

PANDUAN BAGI PENGGUNA PROGRAM KOMPUTER JOKO TINGKIR

Oleh:

Prof. Dr. Madlazim, M.Si.

m_lazim@fisika.fmipa.unesa.ac.id

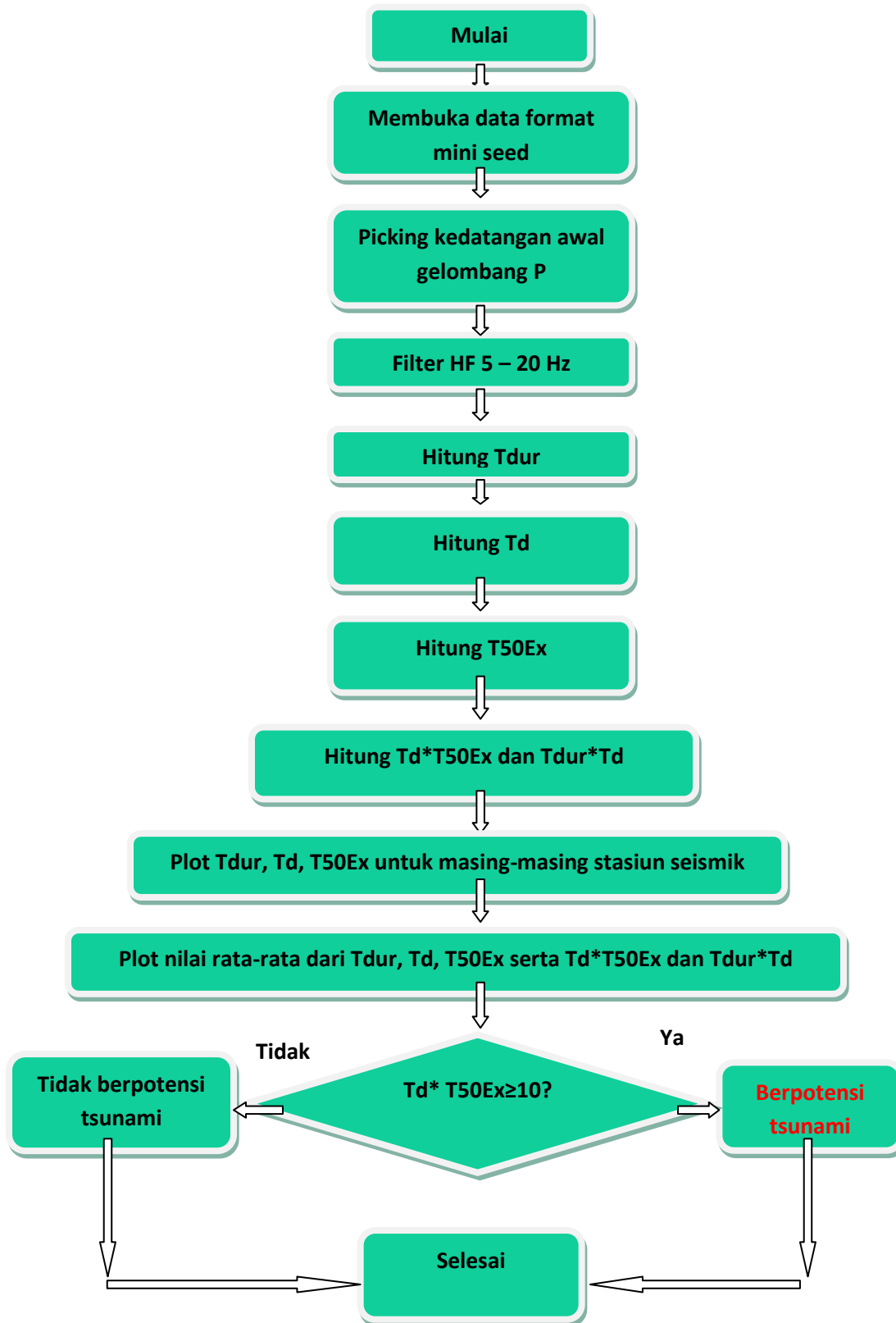
PENDAHULUAN

Program Komputer Joko Tingkir merupakan program komputer yang berfungsi untuk mengestimasi parameter model tsunami yang disebabkan oleh gempa bumi yang berupa durasi *rupture* (T_{dur}), periode dominan (T_d), durasi lebih dari 50 detik (T_{50Ex}) dari gelombang seismik Primer (gelombang P) yang terekam oleh stasiun seismik lokal dengan menggunakan metode prosedur langsung. **“Joko Tingkir”** juga mengkomputasi perkalian antara T_{dur} dengan T_d dan perkalian antara T_d dengan T_{50Ex} . Kedua hasil perkalian ini memberikan deskripsi tentang luas *rupture*. Oleh karena itu, hasil perkalian ini bisa digunakan sebagai indikator kuat apakah suatu gempa bumi berpotensi tsunami atau tidak tsunami. Jika terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua hasil perkalian tersebut, maka perkalian antara T_{50Ex} dengan T_d yang diprioritaskan untuk digunakan sebagai bahan pengambilan keputusan apakah gempa bumi tersebut berpotensi tsunami atau tidak. Gelombang P adalah bagian dari gelombang seismik gempa bumi yang merambat dengan kecepatan paling besar dibandingkan gelombang seismik Sekunder (gelombang S) dan gelombang permukaan baik gelombang Love maupun Rayleigh sehingga dalam waktu kurang dari 2 menit data gelombang P sudah terekam di stasiun seismik lokal dan selanjutnya diproses untuk menentukan T_{dur} , T_d , T_{50Ex} , perkalian T_{dur} dengan T_d dan perkalian T_{50Ex} dengan T_d . **“Joko Tingkir”** bisa secara langsung membaca data seismogram dalam format miniseed, sehingga **“Joko Tingkir”** lebih cepat membaca seismogram secara *real time*, tanpa perlu mengkonversi lebih dahulu ke dalam format SAC atau format lainnya. Kecepatan komputasi terhadap parameter-parameter gempa bumi tersebut bergantung pada jumlah data seismogram yang diproses. Sebagai contoh jika jumlah data seismogram komponen vertical yang diproses ada 20 yang direkam oleh 20 stasiun, maka waktu yang diperlukan oleh **“Joko Tingkir”** untuk komputasi parameter-parameter tersebut sekitar 18 detik. Output **“Joko Tingkir”** selain berupa nilai rata-rata dari T_{dur} , T_d (T_{auc_P0}), T_{50Ex} ($snrT50$), $T_d * T_{50Ex}$ dan $T_d * T_{dur}$ juga menyediakan nilai T_{dur} , T_d (T_{auc_P0}) dan T_{50Ex} ($snrT50$) untuk masing-masing stasiun, sehingga pengguna bisa mengevaluasi apakah nilai T_{dur} , T_d (T_{auc_P0}) dan T_{50Ex} ($snrT50$) pada masing-masing stasiun tersebut sudah wajar atau tidak, homogen atau tidak jika dibandingkan dengan nilai T_{dur} , T_d (T_{auc_P0}) dan T_{50Ex} ($snrT50$) pada sebagian besar stasiun lainnya dan nilai rata-ratanya. Berikut contoh output untuk gempa bumi Padang 30 September 2009 dan output untuk gempa bumi Mentawai 25 Oktober 2010 yang terjadi di laut, kedalaman kurang dari 100 km dan magnitudonya ($M_w > 7,5$).

PROGRAM/SOFTWARE PENUNJANG YANG DIPERLUKAN

“Joko Tingkir” ditulis menggunakan bahasa pemrograman BASH yang bisa *running* pada sistem operasi LINUX. **“Joko Tingkir”** bisa dijalankan dalam satu perintah (*command-line*) pada semua system LINUX dengan perintah **“jokotingkir.bash”**. Kompilasi **“Joko Tingkir”** membutuhkan software SeisGram2K60_20111209.jar yang bisa didownload secara gratis di website http://alomax.free.fr/seisgram/ver60/SeisGram2K_install.html. Pada folder jokotingkir2013 sudah tersedia software SeisGram2K60_20111209.jar, contoh data dalam format miniseed dari gempa bumi Mentawai dan data gempa bumi Padang yang magnitudo (M_w)nya lebih besar dari 7,5 serta file-file lain yang mensupport program Joko Tingkir. Untuk menjalankannya, pertama-tama copy folder jokotingkir2013 ke directory Documents. Kemudian ubah direktori menjadi `~/Documents>cd jokotingkir2013` diikuti menekan tombol Enter. Selanjutnya beri perintah **“jokotingkir.bash”**, sehingga tampak seperti pada direktori berikut `~/Documents/jokotingkir2013>jokotingkir.bash` diikuti dengan menekan tombol Enter.

DIAGRAM ALIR PROGRAM KOMPUTER JOKO TINGKIR



CONTOH OUTPUT PROGRAM KOMPUTER JOKO TINGKIR

CONTOH OUTPUT 1:

```
#####
      Event Gempabumi:20101025 1446 UTC Mw=7,8
#####
      Hasil Estimasi Durasi Rupture pada Masing-Masing Statsiun adalah:
#####
MNAI ? Z ? Tdur ? 20101025 1445 07.919 GAU 21.749992 0.0 120.0005 0.0
BKNI ? Z ? Tdur ? 20101025 1445 21.319 GAU 20.283333 0.0 120.0005 0.0
PMBI ? Z ? Tdur ? 20101025 1445 31.420 GAU 20.308334 0.0 119.9995 0.0
GSI ? Z ? Tdur ? 20101025 1445 39.169 GAU 20.0 0.0 120.0005 0.0
CISI ? Z ? Tdur ? 20101025 1446 23.819 GAU 25.191645 0.0 120.0005 0.0
LHMI ? Z ? Tdur ? 20101025 1446 31.569 GAU 20.0 0.0 120.0005 0.0
SMRI ? Z ? Tdur ? 20101025 1446 57.619 GAU 20.199999 0.0 120.0005 0.0
UGM ? Z ? Tdur ? 20101025 1447 09.769 GAU 24.566648 0.0 120.0005 0.0
JAGI ? Z ? Tdur ? 20101025 1447 45.319 GAU 24.233316 0.0 120.0005 0.0
BKB ? Z ? Tdur ? 20101025 1448 19.319 GAU 23.908318 0.0 120.0005 0.0
MMRI ? Z ? Tdur ? 20101025 1449 15.170 GAU 25.375023 0.0 119.9995 0.0
LUWI ? Z ? Tdur ? 20101025 1449 22.020 GAU 21.466673 0.0 119.9995 0.0
SANI ? Z ? Tdur ? 20101025 1449 47.470 GAU 23.477493 0.0 115.6005 0.0
TNTI ? Z ? Tdur ? 20101025 1450 05.019 GAU 27.24997 0.0 120.0005 0.0
BNDI ? Z ? Tdur ? 20101025 1450 22.170 GAU 20.133333 0.0 119.9995 0.0
FAKI ? Z ? Tdur ? 20101025 1450 29.069 GAU 23.947643 0.0 103.0995 0.0
GENI ? Z ? Tdur ? 20101025 1451 52.869 GAU 25.874975 0.0 120.0005 0.0
#####
      Hasil Estimasi T50Ex pada Masing-Masing Statsiun adalah:
#####
MNAI ? Z ? snrT50 ? 20101025 1443 57.669 GAU 0.0 0.0 35.33391 0.0
BKNI ? Z ? snrT50 ? 20101025 1444 11.319 GAU 0.0 0.0 18.45912 0.0
PMBI ? Z ? snrT50 ? 20101025 1444 21.420 GAU 0.0 0.0 1.5546547 0.0
GSI ? Z ? snrT50 ? 20101025 1444 29.170 GAU 0.0 0.0 3.7814348 0.0
CISI ? Z ? snrT50 ? 20101025 1445 13.819 GAU 0.0 0.0 1.116174 0.0
LHMI ? Z ? snrT50 ? 20101025 1445 21.619 GAU 0.0 0.0 4.0436316 0.0
SMRI ? Z ? snrT50 ? 20101025 1445 47.569 GAU 0.0 0.0 1.7254621 0.0
UGM ? Z ? snrT50 ? 20101025 1445 50.220 GAU 0.0 0.0 2.4163187 0.0
JAGI ? Z ? snrT50 ? 20101025 1446 35.619 GAU 0.0 0.0 3.2064612 0.0
BKB ? Z ? snrT50 ? 20101025 1447 09.319 GAU 0.0 0.0 1.9158316 0.0
MMRI ? Z ? snrT50 ? 20101025 1448 05.069 GAU 0.0 0.0 2.2834742 0.0
LUWI ? Z ? snrT50 ? 20101025 1448 12.069 GAU 0.0 0.0 10.516573 0.0
SANI ? Z ? snrT50 ? 20101025 1448 41.869 GAU 0.0 0.0 0.21131983 0.0
TNTI ? Z ? snrT50 ? 20101025 1448 55.020 GAU 0.0 0.0 1.0617104 0.0
BNDI ? Z ? snrT50 ? 20101025 1449 12.170 GAU 0.0 0.0 3.7791324 0.0
FAKI ? Z ? snrT50 ? 20101025 1449 35.970 GAU 0.0 0.0 1.8580978 0.0
SAUI ? Z ? snrT50 ? 20101025 1449 41.369 GAU 0.0 0.0 0.7111548 0.0
GENI ? Z ? snrT50 ? 20101025 1450 43.619 GAU 0.0 0.0 0.7258139 0.0
#####
```

```
#####
Hasil Estimasi Periode Dominan pada Masing-Masing Stasiun adalah:
#####
MNAI ? Z ? Tauc_PO ? 20101025 1444 02.670 GAU 0.0 0.0 3.4467072 0.0
BKNI ? Z ? Tauc_PO ? 20101025 1444 16.319 GAU 0.0 0.0 4.8441234 0.0
PMBI ? Z ? Tauc_PO ? 20101025 1444 26.420 GAU 0.0 0.0 5.682827 0.0
GSI ? Z ? Tauc_PO ? 20101025 1444 34.169 GAU 0.0 0.0 9.378777 0.0
CISI ? Z ? Tauc_PO ? 20101025 1445 18.819 GAU 0.0 0.0 0.904778 0.0
LHMI ? Z ? Tauc_PO ? 20101025 1445 26.619 GAU 0.0 0.0 10.869651 0.0
SMRI ? Z ? Tauc_PO ? 20101025 1445 52.569 GAU 0.0 0.0 4.8423104 0.0
UGM ? Z ? Tauc_PO ? 20101025 1445 55.220 GAU 0.0 0.0 4.1364555 0.0
JAGI ? Z ? Tauc_PO ? 20101025 1446 40.619 GAU 0.0 0.0 3.626333 0.0
BKB ? Z ? Tauc_PO ? 20101025 1447 14.319 GAU 0.0 0.0 10.931313 0.0
MMRI ? Z ? Tauc_PO ? 20101025 1448 10.069 GAU 0.0 0.0 9.644414 0.0
LUWI ? Z ? Tauc_PO ? 20101025 1448 17.069 GAU 0.0 0.0 7.932036 0.0
SANI ? Z ? Tauc_PO ? 20101025 1448 46.869 GAU 0.0 0.0 17.597107 0.0
TNTI ? Z ? Tauc_PO ? 20101025 1449 00.020 GAU 0.0 0.0 8.379362 0.0
BNDI ? Z ? Tauc_PO ? 20101025 1449 17.170 GAU 0.0 0.0 15.504597 0.0
FAKI ? Z ? Tauc_PO ? 20101025 1449 40.970 GAU 0.0 0.0 8.030872 0.0
SAUI ? Z ? Tauc_PO ? 20101025 1449 46.369 GAU 0.0 0.0 8.711273 0.0
GENI ? Z ? Tauc_PO ? 20101025 1450 48.619 GAU 0.0 0.0 5.825122 0.0
```

```
#####
#####
Durasi T50Ex=5.26 (Nilai kritis = 1);Jumlah stasiun yang digunakan=18
-----
Durasi rupture (Tdur)=118.74 detik (Nilai kritis = 65);Jumlah stasiun yang
digunakan=17
-----
Periode dominan (Td)=7.79 detik (Nilai kritis = 10);Jumlah stasiun yang
digunakan=18
-----
LEVEL WARNING (Td*T50Ex)=40.99 (Nilai kritis = 10)
-----
```

```
#####
```

Keterangan:

Gempa bumi Mentawai yang terjadi pada tgl 25 Oktober 2010 ($M_w=7,8$) **BERPOTENSI TSUNAMI**. Karena nilai $T_d \cdot T_{50Ex} = 40,99$ (lebih besar dari 10). Faktanya memang telah terjadi tsunami.

CONTOH OUTPUT 2:

```

#####
                        Event Gempabumi:20090930 1019 UTC, Mw=7,6
#####

#####
Hasil Estimasi Durasi Rupture pada Masing-Masing Statsiun adalah:
#####
BKNI ? Z ? Tdur ? 20090930 1017 36.576 GAU 26.515644 0.0 57.70726 0.0
GSI ? Z ? Tdur ? 20090930 1018 28.420 GAU 24.12491 0.0 92.8505 0.0
MNAI ? Z ? Tdur ? 20090930 1018 49.319 GAU 24.039604 0.0 90.8505 0.0
PMBI ? Z ? Tdur ? 20090930 1019 27.670 GAU 21.000004 0.0 119.9995 0.0
LHMI ? Z ? Tdur ? 20090930 1019 43.419 GAU 22.341658 0.0 120.0005 0.0
CISI ? Z ? Tdur ? 20090930 1020 32.520 GAU 20.0 0.0 119.9995 0.0
UGM ? Z ? Tdur ? 20090930 1019 17.219 GAU 40.0 0.0 11.7005 0.0

#####
Hasil Estimasi T50Ex pada Masing-Masing Statsiun adalah:
#####
BKNI ? Z ? snrT50 ? 20090930 1017 28.869 GAU 0.0 0.0 1.0897421 0.0
GSI ? Z ? snrT50 ? 20090930 1017 44.369 GAU 0.0 0.0 0.2996727 0.0
MNAI ? Z ? snrT50 ? 20090930 1018 08.469 GAU 0.0 0.0 1.4679918 0.0
PMBI ? Z ? snrT50 ? 20090930 1018 17.670 GAU 0.0 0.0 0.49764392 0.0
LHMI ? Z ? snrT50 ? 20090930 1018 33.419 GAU 0.0 0.0 0.13683914 0.0
CISI ? Z ? snrT50 ? 20090930 1019 22.569 GAU 0.0 0.0 0.21371089 0.0
UGM ? Z ? snrT50 ? 20090930 1019 55.470 GAU 0.0 0.0 0.081769906 0.0

#####
Hasil Estimasi Periode Dominan pada Masing-Masing Statsiun adalah:
#####
BKNI ? Z ? Tauc_P0 ? 20090930 1017 33.869 GAU 0.0 0.0 2.9963515 0.0
GSI ? Z ? Tauc_P0 ? 20090930 1017 49.369 GAU 0.0 0.0 2.026176 0.0
MNAI ? Z ? Tauc_P0 ? 20090930 1018 13.469 GAU 0.0 0.0 1.2927774 0.0
PMBI ? Z ? Tauc_P0 ? 20090930 1018 22.670 GAU 0.0 0.0 4.276114 0.0
LHMI ? Z ? Tauc_P0 ? 20090930 1018 38.419 GAU 0.0 0.0 4.9620886 0.0
CISI ? Z ? Tauc_P0 ? 20090930 1019 27.569 GAU 0.0 0.0 2.567487 0.0
UGM ? Z ? Tauc_P0 ? 20090930 1020 00.470 GAU 0.0 0.0 6.179634 0.0

#####
#####

Durasi T50Ex=.54 (Nilai kritis = 1);Jumlah stasiun yang digunakan=7
-----
Durasi rupture (Tdur)=87.58 detik (Nilai kritis = 65);Jumlah stasiun yang
digunakan=7
-----
Periode dominan (Td)=3.47 detik (Nilai kritis = 10);Jumlah stasiun yang
digunakan=7
-----
LEVEL WARNING (Td*T50Ex)=1.87 (Nilai kritis = 10)
-----

#####

```

Keterangan:

Gempa bumi Padang yang terjadi pada tgl 30 September 2009 (Mw=7,6) **TIDAK BERPOTENSI TSUNAMI. Karena nilai $Td * T50Ex = 1.87$** (kurang dari 10). Faktanya memang tidak terjadi tsunami, walaupun magnitude (Mw-nya lebih besar dari 7).

PUBLIKASI :

Madlazim (2011), Toward Indonesian Tsunami Early Warning System by Using Rapid Rupture Duration Calculation, Science of Tsunami Hazards, Vol 30, No. 4, Tsunami Society International, USA.

Madlazim (2011), Menuju Sistem Peringatan Dini Tsunami Menggunakan Perhitungan Durasi Rupture Gempabumi secara Cepat dan Tepat, Edisi 3, 2011, Himpunan Ahli Geofisika Indonesia (HAGI).

Madlazim, (2011), Estimasi Durasi, Arah dan Panjang Rupture, serta Lokasi-lokasi Gemabumi Susulan Menggunakan Perhitungan Cepat, Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA), Vol 2, No. 2.

Madlazim (2012), Toward tsunami early warning system in Indonesia by using rapid rupture durations estimation, AIP Conf. Proc. 1454, pp. 142-145; doi:<http://dx.doi.org/10.1063/1.4730707> (4 pages) INTERNATIONAL CONFERENCE ON PHYSICS AND ITS APPLICATIONS: (ICPAP 2011)

Madlazim (2012), Menuju Peringatan Dini Tsunami Menggunakan Perhitungan Cepat Periode Dominan dan T50 Exceeds, Seminar Ilmiah Bulanan BMKG "Scientific Journal Club" Kerjasama BMKG-ITS, Surabaya, Kamis, 27 September 2012.

Majalah Tempo tanggal 3 Maret 2013. Hal. 60 (Ilmu & Teknologi). "Joko Tingkir Penaksir Tsunami".

Koran Tempo tanggal 25 September 2013. Hal. A12 (Ilmu dan Teknologi 100% Indonesia). "Joko Tingkir, Sang Pendeteksi Tsunami".

Madlazim (2013), Joko Tingkir Computer Program for Estimating Tsunami Potential Accurately and Rapidly, The 3rd International Conference on Theoretical and Applied Physics (ICTAP), State University of Malang, Oct 10-11, 2013 - Indonesia.