

Transfer Stress dan Pemicuan Aktivitas Seismik

Oleh: **Dimas Sianipar**

Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (STMKG)

dimas.salomo@bmkg.go.id; dimas.salomo@gmail.com

Pemicuan aktivitas seismik merupakan proses yang mana perubahan-perubahan *stress* yang terkait dengan sebuah gempabumi dapat menimbulkan dan/atau mempercepat dan/atau memperlambat aktivitas seismik di wilayah sekitarnya atau memicu aktivitas seismik lainnya pada jarak yang jauh [Freed, 2005].

Pemicuan aktivitas seismik dapat dibedakan menjadi tiga jenis berdasarkan jenis transfer *stress* yang ditimbulkan oleh sebuah gempabumi [Freed 2005], yaitu:

1) Transfer Coulomb stress statis

Perhitungan perubahan *Coulomb stress* statis yang berasosiasi dengan *slip* gempabumi sudah terbukti sebagai cara yang *powerful* dalam menjelaskan banyak observasi seismik, termasuk distribusi gempabumi susulan, rangkaian gempabumi (kaitan antara gempabumi pendahuluan/*foreshock*, gempabumi utama dan gempabumi susulan), dan kepasifan seismisitas setelah atau sebelum gempabumi besar di suatu wilayah, biasanya di wilayah yang aktif secara seismik, seismisitas akan mengikuti suatu gempabumi besar.

2) Variasi mekanisme transfer stress yang tergantung waktu

Pemicuan gempabumi yang tertunda (*delayed*) yang bisa terjadi dalam rentang detik hingga dekade, dapat dijelaskan dengan sebuah variasi mekanisme transfer *stress* yang tergantung waktu (*time-dependent*), seperti *viscous relaxation*, *poroelastic rebound*, atau *afterslip* atau oleh reduksi pada friksi sesar, sebagaimana yang diperkirakan oleh laju dan keadaan hubungan konstitutif.

3) Transfer stress dinamis

Pemicuan aktivitas seismik seketika pada jarak yang jauh (pada jarak mulai dari beberapa kali panjang sesarnya hingga lebih dari 1000 km) dapat dijelaskan dengan baik oleh lewatnya gelombang seismik dinamis (transien) yang seketika itu juga menimbulkan *failure* berjenis-*Coulomb* atau menginisiasi sebuah mekanisme sekunder yang menimbulkan pemicuan tertunda di suatu wilayah. Kedatangan gelombang seismik

dinamis mungkin juga memainkan peran penting dalam pemicuan gempabumi jarak dekat (*near-field*).

Gempabumi dangkal dengan magnitudo besar dapat memicu aktivitas seismik di dua jenis pemicuan yaitu di sekitar bidang sesarnya secara langsung (*near field*) dan jarak jauh (*far field*). Pemicuan jarak dekat (*near field*) secara umum diketahui sebagai pembangkit gempabumi susulan (*aftershocks*) yang terjadi secara spasial di sekitar zona *rupture* gempabumi utama. Namun saat ini masih belum jelas apakah perubahan *stress* statis dari perpindahan sesar permanen, atau perubahan *stress* kuasi-statis dari deformasi *postseismic*, atau perubahan *stress* dinamis dari gelombang seismik yang lewat yang memerankan peran yang paling penting dalam pemicuan gempabumi susulan (*aftershocks*) [Kilb dkk., 2000; Felzer dan Brodsky, 2006; Richards-Dinger dkk., 2010].

Keduanya baik *stress* statis dan kuasi-statis berkurang secara cepat seiring dengan bertambahnya jarak dari episenter gempabumi utama dan menjadi dapat diabaikan pada jarak yang jauh [Freed, 2005]. Sebagai perbandingan, *stress* dinamis transien yang dibawa oleh gelombang permukaan beramplitudo besar, berkurang secara lambat terhadap jarak dan memainkan peran yang dominan dalam pemicuan aktivitas seismik lainnya pada jarak teleseismik [Hill dan Prejean, 2015; van der Elst dan Brodsky, 2010; Peng dan Gomberg, 2010].

Pemicuan jarak-jauh terjadi secara seketika (langsung) atau tertunda (*delayed*) tergantung pada waktu kejadian relatif terhadap kedatangan gelombang teleseismik pada suatu wilayah dan mekanisme pokok untuk pemicuan yang tertunda (*delayed*) masih belum terlalu jelas [Brodsky, 2006; Parsons, 2005; Hill dan Prejean, 2015].

Referensi:

- Brodsky, E. E. (2006), Long-range triggered earthquakes that continue after the wave train passes, *Geophys. Res. Lett.*, 33, L15313, doi:10.1029/2006GL026605.
- Felzer, K. R., and E. E. Brodsky (2006), Decay of aftershock density with distance indicates triggering dynamic stress, *Nature*, 441, 735-738, doi: 10.1038/nature04799.
- Freed, A. M. (2005), Earthquake Triggering by Static, Dynamic, and Postseismic Stress Transfer, *Annu. Rev. Earth. Planet. Sci.*, 33, 335-367, doi: 10.1146/annurev.earth.33.092203.122505.

- Hill, D.P., and S. Prejean (2015), Dynamic triggering, in H. Kanamori (ed.) V. 4 *Earthquake Seismology, Treatise on Geophysics*, 2nd edition (G. Schubert, ed. in chief), Elsevier, Oxford.
- Kilb, D., J. Gomberg, and P. Bodin (2000), Triggering of earthquake aftershocks by dynamic stress, *Nature*, 408, 570-574, doi: 10.1038/35046046.
- Parsons, T. (2005), A hypothesis for delayed dynamic earthquake triggering, *Geophys. Res. Lett.*, 32, L04302, doi: 10.1029/2004GL021811
- Peng, Z., and J. Gomberg (2010). An integrated perspective of the continuum between earthquakes and slow-slip phenomena, *Nature Geosci.*, 3, 599-608, doi:10.1038/ngeo940.
- Richards-Dinger, K., R. S. Stein, and S. Toda (2010), Decay of aftershock density with distance does not indicate triggering by dynamic stress, *Nature*, 467, 583-586, doi:10.1038/nature09402.
- van der Elst, N. J. and E. E. Brodsky (2010), Connecting near-field and far-field earthquake triggering to dynamic strain, *J. Geophys. Res.*, 115, B07311, doi:10.1029/2009JB006681.