

ANALISIS MODEL KECEPATAN *BODY WAVES* GEMPA BUMI LOKAL DI WILAYAH JAWA BARAT MENGGUNAKAN *LOCAL TOMOGRAPHY SOFTWARE - 12*

Febriana Tya, Supardiyono

Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya
tyafebriana@mhs.unesa.ac.id

Abstrak

Penelitian skripsi ini bertujuan untuk menganalisis model kecepatan gelombang P dan S gempa bumi lokal menggunakan *Local Tomography Software (LOTOS-12)* di wilayah Jawa Barat. Penelitian ini menggunakan data sekunder pada laman WebDC3 dengan magnitude ≥ 3 SR. Kemudian mengubah format data *event* gempa dari SEED menjadi SAC. Seisgram 2K70 digunakan untuk picking data *arrival time* yang telah diunduh sebelumnya. Selanjutnya memasukkan data input koordinat stasiun pencatat gempa, *travel time* gelombang P dan S, serta model kecepatan awal 1D pada *software LOTOS - 12*. Setelah di *running* pada *software* tersebut maka akan keluar hasil model kecepatan 3D gelombang P dan S. Hasil dari penelitian ini menunjukkan nilai rasio kecepatan V_p/V_s minimum 1,6 Km/s mengidentifikasi adanya batuan – batuan sedimen. Sedangkan untuk nilai rasio V_p/V_s maksimum 1,888 Km/s mengindikasikan bahwa daerah tersebut memiliki materi fluida lebih tinggi. Adanya materi fluida yang lebih cair dari daerah disekelilingnya maka dapat diprediksi daerah tersebut terdapat hiposenter. Persebaran hiposenter tersebutlah yang menjadi salah satu pemicu terjadinya gempa bumi di wilayah Jawa Barat. Sebagaimana teori yang menyebutkan bahwa tomografi di wilayah Jawa Barat terdapat banyak patahan dan sesar aktif, di antaranya Sesar Lembang dan Sesar Cimandiri.

Kata Kunci: model kecepatan, anomali, *travel time*, *LOTOS - 12*.

Abstract

This research aims to analyze local earthquake P and S wave velocity models using Local Tomography Software (LOTOS-12) in the West Java region. This study uses secondary data on the WebDC3 page with magnitude ≥ 3 SR. Then change the earthquake event data format from SEED to SAC. The 2K70 program is used to picking up the arrival time data that was previously downloaded. Next enter the earthquake recording station coordinate data, P and S wave travel time, and 1D initial speed model on LOTOS-12 software. After running the software, the results of the P and S wave 3D speed models will come out. The results of this study indicate the minimum speed ratio of V_p / V_s 1.6 Km / s identifies sedimentary rocks. Whereas the maximum V_p / V_s ratio value of 1.888 Km / s indicates that the area has higher fluid material. The existence of fluid material that is more fluid than the area around it can be predicted that the area is hypocenter. The spread of the hypocenter is one of the triggers for an earthquake in the West Java region. As the theory which states that the tomograms in the region of west jawa, there are many fault lines and active fault, including fault lembang and fault cimandiri

Key words : speed model, anomaly, travel time, *LOTOS - 12*.

PENDAHULUAN

Pergerakan Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia dan Lempeng Pasifik menyebabkan jejak gempa dan gunung berapi yang berdistribusi besar pada penyebaran gempa di Indonesia. Keberadaan lempeng lempeng inilah yang melatar belakangi tingkat seismisitas di Indonesia cukup tinggi. Berdasarkan konfigurasi aktivitas tektonik dan tatanan geologi yang kompleks di Pulau Jawa, struktur perlipatan dan sesar wilayah Jawa Barat umumnya dikontrol oleh zona penunjaman (*subduction zone*) di selatan Pulau Jawa. Rekaman seismisitas di zona subduksi ini menunjukkan bahwa Pulau Jawa sebenarnya lebih ‘tenang’ dibandingkan dengan Sumatra, walaupun gempa besar yang mengakibatkan tsunami pernah terjadi di Pulau Jawa [5]. Secara umum, kerangka tektonik Jawa Barat dapat dibagi menjadi lima wilayah tektonik yaitu Busur

Sunda, Sesar Sumatra, Kelurusan Sunda, Cimandiri – Bogor – Jakarta dan Purwakarta – Baribis – Citanduy [6].

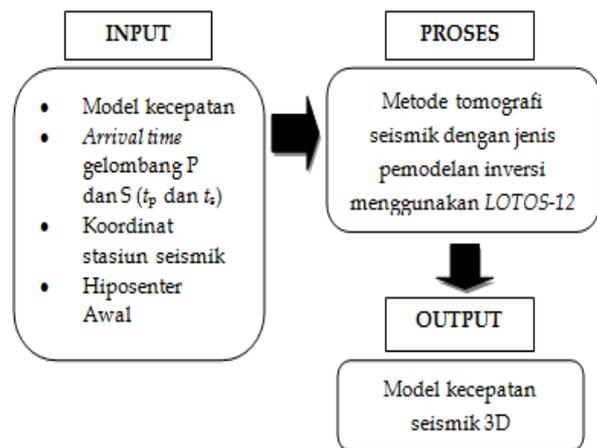
Gempa bumi terjadi akibat adanya rambatan gelombang seismik, diantaranya adalah gelombang primer dan gelombang sekunder. Gelombang primer adalah gelombang yang menjalar pada medium padat, cair maupun gas. Sedangkan gelombang sekunder hanya dapat merambat pada medium padat saja. Namun gelombang sekunder mempunyai arah rambatan bergelombang seperti air yang naik turun, sehingga rambatannya dapat dirasakan sampai ke permukaan bumi dan sifatnya lebih merusak dari pada gelombang primer. Rekaman sinyal yang membentuk gelombang akan mendapatkan informasi seismik dari setiap kejadian gempa bumi, melalui proses manual dan non manual. Informasi seismik akan mengalami proses pengumpulan, pengolahan dan analisis sehingga menjadi parameter -

parameter gempa bumi. Seiring dengan perkembangan sains dan teknologi, gempa bumi tektonik membutuhkan studi lebih detail karena berpengaruh besar terhadap kerusakan dan lebih sering berbahaya dari bada letusan gunung berapi. Oleh karenanya, usaha untuk meningkatkan ketelitian penentuan parameter gempa akan sangat membantu tugas ahli seismologi dalam memberikan informasi yang akurat kepada masyarakat [4]. Penentuan parameter gempa secara tepat dan akurat sangat bermanfaat dalam membantu antisipasi dini bencana gempa bumi atau *disaster risk reduction* yaitu terkait pengurangan nilai bahaya dari gempa bumi.

Dalam penelitian ini, melakukan analisis model kecepatan tomografi gempa bumi lokal di Jawa Barat berdasarkan waktu tempuh gelombang (*travel time*) gelombang seismik (P dan S). Bersumber pada informasi *event* gempa bumi yang kemudian dikumpulkan dan diolah untuk memunculkan informasi tentang keadaan bawah permukaan menggunakan pemodelan inversi. *Software* dalam penelitian ini menggunakan *Local Tomography Software -12* atau sering disebut *LOTOS-12* yang dapat menghasilkan output secara 3D, yaitu berupa *latitude*, *longitude* dan besarnya kecepatan pada kedalaman tertentu. Penelitian menggunakan *software* ini telah dilakukan sebelumnya oleh Kaulakov, *et al* [2,3] dan Jakovlev, *et al* [1] masing - masing di wilayah Jawa Tengah, Russia dan Afrika Timur untuk menentukan tomografi model kecepatan gempa bumi lokal.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk dalam penelitian fisika berbasis komputasi (*software*), dimana *software* yang digunakan adalah *LOTOS-12*. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang dapat diunduh dengan cara mengakses secara online pada laman <http://202.90.198.100/webdc3/>. Data sekunder yang didapatkan dari laman WebDC3 sebanyak 142 data gempa, akan tetapi yang dianalisis sebanyak 101 event, dengan *magnitude* ≥ 3 dari 10 stasiun seismik pencatat yang ada pada wilayah tersebut. Data parameter gempa bumi yang digunakan berupa waktu kedatangan gelombang (*arrival time*), model kecepatan awal, koordinat stasiun seismik serta hiposenter awal. Untuk *magnitude event* gempa besarnya ≥ 3 skala richter di wilayah Jawa Barat. Dengan batas astronomis $105,7^{\circ}\text{BT}$ sampai dengan $108,5^{\circ}\text{BT}$ dan -6°LS sampai dengan $-7,6^{\circ}\text{LS}$ sepanjang tahun 2008-2010. Berikut merupakan mekanisme menentukan model kecepatan *body waves* (gelombang P dan S) dalam penelitian ini :

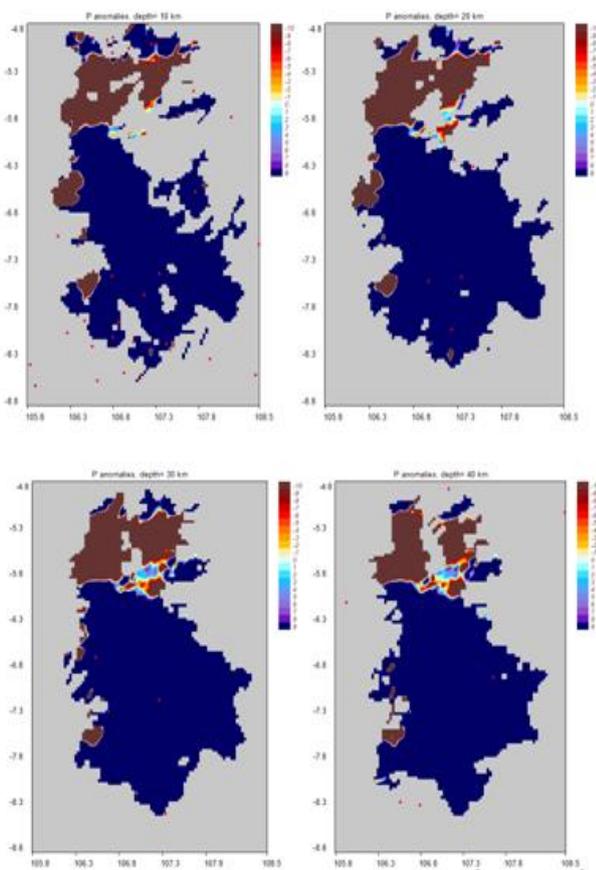


Gambar 1. Skema Pemetaan Penelitian Komponen Gempa Bumi

Hasil dari penelitian ini berupa gambar 3D yang mana berupa *latitude*, *longitude* serta besarnya kecepatan gelombang P dan gelombang S pada kedalaman tertentu. *Output* yang telah didapat nantinya bisa mengindikasikan bahwasanya perbedaan anomali tomografi pada suatu daerah menyebabkan perubahan pori – pori yang menyebabkan retakan yang selanjutnya berkontribusi besar terhadap terjadinya gempa. Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan alternatif untuk menentukan parameter gempa di Indonesia.

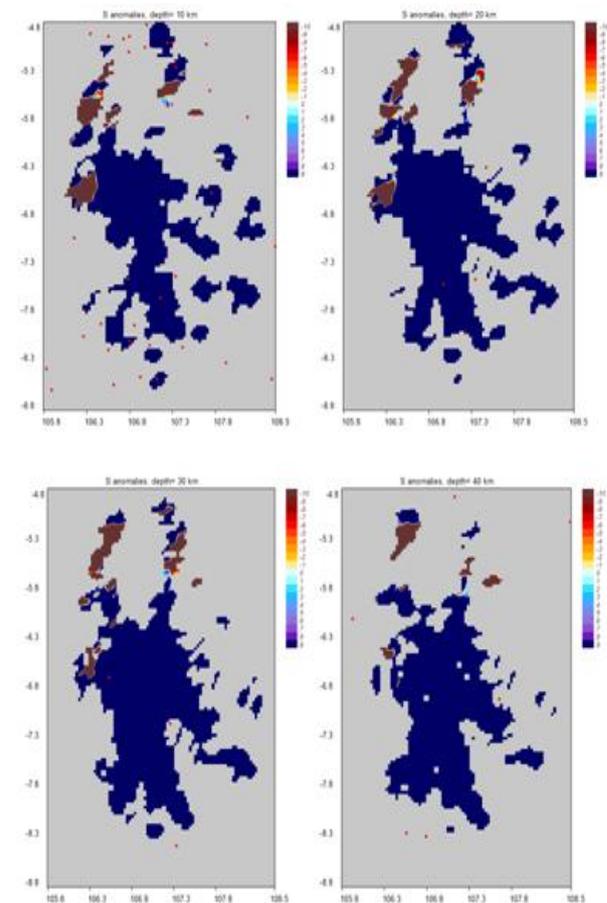
HASIL DAN PEMBAHASAN

Output penelitian menggunakan *LOTOS-12* ini berupa model kecepatan dalam bentuk 3D. Penelitian sebelumnya [8] menggunakan *software* ini dengan menghasilkan struktur model kecepatan *body waves* di permukaan wilayah Jepang dalam bentuk 3D. *Software* ini menggunakan data *event* gempa berupa *latitude*, *longitude*, serta *origin time* dan waktu tempuh (*travel time*) gelombang P dan S. Hasil gambar 3D dalam penelitian ini di representasikan dalam bentuk gambar yang dapat diamati dari kedalaman 10, 20, 30, dan 40 km.masing masing kedalaman memiliki nilai maksimum dan minimum yang tidak sama, baik gelombang P maupun gelombang S. Nilai maksimum digambarkan dengan warna biru tua sedangkan warna coklat tua menggambarkan nilai kecepatan yang lebih rendah. Untuk nilai maksimum kecepatan anomali gelombang P maupun S sebesar 9 km/s dan untuk nilai minimum keduanya sebesar -10 km/s. Nilai tersebut adalah nilai yang dihasilkan dari penelitian di Jawa Barat dengan data *event* gempa di daerah tersebut. Dan nilai kecepatannya akan berbeda jika input data yang dimasukkan dari daerah yang berbeda.



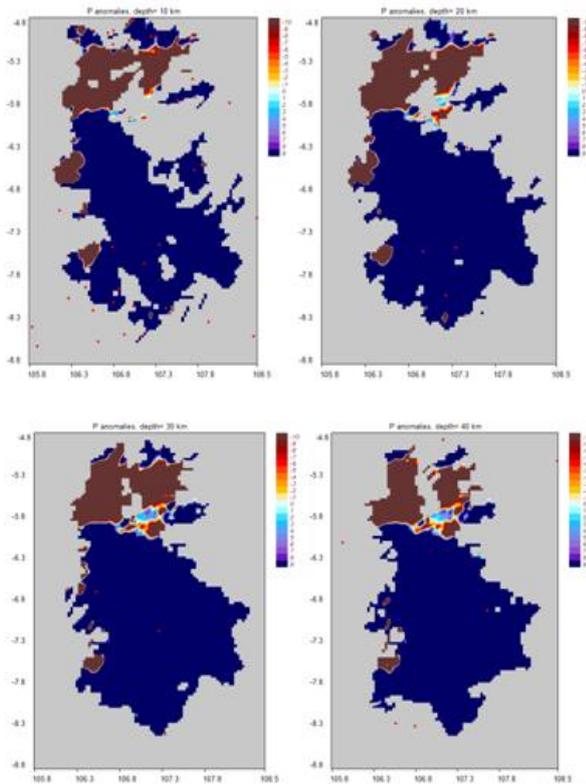
Gambar 2. Distribusi Persebaran Tomografi Kecepatan Anomali Gelombang P Irisan Horizontal pada Kedalaman 10-40 km

Pada gambar 2 menjelaskan persebaran anomali kecepatan gelombang P, untuk kedalaman 10 km dengan kisaran koordinat -6,7 dan longitude 106,1 terdapat anomali kecepatan sebesar -7 km/s. dan untuk kedalaman 40 km dengan kisaran koordinat yang sama menunjukkan anomali kecepatan sebesar 9 km/s. Dengan adanya perubahan kecepatan tersebut dapat didefinisikan bahwa kecepatan anomali gelombang P (V_p) di wilayah Jawa Barat semakin besar kedalaman menunjukkan anomali kecepatan semakin besar. Pada saat anomali bernilai negatif menginterpretasikan bahwa daerah tersebut memiliki sifat materi yang berongga dan batuan tidak kokoh. Kemudian untuk anomali positif dapat diperkirakan bahwa daerah tersebut bersifat lebih padat atau lebih kompresible [7]. Yang mana pernyataan tersebut sesuai dengan teori lapisan bumi, semakin dalam densitas atau kerapatannya semakin rapat sehingga menyebabkan rambatan gelombang P semakin besar.



Gambar 3. Distribusi Persebaran Tomografi Kecepatan Anomali Gelombang S Irisan Horizontal pada Kedalaman 10-40 km

Untuk anomali kecepatan gelombang S, ketika V_s rendah dapat diindikasikan bahwa daerah tersebut memiliki anomali atau medium yang lebih cair daripada daerah disekelilingnya. Yang mana dapat diprediksikan daerah yang memiliki V_s rendah kemungkinan besar terdapat hiposenter yang dapat menyebabkan gempa bumi.



Gambar 4. Persebaran Anomali Rasio V_p/V_s pada Irisan Horizontal untuk kedalaman 10-40 km.

Nilai rasio maksimum pada penelitian ini adalah sebesar 1.888 km/s, dan untuk nilai minimumnya sebesar 1,6 km/s. Untuk nilai rasio minimum mengidentifikasi adanya batuan – batuan sedimen . untuk nilai maksimum atau nilai rasio kecepatan V_p/V_s lebih besar mengidentifikasi bahwa didaerah tersebut memiliki fluida lebih tinggi. Fluida tersebut bergerak dari kedalaman berpindah ke atas dengan sangat cepat melalui gerakan patahan. Hal tersebut dikarenakan ketika V_p/V_s tinggi maka V_s nya rendah, yang mana daerah tersebut berarti lebih cair dan di mungkinkan daerah tersebut terdapat hiposenter yang dapat menyebabkan gempa bumi. .

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian ini, nilai maksimum rasio kecepatan V_p/V_s adalah sebesar 1,888 km/s. sedangkan untuk nilai minimumnya adalah sebesar 1,6 km/s. Anomali kecepatan maksimum menunjukkan bahwa daerah tersebut memiliki medium fluida lebih tinggi. Karena lebih cair maka diprediksikan pada daerah tersebut terdapat hiposenter. Dan untuk anomali kecepatan minimum mengidentifikasi adanya batuan batuan sedimen.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jakovlev, A., Rumpker, G., Schmeling, H., Koulakov, I., Lindenfeld, M., Wallner, H. (2013). Seismic Images of Magmatic Rifting Beneath the Western Branch of the East African Rift. *AGU and the Geochemical Society*, Vol.14,No.11, ISSN:1525-2027.
- [2] Koulakov, I., Jakovlev, A., Luchr, B. G. (2009). Anisotropic Structure Beneath Central Java from Local Earthquake Tomography. *AGU and the Geochemical Society*, Vol.10,No.2, ISSN:1525-2027.
- [3] Koulakov, I., Gordeev, E. i., Dobretsov, N. L., Vemikovskiy, V. A., Senyukov, S., Jakovlev, A. (2011). Feeding Volcanoes of the Kluchevskoy Group from the Result of Local Tomography. *Geophysical Research Letters*, Vol.38, L09305.
- [4] Madlazim. (2016). *Fisika Bumi seri Seismologi*. Unesa University Press : Surabaya.
- [5] Meilano, I., Abidin, H. Z., Andreas, He., Anggreni, D., Gumilar, I., Kato, T., Harjono, H., Zulfakriza, Dewi, O., Agustan, Rahman, A. (2010). Pergeseran Koseismik dari Gempa Bumi Jawa Barat 2009. Vol.1,No.1:35-42.
- [6] Soehaimi, A. (2008). *Seismotektonik dan Potensi Kegempaan Wilayah Jawa*. Vol.3,No.4:227-240.
- [7] Suantika, G., Puspasari, T. J., Widiyantoro, S. (2008). *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*. Vol.9,No.2:81-100.
- [8] Wilujeng, I., dan Santosa, B. J. (2015). 3D Seismic Tomography Analysis of Japan Substructure Using Local Earthquake Tomography. *Proceeding of International Conference On Research, Implementation And Education Of Mathematics And Sciences 2015*.