

PENENTUAN MODEL KECEPATAN 1D GELOMBANG P, KOREKSI STASIUN DAN RELOKASI HIPOSENTER GEMPA BUMI DI JAWA BARAT DENGAN METODE COUPLED VELOCITY-HYPOCENTER

Yashinta Salsabella¹⁾, Madlazim²⁾, Endah Rahmawati³⁾

^{1,2,3)}Program Studi Fisika, Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Negeri Surabaya

E-mail : Yashintasalsabella@gmail.com¹⁾

Abstrak

Jawa Barat merupakan daerah dengan kerentanan bencana geologi yang cukup tinggi, ditandai dengan adanya kerawanan letusan gunung api, gerakan tanah, dan gempa tektonik akibat aktivitas patahan. Catatan sejarah gempa bumi dan banyaknya patahan atau sesar lokal yang berada di daerah Jawa Barat menunjukkan bahwa ketepatan dan informasi parameter gempa bumi yang terjadi adalah hal yang sangat penting. Tujuan penelitian ini yaitu menentukan model kecepatan 1D gelombang P, koreksi stasiun dan hasil relokasi gempa bumi menggunakan metode Coupled Velocity-Hypocenter di daerah Jawa Barat. Data yang digunakan sebanyak 40 data gempa bumi. Hasil dari penelitian ini yaitu menghasilkan model kecepatan baru, di mana diskontinuitas Conrad memiliki kecepatan yaitu 6,10 km/s sedangkan diskontinuitas Mohorovicic memiliki kecepatan yaitu 7,25 km/s. Pada koreksi stasiun menghasilkan 3 stasiun bernilai negatif, 11 stasiun bernilai positif dan 1 stasiun bernilai nol yang merupakan stasiun referensi. Posisi hiposenter terfokus pada patahan Cimandiri dan patahan Lembang. Gempa yang terjadi di Jawa Barat merupakan gempa dangkal dengan nilai rata-rata RMS yang didapatkan yaitu 0,46 detik dan memiliki nilai gap sebesar 161°.

Kata Kunci: Model kecepatan 1D gelombang P, koreksi stasiun, relokasi hiposenter, metode *Coupled Velocity-Hypocenter*.

Abstract

West Java is a vulnerable area with numerous geological disaster. This is marked by frequent volcanic eruptions, ground motion, and seismic tectonic due to fault activity. The historical record of earthquakes and many local faults in West Java showed that the accuracy of earthquake parameters are very important. The research purposed to determine the 1-D P wave velocity model, stations correction and earthquakes relocation using Coupled Velocity-Hypocenter method in West Java. The data used is 40 earthquake events. This research resulted an updated velocity model in West Java which shows has discontinuities Conrad at 6,10 km/s and discontinuities Mohorovicic at 7,25 km/s. The method also generates stations correction 3 stations have negative correction, 11 stations have positive correction and 1 station as reference station has zero. Most hypocenter focused on Cimandiri fault and Lembang fault. Commonly in West Java are shallow earthquake with an average RMS value obtained is 0,46 seconds and has a gap value 161°.

Keywords: 1D P wave velocity model, correction stations, relocation hypocenter, Coupled Velocity-Hypocenter method.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan daerah kepulauan terbesar di dunia yang terletak di antara pertemuan tiga lempeng tektonik besar dunia yang aktif, yaitu lempeng Eurasia, lempeng Pasifik dan lempeng Indo-Australia. Pertemuan antar lempeng ini merupakan daerah sumber gempa bumi. Dampak kondisi tektonik yang sedemikian inilah yang menjadikan Indonesia sangat rawan terhadap bencana gempa bumi. Salah satu daerah yang rawan mengalami gempa bumi di Indonesia adalah daerah Jawa Barat. Kondisi geologi Jawa Barat memiliki kerentanan bencana geologi yang cukup tinggi ditandai dengan adanya

kerawanan letusan gunung api, kerawanan gerakan tanah, dan gempa tektonik akibat patahan (sesar). Menurut peta-peta regional Jawa Barat terdapat banyak sesar-sesar aktif yang berpotensi gempa merusak. Sesar aktif yang cukup terkenal adalah Sesar Cimandiri-Lembang dan Sesar Baribis (Zakaria, 2011).

Pergerakan sesar-sesar aktif di wilayah Jawa Barat menjadikan daerah ini sering diguncang gempa bumi. Berdasarkan informasi BMKG beberapa catatan sejarah gempa bumi di Jawa Barat seperti gempa Sukabumi pada tahun 1962 dengan magnitudo 5,4 ML, tahun 1982 dengan magnitudo 5,5 ML, tahun 2000 dengan magnitudo

5,1 ML. Gempa Pangdaran tahun 2006 dengan magnitudo 5,6 ML, Gempa Tasikmalaya tahun 2009 dengan magnitudo 7 ML dan gempa di daerah Cekungan Bandung antara bulan April-September 2011 dengan magnitudo kurang dari 2 ML.

Catatan sejarah gempa bumi dan banyaknya patahan serta adanya subduksi di daerah selatan Jawa menunjukkan bahwa ketepatan dan akurasi informasi parameter gempa bumi yang terjadi adalah sangat penting, sehingga informasi ketepatan parameter gempa bumi akan membantu dalam upaya mitigasi bencana gempa bumi, kajian lanjut identifikasi patahan yang menjadi penyebab terjadinya gempa bumi, penentuan aktivitas gempa bumi dimana gempa bumi yang terjadi termasuk gempa dangkal, gempa menengah atau gempa dalam serta untuk menentukan daerah potensi panas bumi.

Salah satu metode relokasi yang dapat digunakan adalah metode *Coupled Velocity-Hypocenter*. Metode ini merupakan metode relokasi gempa dan koreksi stasiun secara bersamaan menggunakan prinsip metode *Geiger*, di mana metode *Geiger* yaitu menghitung waktu residual antara waktu pengamatan (*observed*) dan waktu perhitungan (*calculated*) serta pembaruan model kecepatan menggunakan persamaan *Kissling*.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah melakukan kajian fisika yang relevan mengenai perambatan gelombang seismik serta posisi hiposenter gempa bumi, memperoleh model kecepatan 1D gelombang P dan koreksi stasiun menggunakan metode *Coupled Velocity-Hypocenter* di daerah Jawa Barat, serta mengidentifikasi distribusi lokasi hiposenter gempa bumi berdasarkan hasil relokasi menggunakan metode *Coupled Velocity-Hypocenter* di daerah Jawa Barat.

Gelombang seismik merupakan gelombang mekanik yang menyalurkan energi menembus lapisan bumi. Kecepatan penyaluran gelombang seismik ditentukan oleh karakteristik lapisan dimana gelombang tersebut menjalar. Gelombang yang terjadi pada media bawah permukaan pada saat gempa bumi terjadi ada dua macam, yaitu gelombang badan yang terdiri dari longitudinal (gelombang P) dan gelombang transversal (gelombang S), serta gelombang permukaan yang terdiri atas gelombang Rayleigh dan gelombang Love. Sifat rambat kedua jenis gelombang ini sangat dipengaruhi oleh sifat dari material yang dilaluinya. Gelombang P dapat menjalar pada material berfasa padat maupun cair, sedangkan gelombang S tidak dapat menjalar pada materi yang berfasa cair, hanya medium padat saja sehingga gelombang P akan bergerak semakin cepat ketika medium yang dilalui semakin rapat. Perbedaan sifat rambat kedua jenis gelombang inilah yang dipakai untuk mengetahui jenis material dari interior bumi.

Menurut Waluyo (2000), lapisan tanah terdiri dari lapisan permukaan kerak bumi, kemudian dilanjutkan dengan diskontinuitas Conrad yaitu diskontinuitas antara lapisan atas (granit) dan lapisan bawah (basalt), dan diskontinuitas Mohorovicic atau lebih dikenal dengan lapisan Moho. Dalam hal ini, kecepatan gelombang seismik di dalam material mantel lebih besar daripada di dalam basalt dan kecepatan gelombang di dalam basalt lebih besar daripada di dalam granit

Selain itu koreksi stasiun juga menjadi informasi kandungan tanah untuk mengetahui kecepatan gelombang pada medium yang dilalui. Stasiun referensi diberi nilai koreksi nol. Koreksi negatif diberikan ketika kecepatan gelombang yang dilalui semakin cepat akibat medium yang dilalui semakin padat namun koreksi positif diberikan ketika kecepatan gelombang yang dilalui semakin lambat akibat medium yang dilalui semakin renggang, seperti pada tanah liat berpasir, kapur berpasir, kapur berpasir dan lakustrin batu kapur dan napal (Imposa, *et al*, 2009).

Wilayah Jawa Barat dikelilingi oleh aktivitas tektonik yang ditandai dengan terjadinya gempa bumi baik gempa besar maupun gempa kecil hal ini dikarenakan di daerah Jawa Barat terjadi penunjaman Lempengan Samudera Hindia-Australia relatif tegak lurus terhadap Lempengan Eurasia sehingga mengakibatkan di Jawa lebih berkembang pola sesar-sesar normal dan naik sejajar busur pulau. Tektonik Pulau Jawa terbentuk akibat dari peristiwa konvergen, dimana di kawasan konvergen ini lempeng tektonik Indo-Australia yang bergerak ke utara bertemu dengan lempeng tektonik Eurasia. Pertemuan kedua lempeng tektonik ini bersifat tumbukan (Sunardi, 2012).

Empat data dasar kondisi geologi regional Jawa yang sangat berperan dalam kajian ini, yakni tektonik regional, bentang alam regional, kondisi dan sebaran batuan, serta struktur geologi, khususnya struktur geologi aktif. Tektonik regional wilayah Jawa dikontrol oleh tektonik tunjaman selatan Jawa. Akibat tunjaman tersebut terbentuk struktur-struktur geologi regional di wilayah daratan Jawa. Patahan aktif yang ada pada Jawa Barat yaitu diantaranya patahan Cimandiri, patahan Tomo, patahan Lembang, patahan Baribis dan patahan Bumiayu.

METODE

Salah satu metode relokasi dan untuk pembaruan model kecepatan yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan metode *Coupled Velocity-Hypocenter* yang dilakukan menggunakan Software *Velest 3.3*. Metode ini merupakan metode relokasi gempa dan koreksi stasiun secara bersamaan menggunakan prinsip metode *Geiger*, dimana pembaruan model kecepatan menggunakan persamaan *Kissling*. *Input* data yang digunakan terdiri dari parameter gempa (lat, lon, depth, mag, origin time),

travel time, model kecepatan dan koordinat stasiun pencatat gempa, di mana akan diolah menggunakan model kuantitatif dengan menghasilkan relokasi hiposenter, model kecepatan baru dan koreksi stasiun.

Data yang digunakan berasal dari katalog gempa BMKG. Menggunakan gempa bumi yang berada di wilayah Jawa Barat dengan letak geografis 8° 0' - 5° 40' LS dan 106° 0' - 109° 0' BT, pada tahun 2009-2014, dengan kedalaman antara 0-60 km. Gempa yang digunakan ±40 data untuk gempa-gempa yang terjadi di wilayah penelitian. Model kecepatan awal yang digunakan pada penelitian ini adalah model kecepatan gelombang P di daerah Jawa (Interpolasi Weigner dan AK135 dalam Sunardi, 2012).

Tabel 1. Model kecepatan awal 1-D gelombang P daerah Jawa.

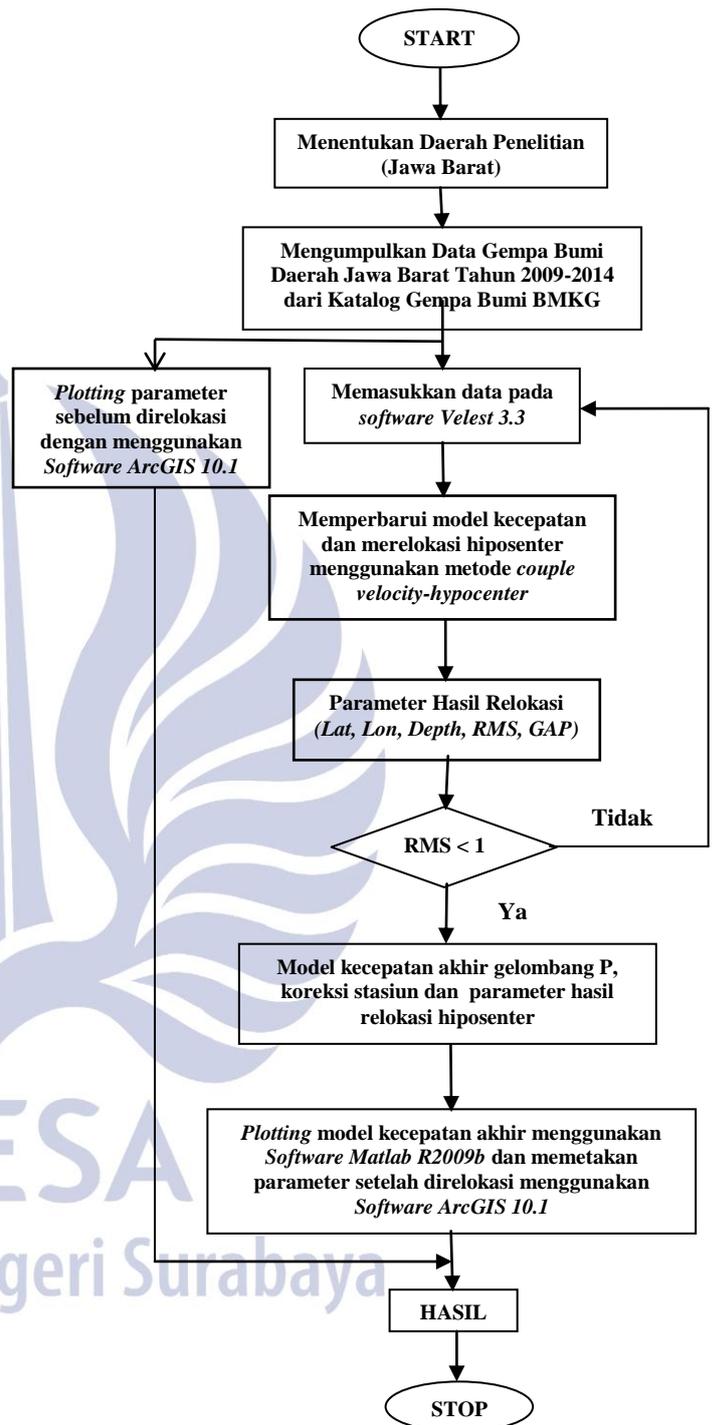
Kedalaman (Km)	Kec.Gelombang P (km/s)
0.00	5.00
5.00	5.00
10.00	6.00
15.00	6.75
25.00	7.11
35.00	7.24
45.00	7.37
60.00	7.60
100.00	7.95

Sedangkan untuk stasiun pencatat gempa yang digunakan adalah :

Tabel 2. Lokasi stasiun seismologi Jawa Barat.

Kode	Lokasi	
	Lat (N)	Lon (E)
CMJI	-7.783696	108.4485
SKJI	-7.00527	106.563
LEM	-6.863	107.6175
CBJI	-6.698052	106.9350
DBJI	-6.5538	106.7497
TNGI	-6.171935	106.6469
KPJI	-7.333193	108.9312
CNJI	-6.73437	108.2630
CISI	-7.5557	107.8150
CGJI	-6.73437	108.2630
CTJI	-7.0075	109.1835
SKJI	-7.0053	106.5563
SBJI	-6.1117	106.1318
SCJI	-7.681	109.1689
BLSI	-5.3675	105.2452
KASI	-5.5236	104.4959

Adapun langkah-langkah penelitian adalah seperti diagram alir berikut :



Gambar 1. Diagram alir pengolahan data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

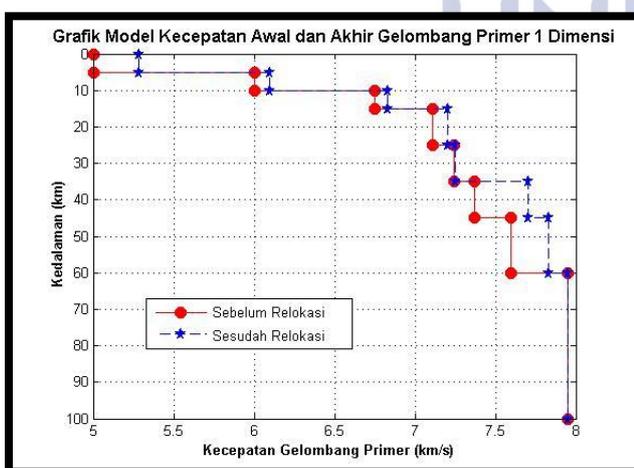
Model kecepatan gelombang primer merupakan fungsi dari kedalaman (h) dengan kecepatan gelombang P (V_p). Model kecepatan sangat mempengaruhi hasil dari relokasi hiposenter karena model kecepatan tersebut menggambarkan struktur geologi bawah permukaan penelitian. Berikut merupakan data tabel hasil dari model

kecepatan akhir yang diolah menggunakan software Velest 3.3.

Tabel 3. Model kecepatan gelombang primer 1 dimensi.

Kedalaman (Km)	Awal Vp (km/s)	Akhir Vp (km/s)
0.00	5.00	5.28
5.00	5.00	5.28
10.00	6.00	6.10
15.00	6.75	6.83
25.00	7.11	7.20
35.00	7.24	7.25
45.00	7.37	7.70
60.00	7.60	7.83
100.00	7.95	7.95

Berdasarkan data kecepatan gelombang yang didapat, terjadi perubahan pada tiap lapisan (kedalaman), semakin dalam permukaan bumi maka semakin besar pula kecepatan gelombang P. Hal ini disebabkan karena cepat-rambat gelombang seismik bergantung pada densitas material yang dilaluinya. Perubahan kecepatan dari gelombang seismik seiring dengan perubahan komposisi material pembentuk bumi. Perubahan kecepatan tersebut disebabkan hadirnya material dengan densitas yang lebih tinggi sehingga semakin tinggi suatu densitas material maka semakin cepat pula gelombang seismik merambat melaluinya, selain itu komposisi material yang berubah-ubah menunjukkan bahwa jenis material di setiap kedalaman itu berbeda-beda (heterogen). Model kecepatan gelombang P 1 dimensi setelah dianalisis dengan menggunakan program Velest 3.3, maka hasil plotting model kecepatan adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Grafik model kecepatan awal dan akhir gelombang P 1D di Jawa Barat.

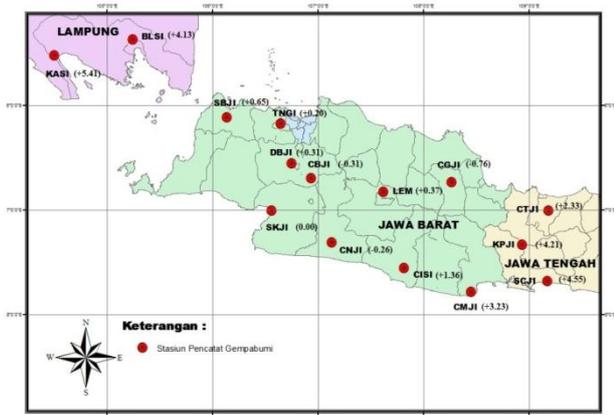
Pada model kecepatan awal lapisan Conrad terletak pada kedalaman 10,00 km dengan kecepatan sebesar 6,00 km/s, sedangkan lapisan Mohorovicic terletak pada kedalaman 35,00 km dengan kecepatan 7,24 km/s. Setelah direlokasi, dengan kedalaman yang sama lapisan Conrad memiliki kecepatan yang lebih besar yaitu 6,10 km/s sedangkan pada lapisan Mohorovicic memiliki kecepatan yaitu 7,25 km/s. Pada penelitian Waluyo (2002), kedalaman lapisan Conrad terletak pada kedalaman 15,00 km, sedangkan kedalaman lapisan Mohorovicic terletak pada kedalaman 33,00 km. Kedalaman lapisan Conrad dan lapisan Mohorovicic pada penelitian ini mendekati dengan penelitian Waluyo (2002), hal tersebut dikarenakan pada penelitian Waluyo (2002) dan penelitian ini sama-sama menggunakan data gempa lokal, namun Waluyo (2002) menggunakan daerah Maluku, sedangkan pada penelitian ini data gempa bumi yang digunakan daerah Jawa Barat.

Dalam penelitian ini menggunakan 15 stasiun yang berada di sekitar Jawa Barat. Koreksi stasiun merupakan koreksi waktu yang dibutuhkan gelombang P untuk sampai pada stasiun perekam. Berikut merupakan tabel koreksi stasiun yang dapat digunakan sebagai acuan untuk mengetahui struktur geologi yang ada di bawah permukaan stasiun pencatat gempa bumi.

Tabel 4. Koreksi stasiun di Jawa Barat.

No.	Nama Stasiun	Selisih Waktu (s)
1	KASI	5.41
2	BLSI	4.13
3	SBJI	0.65
4	TNGI	0.20
5	DBJI	0.31
6	CBJI	-0.31
7	SKJI	0.00
8	CNJI	-0.26
9	LEM	0.37
10	CGJI	-0.76
11	CTJI	2.33
12	KPJI	4.21
13	SCJI	4.55
14	CISI	1.36
15	CMJI	3.23

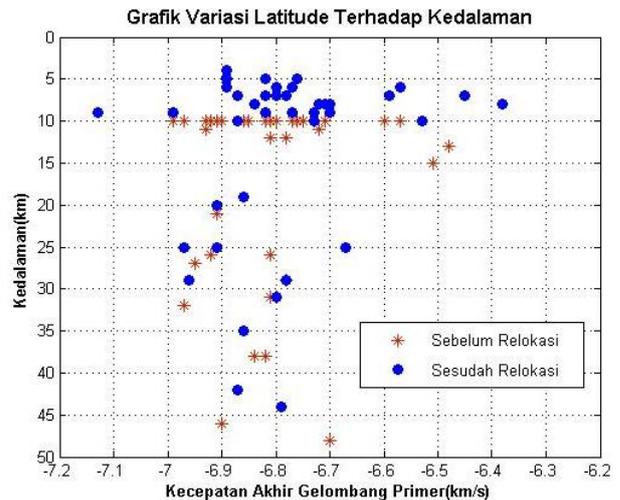
Dari 15 stasiun pencatat gempa bumi yang digunakan dalam penelitian ini, ada 3 stasiun yang bernilai koreksi negatif (-), kemudian ada 11 stasiun yang bernilai koreksi positif (+), dan 1 stasiun yang mempunyai nilai koreksi 0 yaitu SKJI, dimana SKJI merupakan stasiun referensi yang digunakan pada penelitian ini.



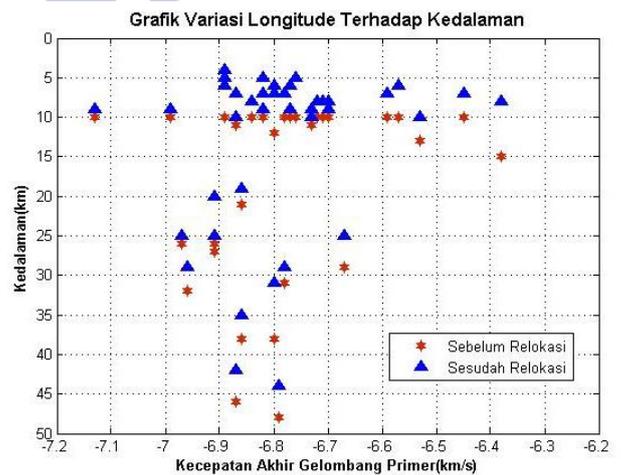
Gambar 3. Plotting hasil koreksi stasiun.

Stasiun dengan nilai koreksi negatif (-) adalah CBJI (-0,31), CNJI (-0,26) dan CGJI (-0,76). Koreksi stasiun yang bernilai negatif (-) karena kecepatan gelombang P (V_p) yang ditangkap oleh stasiun lebih cepat dari nilai kecepatan gelombang P (V_p) pada output model dan kandungan material di sekitar stasiun tersebut adalah batuan padat (hardrock), dimana dalam medium padat gelombang primer akan dapat menjalar lebih cepat. Stasiun dengan nilai koreksi positif (+) adalah KASI (5,41), BLSI (4,13), SBJI (0,65), TNGI (0,20), DBJI (0,31), LEM (0,37), CTJI (2,33), KPJI (4,21), SCJI (4,55), CISI (1,36), dan CMJI (3,23). Koreksi stasiun yang bernilai positif (+) karena kecepatan gelombang P (V_p) yang ditangkap oleh stasiun lebih lambat dari nilai kecepatan gelombang P (V_p) pada output model dan kandungan material di sekitar stasiun tersebut adalah sedimen atau pasir. Stasiun dengan nilai koreksi 0 adalah SKJI, dimana SKJI merupakan stasiun referensi yang digunakan pada penelitian ini. Pada koreksi stasiun dengan nilai koreksi 0 ini dikatakan sama karena menunjukkan bahwa kecepatan gelombang primer untuk sampai ke stasiun perekam adalah sama dengan kecepatan yang diperkirakan oleh model dengan waktu yang sama. Koreksi stasiun 0 menunjukkan bahwa jenis batuan penyusun juga merupakan batuan padat (Madlazim, 2010).

Relokasi hiposenter merupakan perbaikan dari latitude, longitude, kedalaman serta origin time dari data gempa bumi awal. Data yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 40 data gempa bumi. gempa yang terjadi di daerah Jawa Barat merupakan Gempa dangkal dimana hasil kedalaman gempa setelah direlokasi yaitu memiliki kedalaman sekitar 4-44 km. Gempa dangkal merupakan gempa yang memiliki kedalaman antara 0-60 km. Terdapat 29 data gempa yang setelah direlokasi memiliki kedalaman kurang dari 10 km sehingga hampir secara keseluruhan mendekati permukaan bumi sedangkan sisanya ada 11 data yang memiliki kedalaman lebih dari 10 km. Untuk mengetahui lebih jelas data diatas maka dapat digambarkan posisi hiposenter terhadap kedalaman sebagai berikut :



Gambar 4. Grafik variasi latitude dengan kedalaman.

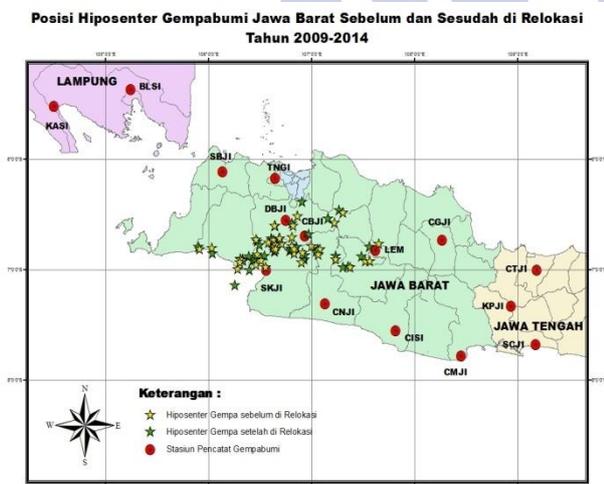


Gambar 5. Grafik variasi longitude dengan kedalaman.

Pada Gambar 4 dan Gambar 5 dapat dilihat bahwa posisi hiposenter gempa bumi mengalami pergeseran yang relatif kecil. Dalam penelitian ini model kecepatan gelombang memiliki pengaruh terhadap posisi hiposenter gempa bumi, dimana hiposenter merupakan fungsi dari kedalaman. Sehingga dengan menggunakan model kecepatan yang berbeda, maka posisi hiposenter juga akan mengalami perubahan. Selain itu, baik variasi kedalaman dari posisi bentang latitude dan longitude daerah penelitian ditemukan indikasi bahwa gempa bumi tektonik didominasi oleh gempa dangkal, di mana sebagian besar gempa tersebut berada di kedalaman kurang dari 10 km dengan magnitudo lebih dari 3 ML. Hal ini mengakibatkan peluang terjadinya kerusakan di daerah tersebut lebih besar karena gempa tersebut bersifat merusak. Faktor-faktor penentu secara umum yang menyebabkan dapat memperbesar peluang kerusakan fisik di permukaan tanah adalah magnitudo dan kedalaman. Sehingga perlu upaya secara dini untuk melakukan mitigasi bencana gempa bumi agar kerusakan yang ditimbulkan baik secara fisik maupun secara finansial tidak banyak. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan relokasi hiposenter dan menentukan model kecepatan yang sesuai pada

daerah penelitian tersebut, di mana model kecepatan ini dapat menentukan struktur bawah tanah permukaan daerah tersebut sehingga dapat diketahui struktur geologinya. Relokasi hiposenter juga dianggap penting dikarenakan merelokasi ulang gempa-gempa yang pernah terjadi di mana hasil dari relokasi tersebut bisa dijadikan acuan untuk posisi titik-titik rawan bencana gempa bumi yang akan datang.

Distribusi kecepatan gelombang seismik baik gelombang badan maupun gelombang permukaan, di mana pada penelitian ini difokuskan pada gelombang primer akan menjadi lebih besar untuk kedalaman yang semakin dalam yang diukur dari permukaan tanah. Gelombang primer merupakan gelombang longitudinal yang memiliki arah getar kedepan dan kebelakang dengan arah rambatan kedepan sehingga kerapatan struktur tanah sangat mempengaruhi kecepatan gelombang karena ketika struktur lapisan tersebut berongga maka arah rambatan gelombang akan terhambat atau terganggu. Lapisan atau struktur tanah setiap lapisan bumi memiliki kerapatan dan massa jenis yang berbeda. Sehingga semakin dalam permukaan bumi maka semakin cepat karena strukturnya semakin rapat.

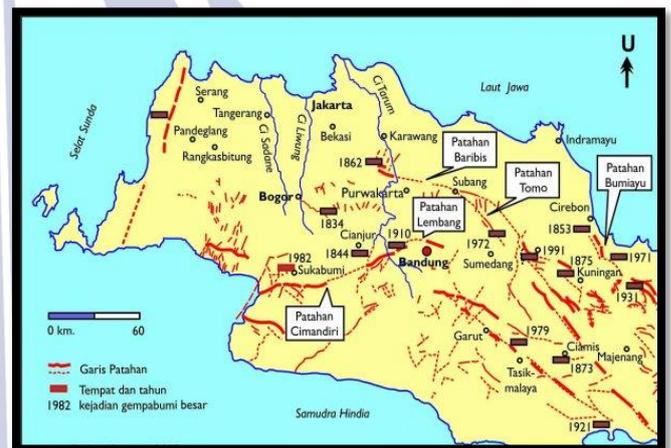


Gambar 6. Peta hiposenter Jawa Barat sebelum dan sesudah di relokasi.

Adanya perbaikan hiposenter ini dilakukan dikarenakan beberapa data awal gempa belum teliti. Oleh karena itu perlu perbaikan hiposenter yang baru, dan gambar 4.4 merupakan hiposenter sebelum direlokasi (warna kuning) dan setelah direlokasi (warna hijau) menggunakan program *Velest 3.3*. Dalam penelitian ini beberapa data dimana latitude, longitude dan kedalaman mengalami pergeseran setelah direlokasi namun tetap berada di wilayah yang sama yaitu daerah patahan Cimandiri dan patahan Lembang. Hal ini dapat dibuktikan pada gambar tersebut dimana jika di teliti gempa yang terjadi merupakan gempa tektonik yaitu proses patahan atau penyesaran karena perlipatan kerak bumi, pembentukan pegunungan dan biasanya gempa jenis ini mempunyai magnitudo yang cukup besar sehingga bersifat merusak. Jawa Barat merupakan salah satu provinsi yang mempunyai penduduk yang padat,

sehingga jika tidak diberikan peringatan gempabumi secara dini maka mengakibatkan korban jiwa.

Pada penelitian Rachman dan Nugraha (2012) menggunakan *software Velest 3.3* dan menggunakan metode *Coupled Velocity-Hypocenter* dalam penelitiannya di wilayah Aceh dan sekitarnya telah mendapatkan hasil baik, hal ini dapat dibuktikan dari hasil relokasi yang terfokus dan terkonsentrasi di sekitar segmen Aceh dan segmen Renun sehingga mengidentifikasi kedua segmen tersebut mempunyai aktivitas kegempaan yang cukup tinggi, selain itu Model kecepatan P 1 dimensi yang diperoleh dari proses inverse menunjukkan perubahan yang signifikan dibandingkan model kecepatan awal, sedangkan pada penelitian ini dengan menggunakan metode *Coupled Velocity-Hypocenter*, hasil hiposenter setelah direlokasi telah terkonsentrasi pada patahan Cimandiri dan patahan Lembang.



Gambar 7. Sesar-sesar yang berada di Jawa Barat (Ermariata, 2011).

Hasil rata-rata gap azimuth di Jawa Barat yang diperoleh dalam penelitian ini adalah sebesar 161° . Hasil ini sudah memenuhi syarat batas dimana syarat batas gap yang baik adalah kurang dari 220° ($gap < 220^\circ$) (Kissling, 1995). Terdapat beberapa lokasi gempabumi jauh dari stasiun pencatat gempabumi sehingga nilai gap yang terdeteksi cukup besar. Faktor lain yang menyebabkan tingginya nilai gap dalam beberapa event di penelitian ini adalah jarak koordinat antara dua buah event yang berdekatan terlalu jauh.

RMS (*Root Mean Square*) dalam penelitian ini berarti selisih antara travel time kalkulasi dan travel time observasi. Nilai selisih tersebut kombinasi antara nilai model kecepatan, koreksi stasiun dan relokasi hiposenter. RMS yang didapatkan dalam penelitian harus memiliki nilai kurang dari 1 ($ERMS < 1$) karena nilai RMS yang kurang dari 1 merupakan syarat yang harus dipenuhi untuk mendapatkan data dengan hasil yang baik (Kissling, 1995). Nilai RMS yang diperoleh dalam penelitian ini adalah 0,46 detik.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan data yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Waktu tiba gelombang primer merupakan faktor penting selain kecepatan gelombang dan waktu terjadinya gempa dalam menentukan relokasi hiposenter. Gelombang primer merupakan gelombang yang tercatat pertama kali di seismogram. Hal tersebut menyebabkan gelombang primer lebih mudah untuk dideteksi sehingga waktu tiba atau waktu tempuh gelombang P dapat diketahui sehingga menjadi salah satu faktor penentu hiposenter;
2. Model kecepatan gelombang primer merupakan fungsi dari kedalaman (h) dengan kecepatan gelombang P (V_p). Pada penelitian ini menghasilkan model kecepatan baru yang berbeda dengan model kecepatan awal dimana model kecepatan tersebut menggambarkan struktur geologi bawah permukaan penelitian. Hasil dari model kecepatan menunjukkan bahwa semakin dalam permukaan bumi maka semakin besar kecepatan gelombang primer yang dilalui karena lapisan bumi semakin rapat. Stasiun referensi yang digunakan pada penelitian ini adalah SKJI, dimana memiliki nilai koreksi stasiun bernilai 0. Terdapat 3 stasiun dengan nilai koreksi negatif (-) yaitu CBJI, CNJI dan CGJI, dimana stasiun tersebut bernilai negatif dikarenakan jarak waktu tempuh gelombang P menuju stasiun perekam sangat cepat sehingga kecepataannya besar dibandingkan kecepatan pada model dan kandungan material di sekitar stasiun tersebut adalah batuan padat (hardrock). Sedangkan ada 11 stasiun dengan nilai koreksi positif (+) yaitu KASI, BLSI, SBJI, TNGI, DBJI, LEM, CTJI, KPJI, SCJI, CISI, dan CMJI, dimana stasiun tersebut bernilai positif (+) dikarenakan jarak waktu tempuh gelombang P menuju stasiun perekam sangat lambat sehingga kecepataannya kecil dibandingkan kecepatan pada model dan kandungan material di sekitar stasiun tersebut adalah sedimen atau pasir.
3. Letak hiposenter hasil relokasi menggunakan metode *Coupled Velocity-Hypocenter* dan di *plotting* menggunakan *Software ArcGis 10.1* merupakan gempa bumi tektonik, dimana gempa bumi yang terjadi berada di daerah patahan Cimandiri dan patahan Lembang. Gempa yang terjadi di Jawa Barat ini termasuk gempa dangkal dimana dari 40 data tersebut memiliki kedalaman antara 4-44 km. Hasil relokasi ini cukup baik, hal ini dibuktikan dari nilai rata-rata RMS yang didapatkan yaitu 0,46 detik dan memiliki nilai gap sebesar 161° .

Saran

Sehubungan dengan program *Velest 3.3* sebagai instrumen utama penelitian yang berbasis *software running*, kesulitan teknis dalam pengolahan data yang harus sangat teliti seperti *spasi* ditemui saat pelaksanaan penelitian. BMKG sebagai badan resmi pemerintah yang relevan dengan masalah gempa bumi dan mitigasi bencana kebumihan kurang memberikan rincian data yang

komprehensif tentang data gempa yang didapat sehingga batas data minimum yang bias diperoleh hanya sampai tahun 2008. Ketepatan hasil relokasi bergantung pada model kecepatan yang digunakan. Oleh sebab itu diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan model kecepatan gelombang P 2 Dimensi atau 3 Dimensi. Selain itu pada penelitian selanjutnya bisa menggunakan *picking* data yang dilakukan secara otomatis dan akurat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pembimbing, biro skripsi, BMKG, dan Universitas Negeri Surabaya yang telah membantu sehingga penelitian ini terselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Imposa, S., Fournon, J.P., Raffaele, R., Scaltrito, A., Scarfl, L. 2009. Accurate Hypocentre Locations in the Middle-Durance Fault-Zone, South Eastern France. *Centre European Journal of Geosciences*, DOI. 10.2478/v10085-009-0030-7, 416-423.
- Kissling, E. 1995. *Program Velest User's Guide-Short Introduction*. Institute of Geophysics and Swiss Seismological Service, ETH-Zuerich, Switzerland.
- Kissling, E., W. L. Ellsworth, D. Eberhart-Philips, and U. Kradolfer. 1994. Initial Reference Models in Local Earthquake Tomography. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 99 No.B10, 19.635-19.646.
- Madlazim, Santosa, J.S. 2010. *Simultan Inversion for 1-D P-Wave Velocity Model, Stasiun Correction And Hypocenter Of Sumatra Earthquake. 5th Ketingan Physics Forum*.
- Rachman, T.D. Nugraha, A. D. 2012. Penentuan Model 1-D Kecepatan Gelombang P Dan Relokasi Hiposenter Secara Simultan Untuk Data Gempa Bumi Yang Berasosiasi Dengan Sesar Sumatra Di Wilayah Aceh Dan Sekitarnya. *JTM*, Vol.XIX No.1, 27-33.
- Sunardi, B., Ngadmanto, D., Hardy, T., Susilanto, P., Nurdianto, B. *Kajian Kerawanan Gempa bumi Berbasis SIG Dalam Upaya Mitigasi Bencana Studi Kasus Kabupaten dan Kota Sukabumi*. Pengantar kerjasama Puslitbang BMKG-Jurusan Fisika FMIPA Unesa.
- Waluyo. 2002. *Diktat Kuliah Seismologi*. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada.
- Zakaria, Z., Ismawan, Haryanto, I. 2011. Identifikasi dan Mitigasi Pada Zona Rawan Gempa Bumi di Jawa Barat. *Bulletin Of Scientific Contribution*, Vol. 9 No. 1, 35-41.