

METODE STA/LTA UNTUK MENENTUKKAN EVENT GEMPA

Hijrah Saputra¹

¹Ilmu Fisika Program Studi Geofisika Universitas Gadjah Mada

16 Oktober 2017

1 Pendahuluan

Metode STA/LTA adalah salah satu metode yang digunakan untuk menentukan waktu tiba suatu gempa. Metode ini memanfaatkan akumulasi nilai amplitude pada suatu rentang waktu tertentu untuk menentukan waktu tiba kedatangan gempa. Memanfaatkan rentang waktu ini adalah panjang window dari rekaman *event* tersebut. Metode STA/LTA pertama kali dikembangkan oleh Rex V. Allen pada tahun 1978. *Short Term Average* (STA) adalah hasil rata-rata nilai amplitude pada panjang window yang pendek yang telah ditentukan. Sedangkan untuk *Long Term Average* (LTA) adalah hasil rata-rata nilai amplitude pada panjang window yang panjang yang telah ditentukan. *Ratio* STA/LTA merupakan hasil bagi antara nilai rata-rata amplitude STA dengan nilai rata-rata amplitude LTA. Penentuan panjang window memang menjadi masalah untuk menghitung nilai rerata amplitude untuk STA maupun LTA. Namun menurut hasil penelitian Fathia Lutfiananda (2015) telah menentukan rentang panjang window efektif untuk metode STA/LTA adalah 0,5 sampai 1,2 detik untuk STA dan 50 detik sampai 120 detik untuk LTA.

Untuk *event regional* nilai durasi STA yang digunakan adalah antara 1 detik dan 2 detik, sedangkan untuk gempabumi lokal nilainya lebih pendek yaitu 0,5 sampai 0,3 detik (Trnkoczy, 1998).

Metode STA/LTA dibedakan menjadi tiga jenis yaitu *standard*, *delayed* dan *recursive*. STA/LTA *standard* merupakan perhitungan nilai rata-rata. *Standard* STA/LTA adalah perhitungan nilai rerata amplitude pada panjang window tertentu sesuai nilai rerata amplitude berjalan. *Delayed* STA/LTA merupakan perhitungan nilai rerata amplitude pada panjang window tertentu tetapi untuk menghitung nilai rerata amplitude berikutnya diberikan waktu tunda antara window. *Recursive*

STA/LTA merupakan menghitung nilai rerata amplitude STA/LTA berjalan yang mempertimbangkan nilai rerata amplitude sebelumnya.

Teori dari metode STA/LTA ini menggunakan persamaan (Schweitzer, 2002):

$$STA_{(t)} = \frac{1}{n_{STA}} \sum_{j=0}^{n_s-1} |w(t-j)| \quad (1)$$

$$LTA_{(t)} = \frac{1}{n_{LTA}} \sum_{j=0}^{n_l-1} |w(t-j)| \quad (2)$$

Persamaan (1) dan (2) untuk menghitung nilai STA dan LTA *standard*, sedangkan untuk STA/LTA *delayed* diberikan waktu tunda antar *window* berikutnya. Untuk menghitung STA/LTA *recursive* menggunakan persamaan.

$$STA_i = C_{xi} + (1 - C)STA_{i-1} \quad (3)$$

dimana,

x_i = penjumlahan nilai data windows STA yang akan dihitung

$C = \frac{1}{N_{sta}}$, N_{sta} merupakan nilai jumlah data sepanjang window STA

LTA_{i-1} = hasil perhitungan LTA sebelumnya

Studi kasus dicoba dilakukan untuk penentuan waktu tiba gempa pada *event* gempa tektonik di sesar Opak. Ada beberapa metode yang digunakan dalam penentuan waktu tiba suatu gempa baik gempa tektonik maupun gempa vulkanik. Salah satunya adalah dengan menggunakan metode STA/LTA. Metode STA/LTA yang digunakan dalam kajian ini adalah menggunakan metode *recursive*. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk penentuan waktu tiba gempa adalah *python*. Contoh *script* yang digunakan seperti dibawah ini.

```
from obspy.core import read, UTCDateTime
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

csta = 1./nsta
clta = 1./nlta
sta = 0.
arsta = []
lta = 1e-99
arlta = []
charfct = [0.0]*len(a)
```

```

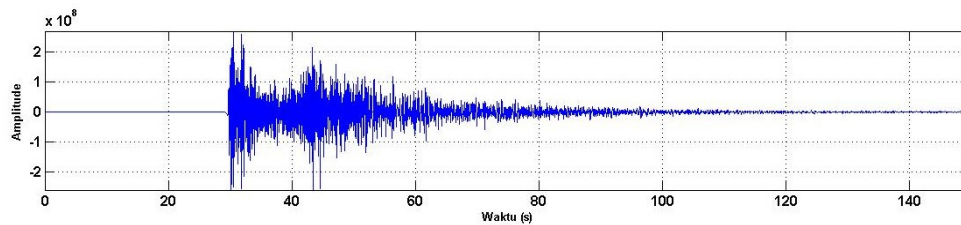
icsta = 1 - csta
iclta = 1 - clta
for i in xrange(1, ndat):
    sq = a[i]**2
    sta = csta * sq + icsta * sta
    arsta.append(sta)
    lta = clta*sq + iclta * lta
    arlta.append(lta)
    charfc[i] = sta/lta
if i < nlta:
    charfc[i] = 0
    return np.array(arsta), np.array(arlta), np.array(charfct)

st1 = read("DataMerg3.mseed")
st1_slice=st1.slice(starttime=UTCDateTime
("2015-10-17T07:17:16"),endtime=UTCDateTime
("2015-10-17T23:17:17"))
tr1 = st1_slice[0]
tr1_filt = tr1.copy()
tr1_filt.filter("bandpass",freqmin=1,freqmax=3,
corners=2,zerophase=True)
a = tr1_filt.data
srate=tr1_filt.stats.sampling_rate
t = np.arange(0, tr1_filt.stats.npts/tr1_filt.stats.sampling_rate,
tr1_filt.stats.delta)
lsta = 1
llta = 5
nsta = srate*lsta
nlta = srate*llta
[sta, lta, charfct] = recSTALTA(a, nsta, lta)
plt.suptitle(tr1.stats.starttime, fontsize=15)
plt.subplot(111)
plt.plot(t,sharfct,"k")
plt.xlabel("time(s)")
plt.show()

```

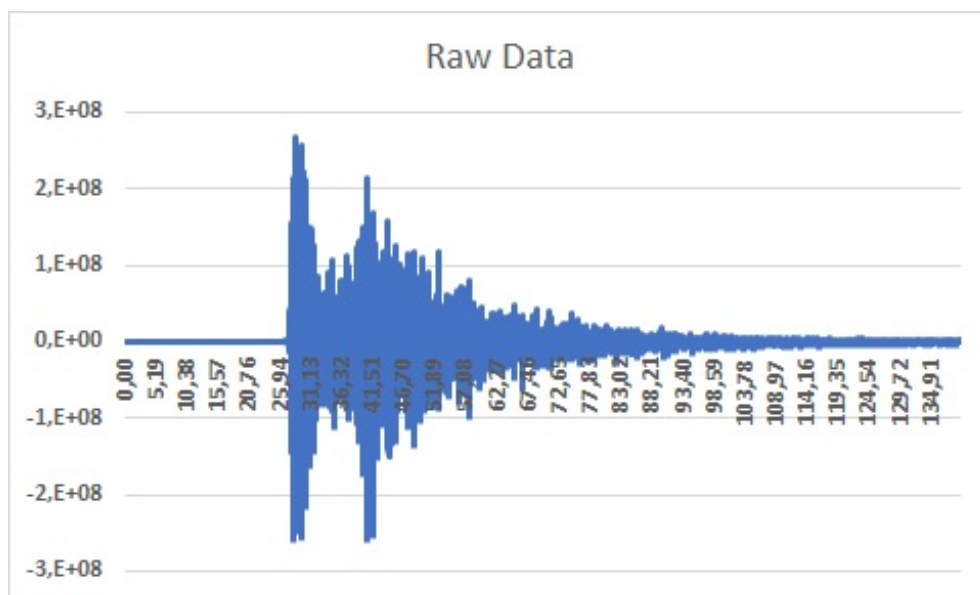
Hasil dari script diatas dicoba diterapkan pada data waveform untuk melihat respon *ratio* STA/LTA. Pada gambar 1 merupakan contoh sinyal gempa yang digunakan

untuk metode STA/LTA. Data tersebut adalah data salah satu sinyal gempa Gunung Rinjani sebelum terjadi erupsi pada bulan Oktober 2016.



Gambar (1). Sinyal Gempa

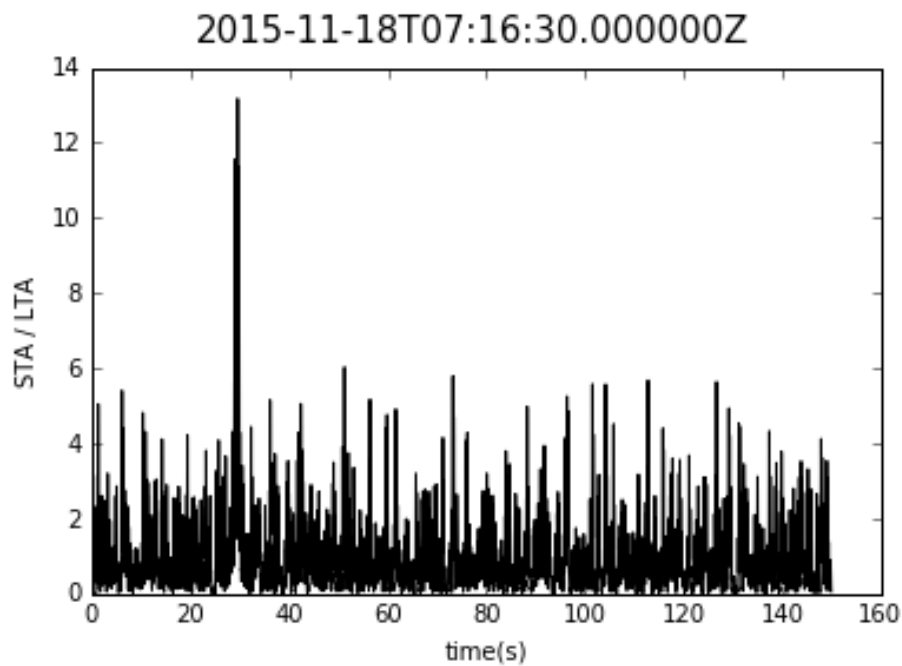
Sebagai pembanding perhitungan ratio STA/LTA, digunakan perhitungan menggunakan *excel*. Dengan menggunakan data yang sama, setelah dikonversi ke format data mseed kemudian dilihat nilai datanya menggunakan *excel*. Gambar 2 merupakan contoh sinyal gempa setelah diplot menggunakan *excel*.



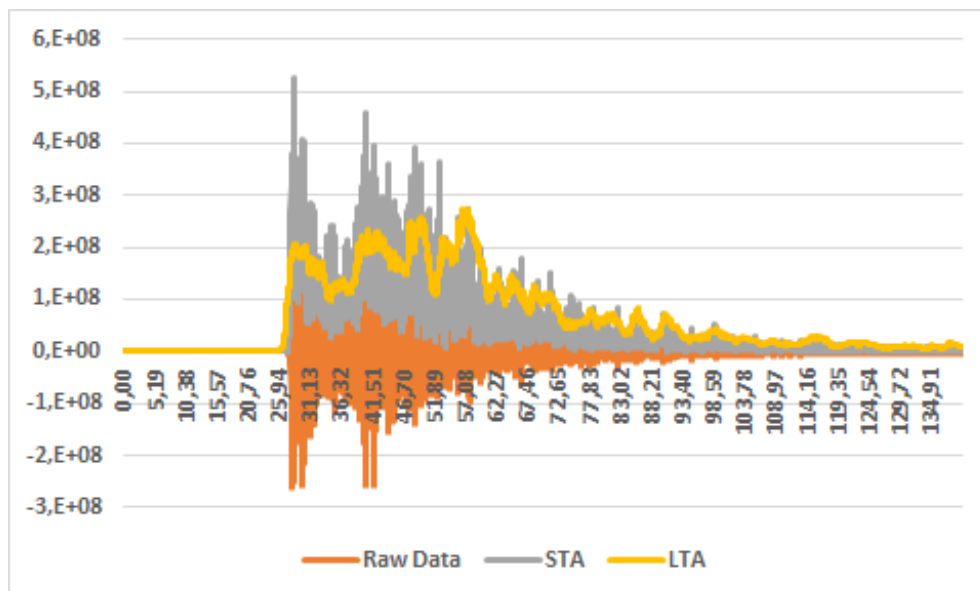
Gambar (2). Plot Sinyal Gempa Menggunakan *excel*

Pada gambar 3 merupakan gambar respon *ratio* STA/LTA dengan panjang *window* STA adalah 1 detik dan LTA adalah 5 detik. Hasil dari *script* tersebut kemudian dicoba diterapkan pada program *excel* sederhana. Hasilnya dapat dilihat seperti pada gambar 4. Dapat dilihat bahwa memiliki pola respon yang sama.

Pada gambar 4 merupakan hasil plot sinyal rerata nilai amplitudo STA dan

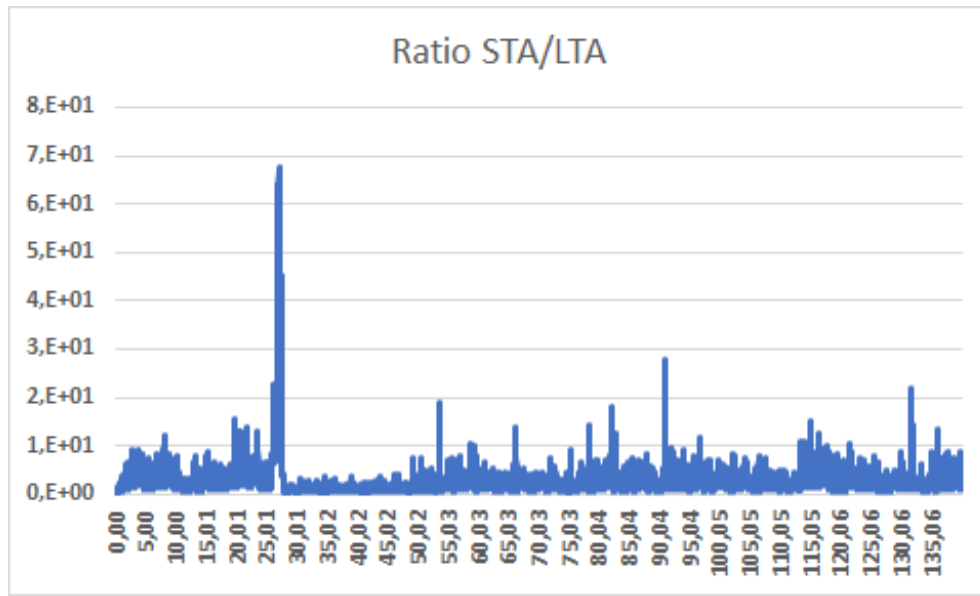


Gambar (3). Ratio STA/LTA menggunakan script python



Gambar (4). Nilai STA dan LTA menggunakan excel

LTA. Warna merah merupakan rerata amplitude LTA sedangkan yang warna biru merupakan rerata amplitude STA. Setelah nilai rerata masing-masing STA dan LTA didapatkan maka dapat dihitung nilai *ratio* STA/LTA. Pada gambar 5 dapat dilihat nilai *ratio* STA/LTA, nilai amplitude maksimum berada pada posisi 2906.



Gambar (5). *Ratio* STA/LTA menggunakan *script excel*

Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa waktu tiba gelombang P memiliki konsistensi yang sama antara menggunakan *excel* dengan *python* yaitu 25,9 detik.

Untuk mendapatkan waktu onset fase seismic yang tepat harus dilakukan merubah-ubah nilai dari batas *threshold* sehingga menghasilkan *trigger on* dan *trigger off* yang sesuai. Pengaturan ini sangat sensitive dan tergantung dari pengguna. Pengaturan tersebut harus dilakukan untuk menghasilkan nilai onset yang sesuai.

Dari hasil analisis tersebut didapatkan beberapa aturan untuk dapat mengontrol batas *threshold* yang tepat. Karena penentuan tersebut sangat *sensitive* terhadap pengaturan dari pengguna. Parameter dasar dan penentuan dalam metode STA/LTA ini adalah:

1. Durasi window STA

Dalam penentuan durasi STA ini harus lebih lama dari periode sinyal seismic. Jika terlalu pendek dari durasi sinyal seismic maka nilai STA yang dihasilkan tidak akan berfungsi dengan baik. Semakin pendek durasi *window* yang dipilih maka akan lebih *sensitive*. Pemilihan durasi STA ini juga

dapat berfungsi sebagai *filter*. Durasi untuk gempa *regional* memiliki nilai durasi STA antara 1 detik sampai 2 detik, sedangkan untuk gempa local dengan durasi yang lebih pendek yaitu antara 0,5 detik sampai 0,3 detik.

2. Durasi *window* LTA

Dalam penentuan durasi LTA ini relatif lebih panjang yaitu lebih dari 60 detik. Penentuan durasi *window* LTA dengan tepat dapat mengurangi pengaruh dari *noise*.

3. Batas *trigger on* STA/LTA

Penentuan batas *trigger on* STA/LTA lebih *sensitive* dengan nilai yang besar. Nilai dari batas *trigger on* STA/LTA ini adalah antara 4 sampai 8. Nilai 4 umumnya diatur pada tingkat *noise* yang kecil sedangkan untuk nilai 8 ke atas diperlukan untuk tingkat *noise* yang lebih tinggi.

4. Batas *trigger off* STA/LTA

Penentuan batas *trigger off* STA/LTA adalah antara 2 sampai 3

Dari hasil analisis tersebut, tujuan dilakukan metode ratio STA/LTA pada suatu sinyal gempa adalah untuk mendapatkan suatu pola nilai rerata amplitud. Pola nilai rerata amplitud tersebut akan menggambarkan nilai amplitud maksimum. Sehingga dengan mendapatkan perbedaan nilai amplitud dan mendapatkan nilai rerata amplitud maksimumnya dapat memberikan gambaran posisi waktu dilakukannya *picking*. Dengan kata lain metode STA/LTA ini adalah suatu metode untuk menentukan apakah suatu sinyal tersebut merupakan *event* atau bukan yang ditandai suatu nilai rerata amplitud maksimum. Setelah dipastikan itu *event*, kemudian akan dapat lebih yakin posisi dilakukannya *picking* onset kedatangan gelombang P.

2 Kesimpulan

1. Penggunaan metode STA/LTA untuk menentukan waktu tiba gempa sangat dipengaruhi oleh beberapa parameter yang sifatnya sangat *sensitive*.
2. Parameter-parameter tersebut adalah durasi *window* STA, durasi *window* LTA, batas *trigger on* STA/LTA dan batas *trigger off* STA/LTA.
3. Dalam pemilihan nilai pada beberapa parameter tersebut sangat ditentukan oleh sifat sinyal, lokasi dan *noise*.

4. Penggunaan metode STA/LTA ini kurang akurat pada sinyal yang berasal dari noise karena amplitudanya dapat melewati nilai batas *threshold trigger on* dan *trigger off*. Sehingga diperlukan pengembangan dari metode ini