

```
geoscope-geohazard-workshop (/github/anangsahroni/geoscope-geohazard-workshop/tree/main)
/
3_ObspyDMT_dan_Penggunaannya.ipynb (/github/anangsahroni/geoscope-geohazard-workshop/tree/main/3_ObspyDMT_dan_Penggunaannya.ipynb)
```

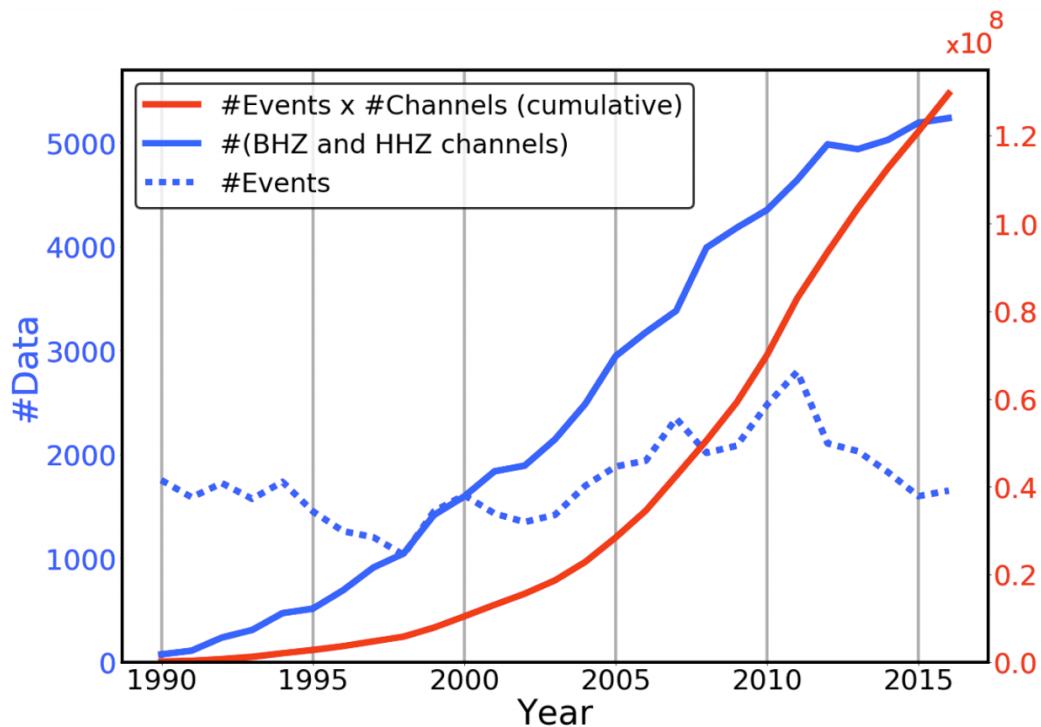
Geoscope Geohazard Workshop HMGF UGM

## Menggunakan ObspyDMT

- Tujuan: Mengaplikasikan ObspyDMT untuk manajemen data seismologi
- Keluaran: Peserta dapat mengunduh, mengolah, dan mengelola data seismologi
- Sesi: 3
- Waktu/Tempat: Sabtu, 27 Februari 2021 / Zoom Meeting

### 1. Perkembangan Data Seismologi

Sesi kedua kemarin kita mengolah data katalog gempa kemudian membuat visualisasi sederhana dari katalog tersebut. Katalog gempa bumi merupakan salah satu data seismologi. Data seismologi lain dapat berupa seismogram rekaman gempa dan informasi mengenai instrumen perekam gempa pada masing-masing stasiun perekam tersebut. Seiring majunya instrumentasi dan mendukungnya sarana telekomunikasi melalui internet, badan-badan misi perekaman data seismologi memberikan sarana untuk mengunduh masing-masing jenis data tersebut melalui berbagai macam metode yang didasari pada komunikasi internet.



Gambar di atas adalah perkembangan jumlah data rekaman gempa komponen vertikal dan magnitudo gempa di atas 5 (Hosseini dan Sigloch, 2017). Garis biru putus-putus merupakan jumlah kejadian gempa bumi, garis biru merupakan jumlah rekaman gempanya, dan garis merah merupakan nilai kumulatif jumlah kejadian yang dikalikan dengan jumlah channel. Dari gambar di atas kita dapat melihat bahwa perkembangan jumlah rekaman (garis biru) sangat cepat dibanding jumlah kejadian gempa.

Masing-masing badan-badan misi memiliki pusat data untuk mengunduh data dengan dua macam antarmuka komunikasi yaitu FSDN dan Arclink, pusat-pusat data tersebut adalah:

sumber data	URL
BGR	<a href="http://eida.bgr.de">http://eida.bgr.de</a> ( <a href="https://eida.bgr.de">https://eida.bgr.de</a> )
EMSC	<a href="http://www.seismicportal.eu">http://www.seismicportal.eu</a> ( <a href="http://www.seismicportal.eu">http://www.seismicportal.eu</a> )
ETH	<a href="http://eida.ethz.ch">http://eida.ethz.ch</a> ( <a href="http://eida.ethz.ch">http://eida.ethz.ch</a> )
GEONET	<a href="http://service.geonet.org.nz">http://service.geonet.org.nz</a> ( <a href="http://service.geonet.org.nz">http://service.geonet.org.nz</a> )

sumber data	URL
GFZ	<a href="http://geofon.gfz-potsdam.de">http://geofon.gfz-potsdam.de</a> ( <a href="http://geofon.gfz-potsdam.de">http://geofon.gfz-potsdam.de</a> )
INGV	<a href="http://webservices.rm.ingv.it">http://webservices.rm.ingv.it</a> ( <a href="http://webservices.rm.ingv.it">http://webservices.rm.ingv.it</a> )
IPGP	<a href="http://eida.ipgp.fr">http://eida.ipgp.fr</a> ( <a href="http://eida.ipgp.fr">http://eida.ipgp.fr</a> )
IRIS	<a href="http://service.iris.edu">http://service.iris.edu</a> ( <a href="http://service.iris.edu">http://service.iris.edu</a> )
ISC	<a href="http://isc-mirror.iris.washington.edu">http://isc-mirror.iris.washington.edu</a> ( <a href="http://isc-mirror.iris.washington.edu">http://isc-mirror.iris.washington.edu</a> )
KOERI	<a href="http://eida.koeri.boun.edu.tr">http://eida.koeri.boun.edu.tr</a> ( <a href="http://eida.koeri.boun.edu.tr">http://eida.koeri.boun.edu.tr</a> )
LMU	<a href="http://erde.geophysik.uni-muenchen.de">http://erde.geophysik.uni-muenchen.de</a> ( <a href="http://erde.geophysik.uni-muenchen.de">http://erde.geophysik.uni-muenchen.de</a> )
NCEDC	<a href="http://service.ncedc.org">http://service.ncedc.org</a> ( <a href="http://service.ncedc.org">http://service.ncedc.org</a> )
NIEP	<a href="http://eida-sc3.infp.ro">http://eida-sc3.infp.ro</a> ( <a href="http://eida-sc3.infp.ro">http://eida-sc3.infp.ro</a> )
NOA	<a href="http://eida.gein.noa.gr">http://eida.gein.noa.gr</a> ( <a href="http://eida.gein.noa.gr">http://eida.gein.noa.gr</a> )
ODC	<a href="http://www.orfeus-eu.org">http://www.orfeus-eu.org</a> ( <a href="http://www.orfeus-eu.org">http://www.orfeus-eu.org</a> )
ORFEUS	<a href="http://www.orfeus-eu.org">http://www.orfeus-eu.org</a> ( <a href="http://www.orfeus-eu.org">http://www.orfeus-eu.org</a> )
RESIF	<a href="http://ws.resif.fr">http://ws.resif.fr</a> ( <a href="http://ws.resif.fr">http://ws.resif.fr</a> )
SCEDC	<a href="http://service.scedc.caltech.edu">http://service.scedc.caltech.edu</a> ( <a href="http://service.scedc.caltech.edu">http://service.scedc.caltech.edu</a> )
USGS	<a href="http://earthquake.usgs.gov">http://earthquake.usgs.gov</a> ( <a href="http://earthquake.usgs.gov">http://earthquake.usgs.gov</a> )
USP	<a href="http://sismo.iag.usp.br">http://sismo.iag.usp.br</a> ( <a href="http://sismo.iag.usp.br">http://sismo.iag.usp.br</a> )

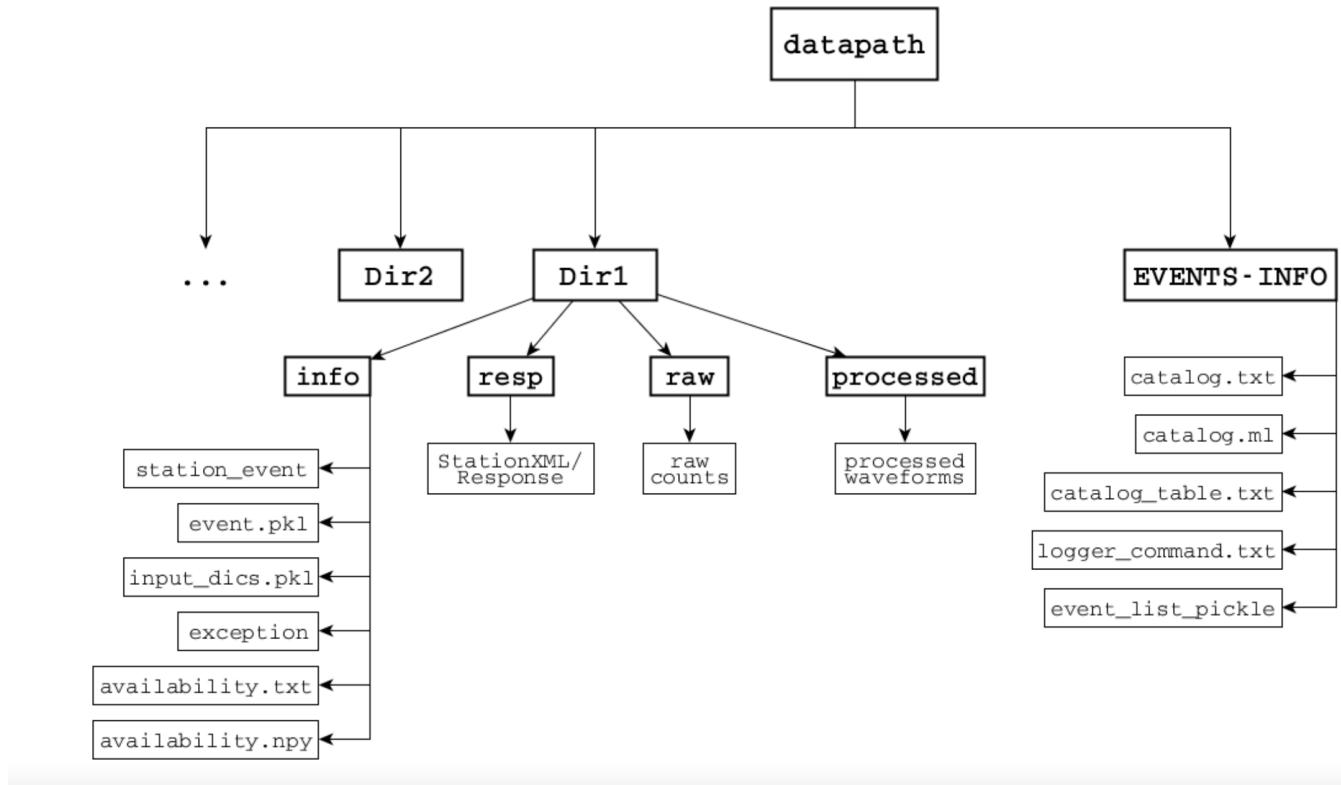
Hosseini dan Sigloch (2017)

Melimpahnya sumber data ini membuat analisis seismologi menjadi lebih kaya dan komprehensif. Namun, hal tersebut juga memberikan masalah baru yaitu bagaimana mengunduh, mengelola, dan mengecek data apabila kita hendak menggunakan sumber data yang berbagai macam karena tentunya setiap sumber data memiliki format data yang berbeda. Masalah tersebut yang kemudian mendasari pembuatan perangkat lunak Obspy Data Management Tool (ObspyDMT). ObspyDMT dapat mengunduh, memproses, dan mengelola data seismologi mulai dari katalog, data rekaman, dan metadata rekaman serta stasiun dengan otomatis dan efektif.

## 2. Obspy Data Management Tool (ObspyDMT)

ObspyDMT dikembangkan oleh Hosseini dan Sigloch (2017) menggunakan bahasa pemrograman Python dan dapat dijalankan pada sistem operasi Linux, MacOS, dan Windows. Program ini merupakan bagian dari Obspy (modul Python untuk seismologi) yang memiliki fungsi spesifik untuk mendownload, mengolah, dan mengelola data seismologi, beberapa fungsi untuk mengolah dan mengunduh data merupakan fungsi yang diimpor Obspy. ObspyDMT juga memanfaatkan `scipy`, `numpy`, `matplotlib`, dan `Basemap` untuk fungsionalitas yang lain sehingga juga merupakan dependensi dari paket ini. Daftar proses yang dapat dilakukan dari ObspyDMT adalah.

1. Mengunduh meta data stasiun: berdasarkan waktu absolut atau relatif terhadap kejadian gempa, terhadap lokasi (dapat berupa kotak atau lingkaran), berdasarkan channel, dan parameter lain. Kita dapat memanfaatkan `wildcards *` untuk mempermudah penyaringan data.
2. Mengunduh meta data sumber gempa bumi: dari berbagai macam penyedia data (sumber data), yang didukung adalah: NEIC, Global CMT, IRIS DMC, NCEDC, USGS, INGV and ISC. Meta data yang dapat diunduh mulai dari informasi umum sumber gempa sampai informasi tensor momen.
3. Menampilkan plot metadata dengan perintah yang mudah yang berfungsi sebagai alat pengecekan/diagnostik
4. Mengunduh data rekaman gempa bumi (seismogram) berdasarkan kejadian gempa dan stasiun yang sebelumnya sudah diunduh pada proses (2) baik dengan protokol ArcLink atau FSDN.
5. Memanfaatkan paralelisisasi dalam pengunduhan data sehingga dapat lebih cepat
6. Memperbarui (`update`) data yang sebelumnya kita unduh, data akan dikelola secara otomatis oleh ObspyDMT
7. Mengelola data secara otomatis dalam folder-folder yang sudah rapi
8. Memproses data berdasarkan fungsi yang dapat ditentukan sendiri oleh pengguna
9. Melakukan koreksi instrumen secara otomatis
10. Mengunduh seismogram sintetik sampai dengan 30 data untuk dibandingkan dengan data yang asli.



Gambar di atas adalah struktur folder data yang kita unduh. `datopath` merupakan nama folder tempat kita menyimpan semua data kita, baik itu meta data ataupun data rekaman, setiap kita menjalankan proses obspyDMT kita harus mendefinisikan `datopath` ini, folder kemudian akan dibuat oleh ObspyDMT yang akan berisi berbagai macam data yang telah kita unduh. Misalkan kita ingin mengolah data untuk Indonesia, kita bisa memberikan nama folder adalah `indonesia_events`. Di dalam folder `indonesia_events` ini nantinya akan ada satu folder bernama `EVENTS-INFO` dan folder lain yang biasanya bernama `[tanggal]_[identitas-event].a`. Data katalog akan tersimpan di folder `EVENTS-INFO` berbentuk data tabular bernama `catalog.txt` atau format lain seperti QuakeML (`catalog.ml`) dan format `pickle`.

Data rekaman akan masuk ke masing-masing folder yang berformat `[tanggal]_[identitas-event].a`, contoh: `20210210_131955.a` untuk gempa yang terjadi pada 10 Februari 2021 dengan identitas 131955. Di dalam folder ini akan terdapat empat folder utama `info`, `resp`, `raw`, `processed`. `info` akan menyimpan informasi lokasi gempa dan stasiun, ketersediaan data, informasi input kita, serta informasi log dari setiap proses, `resp` akan menyimpan informasi respon instrumen (meta data instrumen/stasiun), `raw` akan menyimpan data rekaman yang asli, dan `processed` akan menyimpan data rekaman yang sudah diproses, salah satu prosesnya adalah koreksi instrumen.

### 3. Menginstal ObspyDMT

Paket ObspyDMT ini merupakan salah satu paket Python yang dapat sudah dilengkapi *command line interface* (CLI) sehingga sebenarnya pengguna tidak harus memiliki pengetahuan Python terlebih dahulu. Bagi yang lebih nyaman menjalankan kode di dalam lingkungan Python maka pengguna juga dapat menjalankannya sebagai paket yang bisa diimpor. Metode menjalankan program yang dibahas lengkap pada sesi ini adalah CLI.

Instalasi ObspyDMT dapat dilakukan di *virtual environment* kemarin atau pada *virtual environment* yang baru, karena paket ini tidak tersedia di repositori Anaconda Cloud maka kita harus menginstall melalui `pip`. Hal ini yang menyebabkan tidak semua dependensi ikut terinstall sehingga kita harus melakukannya secara manual, di awali dengan menginstall `numpy`, `scipy`, dan `basemap`.

```
conda install numpy scipy basemap
```

Langkah dilanjutkan dengan menginstall `obspy` melalui kanal `conda-forge`:

```
conda install -c conda-forge obspy
```

Setelah semua dependensi terinstal kita selanjutnya dapat menginstall ObspyDMT dengan perintah:

```
pip install obspydmt
```

Instalasi akan berjalan cepat karena ukuran ObspyDMT kecil. Setelah proses instalasi selesai kita dapat mencoba mengetes dengan menuliskan perintah pada Anaconda Prompt kita:

```
obspyDMT --check
```

Sering terjadi `error cannot import 'dedent' from 'matplotlib.cbook'` pada Windows yang disebabkan karena versi `matplotlib` yang terlalu tinggi, `dedent` hanya ada pada `matplotlib` versi 3.2 ke bawah sehingga kita harus *downgrade* `matplotlib`. Proses *downgrade* bisa dilakukan baik di `conda` maupun `pip`, pada contoh ini kita akan menggunakan `pip`:

```
pip install -U matplotlib==3.2
```

Jalankan ObspyDMT lagi, jika berhasil maka akan muncul:

```
-----
obspyDMT (obspy Data Management Tool)

Python Toolbox for Retrieving, Processing and Management of
Large Seismological Datasets

:copyright:
The ObsPy Development Team (devs@obspy.org)

Developed by Kasra Hosseini
email: kasra.hosseinizad@earth.ox.ac.uk

:license:
GNU General Public License, Version 3
(http://www.gnu.org/licenses/gpl-3.0-standalone.html)
-----
```

di bagian bawah akan tercetak versi-versi paket yang menjadi dependensi dari ObspyDMT:

```
*****
Check all the BASIC dependencies
*****

=====
obspy ver: 1.2.2
numpy ver: 1.20.1
scipy ver: 1.6.0
matplotlib ver: 3.2.0
Basemap ver: 1.2.2+dev
=====
```

ObspyDMT bergantung pada lima modul lain yaitu `obspy` , `numpy` , `scipy` , `matplotlib` , dan `Basemap` , sehingga lima paket tersebut dapat kita sebut sebagai dependensi dari ObspyDMT.

## 4. Mode Kelola Meta Data Katalog (Metadata Sumber Gempa)

### 4.1 Mengunduh Katalog

Katalog dapat kita unduh secara otomatis dengan menggunakan parameter/*flag* `event_info` yang didahului lokasi folder untuk menyimpan data `datopath` dan parameter lain untuk memfilter katalog yaitu:

<i>flag/parameter</i>	<i>deskripsi</i>	<i>contoh</i>
<code>min_date</code>	waktu awal dalam YYYY-MM-DD	2020-01-01
<code>max_date</code>	waktu akhir dalam YYYY-MM-DD	2020-01-31
<code>min_depth</code>	kedalaman maksimum dalam km	30.0
<code>max_depth</code>	kedalaman minimum dalam km	600.0
<code>min_mag</code>	magnitudo minimum	3.0
<code>max_mag</code>	magnitudo maksimum	7.0
<code>mag_type</code>	jenis magnitudo	Mw
<code>event_rect</code>	batas kotak area gempa <lonmin/lonmax/latmin/latmax> dalam derajat	95/141/-6/11
<code>event_circle</code>	batas lingkaran area gempa <lon>/<lat>/<rmin>/<rmax> dalam derajat	120/0/1/5

Contoh apabila kita ingin menyimpan file katalog yang kita unduh ke folder `katalog_dunia_neic` untuk magnitudo minimum 4,5 yang terjadi pada 2020-01-01 sampai 2020-04-30 dengan sumber katalog NEIC\_USGS maka kita dapat menggunakan perintah:

```
obspyDMT --datopath katalog_dunia_neic --min_mag 4.5 --min_date 2020-01-01 --max_date 2020-04-30 --event_catalog NEIC_USGS --event_info
```

Setelah menjalankan perintah di atas di Anaconda Prompt maka akan muncul status pengunduhan data:

```
obspyDMT primary mode: event_based
```

```
Event(s) are based on: NEIC_USGS
#Divisions: 4
1,2,3,
```

Ringkasan data yang terunduh akan ditampilkan setelah proses selesai:

#N	LAT	LON	DEPTH	DATETIME	MAG	AUTH	EV_ID	FLY
1	-23.280	-66.610	195	2020-04-29T16:04:31	4.9	None	20200429_160431.a	NAN
2	20.191	-74.158	10	2020-04-29T10:22:47	4.6	None	20200429_102247.a	NAN
3	-24.270	-67.046	149	2020-04-29T05:37:16	5.4	None	20200429_053716.a	NAN
..								
440	51.202	-178.130	38	2020-01-01T15:05:57	4.8	None	20200101_150557.a	NAN
441	-17.428	-172.504	10	2020-01-01T08:31:24	5.4	None	20200101_083124.a	NAN
442	51.660	-176.691	54	2020-01-01T03:20:28	4.6	None	20200101_032028.a	NAN

Number of events/intervals: 442

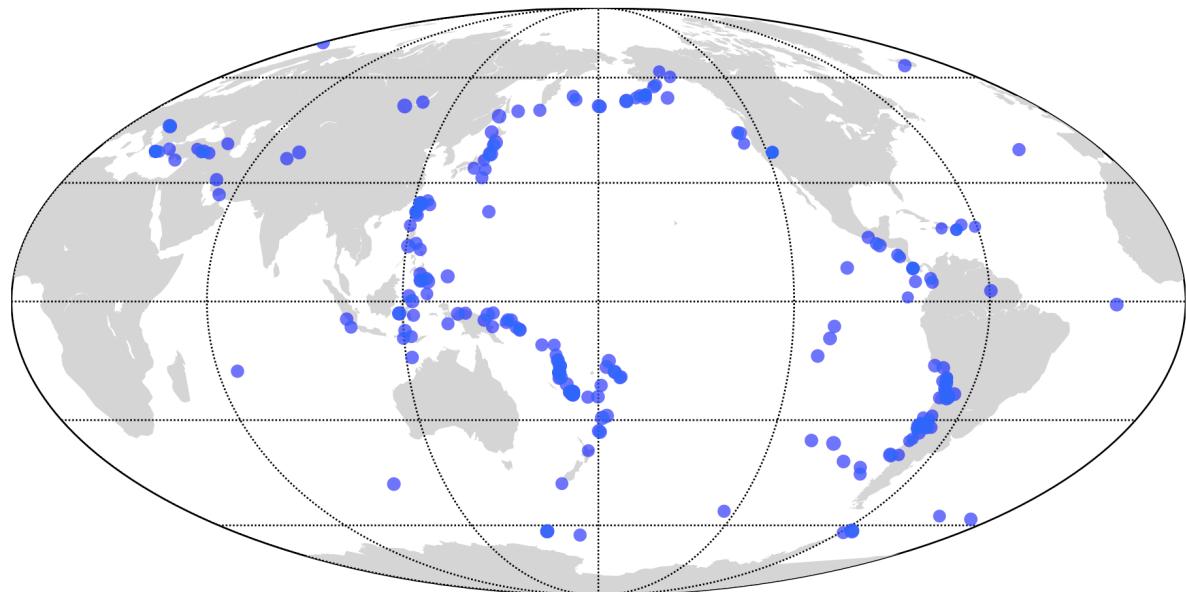
Time for retrieving and saving the event info: 0:00:41

## 4.2 Mengeplot kejadian gempa

Data yang kita unduh akan masuk di folder `katalog_dunia_neic/EVENTS-INFO`, ada berbagai macam format data yang terunduh. Data yang sudah familiar dengan kita adalah data tabular yang tersimpan dalam file `catalog.txt`. Kita dapat mengeplot data katalog kita dengan menggunakan tambahan parameter `--local` yang menunjukkan proses lokal (tanpa mendownload data) dan parameter `--plot_ev` yang merupakan perintah untuk mengeplot event atau kejadian:

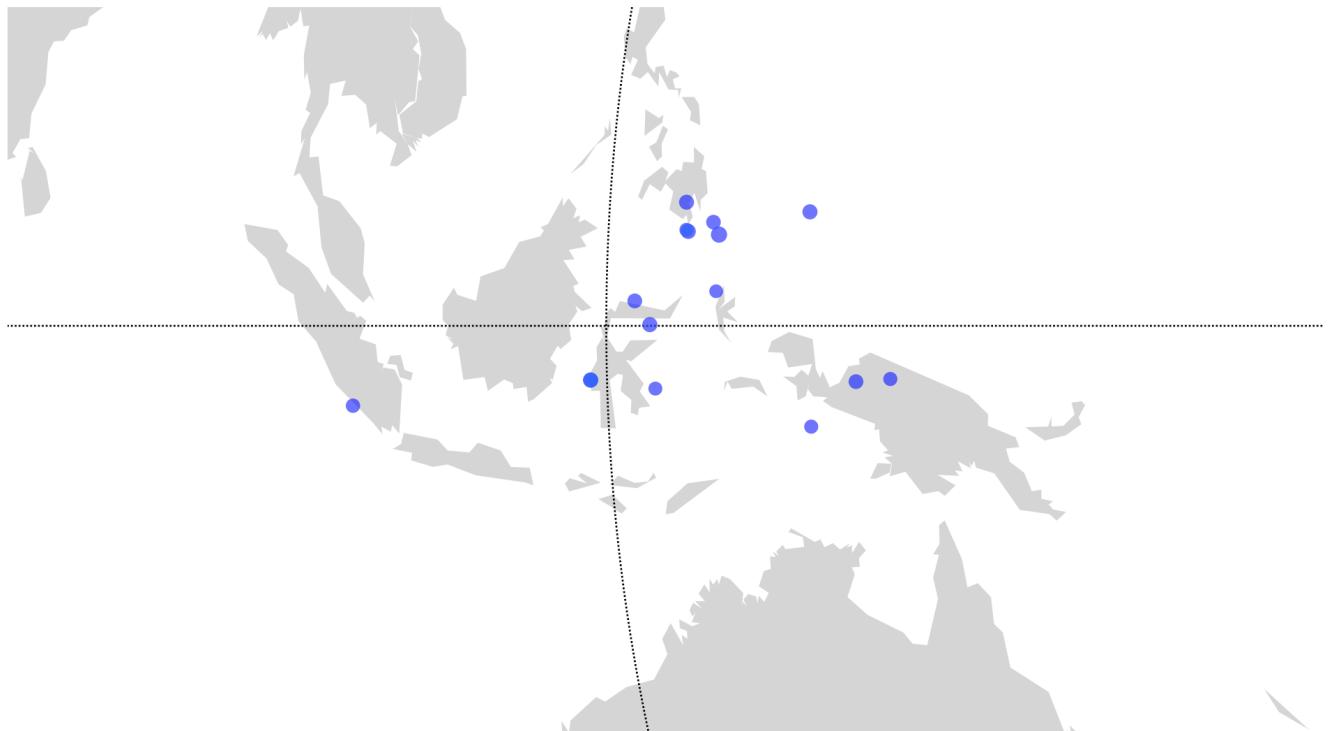
```
obspydmt --datapath katalog_dunia_neic --local --plot_ev
```

Peta seperti ini akan muncul dalam jendela baru:



Dengan tambahan opsi (atau sering disebut sebagai `flag`) seperti tabel pada bagian 4.1 di atas kita dapat membuat lokasi spesifik yaitu di Indonesia dengan memasukkan nilai batas Indonesia dalam opsi `--event_rect` seperti pada contoh perintah di bawah ini (hasil download akan kita masukkan ke folder `katalog_indonesia_neic`):

```
obspyDMT --datapath katalog_indonesia_neic --event_rect 95/141/-6/11 --min_mag 4.5 --min_date 2020-01-01 --max_date 2020-04-30 --event_catalog NEIC_USGS --event_info
```



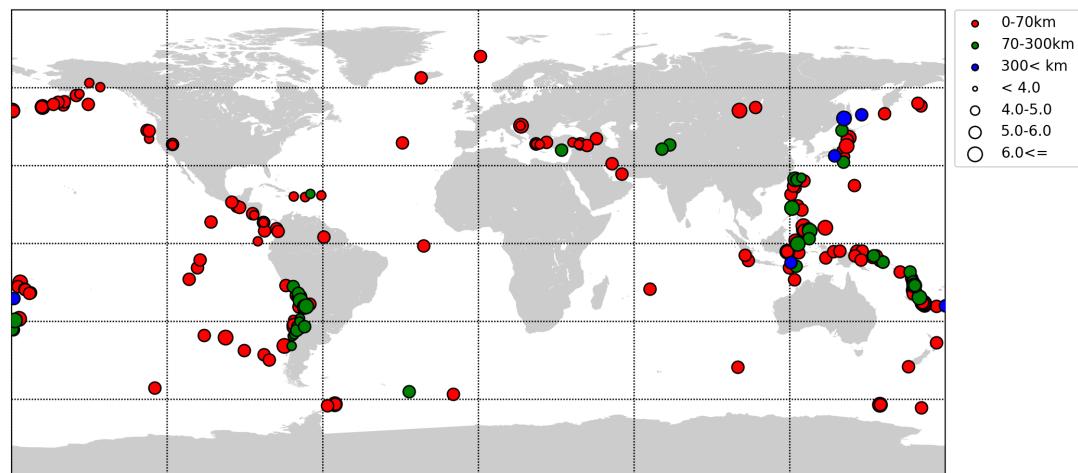
#### 4.3 Mengeplot Seismisitas

Informasi lebih mendetail mengenai seismisitas yang meliputi statistik kedalaman, statistik magnitudo, plot kejadian berdasarkan magnitudo dan kedalaman, serta plot dari mekanisme fokal dari katalog dapat kita buat memanfaatkan `flag_plot_seismicity`. Perintah lengkapnya adalah seperti ini:

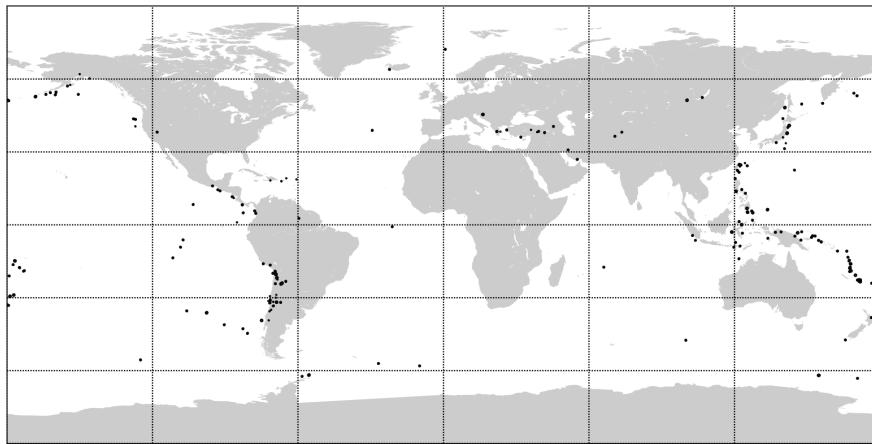
```
obspydmt --datapath katalog_dunia_neic --local --plot_seismicity
```

Akan ada empat gambar yang muncul setelah proses ini dijalankan:

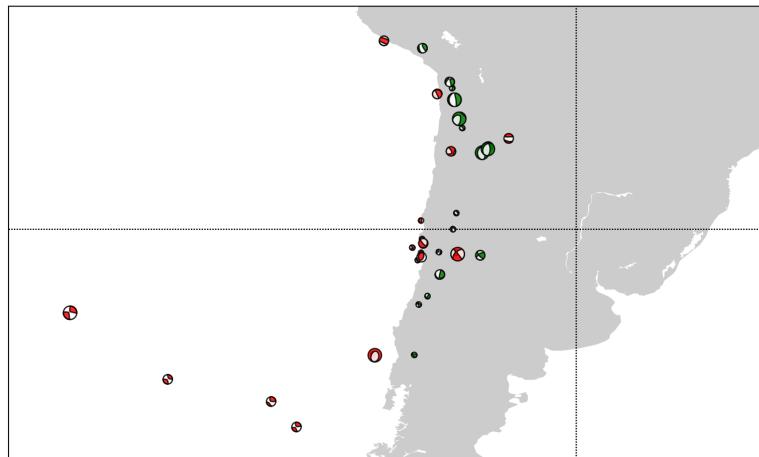
1. Plot Seismisitas Berdasarkan Magnitudo dan Kedalaman



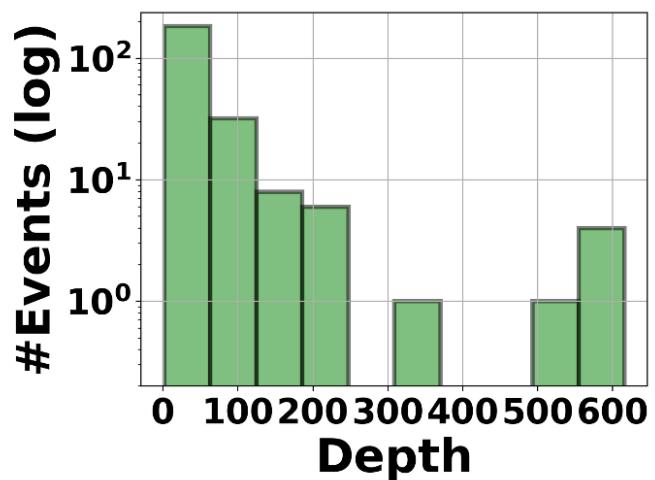
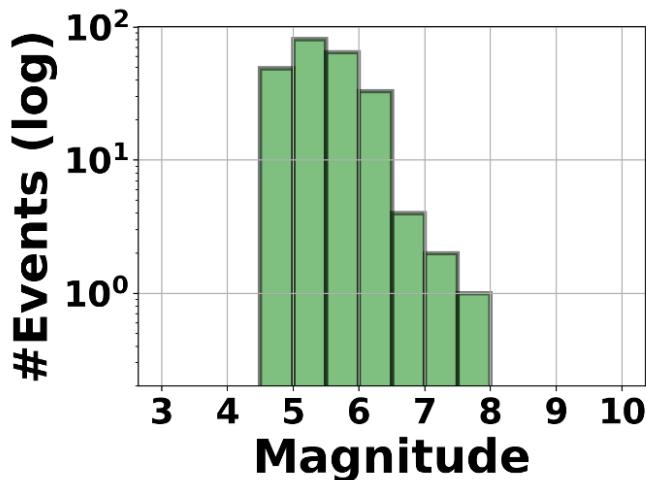
2. Plot Seismisitas dengan Mekanisme Fokal



Pada plot di atas secara sekilas gempa-gempa hanya berupa titik dalam peta, apabila kita perbesar (*zoom*) maka kita dapat melihat mekanisme fokal dari masing-masing gempa:



3 dan 4: Histogram



## 5. Mode Kelola Data Rekaman Gempa (*Event Based*)

### 5.1 Mengunduh Data Rekaman Gempa

Jika pada langkah sebelumnya kita hanya mengunduh meta data dari kejadian gempabumi dengan format data katalog kejadian, pada mode *event based* kita akan mengunduh data rekaman tiap gempabumi yang memenuhi syarat yang kita berikan. Beberapa tambahan *flag* perlu kita tambahkan yang menjelaskan sumber download data dan informasi stasiun apa saja yang ingin kita download datanya, secara lebih lengkap kita

dapat rincian parameter-parameter tersebut dalam tabel seperti di bawah ini:

flag/parameter		deskripsi	contoh
data_source		Sumber download data rekaman gempa	IRIS
net		Kode jaringan stasiun yang digunakan	II
sta		Kode nama stasiun	KAPI
loc		Kode lokasi stasiun	00
cha		Channel yang akan diunduh	BHZ
identity		Identitas spesifik dengan format NET.STA.LOC.CHA	II.KAPI.00.BHZ
station_rect	Kotak batas lokasi stasiun yang akan diunduh datanya, format: <lonmin/lonmax/latmin/latmax>	dalam derajat	95/141/-6/11
station_circle	Lingkaran batas lokasi stasiun yang akan diunduh datanya, format: <lon>/<lat>/<rmin>/<rmax>	dalam derajat	120/0/1/5

Sebagai contoh pertama untuk *event mode*, kita akan mendownload data gempa untuk jangka waktu tahun 2021 yaitu (1 Januari-25 Februari) dengan magnitudo minimal adalah 7.0. Sumber data yang dipilih adalah IRIS dengan kode jaringan ( --net ) adalah II dan kode lokasi ( --loc ) adalah 00 , komponen yang akan diunduh adalah komponen BHZ . Panjang rekaman yang akan kita unduh adalah 1800 detik ( --offset ). Lama proses pengunduhan tergantung dari jumlah gempa dan stasiun yang masuk dalam syarat yang telah kita lakukan. Perintah yang diketikkan adalah:

```
obspyDMT --datapath event_2021 --min_date 2021-01-01 --max_date 2021-02-25 --min_mag 7.0 --event_catalog NEIC_USGS --data_source IRIS --net "II" --loc "00" --cha "BHZ" --preset 100 --offset 1800
```

Keterangan yang akan tercetak pada Anaconda Prompt adalah daftar event atau kejadian gempa yang memenuhi syarat yang kita berikan:

```
obspyDMT primary mode: event_based
```

```
Event(s) are based on: NEIC_USGS
#Divisions: 1
1,
Assembling 2 xml files...
1,2,
cleaning up the temporary folder.
```

```
3.575270993 sec to retrieve the event info from NEIC.
```

#N	LAT	LONG	DEPTH	DATETIME	MAG	AUTH	EV_ID	FLY
1	37.745	141.749	50	2021-02-13T14:07:50	7.1	None	20210213_140750.a	NAN
2	-23.054	171.601	10	2021-02-10T13:19:55	7.7	None	20210210_131955.a	NAN
3	5.005	127.519	80	2021-01-21T12:23:04	7.0	None	20210121_122304.a	NAN

```
Number of events/intervals: 3
```

Setelah itu di bawah dari keterangan event akan ada keterangan capaian dari pengunduhan data dan pengunduhan file response.

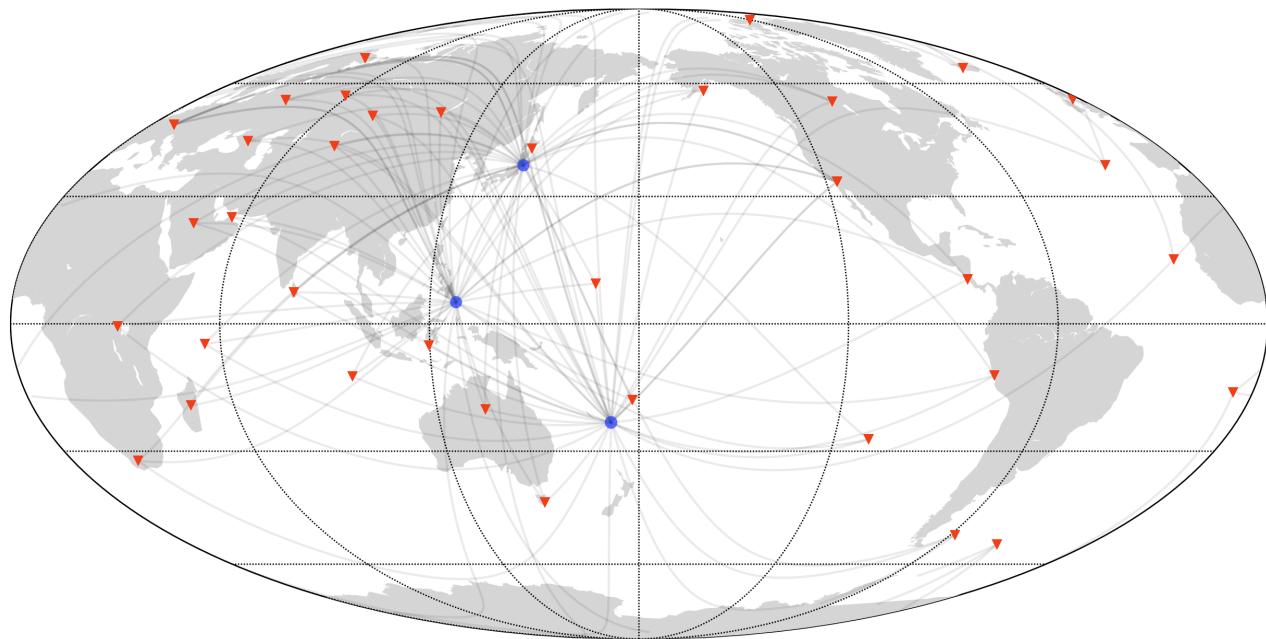
```
IRIS -- event: /Users/anangsahroni/Job/geohazardpy/obspyDMT/event_2021/20210213_140750.a
[1/3-1/43] -- IRIS -- saving waveform for: II.AAK.00.BHZ ---> DONE
[1/3-1/43] -- IRIS -- saving response for: II.AAK.00.BHZ ---> DONE
[1/3-2/43] -- IRIS -- saving waveform for: II.ABPO.00.BHZ ---> DONE
[1/3-2/43] -- IRIS -- saving response for: II.ABPO.00.BHZ ---> DONE
[1/3-3/43] -- IRIS -- saving waveform for: II.ALE.00.BHZ ---> DONE
[1/3-3/43] -- IRIS -- saving response for: II.ALE.00.BHZ ---> DONE
[1/3-4/43] -- IRIS -- saving waveform for: II.ARTI.00.BHZ ---> DONE
[1/3-4/43] -- IRIS -- saving response for: II.ARTI.00.BHZ ---> DONE
[1/3-6/43] -- IRIS -- saving waveform for: II.BFO.00.BHZ ---> DONE
[1/3-6/43] -- IRIS -- saving response for: II.BFO.00.BHZ ---> DONE
[1/3-7/43] -- IRIS -- saving waveform for: II.BORG.00.BHZ ---> DONE
[1/3-7/43] -- IRIS -- saving response for: II.BORG.00.BHZ ---> DONE
[1/3-9/43] -- IRIS -- saving waveform for: II.CMLA.00.BHZ ---> DONE
```

## 5.2 Mengeplot Titik Episenter, Stasiun, dan Garis Episentral

Saat proses sudah selesai kita dapat mengeplot episenter gempa ( plot\_ev ), lokasi stasiun ( plot\_sta ), dan garis penjalaran dari episenter gempa ke stasiun ( plot\_ray ) dengan perintah:

```
obspyDMT --datapath event_2021 --local --plot_sta --plot_ev --plot_ray
```

Akan muncul jendela plotting dengan gambar:

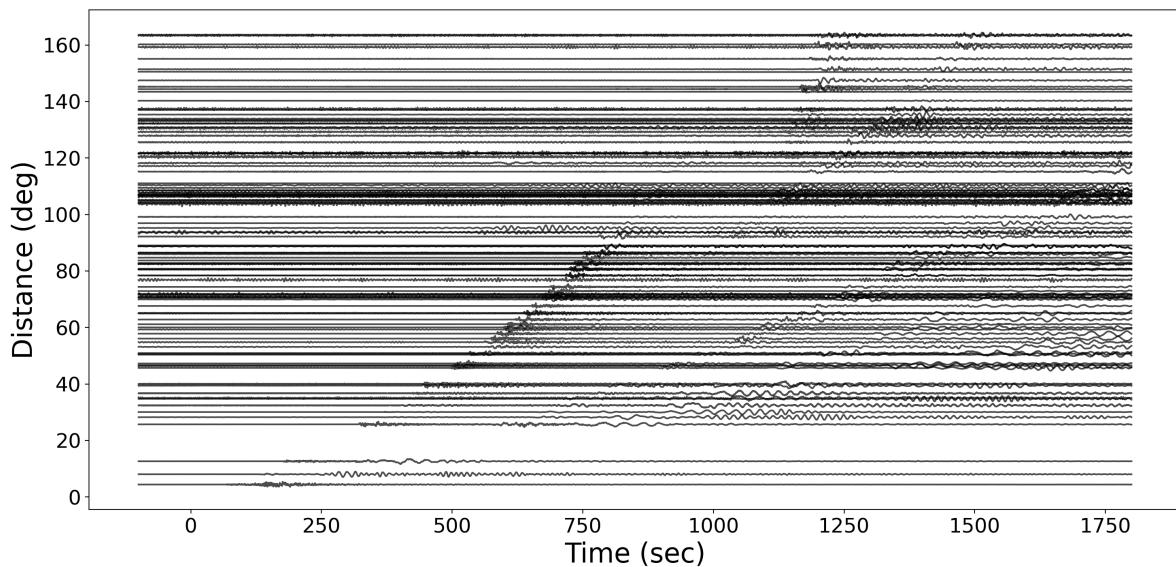


### 5.3 Mengeplot Data Rekaman Berdasarkan Jarak

Data rekaman yang sudah kita unduh dapat kita plot berdasarkan jarak (dalam derajat) menggunakan `flag --plot_waveform` seperti contohnya:

```
obspyDMT --datapath event_2021 --local --plot_waveform
```

Hasil dari perintah di atas adalah gambar yang menunjukkan rekaman gempa berdasarkan jarak seperti pada gambar di bawah ini:

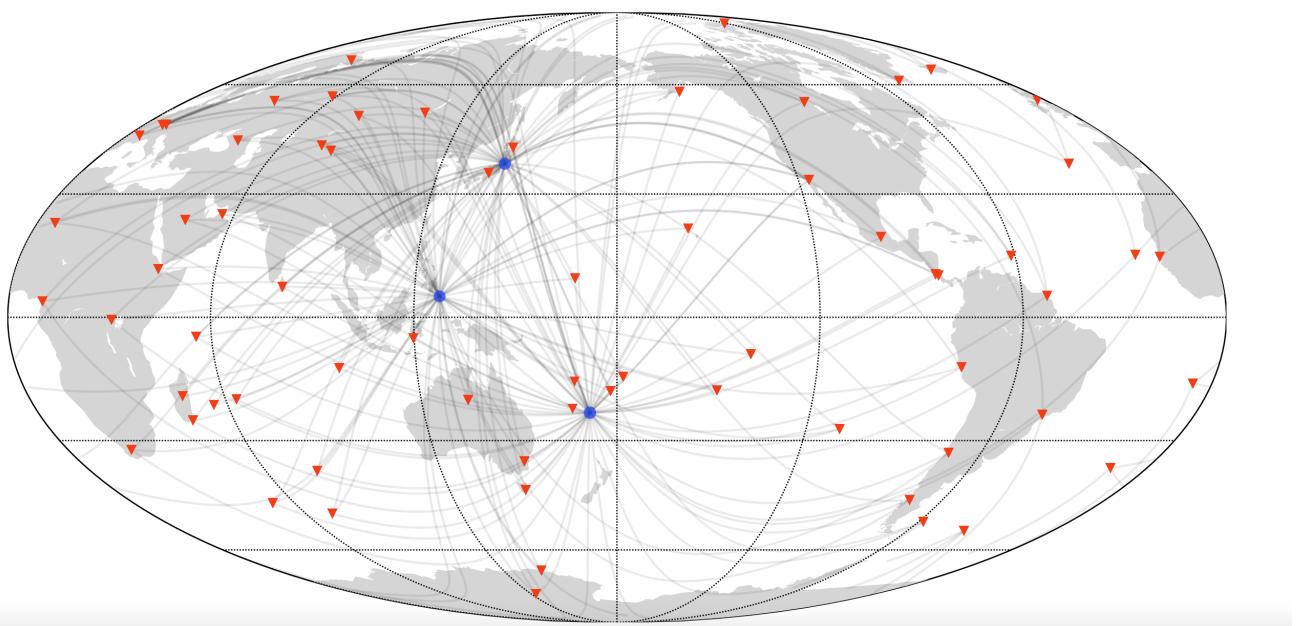


### 5.4 Memperbarui Data Rekaman

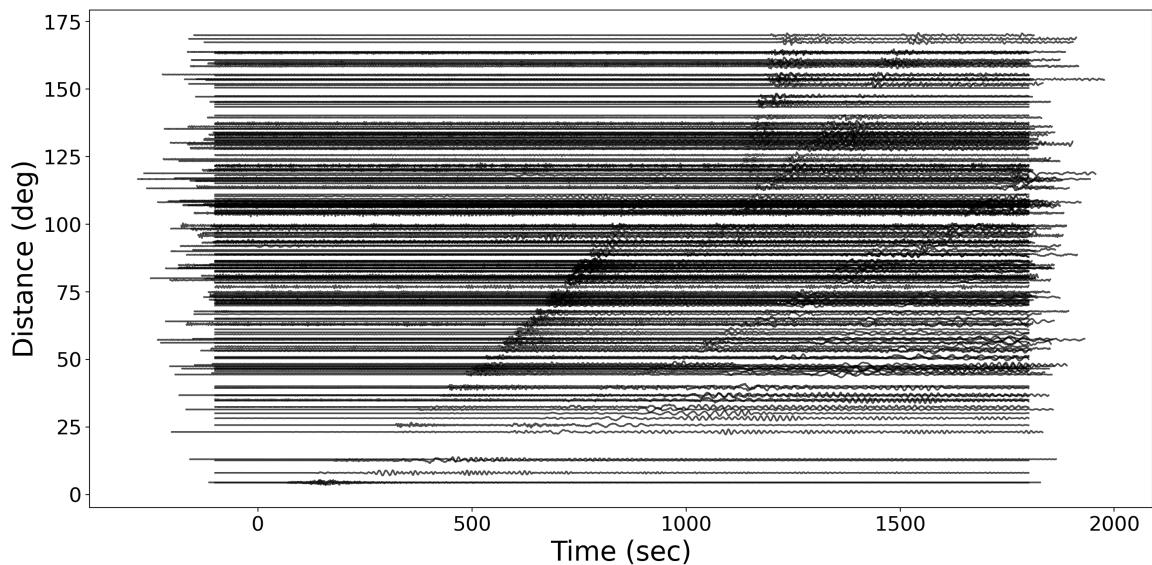
Terkadang kita perlu memperbarui data rekaman, misalkan ada data yang rusak dan ingin kita unduh ulang atau kita ingin menambah data baik dengan gempa yang lain, waktu yang lain, atau stasiun yang lain. Pada contoh ini kita akan memperbarui data dengan menambah data rekaman dari stasiun-stasiun yang memiliki awalan kode `G` yang dikelola oleh `IPGP`. Perintah untuk mengupdate ini tidak berbeda dengan perintah untuk mengunduh data seperti di atas hanya saja pada proses download ini ada parameter lain yang kita ubah, disini kita mengubah `--data_source` ke `IPGP` dan mengubah nama stasiun menjadi `G*` untuk memilih stasiun yang kodennya diawali dengan huruf `G`:

```
obspyDMT --datapath event_2021 --min_date 2021-01-01 --max_date 2021-02-25 --min_mag 7.0 --event_catal og NEIC_USGS --data_source IPGP --net "G*" --loc "00" --cha "BHZ" --preset 100 --offset 1800
```

Plot pada peta memperlihatkan bahwa stasiun semakin banyak dan garis menjadi semakin padat:



Dari plot waveform kita juga dapat mengamati bahwa ada tambahan data:



Setelah diperbarui dengan jumlah rekaman dan stasiun yang lebih banyak maka fase-fase gelombangnya juga lebih terlihat secara visual.

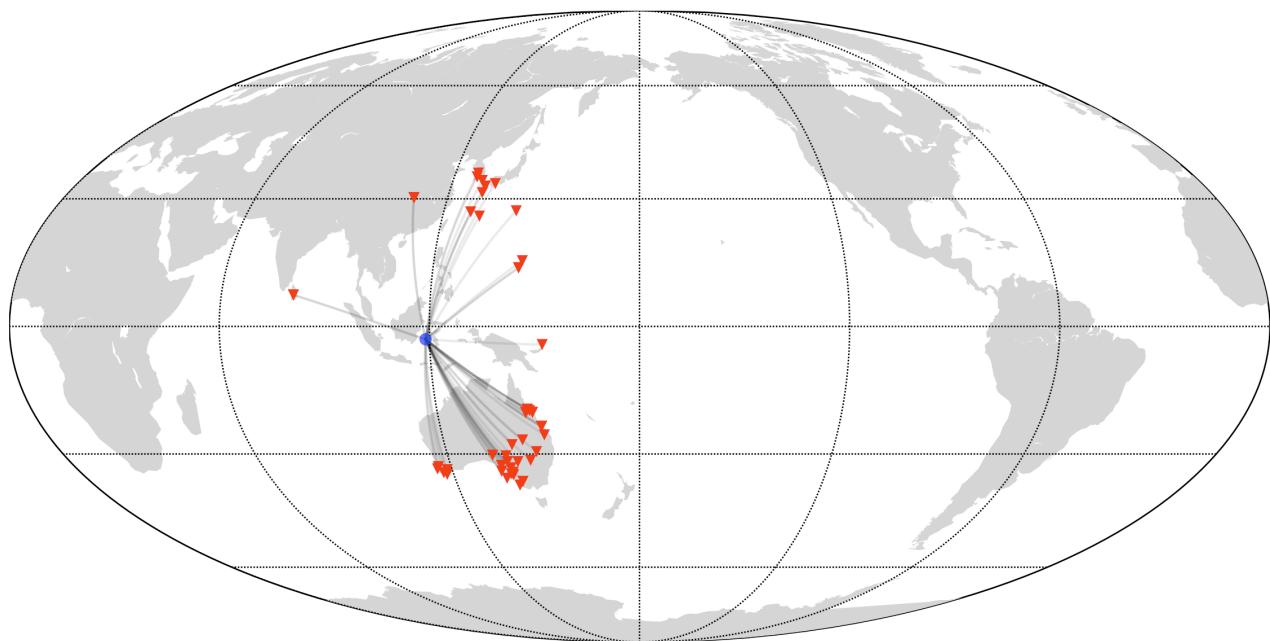
## 5.5 Memilih Lokasi Gempa dan Stasiun Secara Spesifik

Apabila pada contoh di atas kita memilih lokasi gempa dan stasiun rekaman di seluruh dunia, pada contoh ini kita akan mendownload data rekaman untuk gempa yang terjadi di waktu dan lokasi tertentu yang terekam di stasiun tertentu. Gempa yang akan kita gunakan adalah gempa di sekitar Mamuju sehingga pada pilihan `--event_rect` kita memberikan nilai parameter . Parameter tambahan yang kita masukkan adalah `min_epi` dan `max_epi` yang masing-masing menjelaskan jarak minimum stasiun dengan sumber gempa dan jarak maksimum stasiun dari sumber gempa. Data gempa mamuju ini akan kita simpan pada folder `event_mamuju` sehingga pada parameter `datapath` kita jangan lupa mengganti menjadi `event_mamuju` agar rekaman kita tadi yang berada di `event_2021` tidak tertumpuk.

```
obspyDMT --datapath event_mamuju --min_mag 6.0 --min_date 2021-01-14 --max_date 2021-01-15 --event_rect 118.5/119.2/-3.25/-2.65 --event_catalog NEIC_USGS --data_source IRIS --min_epi 30 --max_epi 40 --cha BHZ
```

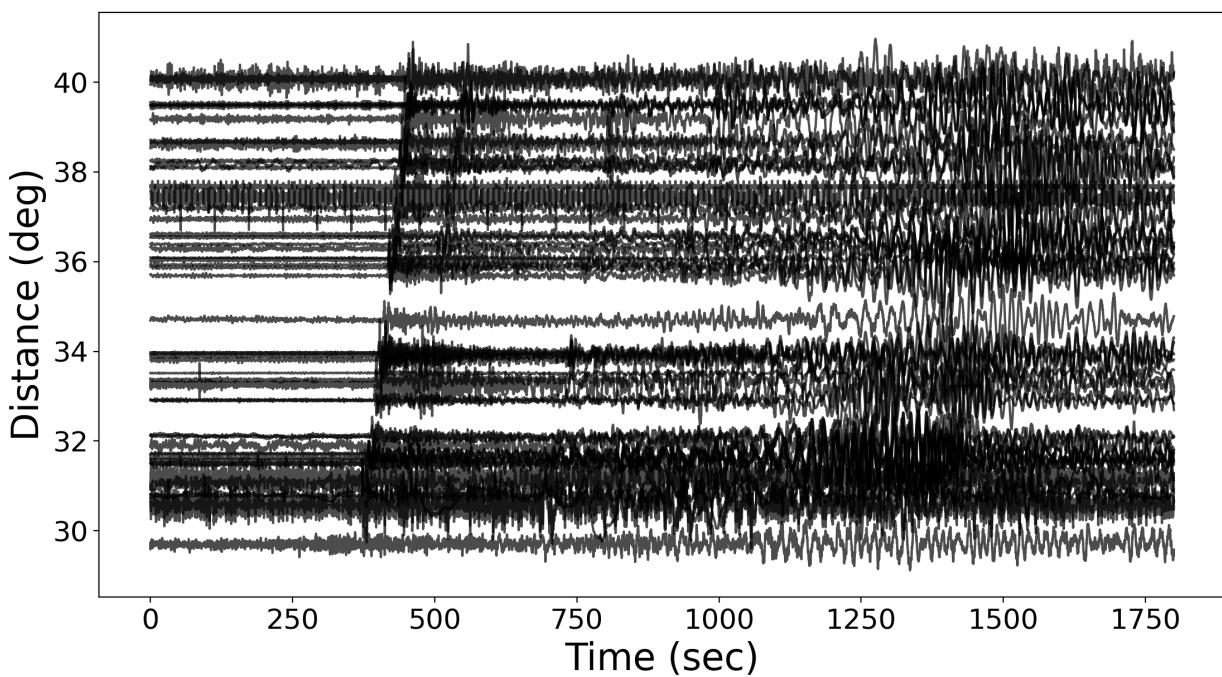
Seperti biasa kita akan melihat plot stasiun, episenter, dan garis episentral dengan:

```
obspyDMT --datapath event_mamuju --local --plot_sta --plot_ev --plot_ray
```



Dapat kita lihat pada gambar di atas bahwa stasiun-stasiun rekaman yang digunakan hanya yang berada pada jangkauan jarak 30-40 derajat.

Data rekaman dari stasiun-stasiun tersebut adalah:



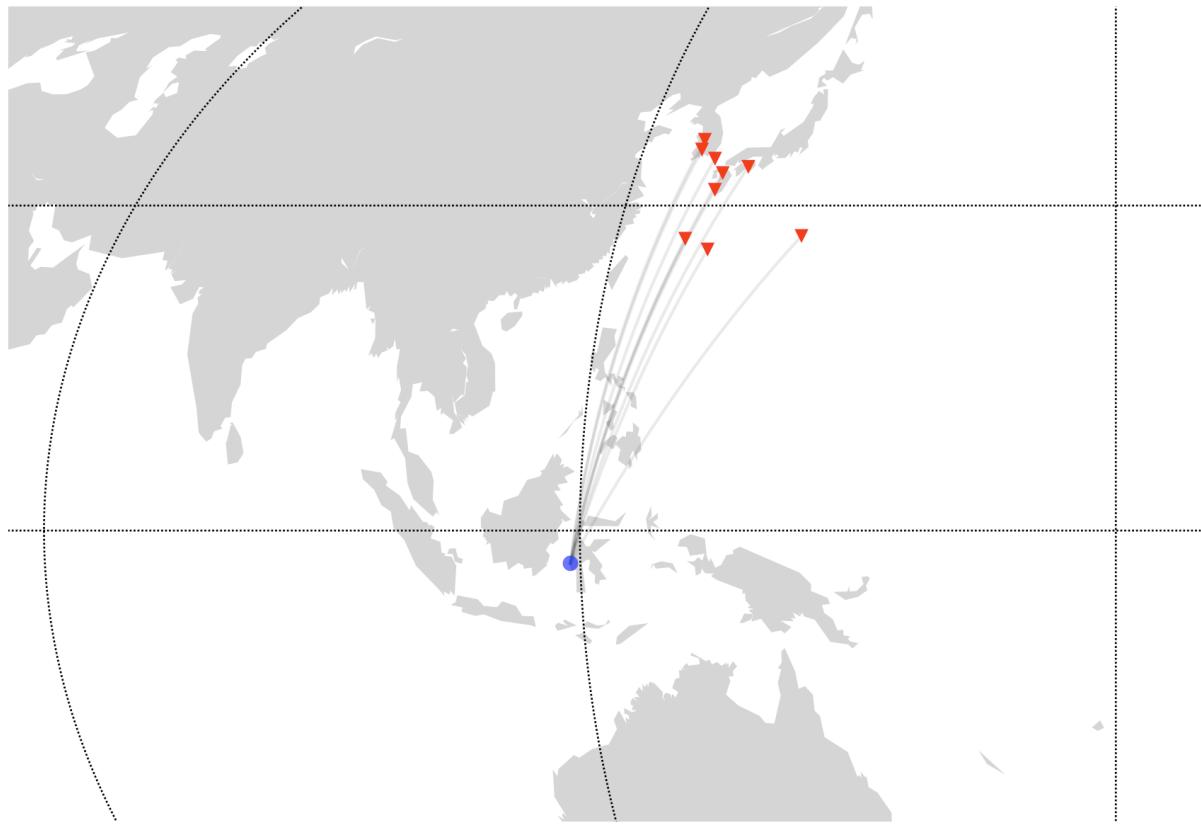
## 6. Melakukan Koreksi Instrumen

ObspyDMT juga memberikan fitur untuk melakukan koreksi instrumen dari data rekaman. Koreksi instrumen adalah proses yang berguna untuk menghilangkan efek instrumen pada hasil rekaman. Sebenarnya data rekaman yang kita dapatkan sedikit terdistorsi efek fungsi tanggap frekuensi dari seismometer yang tidak datar di sepanjang frekuensi rekaman sehingga koreksi perlu kita lakukan untuk mendapatkan gerakan tanah yang sesungguhnya. Perintah untuk melakukan koreksi instrumen sama dengan perintah untuk mengunduh data dengan menambahkan flag `--instrument_correction` di belakang perintah. Perintah dapat diikuti lagi dengan flag `--corr_unit <DIS/VEL/ACC>` untuk memilih unit keluaran hasil koreksi, secara default akan terpilih `DIS` yaitu *displacement*. Kita akan mengunduh data lagi untuk gempa Mamuju dan stasiun perekam dengan azimuth 0-45 derajat. Mengunduh data mentah:

```
obspyDMT --datapath data_mamuju_az45 --min_mag 6.0 --min_date 2021-01-14 --max_date 2021-01-15 --event_rect 118.5/119.2/-3.25/-2.65 --event_catalog NEIC_USGS --data_source IRIS --min_epi 30 --max_epi 40 --min_azi 0 --max_azi 45 --cha BHZ
```

Mengeplot peta untuk stasiun dan episenter gempa bumi:

```
obspyDMT --datapath data_mamuju_az45 --local --plot_sta --plot_ev --plot_ray
```



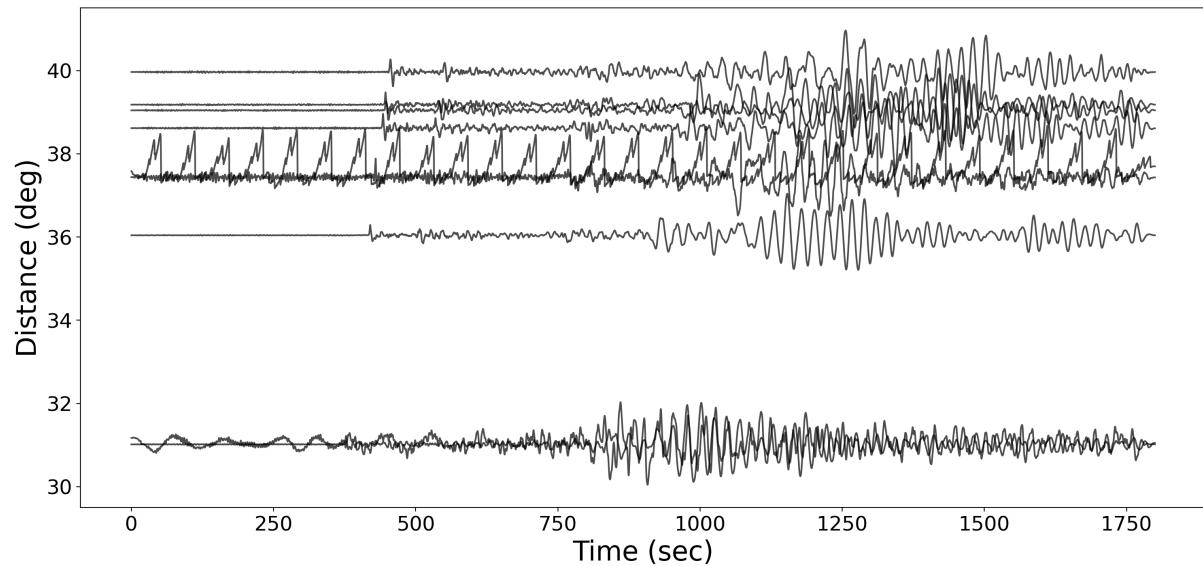
Melakukan koreksi instrumen, kita menambahkan `flag --local` karena tidak mengunduh data (*offline/lokal*) kemudian diikuti `flag '--instrument_correction'`:

```
obspyDMT --datapath data_mamuju_az45 --local --instrument_correction
```

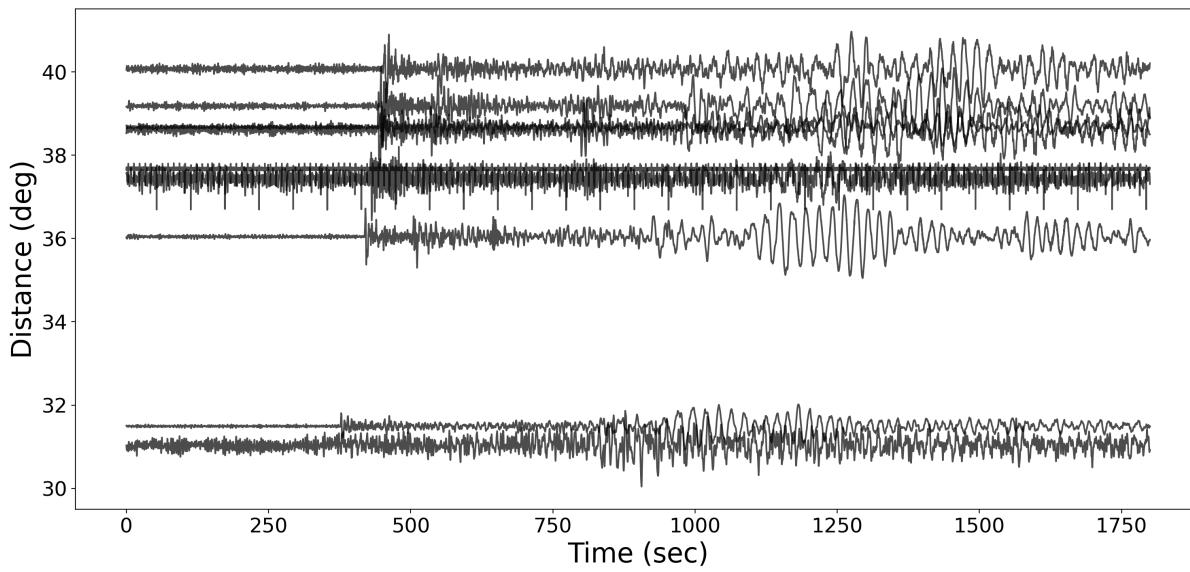
Setelah proses selesai kita dapat melihat hasil rekaman yang sudah dikoreksi dengan memanfaatkan `flag --plot_waveform` dengan menambah `flag --plot_dir` yang diikuti dengan `processed` sebagai folder penyimpanan hasil koreksi:

```
obspyDMT --datapath data_mamuju_az45 --local --plot_waveform --plot_dir processed
```

Rekaman yang telah dikoreksi:



Rekaman asli:



Pada rekaman yang telah dikoreksi terdapat fitur-fitur yang tidak biasa, rekaman yang rusak di sekitar 37,8 derajat menjadi seperti sinyal periodik (tetapi rusak) sedangkan rekaman di bawahnya yang kurang bagus sebelum dikoreksi kini sudah lebih baik dan bisa digunakan untuk analisis. Kenampakan lain terjadi pada rekaman dengan jarak terjauh dimana terbentuk semacam sinyal dengan frekuensi rendah sebelum dan sepanjang terjadinya gempa bumi. Proses koreksi instrumen memang seringkali akan mengamplifikasi amplitudo dari gelombang dengan frekuensi rendah, terutama jika fungsi tanggap frekuensinya yang cenderung juga rendah (grafik turun) pada frekuensi rendah tersebut. Pengguna dapat mengaplikasikan *pre filtering* terlebih dahulu sebelum koreksi instrumen dengan tambahan flag `--pre_filt (f1,f2,f3,f4)` sebagai filter *bandpass*, terkhusus pada data rekaman yang bermasalah dan tergantung tipe instrumennya.

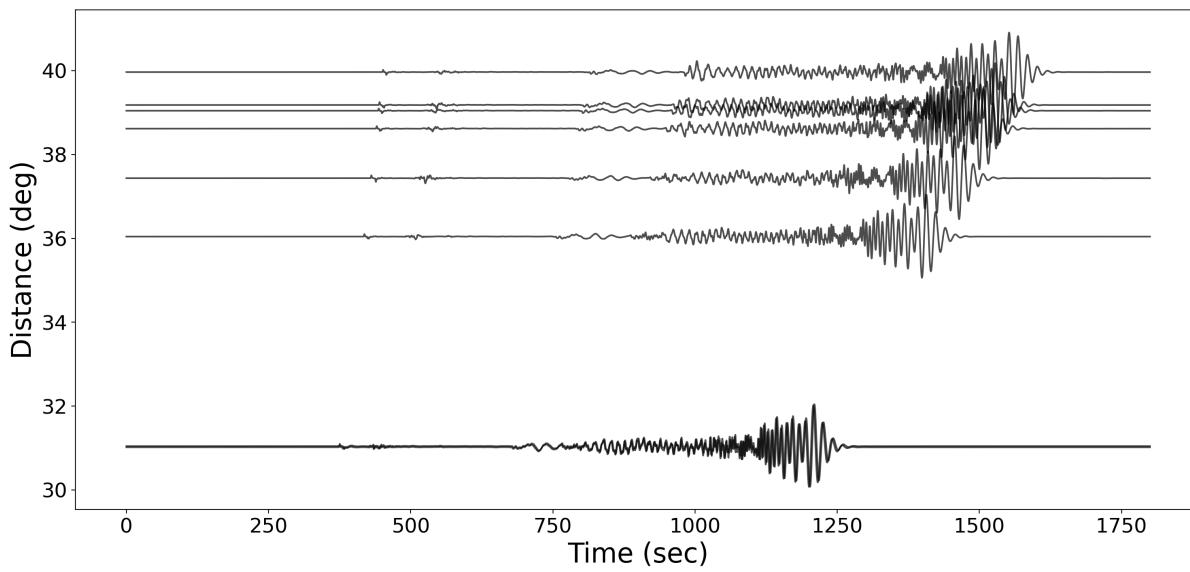
## 7. Membuat Seismogram Sintetik

Seismogram sintetik dari kejadian gempa dapat kita simulasikan dengan menambah flag `--syngine` dan `--syngine_bg_model` karena kita manfaatkan [Syngine](http://ds.iris.edu/ds/products/syngine/) (<http://ds.iris.edu/ds/products/syngine/>), parameter kemudian diikuti dengan model kecepatan yaitu `iasp91_2s` (opsi model lain dapat dilihat di laman Syngine) sehingga perintah lengkapnya menjadi:

```
obspyDMT --datapath data_mamuju_az45 --min_mag 6.0 --min_date 2021-01-14 --max_date 2021-01-15 --event_rect 118.5/119.2/-3.25/-2.65 --event_catalog NEIC_USGS --data_source IRIS --min_epi 30 --max_epi 40 --min_azi 0 --max_azi 45 --cha BHZ --instrument_correction --syngine --syngine_bg_model iasp91_2s
```

Sintetik seismogram kemudian dapat kita plot dengan memilih flag `--output_dir` yaitu `syngine_iasp91_2s`:

```
obspyDMT --datapath data_mamuju_az45 --local --plot_waveform --plot_dir syngine_iasp91_2s
```



## 8. Mengunduh Data Kontinyu (Mode Continuous)

Kegunaan ObspyDMT yang tidak kalah penting yaitu untuk mengunduh data secara kontinyu, jika sebelumnya pada mode *event* kita mengunduh data rekaman gempa tertentu, pada mode *continuous* ini kita dapat mengunduh data pada waktu yang bebas, baik itu terjadi gempa atau tidak. Data rekaman saat tidak terjadi gempa ini sering dimanfaatkan untuk beberapa keperluan seperti analisis derau untuk melihat mobilitas saat *lockdown Covid19* atau membuat citra bawah permukaan dengan korelasi *ambient noise*.

Data Meramex (Bohm et al, 2005) akan coba kita unduh, sebelumnya peserta dapat mengakses (GFZ (<https://geofon.gfz-potsdam.de/waveform/archive/network.php?ncode=Z6&year=2004>)) untuk melihat ketersediaan datanya. Kita akan mengunduh rekaman pada stasiun BH2 dan komponen \*z yang berlangsung dari 1 Juli sampai 3 Juli 2004. Perintah untuk mengunduh didahului dengan flag `--continuous`.

```
obspyDMT --continuous --datapath meramex_bh12 --min_date 2004-07-01 --max_date 2004-07-3 --sta BH2 --cha *z --data_source GFZ
```

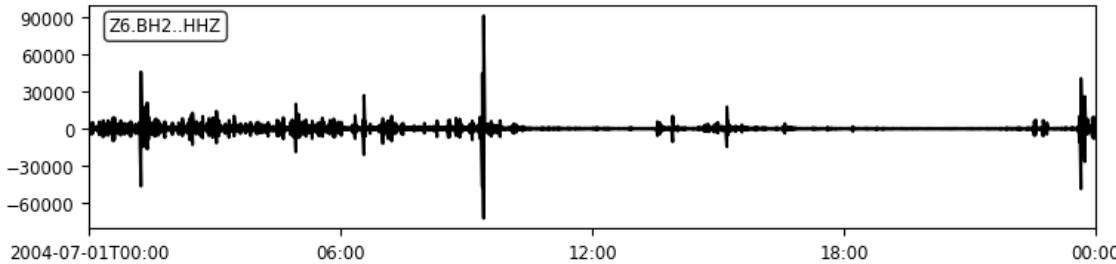
Untuk melihat datanya kita dapat memanfaatkan `obspy`:

In [4]:

```
import obspy

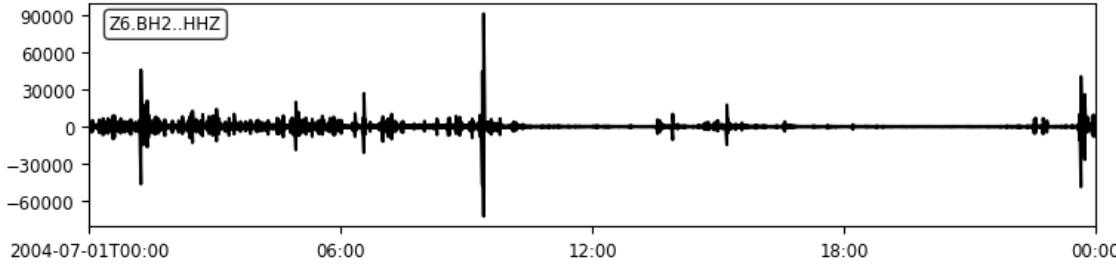
# hari 1
st = obspy.read("meramex_bh12/continuous1/raw/Z6.BH2..HHZ")
st.plot()
```

2004-07-01T00:00:00 - 2004-07-02T00:00:19.45



Out[4]:

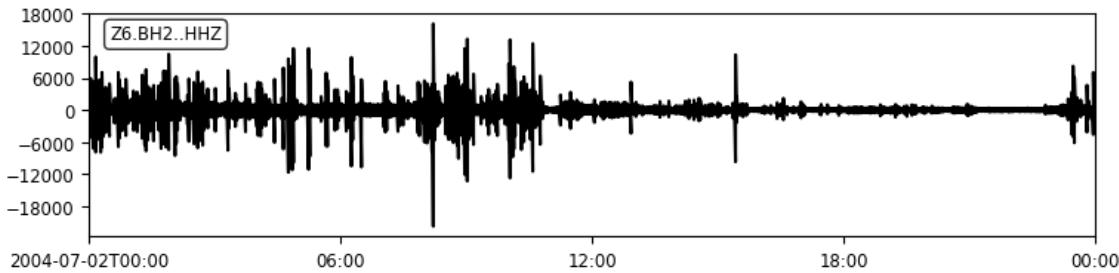
2004-07-01T00:00:00 - 2004-07-02T00:00:19.45



In [5]:

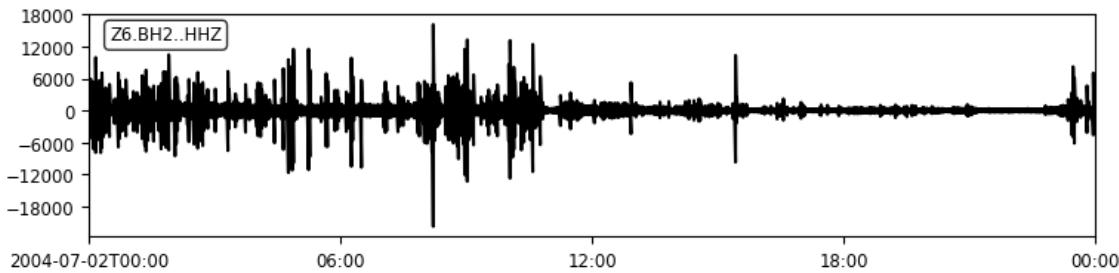
```
# hari 2
st2 = obspy.read("meramex_bh12/continuous2/raw/Z6.BH2..HHZ")
st2.plot()
```

2004-07-02T00:00:00 - 2004-07-03T00:00:19.45



Out[5]:

2004-07-02T00:00:00 - 2004-07-03T00:00:19.45

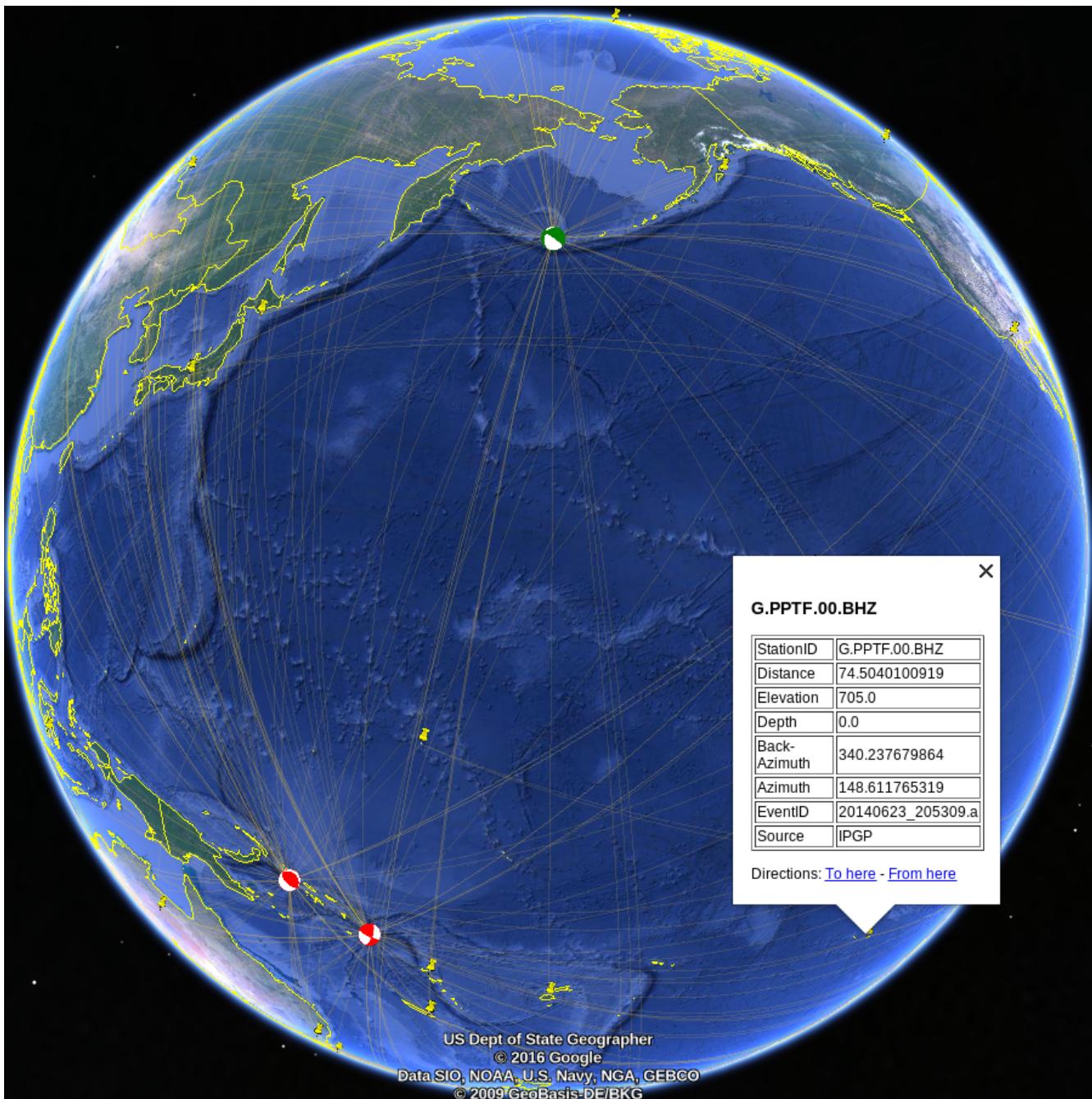


## 9. Menampilkan Pada Google Earth atau VTK

Kita dapat mengekspor peta-peta ke dalam format Keyhole Markup Language (KML) untuk ditampilkan di Google Map dengan menambah flag `--create_kml` :

```
obspyDMT --datapath event_2021 --local --plot_ev --plot_sta --plot_focal --plot_ray --create_kml
```

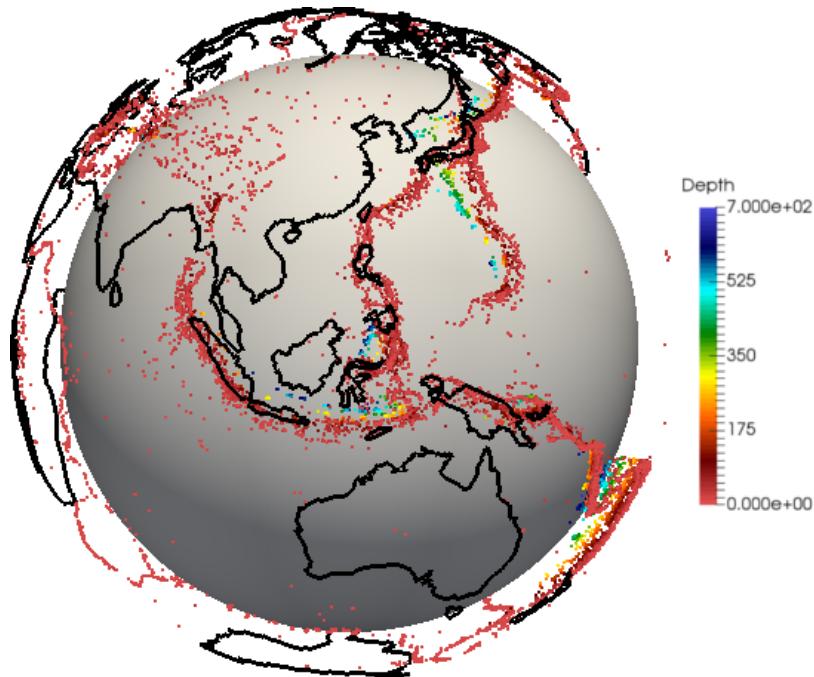
Contoh (Hosseini dan Sigloch, 2017):



Untuk format VTK untuk dibuka di VTK:

```
obspyDMT --datapath event_2021 --local --create_event_vtk
```

Contoh (Hosseini dan Sigloch, 2017):



## 10. Menjalankan ObspyDMT Melalui Lingkungan Python

ObspyDMT sepertinya didesain agar lebih mudah dijalankan melalui CLI tetapi apabila ada pengguna yang ini menggunakan dalam lingkungan Python ini adalah salah satu contohnya:

In [6]:

```
import obspyDMT.utils.event_handler as event
from obspyDMT.utils.local_handler import plot_sta_ev_ray, plot_seismicity

/Users/anangsahroni/Job/geohazardpy/obspyDMT/envodmt/lib/python3.7/site-packages/obspy/clients
warnings.warn(msg, category=ObsPyDeprecationWarning)
```

In [7]:

```
dics_neic = dict(datapath=".//neic_event_meta_data",
                  evlatmin=-11,
                  evlatmax=6,
                  evlonmin=110,
                  evlonmax=141,
                  min_depth=10,
                  max_depth=500,
                  max_mag=10,
                  mag_type="Mw",
                  evlat=None,
                  evlon=None,
                  evradmin=None,
                  evradmax=None,
                  read_catalog=None,
                  min_mag=5.5,
                  min_date="2021-01-01",
                  max_date="2021-02-25",
                  event_catalog="NEIC_USGS",
                  preset=0,
                  offset=1800,)

data_neic = event.event_info(input_dics=dics_neic)
```

Event(s) are based on: NEIC\_USGS

#Divisions: 1

1,

Assembling 2 xml files...

1,2,

cleaning up the temporary folder.

8.304047502999765 sec to retrieve the event info form NEIC.

```
/Users/anangsahroni/Job/geohazardpy/obspyDMT/envodmt/lib/python3.7/site-packages/obspy/core/utils/warnings.py:1: UserWarning: Using or importing the ABCs from 'collections' instead of the recommended 'collections.abc' is deprecated since Python 3.3 and will be removed in Python 3.9. To help catch these cases in your own code, from collections import * is deprecated and will be removed in Python 3.9.
  warnings.warn(msg)
/Users/anangsahroni/Job/geohazardpy/obspyDMT/envodmt/lib/python3.7/site-packages/obspy/core/utils/warnings.py:1: UserWarning: Using or importing the ABCs from 'collections' instead of the recommended 'collections.abc' is deprecated since Python 3.3 and will be removed in Python 3.9. To help catch these cases in your own code, from collections import * is deprecated and will be removed in Python 3.9.
  warnings.warn(msg)
/Users/anangsahroni/Job/geohazardpy/obspyDMT/envodmt/lib/python3.7/site-packages/obspy/core/utils/warnings.py:1: UserWarning: Using or importing the ABCs from 'collections' instead of the recommended 'collections.abc' is deprecated since Python 3.3 and will be removed in Python 3.9. To help catch these cases in your own code, from collections import * is deprecated and will be removed in Python 3.9.
  warnings.warn(msg)
```

In [8]:

```
events_neic = data_neic[0]
events_neic

Out[8]:
```

```
[OrderedDict([('number', 1),
              ('latitude', 1.3663),
              ('longitude', 121.9224),
              ('depth', 16.4),
              ('datetime', 2021-02-22T19:22:10.297000Z),
              ('magnitude', 5.8),
              ('magnitude_type', 'mww'),
              ('author', 'None'),
              ('event_id', '20210222_192210.a'),
              ('origin_id',
               quakeml:earthquake.usgs.gov/archive/product/origin/us6000dk70/us/1614032954040/),
              ('focal_mechanism',
               [3.4959e+17,
                -5.3073e+17,
                1.8114e+17,
                -3.3889e+17,
                3.095e+16,
                -1.3897e+17]),
              ('source_duration', False),
              ('flynn_region', 'NAN'),
              ('t1', 2021-02-22T19:22:10.297000Z),
              ('t2', 2021-02-22T19:52:10.297000Z)]),
 OrderedDict([('number', 2),
              ('latitude', 5.688),
              ('longitude', 127.1064),
              ('depth', 35.23),
              ('datetime', 2021-02-08T00:00:40.820000Z),
              ('magnitude', 5.7),
              ('magnitude_type', 'mww'),
              ('author', 'None'),
              ('event_id', '20210208_000040.a'),
              ('origin_id',
               quakeml:earthquake.usgs.gov/archive/product/origin/us6000dfgj/us/1613260535040/),
              ('focal_mechanism',
               [1.7312e+17,
                1.6369e+17,
                -3.3681e+17,
                -4.172e+16,
                7.41e+16,
                3.7531e+17]),
              ('source_duration', False),
              ('flynn_region', 'NAN'),
              ('t1', 2021-02-08T00:00:40.820000Z),
              ('t2', 2021-02-08T00:30:40.820000Z)]),
 OrderedDict([('number', 3),
              ('latitude', 5.0054),
              ('longitude', 127.5185),
              ('depth', 80.0),
              ('datetime', 2021-01-21T12:23:04.237000Z),
              ('magnitude', 7.0),
              ('magnitude_type', 'mww'),
              ('author', 'None'),
              ('event_id', '20210121_122304.a'),
              ('origin_id',
               quakeml:earthquake.usgs.gov/archive/product/origin/us7000d20e/us/1613567202040/),
              ('focal_mechanism',
               [2.8955e+19,
                -2.96e+18,
                -2.5995e+19,
                -4.825e+18,
                -2.0382e+19,
                5.109e+18]),
              ('source_duration', False),
              ('flynn_region', 'NAN'),
              ('t1', 2021-01-21T12:23:04.237000Z),
              ('t2', 2021-01-21T12:53:04.237000Z)]),
 OrderedDict([('number', 4),
              ('latitude', -2.9711),
              ('longitude', 118.8893),
              ('depth', 18.0),
              ('datetime', 2021-01-14T18:28:18.081000Z),
              ('magnitude', 6.2),
              ('magnitude_type', 'mww'),
              ('author', 'None'),
              ('event_id', '20210114_182818.a'),
              ('origin_id',
```

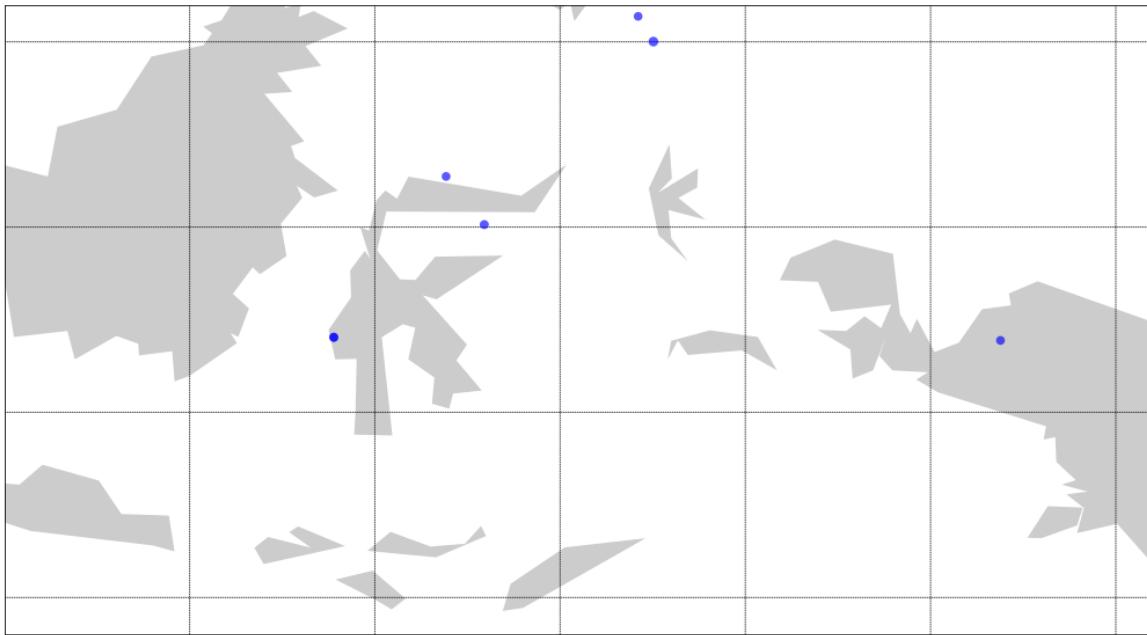
```

quakeML:earthquake.usgs.gov/archive/product/origin/us7000d030/us/1613575166040/
('focal_mechanism',
[1.2064e+18,
-2.22e+17,
-9.844e+17,
-6.354e+17,
-2.1101e+18,
4.954e+17]),
('source_duration', False),
('flynn_region', 'NAN'),
('t1', 2021-01-14T18:28:18.081000Z),
('t2', 2021-01-14T18:58:18.081000Z)]),
OrderedDict([(('number', 5),
('latitude', -2.9809),
('longitude', 118.894),
('depth', 18.0),
('datetime', 2021-01-14T06:35:50.028000Z),
('magnitude', 5.7),
('magnitude_type', 'mww'),
('author', 'None'),
('event_id', '20210114_063550.a'),
('origin_id',
quakeML:earthquake.usgs.gov/archive/product/origin/us6000d882/us/1613650685040/
('focal_mechanism',
[3.6783e+17,
7850000000000000.0,
-3.7568e+17,
-8.603e+16,
-1.0931e+17,
-6.422e+16]),
('source_duration', False),
('flynn_region', 'NAN'),
('t1', 2021-01-14T06:35:50.028000Z),
('t2', 2021-01-14T07:05:50.028000Z)]),
OrderedDict([(('number', 6),
('latitude', -3.06),
('longitude', 136.8875),
('depth', 31.0),
('datetime', 2021-01-12T18:17:36.972000Z),
('magnitude', 5.8),
('magnitude_type', 'mww'),
('author', 'None'),
('event_id', '20210112_181736.a'),
('origin_id',
quakeML:earthquake.usgs.gov/archive/product/origin/us6000d7tq/us/1613658154040/
('focal_mechanism',
[3.7441e+17,
-4.1827e+17,
4.386e+16,
-4.7704e+17,
-3.303e+16,
-6.995e+16]),
('source_duration', False),
('flynn_region', 'NAN'),
('t1', 2021-01-12T18:17:36.972000Z),
('t2', 2021-01-12T18:47:36.972000Z)]),
OrderedDict([(('number', 7),
('latitude', 0.0661),
('longitude', 122.9532),
('depth', 148.0),
('datetime', 2021-01-06T20:59:34.318000Z),
('magnitude', 6.1),
('magnitude_type', 'mww'),
('author', 'None'),
('event_id', '20210106_205934.a'),
('origin_id',
quakeML:earthquake.usgs.gov/archive/product/origin/us6000d69r/us/1610735241040/
('focal_mechanism',
[1.8447e+18,
-8.531e+17,
-9.916e+17,
-1.5181e+18,
-2.317e+17,
-2.635e+17]),
('source_duration', False),
('flynn_region', 'NAN'),
('t1', 2021-01-06T20:59:34.318000Z),
('t2', 2021-01-06T21:29:34.318000Z)])])

```

In [9]:

```
dics_neic['plot_sta'] = None
dics_neic['plot_availability'] = None
dics_neic['plot_ev'] = True
dics_neic['plot_ray'] = None
dics_neic['plot_style'] = "shaded_relief"
dics_neic['plot_focal'] = None
dics_neic['plot_save'] = None
dics_neic['show_no_plot'] = False
plot_sta_ev_ray(dics_neic,events_neic)
```

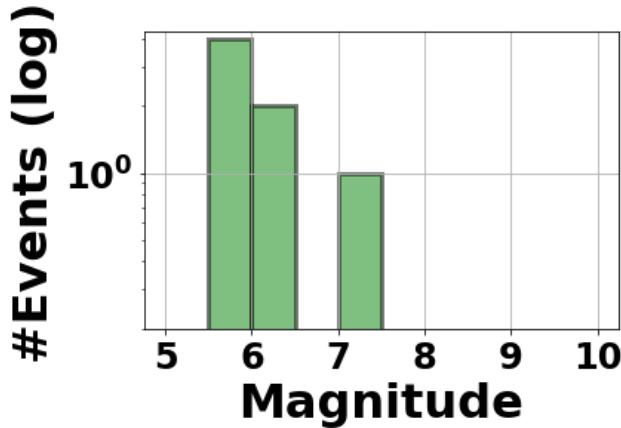
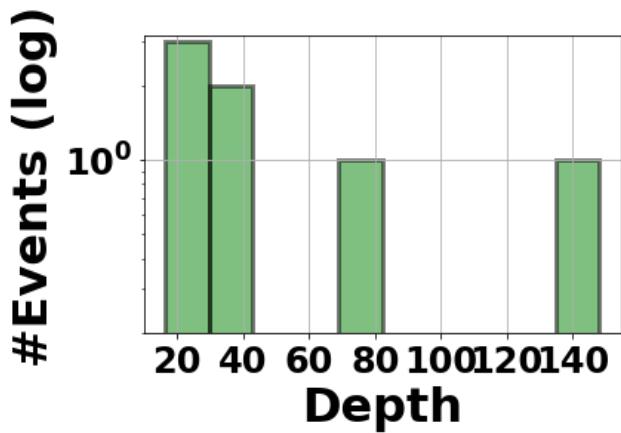
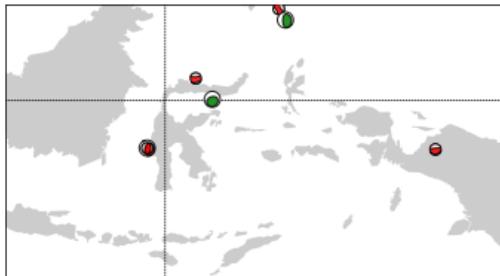
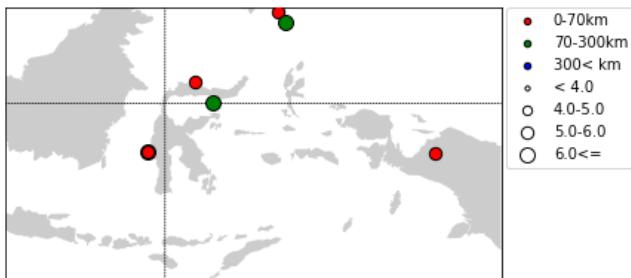


In [11]:

```
from obspyDMT.utils.local_handler import plot_sta_ev_ray, plot_seismicity
dics_neic['plot_lon0'] = 105
dics_neic['depth_bins_seismicity'] = 10
dics_neic['plot_focal'] = True
dics_neic['plot_ev'] = False
dics_neic['plot_style'] = "shaded_relief"
dics_neic['plot_save'] = "./seismicity.png"
plot_seismicity(dics_neic, events_neic)
```

=====  
Seismicity map  
=====

/Users/anangsahroni/Job/geohazardpy/obspyDMT/envodmt/lib/python3.7/site-packages/obspy/imaging  
warnings.warn(msg)



## Penutup

Masih banyak fitur dan parameter yang dapat digunakan dan dieksplorasi lebih lanjut dengan ObspyDMT ini seperti cara loading data yang sudah ada, daftar-daftar penyedia data, dan lain sebagainya. Informasi lebih mendetail dapat dibaca melalui publikasi yang dapat diakses disini: [Download Paper ObspyDMT \(\[http://www.earth.ox.ac.uk/~karins/pubs/HosseiniSigloch2017\\\_obsyDMT\\\_se-2017-46.pdf\]\(http://www.earth.ox.ac.uk/~karins/pubs/HosseiniSigloch2017\_obsyDMT\_se-2017-46.pdf\)\)](http://www.earth.ox.ac.uk/~karins/pubs/HosseiniSigloch2017_obsyDMT_se-2017-46.pdf).

In [ ]: