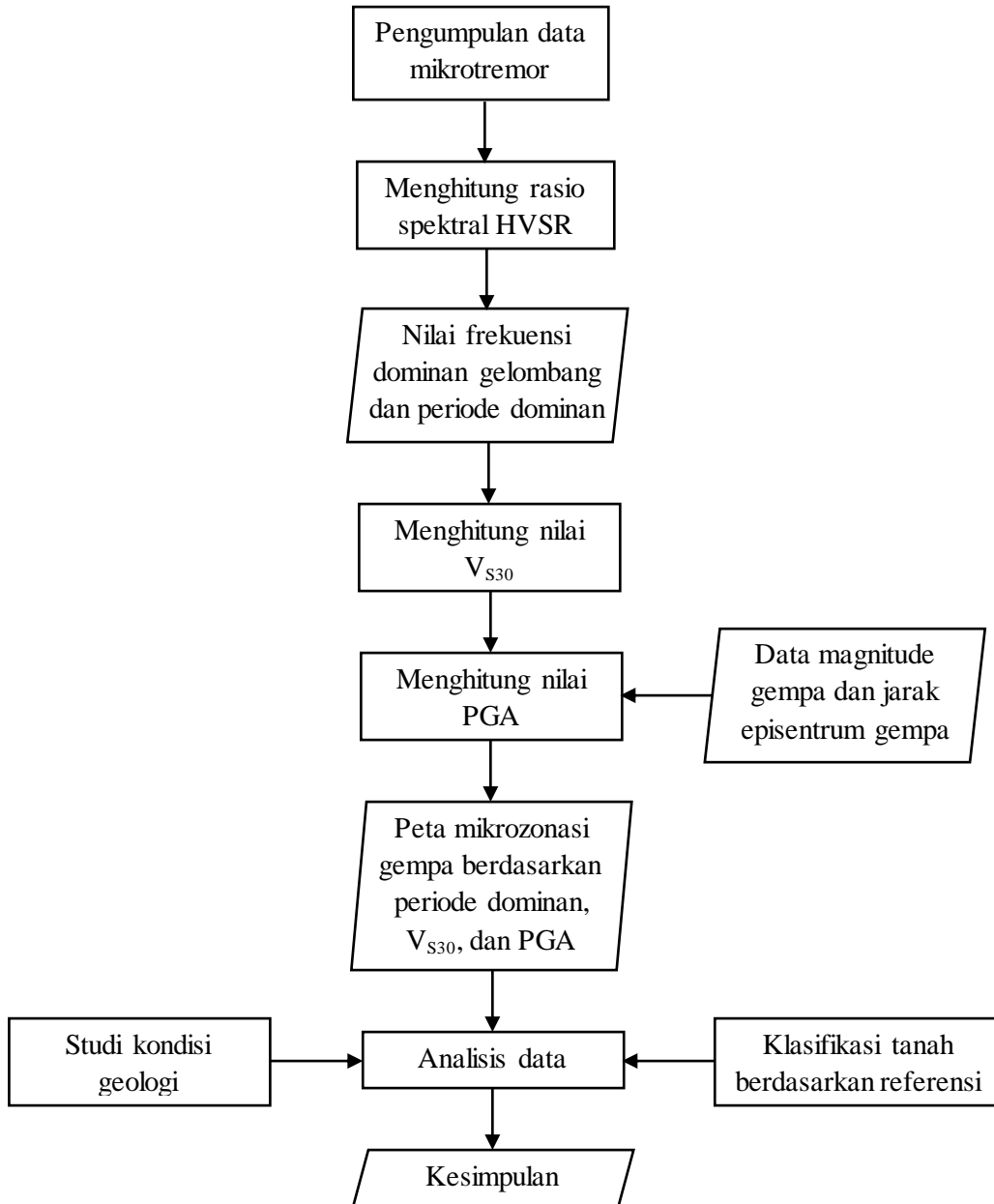


Data pengukuran mikrotremor diolah dengan menggunakan metode HVSR. Proses penelitian mikrozonasi gempa ini tertuang pada diagram alir di bawah ini :



Gambar 3.2. Diagram alir penelitian

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan untuk mengukur mikrotremor adalah seismograf. Seismograf yang digunakan terdiri dari tiga komponen yaitu GPS waktu, seismometer, dan perekam digital seperti yang tertera pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. Seismograf, terdiri dari GPS, sensor getar, dan seismometer

Dalam pengolahan data, penulis menggunakan beberapa *software*, diantaranya adalah :

- Microsoft Excel, digunakan untuk menghitung data menggunakan persamaan yang digunakan dan membuat *input* untuk Surfer 9.
- DM2SAF, digunakan untuk mengkonversi data pengukuran mikrotremor ke dalam format SAF sehingga dapat dibaca oleh *software* Geopsy.
- Notepad dan Notepad++, digunakan untuk membuat *file* koordinat dan *pickfile*.
- Franson Coordtrans, digunakan untuk mengkonversi koordianat derajat ke dalam bentuk UTM atau sebaliknya.
- Geopsy, digunakan untuk menghitung rasio spektral HVSR dari data pengukuran mikrotremor.
- HV-Explorer, digunakan untuk menentukan nilai frekuensi dari hasil penghitungan rasio spektral HVSR.

- SAS Planet, digunakan untuk mengunduh peta lokasi penelitian dari berbagai operator penyedia peta online.
- Surfer 9, Global Mapper, dan ArcGis 9.3, digunakan untuk mengkonturkan dan membuat peta mikrozonasi nilai-nilai yang diperoleh dari pengolahan data yaitu periode dominan tanah, V_{S30} , dan nilai PGA.

3.3. Data Penelitian

Data penelitian merupakan data rekaman mikrotremor. Pengambilan data dilakukan oleh tim dari PVMBG bidang mitigasi gempa bumi dan gerakan tanah Bandung. Pengambilan data dilaksanakan pada tanggal 29 April 2014 sampai 3 Mei 2014 di Kota Cilacap.

3.4. Pengolaha Data Mikrotremor

Data yang diperoleh dari PVMBG adalah data rekaman pengukuran mikrotremor mentah yang direkam dengan menggunakan seismometer dalam format dat. Sebelum dilakukan pengolahan menggunakan *software* yang spesifik, data pengukuran mikrotremor akan dibentuk dalam format data SAC atau SAF. Format data SAF dibentuk dengan menggunakan DM2SAF, dan untuk format data SAC dapat menggunakan *software* Spyder Python. Setelah data rekaman pengukuran mikrotremor berformat SAF atau SAC, tahap awal pada pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *software* Geopsy. Secara garis besar pengolahan data mikrotremor dengan menggunakan Geopsy meliputi penamaan tiap titik lokasi pengukuran, penentuan koordinat untuk setiap titik serta menghitung *ratio spectral* HVSR atau H/V sebagai fungsi frekuensi.

Tahap pertama yang dilakukan pada Geopsy adalah memberikan nama pada setiap titik lokasi pengukuran dan penentuan koordinat untuk setiap titiknya. Penamaan dilakukan lebih dikarenakan kebutuhan saat pengolahan menggunakan Geopsy dan HV-Eksplorer serta agar *output* dari pengolahan data menggunakan Geopsy akan memiliki nama yang sama dengan *file* sumber data. Sama halnya

dengan penamaan titik pengukuran, pemberian koordinat pada Geopsy juga bertujuan agar data *output* dari pengolahan Geopsy sudah memuat data koordinat pula. Setelah penentuan koordinat pada setiap titik pengukuran, selanjutnya adalah pengolahan H/V. Tahap pengolahan H/V pada Geopsy hanya sampai memperoleh spektrum H/V sebagai fungsi frekuensi. Sedangkan untuk mengambil nilai frekuensi dominan dilakukan dengan menggunakan HV-Explorer.

ID	Name	Component	Time reference	Start time	End time	Sampling frequency	dt	N samples	Duration	Rec x	Rec y	Rec z	Type	
142	142	./c052	Vertical	01/05/0014 00:00:00	10h56m	11h23m	100	0.01	162000	27m	0	0	0	Waveform
143	143	./c052	North	01/05/0014 00:00:00	10h56m	11h23m	100	0.01	162000	27m	0	0	0	Waveform
144	144	./c052	East	01/05/0014 00:00:00	10h56m	11h23m	100	0.01	162000	27m	0	0	0	Waveform
145	145	./c053	Vertical	01/05/0014 00:00:00	10h58m	11h7m	100	0.01	54000	9m	0	0	0	Waveform
146	146	./c053	North	01/05/0014 00:00:00	10h58m	11h7m	100	0.01	54000	9m	0	0	0	Waveform
147	147	./c053	East	01/05/0014 00:00:00	10h58m	11h7m	100	0.01	54000	9m	0	0	0	Waveform
148	148	./c054	Vertical	01/05/0014 00:00:00	11h49m	12h10m	100	0.01	126000	21m	0	0	0	Waveform
149	149	./c054	North	01/05/0014 00:00:00	11h49m	12h10m	100	0.01	126000	21m	0	0	0	Waveform
150	150	./c054	East	01/05/0014 00:00:00	11h49m	12h10m	100	0.01	126000	21m	0	0	0	Waveform
151	151	./c055	Vertical	01/05/0014 00:00:00	11h24m	11h44m	100	0.01	120000	20m	0	0	0	Waveform
152	152	./c055	North	01/05/0014 00:00:00	11h24m	11h44m	100	0.01	120000	20m	0	0	0	Waveform
153	153	./c055	East	01/05/0014 00:00:00	11h24m	11h44m	100	0.01	120000	20m	0	0	0	Waveform
154	154	./c056	Vertical	01/05/0014 00:00:00	13h17m	13h37m	100	0.01	120000	20m	0	0	0	Waveform
155	155	./c056	North	01/05/0014 00:00:00	13h17m	13h37m	100	0.01	120000	20m	0	0	0	Waveform
156	156	./c056	East	01/05/0014 00:00:00	13h17m	13h37m	100	0.01	120000	20m	0	0	0	Waveform
157	157	./c057	Vertical	01/05/0014 00:00:00	11h51m	12h11m	100	0.01	120000	20m	0	0	0	Waveform
158	158	./c057	North	01/05/0014 00:00:00	11h51m	12h11m	100	0.01	120000	20m	0	0	0	Waveform
159	159	./c057	East	01/05/0014 00:00:00	11h51m	12h11m	100	0.01	120000	20m	0	0	0	Waveform
160	160	./c058	Vertical	01/05/0014 00:00:00	13h45m	14h5m	100	0.01	120000	20m	0	0	0	Waveform
161	161	./c058	North	01/05/0014 00:00:00	13h45m	14h5m	100	0.01	120000	20m	0	0	0	Waveform
162	162	./c058	East	01/05/0014 00:00:00	13h45m	14h5m	100	0.01	120000	20m	0	0	0	Waveform

Gambar 3.4. Tampilan masukan data pengukuran mikrotremor yang termuat pada Geopsy

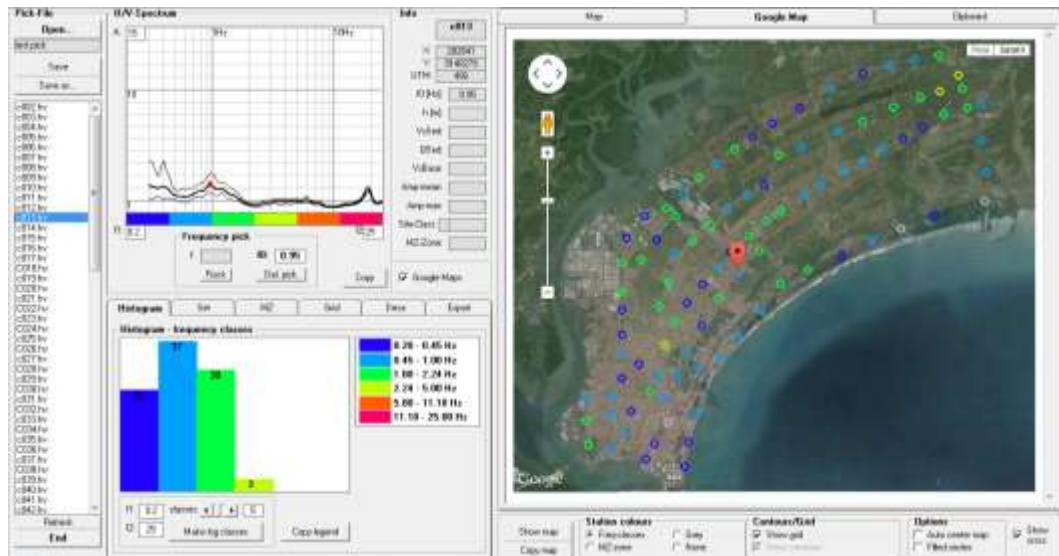
Hasil pengolahan data pada Geopsy akan menghasilkan *output* yang berupa *hv-file* yang akan dianalisa pada HV-Explorer. Pada waktu menganalisa spektrum H/V dengan menggunakan HV-Explorer, pengambilan nilai frekuensi dominan dari spektrum H/V bisa dilakukan dengan mudah. Dalam pengolahan H/V pada HV-Explorer, dibutuhkan suatu *file* yang akan digunakan untuk membuka hasil pengolahan pada Geopsy dan menyimpan semua informasi yang dihasilkan untuk keseluruhan area penelitian yang disebut *pick-file*. *File* ini memuat nama titik lokasi pengukuran dan koordinat. Setelah pengolahan data dengan HV-Explorer, *file* ini akan memuat informasi lainnya.

Pick-file terlebih dahulu dibuat secara manual. Informasi awal yang terdapat pada *pick-file* yang akan dibuat pada baris pertama berupa nama dari zona UTM yang digunakan dan pada garis kedua berupa direktori tempat penyimpanan data hasil pengolahan H/V pada Geopsy. Pada baris ketiga dan selanjutnya berupa nama dan koordinat titik pengambilan data.

```
# UTM_ZONE 49S
# HV_FILE_DIR d:\data\cilacap\hv\HV_Out\
# F_HISTOGRAM 0.2 25 6
c002, 281056.43, 9145240.78, .996, 2.394, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
c003, 281543, 9142899.08, .611, 5.688, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
c004, 281578.39, 9143568.47, .375, 4.494, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
c005, 281659.45, 9144169.5, .343, 4.003, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
c006, 281840.52, 9144853.95, .572, 3.389, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
c007, 281894.8, 9145995.76, .891, 2.4, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
c008, 282426.64, 9146233.84, .911, 2.679, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
c009, 282850.1, 9146763.43, .714, 2.349, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
c010, 283422.14, 9147378.88, .535, 2.238, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
c011, 283884.84, 9148020.36, 1.113, 1.923, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
c012, 283376.91, 9148816.67, 1.041, 2.691, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
c013, 282840.91, 9148278.83, .953, 2.296, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
c014, 282401.28, 9147661.77, 1.138, 2.041, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
```

Gambar 3.5. *Pick-file* yang digunakan pada pengolahan data dengan HV-Eksplorer.

Setelah membuka *pick-file*, seluruh nama titik pengambilan data akan muncul pada *list box*. Spektrum H/V akan muncul sesuai dengan titik yang dipilih untuk ditampilkan. Selanjutnya nilai-nilai frekuensi puncak dari spektrum H/V bisa dipilih dengan mengklik kiri dan *enter* dari tampilan gelombang yang muncul pada bagian H/V *spectrum*. Nilai dari puncak spektrum H/V yang dipilih akan muncul pada histogram. HV-Eksplorer ini terintegrasi dengan Google Map. Sehingga jika terhubung dengan internet, nilai frekuensi dominan yang dipilih dapat dimunculkan pada Google Map sesuai dengan koordinat lokasi titik pengukuran mikroteremor. Nilai frekuensi yang dimuat pada Google Map akan diwakili oleh warna sesuai dengan rentang yang ditentukan.



Gambar 3.6. Contoh tampilan data dalam HV-Eksplorer yang menampilkan kurva H/V di titik C013.

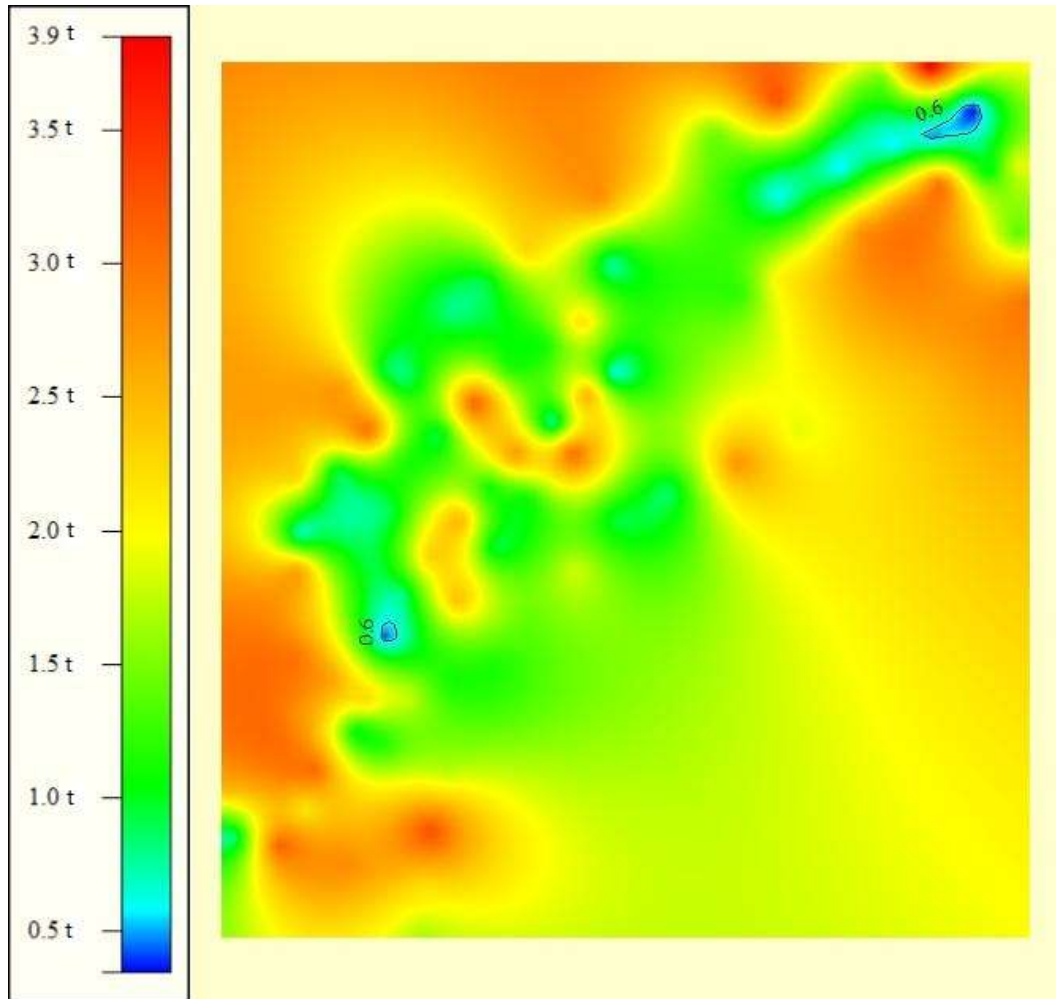
Nilai frekuensi dominan yang telah diperoleh melalui pengolahan dengan Geopsy dan HV-Eksplorer akan diubah menjadi periode dominan dengan menggunakan bantuan *Ms Excel*. Nilai periode dominan yang diperoleh akan digunakan untuk mendapatkan nilai kecepatan gelombang S pada kedalaman 30 meter atau V_{S30} . Nilai V_{S30} akan digunakan untuk memperoleh nilai PGA. Untuk mencari nilai PGA, selain dibutuhkan nilai V_{S30} diperlukan pula magnitudo gempa bumi yang dijadikan acuan serta jarak episentrum gempa terhadap lokasi titik pengukuran mikrotremor, kemudian nilai PGA akan dihitung dengan GMPE Boore dan Atkinson. Masing-masing dari nilai periode dominan gelombang, V_{S30} , dan PGA akan disajikan pada peta kontur dengan bantuan tiga *software* pemetaan yakni Surfer, Global Mapper, dan ArcGis.

Untuk pengkonturan data hasil pengolahan, pertama-tama data (untuk koordinat Z) yang akan dikonturkan dimuat pada *Ms Excel* beserta data koordinat dalam bentuk derajat lintang bujur (untuk koordinat X dan Y). Data yang dimuat pada *Ms Excel* akan digunakan untuk input pada Surfer.

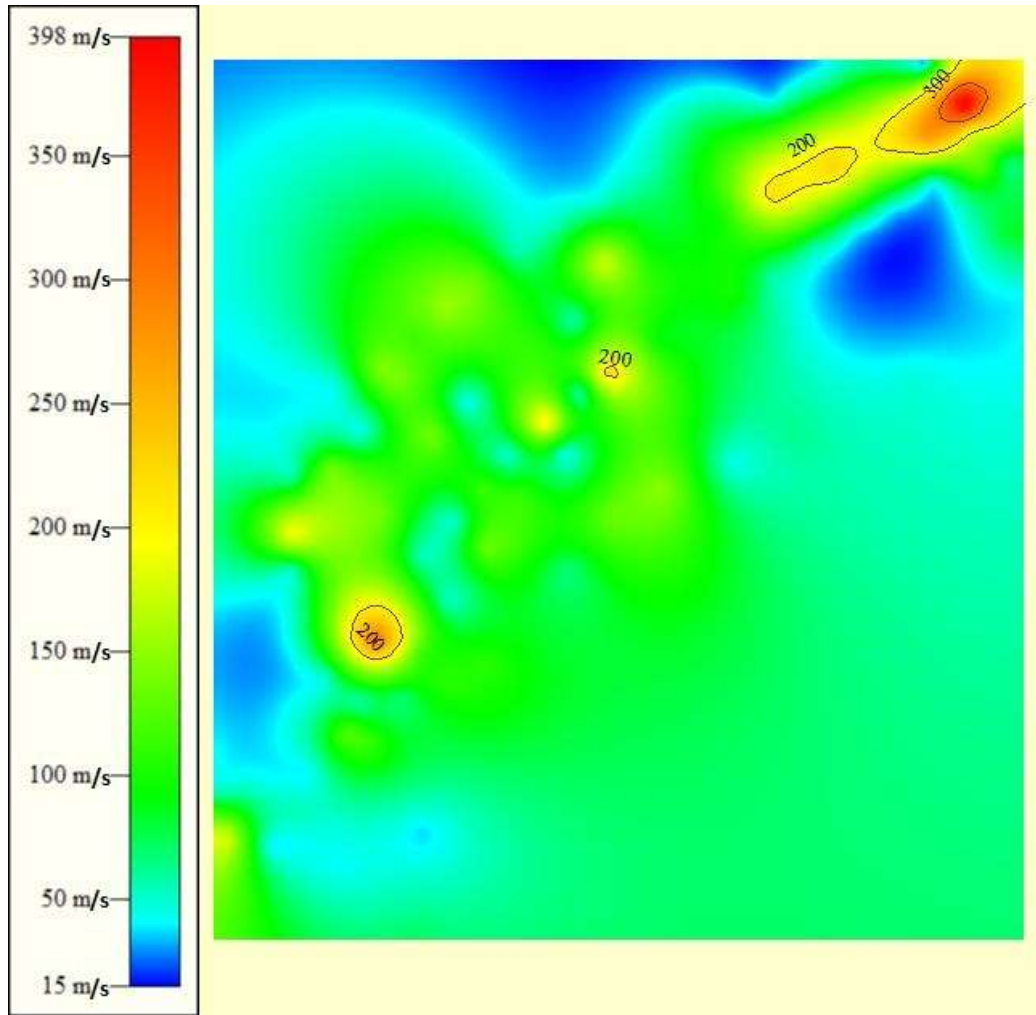
	A	B	C	D	E
1	109.01488	-7.72819	200.0559996979		
2	109.019191	-7.7493799	131.32079997452		
3	109.01954	-7.74333	96.18479992082		
4	109.0203	-7.7379	65.88000006588		
5	109.02197	-7.73172	73.5659999669		
6	109.02251	-7.7214	200.0559996979		
7	109.02734	-7.71927	195.66359994208		
8	109.0312	-7.7145	86.083200005509		
9	109.03641	-7.70896	77.079600000077		
10	109.04063	-7.70318	6668.7192085893		
11	109.03606	-7.69596	68.954399995507		
12	109.03118	-7.7008	209.27880006718		
13	109.02717	-7.70636	6101.4864566218		
14	109.02328	-7.71228	87.84		
15	109.02917	-7.71842	195.66359994208		
16	109.01781	-7.7229	120.12119999339		
17	109.01331	-7.72359	96.18479992082		
18	109.0150798	-7.7165901	797.9664004309		
19	109.0174	-7.71151	273.18239996613		
20	109.02003	-7.7074	93.988800005263		
21	109.02359	-7.70329	84.106800014214		
22	109.0268	-7.69971	209.27880006718		
23	109.02971	-7.69618	109.11840001506		
24	109.03387	-7.69257	1797.1007988355		
25	109.03761	-7.68845	82.349999989706		
26	109.04076	-7.68715	578.51039987273		
27	109.0461	-7.68361	6275.5271427358		

Gambar 3.7. Tampilan input data pada worksheet pada Surfer

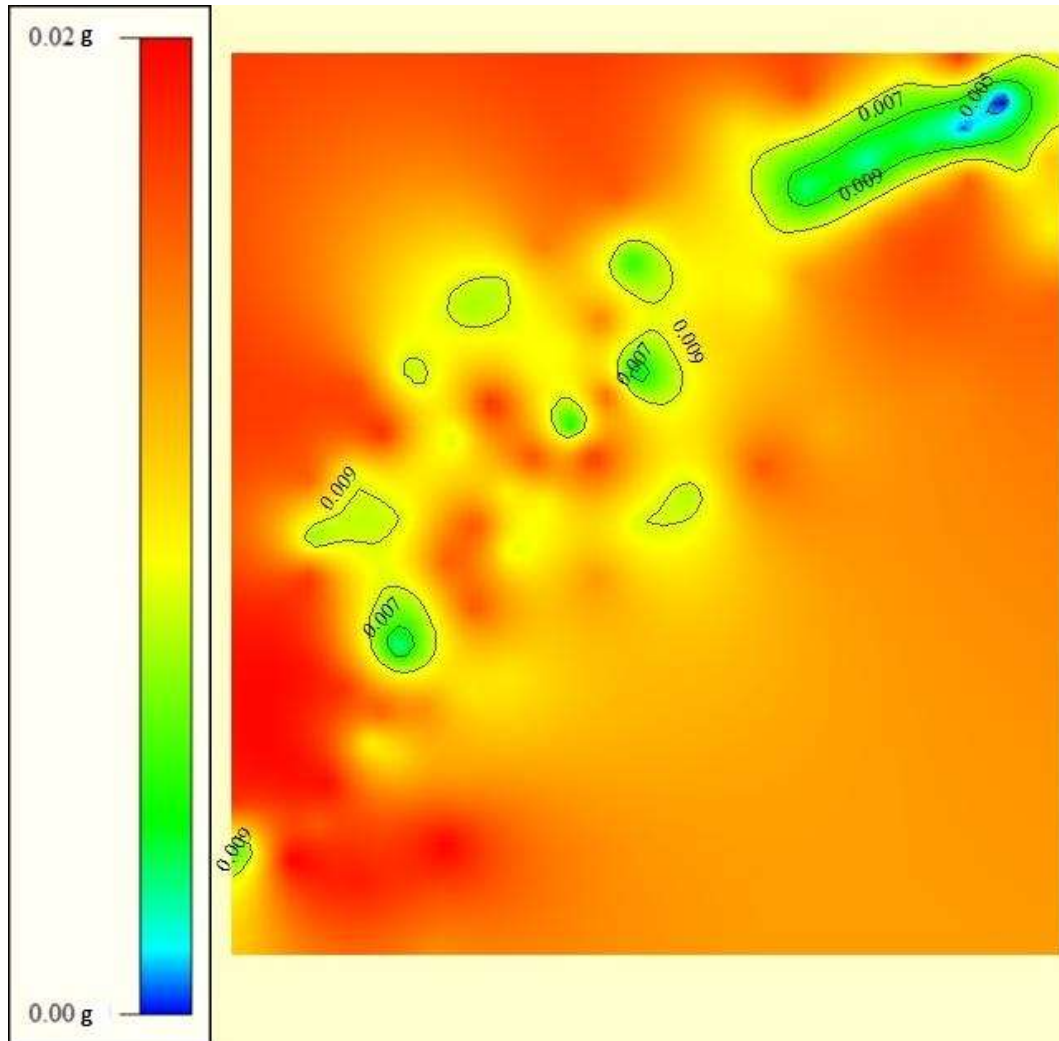
Output dari pengolahan data dengan menggunakan Surfer yang akan digunakan untuk tahap pengolahan selanjutnya berupa file GRD dalam format .grd. File GRD yang dihasilkan pada pengolahan data dengan menggunakan Surfer selanjutnya akan dijadikan untuk input pada Global Mapper. Pengolahan data pada Global Mapper bertujuan untuk menentukan rentang kontur yang diinginkan. Penentuan kontur dilakukan dengan menggunakan *Generate contour* yang tersedia pada pilihan *File*, dengan memasukkan nilai interval kontur yang diinginkan pada *Countur Interval*.



Gambar 3.8. *Countur interval* periode dominan pada Global Mapper yang akan digunakan untuk *input* pengolahan data selanjutnya



Gambar 3.9. *Countur interval V_{s30} pada Global Mapper yang akan digunakan untuk input pengolahan data selanjutnya*



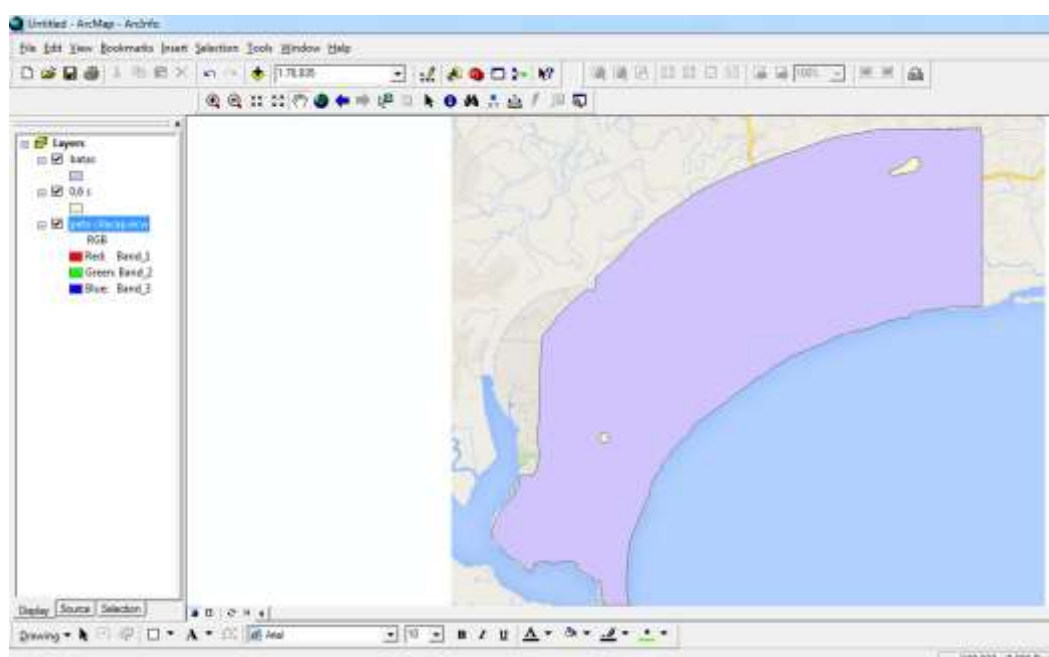
Gambar 3.10. *Countur interval* PGA pada Global Mapper yang akan digunakan untuk *input* pengolahan data selanjutnya

Agar *countur interval* yang dihasilkan dapat digunakan pada pengolahan selanjutnya, *countur interval* yang dihasilkan akan dijadikan suatu *file* yang dapat dijadikan *input* pada ArcGis dengan merubah *countur interval* kedalam *file* dengan format shp. Mengubah *countur interval* kedalam *file* dengan format shp dilakukan dengan menggunakan dengan cara memilih *export data vector* kemudian *eksport shapefile* pada opsi pilihan *file*. Output dari pengolahan data dengan menggunakan Global Mapper berupa *file* shp. *File* ini akan digunakan untuk pengolahan data selanjutnya sebagai *input* untuk ArcGis.

Khusus untuk peta kontur V_{S30} , warna kontur pada Global Mapper adalah kebalikan dari warna yang ditampilkan pada Surfer dan ArcGis. Hal ini dikarenakan pewarnaan kontur pada Surfer dan ArcGis untuk daerah penelitian

dengan resiko kerusakan paling tinggi pada saat terjadi gempa diwakili oleh warna paling merah dengan nilai V_{S30} paling rendah, sedangkan untuk daerah penelitian dengan resiko kerusakan paling rendah saat terjadi gempa diwakili oleh warna paling biru dengan nilai V_{S30} paling tinggi. Adapun pada Global Mapper, kontur peta diwakili dengan warna yang otomatis sudah ditetapkan dengan mengurutkan data dengan nilai paling rendah dengan warna biru dan data dengan nilai paling tinggi dengan warna merah, sehingga nilai V_{S30} paling rendah berwarna paling biru, dan nilai V_{S30} paling tinggi berwarna paling merah.

Tahap pengolahan data pada ArcGis merupakan tahap penyelesaian. Pada ArcGis, kontur yang dihasilkan pada pengolahan data dari proses sebelumnya akan disesuaikan dengan bentuk sebenarnya dari peta lokasi pengambilan data hasil mengunduh dengan menggunakan SAS Planet yang secara otomatis telah teregistrasi untuk input pada ArcGis. *Countur interval* dalam bentuk *file shp* yang dihasilkan pada Global Mapper akan digunakan pada ArcGis dengan cara mengklik kanan pada bagian *layers* kemudian pilih *add data* sehingga *countur interval* akan muncul pada ArcGis di bawah *layers* untuk setiap interval. Tiap interval menjadi *region-region* tersendiri sehingga dapat diberi warna sebagai zonasi untuk setiap nilai dari data yang dikonturkan.



Gambar 3.11. Tampilan layer untuk setiap *countur interval* data pada pengolahan data dengan ArcGis