

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember - Februari 2020, pengolahan data dilakukan di Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG), yang bertempat di Jalan Diponogoro No.57, Kota Bandung, Jawa Barat dan Laboratorium Fisika Bumi Institut Teknologi Sumatera.

3.2 Alat dan Data Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian terdiri ini meliputi beberapa hal sebagai berikut:

3.2.1 Alat Penelitian

Beberapa alat yang digunakan untuk penelitian ini adalah

1. SEISAN 8.0

SEISAN 8.0 digunakan untuk membaca gelombang seismik dari setiap stasiun seismik. *Software* ini dapat membaca data setiap 1 jam, kemudian memberikan informasi waktu tiba gelombang P dan gelombang S.

2. GAD (*Geiger's method with Adapting Damping*)

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

3. Global Mapper

Global Mapper digunakan untuk mencari nilai koordinat elevasi dari lokasi.

4. Origin

Origin digunakan untuk memplot kontur dari data koordinat dan elevasi yang sudah didapat di Global Mapper, serta dapat digunakan untuk membuat penampang Utara – Selatan, Barat – Timur dan mengetahui persebaran kedalaman titik hiposenter gempa vulkanik.

5. Alat Pendukung lainnya

Alat pendukung yang lainnya adalah tempat berkas dibuka dan diubah sesuai format seperti *Microsoft Word*, *Microsoft Excel*, dan *Notepad*.

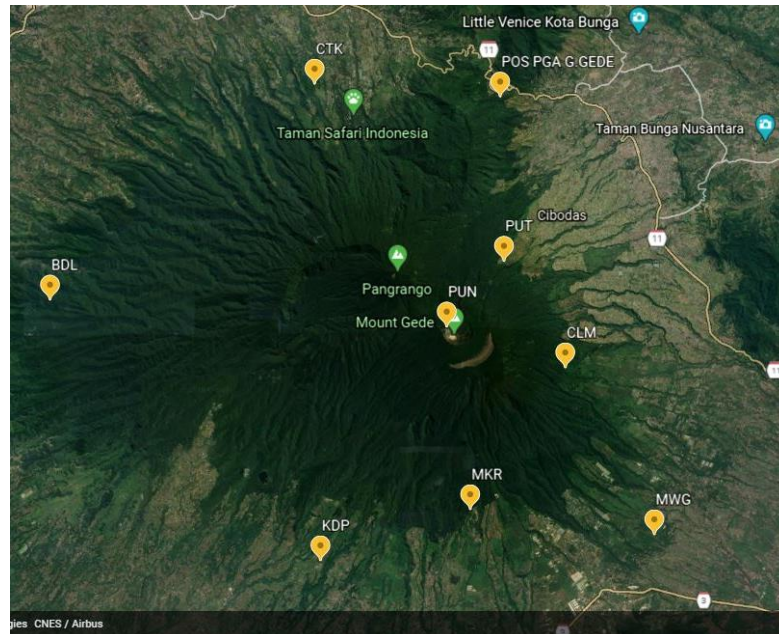
3.2.2 Data Penelitian

Data yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah data hasil rekaman seismogram digital Gunung Gede pada bulan Januari – November 2019 yang diperoleh dari PVMBG, Bandung. Data tersebut kemudian dilakukan pengolahan lebih lanjut yaitu penentuan arrival time, sebaran hiposenter dan episenter gempa vulkanik. Berikut delapan stasiun yang digunakan pada penelitian ini sebagaimana ditampilkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Lokasi Stasiun Seismik

STASIUN	LINTANG	BUJUR	KETINGGIAN ELIPSOID (m)
PGA Gede	6°42'52.08"	106°59'50.52"	1401
Putri(PUT)	6°45'56.50"	106°59'53.00"	1880
Culamega(CLM)	6°47'53.16"	107° 1'1.56"	1704
Mangkurajo(MKR)	6°50'31.60"	106°59'16.80"	1367
Citeko(CTK)	6°42'35.60"	106°56'21.30"	1099
Puncak(PUN)	6°47'8.00"	100° 27' 21,25"	2712
Kadupugur(KDP)	6°51'31.40"	100° 25' 24,6"	1020
Mekarwangi(MWG)	6°51'03.20"	100° 21' 18,8"	870
Bedogol (BDL)	6°46'37.90"	106°51'17.90"	810

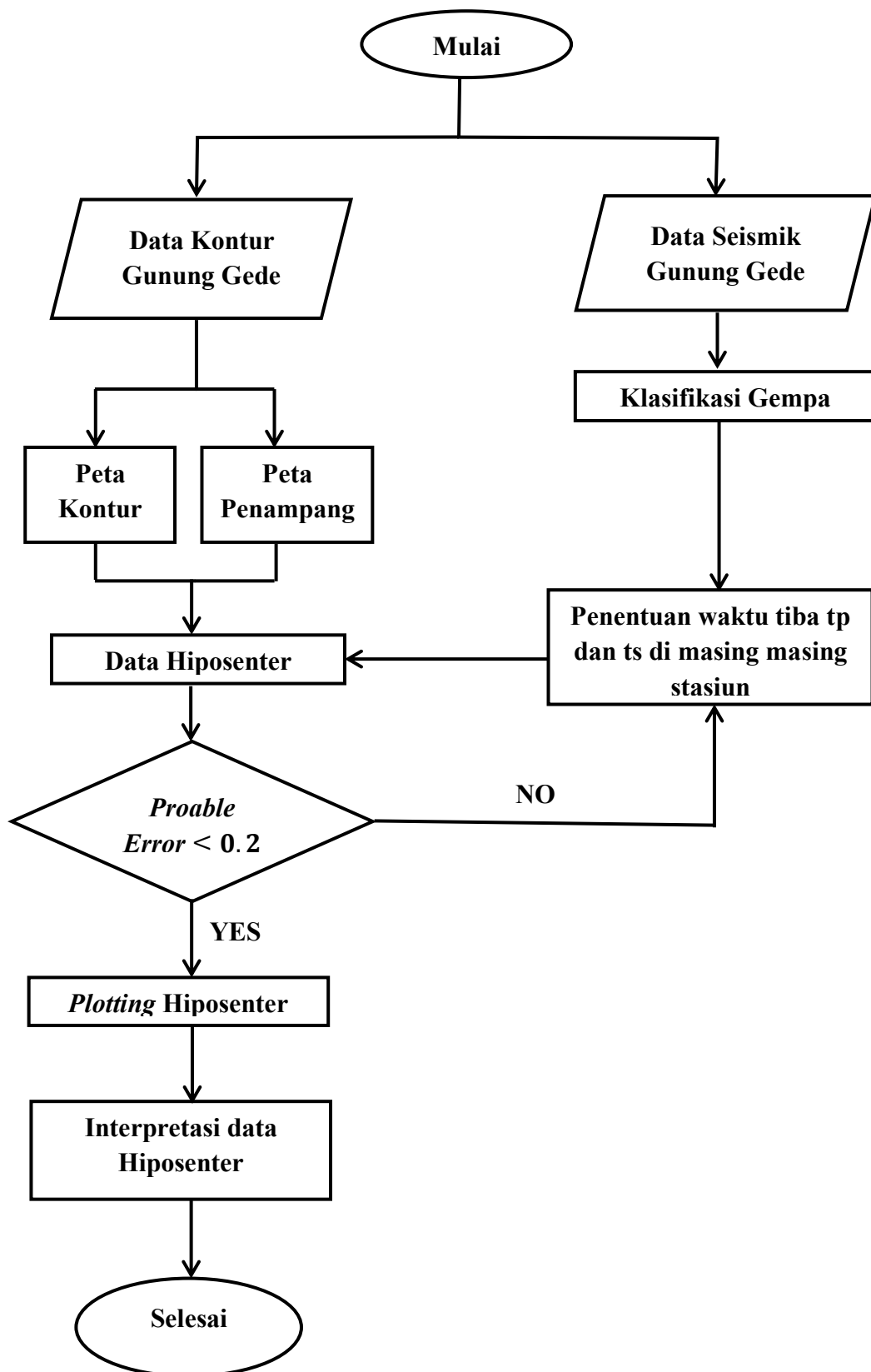
Adapun lokasi stasiun yang tersebar disekitar Gunung Gede dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Stasiun Penelitian (sumber : Google Earth)

3.3 Tahapan Penelitian

Adapun tahapan pada penelitian ini dimulai dengan persiapan dan pengumpulan data, pengolahan data dan analisis data. Diagram alir memiliki beberapa tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

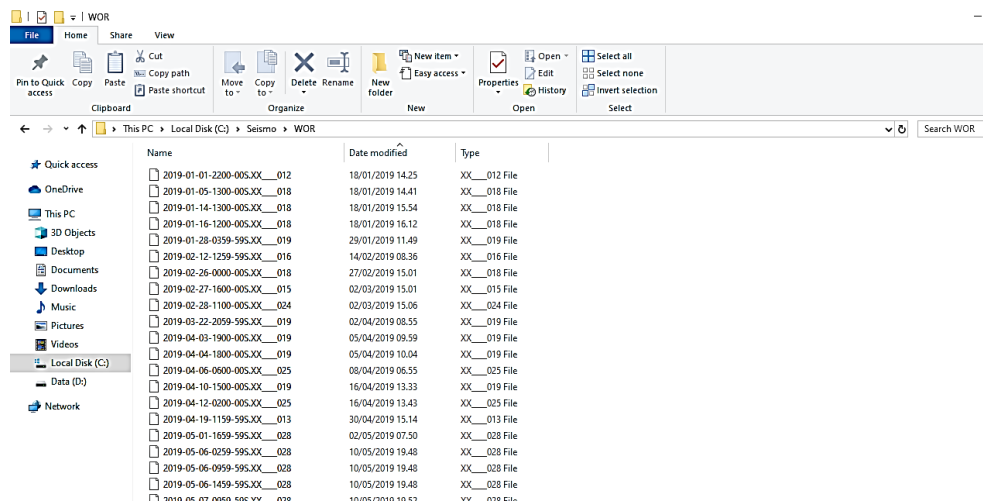
3.3.1 Persiapan dan Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian berupa data gempa vulkanik yang terjadi di Gunung Gede pada bulan Januari- November 2019 yang diperoleh dari rekaman seismogram. Data ini berupa sinyal seismik yang berupa data digital. Selanjutnya pembacaan data ini di dapat dilakukan dengan *software* SEISAN 8.0.

3.3.2 Klasifikasi Gempa dan Picking Gelombang P dan S

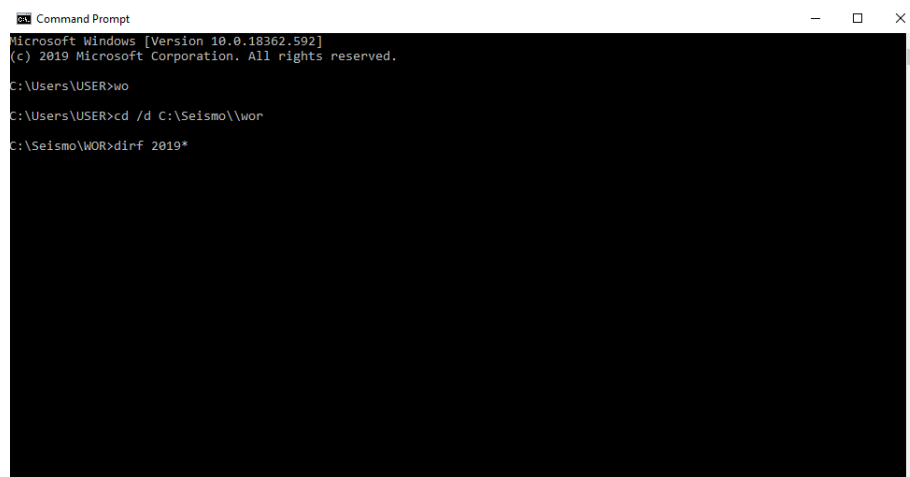
Langkah-langkah dalam pembacaan sinyal menggunakan SEISAN 8.0 adalah sebagai berikut:

1. Siapkan data sinyal gempa yang mempunyai format seisan yang sudah didapatkan lalu dikelompokkan di folder WOR (folder :C > seismo > WOR) pada perangkat komputer anda.



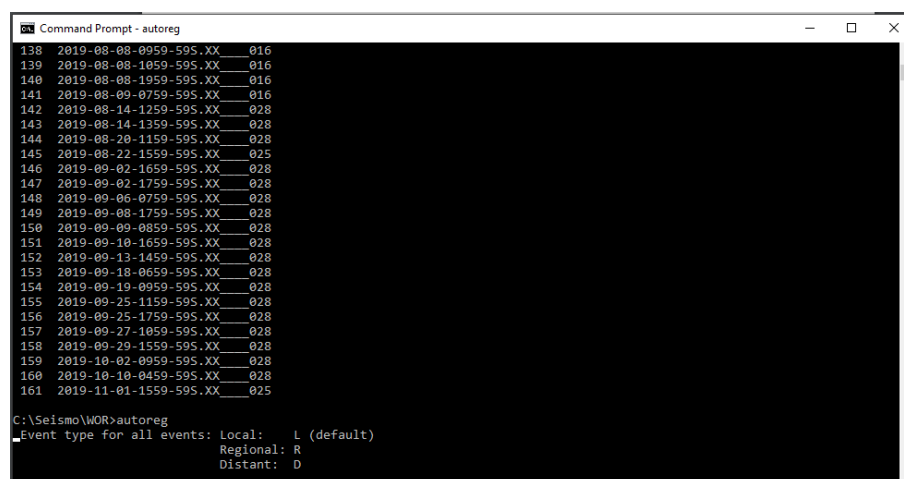
Gambar 3.3 Folder WOR

2. Setelah itu bukan aplikasi Seisan 8.0 yang telah diunduh di perangkat komputer anda. Dan ada beberapa langkah command promt yang harus dilakukan agar data gempa terdapat pada aplikasi Seisan. Seperti gambar dibawah ini.



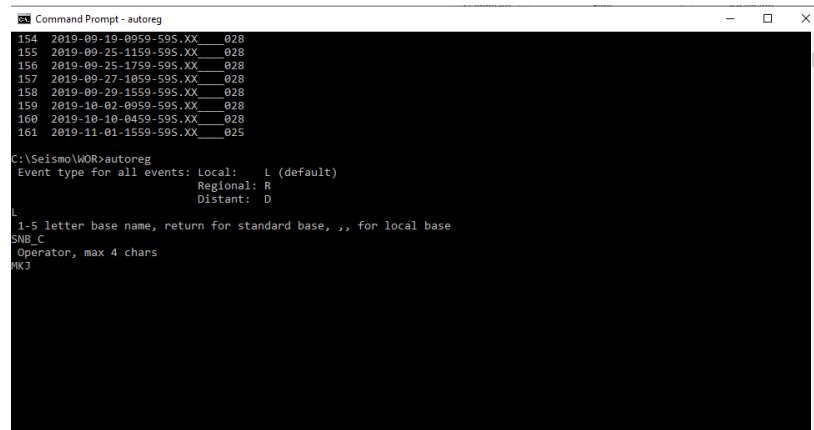
Gambar 3.4 *command prompt* untuk memasukkan data.

3. Setelah semua data dipanggil ke dalam folder masukkan fungsi silahkan lanjutkan dengan mengetik **autoreg** lalu enter. Autoreg akan membuat s-file setiap waveform file dan memindahkan data continuous dari folder wor ke wav agar sesuai dengan bulan dan tahunnya. Perhatikan gambar dibawah ini.



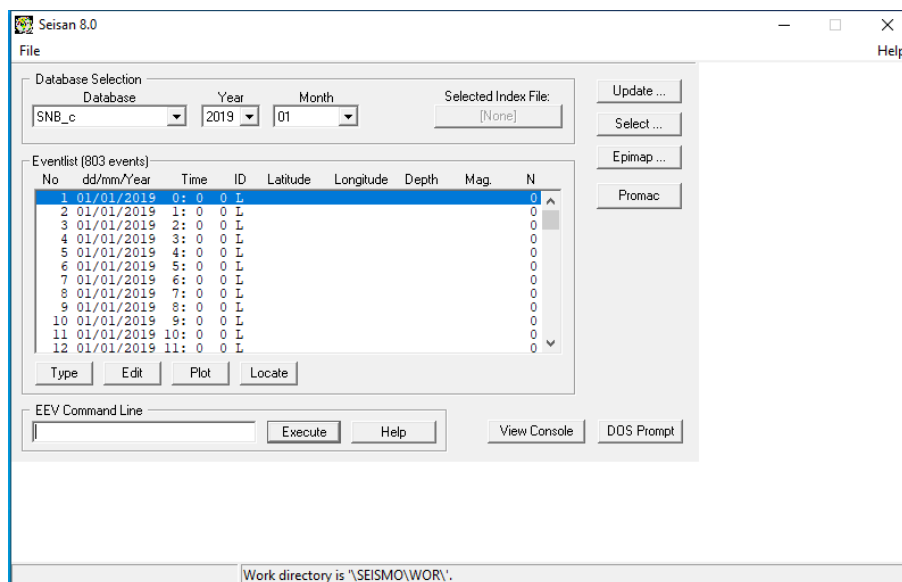
Gambar 3.5 Pilihan kejadian yang akan diambil.

4. Pada *Event type for all event* silahkan ketik **L**. Selanjutnya adalah untuk penamaan data folder **WAV** yang akan disimpan dengan mengetikkan nama folder **SNB_Cl** lalu ketik enter dan yang terakhir dengan **1-5 letter base name, return for standard base, ,, for local base** silahkan masukkan nama operator dengan **MKJ** lalu tekan *enter* kembali. Perhatikan Gambar 3.6 sebagai berikut:



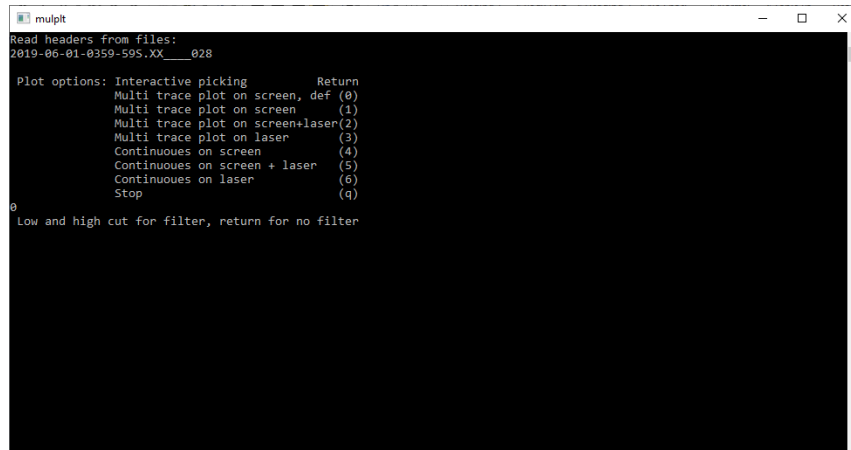
Gambar 3.6 Command Prompt untunk kejadian

5. Setelah selesai langkah tersebut, maka *command prompt* akan men-*running* data yang telah ada pada data **WAV** sehingga tersusun rapi pada aplikasi Seisan 8.0.



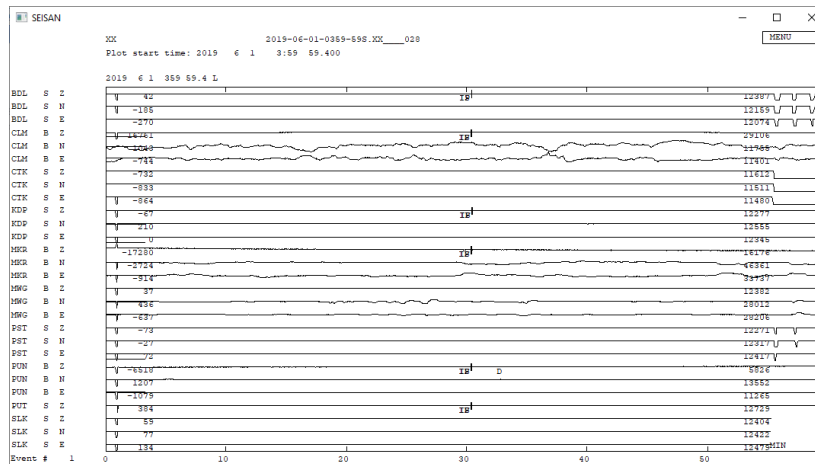
Gambar 3.7 Tampilan Aplikasi Seisan 8.0.

6. Setelah itu kita akan mengklasifikasikan gempa yang akan kita temukan dalam data sinyal gempa yang kita miliki lalu temukan sinyal gempa yang memiliki kriteria yang sesuai dengan teorinya. Dengan menemukan kejadian gempa lalu di klik datanya dan menekan **Plot** lalu akan muncul seperti gambar di bawah ini.



Gambar 3.8 Command Prompt yang menunjukkan untuk pemfilteran.

7. Setelah tampilan sudah seperti data diatas selanjutnya adalah mengikuti **Plot options** sesuai dengan kebutuhan kita dan saya menekan angka **0** dan terdapat pilihan *filter* yaitu *low* dan *high filter* tapi saya langsung enter karena tidak memerlukan untuk filter. Dan akan memiliki tampilan seperti Gambar 3.9 dibawah ini.

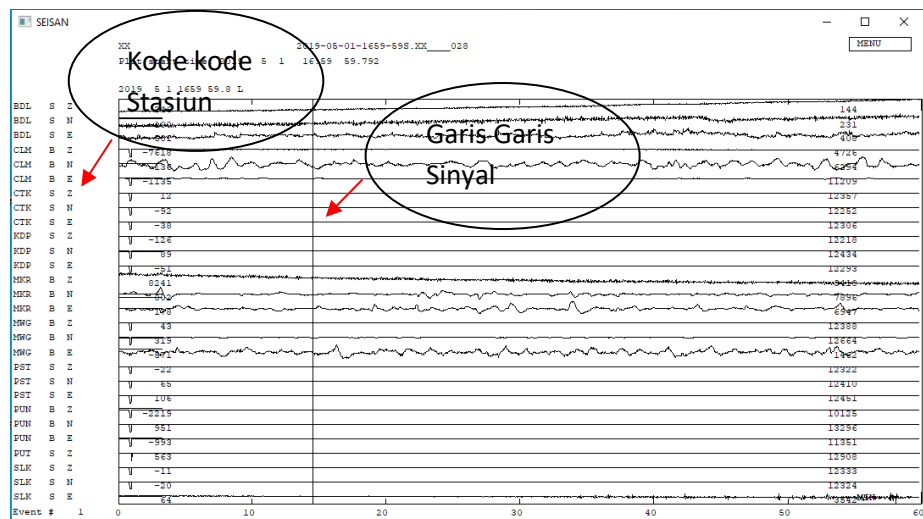


Gambar 3.9 Tampilan sinyal gempa setelah di input.

8. Setelah melihat gambar di atas kita dapat melihat sinyal gempa yang dapat kita temui dengan melihat data gempa yang sebelumnya telah didapatkan oleh pengamat di Pos Gunung Gede. Langkah selanjutnya tugas saya meninjau ulang data gempa dengan sinyal gempa yang kita amati pada aplikasi Seisan 8.0. Cara melihatnya dapat dilihat pada gambar 3.10 dengan langkah-langkah

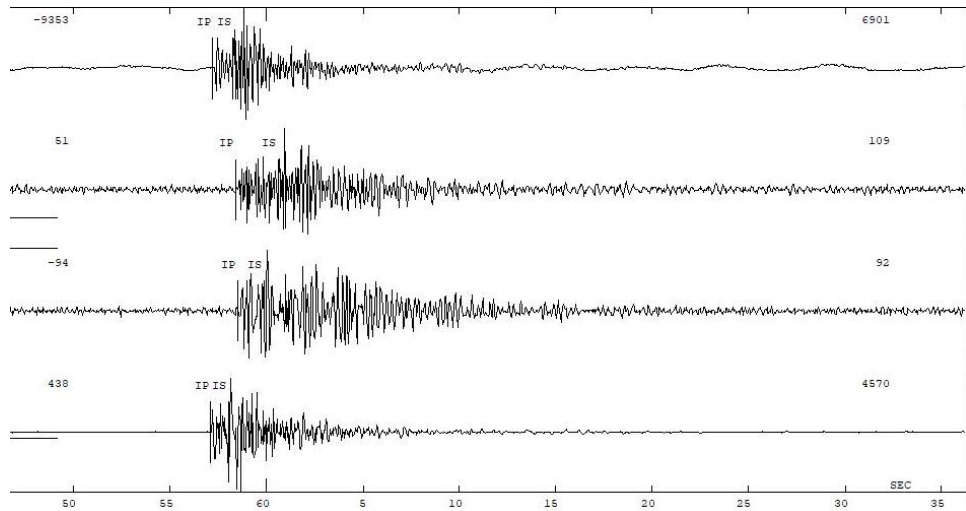
sebagai berikut:

- a. Untuk memperbesar sinyal pada layar dengan cara menklik kiri pada layar sinyal hingga menampilkan garis lalu klik kiri kembali tetapi pada sebelah kanan layar yang sudah diklik sebelumnya.
- b. Sedangkan untuk memperkecil sinyal pada layar atau mengembalikan layar seperti semula dengan cara menklik kiri pada layar sinyal hingga menampilkan garis lalu klik kiri kembali tetapi pada sebelah kiri layar sudah diklik sebelumnya.
- c. Untuk memilih stasiun tertentu pada agar sinyal dapat terlihat lebih jelas. Silahkan klik yang stasiun ingin dipilih sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 3.10 Tampilan sinyal gempa setelah di *input*.

9. Setelah sinyal ditemukan silahkan kalian menentukan gelombang-P dan gelombang-S seperti pada layar berikut. (untuk mempicking gelombang dengan mengarahkan kursor kearah gelombang lalu untuk pick dengan tekan angka 1 untuk gelombang p dan tekan angka 7 untuk gelombang-S).



Gambar 3.11 Contoh *picking* gelombang P dan gelombang S

10. Setelah mempick dari ke 8 Stasiun pembaca bisa ke menu awal aplikasi SEISAN 8.0 seperti gambar 3.7 lalu tekan *menu “Type”* sehingga akan menimbulkan layar seperti gambar berikut (copy data dari contoh Gambar 3.12).

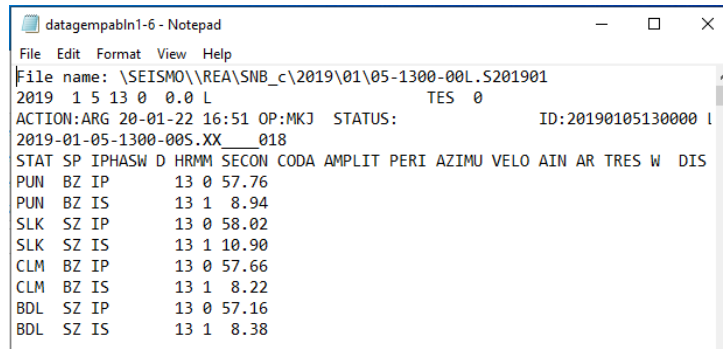
```

File name: \SEISMO\REA\SNB_c\2019\01\05-1300-00L.S201901
2019 1 5 13 0 0.0 L          TES 0          1
ACTION:ARG 20-01-22 16:51 OP:MKJ STATUS:      ID:20190105130000 L I
2019-01-05-1300-00S.XX_018          6
STAT SP IPHASW D HRMM SECON CODA AMPLIT PERI AZIMU VELO AIN AR TRES W DIS CAZ7
PUN BZ IP          13 0 57.76
PUN BZ IS          13 1 8.94
SLK SZ IP          13 0 58.02
SLK SZ IS          13 1 10.90
CLM BZ IP          13 0 57.66
CLM BZ IS          13 1 8.22
BDL SZ IP          13 0 57.16
BDL SZ IS          13 1 8.38

```

Gambar 3.12 Tampilan layar dari *Seisan Console*

11. Setelah itu paste data dari seisan ke notepad lakukan untuk semua data yang telah usai di *picking* gelombangnya seperti gambar berikut.

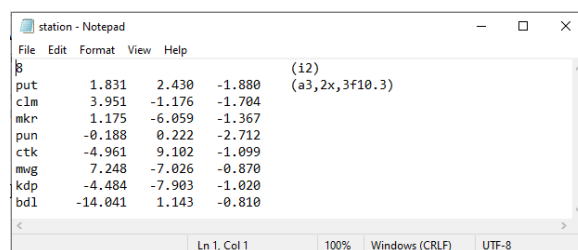


Gambar 3.13 Notepad tempat untuk mengumpulkan data seluruh hasil *picking*

3.3.3 Penentuan Hiposenter menggunakan GAD

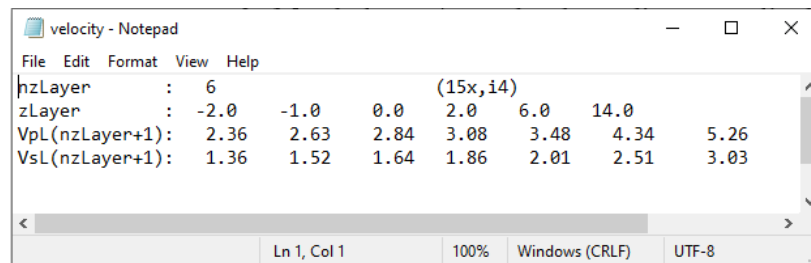
Data rekaman seismik yang sudah di *picking* disimpan kedalam notepad dengan format.dat sebagai input data pada program GAD. Data *picking* yang berupa waktu tiba gelombang P dan S menjadi input pada program GAD pada file *arrival.dat*. Kemudian model kecepatan V_p dan V_s disimpan dalam file *velocity.dat*, 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 kejadian 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 Gunung Gede. 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 3.14 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 Gunung Gede yang didapatkan dari Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Bandung. Model kecepatan tersebut ditunjukkan pada Gambar 3.15.



Gambar 3.15 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 3.2 sebagai berikut :

Tabel 3.2 Penulisan *Arrival.dat* [21].

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”

Pada gambar dibawah ini adalah contoh dari hasil instruksi dari tabel 3.2 yang dimana datanya telah dimasukkan ke dalam format **.dat**.

```

arrival - Notepad
File Edit Format View Help
1909251212,mkr,99.990,-,I,99.990,I
1909251212,pun,53.680,-,I,55.140,I
1909251212,ctk,99.990,-,I,99.990,I
1909251212,mwg,99.990,-,I,99.990,I
1909251212,kdp,99.990,-,I,99.990,I
1909251212,bd1,99.990,-,I,99.990,I

1910021017,put,61.410,-,I,64.560,I
1910021017,clm,61.610,-,I,66.150,I
1910021017,mkr,60.640,-,I,63.870,I
1910021017,pun,61.100,-,I,64.120,I
1910021017,ctk,99.990,-,I,99.990,I
1910021017,mwg,99.990,-,I,99.990,I
1910021017,kdp,59.870,-,I,99.990,I
1910021017,bd1,60.280,-,I,63.470,I

9999999999
Ln 913, Col 1    100%    Windows (CRLF)    UTF-8

```

Gambar 3.16 Tampilan *arrival.dat*

5. Me-running software dengan mengklik GAD.exe. Setelah selesai *running* kemudian membuka *file result.dat*.

```

Results - Notepad
File Edit Format View Help
hst : 8
Station List
put 1.831 2.430 -1.880
clm 3.951 -1.176 -1.704
mkr 1.175 -6.059 -1.367
pun -.188 .222 -2.712
ctk -4.961 9.102 -1.099
mvg 7.248 -7.026 -.870
kdp -4.484 -7.903 -1.020
bd1 -14.041 1.143 -.810
nZLayer: 6
zLayer : -2.000 -1.000 .000 2.000 6.000
Vp : 2.360 2.630 2.840 3.080 3.480 4.340
Vs : 1.360 1.520 1.640 1.860 2.010 2.510
Hypocenter
Date 19 2 12 Time 13:14
Focal Element Probable Error
X -.641 .024
Y .077 .024
Z 15.306 .024
T -.070 .024
Travel time residual rms= .960sec.

ST P S Cal (Obs-Cal)
put 4.260 4.642 -.382
pun 4.000 4.908 -.908
ctk 4.760 4.942 -.182
mvg 6.430 4.933 1.497
put 8.860 8.033 .827
pun 7.190 8.497 -1.307
ctk 10.080 8.547 1.533
mvg 7.190 8.530 -1.340

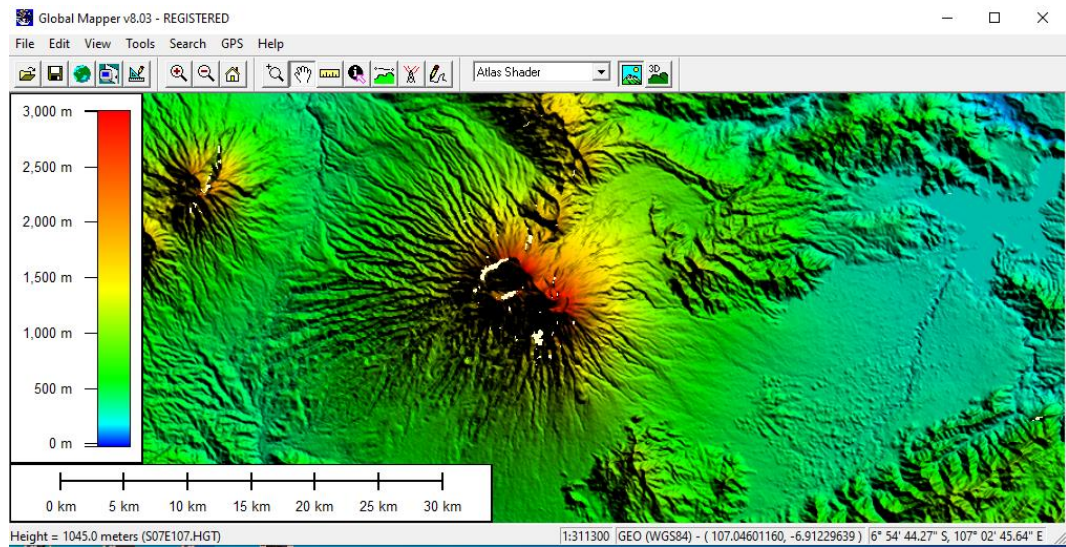
```

Gambar 3.17 Tampilan *result.dat*

3.3.4 Penentuan Kontur menggunakan Global Mapper

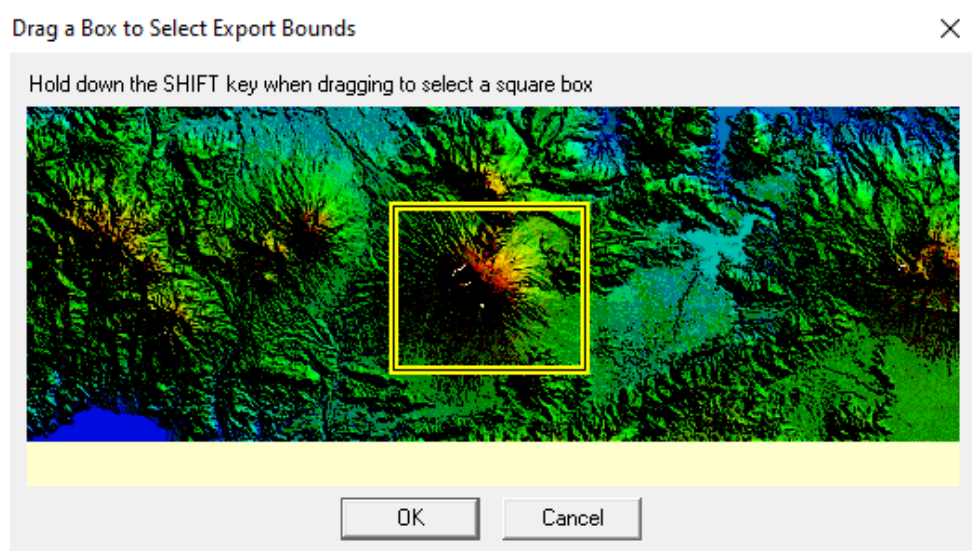
Berdasarkan GAD diperoleh data X, Y, Z, *probable error*, t rms, dan (*obs-call*) tiap kejadian gempa yang terjadi pada setiap stasiun. Untuk mencari koordinat *latitude*, *longitude*, dan elevasi, digunakan *software* Global Mapper 8 dengan membuka data hgt yang sudah diberikan oleh pihak PVMBG kemudian 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 Gunung Gede, yaitu file S07E106.hgt.



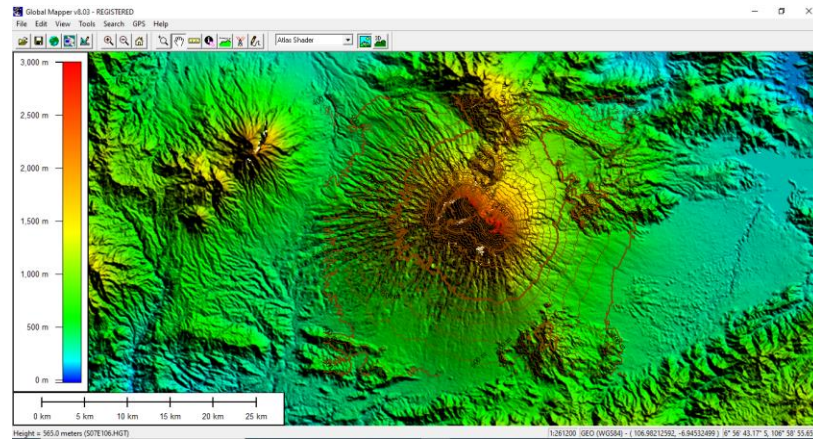
Gambar 3.18 Tampilan Global Mapper dengan data S07E106.hgt

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



Gambar 3.19 Tampilan draw a box

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



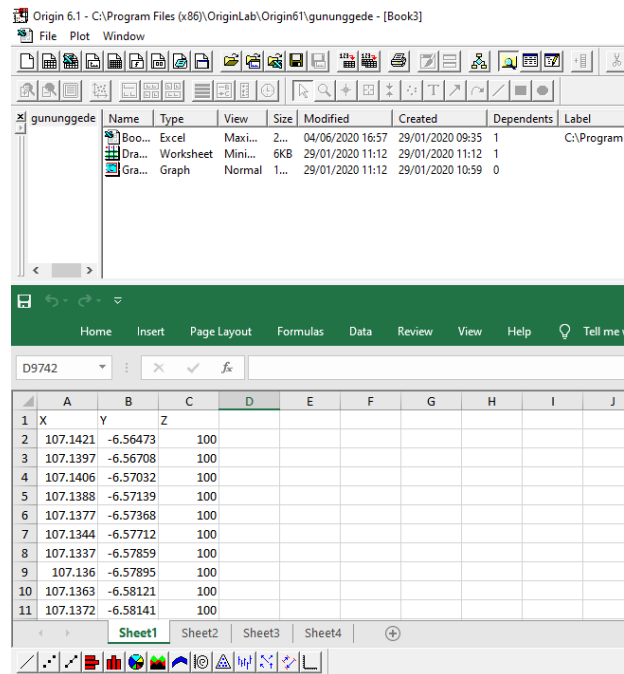
Gambar 3.20 Tampilan peta topografi

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

3.3.5 Plot Hiposenter menggunakan Origin

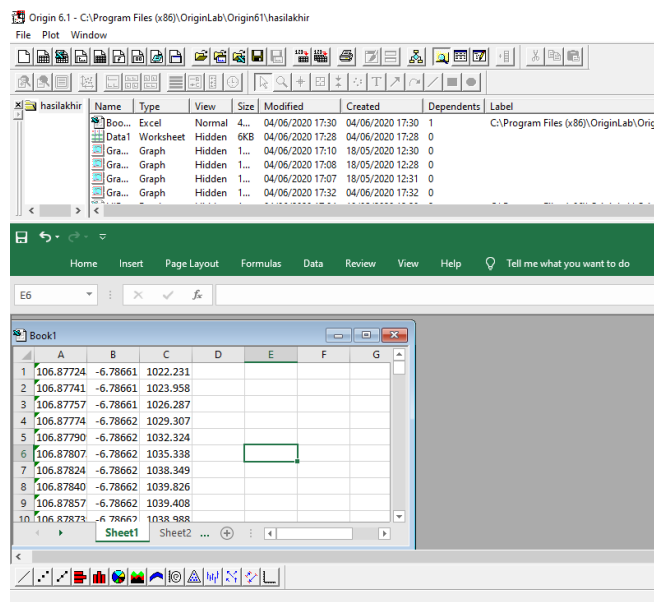
Setelah mendapat data peta kontur (*latitude*, *longitude*, dan *elevasi*) maka data tersebut kemudian diplot dengan menggunakan Origin, dan akan diperoleh peta kontur dari Gunung Gede. Selanjutnya dapat diketahui persebaran hiposenter dari gempa vulkanik yaitu dengan memasukkan data titik gempa (X, Y, Z) dari data GAD ke dalam peta kontur yang sudah ada, sehingga dapat diketahui persebaran hiposenter gempa yang sedang diteliti. Langkah-langkah menggunakan Origin adalah sebagai berikut:

1. Membuka *Software* Origin.
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*.



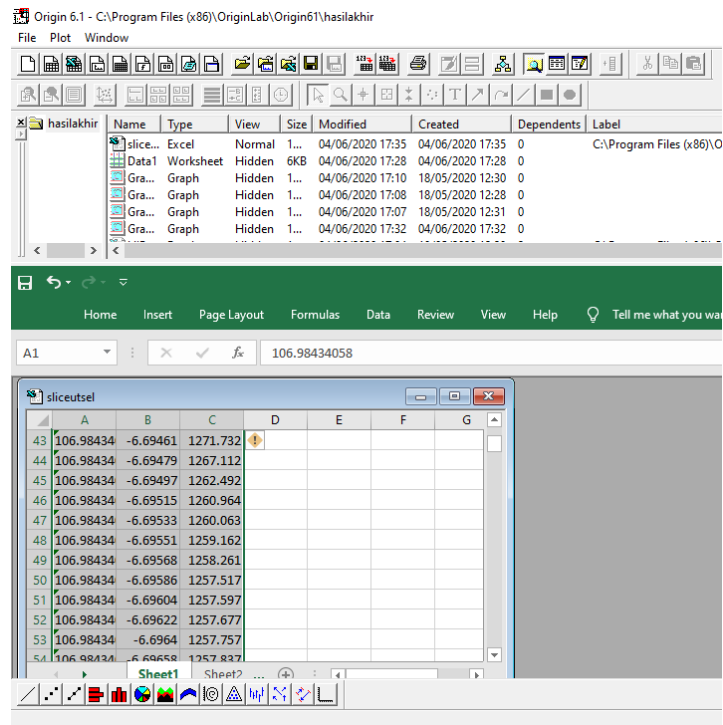
Gambar 3.21 Workbook peta kontur

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



Gambar 3.22 Workbook penampang Barat – Timur

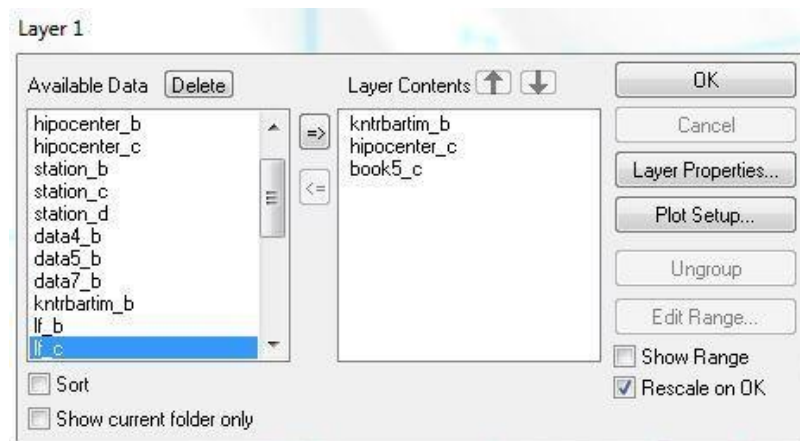
5. Melakukan kembali langkah 4 untuk membuat *file* peta penampang Selatan–Utara, *Station*, Vulkanik Dalam.



Gambar 3.23 Workbook penampang Selatan - Utara

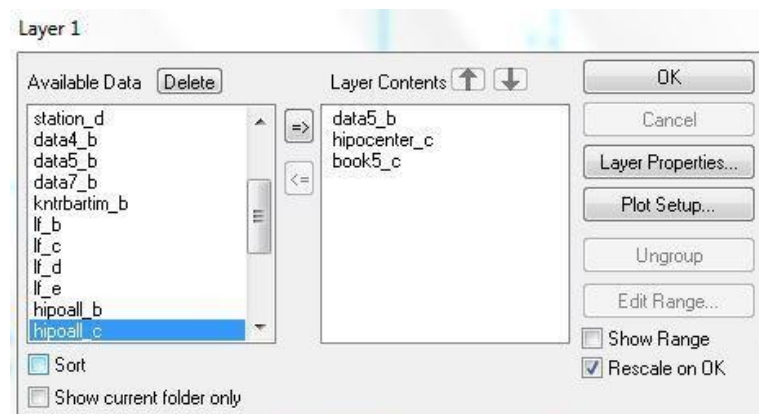
Untuk mengetahui kedalaman persebaran hiposenter, maka dilakukan pengeplotan dengan menggunakan data penampang Utara - Selatan, dan Barat - Timur, kemudian memasukkan kembali data titik gempa dari GAD berupa VT Tipe A, maka otomatis dapat diketahui persebaran dan kedalaman hiposenter gempa dari gunung 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.



Gambar 3.24 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 3.25 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.

3.3.6 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 Gunung Gede.