

## **LONGSORAN YANG DIPICU GEMPA BUMI**

**Studi kasus:**

**Longsor Warungkiara, Sukabumi, Jawa Barat dan  
Longsor Raksasa Gowa, Sulawesi Selatan**

Edi Prasetyo Utomo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Puslit Geoteknologi – LIPI. Jln Sangkuriang, Bandung 40135

Phone +62 (22) 2503654, Fax : +62 (22) 2504593

Email : eputomo@geotek.lipi.go.id

### **ABSTRAK**

Longsor yang dipicu gempa bumi belum mendapat banyak perhatian di Indonesia. Longsor ini terjadi karena terpicu adanya aktivitas tektonik. Sejumlah daerah di Indonesia telah mengalami longsor, akibat pengaruh gempa bumi baik berskala kecil maupun besar. Longsor yang ditimbulkannya dapat berupa tipe rayapan hingga tipe "debris-avalanche" raksasa. Dari sejumlah data gempa bumi, longsor dan citra landsat; telah dapat digunakan untuk menganalisis mekanisme terjadinya longsor di wilayah yang secara tektonik labil. Daerah dengan frekuensi gempa bumi yang tinggi walaupun dalam kegempaan skala kecil, sangat berperan sebagai pemicu terjadinya longsor. Dengan meninggikan tingkat kewaspadaan dengan cara pemantauan pemicu gerakan tanah di daerah tektonik labil ini, diharapkan akan mampu mengurangi resiko bencana yang ditimbulkannya.

Makalah ini menguraikan longsor yang dipicu gempa bumi dengan studi kasus di daerah Warungkiara, Sukabumi dan Gowa, Sulawesi Selatan.

**Kata Kunci :** Longsor, gempa bumi, tektonik, citra landsat

### **ABSTRACT**

*Earthquake induced landslide is one type of the natural disaster which gains little attention in Indonesia. Many areas have experienced landslide due to the effect of small and or large scale earthquake. The type of earthquake induced landslide could be creeping to the large scale debris avalanche. Analysis of earthquake and landslide data and Landsat imagery was carried out to assess the mechanism of landslide in tectonically active area. An area with high frequency of landslide, even the small scale of seismicity could trigger landslide. By increasing preventive effort such as intensive monitoring activities, the damage related to landslide could be reduced. This paper describes the earthquake induced landslide, with the case study at Warungkiara Sukabumi and Gowa area, Sulawesi.*

**Keywords:** landslide, earthquake, tectonic, satellite imagery

### **PENDAHULUAN**

Di P. Jawa, khususnya Propinsi Jawa Barat, peristiwa tanah longsor diketahui paling banyak terjadi. Topografi di daerah ini curam, litologi tersusun dari batuan yang lemah dan kondisi curah hujan tinggi. Struktur patahan/sesar secara jelas berkembang dan kemudian menimbulkan banyak terjadi tanah longsor.

Tanah longsor Warungkiara di Sukabumi, Propinsi Jawa Barat (lihat gambar 1) merupakan fenomena yang terjadi karena kondisi tersebut diatas, menyebabkan jalan dengan lalulintas padat terputus. Korban jiwa tidak ada, tetapi mengakibatkan kerusakan serius pada rumah penduduk dan tanah ladang. Onggokan tanah longsor tersusun dari pelapukan material vulkanik, dapat dikenali sebagai lapisan lempung.

Peristiwa longoran yang sering /longoran berulang/ "repetitive landslide" juga terjadi didaerah Propinsi Sulawesi Selatan. Pada Jum'at, 26 Maret 2004, kurang lebih jam 2.35 sore WITA terjadi bencana alam gerakan tanah/tanah longsor ukuran besar/mega di desa Panaikang, distrik Gowa, Sulawesi Selatan, Indonesia (lihat gambar 1). Masa gerakan tanah tersusun oleh material longoran dan aliran rombakan batuan yang penyebarannya hingga 10 km. Diperkirakan volume materialnya mencapai 375 juta meter kubik. Dibandingkan longoran terbesar di Hachimantai, Jepang pada 10 Mei 1996, dimensi dan volume material tersebut 70 kali lebih besar. Gerakan tanah raksasa tersebut diperkirakan 4 kali material yang dimuntahkan letusan gunung api St. Helens, di Negara Bagian Washington, USA tahun 1980. Gerakan tanah ukuran raksasa demikian sangat jarang terjadi.

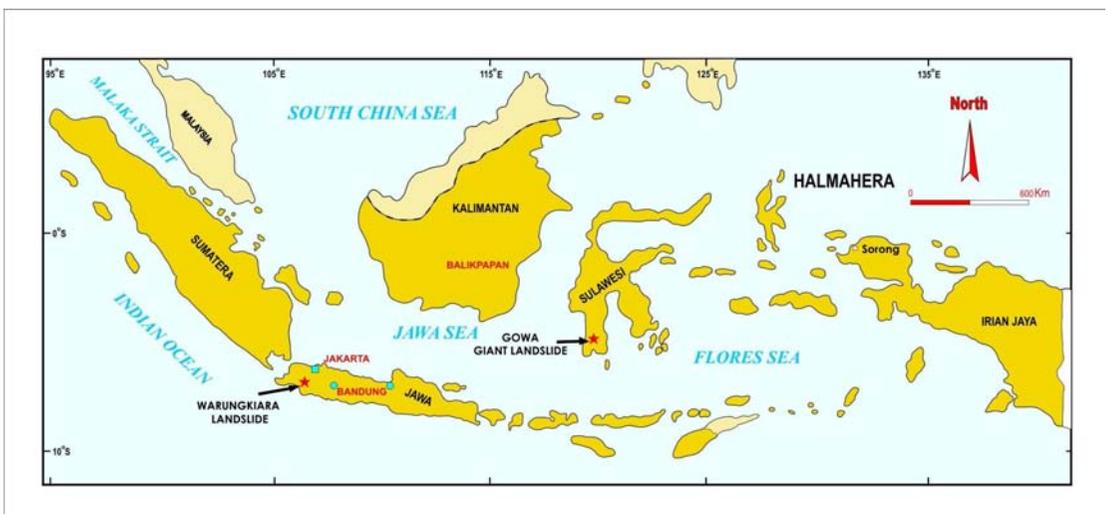
Gerakan tanah ukuran raksasa di Gowa menyebabkan 33 orang meninggal dunia, 1 orang hilang, 4 orang luka parah, 15 rumah dan 1 sekolah hancur tertimbun material longoran. Puluhan hektar sawah rusak.

Banyak hal yang belum diketahui secara jelas tentang fenomena penyebab gerakan tanah dikedua tempat ini. Berdasarkan pengamatan lapangan dan sejumlah data yang diperoleh, hal yang berkaitan dengan gerakan tanah tersebut akan diuraikan dimakalah ini.

## METODOLOGI

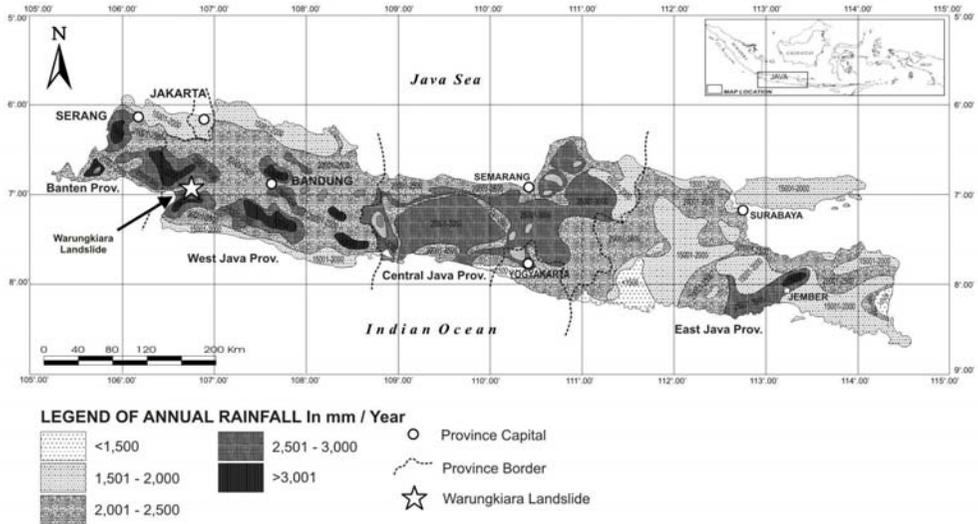
- Analisis data lapangan yang telah dipublikasikan di sejumlah jurnal a.l: Journal of Japan Landslide Vol.41.No.6 (164), hal 87-88, March 2005, ISSN 1348-3986 dan di Journal of Japan Landslide Vol.42, No.6 (170), hal 50-53, Maret 2006, ISSN 1348-3986
- Analisis landsat (citra satelit)

## LOKASI DAERAH PENELITIAN

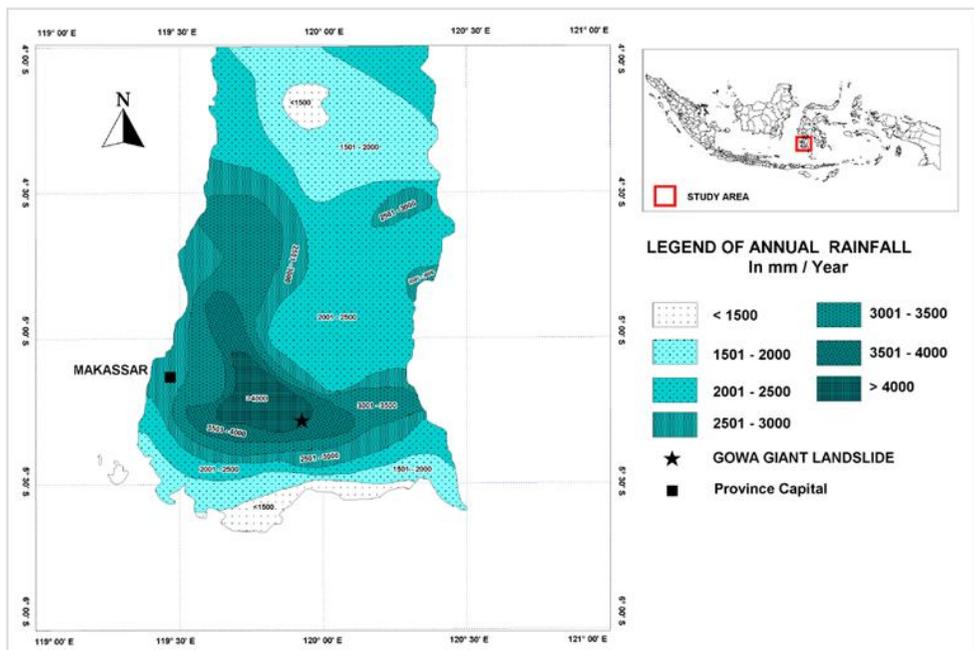


Gambar 1: Lokasi Daerah Penelitian Tanah Longsor

**IKLIM**



Gambar 2a: Peta Curah Hujan Tahunan dalam mm/tahun di P.Jawa 1985 - 2005  
 (Modifikasi dari Balai Penelitian Agroklimat, Balitbang Pertanian, Departemen Pertanian, 2006 )

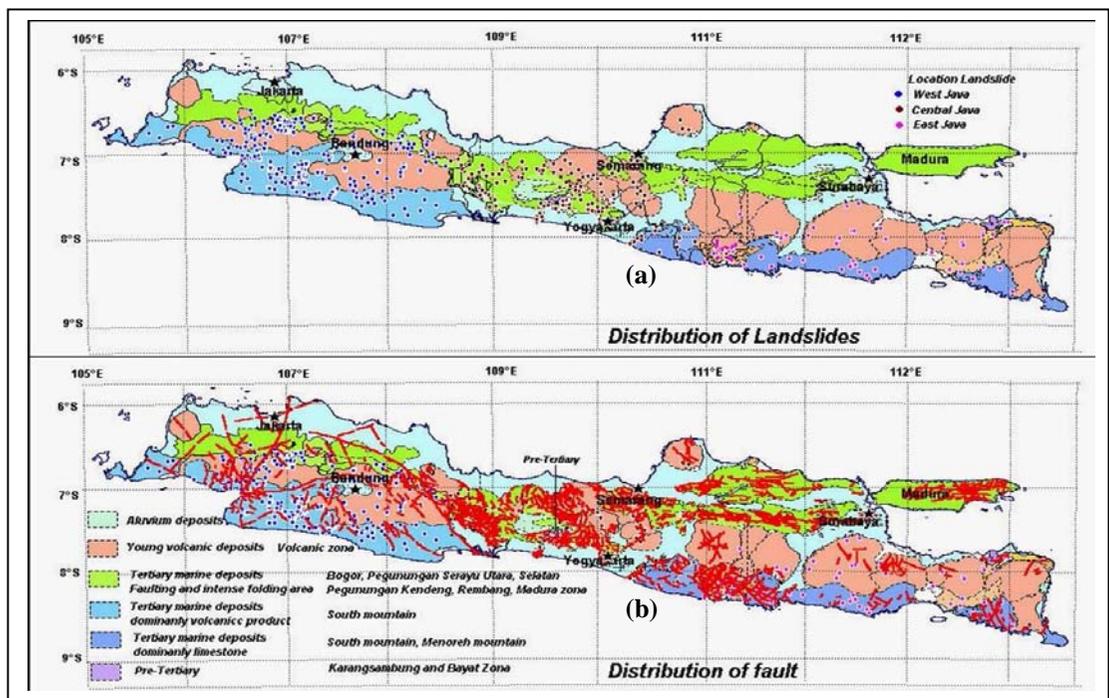


Gambar 2b: Peta Curah Hujan Tahunan dalam mm/tahun di Sulawesi Selatan  
 (Sumber: Atlas Curah Hujan Indonesia 2004)

Berdasarkan data pengamatan curah hujan dari tahun 1985 – 2005 di P.Jawa, daerah Jawa Barat terutama di bagian selatan mempunyai curah hujan tinggi yaitu antara 2.501 – 3.000 mm/tahun bahkan di beberapa daerah lebih tinggi dari 3.001 mm/tahun (lihat gambar 2a). Lokasi tanah longsor Warungkiara terletak di daerah curah hujan tinggi ini. Penyebaran tanah longsor di Jawa Barat selatan berkaitan erat dengan penyebaran curah hujan tinggi tersebut.

Sulawesi Selatan mempunyai curah hujan tinggi (lihat gambar 2b). Dibagian timur kota Makassar curah hujan tinggi antara 300.1 – 3.500 mm/tahun, bahkan lebih tinggi yaitu 3.501 – 4.000 mm/tahun, dan yang tertinggi adalah > 4.001 mm/tahun. Banyak terjadi tanah longsor didaerah ini. Tanah longsor raksasa Gowa terjadi didaerah dengan curah hujan > 4.001 mm/tahun, dan pada daerah bertopografi curam.

## KONDISI GEOLOGI



Gambar 3: Peta Geologi, penyebaran patahan dan tanah longsor  
(Geoteknologi-LIPI, 2005)

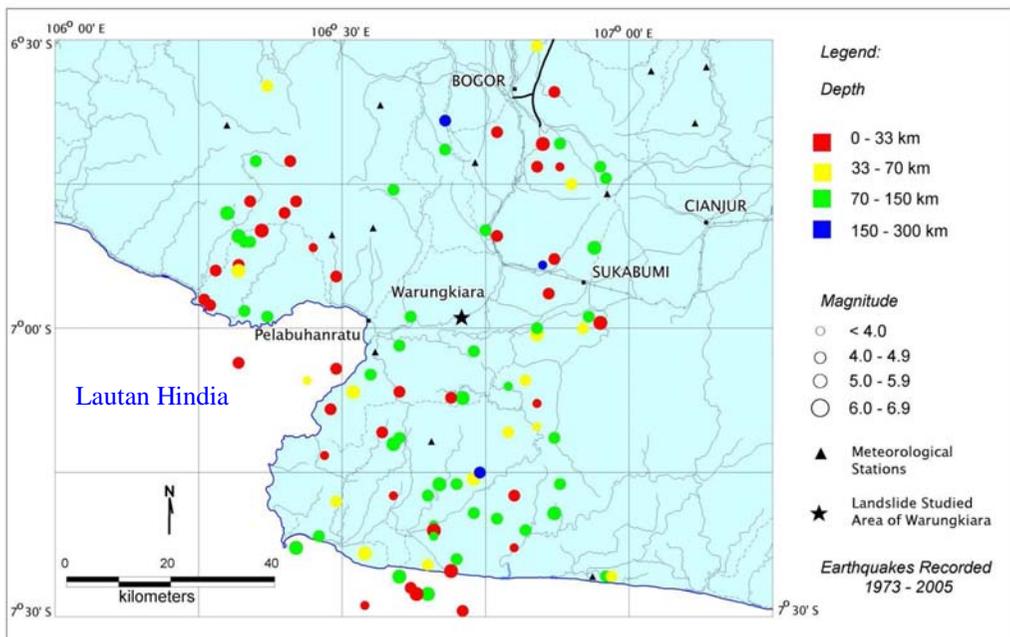
Gambar 3a dan 3b menunjukkan lokasi tanah longsor dan patahan yang di-plot di peta P.Jawa. Berdasarkan kondisi alamiah batuan dasarnya, di P.Jawa dapat diidentifikasi ada 6 unit batuan, yang berturut-turut menurut Bemmelen, 1949 sbb.: endapan aluvial, endapan vulkanik muda, sedimen laut Tersier (terdeformasi intensif), sedimen laut Tersier dominan klastik vulkanik, sedimen laut Tersier dominan batugamping, dan batuan berumur Pra-Tersier..

Dari gambar 3a, dapat diketahui bahwa tanah longsor terutama terjadi di bagian selatan propinsi Jawa Barat dan bagian tengah propinsi Jawa Tengah, sedangkan di Jawa Timur tersebar di bagian tengah dan bagian selatan. Di Jawa Barat, tanah longsor kebanyakan terjadi pada daerah yang didasari oleh batuan klastik vulkanik laut. Di Jawa Tengah, tanah longsor kebanyakan terjadi didaerah yang batuan dasarnya telah mengalami pelipatan dan pensesaran intensif. Di

Propinsi Jawa Timur, daerah yang rentan terhadap tanah longsor dominan terjadi pada daerah yang didasari oleh produk vulkanik muda dan batu gamping yang telah mengalami pelapukan kuat yang tersebar secara tidak merata di bagian selatan propinsi Jawa Timur. Secara umum dapat dikatakan bahwa di P.Jawa, tanah longsor dominan terjadi di Propinsi Jawa Barat, kemudian diikuti di Jawa Tengah. Sedangkan di Propinsi Jawa Timur kejadian tanah longsor relatif sedikit.

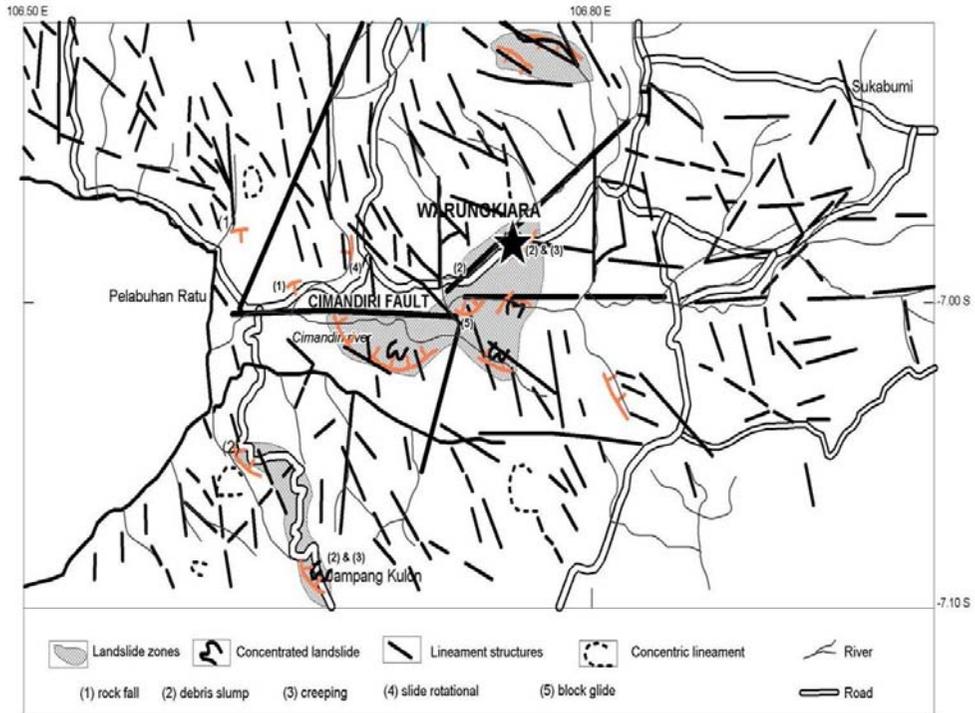
Di Jawa Barat, tanah longsor terjadi didaerah bertopografi curam dan umumnya tidak berskala besar. Faktor pemicunya adalah hujan lebat dan gempabumi yang sering terjadi. Di Jawa Tengah, hujan lebat merupakan representasi pemicu mekanisme tanah longsor dimana terutama didaerah yg dicirikan oleh unsur geologi berupa pelipatan dan pensesaran intensif. Faktor pengontrol yang menimbulkan tanah longsor di Jawa Timur adalah curah hujan, dimana tanah longsor sering terjadi pada skala relatif besar.

### DATA KEGEMPAAN JAWA BARAT SELATAN

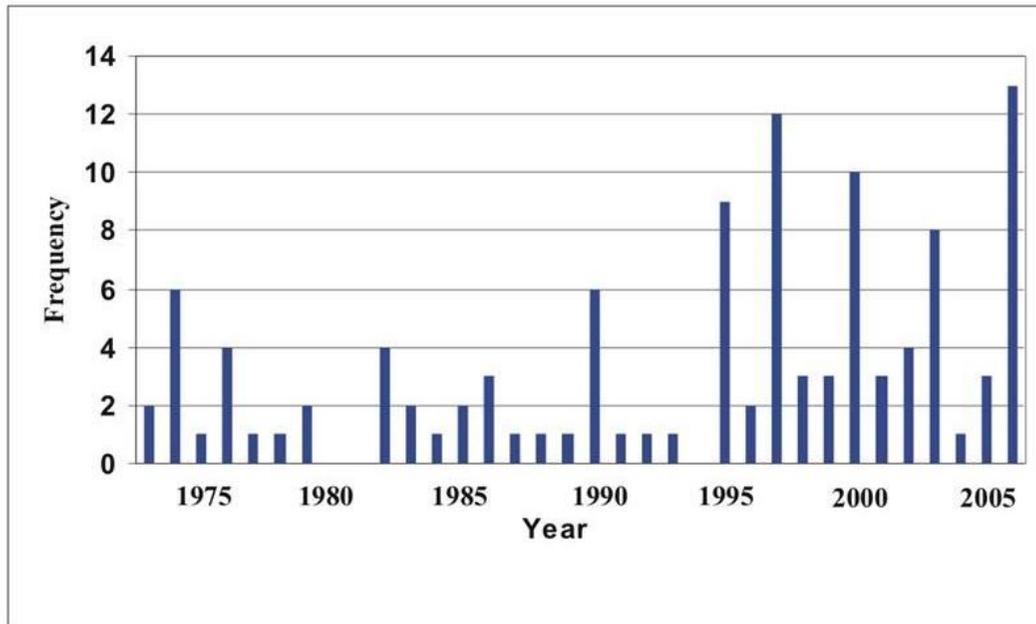


Gambar 4 : Penyebaran pusat gempa (epicentrum) di daerah Jawa Barat Selatan  
(Sumber <http://www.earthquake.usgs.gov>, cited dari Jour of Japan Landslide Society .Maret 2006)

Gambar 4 adalah distribusi pusat gempa (epicentrum) yang terekam dari tahun 1973 s/d 2005 dengan tingkat "magnitude" yang berbeda-beda di Jawa Barat Selatan. Dapat diketahui dari gambar 4 bahwa pusat gempa banyak ke arah Lautan Hindia. Gempa dengan skala besarpun dapat dibaca mempunyai kecenderungan banyak terjadi. Dari gambar 4 ini pula dapat diketahui bahwa di semenanjung Jawa Barat Selatan banyak terdapat pusat gempa. Wilayah ini adalah salah satu bagian dari tektonik aktif yang memanjang dari Sumatera (Hamilton W, 1979). Didaerah ini banyak didapatkan batuan intrusi dan membentuk morfologi kerucut intrusi. Dibanyak lokasi disekitar morfologi demikian dapat terlihat adanya tanah longsor.



Gambar 5 : Struktur Pelurusan Sesar di Sekitar Warungkiara dan Patahan aktif Cimandiri, Jawa Barat (Modifikasi dari Subowo E at al, 2001)



Gambar 6 : Frekuensi kegempaan di Jawa Barat Selatan perioda 1973 - 2006 (Magnitude > 4 Skala Richter, Sumber, <http://www.earthquake.usgs.gov/>)

Jawa Barat menghadap ke arah Lautan Hindia, merupakan daerah busur vulkanik yang memanjang dari P.Sumatera. Di daerah ini banyak terjadi gempa sehingga efek yang mengikutinya adalah banyak terjadi bencana tanah longsor. Di Jawa Barat selatan, patahan besar yang merupakan representasi dalam hubungannya dengan tanah longsor adalah patahan aktif Cimandiri (Gambar 5). Di sekitar patahan ini banyak terdapat patahan yang teridistribusi dalam bentuk seperti suatu jaringan. Batuan dasarnya mengalami proses tektonik intensif. Tanah longsor dan bencana gempabumi akibat dari aktivitas subduksi di Lautan Hindia muncul didaerah ini. Gambar 5 menunjukkan area dimana banyak terjadi perulangan tanah longsor yang masih belum teridentifikasi secara rinci, yang diketahui berkaitan erat dengan patahan aktif Cimandiri.

Di sekitar daerah ini terekam gempa bumi yang terjadi dari tahun 1975 s/d 2006 (gambar 6). Berdasarkan pengamatan, peristiwa gempa tersebut diikuti oleh bencana tanah longsor. Pada tahun 1998 terjadi gempa yang diikuti oleh gerakan tanah tipe rayapan di Warungkiara, Sukabumi. Pada tahun ini pula, tanah longsor terjadi disebelah timur Sukabumi kurang lebih 20 km tepatnya distasiun Lampegan, terowongan jalur kereta api (konstruksi dibuat pada tahun 1882 oleh pemerintah Hindia Belanda) mengalami runtuh, dan pada tahun 2003 ongkakan tanah yang disebabkan karena rayapan menjadi sangat dekat dengan bangunan stasiun kereta api dan jalur kereta api. Terowongan yang runtuh hingga sekarang belum diperbaiki sehingga jalur kereta api Jakarta – Sukabumi belum dapat dioperasikan kembali.

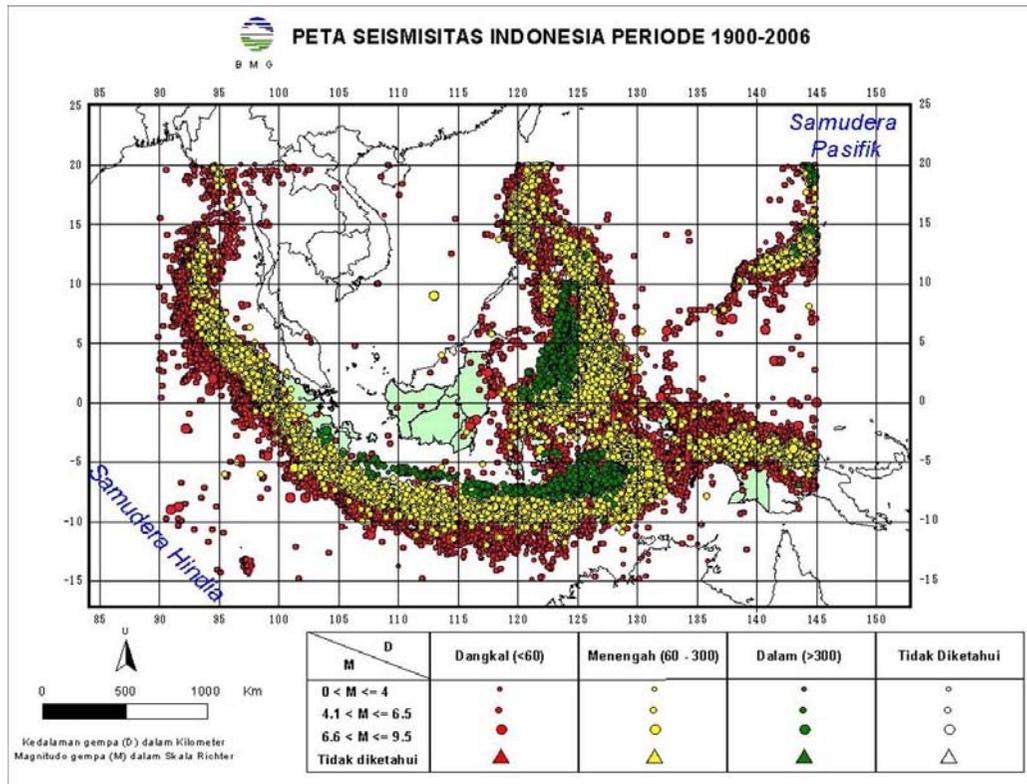
#### **HASIL PENGAMATAN TANAH LONGSOR WARUNGKIARA**



Gambar 7 : Tanah longsor Warungkiara, Sukabumi. (Terlihat mahkota longsor, ongkakan rombakan tanah longsor yang pindah dan jalan asphalt amblas)  
(Sumber: Utomo EP et al, 2006)

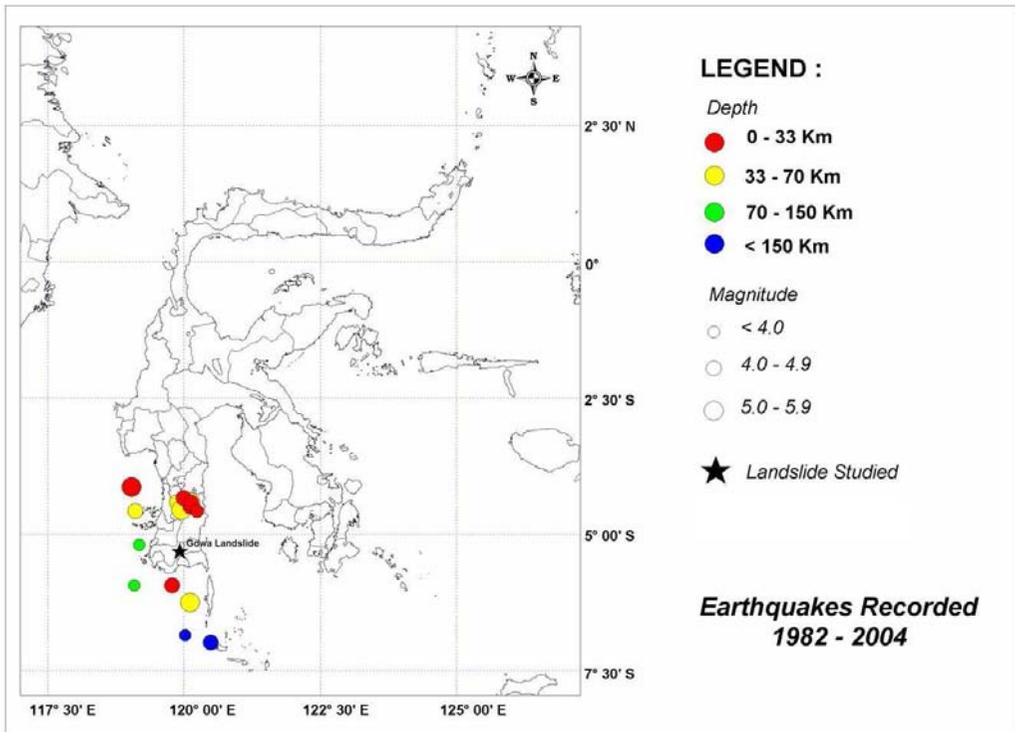
Tanah longsor Warungkiara, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 1 dan 7, terletak kira-kira 127 km sebelah baratdaya kota Bandung. Tanah longsor ini mempresentasikan tipe rayapan. Terutama pada tahun 1998 bulan 1, 3 dan 7 ada gempa bumi yang masing-masing berkekuatan 4.8, 4.9, 4.9 skala Richter; pada bulan 11 secara perlahan terbentuk mahkota longsor (pada ketinggian sekitar 280 s/d 300 meter dpl), morfologi depresi terbentuk (gambar 7), dan longsor memindahkan posisi tanaman keras, tanaman tegalan, perumahan penduduk dan jalan propinsi. Dari bentuk topografi dapat diamati sebagai gerakan rayapan. Tidak ada korban jiwa dalam peristiwa longsor ini. Tetapi karena jalan utama propinsi putus, maka diperkirakan 5.000 mobil tiap hari yang melintas menjadi terganggu, yang mana bila terjadi pada periode panjang akan menyebabkan lumpuhnya kehidupan ekonomi masyarakat lokal.

## DATA KEGEMPAAN INDONESIA



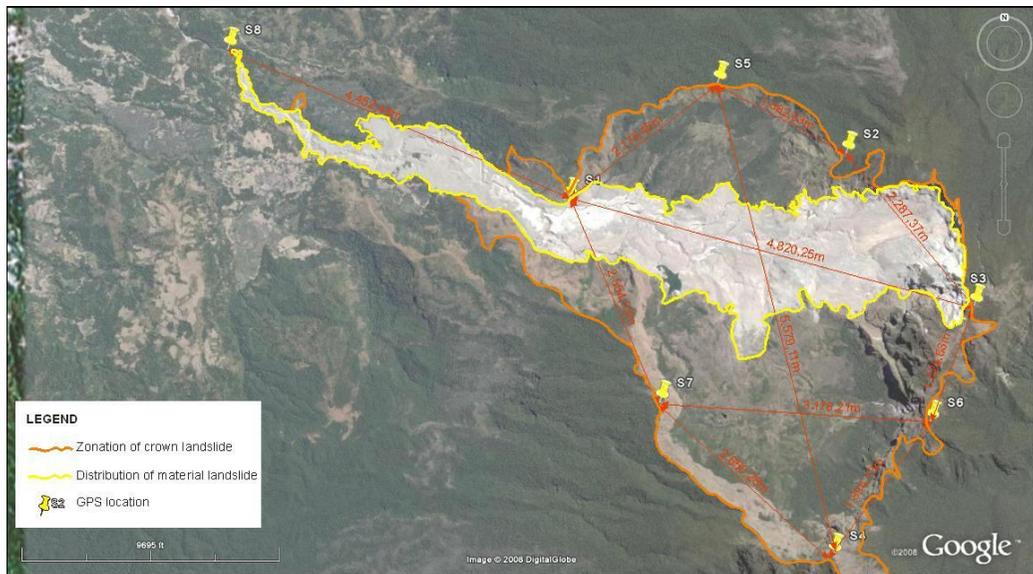
Gambar 8 : Data Kegempaan Indonesia perioda 1900 – 2006, BMKG 2007

Sebagaimana ditunjukkan dalam gambar 8, banyak terjadi gempa di Indonesia antara tahun 1900 s/d 2006 yang terekam oleh BMKG. Data gempa ini di Sulawesi Selatan tidak terekam oleh USGS seperti yang ditunjukkan dalam distribusi epicentrum pada gambar 9. Banyak peristiwa bencana tanah longsor yang terkait dengan distribusi epicentrum ini. Salah satunya adalah tanah longsor raksasa Gowa yang terjadi pada 26 Maret 2004. Daerah dengan frekuensi kegempaan sering dan curah hujan tinggi sangat rentan terhadap timbulnya bencana tanah longsor. Terutama daerah dengan ketebalan soil tebal yang banyak dijumpai didaerah tropis. Faktor topografi curam akan semakin menjadi pemicu timbulnya tanah longsor.



Gambar 9 : Penyebaran pusat gempa (epicentrum) di daerah Sulawesi Selatan  
 (Sumber; <http://www.earthquake.usgs.gov>)

**HASIL PENGAMATAN KONDISI LONGSORAN RAKSASA GOWA**



Gambar 10 : Panorama longsor raksasa Gowa dari Landsat  
 (Sumber <http://www.googleearth.com>)

Gerakan tanah terjadi di Sulawesi Selatan, tepatnya disebelah barat laut G.Bawakaraeng (2.876 m), mahkota longsor terletak pada ketinggian kurang lebih 2.800 m dpl. Material longsor mengalir kebawah melalui S. Jeneberang dan berhenti di ketinggian 1.050 m. Sebagaimana yang terlihat pada gambar 10, panjang aliran longsor kurang lebih 10 km. Panjang bidang gelincir diperkirakan 2.000 m pada kemiringan lereng 30<sup>0</sup>. Lokasi kejadian bencana terletak tidak jauh di sebelah selatan garis katulistiwa, dimana dapat diketahui bahwa daerahnya mempunyai curah hujan tinggi (gambar 2b). Data curah hujan BMG Maret 2004 menunjukkan lebih dari 401 mm/bulan (diatas normal). Ini adalah kondisi curah hujan rata-rata selama 10 tahun terakhir dilokasi tersebut. Dengan melihat lokasi terjadinya longsor yang terdapat didaerah bertopografi tinggi, maka dapat diperkirakan bahwa akibat hujan lebat, atau tiba-tiba hujan lebat menyebabkan mudah terjadi longsor. 2 s/d 3 hari sebelum kejadian bencana tanah longsor besar ini, terjadi hujan lebat. Oleh karena itu penyebab longsor tidak dapat dipisahkan dari kondisi ini.

aktif. Tetapi disekitar gunung ini tersusun oleh material vulkanik hasil aktifitas gunung tersebut pada masa lampau geologis (endapan lahar). Khususnya berupa abu vulkanik/tuf dan breksi vulkanik. Kondisi umum tingkat konsolidasi adalah kurang s/d tidak padat dan mudah melalukan air/lulus air/permeable. Dibawah batuan ini terdapat batuan lava keras yang kedap air. Dibawah lava ini masih banyak terdapat selang-seling antara lapisan sedimen, disertai sisipan lava seperti susunan *sandwiches* tebal. Saat tersebut kondisi dilereng sekeliling gunung terlihat banyak rekahan yang cukup signifikan; sehingga jika hujan maka akan mudah masuk kedalam lapisan batuan dan menaikkan posisi muka air tanah. Dengan demikian tekanan air pori akan naik dan lereng topografi curam yang mempunyai sedimen tebal akan labil, dan selanjutnya menjadi longsor. Ini adalah analisis yang dapat dikemukakan.

Mahkota longsor dapat dilihat pada gambar 11, dimana lebarnya kurang lebih 600 m. Panjang bidang longsor kurang lebih 2.000 m dan kedalaman antara 100 s/d 200 m. Material longsorannya mengalir dan menimbun S.Jeneberang dengan lebar berkisar 100 s/d 500 m (Utomo EP and Ito T, 2005)



Gambar 11 : Mahkota longsor raksasa Gowa, Distrik Gowa, Propinsi Sulawesi Selatan  
(sumber: Utomo EP and Ito T, 2005)

## ANALISIS

Dengan melihat pola penyebaran epicentrum di Indonesia (gambar 8), dan lokasi terjadinya bencana tanah longsor; sangat mungkin bahwa frekuensi dan intensitas kegempaan di Indonesia mempunyai kaitan erat bencana tanah longsor. Faktor curah hujan tinggi, kondisi geologi, litologi, topografi curam dan struktur geologi adalah parameter lain yang memicu terjadinya bencana tanah longsor. Mekanisme bencana tanah longsor di Indonesia terkait erat dengan unsur2 tersebut diatas.

Perlu dibuat peta penyebaran epicentrum skala operasional dalam kaitannya dengan peta perencanaan tataruang dan wilayah, sehingga bencana tanah longsor yang secara langsung diakibatkannya bisa diantisipasi. Daerah dengan densitas epicentrum yang rapat perlu mendapat perhatian tinggi dalam hal pengamatan parameter tanah longsor.

Stasiun curah hujan pada daerah yang dideliniasi rawan longsor (curah hujan tinggi dan densitas kegempaan tinggi) perlu dibuat untuk melakukan pemodelan prediksi terjadinya bencana tanah longsor.

Rekaman kejadian bencana tanah longsor, baik lokasi dan karakternya sangat diperlukan untuk mempelajari perulangan tanah longsor (“repetitive landslide”) didaerah tersebut yang mungkin terjadi di masa akan datang. Longsor bersifat rayapan terutama didaerah padat penduduk dan daerah potensi pengembangan ekonomi sangat penting dilakukan pengamatan yang kontinyu untuk tujuan tindakan rekayasa penanggulangan dan perbaikan struktur dasar batuan.

Pada daerah rentan terhadap bencana longsor, akan sangat baik jika ditanami tanaman keras yang akarnya bisa difungsikan sebagai pengikat antara lapisan lapuk dan batuan dasar, sebagai contoh pohon mahoni, johar, kemiri, asam, beringin, jati, aren dll.. Tanaman dengan akar pendek tidak direkomendasikan ditanam didaerah rentan longsor, seperti tanaman sayuran dan sejenisnya.

## KESIMPULAN

1. Banyak terjadi tanah longsor di Jawa Barat bagian selatan dan daerah Gowa Sulawesi Selatan
2. Curah hujan yang tinggi sebagai pemicu utama tanah longsor. Selain di topografi yang curam, tanah longsor juga sering terjadi di daerah yang berhubungan dengan pergerakan patahan aktif.
3. Frekuensi gempabumi yg sering terjadi walaupun dalam skala kecil akan berperanan besar dalam memicu terjadinya gerakan tanah / tanah longsor.
4. Sangat perlu dipasang “landslide automatic survey system” pada daerah rawan longsor (yang dipicu gempa); seperti *extensometer*, *inclinometer*, *automatic rain gauge*, *automatic groundwater level measurement* dll. Untuk tindakan antisipasi dan “counter measure”
5. Mekanisme terjadinya bencana tanah longsor terkait erat dengan unsur pemicunya yaitu, curah hujan tinggi, litologi, struktur geologi, topografi curam dan gempa bumi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Atlas Curah Hujan Indonesia, 2004, Badan Meteorologi dan Geofisika, Bakosurtanal.
- Bemmelen RW Van 1949, The Geology of Indonesia Vol 1A, The Hague.
- Geoteknologi - LIPI 2005, Mitigasi Bencana Gerakan Tanah Daerah Tropis di P.Jawa., Laporan Teknis, pp 68.
- Hamilton W., 1979, Tectonics of the Indonesian Region, Geological Survey Professional Paper 1078, United Department of the Interior, Washington DC, USA.
- <http://www.earthquake.usgs.gov/>

<http://www.googleearth.com/>

Peta Curah Hujan P.Jawa, 2006, Laporan Teknis, Balai Penelitian Agroklimat, Balitbang Pertanian, Departemen Pertanian.

Peta Seismisitas Indonesia Periode 1900 – 2006, 2007 BMKG

Subowo E , Anwar HZ, Wibowo YS, Kumoro Y, 2001, Characterisation of Landslide Hazard at Warungkiara-Cigaru Segmen, Pelabuhan Ratu, West Java, Indonesia. Proc of 3<sup>rd</sup> Asian Symposium on Engineering Geology and the Environment pp 121-127.

Utomo EP and Ito T, 2005, Gowa Giant Landslide in Sulawesi, Indonesia, Journal of the Japan Landslide Society Vol.41.No.6 (164), hal 87 – 88 (in Japanese).

Utomo EP, Tobing T, Ito T 2006, Landslide Induced by Active Fault in Warungkiara of West Java, Indonesia. Journal of the Japan Landslide Society, Vol.42, No.6, pp 50 - 53 (in Japanese).