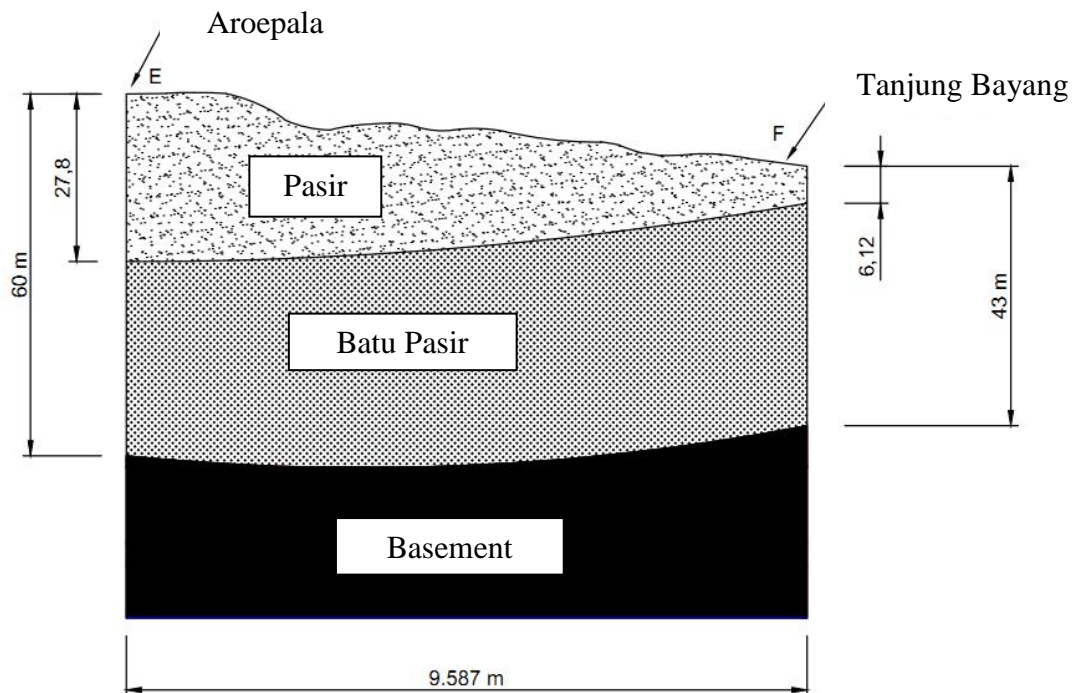


Gambar 4.44 Hasil Analisis Kedalaman *Bedrock* Pengukuran Geolistrik pada di Jalan Aroepala, Kabupaten Gowa

Tabel 4.2 Perbandingan Kedalaman Batuan Dasar Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor dan Geolistrik

METODE \ LOKASI	KEDALAMAN BATUAN DASAR AEROPALA (m)	KEDALAMAN BATUAN DASAR TANJUNG BAYANG (m)
METODE HVSR	61,05	43,1
METODE GEOLISTRIK	60	43

Tabel 4.2 diatas merupakan perbandingan dari hasil analisis pengukuran geolistrik dan pengukuran mikrotremor untuk 2 lokasi yang berbeda, dari kedua lokasi tersebut terdapat kesesuaian hasil analisis nilai ketebalan sedimennya. Hasil pengukuran geolistrik untuk mengetahui nilai kedalaman batuan dasar untuk lokasi pengukuran di daerah Tanjung Bayang sekitar 43m dan untuk pengukuran geolistrik di Jalan Aroepala, Kabupaten Gowa juga terdapat kesesuaian, nilai kedalamannya sekitar 60m. Nilai resistivitas batuan lebih besar $100\Omega\text{m}$ berdasarkan tabel 4.3 resistivitas batuan (Santoso D, 2002) merupakan *bedrock*, sehingga diperoleh gambar penampang melintang kedalaman batuan dasar hasil analisis dengan IP2WIN (gambar 4.45).



Gambar 4.45. Model Penampang Melintang Berdasarkan Pengukuran Geolistrik (Skala tidak Sebenarnya)

Berdasarkan pengukuran geolistrik pada 2 tempat yang berbeda yaitu lokasi pertama berada pada perbatasan Jalan Hertasning dan Jalan Aroepala dan lokasi kedua berada di daerah Tanjung Bayang dekat Jembatan Barombong diilustrasikan berdasarkan nilai resistivitas batuan menurut (tabel 4.3). Dari kedua lokasi tersebut media penghantarnya terbagi menjadi 2 lapisan utama, lapisan pertama merupakan pasir dan lapisan kedua merupakan batuan pasir agak masif. Kedua lapisan tersebut diindikasikan penyebaran material sedimentasinya tidak merata sampai pada daerah Benteng, Jalan Alaudin, daerah Perumahan Todopoli dan sekitarnya. Kedalaman batuan dasar pada daerah Hertasning dan

Jalan Aroepala sekitar 60m dan kedalaman batuan dasar pada daerah Tanjung Bayang berkisar 43m.

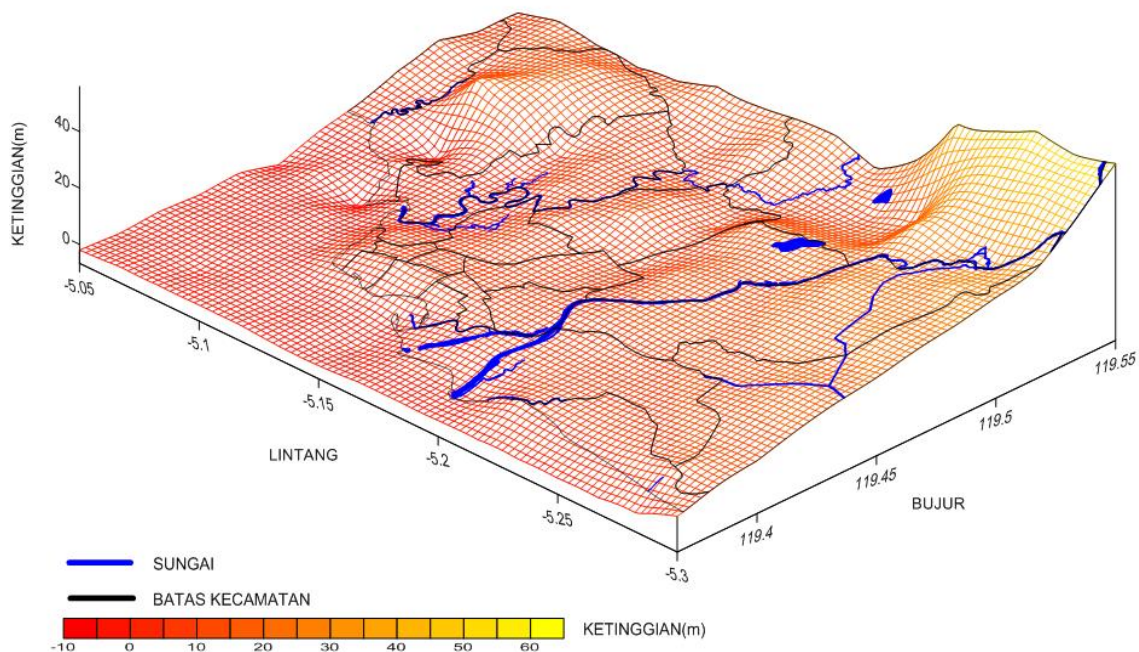
Tabel 4.3 Resistivitas Batuan (Djoko Santoso, 2002)

Bahan	Resistivitas (Ωm)
Udara	~
Pirit	3×10^{-1}
Galana	2×10^{-3}
Kwarsa	4×10^{10} s.d. 2×10^{14}
Kalsit	1×10^{12} s. d. 1×10^{13}
Batuan Garam	30 s. d. 1×10^{13}
Mika	9×10^{12} s. d. 1×10^{14}
Garnit	10^2 s. d. 1×10^6
Gabro	1×10^3 s. d. 1×10^6
Basalt	10 s. d. 1×10^7
Batuan Gamping	50 s. d. 1×10^7
Batuan Pasir	1 s. d. 1×10^8
Batuan Serpih	20 s. d. 1×10^3
Dolomit	10^2 s. d. 10^4
Pasir	1 s. d. 10^3
Lempung	1 s. d. 10^2
Air Tanah	0.5 s. d. 3×10^2
Air Laut	0.2

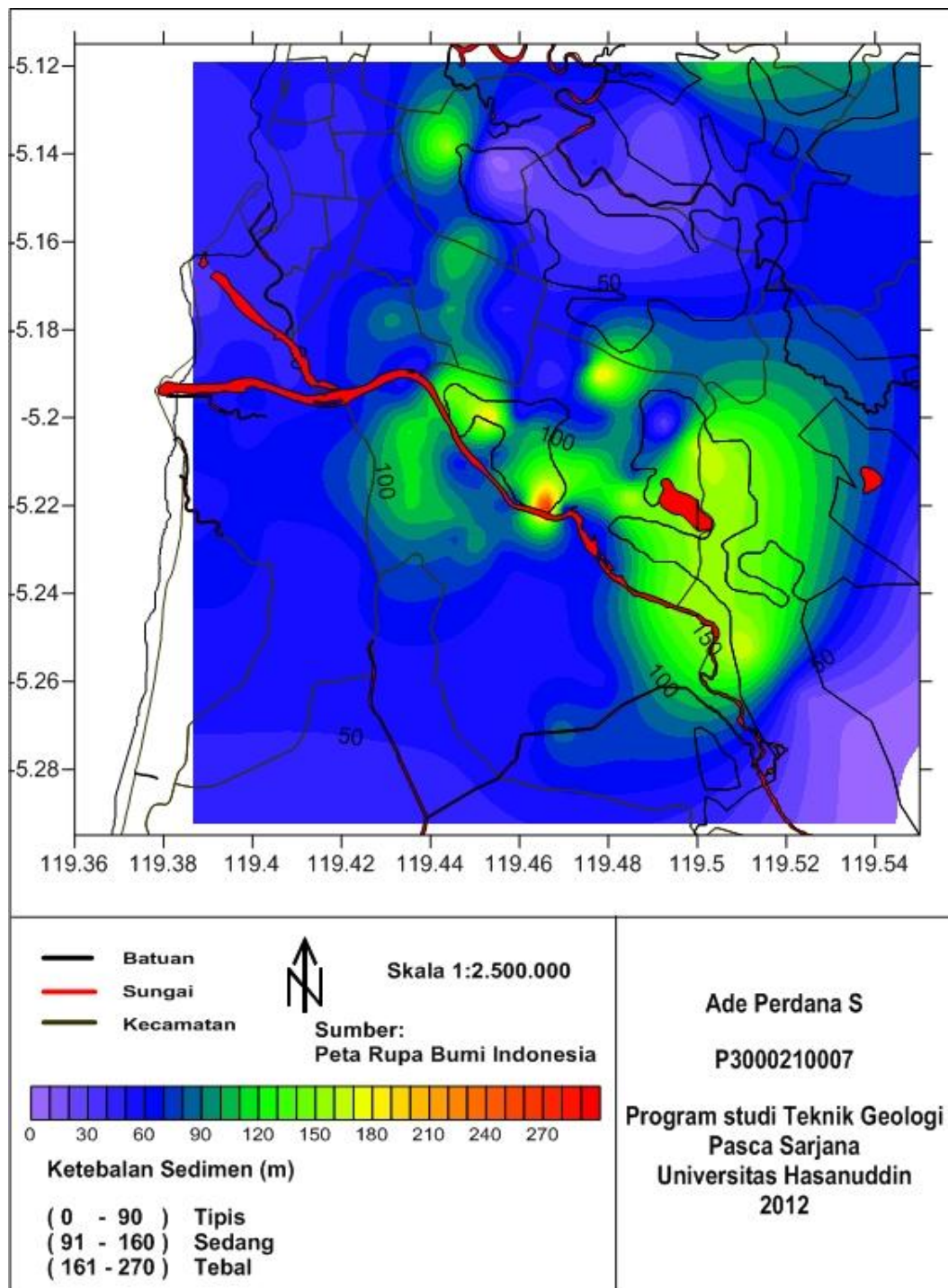
5. Ketebalan Sedimen

Gambar 4.46 merupakan tampak vertikal topografi wilayah Kota Makassar dan Kabupaten Gowa digambarkan dengan kontur warna merah untuk topografi antara (-10m - 30m) dan kontur warna kuning merupakan topografi antara (30m - 60m).

Ketebalan sedimen daerah penelitian mencakup Kota Makassar dan Kabupaten Gowa (gambar 4.47) dari hasil penelitian berkisar (10m - 270m). Untuk Kota Makassar ketebalan sedimennya merata sebesar (30m - 90m), kecuali untuk Kecamatan Rapocini dan Kecamatan Panakukang ketebalan sedimennya mencapai (120m - 180m). Begitu juga untuk Kecamatan Sombaopu dan Kecamatan Bontomaranu di Kabupaten Gowa mencapai (120m - 180m).



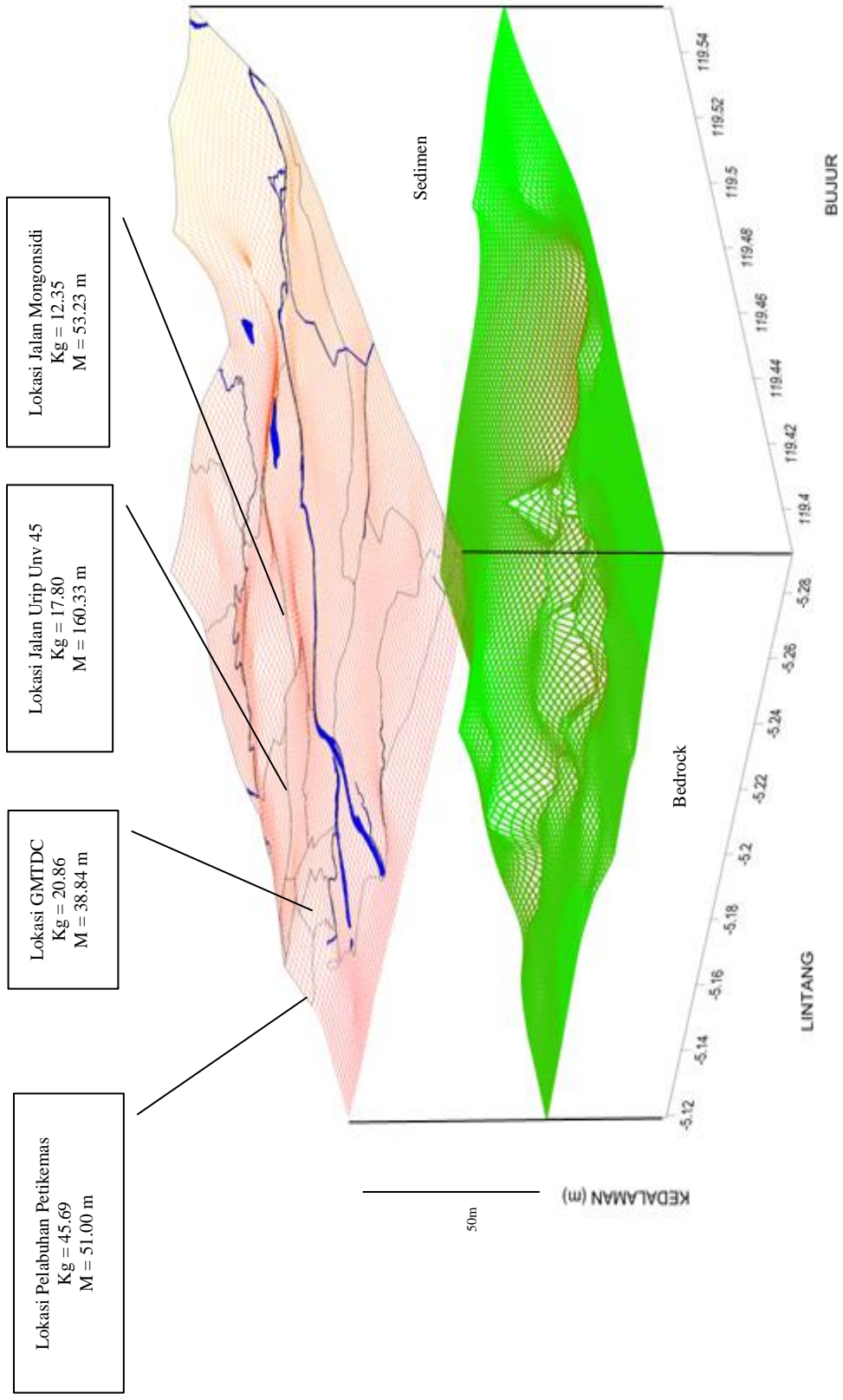
Gambar 4.46. Topografi Kota Makassar dan Kabupaten Gowa



Gambar 4.47. Peta Kontur Ketebalan Sedimen Kota Makassar dan Kabupaten Gowa Analisis Mikrotremor

Model ketebalan sedimen paling dalam digambarkan kontur warna merah, sedangkan batas kedalaman sedimentasi paling dangkal digambarkan kontur warna hijau dengan nilai batas kedalaman berkisar (20m - 260m). Variasi ketebalan sedimen daerah pantai disebabkan banyaknya terbentuk daerah endapan pematang pantai, adanya erosi tubuh delta yang dilalui Sungai Jeneberang dan penyebaran sedimen ke arah barat di sepanjang daerah Tanjung Bunga, Tanjung Merdeka, Tanjung Bayang dan Barombong. Kontur ketinggian permukaan wilayah penelitian di daerah aliran Sungai Jeneberang yang melewati Kota Makassar dan Kabupaten Gowa digambarkan dengan warna merah yang merupakan daerah dengan ketinggian paling rendah berkisar (-10m - 10m) yang berada di daerah pantai Kota Makassar. Daerah paling tinggi berada di Kabupaten Gowa daerah pegunungan Malino yang merupakan lembah Gunung Bawakaraeng dengan ketinggian berkisar (40m - 60m) digambarkan dengan kontur warna merah muda seperti ditunjukkan pada gambar 4.48.

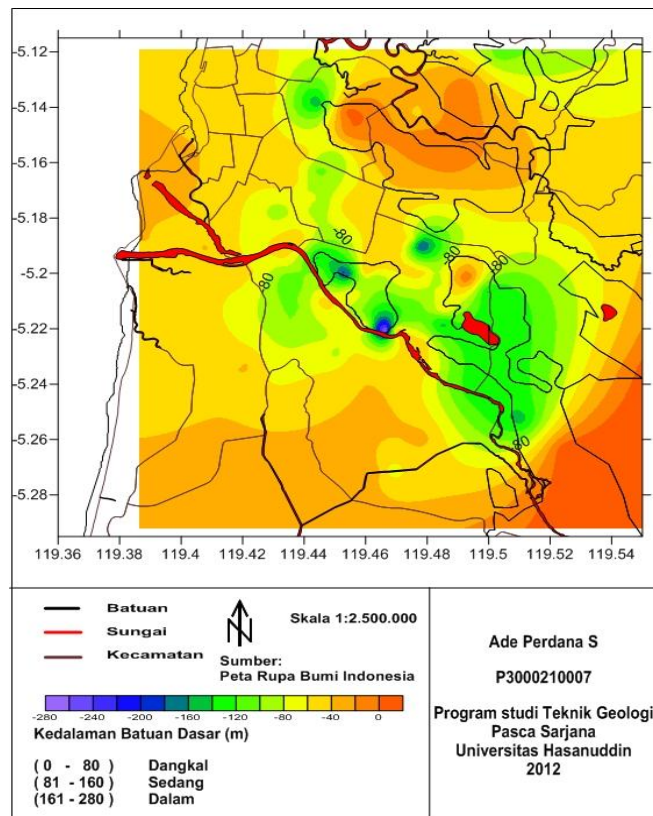
MODEL KETEBALAN SEDIMEN DAERAH PENELITIAN



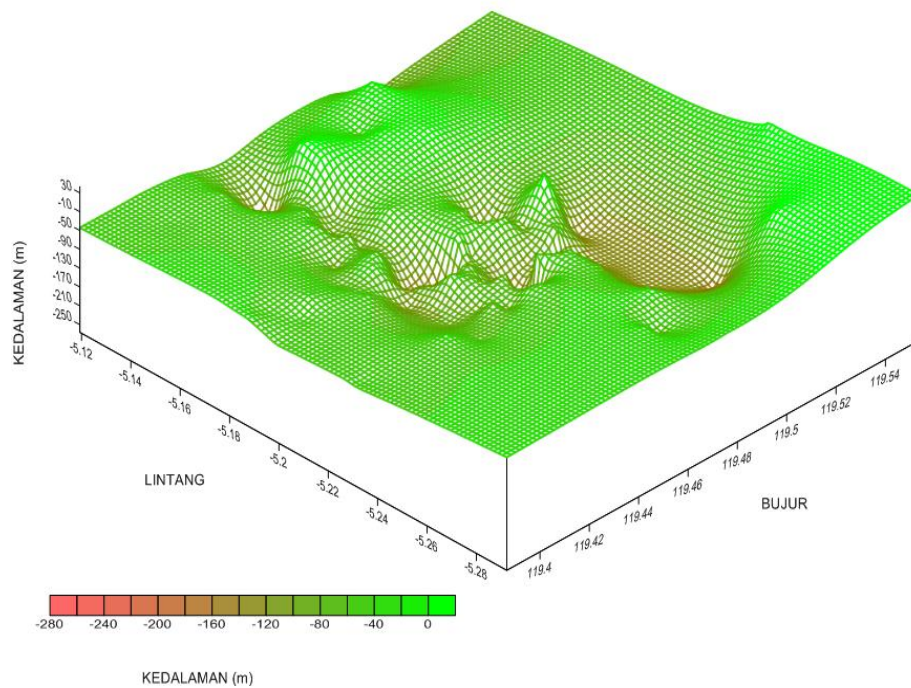
Gambar 4.48. Model Ketebalan Sedimen Sungai Jeneberang, Kota Makassar dan Kabupaten Gowa Analisis Mikrotremor

6. Kedalaman Batuan Dasar

Kedalaman batuan dasar daerah penelitian (gambar 4.49) berada antara (10m - 280m). Kedalaman batuan dasar paling dominan berada pada bagian utara Sungai Jeneberang berkisar antara (80m - 160m) yang termasuk dalam wilayah administrasi Kota Makassar yaitu Kecamatan Panakukang dan Kecamatan Rapocini, sedangkan Kabupaten Gowa di daerah aliran Sungai Jeneberang yaitu Kecamatan Sombaopu dan Kecamatan Bontomaranu. Untuk bagian selatan berada di sebagian Kecamatan Pallangga. Daerah hilir Sungai Jeneberang yang merupakan daerah Pantai Barombong kedalaman batuan dasar berkisar 40m.



Gambar 4.49. Peta Kontur Kedalaman Batuan Dasar Kota Makassar dan Kabupaten Gowa Analisis Mikrotremor



Gambar 4.50. Model Kedalaman *Bedrock* dengan Analisis Mikrotremor

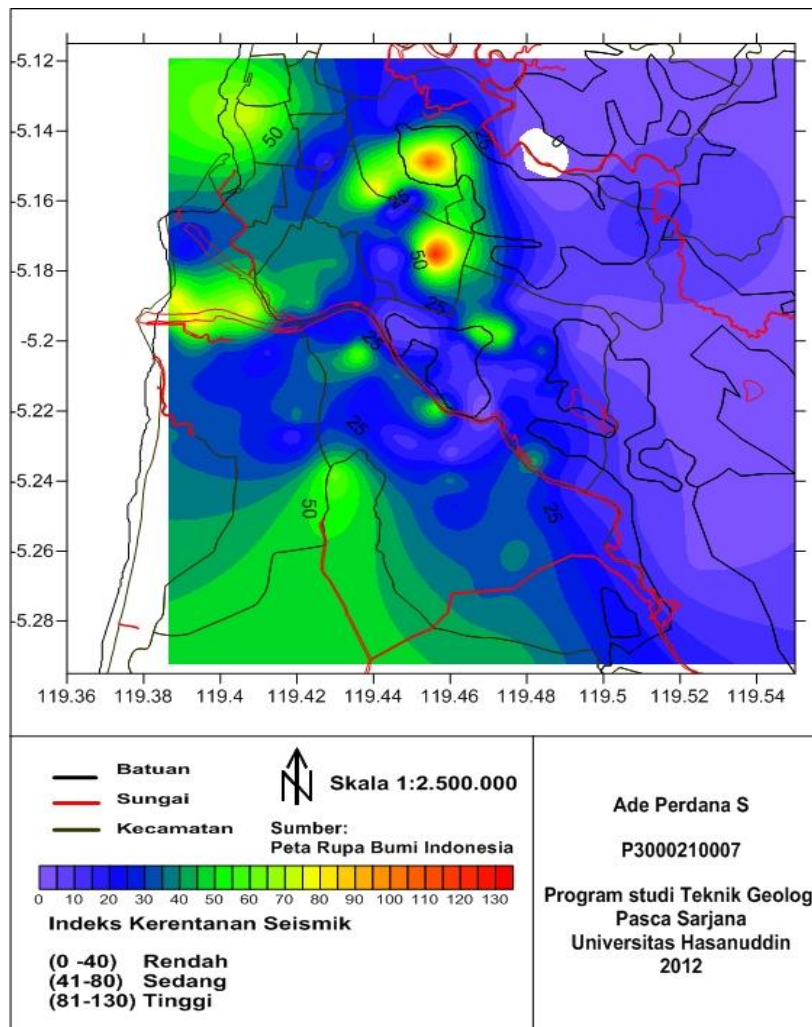
Gambar 4.50 merupakan tampak vertikal kedalaman batuan dasar wilayah Kota Makassar dan Kabupaten Gowa. Kontur warna hijau untuk batuan dasar yang dangkal dalam dan warna merah merupakan untuk batuan dasar yang paling dalam dengan batas antara (50m - 280m).

7. Indeks Kerentanan Seismik

Indeks kerentanan seismik merupakan indeks untuk mengetahui daerah yang ditinjau dapat dikategorikan rawan atau tidak rawan terhadap kerusakan akibat bencana gempabumi. Tingkat kerusakan gempabumi tidak sepenuhnya tergantung kepada besarnya magnitudo dan jarak dari pusat gempabumi, tetapi ketebalan sedimen dan geologi lokal juga sangat mempengaruhi amplifikasi dan frekuensi resonansi getaran gelombang

seismik yang berdampak terhadap kerusakan bangunan. Kota Makassar, Kabupaten Gowa dan daerah sekitarnya berdasarkan geologi tektonik gempabuminya dipicu oleh Sesar Walanae yang melintas dari utara Kota Majene melalui Kota Pare Pare ke selatan hingga Kabupaten Bulukumba serta banyaknya retas dan sesar sesar minor di sekitarnya.

Analisis indeks kerentanan seismik pada daerah Kota Makassar dan Kabupaten Gowa terendah berkisar (0 - 40) yang berada di sebagian besar Kecamatan Tamalate, Kecamatan Mamajang, Kecamatan Mariso. Indeks kerentanan seismik sedang berkisar (41 - 80) di Kota Makassar berada di Kecamatan Barombong, Kecamatan Ujung Tanah, Kecamatan Wajo, Kecamatan Bontoala dan Kecamatan Panakukang bagian utara, untuk daerah Kabupaten Gowa berada di sebagian Kecamatan Sombaopu dan Kecamatan Palangga. Indeks kerentanan seismik tertinggi berkisar (81 - 130) merupakan daerah yang rawan terhadap kerusakan paling besar di Kota Makassar berada pada Kecamatan Panakukang bagian selatan dan Kecamatan Rapocini bagian utara yang merupakan sedimen lunak dan halus.



Gambar 4.51. Peta Kontur Indeks Kerentanan Seismik Kota Makassar dan Kabupaten Gowa

B. Pembahasan

Berdasarkan peta kedalaman sedimen dan peta indeks kerentanan seismik yang telah dibuat, maka diketahui bahwa pada daerah penelitian kedalaman sedimentasi dibagi menjadi 2 zona, yaitu zona dangkal dan zona dalam dan pada peta indeks kerentanan seismik dibagi menjadi 3 zona yaitu zona rendah, zona sedang dan zona tinggi.

Pada peta kedalaman sedimentasi dapat diketahui daerah yang memiliki tingkat kedalaman sedimentasi paling tinggi berdasarkan analisis perbandingan spektrum amplitudo gelombang natural vertikal terhadap horisontal berada di daerah aliran Sungai Jeneberang di Kecamatan Sombaopu dan daerah Danau Mawang, Kecamatan Sombaopu bagian timur. Pada daerah ini terdapat cekungan dimana sedimen dapat terendapkan dengan baik dan tidak terkena agen erosi maupun transportasi sehingga tingkat ketebalan sedimennya paling tebal bahkan pada beberapa tempat berbentuk cekungan yang tebal. Pada daerah ini bila terdapat gempa, maka akan memiliki tingkat kerusakan yang besar dikarenakan jarak menuju basementnya paling jauh akibat tertutup sedimen lunak yang tebal. Sebaliknya pada daerah dengan sedimen tipis dimana pada daerah tersebut agen erosi maupun transportasi masih bekerja dengan baik (daerah tersebut berada di atas *erosion base level*). Jika terkena gempa, maka kerusakan pada daerah tersebut tidak sebesar daerah dengan sedimentasi yang tebal.

Pada peta indeks kerentanan seismik diketahui bahwa kekuatan batuan untuk menahan gempa pada daerah tersebut terbagi menjadi 3 zona (zona indeks kerentanan seismik rendah, zona indeks kerentanan seismik sedang dan zona indeks kerentanan seismik tinggi). Perbedaan indeks kerentanan seismik ini dapat diartikan bahwa batuan yang memiliki indeks kerentanan seismik tinggi merupakan daerah dengan batuan kerikil pasir, lempung dan koral yang di atasnya terdapat sedimen halus yang

tidak masif, pada zona tinggi ini merupakan zona yang paling bahaya jika terkena gempa bumi. Zona tinggi merupakan daerah batuan malihan kontak ini berisi breksi dan konglomerat bersusun basal yang tidak stabil merupakan sedimen lepas zona ini merupakan Formasi Camba berselingan dengan batuan gunungapi yang sudah lapuk.

Daerah dengan indeks kerentanan seismik tertinggi bernilai 130,84 mempunyai ketebalan sedimen 48,47m. Hal ini merujuk pada perbandingan spektrum amplitudo gelombang natural horisontal terhadap vertikal. Sedangkan untuk daerah dengan indeks kerentanan seismik terendah bernilai 0,31 mempunyai ketebalan sedimen 137,11m berdasarkan perhitungan perbandingan spektrum amplitudo gelombang natural horisontal terhadap vertikal.

Berdasarkan peta indeks kerentanan seismik, maka daerah paling aman untuk dihuni adalah daerah dengan indeks kerentanan seismik rendah dengan amplifikasi gelombang yang kecil. Daerah yang paling berbahaya untuk dihuni adalah daerah yang mempunyai indeks kerentanan seismik sangat tinggi karena amplifikasi yang besar.



Gambar 4.52. Bentangan Danau Mawang, Kabupaten Gowa



Gambar 4.53. Lokasi Pengukuran Mikrotremor pada Lokasi Penelitian Danau Mawang, Kabupaten Gowa

Gambar 4.52 dan gambar 4.53 merupakan lokasi pengukuran mikrotremor di daerah Danau Mawang, Kabupaten Gowa, dari hasil analisis diperoleh bahwa frekuensi natural dari gelombang mikrotremor bernilai 4,53hz dengan nilai amplifikasi bernilai 7,53. Pada lokasi ini nilai kecepatan gelombang permukaan yang diperoleh berdasarkan analisis data gelombang gempabumi yang melewati daerah ini bernilai 164,13 m/s². Ketebalan sedimen di wilayah Danau Mawang bernilai 148,38m dengan indeks kerentanan seismik bernilai 12,51 (hasil pengukuran pada lampiran 3).



Gambar 4.54. Sensor Mikrotremor di Desa Bolangi, Kabupaten Gowa



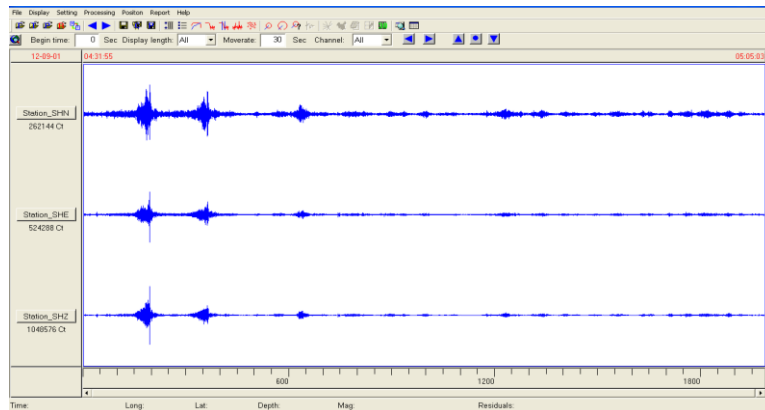
Gambar 4.55. Pengukuran Mikrotremor di Desa Bolangi, Kabupaten Gowa

Pengukuran mikrotremor di Desa Bolangi, Kabupaten Gowa merupakan salah satu lokasi tambang galian C berupa tanah dan batu berasal dari sedimentasi dan terobosan Formasi Camba yang berumur tersier. Batuan Gunungapi dan terobosan yang termasuk dalam kelompok batuan Gunungapi Batturappe-Cindako berumur tersier, batuan Gunungapi Lompobattang yang berumur kuartar serta endapan aluvial. Hasil pengukuran frekuensi dominan bernilai 0,60hz dengan amplifikasi

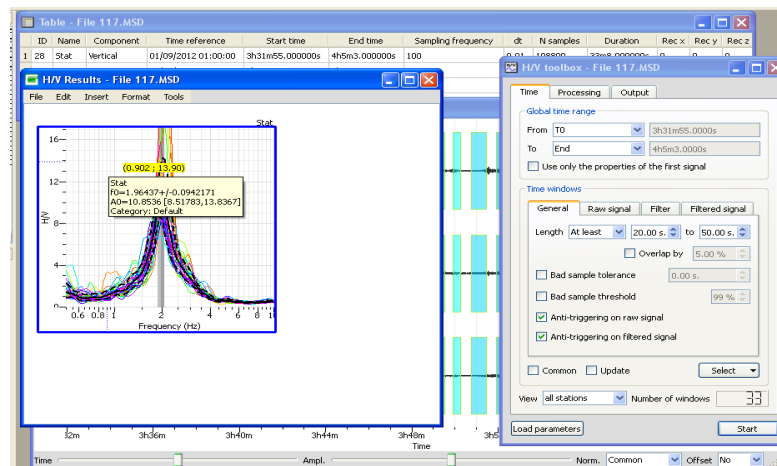
gelombang bernilai 1,92. Berdasarkan analisis dengan metode perbandingan spektrum amplitudo gelombang natural horisontal terhadap vertikal ketebalan sedimen pada daerah pengukuran bernilai 19,65m dengan indeks kerentanan seismiknya sebesar 6,17. Hasil analisis kecepatan gelombang permukaan pada Desa Bolangi bernilai 164,13 m/s². Dari hasil analisis tersebut Desa Bolangi di Kabupaten Gowa merupakan daerah yang termasuk dalam zona rendah terhadap ancaman kerusakan akibat bencana gempa bumi.



4.56. Pengukuran Mikrotremor Tepi Sungai Jeneberang, Kecamatan Barombong, Kabupaten Gowa



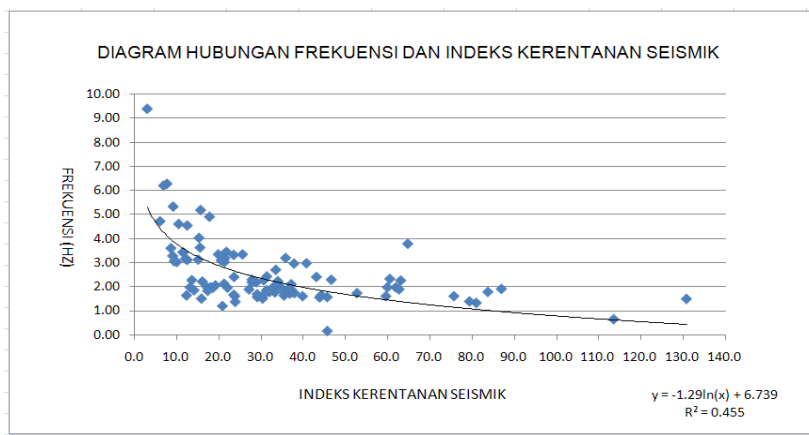
Gambar 4.57. Sinyal Mikrotremor Lokasi Pengukuran Jembatan Barombong, Tanjung Bayang



Gambar 4.58. Proses Analisis Gelombang Mikrotremor Lokasi Pengukuran Jembatan Barombong, Tanjung Bayang

Pada peta geologi daerah aliran Sungai Jeneberang ditemukan bahwa di bagian barat atau bagian hilir terdapat deposit dari aluvial, daerah tersebut merupakan daerah pantai dengan ketinggian sekitar (0 - 3m) dari permukaan air laut. Deposit aluvial ini merupakan jenis batuan yang dominan pada daerah hilir aliran Sungai Jeneberang.

Daerah hilir yang merupakan tepi pantai Barombong sebagian besar merupakan endapan aluvial. Berdasarkan pengukuran mikrotremor dihasilkan nilai frekuensi dominan natural sebesar 0,6hz dengan amplifikasi 1,92. Hasil analisis diperoleh ketebalan sedimennya sebesar 64,32m dengan indeks kerentanan seismik 59,97.



Gambar 4.59. Histogram Hubungan antara Frekuensi Gelombang dengan Indeks Kerentanan Seismik

Berdasarkan hubungan frekuensi dengan indeks kerentanan seismik (Gambar 4.59) pada penelitian Kota Makassar dan Kabupaten Gowa menunjukkan bahwa nilai frekuensi natural kecenderungannya semakin menurun terhadap kenaikan nilai indeks kerentanan seismiknya, hal tersebut di atas berkaitan dengan geologi Kota Makassar dan Kabupaten Gowa yang sebagian besar berumur kuartar merupakan endapan aluvial dan sedimentasi laut. Hasil korelasi di atas menyatakan kecenderungannya sebagian besar Kota Makassar dan Kabupaten Gowa berada pada zona dengan indeks kerentanan seismik rendah. Berdasarkan statistik nilai korelasinya bernilai 0,67 (gambar 4.59).

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Hasil analisis data mikrotremor metode perbandingan spektrum amplitudo gelombang natural horisontal terhadap vertikal yang berada di sekitar Kota Makassar dan Kabupaten Gowa (Sungguminasa), maka dapat disimpulkan:

1. Ketebalan sedimen kuartar Sungai Jeneberang berdasarkan pengukuran mikrotremor pada Kota Makassar dan Kabupaten Gowa dihasilkan nilai ketebalan terbesar berkisar (307,24m - 211,00m) dengan indeks kerentanan seismik berkisar (3,04 - 4,89) berada pada garis penampang melintang 15 daerah aliran Sungai Jeneberang yang berada di Bukit Tamarunang, Kelurahan Tamarunang, Kecamatan Sombaopu, Kabupaten Gowa, sedangkan ketebalan sedimen terkecil berkisar (148,38m - 291,72m) dengan indeks kerentanan seismik berisar (5,20 - 12,51) berada pada garis penampang melintang 22 yang berada pada daerah Desa Bontomanai, Kecamatan Bontomaranu, Kabupaten Gowa.
2. Indeks kerentanan seismik (K_g) pada daerah Kota Makassar dan Kabupaten Gowa setelah dilakukan analisis dihasilkan nilai K_g terendah (0 - 40) berada di sebagian besar Kecamatan Tamalate,

Kecamatan Mamajang, Kecamatan Mariso. K_g sedang (41 - 80) di Kota Makassar meliputi Kecamatan Barombong, Kecamatan Ujung Tanah, Kecamatan Wajo, Kecamatan Bontoala, Kecamatan Panakukang bagian utara, untuk Kabupaten Gowa meliputi sebagian Kecamatan Sombaopu dan Kecamatan Palangga. K_g tertinggi (81 - 130) yang merupakan daerah yang rawan terhadap kerusakan paling besar di Kota Makassar berada pada Kecamatan Panakukang bagian selatan dan Kecamatan Rapocini bagian utara, ketiga daerah tersebut merupakan sedimen kuarter terdiri atas krikil, pasir, lempung, lumpur dan koral.

B. Saran

1. Untuk mendapatkan hasil analisis kedalaman atau ketebalan sedimen kuarter perlu data pengukuran mikrotremor dengan spasi jarak pengukuran yang lebih rapat.
2. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan menggunakan metode *inverse* untuk mengetahui litologi sedimen.
3. Menggunakan data gempabumi kurun waktu yang lebih lama untuk mendapatkan kecepatan gelombang permukaan yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Ai-Lan C., Takahiro, I., Yoshiya, O., Xiu-Run, and G. 2006. Study on The Applicability of Frequency Spectrum of Microtremor of Surface Ground in Asia area. Journal of Zhe Jiang University.
- Arai, H. and Tokimatsu, K. 2008. Three-Dimensional Vs Profiling Using Microtremor in Kushiro, Japan.
- Daryono, Sutikno, Junun S., Dulbahri (a), 2009, Local Site Effect of Bantul Graben Based on Microtremor Measurement for Seismic Hazard Assessment, 2nd International Conference on Geoinformation Technology for Natural Disaster Management and Rehabilitation, Bangkok, Thailand.
- Daryono, Sutikno, Junun S., Dulbahri, K.S. Brotopuspito (b). 2009. Local Site Effect at Bantul Graben Based on Microtremor Measurements. International Conference Earth Science and Technology. Phonix Hotel, Yogyakarta.
- Daryono, 2011, Indeks Kerentanan Seismik Berdasarkan Mikrotremor pada Setiap Satuan Bentuklahan di Zona Graben Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, Disertasi, Program Pascasarjana Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Das Braja M and G V Ramana. 2011. Soil Dynamic, Second Edition California USA.
- Enomoto, T, Kuriyama, T , Abeki, N ,Iwatate, T ,Navarro, M and Nagumo, M, 2000, Study Microtremor Characteristics Base on Simultaneous Measurements Between Basement and Surface Using Borehole, 12WCEE 2000.
- Fah, D., Kind, F., and Giardini, D. 2001. A Teoritical Investigation of Average H/V Ratio. Geophysical Journal International, 145: 535-549.
- Gurler, E.D., Nakamura, Y., Saita, J., Sato, T. 2000. Local Site Effect of Mexico City Based on Microtremor Measurement. 6th International Conference on Seismic Zonation, Palm Spring Riviera Resort, California, USA, pp.65.
- Hardin B.O., and Richart, F. E Jr, 1963, Elastic Wave Velocities In granular Soil, J. Soil Mech Found Div., ASCE, 89(1), 33-36.

- Hartantyo, E dan Hussein S (2008), Pemetaan Kecepatan Gelombang Shear di Selatan Rowo Jombor berkaitan dengan Potensi Kerusakan Akibat Gempa, hibah Penelitian Antar Bidang RKAT 2008.
- Hussein, S and Pramumijio, S ,Application of Microtremor for Estimating Loose Sediment Thickness: Literature Reviews and Examples from Bantul, Yogyakarta, The International Symposium and 2nd AUN/Seed-Net Regional Conference on Geo Disaster Mitigation in ASEAN.
- Ibs-Von Seht,M., Wohlenberg, J. 1999. Microtremor Measurement Used to Map Thickness of Soft Sediments, Bull. Seism. Soc. Am.89, 250-259.
- Kaharuddin MS. 1985. Geologi Daerah Ujung Pandang dan Sungguminasa Sulawesi Selatan, Thesis Universitas Hasanuddin Makassar.
- Kanai, K. and Tanaka T. 1961. "On Microtremor VIII", Bull.Earthq. Res. Inst., Tokyo University, Vol.39, pp.97-114.
- Lermo, J., J. Chavez-Garcia. 1993. Site Effect Evaluation Using Spectral Ratios With Only One Station, Bull. Seism. Soc. Am. 83, 1574-1594.
- Lermo, J., J. Chavez-Garcia. 1994. Are Microtremors Useful in Site Response Evaluation? Bull Seism. Soc. Am. 84, 1350-1364.
- Mirzaoglu, M. & Dykmen, U., 2003, Application of Microtremor to Seismic Microzoning Procedure, Journal of The Balkan Geophysical Society, Vol. 6 No.3.
- Nakamura, Y. 1989. A Method for Dynamic Characteristic Estimatation of Subsurface Using Microtremor on the Ground Surface. Q.R. of R.T.I. 30-1, p. 25-33.
- Nakamura, Y. 2000. Clear Identification of Fundamental Idea of Nakamura's Technique and Its Application. World Conference of Earthquake Engineering.
- Nakamura, Y., Sato, T., and Nishinaga, M. 2000. Local Site Effect of Kobe Based on Microtremor Measurement. Proceeding of the Sixth International Conference on Seismic Zonation EERI, Palm Springs California.Nakamura, Y.2007. Development of Vulnerability Assessment for Ground and Structures Using Microtremor. System and Data Research Co., Ltd.

- Nakamura, Y. 2008. On The H/V Spectrum. The 14th World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China.
- Nguyen, F., Teerlynck, H., Van Rompaey, G., Van Camp, M., Jongmans, D. and Camelbeeck, T., 2004, Use of Microtremor Measurement for Assessing Site Effects in Northern Belgium- Interpretation of the Observed Intensity During the Ms 5.0, June 11, 1938 Earthquake. *Journal of Seismology*, 8(1) 41-56, 20.
- Panou, A.A., Theodulidis, N., Hatzidimitriou, P.M., Papazachos, C.B. and Stylianidis, K.
- Pemerintah Kota Makassar, 2010, Badan Perencanaan Pembangunan Kota Makassar, Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Makassar 2010-2030, PT Esa Pratama Cipta Celebes.
- R. Sukanto dan S. Supriatna. 1982. Geologi Lembar Ujung Pandang, Benteng dan Sinjai. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Santoso, Djoko. 2002. Pengantar Teknik Geofisika, ITB, Bandung.
- SESAME (Site EffectS assessment using AMbient Excitations), 2004, Guidelines for the Implementation of the H/V Spectral Ratio Technique on Ambient Vibrations Measurements, Processing and Interpretation, European Commission – Research General Directorate.
- Singh, S.K., Ordaz, M. and Pacheco, J.F., 2003, Advances in Seismology with Impact on Earthquake, *International Handbook of Earthq. and Engineering Seismology*, Volume 81.
- Slob, S., 2007, Micro Seismic Hazard Analysis, Earthquake Vulnerability and Multi- Hazard Risk Assessment: Geospatial Tools for Rehabilitation and Reconstruction Efforts, ITC The Netherlands.
- Sun, C.G., Kim, D.S and Chung, C.K., 2005, Geologic Site Condition and Site Coefficients for Estimating Earthquake Ground Motion in The Inland Areas of Korea. *Engineering Geology*, 81, 446-469.
- Telford, W.M.,L.P. Geldart, R.E. Sheriff, 1976, *Applied Geophysics*, Cambridge University Press.

LAMPIRAN

Tabel 1. Koordinat Posisi Stasiun Pencatat Gempabumi

No	Kode	Nama Stasiun	Lokasi		Elevasi (m)
			Lat	Long	
1	ABJI	Asem Bagus	-7.795641	114.234184	149
2	BBKI	Banjar Baru	-3.462500	114.841100	109.88
3	BBSI	Bau Bau	-5.488450	122.569458	96
4	BKB	Balik Papan	-1.107318	116.904826	111
5	BKSI	Bulukumba	-5.321843	120.122436	608
6	BNSI	Bone	-4.400521	120.106521	252
7	BSSI	Benteng, P. Selayar	-6.142800	120.490400	114.13
8	BWJI	Bawean	-5.851100	112.657800	57.56
9	DBNI	Bima	-8.501888	118.312133	185
10	DNP	Denpasar	-8.677404	115.209701	65
11	EDFI	Ende	-8.749700	121.690300	914.34
12	KBKI	Kotabaru Kalimantan	-3.299500	116.166800	65
13	KDI	Kendari	-3.957430	122.619260	55
14	KHK	Kahang-kahang	-8.364040	115.609640	220
15	KKSI	Kolaka	-4.171717	121.651252	92
16	KLNI	Mataram	-8.421889	116.094932	99
17	KMMI	Kalianget	-7.041162	113.915725	44
18	KMSI	Kotamubago	0.574544	123.890674	234
19	LBFI	Labuhan Bajo	-8.480000	119.892100	75
20	LUWI	Luwuk	-1.041807	122.771635	6
21	MMSI	Mamuju	-2.689200	118.909000	221.25
22	MPSI	Mapaga	0.337400	119.898000	174
23	MRSI	Marissa Gorontalo	0.477076	121.940589	98
24	PCI	Palu	-0.905480	119.836650	150
25	PLAI	Plampang	-8.700600	117.721900	62
26	PMSI	Majene	-3.500848	118.914939	301
27	RTBI	Negara	-8.459700	114.942000	300.74
28	SKSI	Soroako	-2.528300	121.334500	602.3
29	SPSI	Sidrap Palu	-3.964596	119.769081	146
30	SRBI	Singaraja	-8.084745	115.212608	116
31	TTSI	Tana Toraja	-3.045083	119.818969	958
32	TWSI	Taliwang	-8.738178	116.882141	82
33	WSI	Waingapu	-9.668970	120.297670	48
34	KAPI	Kappang, Sulawesi	-5.014200	119.752000	149
35	MKS	BMKG Gowa	-5.218000	119.470000	28

Tabel 2. Parameter Gempabumi yang Terekam Seismometer di Kabupaten Gowa

No	Year	Mon	Day	Hour	Min	Sec	Lat	Lon	Depth	Ms
1	2011	1	8	8	15	13	-0.8500	119.7800	23	5.3
2	2011	1	25	17	2	58	-8.3800	119.6600	159	4.5
3	2011	2	15	13	33	54	-2.4500	121.4900	21	6.1
4	2011	2	15	15	45	36	-2.5600	121.5800	21	4.1
5	2011	2	16	16	39	51	-2.5100	121.8200	28	4.8
6	2011	2	20	17	52	56	-7.9900	122.7800	205	5.0

7	2011	2	23	18	59	43	-8.4300	120.6000	30	3.6
8	2011	2	24	4	26	3	-1.2900	123.2400	30	4.1
9	2011	2	24	12	56	31	-1.2900	123.2400	30	4.4
10	2011	3	10	0	8	36	-7.1200	116.8500	523	6.6
11	2011	3	14	9	21	4	-7.3200	120.2900	566	4.8
12	2011	3	20	16	29	22	-8.3900	115.0500	12	4.7
13	2011	3	24	22	3	35	-2.1600	120.8200	30	3.6
14	2011	3	28	9	9	52	-1.8600	121.4200	30	4.5
15	2011	3	28	16	20	3	-1.5700	121.1500	40	4.1
16	2011	4	8	0	56	53	-7.8800	123.4900	235	4.7
17	2011	4	24	23	7	53	-4.4000	122.8200	18	6.0
18	2011	4	24	23	25	13	-4.1100	122.6100	20	5.2
19	2011	5	2	2	28	12	-4.3600	122.7900	10	3.6
20	2011	5	2	2	39	44	-4.7500	122.6500	12	4.1
21	2011	5	6	6	46	24	-0.1400	123.0200	35	6.1
22	2011	5	14	1	42	16	-8.1200	123.5800	10	5.0
23	2011	5	19	6	33	10	-7.2000	123.4500	646	5.3
24	2011	5	26	8	57	37	-8.4700	121.8200	29	5.3
25	2011	5	30	9	45	56	-4.0800	122.5600	10	3.7
26	2011	6	12	14	3	48	-4.2600	122.7500	5	4.7
27	2011	6	13	8	40	11	-0.0700	119.1500	10	5.1
28	2011	6	14	14	6	31	-4.6800	119.9300	10	3.5
29	2011	6	30	17	19	31	-2.1600	121.8200	10	4.9
30	2011	7	6	1	47	3	-3.6400	119.6500	20	4.7
31	2011	7	11	8	53	58	-4.1100	121.8200	21	5.4
32	2011	7	11	11	38	38	-4.0700	121.6700	10	5.1
33	2011	8	19	7	48	10	-7.9600	123.2900	226	5.1
34	2011	9	26	3	39	24	-7.4900	123.1300	565	5.2
35	2011	10	13	11	25	8	-0.5600	119.8500	11	4.6
36	2011	10	21	5	50	19	-1.3800	119.4800	20	4.7
37	2011	10	22	7	35	59	-0.1000	123.7700	63	5.0
38	2011	11	1	1	3	55	-0.1100	123.4900	114	5.1
39	2011	11	2	6	33	31	-0.0800	123.3500	117	5.1
40	2011	11	4	13	58	37	-2.2300	120.6500	14	4.4
41	2011	11	7	22	4	30	-7.9700	117.4200	10	4.8
42	2011	11	15	10	43	52	-0.1400	122.0000	246	5.8
43	2011	11	17	7	50	59	-2.7200	122.8300	37	5.0
44	2011	11	24	2	6	2	-4.7900	120.1100	3	3.2
45	2011	11	27	3	52	57	-2.9400	119.5700	10	4.1
46	2011	11	28	9	13	9	-7.4300	117.0900	628	5.9
47	2011	12	1	12	24	6	-0.8900	119.9700	10	4.6
48	2011	12	1	22	53	39	-0.7100	121.8900	10	5.7
49	2011	12	4	6	4	18	-8.4500	117.5400	20	4.9
50	2011	12	5	9	49	37	-8.2500	118.7000	174	4.5
51	2011	12	12	15	43	39	-0.0200	123.4000	125	4.8
52	2011	12	13	7	52	13	-0.1000	123.1700	71	6.3
53	2011	12	19	1	23	25	-1.1700	119.4800	10	5.6

Tabel 3. Lembar Pengisian Pengukuran Mikrotremor di Danau Mawang, Kabupaten Gowa

TANGGAL 29-08-2012	JAM 09 50 00	LOKASI Danau Mawang Kab Gowa
OPERATOR Ade		TIPE GPS Garmin 76 CS
LINTANG -5.24219	BUJUR 119.49435	KETINGGIAN 14 m

TIPE STASIUN		TIPE SENSOR Short Period					
STASIUN 101		SENSOR TDS		DISK			
NAMA FILE				POINT			
PERBESARAN (GAIN)		FREQ SAMPLE Hz	DURASI REKAM 30 Menit				
KONDISI CUACA	ANGIN	<input type="checkbox"/> Tidak Ada	<input checked="" type="checkbox"/> Lemah (5m/s)	<input type="checkbox"/> Sedang	<input type="checkbox"/> Kuat	<input type="checkbox"/> Pengukuran (Jika ada)	
	HUJAN	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak Ada	<input type="checkbox"/> Lemah (5m/s)	<input type="checkbox"/> Sedang	<input type="checkbox"/> Kuat	<input type="checkbox"/> Pengukuran (Jika ada)	
	Suhu	Keterangan					
TIPE PERMUKAAN	<input checked="" type="checkbox"/> Tanah	<input type="checkbox"/> Keras	<input type="checkbox"/> Kerikil	<input type="checkbox"/> Pasir	<input type="checkbox"/> Batu	<input type="checkbox"/> Semak	<input type="checkbox"/> Pendek
	<input type="checkbox"/> Aspal	<input checked="" type="checkbox"/> Lunak	<input type="checkbox"/> Beton	<input type="checkbox"/> Paving	<input type="checkbox"/> Lainnya		<input type="checkbox"/> Tinggi
	<input checked="" type="checkbox"/> Tanah Basah	<input type="checkbox"/> Tanah Kering		<input type="checkbox"/> Keterangan			
COUPLING BUATAN	SENSOR	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak	<input type="checkbox"/> Ya, Jenis				
KERAPATAN BANGUNAN		<input type="checkbox"/> Tidak	<input checked="" type="checkbox"/> Tersebar	<input type="checkbox"/> Rapat	<input type="checkbox"/> Lainnya, Jenis		
		T i d a k a d a	S e d i k i t	B a n y a k	S a n g a t P a d a t	Jarak	
		SUMBER NOISE MONOKROMATIK (Pabrik, Pompa Sungai.....)					
Mobil						<input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak, Jenis
Truck		√			5 m		
Langkah							
Lainnya						Bangunan Terdekat (deskripsi, tinggi, jarak)	Pohon, Gerdung, Jembatan, Struktur bawah tanah,.....)
OBSERVASI		FREKUENSI Hz (Perhitungan Lapangan)					

Tabel 4. Lembar Pengisian Pengukuran Mikrotremor di Desa Bolangi, Kabupaten Gowa

TANGGAL 31-09-2012		JAM 09.05 00		LOKASI Desa Bolangi Kab Gowa		
OPERATOR Ade			TIPE GPS Garmin 76 CS			
LINTANG -5.23027		BUJUR 119.55234		KETINGGIAN 24 m		
TIPE STASIUN		TIPE SENSOR Short Period				
STASIUN 108		SENSOR TDS		DISK		
NAMA FILE				POINT		
PERBESARAN (GAIN)		FREQ SAMPLE Hz	DURASI REKAM 30 Menit			
KONDISI CUACA	ANGIN	<input type="checkbox"/> Tidak Ada	<input type="checkbox"/> Lemah (5m/s)	<input checked="" type="checkbox"/> Sedang	<input type="checkbox"/> Kuat	<input type="checkbox"/> Pengukuran (Jika ada)
	HUJAN	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak Ada	<input type="checkbox"/> Lemah (5m/s)	<input type="checkbox"/> Sedang	<input type="checkbox"/> Kuat	<input type="checkbox"/> Pengukuran (Jika ada)
	Suhu	Keterangan				

TIPE PERMUKAAN	<input checked="" type="checkbox"/> Tanah	<input checked="" type="checkbox"/> Keras	<input type="checkbox"/> Kerikil	<input type="checkbox"/> Pasir	<input type="checkbox"/> Batu	<input type="checkbox"/> Semak	<input type="checkbox"/> Pendek
		<input type="checkbox"/> Lunak					<input type="checkbox"/> Tinggi
	<input type="checkbox"/> Aspal	<input type="checkbox"/> Semen	<input type="checkbox"/> Beton	<input type="checkbox"/> Paving			<input type="checkbox"/> Lainnya
	<input type="checkbox"/> Tanah Basah	<input checked="" type="checkbox"/> Tanah Kering					<input type="checkbox"/> Keterangan
COUPLING BUATAN	SENSOR		<input type="checkbox"/> Tidak	<input type="checkbox"/> Ya, Jenis			
KERAPATAN BANGUNAN			<input type="checkbox"/> Tidak	<input checked="" type="checkbox"/> Tersebar	<input type="checkbox"/> Rapat	<input type="checkbox"/> Lainnya, Jenis	
	Tidak ada	Sedikit	Banyak	Sangat Padat	Jarak	SUMBER NOISE MONOKROMATIK (Pabrik, Pompa Sungai.....)	
Mobil						<input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak, Jenis
Truck		√			7 m		
Langkah						Bangunan Terdekat (deskripsi, tinggi, jarak)	
Lainnya						Pohon, Gerdung, Jembatan, Struktur bawah tanah,.....)	
OBSERVASI					FREKUENSI Hz (Perhitungan Lapangan)		

Tabel 5. Lembar Pengisian Pengukuran Mikrotremor di Barombong, Tanjung Bayang, Kota Makassar

TANGGAL 01 09 2012	JAM 04 34 00 GMT	LOKASI Barombong Tanjung Bunga					
OPERATOR Ade		TIPE GPS Garmin 76 CS					
LINTANG -5.19491	BUJUR 119.40108	KETINGGIAN 16 m					
TIPE STASIUN	TIPE SENSOR Short Period						
STASIUN 117	SENSOR TDS 303 S	DISK					
NAMA FILE		POINT					
PERBESARAN (GAIN)	FREQ SAMPLE Hz	DURASI REKAM 30 Menit					
KONDISI CUACA	ANGIN	<input type="checkbox"/> Tidak Ada	<input type="checkbox"/> Lemah (5m/s)	<input type="checkbox"/> Sedang	<input checked="" type="checkbox"/> Kuat	<input type="checkbox"/> Pengukuran (Jika ada)	
	HUJAN	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak Ada	<input type="checkbox"/> Lemah (5m/s)	<input type="checkbox"/> Sedang	<input type="checkbox"/> Kuat	<input type="checkbox"/> Pengukuran (Jika ada)	
	Suhu	Keterangan					
TIPE PERMUKAAN	<input checked="" type="checkbox"/> Tanah	<input checked="" type="checkbox"/> Keras	<input type="checkbox"/> Kerikil	<input type="checkbox"/> Pasir	<input type="checkbox"/> Batu	<input type="checkbox"/> Semak	<input type="checkbox"/> Pendek
		<input type="checkbox"/> Lunak					<input type="checkbox"/> Tinggi
	<input type="checkbox"/> Aspal	<input type="checkbox"/> Semen	<input type="checkbox"/> Beton	<input type="checkbox"/> Paving			<input type="checkbox"/> Lainnya
	<input type="checkbox"/> Tanah Basah	<input checked="" type="checkbox"/> Tanah Kering					<input type="checkbox"/> Keterangan

COUPLING BUATAN		SENSOR		<input type="checkbox"/> Tidak <input type="checkbox"/> Ya, Jenis	
KERAPATAN BANGUNAN		<input type="checkbox"/> Tidak		<input checked="" type="checkbox"/> Tersebar <input type="checkbox"/> Rapat <input type="checkbox"/> Lainnya, Jenis	
	Tidak ada	Sedikit	Banyak	Sangat Padat	Jarak
Mobil					
Truck		√			7 m
Langkah					
Lainnya					
SUMBER NOISE MONOKROMATIK (Pabrik, Pompa Sungai.....)					
<input type="checkbox"/> Ya					<input checked="" type="checkbox"/> Tidak, Jenis
Bangunan Terdekat (deskripsi, tinggi, jarak)					Pohon, Gerdung, Jembatan, Struktur bawah tanah,.....)
OBSERVASI					FREKUENSI Hz (Perhitungan Lapangan)

Tabel 6. Hasil Analisis Ketebalan Sedimen dan Indeks Kerentanan Seismik

NO	STA	LATITUDE	LONG	ALT	fo	Ag	$m=Vs/4fo$	$Kg=A^2/fo$
1	1	-5.20	119.42	7.00	1.94	8.23	63.64	34.86
2	2	-5.21	119.42	10.00	2.22	8.69	72.82	33.99
3	3	-5.20	119.41	8.00	1.96	5.96	64.31	18.07
4	4	-5.22	119.42	5.00	2.09	8.82	68.54	37.15
5	5	-5.23	119.42	4.00	1.84	5.10	60.24	14.14
6	6	-5.20	119.40	2.00	1.75	7.64	57.36	33.29
7	7	-5.23	119.39	10.00	2.09	8.41	68.49	33.79
8	8	-5.23	119.39	5.00	1.74	7.88	56.98	35.72
9	9	-5.22	119.40	9.00	1.84	7.60	60.36	31.31
10	10	-5.16	119.44	8.00	1.90	12.84	62.09	86.98
11	12	-5.15	119.48	10.00	0.61	1.09	20.12	1.93
12	13	-5.16	119.49	13.00	0.65	1.23	21.28	2.34
13	15	-5.21	119.45	12.00	2.42	8.71	79.18	31.38
14	16	-5.22	119.46	14.00	2.31	11.84	75.77	60.55
15	17	-5.22	119.46	10.00	3.62	7.50	118.39	15.57
16	18	-5.24	119.46	16.00	1.73	8.09	56.48	37.94
17	19	-5.25	119.46	16.00	1.65	6.24	54.08	23.55
18	20	-5.29	119.48	28.00	1.54	8.23	50.50	43.88
19	21	-5.26	119.48	23.00	1.70	7.92	55.72	36.84
20	22	-5.27	119.47	19.00	2.69	9.49	88.06	33.51
21	23	-5.27	119.46	26.00	1.78	8.16	58.22	37.49
22	24	-5.14	119.44	0.00	4.90	9.34	160.33	17.80
23	25	-5.14	119.45	9.00	0.15	2.60	4.82	45.72
24	26	-5.14	119.48	7.00	1.60	0.92	52.39	0.52
25	29	-5.14	119.49	7.00	0.62	1.20	20.25	2.35
26	30	-5.13	119.48	18.00	1.52	1.35	49.86	1.20
27	31	-5.13	119.49	13.00	0.63	1.28	20.69	2.60
28	32	-5.17	119.44	10.00	1.77	7.53	57.98	32.06
29	34	-5.19	119.44	10.00	1.60	6.17	52.29	23.81
30	35	-5.20	119.44	9.00	3.01	8.02	98.68	21.33
31	36	-5.20	119.47	11.00	1.96	11.03	64.26	61.97
32	37	-5.19	119.46	10.00	1.94	6.00	63.54	18.57

33	38	-5.22	119.46	9.00	2.26	8.32	73.88	30.65
34	41	-5.17	119.39	7.00	1.19	4.98	38.84	20.86
35	42	-5.20	119.43	12.00	2.39	7.52	78.34	23.62
36	43	-5.23	119.55	40.00	0.61	1.91	20.00	6.00
37	45	-5.18	119.47	4.00	1.86	8.33	61.05	37.17
38	46	-5.21	119.49	14.00	2.17	7.78	71.02	27.90
39	47	-5.21	119.46	11.00	3.41	6.29	111.64	11.59
40	48	-5.21	119.48	13.00	3.02	5.51	98.80	10.05
41	49	-5.20	119.49	26.00	0.62	1.62	20.35	4.23
42	50	-5.20	119.46	7.00	1.36	5.70	44.50	23.91
43	51	-5.18	119.46	6.00	1.48	13.92	48.47	130.84
44	53	-5.19	119.48	6.00	6.27	6.95	205.22	7.71
45	54	-5.19	119.48	5.00	2.20	5.96	72.18	16.11
46	55	-5.19	119.42	7.00	1.87	7.13	61.35	27.16
47	56	-5.19	119.39	5.00	1.32	10.33	43.11	81.02
48	57	-5.20	119.39	5.00	1.97	8.03	64.38	32.83
49	58	-5.16	119.45	6.00	3.12	6.86	102.02	15.12
50	59	-5.23	119.45	16.00	2.26	5.55	74.03	13.60
51	60	-5.23	119.45	15.00	3.15	6.17	103.04	12.10
52	61	-5.23	119.46	17.00	1.95	5.81	63.90	17.29
53	62	-5.23	119.46	17.00	1.94	3.24	63.59	5.41
54	63	-5.15	119.43	5.00	1.63	4.48	53.23	12.35
55	64	-5.14	119.43	6.00	1.62	7.58	53.11	35.45
56	65	-5.12	119.41	7.00	1.56	8.44	51.00	45.69
57	66	-5.12	119.43	1.00	1.69	7.23	55.37	30.89
58	68	-5.15	119.45	17.00	0.64	8.52	20.93	113.59
59	69	-5.14	119.41	4.00	1.59	10.99	52.19	75.73
60	70	-5.22	119.47	22.00	4.19	1.14	137.11	0.31
61	73	-5.21	119.47	11.00	3.10	6.24	101.56	12.54
62	74	-5.21	119.46	14.00	2.18	7.93	71.26	28.92
63	75	-5.22	119.48	16.00	5.18	9.01	169.48	15.70
64	77	-5.21	119.50	29.00	5.23	4.91	171.15	4.62
65	78	-5.20	119.48	14.00	3.18	10.68	104.22	35.84
66	79	-5.20	119.48	12.00	1.96	5.09	64.27	13.19
67	80	-5.20	119.47	9.00	1.88	10.86	61.57	62.73
68	81	-5.21	119.48	20.00	4.02	7.85	131.61	15.31
69	82	-5.26	119.52	33.00	0.61	1.57	20.03	4.04
70	84	-5.25	119.51	24.00	5.32	6.99	174.22	9.18
71	85	-5.25	119.51	20.00	4.60	6.94	150.50	10.48
72	86	-5.18	119.44	10.00	3.27	5.44	107.05	9.05
73	87	-5.18	119.45	8.00	2.28	7.97	74.69	27.87
74	88	-5.21	119.45	13.00	1.92	8.39	62.76	36.73
75	89	-5.20	119.44	7.00	3.77	15.64	123.59	64.79
76	90	-5.21	119.44	10.00	3.33	8.14	109.12	19.87
77	91	-5.22	119.44	13.00	3.18	8.26	104.05	21.45
78	92	-5.24	119.43	10.00	2.25	11.91	73.60	63.11
79	93	-5.22	119.47	14.00	3.33	9.24	109.10	25.62
80	95	-5.22	119.47	15.00	1.59	1.54	52.20	1.49
81	96	-5.22	119.47	15.00	9.38	5.34	307.24	3.04
82	97	-5.23	119.48	13.00	2.39	10.16	78.40	43.14
83	98	-5.24	119.49	11.00	3.31	8.83	108.35	23.54
84	99	-5.18	119.43	5.00	2.96	11.00	97.05	40.78
85	100	-5.16	119.44	9.00	3.43	6.28	112.15	11.50
86	101	-5.24	119.49	16.00	4.53	7.53	148.38	12.51
87	106	-5.23	119.42	13.00	1.56	6.74	50.99	29.13
88	107	-5.22	119.44	13.00	3.44	8.66	112.65	21.78
89	108	-5.23	119.55	25.00	0.60	1.92	19.65	6.17
90	109	-5.23	119.54	24.00	1.51	1.26	49.51	1.05
91	110	-5.19	119.43	11.00	2.11	6.70	69.15	21.26
92	111	-5.19	119.44	9.00	4.71	5.35	154.19	6.08
93	112	-5.20	119.44	12.00	3.59	5.58	117.51	8.66

94	113	-5.19	119.41	7.00	1.38	10.46	45.10	79.42
95	115	-5.19	119.39	5.00	1.77	12.18	57.98	83.78
96	116	-5.19	119.39	7.00	1.73	9.54	56.49	52.76
97	117	-5.19	119.40	4.00	1.96	10.85	64.32	59.97
98	118	-5.17	119.51	13.00	1.49	4.87	48.93	15.88
99	124	-5.23	119.48	15.00	1.95	6.55	63.78	22.03
100	13A	-5.18	119.41	5.00	1.59	7.97	52.17	39.86
101	23A	-5.19	119.42	5.00	2.28	10.32	74.67	46.67
102	25A	-5.20	119.42	5.00	2.05	6.27	67.00	19.20
103	26A	-5.20	119.43	5.00	3.08	7.96	100.99	20.57
104	27A	-5.19	119.43	5.00	1.68	6.99	54.90	29.12
105	40A	-5.17	119.44	5.00	1.82	5.62	59.48	17.37
106	47A	-5.20	119.45	5.00	6.19	6.55	202.71	6.92
107	50A	-5.17	119.44	5.00	2.95	10.57	96.60	37.84
108	54A	-5.18	119.46	5.00	1.64	8.51	53.58	44.29
109	56A	-5.17	119.46	5.00	1.59	9.74	52.12	59.61
110	57A	-5.20	119.46	5.00	3.05	5.36	99.80	9.43
111	66A	-5.19	119.47	5.00	1.50	6.75	49.03	30.40
112	98A	-5.12	119.50	5.00	3.52	1.91	115.35	1.03

Tabel 7. Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 1

Lintasan	Long	Lat	Alt	h_HVSR
0	119.39	-5.19	1.49	-39.38
1	119.39	-5.19	1.48	-39.66
2	119.39	-5.19	1.47	-39.93
3	119.39	-5.19	1.46	-40.21
4	119.39	-5.19	1.46	-40.49
5	119.39	-5.19	1.45	-40.77
6	119.39	-5.19	1.44	-41.06
7	119.39	-5.19	1.44	-41.35
8	119.39	-5.19	1.44	-41.53
9	119.39	-5.19	1.43	-41.66
10	119.39	-5.19	1.42	-41.99
11	119.39	-5.19	1.41	-42.33
12	119.39	-5.19	1.40	-42.45
13	119.39	-5.19	1.40	-42.68
14	119.39	-5.19	1.39	-43.05
15	119.39	-5.19	1.38	-43.41
16	119.39	-5.19	1.37	-43.77
17	119.39	-5.19	1.36	-44.13
18	119.39	-5.19	1.36	-44.49
19	119.39	-5.19	1.35	-44.85
20	119.39	-5.19	1.34	-45.01
21	119.39	-5.19	1.33	-45.19
22	119.39	-5.19	1.33	-45.52
23	119.39	-5.19	1.33	-45.85
24	119.39	-5.19	1.32	-46.19
25	119.39	-5.19	1.31	-46.52
26	119.39	-5.19	1.30	-46.85
27	119.39	-5.19	1.29	-47.18
28	119.39	-5.19	1.28	-47.51
29	119.39	-5.19	1.27	-47.84
30	119.39	-5.19	1.27	-48.17
31	119.39	-5.19	1.26	-48.27
32	119.39	-5.19	1.25	-48.49
33	119.39	-5.19	1.24	-48.81
34	119.39	-5.19	1.23	-49.12
35	119.39	-5.19	1.22	-49.44

36	119.39	-5.19	1.21	-49.75
37	119.39	-5.19	1.21	-50.07
38	119.39	-5.19	1.21	-50.39
39	119.39	-5.19	1.20	-50.71
40	119.39	-5.19	1.19	-51.03
41	119.39	-5.19	1.18	-51.34
42	119.39	-5.19	1.17	-51.39
43	119.39	-5.19	1.17	-51.65
44	119.39	-5.19	1.16	-51.96
45	119.39	-5.19	1.15	-52.27
46	119.39	-5.20	1.14	-52.58
47	119.39	-5.20	1.13	-52.89
48	119.39	-5.20	1.13	-53.21
49	119.39	-5.20	1.12	-53.52
50	119.39	-5.20	1.11	-53.83
51	119.39	-5.20	1.10	-54.15
52	119.39	-5.20	1.09	-54.45
53	119.39	-5.20	1.09	-54.46
54	119.39	-5.20	1.09	-54.77
55	119.39	-5.20	1.09	-55.07
56	119.39	-5.20	1.09	-55.38
57	119.39	-5.20	1.09	-55.69
58	119.39	-5.20	1.09	-56.00
59	119.39	-5.20	1.08	-56.31
60	119.39	-5.20	1.08	-56.63
61	119.39	-5.20	1.08	-56.95
62	119.39	-5.20	1.08	-57.27
63	119.39	-5.20	1.08	-57.53
64	119.39	-5.20	1.08	-57.56
65	119.39	-5.20	1.07	-57.73
66	119.39	-5.20	1.07	-57.90
67	119.39	-5.20	1.07	-58.07
68	119.39	-5.20	1.07	-58.24
69	119.39	-5.20	1.07	-58.41
Maximum				-39.93
Minimum				-58.41

Tabel 8. Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 2

Lintasan	Long	Lat	Alt	h_HVSR
0	119.39	-5.19	3.23	-48.27
1	119.39	-5.19	3.23	-48.43
2	119.39	-5.19	3.22	-48.59
3	119.39	-5.19	3.22	-48.74
4	119.39	-5.19	3.21	-48.90
5	119.39	-5.19	3.20	-48.94
6	119.39	-5.19	3.20	-48.99
7	119.39	-5.19	3.19	-49.05
8	119.39	-5.19	3.19	-49.11
9	119.39	-5.19	3.19	-49.17
10	119.39	-5.19	3.18	-49.23
11	119.39	-5.19	3.17	-49.29
12	119.39	-5.19	3.17	-49.35
13	119.39	-5.19	3.16	-49.41
14	119.39	-5.19	3.16	-49.47
15	119.39	-5.19	3.16	-49.53
16	119.39	-5.19	3.15	-49.53
17	119.39	-5.19	3.15	-49.63

18	119.39	-5.19	3.14	-49.74
19	119.39	-5.19	3.14	-49.84
20	119.39	-5.19	3.13	-49.95
21	119.39	-5.19	3.13	-50.05
22	119.39	-5.19	3.12	-50.16
23	119.39	-5.19	3.12	-50.26
24	119.39	-5.19	3.11	-50.37
25	119.39	-5.19	3.11	-50.47
26	119.39	-5.19	3.10	-50.55
27	119.39	-5.19	3.10	-50.59
28	119.39	-5.19	3.09	-50.71
29	119.39	-5.19	3.09	-50.84
30	119.39	-5.19	3.09	-50.96
31	119.39	-5.19	3.09	-51.09
32	119.39	-5.19	3.08	-51.22
33	119.39	-5.19	3.08	-51.34
34	119.39	-5.19	3.08	-51.47
35	119.39	-5.19	3.08	-51.60
36	119.39	-5.19	3.08	-51.73
37	119.39	-5.19	3.07	-51.78
38	119.39	-5.19	3.07	-51.84
39	119.39	-5.19	3.07	-51.96
40	119.39	-5.19	3.07	-52.07
41	119.39	-5.19	3.06	-52.18
42	119.39	-5.19	3.06	-52.29
43	119.39	-5.19	3.06	-52.40
44	119.39	-5.19	3.06	-52.52
45	119.39	-5.19	3.06	-52.63
46	119.39	-5.19	3.06	-52.74
47	119.39	-5.19	3.06	-52.85
48	119.39	-5.19	3.07	-52.87
49	119.39	-5.19	3.83	-53.00
Maximum				-48.27
Minimum				-53.00

Tabel 9. Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 3

Lintasan	Long	Lat	Alt	h_HVSR
0	119.39	-5.19	4.92	-48.36
1	119.39	-5.19	4.90	-48.61
2	119.39	-5.19	4.90	-48.87
3	119.39	-5.19	4.87	-49.12
4	119.40	-5.19	4.85	-49.37
5	119.40	-5.19	4.82	-49.63
6	119.40	-5.19	4.80	-49.81
7	119.40	-5.19	4.77	-49.85
8	119.40	-5.19	4.74	-49.85
9	119.40	-5.19	4.72	-49.90
10	119.40	-5.19	4.69	-49.96
11	119.40	-5.19	4.67	-50.02
12	119.40	-5.19	4.64	-50.09
13	119.40	-5.19	4.61	-50.17
14	119.40	-5.19	4.59	-50.25
15	119.40	-5.19	4.57	-50.35
16	119.40	-5.19	4.56	-50.45
17	119.40	-5.19	4.54	-50.56
18	119.40	-5.19	4.51	-50.68
19	119.40	-5.19	4.49	-50.80
20	119.40	-5.19	4.47	-50.94

21	119.40	-5.19	4.47	-50.94
22	119.40	-5.19	4.44	-51.09
23	119.40	-5.19	4.42	-51.25
24	119.40	-5.19	4.40	-51.41
25	119.40	-5.19	4.37	-51.49
26	119.40	-5.19	4.35	-51.55
27	119.40	-5.19	4.32	-51.68
28	119.40	-5.19	4.30	-51.80
29	119.40	-5.19	4.27	-51.94
30	119.40	-5.19	4.25	-52.08
31	119.40	-5.19	4.22	-52.22
32	119.40	-5.19	4.20	-52.38
33	119.40	-5.19	4.17	-52.53
34	119.40	-5.19	4.15	-52.70
35	119.40	-5.19	4.12	-52.76
36	119.40	-5.19	4.10	-52.88
37	119.40	-5.19	4.07	-53.08
38	119.40	-5.19	4.05	-53.28
39	119.40	-5.19	4.05	-53.49
40	119.40	-5.19	4.05	-53.71
41	119.40	-5.19	4.03	-53.94
42	119.40	-5.19	4.01	-54.17
43	119.40	-5.19	3.99	-54.17
44	119.40	-5.19	3.97	-54.35
45	119.40	-5.19	3.95	-54.54
46	119.40	-5.19	3.93	-54.73
47	119.40	-5.19	3.91	-54.94
48	119.40	-5.19	3.89	-55.15
49	119.40	-5.19	3.88	-55.31
50	119.40	-5.19	3.86	-55.37
51	119.40	-5.19	3.84	-55.60
52	119.40	-5.19	3.82	-55.85
53	119.40	-5.19	3.81	-56.11
54	119.40	-5.19	3.79	-56.39
55	119.40	-5.19	3.77	-56.68
56	119.40	-5.19	3.76	-56.99
57	119.40	-5.19	3.74	-57.32
58	119.40	-5.19	3.74	-57.67
59	119.40	-5.19	3.72	-58.02
60	119.40	-5.19	3.70	-58.24
61	119.40	-5.19	3.68	-58.30
62	119.40	-5.19	3.68	-58.46
63	119.40	-5.19	3.66	-58.61
64	119.40	-5.19	3.66	-58.61
65	119.40	-5.19	3.66	-58.49
66	119.40	-5.19	3.66	-58.37
67	119.40	-5.19	3.65	-58.25
Maximum				-48.36
Minimum				-58.61

Tabel 10. Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 4

Lintasan	Long	Lat	Alt	h_HVSR
0	119.41	-5.19	5.98	-39.86
1	119.41	-5.19	5.96	-39.89
2	119.41	-5.19	5.94	-40.04
3	119.41	-5.19	5.92	-40.53
4	119.41	-5.19	5.90	-41.01

5	119.41	-5.19	5.90	-41.48
6	119.41	-5.19	5.87	-41.95
7	119.41	-5.19	5.85	-42.41
8	119.41	-5.19	5.83	-42.87
9	119.41	-5.19	5.80	-43.32
10	119.41	-5.19	5.78	-43.76
11	119.41	-5.19	5.75	-44.20
12	119.41	-5.19	5.73	-44.63
13	119.41	-5.19	5.71	-44.91
14	119.41	-5.19	5.68	-45.09
15	119.41	-5.19	5.66	-45.59
16	119.41	-5.19	5.64	-46.09
17	119.41	-5.19	5.61	-46.38
18	119.41	-5.19	5.59	-46.61
19	119.40	-5.19	5.56	-47.15
20	119.40	-5.19	5.54	-47.69
21	119.40	-5.19	5.52	-48.22
22	119.40	-5.19	5.52	-48.74
23	119.40	-5.19	5.49	-49.27
24	119.40	-5.19	5.46	-49.79
25	119.40	-5.19	5.43	-50.30
26	119.40	-5.19	5.40	-50.61
27	119.40	-5.19	5.38	-50.82
28	119.40	-5.19	5.35	-51.34
29	119.40	-5.19	5.32	-51.85
30	119.40	-5.19	5.29	-52.38
31	119.40	-5.19	5.27	-52.92
32	119.40	-5.19	5.26	-53.45
33	119.40	-5.19	5.24	-53.99
34	119.40	-5.19	5.21	-54.54
35	119.40	-5.19	5.19	-55.09
36	119.40	-5.19	5.16	-55.65
37	119.40	-5.19	5.14	-56.22
38	119.40	-5.19	5.11	-56.52
39	119.40	-5.19	5.09	-56.69
40	119.40	-5.19	5.08	-57.05
41	119.40	-5.19	5.05	-57.06
42	119.40	-5.19	5.02	-57.29
43	119.40	-5.19	5.02	-57.51
44	119.40	-5.19	4.99	-57.72
45	119.40	-5.19	4.99	-57.93
46	119.40	-5.19	4.96	-58.13
Maximum				-39.86
Minimum				-57.72

Tabel 11. Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 5

Lintasan	Long	Lat	Alt	h_HVSR
0	119.42	-5.19	7.01	-54.72
1	119.42	-5.19	7.03	-54.84
2	119.42	-5.19	7.03	-54.93
3	119.42	-5.19	7.05	-54.97
4	119.42	-5.19	7.06	-55.11
5	119.42	-5.19	7.08	-55.25
6	119.42	-5.19	7.09	-55.31
7	119.42	-5.19	7.11	-55.39
8	119.42	-5.19	7.12	-55.55
9	119.42	-5.19	7.13	-55.70

10	119.42	-5.19	7.15	-55.84
11	119.42	-5.20	7.16	-55.98
12	119.42	-5.20	7.17	-56.10
13	119.42	-5.20	7.18	-56.22
14	119.42	-5.20	7.19	-56.33
15	119.42	-5.20	7.20	-56.43
16	119.42	-5.20	7.21	-56.53
17	119.42	-5.20	7.22	-56.61
18	119.42	-5.20	7.22	-56.69
19	119.42	-5.20	7.23	-56.72
20	119.42	-5.20	7.24	-56.77
21	119.42	-5.20	7.24	-56.81
22	119.42	-5.20	7.24	-56.87
23	119.42	-5.20	7.25	-56.96
24	119.42	-5.20	7.26	-57.05
25	119.42	-5.20	7.27	-57.12
26	119.42	-5.20	7.28	-57.19
27	119.42	-5.20	7.29	-57.25
28	119.42	-5.20	7.29	-57.31
29	119.42	-5.20	7.29	-57.35
30	119.42	-5.20	7.29	-57.39
31	119.42	-5.20	7.29	-57.42
32	119.42	-5.20	7.28	-57.44
33	119.42	-5.20	7.27	-57.45
34	119.42	-5.20	7.26	-57.46
35	119.42	-5.20	7.25	-57.46
36	119.42	-5.20	7.24	-57.48
37	119.42	-5.20	7.22	-57.48
38	119.42	-5.20	7.20	-57.58
39	119.42	-5.20	7.18	-57.67
40	119.42	-5.20	7.17	-57.73
41	119.42	-5.20	7.18	-57.78
42	119.42	-5.20	7.20	-57.81
43	119.42	-5.20	7.22	-57.82
44	119.42	-5.20	7.23	-57.82
45	119.42	-5.20	7.27	-57.79
46	119.42	-5.20	7.32	-57.75
47	119.42	-5.20	7.38	-57.69
48	119.42	-5.20	7.43	-57.61
49	119.42	-5.20	7.43	-57.51
Maximum				-54.72
Minimum				-57.82

Tabel 12. Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 6

Lintasan	Long	Lat	Alt	h_HVSR
1	119.43	-5.19	8.39	-58.26
2	119.43	-5.19	8.41	-57.97
3	119.43	-5.19	8.43	-57.69
4	119.43	-5.19	8.45	-57.40
5	119.43	-5.19	8.46	-57.10
6	119.43	-5.19	8.47	-56.81
7	119.43	-5.19	8.49	-56.52
8	119.43	-5.19	8.51	-56.23
9	119.43	-5.19	8.53	-55.94
10	119.43	-5.19	8.55	-55.82
11	119.43	-5.19	8.57	-55.80
12	119.43	-5.19	8.59	-55.75

13	119.43	-5.19	8.61	-55.66
14	119.43	-5.19	8.63	-55.58
15	119.43	-5.19	8.64	-55.50
16	119.43	-5.19	8.66	-55.42
17	119.43	-5.19	8.68	-55.35
18	119.43	-5.19	8.71	-55.28
19	119.43	-5.19	8.73	-55.21
20	119.43	-5.19	8.75	-55.15
21	119.43	-5.19	8.78	-55.10
22	119.43	-5.19	8.80	-55.04
23	119.43	-5.19	8.83	-54.99
24	119.43	-5.19	8.85	-54.96
25	119.43	-5.19	8.88	-55.04
26	119.43	-5.19	8.90	-55.30
27	119.43	-5.19	8.93	-55.57
28	119.43	-5.19	8.95	-55.86
29	119.43	-5.19	8.98	-55.92
30	119.43	-5.19	8.99	-56.24
31	119.43	-5.19	9.00	-56.65
32	119.43	-5.19	9.03	-57.08
33	119.43	-5.19	9.05	-57.52
34	119.43	-5.19	9.06	-57.98
35	119.43	-5.19	9.07	-58.45
36	119.43	-5.19	9.10	-58.94
37	119.43	-5.19	9.12	-59.44
38	119.43	-5.19	9.15	-59.88
39	119.43	-5.19	9.17	-59.97
40	119.43	-5.19	9.20	-60.62
41	119.43	-5.19	9.22	-61.27
42	119.43	-5.19	9.25	-61.90
43	119.43	-5.20	9.28	-62.53
44	119.43	-5.20	9.30	-63.15
45	119.43	-5.20	9.33	-63.75
46	119.43	-5.20	9.35	-64.35
47	119.43	-5.20	9.38	-64.37
48	119.43	-5.20	9.38	-65.38
49	119.43	-5.20	9.41	-66.42
50	119.43	-5.20	9.41	-67.47
51	119.43	-5.20	9.43	-68.53
Maximum				-54.96
Minimum				-66.42

Tabel 13. Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 7

Lintasan	Long	Lat	Alt	h_HVSR
1	119.44	-5.19	9.93	-49.28
2	119.44	-5.19	9.96	-49.53
3	119.44	-5.19	9.99	-49.76
4	119.44	-5.19	10.02	-49.95
5	119.44	-5.19	10.05	-50.12
6	119.44	-5.19	10.08	-50.26
7	119.44	-5.19	10.08	-50.27
8	119.44	-5.19	10.10	-51.08
9	119.44	-5.19	10.12	-51.93
10	119.44	-5.19	10.14	-52.71
11	119.44	-5.19	10.17	-53.44
12	119.44	-5.19	10.20	-54.12
13	119.44	-5.19	10.22	-54.73

14	119.44	-5.19	10.25	-55.29
15	119.44	-5.19	10.29	-55.79
16	119.44	-5.19	10.32	-56.24
17	119.44	-5.19	10.35	-56.63
18	119.44	-5.19	10.39	-56.95
19	119.44	-5.19	10.42	-57.05
20	119.44	-5.19	10.46	-57.16
21	119.44	-5.19	10.50	-57.36
22	119.44	-5.19	10.54	-57.92
23	119.44	-5.19	10.56	-58.44
24	119.44	-5.19	10.56	-58.93
25	119.44	-5.19	10.57	-59.38
26	119.44	-5.19	10.60	-59.80
27	119.44	-5.19	10.62	-60.18
28	119.44	-5.19	10.65	-60.52
29	119.44	-5.19	10.68	-60.83
30	119.44	-5.19	10.72	-61.11
31	119.44	-5.19	10.75	-61.35
32	119.44	-5.19	10.79	-61.46
33	119.44	-5.19	10.82	-61.57
34	119.44	-5.19	10.86	-61.81
35	119.44	-5.19	10.91	-62.04
36	119.44	-5.19	10.95	-62.25
37	119.44	-5.19	11.00	-62.44
38	119.44	-5.19	11.04	-62.63
39	119.44	-5.19	11.09	-62.80
40	119.44	-5.19	11.14	-62.97
41	119.44	-5.19	11.14	-63.06
42	119.44	-5.19	11.17	-63.20
43	119.44	-5.19	11.20	-63.58
44	119.44	-5.19	11.24	-63.95
45	119.43	-5.19	11.27	-64.25
46	119.43	-5.19	11.31	-64.35
47	119.43	-5.19	11.36	-64.82
48	119.43	-5.19	11.40	-65.29
49	119.43	-5.19	11.45	-65.75
50	119.43	-5.20	11.51	-66.21
51	119.43	-5.20	11.56	-66.65
52	119.43	-5.20	11.59	-67.09
53	119.43	-5.20	11.59	-67.52
54	119.43	-5.20	11.58	-67.95
55	119.43	-5.20	11.58	-68.36
56	119.43	-5.20	11.58	-68.77
Maximum				-49.28
Minimum				-68.36

Tabel 14. Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 8

Lintasan	Long	Lat	Alt	h_HVSR
1	119.44	-5.19	9.87	-135.43
2	119.44	-5.19	9.89	-133.93
3	119.44	-5.19	9.90	-132.42
4	119.44	-5.19	9.92	-130.91
5	119.44	-5.19	9.94	-129.39
6	119.44	-5.19	9.95	-127.84
7	119.44	-5.19	9.97	-126.29
8	119.44	-5.19	9.99	-124.74
9	119.44	-5.19	10.00	-124.37

10	119.44	-5.19	10.02	-122.94
11	119.44	-5.19	10.03	-121.09
12	119.44	-5.19	10.05	-119.24
13	119.44	-5.19	10.06	-118.53
14	119.44	-5.19	10.06	-117.22
15	119.44	-5.19	10.09	-115.15
16	119.44	-5.19	10.11	-113.10
17	119.44	-5.19	10.14	-111.09
18	119.44	-5.19	10.16	-109.10
19	119.44	-5.19	10.18	-107.16
20	119.44	-5.19	10.21	-105.25
21	119.44	-5.19	10.23	-105.06
22	119.44	-5.19	10.26	-103.65
23	119.44	-5.19	10.28	-102.11
24	119.44	-5.19	10.30	-100.59
25	119.44	-5.19	10.33	-99.09
26	119.44	-5.19	10.35	-97.60
27	119.44	-5.19	10.37	-96.14
28	119.44	-5.19	10.38	-94.69
29	119.44	-5.19	10.40	-93.26
30	119.44	-5.20	10.44	-91.86
31	119.44	-5.20	10.48	-90.53
32	119.44	-5.20	10.51	-90.49
33	119.44	-5.20	10.55	-89.37
34	119.44	-5.20	10.59	-88.28
35	119.44	-5.20	10.63	-87.20
36	119.44	-5.20	10.66	-86.12
37	119.44	-5.20	10.70	-85.06
38	119.44	-5.20	10.74	-84.01
39	119.44	-5.20	10.78	-82.97
40	119.44	-5.20	10.82	-81.94
41	119.44	-5.20	10.86	-80.92
42	119.44	-5.20	10.89	-80.09
43	119.44	-5.20	10.90	-79.95
44	119.44	-5.20	10.95	-79.12
45	119.44	-5.20	11.00	-78.30
46	119.44	-5.20	11.05	-77.49
47	119.44	-5.20	11.11	-76.67
48	119.44	-5.20	11.16	-75.86
49	119.44	-5.20	11.22	-75.05
50	119.44	-5.20	11.27	-74.24
51	119.44	-5.20	11.33	-73.43
52	119.44	-5.20	11.39	-72.63
53	119.44	-5.20	11.46	-72.07
54	119.44	-5.20	11.52	-71.94
55	119.43	-5.20	11.58	-71.51
56	119.43	-5.20	11.65	-71.08
57	119.43	-5.20	11.67	-70.64
58	119.43	-5.20	11.67	-70.20
59	119.43	-5.20	11.63	-69.76
60	119.43	-5.20	11.63	-69.31
Maximum				-70.20
Minimum				-135.43

Tabel 15. Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 9

Lintasan	Long	Lat	Alt	h_HVSR
1	119.44	-5.20	9.79	-109.59
2	119.44	-5.20	9.81	-108.22

3	119.44	-5.20	9.82	-106.85
4	119.44	-5.20	9.83	-105.48
5	119.44	-5.20	9.85	-104.08
6	119.44	-5.20	9.87	-104.07
7	119.44	-5.20	9.88	-103.11
8	119.44	-5.20	9.90	-102.14
9	119.44	-5.20	9.92	-101.17
10	119.44	-5.20	9.93	-100.21
11	119.44	-5.20	9.95	-99.28
12	119.44	-5.20	9.97	-99.26
13	119.44	-5.20	9.99	-98.65
14	119.44	-5.20	10.00	-98.04
15	119.44	-5.20	10.02	-97.43
16	119.44	-5.20	10.03	-96.81
17	119.44	-5.20	10.05	-96.19
18	119.44	-5.20	10.06	-95.71
19	119.44	-5.20	10.06	-95.59
20	119.44	-5.20	10.08	-95.04
21	119.44	-5.20	10.09	-94.51
22	119.44	-5.20	10.10	-93.99
23	119.44	-5.20	10.11	-93.48
24	119.44	-5.20	10.11	-92.98
Maximum				-93.48
Minimum				-109.59

Tabel 16. Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 10

Lintasan	Long	Lat	Alt	h_HVSR
1	119.45	-5.20	9.96	-107.05
2	119.45	-5.20	9.92	-105.54
3	119.45	-5.20	9.88	-104.06
4	119.45	-5.20	9.84	-103.02
5	119.45	-5.20	9.81	-102.72
6	119.45	-5.20	9.77	-101.72
7	119.45	-5.20	9.73	-100.72
8	119.45	-5.20	9.69	-99.74
9	119.44	-5.20	9.64	-98.77
10	119.44	-5.20	9.60	-97.81
11	119.44	-5.20	9.56	-96.87
12	119.44	-5.20	9.52	-95.94
13	119.44	-5.20	9.48	-95.02
14	119.44	-5.20	9.43	-94.11
15	119.44	-5.20	9.41	-93.53
16	119.44	-5.20	9.39	-93.46
17	119.44	-5.20	9.36	-93.27
18	119.44	-5.20	9.36	-93.09
19	119.44	-5.20	9.33	-92.92
20	119.44	-5.20	9.29	-92.75
Maximum				-92.92
Minimum				-107.05

Tabel 17. Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 11

Lintasan	Long	Lat	Alt	h_HVSR
1	119.45	-5.21	12.30	-66.11
2	119.45	-5.21	12.28	-65.96

3	119.45	-5.21	12.26	-65.80
4	119.45	-5.21	12.24	-65.64
5	119.45	-5.21	12.23	-65.47
6	119.45	-5.21	12.21	-65.30
7	119.45	-5.21	12.20	-65.12
8	119.45	-5.21	12.19	-64.96
9	119.45	-5.21	12.20	-64.91
10	119.45	-5.21	12.21	-64.55
11	119.45	-5.21	12.23	-64.19
12	119.45	-5.21	12.25	-63.82
13	119.45	-5.21	12.27	-63.46
14	119.45	-5.21	12.29	-63.09
15	119.45	-5.21	12.31	-62.72
16	119.45	-5.21	12.33	-62.35
17	119.45	-5.21	12.35	-61.97
18	119.45	-5.21	12.37	-61.59
19	119.45	-5.21	12.39	-61.39
20	119.45	-5.21	12.42	-61.13
21	119.45	-5.21	12.44	-60.58
22	119.45	-5.21	12.46	-60.03
23	119.45	-5.21	12.46	-59.48
24	119.45	-5.21	12.47	-58.92
25	119.45	-5.21	12.49	-58.37
26	119.45	-5.21	12.50	-57.81
27	119.45	-5.21	12.51	-57.25
28	119.45	-5.21	12.53	-56.69
29	119.45	-5.21	12.54	-56.12
30	119.45	-5.21	12.56	-56.01
31	119.45	-5.21	12.58	-55.75
32	119.45	-5.21	12.59	-55.42
33	119.45	-5.21	12.61	-55.08
34	119.45	-5.21	12.62	-54.75
35	119.45	-5.21	12.64	-54.41
36	119.45	-5.21	12.66	-54.07
37	119.45	-5.21	12.66	-53.72
38	119.45	-5.21	12.60	-53.37
Maximum				-53.37
Minimum				-66.11

Tabel 18. Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 12

Lintasan	Long	Lat	Alt	h_HVSR
1	119.45	-5.21	11.19	-71.32
2	119.45	-5.21	11.19	-71.22
3	119.45	-5.21	11.19	-71.08
4	119.45	-5.21	11.20	-70.91
5	119.45	-5.21	11.20	-70.71
6	119.45	-5.21	11.20	-70.47
7	119.45	-5.21	11.20	-70.20
8	119.45	-5.21	11.20	-69.90
9	119.45	-5.21	11.20	-69.56
10	119.45	-5.21	11.20	-69.19
11	119.45	-5.21	11.20	-69.17
12	119.45	-5.21	11.20	-68.83
13	119.45	-5.21	11.20	-68.49
Maximum				-71.32
Minimum				-68.83

Tabel 19. Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 13

Lintasan	Long	Lat	Alt	h_HVSR
1	119.46	-5.21	11.57	-92.35
2	119.46	-5.21	11.55	-91.02
3	119.46	-5.21	11.53	-89.69
4	119.46	-5.21	11.51	-88.35
5	119.46	-5.21	11.49	-87.01
6	119.46	-5.21	11.47	-85.66
7	119.45	-5.21	11.45	-84.31
8	119.45	-5.21	11.43	-82.95
9	119.45	-5.21	11.41	-81.59
10	119.45	-5.21	11.41	-80.35
11	119.45	-5.21	11.39	-80.23
12	119.45	-5.21	11.37	-79.01
13	119.45	-5.21	11.35	-77.78
14	119.45	-5.21	11.33	-76.55
15	119.45	-5.21	11.31	-75.31
16	119.45	-5.21	11.29	-74.07
17	119.45	-5.21	11.27	-72.83
18	119.45	-5.21	11.25	-71.58
19	119.45	-5.21	11.24	-70.33
20	119.45	-5.21	11.22	-69.08
Maximum				-69.08
Minimum				-92.35

Tabel 20. Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 14

Lintasan	Long	Lat	Alt	h_HVSR
1	119.46	-5.22	10.28	-76.79
2	119.46	-5.22	10.42	-73.12
3	119.46	-5.22	10.55	-69.47
4	119.46	-5.22	10.68	-65.82
5	119.46	-5.22	10.81	-65.08
6	119.46	-5.22	10.95	-64.98
7	119.46	-5.22	11.08	-64.84
8	119.46	-5.22	11.21	-64.70
9	119.46	-5.22	11.35	-64.56
10	119.46	-5.22	11.48	-64.42
11	119.46	-5.22	11.61	-64.29
12	119.46	-5.22	11.74	-64.15
13	119.46	-5.22	11.81	-64.03
14	119.46	-5.22	11.87	-63.90
15	119.46	-5.22	11.99	-63.79
16	119.46	-5.22	12.11	-63.78
17	119.46	-5.22	12.23	-63.72
18	119.46	-5.22	12.35	-63.68
19	119.46	-5.22	12.46	-63.67
20	119.46	-5.22	12.46	-63.64
21	119.46	-5.22	12.58	-63.60
22	119.46	-5.22	12.58	-63.56
23	119.46	-5.22	12.70	-63.52
Maximum				-63.60
Minimum				-76.79

Tabel 21. Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 15

Lintasan	Long	Lat	Alt	h_HVSR
1	119.47	-5.22	14.94	-257.84
2	119.47	-5.22	14.87	-259.09
3	119.47	-5.22	14.82	-257.75
4	119.47	-5.22	14.76	-249.57
5	119.47	-5.22	14.72	-241.67
6	119.47	-5.22	14.68	-234.10
7	119.47	-5.22	14.65	-226.81
8	119.47	-5.22	14.62	-219.81
9	119.47	-5.22	14.60	-213.14
10	119.47	-5.22	14.59	-206.78
11	119.47	-5.22	14.58	-200.72
12	119.47	-5.22	14.58	-194.98
13	119.47	-5.22	14.58	-189.53
14	119.47	-5.22	14.59	-187.31
15	119.47	-5.22	14.60	-184.82
16	119.47	-5.22	14.60	-180.51
17	119.47	-5.22	14.57	-176.23
18	119.47	-5.22	14.44	-171.99
19	119.47	-5.22	14.31	-167.78
20	119.46	-5.22	14.18	-163.60
21	119.46	-5.22	14.05	-159.46
22	119.46	-5.22	13.91	-155.33
Maximum				-155.33
Minimum				-259.09

Tabel 22. Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 16

Lintasan	Long	Lat	Alt	h_HVSR
1	119.47	-5.22	15.79	-71.30
2	119.47	-5.22	15.73	-79.58
3	119.47	-5.22	15.66	-87.56
4	119.47	-5.22	15.61	-95.16
5	119.47	-5.22	15.55	-102.46
6	119.47	-5.22	15.50	-109.42
7	119.47	-5.22	15.45	-116.00
8	119.47	-5.22	15.40	-122.28
9	119.47	-5.22	15.35	-128.16
10	119.47	-5.22	15.31	-131.11
11	119.47	-5.22	15.27	-134.00
12	119.47	-5.22	15.24	-139.61
13	119.47	-5.22	15.20	-144.69
14	119.47	-5.22	15.18	-149.28
15	119.47	-5.22	15.16	-153.31
16	119.47	-5.22	15.08	-156.91
17	119.47	-5.22	15.01	-159.93
18	119.47	-5.22	14.94	-160.15
19	119.47	-5.22	14.89	-163.58
20	119.47	-5.22	14.84	-167.01
21	119.47	-5.22	14.80	-170.11
22	119.47	-5.22	14.79	-172.98
23	119.47	-5.22	14.76	-174.59
24	119.47	-5.22	14.72	-173.73
25	119.47	-5.22	14.68	-171.47
26	119.47	-5.22	14.64	-169.27
27	119.47	-5.22	14.60	-167.08

28	119.47	-5.22	14.56	-164.95
29	119.47	-5.22	14.51	-162.84
30	119.47	-5.22	14.47	-160.77
31	119.47	-5.22	14.43	-158.77
32	119.47	-5.22	14.40	-156.77
33	119.47	-5.22	14.18	-154.85
34	119.46	-5.22	13.96	-152.93
Maximum				-71.30
Minimum				-174.59

Tabel 23. Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 17

Lintasan	Long	Lat	Alt	h_HVSR
1	119.48	-5.23	14.27	-51.90
2	119.48	-5.23	14.27	-51.72
3	119.48	-5.23	14.27	-51.54
4	119.48	-5.23	14.27	-51.35
5	119.48	-5.23	14.26	-51.15
6	119.48	-5.23	14.26	-50.95
7	119.48	-5.23	14.26	-50.73
8	119.48	-5.23	14.26	-50.51
9	119.48	-5.23	14.25	-50.28
10	119.48	-5.23	14.25	-50.04
11	119.48	-5.23	14.25	-49.89
12	119.48	-5.23	14.25	-49.87
13	119.48	-5.23	14.26	-49.82
14	119.48	-5.23	14.26	-49.76
15	119.48	-5.23	14.27	-49.69
16	119.48	-5.23	14.27	-49.62
17	119.48	-5.23	14.28	-49.54
18	119.48	-5.23	14.28	-49.46
19	119.48	-5.22	14.28	-49.37
20	119.48	-5.22	14.29	-49.27
21	119.48	-5.22	14.29	-49.17
22	119.48	-5.22	14.30	-49.13
23	119.48	-5.22	14.30	-49.16
24	119.47	-5.22	14.31	-49.20
25	119.47	-5.22	14.31	-49.23
26	119.47	-5.22	14.31	-49.25
27	119.47	-5.22	14.32	-49.27
28	119.47	-5.22	14.33	-49.27
29	119.47	-5.22	14.34	-49.27
30	119.47	-5.22	14.36	-49.26
31	119.47	-5.22	14.37	-49.24
32	119.47	-5.22	14.38	-49.22
33	119.47	-5.22	14.39	-49.22
34	119.47	-5.22	14.40	-49.66
35	119.47	-5.22	14.41	-50.11
36	119.47	-5.22	14.43	-50.55
37	119.47	-5.22	14.44	-50.99
38	119.47	-5.22	14.45	-51.42
39	119.47	-5.22	14.46	-51.84
40	119.47	-5.22	14.47	-52.25
41	119.47	-5.22	14.47	-52.66
42	119.47	-5.22	14.48	-53.07
43	119.47	-5.22	14.49	-53.35
44	119.47	-5.22	14.50	-53.80
45	119.47	-5.22	14.51	-55.45
46	119.47	-5.22	14.52	-57.11

47	119.47	-5.22	14.53	-58.78
48	119.47	-5.22	14.54	-60.46
49	119.47	-5.22	14.55	-62.14
50	119.47	-5.22	14.56	-63.83
51	119.47	-5.22	14.57	-65.53
52	119.47	-5.22	14.58	-67.24
53	119.47	-5.22	14.59	-68.95
54	119.47	-5.22	14.60	-69.70
55	119.47	-5.22	14.60	-71.61
56	119.47	-5.22	14.61	-75.05
57	119.47	-5.22	14.63	-78.50
58	119.47	-5.22	14.64	-81.98
59	119.47	-5.22	14.65	-85.50
60	119.47	-5.22	14.66	-89.07
61	119.47	-5.22	14.68	-92.66
62	119.47	-5.22	14.69	-96.29
63	119.47	-5.22	14.70	-99.94
64	119.47	-5.22	14.72	-103.66
65	119.47	-5.22	14.73	-104.16
66	119.47	-5.22	14.74	-107.14
67	119.47	-5.22	14.76	-110.62
68	119.47	-5.22	14.77	-111.76
69	119.47	-5.22	14.76	-114.20
70	119.47	-5.22	14.73	-117.87
71	119.47	-5.22	14.70	-121.62
72	119.47	-5.22	14.66	-125.41
73	119.47	-5.22	14.63	-129.30
74	119.47	-5.22	14.60	-133.29
75	119.47	-5.22	14.57	-137.30
76	119.47	-5.22	14.54	-140.76
77	119.47	-5.22	14.51	-140.94
78	119.47	-5.22	14.48	-142.06
79	119.47	-5.22	14.45	-143.19
80	119.47	-5.22	14.42	-144.32
81	119.47	-5.22	14.39	-145.41
82	119.47	-5.22	14.36	-146.51
83	119.47	-5.22	14.36	-147.59
84	119.47	-5.22	14.36	-148.67
85	119.47	-5.22	14.14	-149.75
86	119.46	-5.22	13.92	-150.79
Maximum				-49.13
Minimum				-149.75

Tabel 24. Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 18

Lintasan	Long	Lat	Alt	h_HVSR
1	119.48	-5.23	14.27	-51.88
2	119.48	-5.23	14.27	-50.67
3	119.48	-5.23	14.27	-49.45
4	119.48	-5.23	14.26	-49.39
5	119.48	-5.23	14.26	-49.35
6	119.48	-5.23	14.26	-49.32
7	119.48	-5.23	14.26	-49.32
8	119.48	-5.23	14.26	-49.32
9	119.48	-5.23	14.26	-49.42
10	119.48	-5.23	14.26	-49.56
11	119.48	-5.23	14.26	-49.69
12	119.48	-5.23	14.26	-49.82

13	119.48	-5.23	14.26	-49.94
14	119.48	-5.23	14.27	-50.05
15	119.48	-5.23	14.28	-50.14
16	119.48	-5.23	14.28	-50.15
17	119.48	-5.23	14.29	-50.25
18	119.48	-5.23	14.30	-50.34
19	119.48	-5.23	14.31	-50.42
20	119.48	-5.23	14.32	-50.51
21	119.48	-5.23	14.33	-50.60
22	119.48	-5.23	14.34	-50.69
23	119.48	-5.23	14.35	-50.78
24	119.48	-5.23	14.36	-50.87
25	119.48	-5.23	14.37	-50.96
26	119.48	-5.23	14.38	-51.01
27	119.48	-5.23	14.39	-51.03
28	119.48	-5.23	14.40	-51.09
29	119.48	-5.23	14.42	-51.15
30	119.48	-5.23	14.45	-51.21
31	119.48	-5.23	14.47	-51.27
32	119.48	-5.23	14.50	-51.33
33	119.48	-5.23	14.52	-51.39
34	119.48	-5.23	14.55	-51.46
35	119.48	-5.23	14.57	-51.52
36	119.48	-5.23	14.60	-51.59
37	119.48	-5.23	14.63	-51.61
38	119.48	-5.23	14.66	-51.65
39	119.48	-5.23	14.69	-51.70
40	119.48	-5.23	14.71	-51.76
41	119.48	-5.23	14.74	-51.82
42	119.48	-5.23	14.75	-51.88
43	119.48	-5.23	14.79	-51.93
44	119.48	-5.23	14.84	-51.99
45	119.48	-5.23	14.89	-52.06
46	119.48	-5.23	14.94	-52.12
47	119.48	-5.23	14.99	-52.18
48	119.48	-5.23	15.04	-52.19
49	119.48	-5.23	15.09	-52.26
50	119.48	-5.23	15.15	-52.35
51	119.48	-5.23	15.20	-52.44
52	119.48	-5.23	15.26	-52.53
53	119.48	-5.23	15.31	-52.61
54	119.48	-5.23	15.37	-52.70
55	119.48	-5.23	15.42	-52.79
56	119.48	-5.23	15.46	-52.87
57	119.48	-5.23	15.47	-52.96
58	119.48	-5.23	15.50	-53.04
59	119.48	-5.23	15.53	-53.05
60	119.48	-5.23	15.50	-53.16
61	119.48	-5.24	15.53	-53.27
62	119.48	-5.24	15.56	-53.38
63	119.48	-5.24	15.56	-53.49
64	119.48	-5.24	15.58	-53.60
65	119.48	-5.24	15.61	-53.71
Maximum				-49.32
Minimum				-53.38

Tabel 25. Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 19

Lintasan	Long	Lat	Alt	h_HVSR
1	119.48	-5.23	13.14	-65.72
2	119.48	-5.23	13.19	-65.11
3	119.48	-5.23	13.20	-64.51
4	119.48	-5.23	13.29	-63.92
5	119.48	-5.23	13.37	-63.34
6	119.48	-5.23	13.46	-62.98
7	119.48	-5.23	13.55	-62.81
8	119.48	-5.23	13.65	-62.33
9	119.48	-5.23	13.73	-61.85
10	119.48	-5.23	13.74	-61.36
11	119.48	-5.23	13.84	-60.86
12	119.48	-5.23	13.94	-60.55
13	119.48	-5.23	14.05	-60.40
14	119.48	-5.23	14.15	-60.01
15	119.48	-5.24	14.25	-59.61
16	119.48	-5.24	14.35	-59.22
17	119.48	-5.24	14.45	-58.81
18	119.48	-5.24	14.53	-58.40
19	119.48	-5.24	14.55	-57.99
20	119.48	-5.24	14.64	-57.57
21	119.48	-5.24	14.72	-57.14
22	119.48	-5.24	14.81	-56.71
23	119.48	-5.24	14.89	-56.40
24	119.48	-5.24	14.98	-56.31
25	119.48	-5.24	15.06	-56.00
26	119.48	-5.24	15.15	-55.68
27	119.48	-5.24	15.23	-55.36
28	119.48	-5.24	15.32	-55.03
29	119.48	-5.24	15.41	-54.70
30	119.48	-5.24	15.49	-54.37
31	119.48	-5.24	15.58	-54.04
Maximum				-54.04
Minimum				-65.72

Tabel 26. Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 20

Lintasan	Long	Lat	Alt	h_HVSR
1	119.49	-5.24	11.66	-94.77
2	119.49	-5.24	11.68	-93.55
3	119.49	-5.24	11.70	-92.31
4	119.49	-5.24	11.71	-91.08
5	119.48	-5.24	11.73	-89.84
6	119.48	-5.24	11.76	-88.60
7	119.48	-5.24	11.80	-87.35
8	119.48	-5.24	11.84	-86.10
9	119.48	-5.24	11.87	-84.85
10	119.48	-5.24	11.89	-83.60
11	119.48	-5.24	11.94	-82.70
12	119.48	-5.24	12.05	-82.37
13	119.48	-5.24	12.16	-81.21
14	119.48	-5.24	12.26	-80.06
15	119.48	-5.24	12.36	-78.90
16	119.48	-5.24	12.46	-77.74
17	119.48	-5.24	12.57	-76.57

18	119.48	-5.24	12.67	-75.40
19	119.48	-5.24	12.77	-74.23
20	119.48	-5.24	12.87	-73.06
21	119.48	-5.24	12.96	-71.88
22	119.48	-5.24	13.06	-71.32
23	119.48	-5.24	13.16	-70.87
24	119.48	-5.24	13.24	-70.02
25	119.48	-5.24	13.26	-69.16
26	119.48	-5.24	13.36	-68.31
27	119.48	-5.24	13.46	-67.45
28	119.48	-5.24	13.57	-66.60
29	119.48	-5.24	13.67	-65.75
30	119.48	-5.24	13.77	-64.91
31	119.48	-5.24	13.88	-64.06
32	119.48	-5.24	13.98	-63.21
33	119.48	-5.24	14.08	-63.01
34	119.48	-5.24	14.18	-62.98
35	119.48	-5.24	14.29	-62.55
36	119.48	-5.24	14.39	-61.94
37	119.48	-5.24	14.49	-61.33
38	119.48	-5.24	14.59	-60.73
39	119.48	-5.24	14.62	-60.13
40	119.48	-5.24	14.68	-59.53
41	119.48	-5.24	14.76	-58.94
42	119.48	-5.24	14.84	-58.35
43	119.48	-5.24	14.93	-57.76
44	119.48	-5.24	15.01	-57.17
45	119.48	-5.24	15.09	-57.16
46	119.48	-5.24	15.17	-56.73
47	119.48	-5.24	15.25	-56.29
48	119.48	-5.24	15.25	-55.85
49	119.48	-5.24	15.33	-55.41
50	119.48	-5.24	15.42	-54.98
51	119.48	-5.24	15.50	-54.55
52	119.48	-5.24	15.58	-54.12
Maximum				-54.12
Minimum				-94.77

Tabel 27. Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 21

Lintasan	Long	Lat	Alt	h_HVSR
1	119.49	-5.24	15.64	-130.48
2	119.49	-5.24	15.57	-129.93
3	119.49	-5.24	15.51	-129.38
4	119.49	-5.24	15.50	-128.82
5	119.49	-5.24	15.44	-128.26
6	119.49	-5.24	15.43	-127.69
7	119.49	-5.24	15.36	-127.13
8	119.49	-5.24	15.30	-126.56
9	119.49	-5.24	15.23	-125.99
10	119.49	-5.24	15.16	-125.96
11	119.49	-5.24	15.09	-125.33
12	119.49	-5.24	15.02	-125.19
13	119.49	-5.24	14.95	-124.61
14	119.49	-5.24	14.88	-123.87
15	119.49	-5.24	14.81	-123.13
16	119.49	-5.24	14.74	-122.41
17	119.49	-5.24	14.66	-121.68
18	119.49	-5.24	14.59	-120.97

19	119.49	-5.24	14.51	-120.26
20	119.49	-5.24	14.51	-119.56
21	119.49	-5.24	14.44	-118.86
22	119.49	-5.24	14.37	-118.17
23	119.49	-5.24	14.30	-117.82
24	119.49	-5.24	14.23	-117.46
25	119.49	-5.24	14.15	-116.74
26	119.49	-5.24	14.08	-116.03
27	119.49	-5.24	14.00	-115.32
28	119.49	-5.24	13.92	-114.61
29	119.49	-5.24	13.85	-113.90
30	119.49	-5.24	13.77	-113.20
31	119.49	-5.24	13.69	-112.51
32	119.49	-5.24	13.60	-111.81
33	119.49	-5.24	13.52	-111.12
34	119.49	-5.24	13.44	-110.57
35	119.49	-5.24	13.43	-110.42
36	119.49	-5.24	13.37	-109.70
37	119.49	-5.24	13.30	-108.98
38	119.49	-5.24	13.23	-108.26
39	119.49	-5.24	13.16	-107.55
40	119.49	-5.24	13.09	-106.83
41	119.49	-5.24	13.02	-106.19
42	119.49	-5.24	12.94	-106.12
43	119.49	-5.24	12.87	-105.38
44	119.49	-5.24	12.79	-104.65
45	119.49	-5.24	12.72	-103.92
46	119.49	-5.24	12.64	-103.20
47	119.49	-5.24	12.63	-103.14
48	119.49	-5.24	12.56	-102.40
49	119.49	-5.24	12.49	-101.60
50	119.49	-5.24	12.41	-100.81
51	119.49	-5.24	12.40	-100.01
52	119.49	-5.24	12.39	-99.22
53	119.49	-5.24	12.39	-98.43
54	119.49	-5.24	12.38	-97.64
55	119.49	-5.24	12.38	-96.86
56	119.49	-5.24	12.37	-96.08
57	119.49	-5.24	12.37	-95.30
58	119.49	-5.24	12.36	-95.01
59	119.49	-5.24	12.36	-94.40
60	119.49	-5.24	12.36	-93.41
61	119.49	-5.24	12.36	-92.42
62	119.49	-5.24	12.36	-91.41
63	119.48	-5.24	12.36	-90.40
64	119.48	-5.24	12.36	-89.37
65	119.48	-5.24	12.36	-88.33
66	119.48	-5.24	12.36	-87.28
67	119.48	-5.24	12.40	-86.22
68	119.48	-5.24	12.46	-85.14
69	119.48	-5.24	12.53	-84.43
70	119.48	-5.24	12.59	-84.08
71	119.48	-5.24	12.66	-83.06
72	119.48	-5.24	12.73	-82.04
73	119.48	-5.24	12.80	-81.23
74	119.48	-5.24	12.87	-80.99
75	119.48	-5.24	12.94	-79.88
76	119.48	-5.24	13.02	-78.77
77	119.48	-5.24	13.09	-77.65
78	119.48	-5.24	13.17	-76.53
79	119.48	-5.24	13.25	-75.40

80	119.48	-5.24	13.33	-74.26
81	119.48	-5.24	13.36	-73.20
82	119.48	-5.24	13.41	-73.14
83	119.48	-5.24	13.50	-72.23
84	119.48	-5.24	13.58	-71.33
85	119.48	-5.24	13.67	-70.44
86	119.48	-5.24	13.76	-69.54
87	119.48	-5.24	13.85	-68.65
88	119.48	-5.24	13.94	-67.76
89	119.48	-5.24	13.97	-66.88
90	119.48	-5.24	14.03	-65.99
91	119.48	-5.24	14.13	-65.11
92	119.48	-5.24	14.23	-64.24
93	119.48	-5.24	14.32	-64.05
94	119.48	-5.24	14.42	-63.53
95	119.48	-5.24	14.52	-62.87
96	119.48	-5.24	14.61	-62.22
97	119.48	-5.24	14.66	-61.58
98	119.48	-5.24	14.70	-60.93
99	119.48	-5.24	14.77	-60.30
100	119.48	-5.24	14.85	-59.67
101	119.48	-5.24	14.92	-59.04
102	119.48	-5.24	15.00	-58.42
103	119.48	-5.24	15.00	-57.81
104	119.48	-5.24	15.07	-57.50
105	119.48	-5.24	15.15	-57.43
106	119.48	-5.24	15.15	-57.27
107	119.48	-5.24	15.22	-56.80
108	119.48	-5.24	15.22	-56.34
109	119.48	-5.24	15.30	-55.88
110	119.48	-5.24	15.37	-55.42
111	119.48	-5.24	15.44	-54.97
112	119.48	-5.24	15.52	-54.52
113	119.48	-5.24	15.59	-54.08
Maximum				-54.08
Minimum				-128.82

Tabel 28. Ketebalan Sedimen Penampang Melintang 22

Lintasan	Long	Lat	Alt	h_HVSR
1	119.49	-5.24	15.79	-130.97
2	119.49	-5.24	15.86	-130.90
3	119.49	-5.24	15.93	-130.84
4	119.49	-5.24	16.00	-130.78
5	119.49	-5.24	16.07	-130.73
6	119.49	-5.24	16.14	-130.69
7	119.50	-5.24	16.20	-130.66
8	119.50	-5.24	16.27	-130.64
9	119.50	-5.24	16.34	-130.63
10	119.50	-5.24	16.40	-130.46
11	119.50	-5.24	16.47	-130.31
12	119.50	-5.24	16.53	-130.16
13	119.50	-5.24	16.59	-130.03
14	119.50	-5.24	16.66	-129.90
15	119.50	-5.24	16.68	-129.79
16	119.50	-5.24	16.72	-129.69
17	119.50	-5.24	16.79	-129.60
18	119.50	-5.24	16.86	-129.52
19	119.50	-5.24	16.92	-129.51

20	119.50	-5.24	16.96	-129.37
21	119.50	-5.25	16.99	-129.23
22	119.50	-5.25	17.06	-129.14
23	119.50	-5.25	17.12	-129.08
24	119.50	-5.25	17.19	-128.92
25	119.50	-5.25	17.25	-128.77
26	119.50	-5.25	17.32	-128.63
27	119.50	-5.25	17.38	-128.49
28	119.50	-5.25	17.44	-128.37
29	119.50	-5.25	17.51	-128.25
30	119.50	-5.25	17.57	-128.14
31	119.50	-5.25	17.63	-128.04
32	119.50	-5.25	17.69	-127.95
33	119.50	-5.25	17.73	-127.87
34	119.50	-5.25	17.76	-127.80
35	119.50	-5.25	17.82	-127.77
36	119.50	-5.25	17.89	-127.72
37	119.50	-5.25	17.95	-127.63
38	119.50	-5.25	18.01	-127.55
39	119.50	-5.25	18.08	-127.54
40	119.50	-5.25	18.14	-127.44
41	119.50	-5.25	18.20	-127.33
42	119.50	-5.25	18.26	-127.23
43	119.50	-5.25	18.32	-127.13
44	119.50	-5.25	18.38	-127.05
45	119.50	-5.25	18.44	-126.97
46	119.50	-5.25	18.44	-126.90
47	119.50	-5.25	18.51	-126.84
48	119.50	-5.25	18.57	-126.79
49	119.50	-5.25	18.63	-126.78
50	119.50	-5.25	18.70	-126.71
51	119.50	-5.25	18.74	-126.64
52	119.50	-5.25	18.76	-126.57
53	119.50	-5.25	18.82	-126.50
54	119.50	-5.25	18.88	-126.45
55	119.50	-5.25	18.95	-126.40
56	119.50	-5.25	19.01	-126.35
57	119.50	-5.25	19.07	-126.32
58	119.50	-5.25	19.13	-126.31
59	119.50	-5.25	19.20	-126.27
60	119.50	-5.25	19.26	-126.22
61	119.50	-5.25	19.32	-126.18
62	119.50	-5.25	19.38	-126.15
63	119.50	-5.25	19.44	-126.14
64	119.50	-5.25	19.50	-126.06
65	119.50	-5.25	19.56	-125.98
66	119.50	-5.25	19.63	-125.90
67	119.50	-5.25	19.69	-125.83
68	119.50	-5.25	19.73	-125.77
69	119.50	-5.25	19.75	-125.71
70	119.50	-5.25	19.80	-125.66
71	119.50	-5.25	19.86	-125.61
72	119.50	-5.25	19.87	-125.57
73	119.50	-5.25	19.92	-125.54
74	119.50	-5.25	19.98	-125.50
75	119.50	-5.25	20.04	-125.49
76	119.50	-5.25	20.11	-125.44
77	119.50	-5.25	20.17	-125.33
78	119.50	-5.25	20.23	-125.31
79	119.50	-5.25	20.29	-125.21
80	119.50	-5.25	20.35	-125.09

81	119.50	-5.25	20.41	-124.97
82	119.50	-5.25	20.47	-124.86
83	119.50	-5.25	20.54	-124.75
84	119.50	-5.25	20.60	-124.64
85	119.50	-5.25	20.66	-124.53
86	119.50	-5.25	20.71	-124.43
87	119.50	-5.25	20.72	-124.32
88	119.50	-5.25	20.77	-124.22
89	119.50	-5.25	20.82	-124.18
90	119.50	-5.25	20.87	-124.04
91	119.50	-5.25	20.93	-123.82
92	119.50	-5.25	20.98	-123.59
93	119.50	-5.25	21.03	-123.36
94	119.50	-5.25	21.08	-123.13
95	119.50	-5.25	21.13	-122.89
96	119.50	-5.25	21.18	-122.65
97	119.50	-5.25	21.21	-122.61
98	119.50	-5.25	21.23	-122.40
99	119.50	-5.26	21.29	-122.15
100	119.50	-5.26	21.35	-121.89
101	119.50	-5.26	21.40	-121.63
102	119.50	-5.26	21.46	-121.36
103	119.50	-5.26	21.52	-121.33
104	119.50	-5.26	21.57	-120.97
105	119.50	-5.26	21.57	-120.56
106	119.50	-5.26	21.62	-120.15
107	119.50	-5.26	21.66	-119.72
108	119.50	-5.26	21.71	-119.29
109	119.50	-5.26	21.75	-118.85
110	119.50	-5.26	21.79	-118.40
111	119.50	-5.26	21.84	-117.93
112	119.50	-5.26	21.88	-117.46
113	119.50	-5.26	21.92	-116.98
114	119.50	-5.26	21.96	-116.49
115	119.50	-5.26	22.00	-116.08
116	119.50	-5.26	22.04	-115.97
117	119.50	-5.26	22.08	-115.87
118	119.50	-5.26	22.12	-115.34
119	119.50	-5.26	22.16	-114.69
120	119.51	-5.26	22.20	-114.03
121	119.51	-5.26	22.23	-113.36
122	119.51	-5.26	22.24	-112.67
123	119.51	-5.26	22.26	-111.96
124	119.51	-5.26	22.26	-111.25
125	119.51	-5.26	22.30	-110.52
126	119.51	-5.26	22.33	-109.77
127	119.51	-5.26	22.36	-109.02
128	119.51	-5.26	22.40	-108.25
129	119.51	-5.26	22.43	-107.81
130	119.51	-5.26	22.46	-107.46
131	119.51	-5.26	22.49	-106.66
132	119.51	-5.26	22.52	-105.85
133	119.51	-5.26	22.55	-105.02
134	119.51	-5.26	22.58	-104.19
135	119.51	-5.26	22.60	-103.34
136	119.51	-5.26	22.63	-103.19
137	119.51	-5.26	22.66	-102.41
138	119.51	-5.26	22.68	-101.44
139	119.51	-5.26	22.71	-100.47
140	119.51	-5.26	22.71	-99.49
141	119.51	-5.26	22.73	-98.50

142	119.51	-5.26	22.74	-97.50
143	119.51	-5.26	22.76	-97.20
144	119.51	-5.26	22.77	-96.51
145	119.51	-5.26	22.78	-95.54
146	119.51	-5.26	22.80	-94.55
147	119.51	-5.26	22.81	-93.56
148	119.51	-5.26	22.82	-92.56
149	119.51	-5.26	22.82	-91.56
150	119.51	-5.26	22.83	-90.55
151	119.51	-5.26	22.85	-89.53
152	119.51	-5.26	22.87	-88.50
153	119.51	-5.26	22.88	-87.47
154	119.51	-5.26	22.90	-86.42
155	119.51	-5.26	22.91	-86.22
156	119.51	-5.26	22.93	-85.29
157	119.51	-5.26	22.94	-85.25
158	119.51	-5.26	22.94	-84.21
159	119.51	-5.26	22.94	-83.12
160	119.51	-5.26	22.95	-82.04
161	119.51	-5.26	22.95	-80.95
162	119.51	-5.26	22.95	-79.86
163	119.51	-5.26	22.95	-78.76
164	119.51	-5.26	22.95	-77.66
165	119.51	-5.26	22.95	-76.56
166	119.51	-5.26	22.94	-75.46
167	119.51	-5.26	22.94	-74.35
168	119.51	-5.26	22.93	-73.25
169	119.51	-5.26	22.93	-72.39
170	119.51	-5.26	22.92	-72.15
171	119.51	-5.26	22.91	-71.13
172	119.51	-5.26	22.90	-70.10
173	119.51	-5.26	22.89	-69.08
174	119.51	-5.26	22.88	-68.04
175	119.51	-5.26	22.88	-67.84
176	119.51	-5.27	22.88	-66.94
177	119.51	-5.27	22.88	-65.82
178	119.51	-5.27	22.87	-64.71
179	119.51	-5.27	22.86	-63.59
180	119.51	-5.27	22.84	-62.48
181	119.51	-5.27	22.83	-61.37
182	119.51	-5.27	22.81	-60.26
183	119.51	-5.27	22.80	-59.69
184	119.51	-5.27	22.78	-59.19
185	119.51	-5.27	22.76	-58.17
186	119.51	-5.27	22.74	-57.16
187	119.51	-5.27	22.71	-56.14
188	119.51	-5.27	22.69	-55.13
189	119.51	-5.27	22.66	-54.12
190	119.51	-5.27	22.63	-53.11
191	119.51	-5.27	22.60	-52.11
192	119.51	-5.27	22.57	-51.10
193	119.51	-5.27	22.56	-50.10
194	119.51	-5.27	22.54	-49.89
195	119.51	-5.27	22.50	-49.05
196	119.51	-5.27	22.46	-47.99
197	119.51	-5.27	22.42	-47.73
198	119.51	-5.27	22.38	-47.00
199	119.51	-5.27	22.34	-46.03
200	119.51	-5.27	22.30	-45.07
201	119.51	-5.27	22.29	-44.12
202	119.51	-5.27	22.26	-43.16

203	119.51	-5.27	22.23	-42.21
204	119.51	-5.27	22.20	-41.27
205	119.51	-5.27	22.16	-40.34
206	119.51	-5.27	22.13	-39.40
207	119.51	-5.27	22.09	-38.47
208	119.51	-5.27	22.05	-37.55
209	119.51	-5.27	22.00	-36.66
210	119.51	-5.27	21.96	-36.64
211	119.51	-5.27	21.93	-35.80
212	119.51	-5.27	21.92	-34.97
213	119.51	-5.27	21.90	-34.14
214	119.51	-5.27	21.88	-33.95
215	119.51	-5.27	21.85	-33.28
216	119.51	-5.27	21.85	-32.42
217	119.51	-5.27	21.85	-31.57
218	119.51	-5.27	21.82	-30.72
219	119.51	-5.27	21.82	-29.88
220	119.51	-5.27	21.82	-29.05
221	119.51	-5.27	21.79	-28.22
222	119.51	-5.27	21.79	-27.41
223	119.51	-5.27	21.79	-26.82
224	119.51	-5.27	21.76	-26.61
225	119.51	-5.27	21.76	-25.86
226	119.51	-5.27	21.76	-25.12
227	119.51	-5.27	21.72	-24.39
228	119.51	-5.27	21.68	-23.66
229	119.51	-5.27	21.64	-22.93
230	119.52	-5.27	21.59	-22.22
231	119.52	-5.27	21.54	-21.51
232	119.52	-5.27	21.49	-20.80
Maximum				-20.80
Minimum				-130.97

Tabel 29. Hasil Pengukuran Geolistrik pada titik 56 Tanjung Bayang, Kota Makassar

No Sounding : 1		Arah : Barat-Timur								
Lokasi : Aeroapal		Tanggal : 6-11-2012								
Koordinat : 5.18 LS		Cuaca : Cerah								
119.47 BT		Pengamat : Ade								
AB/2 m	MN/2 m	MN	K	I (mA)		V (mV)		ρa (ohm. M)		ρa Rata2
1	0.25	0.5	5.890486	127.3	127.3	3.32	3.317	153.6246	153.4858	153.5552
1.5	0.25	0.5	13.74447	127.2	127.3	1.123	1.124	121.3446	121.3573	121.351
2	0.25	0.5	24.74004	127.2	127	0.609	0.447	118.4488	87.07716	102.763
3	0.25	0.5	56.15597	128.4	128.4	0.146	0.146	63.85336	63.85336	63.85336
4	0.5	1	49.48008	125.5	125.5	0.127	0.127	50.07148	50.07148	50.07148
5	0.5	1	77.75442	125.5	125.2	0.039	0.04	24.16273	24.84167	24.5022
8	0.5	1	200.2765	125.7	125.5	0.006	0.008	9.559739	12.76663	11.16319
10	2	4	75.39822	52.7	51.1	0.006	0.005	8.584238	7.377517	7.980877
12	2	4	109.9557	126.5	126.2	0.003	0.003	2.607646	2.613845	2.610745
15	2	4	173.573	71.8	67.9	0.003	0.003	7.252354	7.66891	7.460632
20	2	4	311.0177	66.9	69.1	0.01	0.014	46.48994	63.01371	54.75182
25	2	4	487.7323	88	78.9	0.008	0.011	44.3393	67.99816	56.16873
35	2	4	703.7168	24.95	28.19	0.008	0.008	225.6406	199.7068	212.6737

40	8	16	301.5929	129.3	129.5	0.006	0.004	13.99503	9.315611	11.65532
50	8	16	478.3075	126.4	124.9	0.006	0.005	22.70447	19.14762	20.92604
60	8	16	694.292	129.2	129.3	0.008	0.006	42.99022	32.21773	37.60397
80	8	16	1244.071	129.4	129.3	0.008	0.006	76.91318	57.7295	67.32134
100	8	16	1950.929	127.2	127.2	0.012	0.012	184.0499	184.0499	184.0499
125	20	40	1195.769	130.2	130	0.007	0.008	64.28864	73.58577	68.9372
150	20	40	1735.73	126.1	126	0.009	0.009	123.8824	123.9807	123.9316
175	20	40	2373.866	129.5	129.6	0.015	0.013	274.9652	238.1193	256.5422
200	20	40	3110.177	129.1	129.1	0.017	0.018	409.5508	433.642	421.5964
250	20	40	4877.323	125.4	124.7	0.008	0.009	311.153	352.0121	331.5825
300	30	60	4665.265	128.4	128.4	0.002	0.001	72.66768	36.33384	54.50076

Tabel 30. Hasil Pengukuran Geolistrik pada titik 45 Jalan Aroepala, Kabupaten Gowa

No Sounding : 2		Arah : Utara- Selatan	
Lokasi : Tanjung Bunga		Tanggal : 7-11-2012	
Koordinat : 5.18 LS		Cuaca : Cerah	
119.38 BT		Pengamat : Ade	

AB/2	MN/2	MN	K	I		V		pa		pa
m	m			(mA)		(mV)		(ohm. M)		Rata2
1	0.25	0.5	5.890486	130	130.3	0.191	0.187	8.654484	8.453729	8.554106
1.5	0.25	0.5	13.74447	130.2	130.4	0.063	0.063	6.650549	6.640349	6.645449
2	0.25	0.5	24.74004	130.3	130.3	0.021	0.028	3.987267	5.316356	4.651811
3	0.25	0.5	56.15597	130	130	0.005	0.007	2.159845	3.023783	2.591814
4	0.5	1	49.48008	130.5	130.5	0.002	0.005	0.758315	1.895789	1.327052
5	0.5	1	77.75442	130.3	130.4	0.011	0.002	6.564072	1.192552	3.878312
8	0.5	1	200.2765	129.4	129.4	0.005	0.002	7.73866	3.095464	5.417062
10	2	4	75.39822	129.4	129.4	0.012	0.009	6.992107	5.24408	6.118094
12	2	4	109.9557	130.1	130.1	0.009	0.005	7.60647	4.225816	5.916143
15	2	4	173.573	129.8	130	0.001	0.007	1.337234	9.346238	5.341736
20	2	4	311.0177	130.1	130	0.008	0.006	19.12484	14.35466	16.73975
25	2	4	487.7323	128.1	128	0.013	0.01	49.49664	38.10408	43.80036
35	2	4	703.7168	130.1	130.2	0.016	0.006	86.54472	32.42934	59.48703
40	8	16	301.5929	128.3	128.2	0.01	0.013	23.50685	30.58274	27.0448
50	8	16	478.3075	129.8	129.8	0.014	0.011	51.5894	40.53453	46.06197
60	8	16	694.292	129.3	129.4	0.011	0.009	59.06583	48.28924	53.67754
80	8	16	1244.071	130.4	130.4	0.009	0.008	85.86377	76.32336	81.09356
100	8	16	1950.929	130.4	130.4	0.006	0.005	89.76667	74.80556	82.28612
125	20	40	1195.769	130.2	130.3	0.017	0.006	156.1296	55.06226	105.5959
150	20	40	1735.73	129.8	129.7	0.013	0.006	173.8404	80.29591	127.0682
175	20	40	2373.866	130.5	130.1	0.011	0.008	200.096	145.9718	173.0339
200	20	40	3110.177	121.4	120.8	0.01	0.005	256.1925	128.7325	192.4625
250	20	40	4877.323	49.9	47.3	0.011	0.007	1075.161	721.8025	898.4819
300	30	60	4665.265	130	130	0.002	0.001	71.77331	35.88665	53.82998