

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian yang berjudul “Penentuan Hiposenter dan Episenter Gempa Vulkano-Tektonik Gunungapi Tangkuban Parahu dengan Menggunakan Metode Geiger” ini dilakukan selama bulan Februari hingga April 2019 di Sub Bidang Pengamatan Gunungapi, Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG), yang bertempat di Jalan Diponogoro No.57, Kota Bandung, Jawa Barat.

3.2 Jenis Data

Data yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah data hasil rekaman seismogram digital Gunungapi Tangkuban Parahu pada bulan Juni dan Juli 2017 yang diperoleh dari PVMBG, Bandung. Kemudian dilakukan analisa lebih lanjut yaitu mengenai penentuan *arrival time*, sebaran hiposenter dan episenter gempa vulkanik.

3.3 Pengolahan Data

Proses penelitian ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak yang disesuaikan dengan pengolahan data yang akan dilakukan, diantaranya:

1. Swarm 2.7.4

Software Swarm 2.7.4 digunakan untuk membaca gelombang seismik dari setiap stasiun pengamatan. *Software* ini dapat membaca data setiap 1 jam, kemudian memberikan informasi waktu tiba gelombang P dan gelombang S.

2. GAD

GAD digunakan dalam menentukan koordinat hiposenter. Data yang diperlukan untuk menentukan koordinat hiposenter tersebut yaitu data stasiun, kecepatan, dan waktu tiba (Nishi, K, 2005).

3. Global Mapper

Global Mapper digunakan untuk mencari nilai koordinat elevasi dari lokasi.

4. Originpro 8

Originpro 8 digunakan untuk memplot kontur dari data koordinat dan elevasi yang sudah didapat dari Global Mapper, serta dapat digunakan untuk membuat

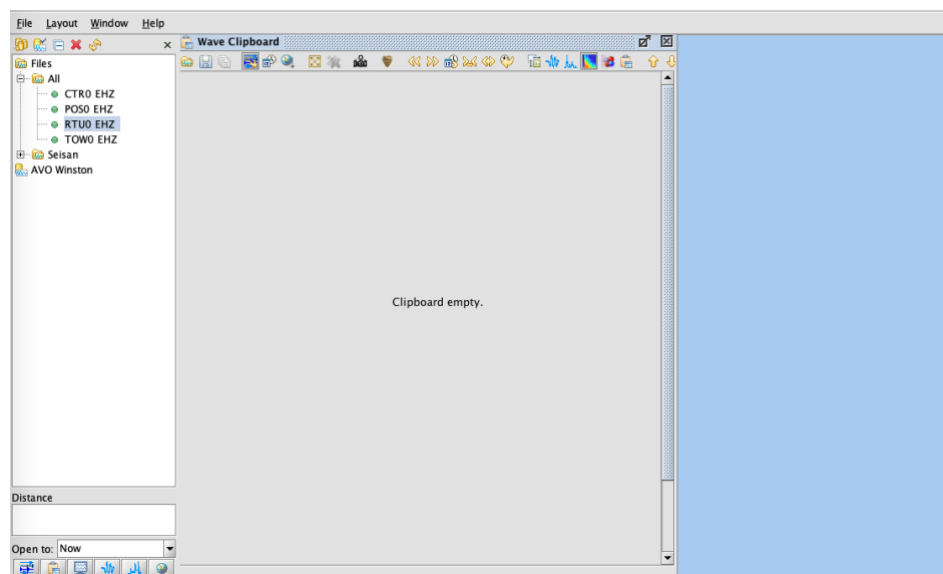
penampang Utara - Selatan, Barat - Timur dan mengetahui persebaran kedalaman titik episenter dan hiposenter gempa vulkanik.

3.4 Langkah Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian berupa data gempa vulkanik yang terjadi di Gunungapi Tangkuban Parahu pada bulan Juni dan Juli 2017 yang diperoleh dari rekaman seismogram. Data ini berupa sinyal seismik yang berupa data digital. Selanjutnya pembacaan data ini di dapat dilakukan dengan *software* Swarm 2.7.4.

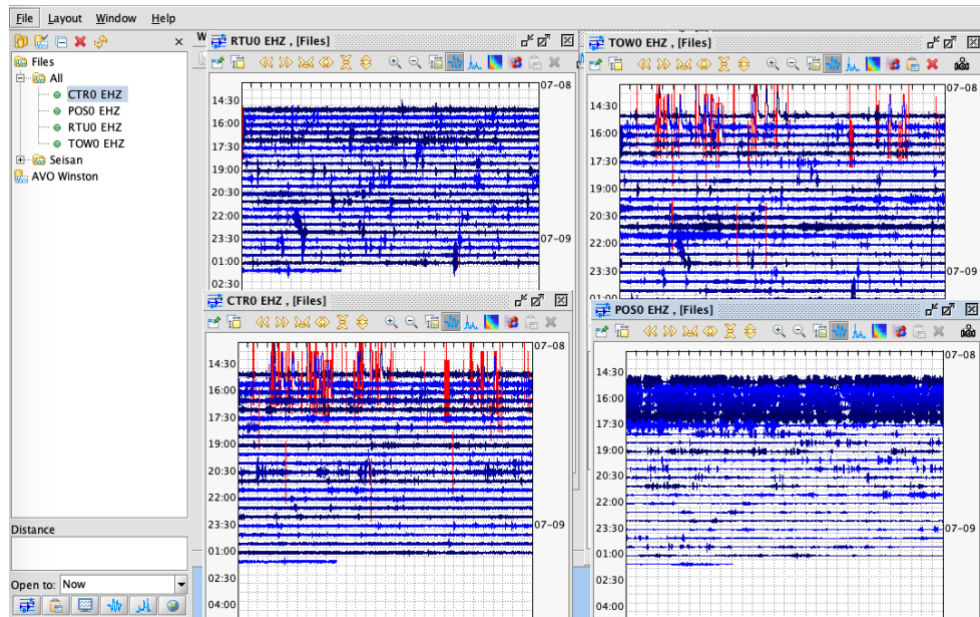
Langkah-langkah dalam pembacaan sinyal menggunakan Swarm 2.7.4 adalah sebagai berikut:

1. Membuka Swarm 2.7.4
2. Memilih menu *File* lalu *Open File*. Dipilih folder data seismik Gunungapi Tangkuban Parahu bulan Juni dan Juli 2017 kemudian OK



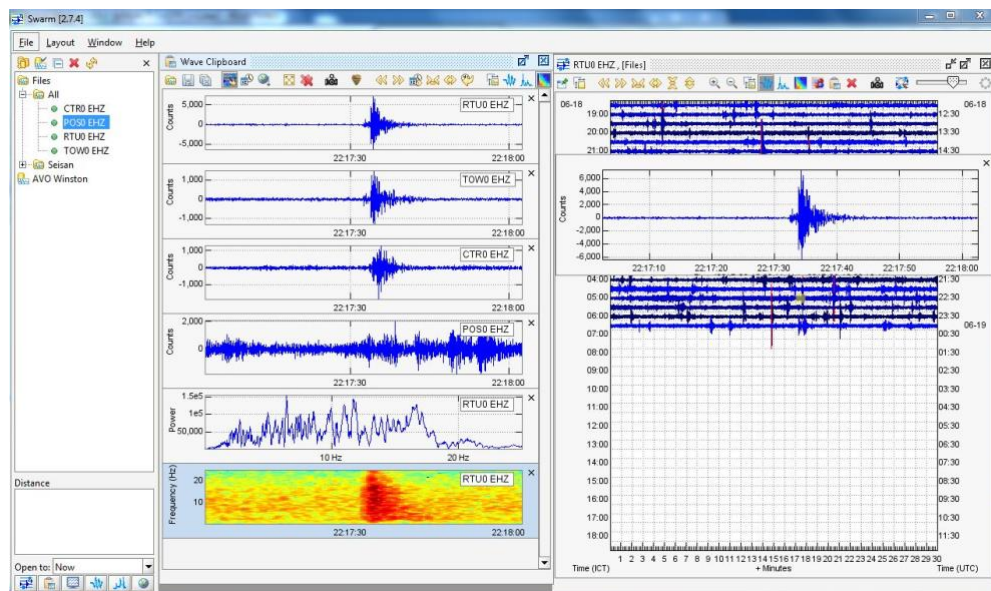
Gambar 3.1 Tampilan Swarm 2.7.4

3. Untuk menampilkan sinyal seismik dari setiap stasiun, maka dipilih RTU0 EHZ, TOW0 EHZ, CTR0 EHZ, dan POS0 EHZ



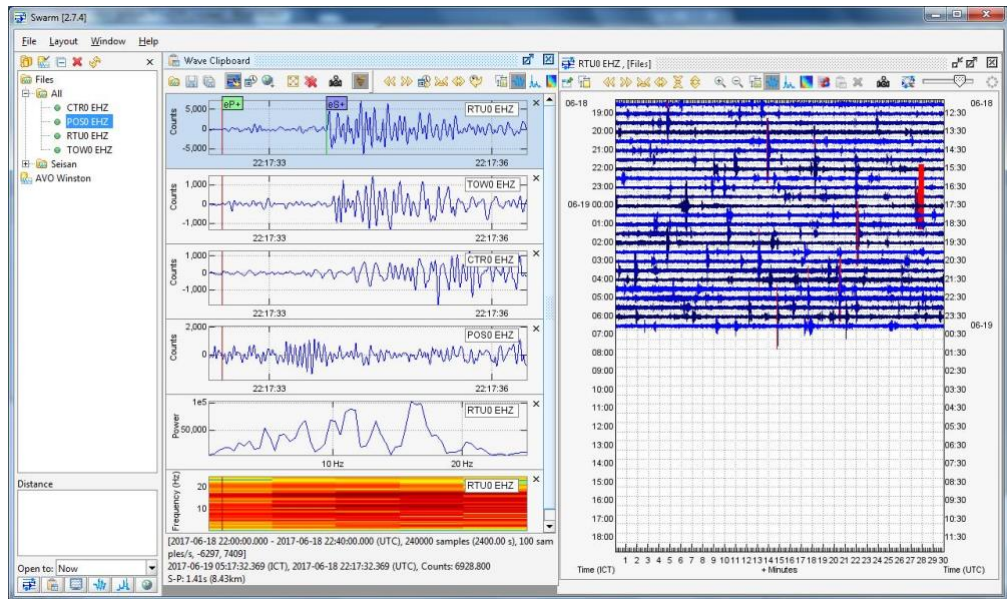
Gambar 3.2 Tampilan data seismik di setiap stasiun Gunungapi Tangkuban Parahu

4. Memilih *Copy Insert to Clipboard* untuk memasukkan tampilan sinyal seismik ke dalam *Wave Clipboard* sehingga pembacaan sinyal seismik pada setiap stasiun akan lebih mudah



Gambar 3.3 Tampilan pembacaan sinyal seismik

5. Gelombang diperbesar hingga ditemukan *event* gempa



Gambar 3.4 Tampilan sinyal yang sudah diperjelas

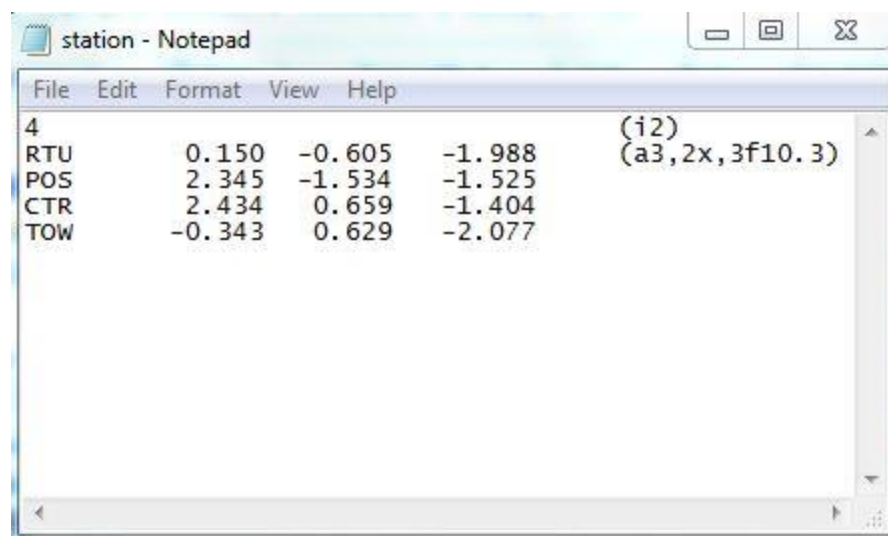
Pembacaan sinyal menggunakan *software* Swarm 2.7.4 ini dilakukan tiap menit untuk mencari *event* gempa pada bulan Juni dan Juli 2017. Pada penelitian ini *event* gempa yang digunakan adalah gempa vulkanik tipe A (VTA) dan vulkanik tipe B (VTB). Setelah data *event* dikumpulkan kemudian dilakukan penyeleksian data untuk mempermudah analisa sesuai dengan sinyal yang akan diolah.

6. Mencatat waktu tiba gelombang P dan gelombang S
7. Melakukan langkah yang sama hingga tidak ditemukan lagi *event* gempa VTA dan VTB pada rekaman sinyal seismik bulan Juni dan Juli 2017.

Data rekaman seismik yang sudah di *picking* disimpan kedalam notepad dengan format.dat sebagai input data pada program GAD. Data *picking* yang berupa waktu tiba gelombang P dan S menjadi input pada program GAD pada file *arrival.dat*. Kemudian model kecepatan V_p dan V_s disimpan dalam file *velocity.dat*, dan koordinat tiap stasiun yang digunakan disimpan dalam file *station.dat*. Setelah dijadikan satu file, maka dapat dilakukan *run* dengan program GAD. Setelah *software* di *run*, maka akan dihasilkan hiposenter tiap *event* yang sudah terseleksi

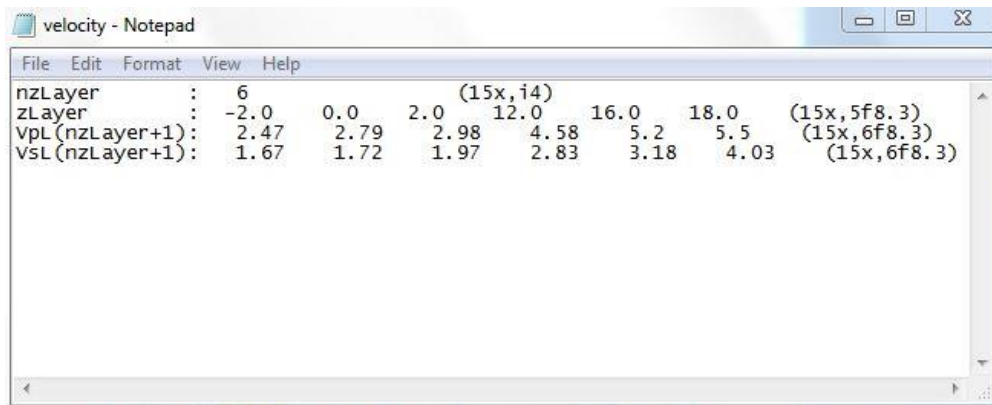
dan ditampilkan oleh file *result.dat*. Langkah-langkah menjalankan GAD adalah sebagai berikut:

1. Membuka folder GAD
2. Membuka *station.dat* kemudian mengetikkan koordinat stasiun pos pengamatan Gunungapi Tangkuban Parahu. Baris pertama merupakan kode stasiun dan baris ke 2,3, dan 4 adalah koordinat stasiun pada sumbu X, Y, dan Z. Tanda (+) menunjukkan arah Timur koordinat X dan arah Utara koordinat Y, sedangkan tanda (-) menunjukkan arah Barat koordinat X dan arah Selatan koordinat Y



Gambar 3.5 Tampilan *station.dat*

3. Membuka *velocity.dat* kemudian menulis baris ke-1 dengan jumlah lapisan, baris ke-2 dengan koordinat Z5 diskontinuitas, baris ke-3 model kecepatan gelombang P, dan baris ke-4 model kecepatan gelombang S. Model kecepatan yang digunakan pada penelitian ini menggunakan model kecepatan 2-D Gunungapi Gede yang didapatkan dari Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Bandung. Model kecepatan tersebut ditunjukkan pada Gambar 3.6

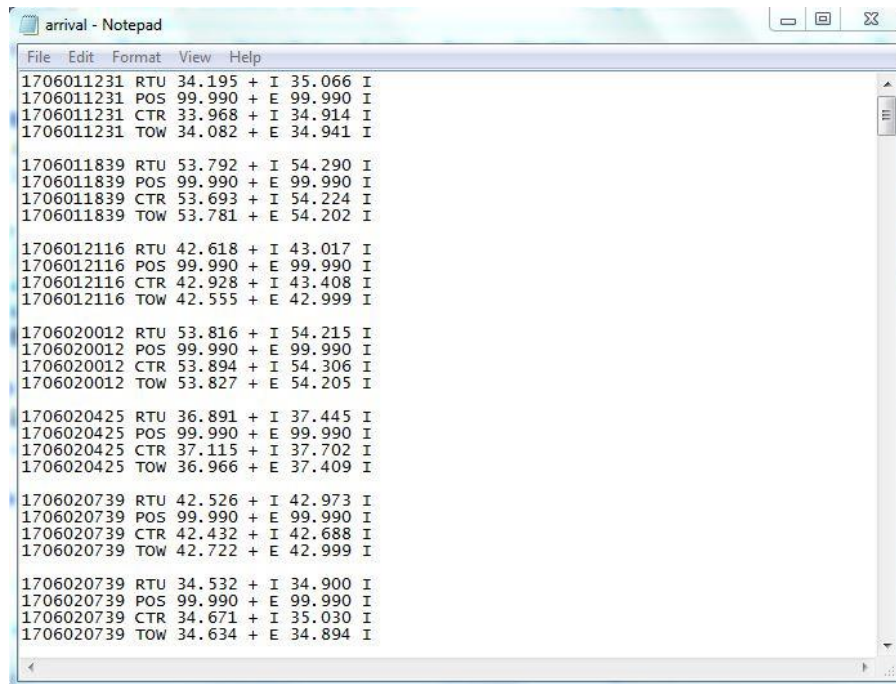


Gambar 3.6 Tampilan *velocity.dat*

4. Membuka *arrival.dat* kemudian menuliskan waktu kedatangan gelombang P dan gelombang S. Penulisan pada *arrival.dat* ini harus sesuai dengan ketentuan. Ketentuannya terdapat pada tabel 3.1

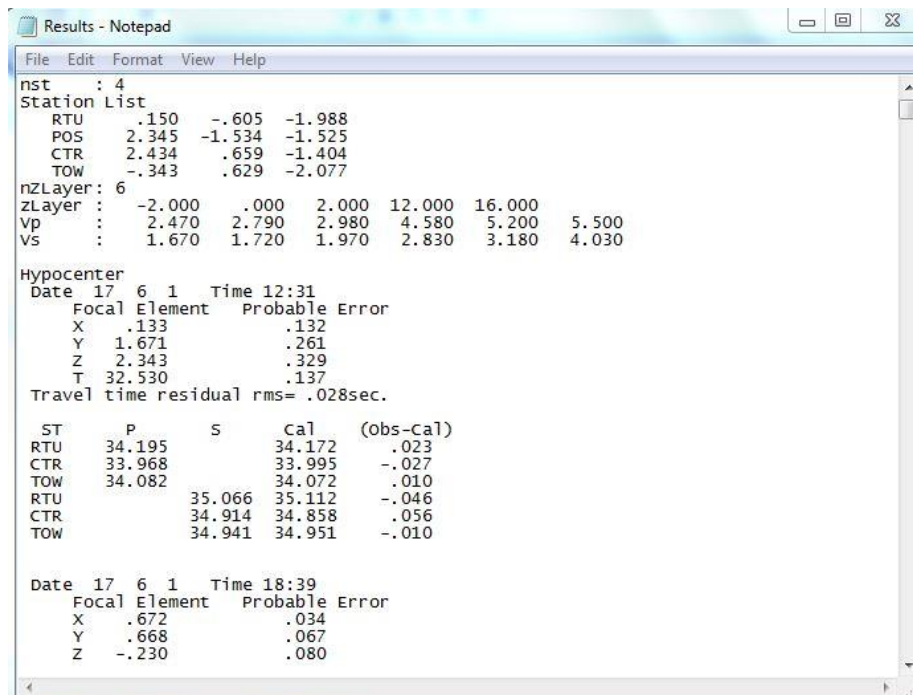
Tabel 3.1 Penulisan *Arrival.dat* (Suandayani, 2018)

Kolom ke-	Isi
1 - 4	YYMMDDHHmm
11	Tanda spasi " " atau koma ","
12 - 14	Kode stasiun 3 huruf
15	Tanda spasi
16 - 21	Waktu tiba gelombang P dalam detik. Apabila tidak terdeteksi maka ditulis "99.990"
22	Tanda spasi " " atau koma ","
23	Polarisasi gelombang "+" atau "-"
24	Tanda spasi " " atau koma ","
25	Timbul gelombang "I" atau "E"
26	Tanda spasi " " atau koma ","
27 - 32	Waktu tiba gelombang S dalam detik. Apabila tidak terdeteksi maka ditulis "99.990"
33	Tanda spasi " " atau koma ","
34	Timbul gelombang "I" atau "E"



Gambar 3.7 Tampilan *arrival.dat*

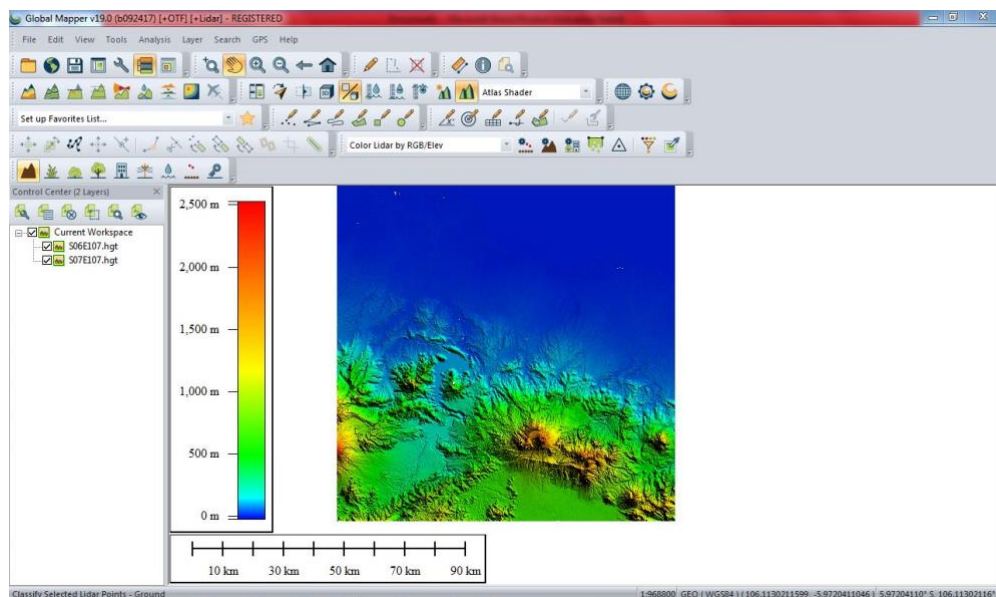
5. Me-running software dengan mengklik GAD.exe. Setelah selesai *running* kemudian membuka *file result.dat*. Data hasil *result* terdapat pada Lampiran 3.



Gambar 3.8 Tampilan *result.dat*

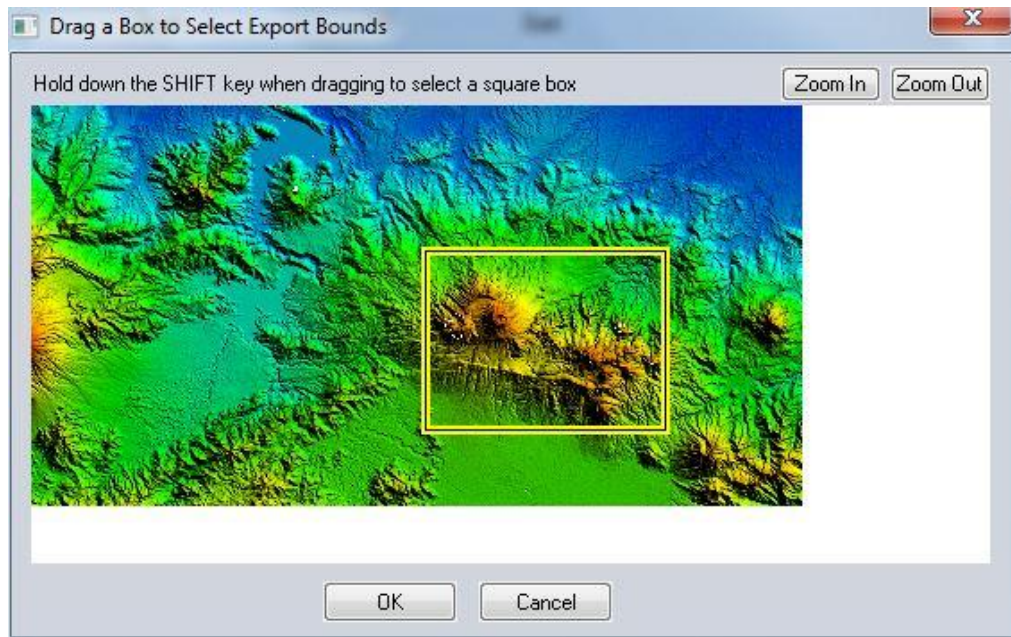
Dari data GAD tersebut diperoleh data X, Y, Z, *probable error*, t rms, dan (*obs-call*) tiap *event* gempa yang terjadi pada setiap stasiun. Untuk mencari koordinat *latitude*, *longitude*, dan elevasi, digunakan *software* Global Mapper dengan membuka data hgt yang sudah diberikan oleh pihak PVMBG kemudian mencari dua koordinatnya. Selain itu, dengan menggunakan Global Mapper penampang Utara - Selatan, dan penampang Barat - Timur dapat diketahui dengan format xyz. Langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Membuka *software* Global Mapper
2. Memilih menu *File* lalu *Open Data*. Kemudian cari *file* DEM Gunungapi Tangkuban Parahu, yaitu file S06E107.hgt dan S07E107.hgt



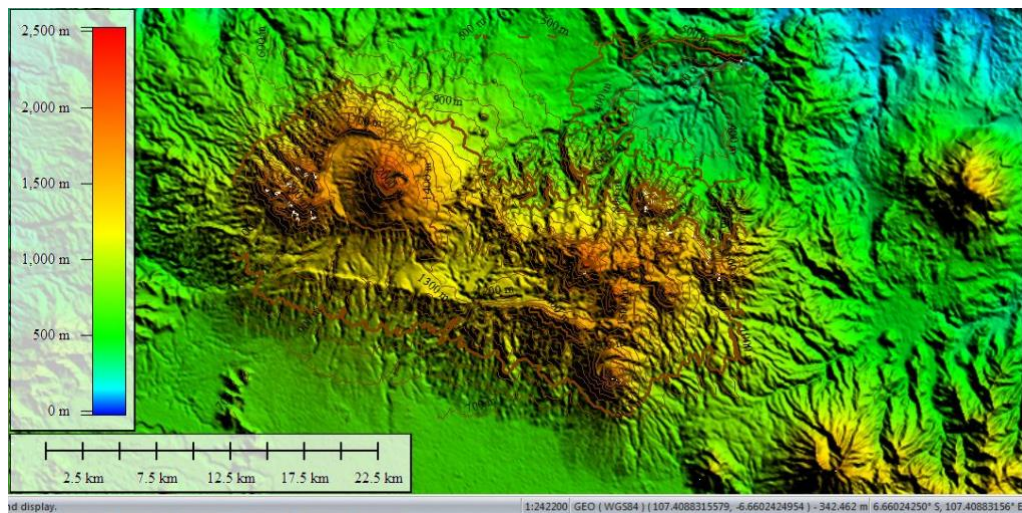
Gambar 3.9 Tampilan Global Mapper dengan data S06E107.hgt dan S07E107.hgt

3. Memilih menu *Analysis* kemudian pilih *Generate Countours* lalu *Countour Bounds* dan terakhir pilih *Draw a Box*. Ini digunakan untuk memfokuskan peta kontur ke lokasi penelitian



Gambar 3.10 Tampilan draw a box

4. Memilih *Contour Options* kemudian *OK* untuk membuat peta kontur



Gambar 3.11 Tampilan peta topografi

5. Memilih menu *File* kemudian *Export*, lalu *Export Vector/Lidar Format* untuk membuat data peta kontur kedalam koordinat X, Y, dan Z dengan format.txt. Data peta kontur terdapat pada Lampiran 4.

Setelah mendapat data peta kontur (*latitude*, *longitude*, dan *elevasi*) maka data tersebut kemudian diplot dengan menggunakan Originpro 8, dan akan diperoleh peta kontur dari Gunungapi Tangkuban Parahu. Selanjutnya dapat

diketahui persebaran episenter dari gempa vulkanik yaitu dengan memasukkan data titik gempa (X, Y, Z) dari data GAD ke dalam peta kontur yang sudah ada, sehingga dapat diketahui persebaran episenter gempa yang sedang diteliti. Langkah-langkah menggunakan Originpro 8 adalah sebagai berikut:

1. Membuka *Software* Originpro 8
2. Memilih menu *File* lalu *New Workbook*. Kemudian tambahkan kolom baru untuk C(Y)
3. Mengisikan data kontur yang sudah didapatkan dari *software* Global Mapper ke dalam *workbook* untuk membuat peta kontur. A(X) untuk *longitude*, B(Y) untuk *latitude*, dan C(Y) untuk *depth*

	A(X)	B(Y)	C(Y)
1	-13.01076	10.97098	-0.4
2	-12.91766	10.92742	-0.4
3	-12.54526	11.04551	-0.4
4	-12.20913	10.84408	-0.4
5	-12.07976	10.66573	-0.4
6	-11.73832	10.78722	-0.4
7	-11.70308	10.88036	-0.4
8	-11.42806	11.05103	-0.4
9	-11.37414	11.25292	-0.4
10			
11	-13.01076	9.46384	-0.6
12	-12.92426	9.38352	-0.6
13	-12.35906	9.33993	-0.6
14	-12.34416	8.92442	-0.6
15	-12.24038	8.645	-0.6
16	-12.04541	8.39995	-0.6
17	-12.07976	8.10609	-0.6
18	-11.69991	8.55186	-0.6
19	-11.6961	8.93569	-0.6
20	-11.27758	9.39012	-0.6
21	-11.54023	9.5764	-0.6
22	-11.42806	9.92778	-0.6
23	-11.05566	10.1225	-0.6
24	-10.86946	10.44591	-0.6

Gambar 3.12 *Workbook* peta kontur

4. Memilih menu *File* lalu *New Workbook* untuk membuat peta penampang Barat – Timur

	A(X)	B(Y)
1	-12.73146	1
2	-11.89356	1
3	-11.54728	1
4	-11.02265	1
5	-10.81937	1
6	-9.87483	1.2
7	-9.8417	1.2
8	-9.28676	1.4
9	-9.00746	1.4
10	-8.92776	1.4
11	-8.65526	1.6
12	-8.44887	1.6
13	-7.88651	1.4
14	-7.66658	1.4
15	-7.33167	1.6
16	-6.80035	1.4
17	-6.53155	1.4
18	-6.50586	1.4
19	-3.468	1.6
20	-3.19507	1.6
21	-2.21241	1.8
22	-1.90172	1.8
23	-0.73185	2
24	-0.10964	1.8

Gambar 3.13 *Workbook* penampang Barat - Timur

5. Melakukan kembali langkah 4 untuk membuat *file* peta penampang Selatan – Utara, *Station*, Vulkanik Dalam, dan Vulkanik Dangkal

	A(X)	B(Y)
1	-10.51824	1
2	-10.51648	1
3	-10.41022	1
4	-10.07783	1
5	-9.91066	1
6	-8.17104	1.2
7	-8.13979	1.2
8	-7.59854	1.2
9	-6.35055	1.2
10	-6.16427	1.2
11	-6.067	1.2
12	-3.95737	1.4
13	-3.94507	1.4
14	-3.81249	1.4
15	-2.99297	1.6
16	-2.94725	1.6
17	-2.9099	1.6
18	-1.30497	1.8
19	-0.85528	2
20	-0.57586	2
21	-0.57586	2
22	-0.46817	2
23	-0.25928	1.8
24	-0.2033	1.8

Gambar 3.14 *Workbook* penampang Selatan - Utara

	A(X)	B(Y)	C(Y)	D(L)
1	0.15031	-0.60514	-1.988	RTU
2	2.345	-1.534	-1.525	POS
3	2.43456	0.65913	-1.404	CTR
4	-0.343	0.629	-2.077	TOW
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				

Gambar 3.15 *Workbook* koordinat stasiun pengamatan

	A(X)	B(Y)	C(Y)
Long Name			
Units			
Comments			
1	-1.602	-1.84	-1.196
2	-0.846	-0.748	-1.22
3	0.443	-0.171	-1.281
4	-0.529	0.026	-1.487
5	0.457	0.458	-1.645
6	0.999	1.477	-1.858
7	-0.371	0.12	-1.908
8	-1.259	1.658	-2.109
9	0.049	1.895	-2.148
10	-0.016	0.34	-2.169
11	-1.304	-0.081	-2.233
12	-0.591	1.997	-2.251
13	0.133	1.671	-2.343
14	-0.082	0.552	-2.464
15	0.132	-0.076	-2.464
16	-2.321	-0.942	-2.832
17	0.198	0.907	-2.98
18	-1.219	0.823	-3.175
19	-0.287	0.368	-3.794
20	0.081	1.146	-3.89
21	-0.226	-0.897	-4.367

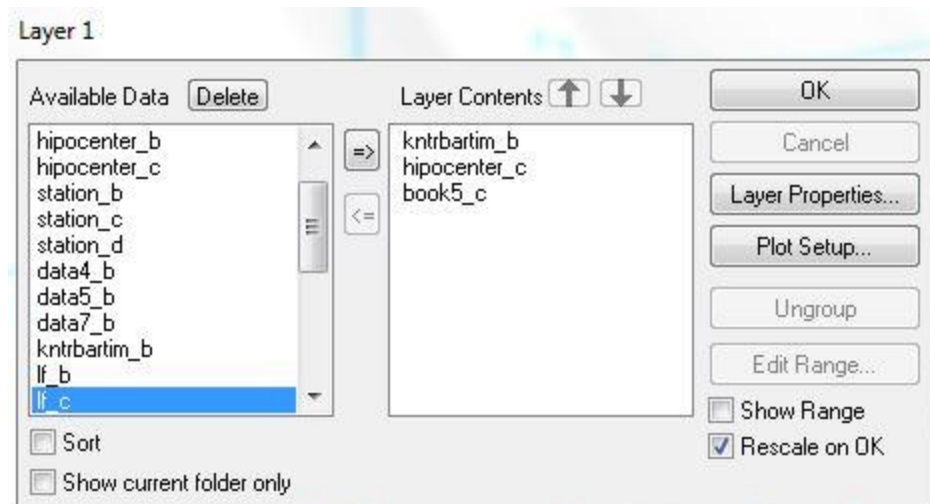
Gambar 3.16 *Workbook* data vulkanik dangkal

	A(X)	B(Y)	C(Y)
1	0.565	0.28	1.539
2	0.913	0.485	1.529
3	0.917	0.241	1.469
4	0.132	0.25	1.454
5	0.571	0.402	1.443
6	1.212	0.302	1.442
7	0.743	0.821	1.432
8	0.964	0.569	1.417
9	0.833	0.284	1.392
10	0.322	0.207	1.368
11	0.758	0.495	1.331
12	0.742	0.302	1.283
13	0.681	0.371	1.259
14	0.462	0.163	1.252
15	0.82	0.421	1.252
16	0.928	0.324	1.247
17	0.547	0.234	1.227
18	0.546	0.656	1.206
19	0.618	0.22	1.201
20	0.157	0.251	1.173
21	0.785	0.387	1.064
22	0.469	0.639	1.044
23	0.791	0.44	1.031

Gambar 3.17 *Workbook* data vulkanik dalam

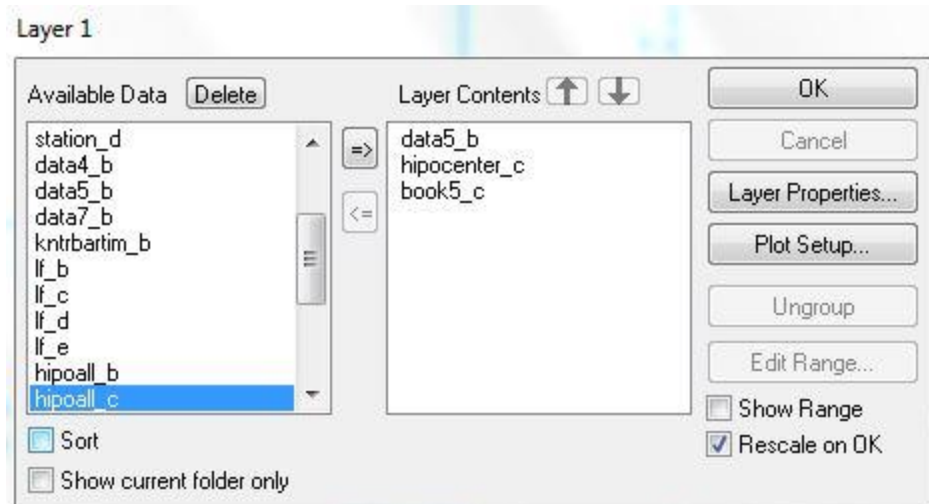
Untuk mengetahui kedalaman persebaran hiposenter, maka dilakukan pengeplotan dengan menggunakan data penampang Utara - Selatan, dan Barat - Timur, kemudian memasukkan kembali data titik gempa dari GAD berupa VTA dan VTB (Lampiran 4), maka otomatis dapat diketahui persebaran dan kedalaman hiposenter gempa dari gunung yang sedang diteliti pada waktu tertentu.

6. Membuat peta sebaran hiposenter penampang Barat – Timur dengan cara plot ke grafik, kemudian pilih *Layer Properties*. Masukkan *Workbook* penampang Barat – Timur, vulkanik dalam, dan vulkanik dangkal



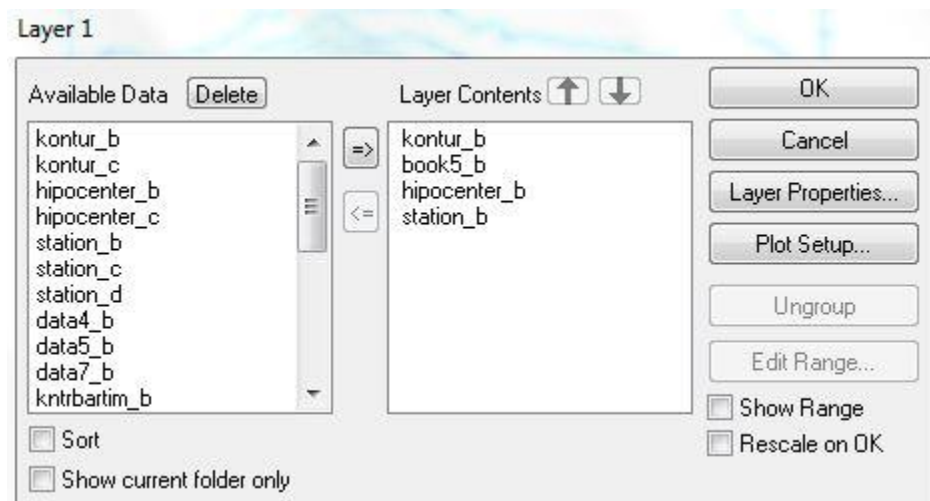
Gambar 3.18 Jendela *Layer Properties* hiposenter penampang Barat - Timur

7. Melakukan langkah yang sama dengan nomer 6 untuk membuat peta sebaran hiposenter penampang Selatan – Utara dengan mengganti *Workbook* yang berbeda pada *layer*-nya



Gambar 3.19 Jendela *Layer Properties* hiposenter penampang Selatan - Utara

8. Membuat peta sebaran episenter dengan langkah seperti nomer 6, namun mengganti *Layer* dengan *Workbook station*, data kontur.



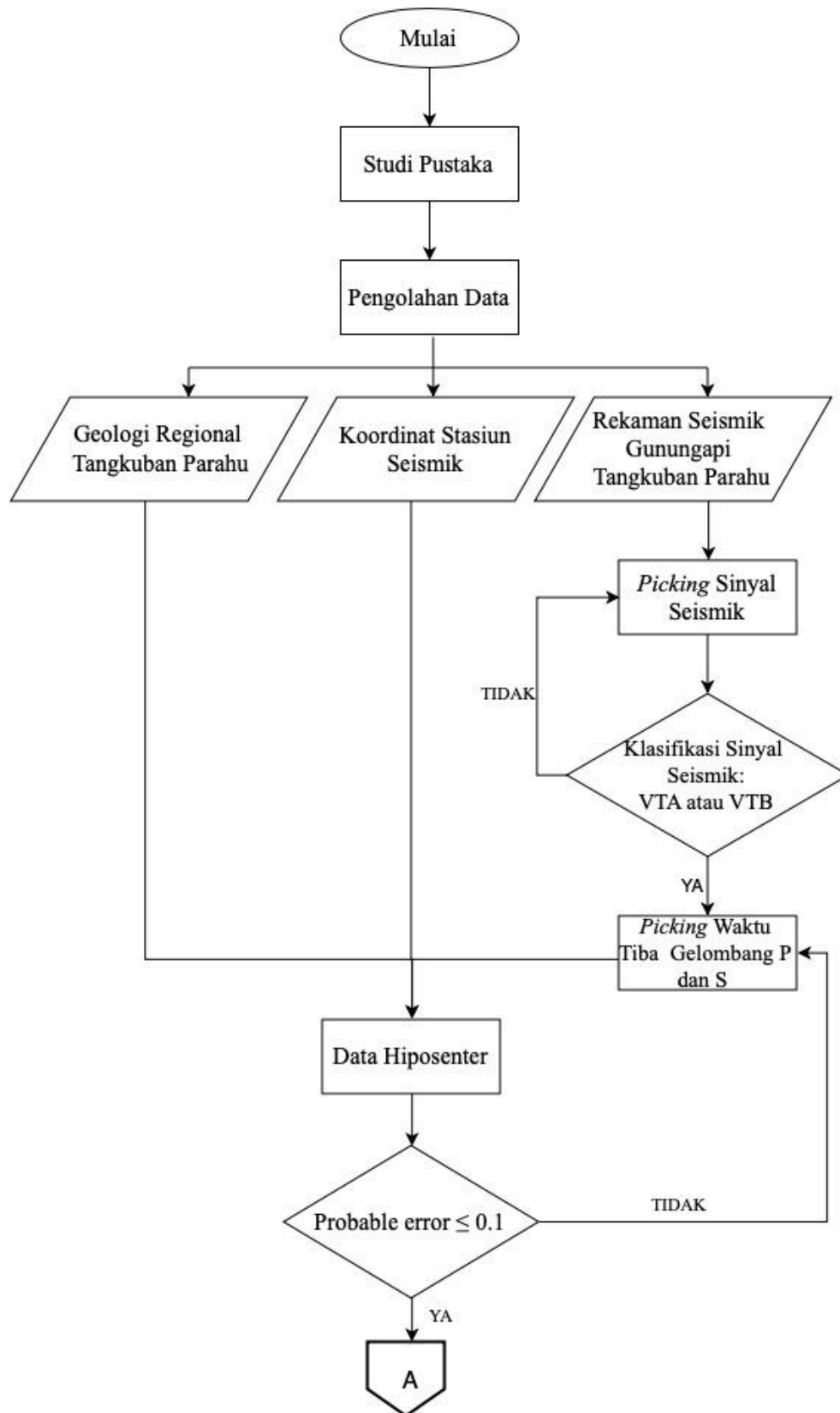
Gambar 3.20 Jendela *Layer Properties* episenter

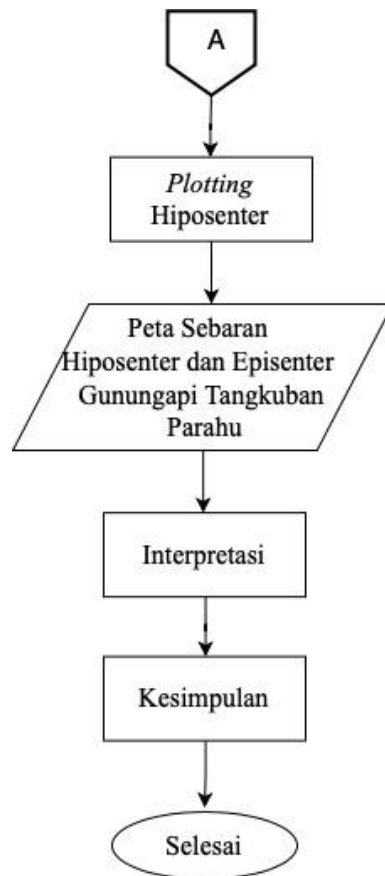
Langkah penelitian ini dijelaskan pada diagram alur di bawah (Gambar 3.1).

3.5 Metode Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan pendekatan deskriptif, dimana data-data diolah kemudian dijelaskan secara deskriptif. Hasil penelitian yang ingin dicapai berupa tabel klasifikasi gempa dan gambar yang menggambarkan pemetaan hasil sebaran hiposenter dan episenter Gunungapi Tangkuban Parahu.

3.6 Diagram Alur Penelitian





Gambar 3.21 Diagram alur penelitian