

## STUDI POLA KEGEMPAAN PADA ZONA SUBDUKSI SELATAN JAWA BARAT DENGAN METODE SEGMENT IRISAN VERTIKAL

**Anis Yulia Amanati**

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya  
[anisyuliaa6@gmail.com](mailto:anisyuliaa6@gmail.com)

**Asnawi, Madlazim**

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya  
[Asnawi\\_unesa@yahoo.co.id](mailto:Asnawi_unesa@yahoo.co.id)  
[m\\_lazim@fisika.fmipa.unesa.ac.id](mailto:m_lazim@fisika.fmipa.unesa.ac.id)

### Abstrak

Indonesia merupakan negara yang terletak pada pertemuan tiga lempeng dunia. Jawa Barat merupakan salah satu daerah yang memiliki tingkat seismisitas yang cukup tinggi, karena Jawa Barat terletak pada jalur pertemuan dua lempeng tektonik yaitu Lempeng Indo-Australia ke arah utara dan Lempeng Eurasia ke arah selatan. Pada penelitian sebelumnya mengkaji subduksi daerah Jawa Tengah yang menghasilkan pola subduksi di daerah Jawa Tengah subduksi diskontinu, pada penelitian ini akan mengkaji pola subduksi di selatan Jawa Barat. Melalui penelitian ini akan dikaji sebagai berikut: (1) Mendeskripsikan pola subduksi pada tiap-tiap segmen irisan vertikal pada zona subduksi selatan Jawa Barat, (2) Mendeskripsikan besarnya sudut penunjaman pada tiap-tiap segmen irisan vertikal pada zona subduksi selatan Jawa Barat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Segment Irisan Vertikal. Data yang diperoleh adalah data historis gempa bumi USGS (*United States Geological Survey*) dari tahun 1973-2013, dan pengeplotan episenter gempa menggunakan ArcGis 10. Membagi segmen irisan vertikal menggunakan software Global Mapper12 sehingga jarak yang diinginkan dapat ditunjukkan dengan tepat, kemudian penentuan subduksi menggunakan Ms. Excel, sehingga diperoleh pola subduksi dan besarnya sudut penunjaman pada zona subduksi selatan Jawa Barat. Hasil penelitian memperoleh: (1) Jawa Barat merupakan daerah dengan tingkat seismisitas yang tinggi jika dilihat dari banyak gempa yang terjadi. Pada umumnya pola subduksi pada tiap segmen irisan menunjukkan pola penunjaman pendek karena kejadian gempa paling banyak pada daerah dengan kedalaman dangkal, dengan sudut semakin curam terhadap jarak dan kedalaman (2) Sudut subduksi di selatan Jawa Barat terjadi pada kedalaman 10-300 km dengan jarak 10-220 km dari *trench*.

**Kata Kunci:** pola kegempaan, zona subduksi, metode Segment Irisan Vertikal.

### Abstract

Indonesia is a country with a level of vulnerability to tectonic earthquakes which is quite high, it is because Indonesia is located at the confluence of three plates the world. West Java is one of the area that has a fairly high level of seismicity. This is because the region of West Java is the confluence of two tectonic plates, the Indo-Australian Plate to the north and the Eurasian Plate to the south. The purpose of this study is twofold, namely: (1) Describe the pattern of subduction in each segments of vertical slice at a subduction zone in south of West Java, (2) to describe the magnitude of the angle in each segments of vertical slice at a subduction zone in south of West Java. The method used in this study is the method of Segment Vertical Slice. The data obtained is the historical data of earthquakes by the USGS (*United States Geological Survey*) from the years of 1973 to 2013, then the epicenter plotting of the earthquake was using ArcGIS 10. Then dividing the vertical slice segments using the latest software called Global Mapper12 so that the desired distance can be shown in exact. The epicenter plotting of the earthquake on segments of slices was using the latest software and then determining subduction using Global Mapper12 and using MS. Excel in order to obtain the pattern of subduction and subduction angle on the magnitude of the subduction zone south of West Java. Based on the results obtained: (1) In the southern area of West Java has a pattern of subduction on each segment of the slices, showing an uneven pattern of subduction with an increasingly steep angle to the distance and its depth. (2) The angle of subduction in the southern West Java occurred at a depth of 10-300 km with a distance of 10-220 km from the trench. Keywords: pattern of seismicity, subduction zone, Sliced Vertical Segment method.

**Keywords:** pattern of seismicity, subduction zone, Vertical Slice Segment method

## **PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan negara dengan tingkat kerawanan terhadap gempa bumi cukup tinggi. Hal ini terlihat dari sejumlah wilayah yang kerap kali diguncang gempa bumi, terutama gempa bumi tektonik. Hal tersebut di sebabkan oleh pergerakan lempeng Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik.

Pergerakan lempeng Indo-Australia terhadap lempeng Eurasia mengakibatkan daerah Jawa Barat sebagai salah satu daerah yang memiliki tingkat kegempaan yang cukup tinggi di Indonesia berkaitan dengan aktivitas benturan lempeng. Selain kerawanan seismik akibat aktivitas benturan lempeng, kawasan ini juga sangat rawan karena adanya sebuah struktur geologi sesar lokal daratan sehingga di daerah Jawa barat seringkali terjadi gempa bumi baik kekuatan besar maupun kecil. Struktur ini terbentuk akibat desakan pada batas lempeng samudera Indo-Australia dengan lempeng benua Eurasia (Ibrahim dan Subarjo, 2004).

Zona subduksi merupakan wilayah yang menarik bagi para peneliti ilmu kebumiharian terutama karena zona ini berpotensi untuk terjadinya gempa besar. Dalam kurun 6 tahun terakhir gempa besar terjadi di wilayah Indonesia mengakibatkan aktivitas kegempaan dalam dekade ini memang lebih aktif apabila dibandingkan dengan dekade sebelumnya berdasarkan katalog kegempaan. Gempa tersebut merupakan dampak dari pergerakan lempeng Indo-Australia yang relatif bergerak ke utara bertumbukkan dengan lempeng Eurasia yang relatif diam (Ibrahim dan Subarjo, 2004).

Pada penelitian ini mengacu pada jurnal sebelumnya yaitu "Analisa Pola Subduksi Pulau Jawa dengan Metode Irisan Vertikal oleh Mudamakin dkk., 2012. Pada penelitian tersebut menganalisis wilayah selatan Jawa Tengah dengan hasil analisa zona subduksi diskontinu terdapat di Jawa Tengah terjadi pada kedalaman 150-200 km dengan jarak sekitar 350-450 km dari *trench*. Pada penelitian ini menganalisa wilayah selatan Jawa Barat, karena daerah Jawa Barat dan Jawa Tengah memiliki pola subduksi yang berbeda yaitu pola subduksi penunjaman pendek, dengan demikian akan diperoleh kedalam zona

subduksi yang berada pada selatan Jawa Barat (Mudamakin dkk., 2012).

Data hiposenter yang terdapat pada katalog dihitung ulang atau direlokasi menggunakan metode segmen irisan dengan tujuan mendapatkan pola subduksi dan besarnya sudut penunjaman pada tiap-tiap segmen irisan vertikal pada zona subduksi selatan Jawa Barat. Pola subduksi dan besarnya sudut penunjaman yang presisi akan memberikan informasi spasial pada suatu area gempa yang dapat dianalisis lebih lanjut untuk menggambarkan posisi tektonik maupun seismik area tersebut baik dari aspek geologi maupun seismologi.

## **METODE**

Data gempa bumi yang dianalisis dalam penelitian ini adalah data gempa bumi dari tahun 1973–2013 atau sekitar 40 tahun yang diambil dari USGS (*United States Geological Survey*) dengan magnitudo  $\geq 4$  SR dan kedalaman 0-300 km. Data tersebut mencakup wilayah Jawa Barat dengan batas wilayah  $5,0^{\circ}\text{LS} - 11,0^{\circ}\text{LS}$  dan  $105,0^{\circ}\text{BT} - 110,0^{\circ}\text{BT}$ . Data tersebut terdiri dari data waktu kejadian gempa, lokasi episenter (lintang dan bujur), kedalaman, dan magnitudo.

Prosedur pengolahan data dilakukan dengan tahapan. Pengeplotan episenter gempa dengan menggunakan software ArcGis 10. Kedua pembagian segmen irisan vertikal yang dibuat tegak lurus terhadap *trench* untuk memperoleh arah penunjaman lempeng, interpretasi jarak dan kedalaman dengan menggunakan software Global Mapper. Ketiga pengeplotan episenter gempa pada segmen irisan dilakukan untuk mendapatkan penyebaran jarak episenter dan kedalaman pada tiap-tiap segmen irisan dengan menggunakan software Global Mapper. Selanjutnya penentuan sudut subduksi dengan menggunakan perhitungan pada Microsoft Excel. Gempa-gempa yang dianalisis hanya gempa yang menunjukkan pola subduksi saja. Metode ini menggunakan perhitungan jarak episenter terhadap jarak yang sejajar *trench*. persamaan garis lurus yang sejajar dengan *trench* adalah (Mudamakin dkk., 2012):

$$aX + bY + c = 0$$

Persamaan garis dapat diperoleh dengan menggunakan dua titik yang terdapat pada garis lurus yang sejajar garis *trench*. Setelah persamaan garis lurus tersebut diketahui, jarak episenter terhadap garis tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus empiris:

$$d = \frac{aX_1 + bY_1 + c}{\sqrt{a^2 + b^2}}$$

dan,

$$D = d \times 111 \text{ km}$$

Dimana :

- d : Jarak episenter dalam derajat (°)
- X<sub>1</sub> : Bujur episenter
- Y<sub>2</sub> : Lintang episenter
- a,b,c: Konstanta
- D : Jarak episenter dalam kilometer (km)

Untuk mendapatkan nilai D (jarak episenter dalam kilometer) maka dari d (jarak episenter dalam derajat) dikalikan dengan 111 km. Hubungan jarak (D=X) dan kedalaman (Y) dianalisa dengan menggunakan metode *Least Square* (Kuadrat Terkecil) untuk persamaan parabola, dimana untuk jumlah kuadrat dalam orde diferensiasi harus sama dengan nol adalah:

$$Y_i = a + bX_i + cX_i^2$$

$$dS^2 = \sum (Y_i - a - bX_i - cX_i^2)$$

Sehingga diperoleh persamaan:

$$na + b \sum X_i + c \sum X_i^2 = \sum Y_i$$

$$a \sum X_i + b \sum X_i^2 + c \sum X_i^3 = \sum X_i Y_i$$

$$a \sum X_i^2 + b \sum X_i^3 + c \sum X_i^4 = \sum X_i^2 Y_i$$

Persamaan tersebut diubah dalam notasi matrik menjadi:

$$\begin{bmatrix} n & \sum X_i & \sum X_i^2 \\ \sum X_i & \sum X_i^2 & \sum X_i^3 \\ \sum X_i^2 & \sum X_i^3 & \sum X_i^4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum Y_i \\ \sum X_i Y_i \\ \sum X_i^2 Y_i \end{bmatrix}$$

Dengan notasi matrik X A = B

$$A = X^{-1} B$$

Untuk memperoleh matrik A atau nilai a, b, dan c digunakan metode Eliminasi *Gauss*. Metode Eliminasi *Gauss* dapat diselesaikan dengan menggunakan Matlab (Mudamakin dkk., 2012).

Analisa besarnya sudut subduksi didapatkan dari turunan fungsi pertama dari persamaan (4):

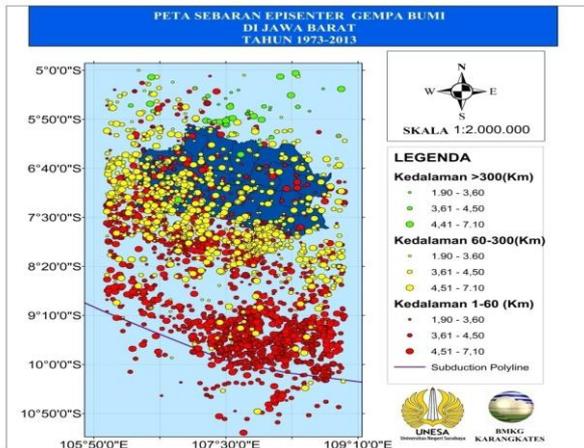
$$Y' = b + 2cX$$

$$\tan \alpha = Y' = b + 2cX$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

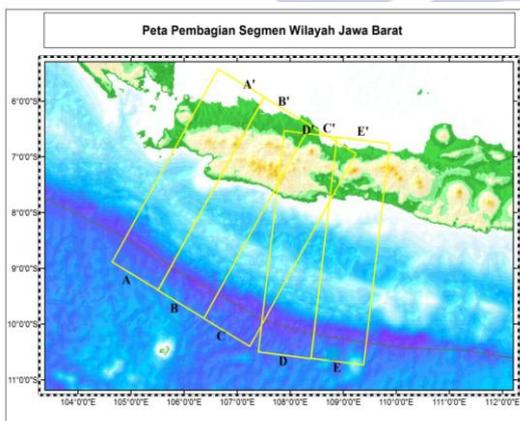
### A. Hasil Penelitian

Data gempa bumi yang digunakan pada penelitian ini adalah data gempa bumi dari tahun 1973-2013 atau sekitar 40 tahun yang diambil dari USGS (*United States Geological Survey*) dengan magnitudo  $\geq 4$  SR dan kedalaman 0-300 km yang terdiri dari data waktu kejadian gempa, lokasi episenter (lintang dan bujur), kedalaman, dan magnitudo. Data tersebut mencakup wilayah Jawa Barat dengan batas wilayah 5,0°LS–11,0°LS dan 105,0°BT–110,0°BT. Pada Gambar 4.1 terdapat simbol yang berwarna hijau merupakan gempa bumi dengan kedalaman >300 km, simbol yang berwarna kuning menunjukkan gempa bumi dengan kedalaman 60-300 km, dan simbol yang berwarna merah menunjukkan gempa bumi dengan kedalaman 1-60 km. Gempa-gempa yang terjadi pada Gambar 4.1 memiliki magnitudo 1,9-7,1 SR. Garis yang berwarna ungu pada Gambar 4.1 menunjukkan garis subduksi yang terletak di selatan Jawa Barat. Gempa yang terjadi di selatan Jawa Barat didominasi oleh gempa dengan jarak yang dangkal yaitu pada kedalaman 1-60 km dan letak titik gempa mendekati garis subduksi yaitu garis yang berwarna ungu.



**Gambar 1** Peta sebaran episenter gempa bumi di Jawa Barat tahun 1973-2013

Berdasarkan Gambar 2 pembagian segmen di selatan Jawa Barat dibagi menjadi 5 segmen irisan vertikal untuk menghasilkan data gempa bumi yang lebih lengkap dengan masing-masing segmen berukuran panjang 220 km dan lebar 110 km. Pada segmen A, B, dan C memiliki derajat kemiringan 30° terhadap lintang utara sebenarnya dan segmen D dan E memiliki derajat kemiringan 7° terhadap lintang utara sebenarnya dengan tujuan untuk membuat tegak lurus segmen zona subduksi selatan Jawa Barat. Pola subduksi dan besar sudut penunjaman hanya berlaku untuk daerah yang berada dalam segmen irisan vertikal saja (Mudamakin dkk., 2012).



**Gambar 2** Pembagian Segmen Irisan

## B. Pembahasan

### 1. Segmen Irisan A-A'

Pada segmen A-A' tersebar 185 data gempa bumi dengan kedalaman mencapai 165 km. Nilai koefisien

yang diperoleh berdasarkan hasil analisa dan perhitungan adalah sebagai berikut:

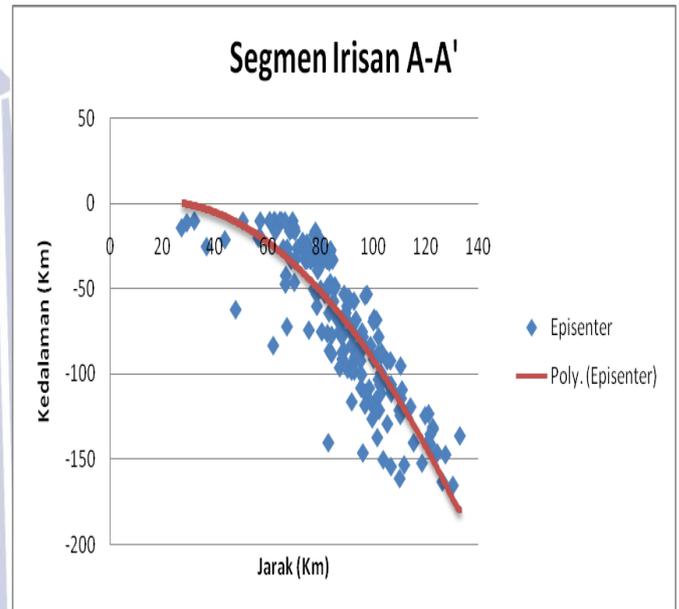
$$a = -3,548$$

$$b = 0,516$$

$$c = -0,014$$

Nilai tersebut disubstitusikan pada persamaan, yaitu persamaan parabola sehingga diperoleh garis pola subduksi dengan persamaan:

$$Y = -3,548 + 0,516X - 0,014X^2$$



**Gambar 3** Pola Subduksi Pada Segmen Irisan A-A'

Gambar 3 menunjukkan hubungan antara kedalaman (km) dengan jarak episenter terhadap stasiun (km). Pada segmen A-A' terlihat bahwa gempa bumi yang terjadi adalah gempa bumi dangkal dengan kedalaman 1-60 km dan menengah dengan kedalaman 60-300 km, persebaran gempanya yang merata. Hal tersebut disebabkan Lempeng Australia menunjam dengan kedalaman 100-200 km dibawah pulau Jawa dan 600 km di utara Jawa. Dengan demikian tunjaman lempeng Australia mengakibatkan kegempaan yang tinggi di daerah tersebut (Grandis, Hendra, dkk., 2007).

Gempa bumi yang terjadi pada segmen A-A', apabila terjadi pada kedalaman dangkal maka jaraknya pun juga semakin dekat. Apabila terjadi pada kedalaman gempa tinggi maka jaraknya juga semakin jauh. Hal tersebut dapat dilihat dari Gambar 3 pada kedalaman 165 km diperoleh jarak 130 km.

Besarnya sudut penunjaman pada tiap kedalaman dapat diperoleh dari segmen A-A', dengan menggunakan rumus  $\tan \alpha = Y' = b$  - adalah sebagai berikut:

**Tabel 1** Sudut Subduksi Pada Segmen A-A'

Kedalaman (Km)	Jarak (Km)	Sudut (°)
10	50.14	49.42
50	84.47	67.06
100	102.20	71.45
150	107.43	72.45

Dari Tabel 1 menunjukkan hubungan antara kedalaman, jarak, dan sudut penunjaman yang dibentuk. Semakin dalam kedalaman suatu gempa dan semakin jauh jarak episenter terhadap pusat stasiun maka sudut yang terbentuk juga semakin besar. Hal tersebut disebabkan apabila semakin dalam kedalamannya dan semakin jauh jarak penunjaman dari palung maka sudut tukurik yang terbentuk akan semakin curam. Pada umumnya gempa yang terjadi pada daerah *intraplate* atau di dalam zona subduksi memiliki sudut penunjaman yang curam karena pada daerah tersebut jauh dari *trench*. Pada daerah *interplate* atau dipertemuan zona subduksi memiliki sudut penunjaman yang dangkal dan sering terjadi gempa bumi.

## 2. Segmen Irisan A-A'

Pada segmen B-B' tersebar 620 data gempa bumi dengan kedalaman mencapai 378 km. Nilai koefisien yang diperoleh berdasarkan hasil analisa dan perhitungan adalah sebagai berikut:

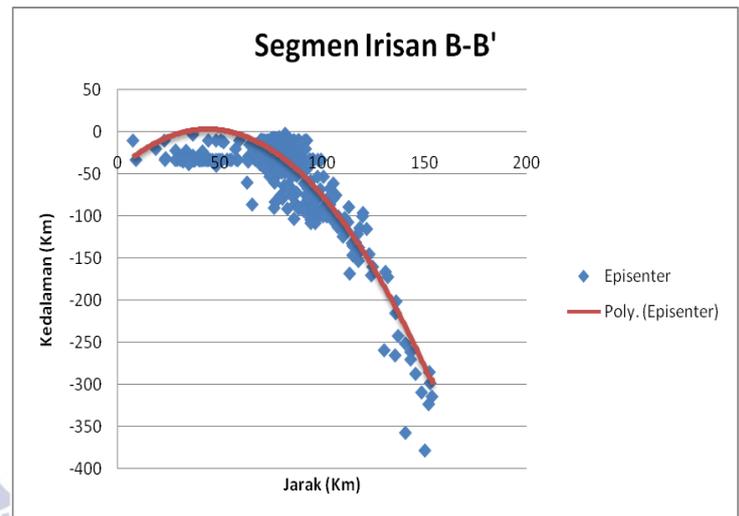
$$a = -45.50$$

$$b = 2.193$$

$$c = -0.034$$

Nilai tersebut disubstitusikan pada persamaan yaitu persamaan parabola sehingga diperoleh garis pola subduksi dengan persamaan:

$$Y = -45.50 + 2,193X - 0,034X^2$$



**Gambar 4** Pola Subduksi Pada Segmen B-B'

Gambar 4 menunjukkan hubungan antara kedalaman (km) dengan jarak episenter terhadap stasiun (km). Pada segmen B-B' terlihat bahwa gempa bumi yang terjadi adalah gempa bumi dangkal dengan kedalaman 1-60 km dan menengah dengan kedalaman 60-300 km, dimana persebaran gempanya yang tidak merata. Pada segmen B-B' persebaran gempa merata pada kedalaman 10 km sampai dengan 100 km. Hal ini disebabkan letak jalur subduksi pada daerah ini terletak pada kedalaman yang dangkal, yang menyebabkan daerah tersebut sering terdapat titik gempa. Daerah yang jauh dari jalur subduksi biasanya jarang terjadi gempa, apabila terjadi gempa memiliki kedalaman yang dalam.

Gempa bumi yang terjadi pada segmen B-B' apabila terjadi pada kedalaman dangkal maka jaraknya pun juga semakin dekat. Apabila kedalaman gempa tinggi maka jaraknya juga semakin jauh. Hal tersebut dapat dilihat dari Gambar 4 diatas pada kedalaman 375 km diperoleh jarak 150 km. Besarnya sudut penunjaman pada tiap kedalaman dapat diperoleh dari segmen B-B', dengan menggunakan rumus  $\tan \alpha = Y' = b$  - adalah sebagai berikut:

**Tabel 2** Sudut Subduksi Pada Segmen B-B'

Kedalaman (Km)	Jarak (Km)	Sudut (°)
10	70.36	53.26
50	100.89	71.68
100	111.28	74.45
150	118.01	75.84
200	136.54	78.65
250	141.01	79.18
300	153.14	80.38

Dari Tabel 2 menunjukkan hubungan antara kedalaman, jarak, dan sudut yang terbentuk. Semakin dalam kedalaman suatu gempa dan semakin jauh jarak episenter terhadap pusat stasiun maka sudut yang terbentuk juga semakin besar. Hal tersebut disebabkan apabila semakin dalam kedalamannya dan semakin jauh jarak penunjaman yang terbentuk akan semakin curam sudut yang terbentuk. Pada umumnya gempa yang terjadi di daerah *intraplate* atau di dalam subduksi memiliki sudut yang menukik curam dan jarang terjadi gempa. Pada daerah *interplate* atau dipertemuan zona subduksi memiliki sudut penunjaman yang dangkal.

### 3. Segmen Irisan A-A'

Pada segmen C-C' tersebar 240 data gempa bumi dengan kedalaman mencapai 268 km. Nilai koefisien yang diperoleh berdasarkan hasil analisa dan perhitungan adalah sebagai berikut:

$$a = -50.42$$

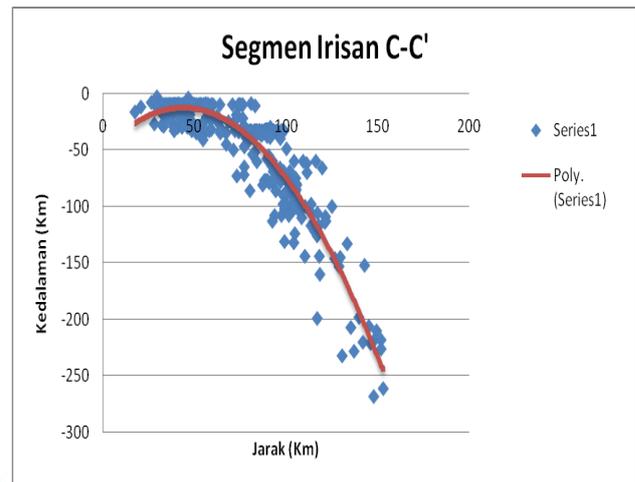
$$b = 1.726$$

$$c = -0.019$$

Nilai tersebut disubstitusikan pada persamaan, yaitu persamaan parabola sehingga diperoleh garis pola subduksi dengan persamaan:

$$Y = -0.019 + 1,726X - 50,42X^2$$

Gambar 5 menunjukkan hubungan antara kedalaman (km) dengan jarak episenter terhadap stasiun (km). Pada segmen C-C' terlihat bahwa gempa bumi yang terjadi adalah gempa bumi dangkal dengan kedalaman 1-60 km dan menengah dengan kedalaman 60-300 km, dimana persebaran gempanya yang tidak merata.



**Gambar 5** Pola Subduksi Pada Segmen C-C'

Pada segmen C-C' persebaran gempa pada kedalaman 0 km sampai dengan 150 km sangat merata, kemudian pada kedalaman lebih dari 150 km sampai dengan 200 km terjadi sedikit sekali kejadian gempa bumi. Hal tersebut disebabkan Lempeng Australia menunjam dengan kedalaman 100-200 km dibawah pulau Jawa dan 600 km di utara Jawa. Dengan demikian tunjaman lempeng Australia mengakibatkan kegempaan yang tinggi di kedalaman 100-200 km (Grandis, Hendra,dkk., 2007).

Gempa bumi yang terjadi pada segmen C-C' apabila kedalaman dangkal maka jarak nya pun juga semakin dekat. Apabila kedalaman gempa tinggi maka jaraknya juga semakin jauh. Hal tersebut dapat di lihat dari Gambar 5 diatas pada kedalaman 265 km diperoleh jarak 153 km. Besarnya sudut penunjaman pada tiap kedalaman dapat diperoleh dari segmen C-C', dengan menggunakan rumus  $\tan \alpha = Y' = b - 2aX$  adalah sebagai berikut:

**Tabel 3** Sudut Subduksi Pada Segmen C-C'

Kedalaman (Km)	Jarak (Km)	Sudut (°)
10	52.16	29.56
50	83.11	59.81
100	110.67	69.98
150	126.85	73.37
200	145.48	76.10
250	137.39	75.03

Dari Tabel 3 menunjukkan hubungan antara kedalaman, jarak, dan sudut yang di bentuk. Semakin dalam kedalam suatu gempa dan semakin jauh jarak episenter terhadap pusat station maka sudut yang dibentuk juga semakin besar. Hal tersebut disebabkan apabila semakin dalam kedalamannya dan semakin jauh jarak penunjaman yang terbentuk akan semakin curam. Pada umumnya gempa yang terjadi di daerah *intraplate* atau di dalam subduksi memiliki sudut yang menukik curam dan jarang terjadi gempa. Akan tetapi pada daerah *interplate* atau dipertemuan subduksi sering terjadi gempa bumi dengan sudut yang terbentuk yang dangkal dan berbahaya bagi kehidupan manusia.

#### 4. Segmen Irisan A-A'

Pada segmen D-D' tersebar 240 data gempa bumi dengan kedalaman mencapai 268 km. Nilai koefisien yang diperoleh berdasarkan hasil analisa dan perhitungan adalah sebagai berikut:

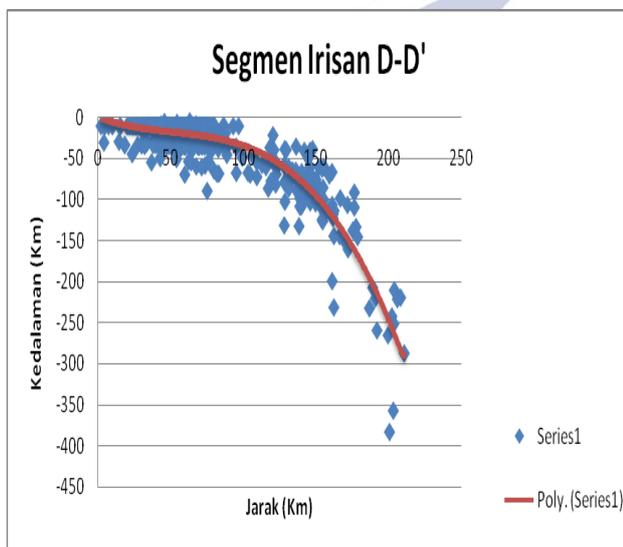
$$a = 0.500$$

$$b = -0.693$$

$$c = 0.009$$

Nilai tersebut disubstitusikan pada persamaan, yaitu persamaan parabola sehingga diperoleh garis pola subduksi dengan persamaan:

$$Y = 0.500 - 0,693X - 0009X^2$$



**Gambar 6** Pola Subduksi Pada Segmen D-D'

Gambar 6 di atas menunjukkan hubungan antara kedalaman (km) dengan jarak episenter terhadap stasiun

(km). Pada segmen D-D' terlihat bahwa gempa bumi yang terjadi adalah gempa bumi dangkal dengan kedalaman 1-60 km dan menengah dengan kedalaman 60-300 km, dimana persebaran gempanya yang tidak merata. Pada segmen D-D' persebaran gempa yang sering terjadi adalah gempa-gempa dangkal pada kedalaman 10 km sampai dengan 150 km. Hal tersebut di sebabkan Lempeng Australia menunjam dengan kedalaman 100-200 km dibawah pulau Jawa dan 600 km di utara Jawa. Dengan demikian tunjaman lempeng Australia mengakibatkan kegempaan yang tinggi di daerah tersebut (Grandis, Hendra,dkk., 2007). Pada umumnya daerah yang dekat zona subduksi sering terjadi gempa bumi akan tetapi daerah yang jauh dari zona subduksi pada kedalaman yang dalam jarang terjadi gempa bumi.

Gempa bumi yang terjadi pada segmen D-D' apabila kedalaman dangkal maka jarak nya pun juga semakin dekat. Apabila kedalaman gempa tinggi maka jaraknya juga semakin jauh. hal tersebut dapat di lihat dari Gambar 6 diatas pada kedalaman 287 km diperoleh jarak 210 km. Besarnya sudut penunjaman pada tiap kedalaman dapat diperoleh dari segmen D-D', dengan menggunakan rumus  $\tan \alpha = Y' = b - 2cX$  adalah sebagai berikut:

**Tabel 4** Sudut Subduksi Pada Segmen D-D'

Kedalaman (Km)	Jarak (Km)	Sudut (°)
10	79.97	9.78
50	110.00	45.43
100	151.54	65.38
150	178.45	71.20
200	188.81	72.79
250	203.39	74.63
300	210.48	75.39

Dari Tabel 4 menunjukkan hubungan antara kedalaman, jarak, dan sudut yang di bentuk. Semakin dalam kedalam suatu gempa dan semakin jauh jarak episenter terhadap pusat station maka sudut yang dibentuk juga semakin besar. Hal tersebut disebabkan apabila semakin dalam kedalamannya dan semakin jauh

jarak penunjaman yang terbentuk akan semakin curam. Pada umumnya gempa yang terjadi di daerah *intraplate* atau di dalam subduksi memiliki sudut yang menukik curam dan jarang terjadi gempa. Akan tetapi pada daerah *interplate* atau dipertemuan subduksi sering terjadi gempa bumi dengan sudut yang terbentuk yang dangkal dan berbahaya bagi kehidupan manusia.

### 5. Segmen Irisan A-A'

Pada segmen E-E' tersebar 283 data gempa bumi dengan kedalaman mencapai 230 km. Nilai koefisien yang diperoleh berdasarkan hasil analisa dan perhitungan adalah sebagai berikut:

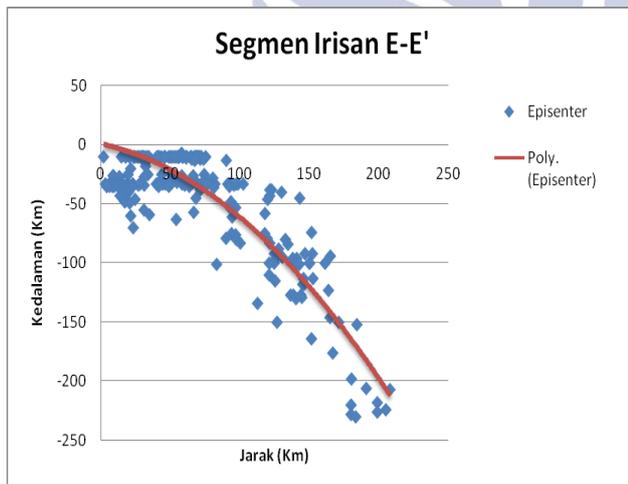
$$a = 0,660$$

$$b = -0,249$$

$$c = -0,008$$

Nilai tersebut disubstitusikan pada persamaan, yaitu persamaan parabola sehingga diperoleh garis pola subduksi dengan persamaan:

$$Y = 0,066 - 0,249X - 0,008X^2$$



Gambar 7 Pola Subduksi Pada Segmen E-E'

Gambar 7 di atas menunjukkan hubungan antara kedalaman (km) dengan jarak episenter terhadap stasiun (km). Pada segmen E-E' terlihat bahwa gempa bumi yang terjadi adalah gempa bumi dangkal dengan kedalaman 1-60 km dan menengah dengan kedalaman 60-300 km, dimana persebaran gempanya yang tidak merata. Pada segmen E-E' persebaran gempa yang sering terjadi pada kedalaman 10 km sampai dengan 50 km, kemudian pada kedalaman 150 km sampai dengan 200 km hanya beberapa titik yang terjadi gempa bumi. Hal ini di

sebabkan letak zonan subduksi pada segmen E-E' pada kedalaman yang dangkal sehingga di kedalaman dangkal tersebut sering terjadi gempa bumi. Pada segmen E-E' letaknya berdekatan dengan Jawa Tengah sehingga kegempaan yang terjadi tidak merata hal tersebut disebabkan selatan Jawa Tengah memiliki zona penunjaman diskontinu. Pada daerah zona penunjaman diskontinu akan tersebar gempa yang tidak merata dan akan di temukan pada kedalaman tertentu tidak terjadi gempa bumi.

Gempa bumi yang terjadi pada segmen E-E' apabila kedalaman dangkal maka jarak nya pun juga semakin dekat. Apabila kedalaman gempa tinggi maka jaraknya juga semakin jauh. hal tersebut dapat di lihat dari Gambar 7 diatas pada kedalaman 224 km diperoleh jarak 205 km. Besarnya sudut penunjaman pada tiap kedalaman dapat diperoleh dari segmen E-E', dengan menggunakan rumus

$$\tan \alpha = Y' = b - 2cX$$

adalah sebagai berikut:

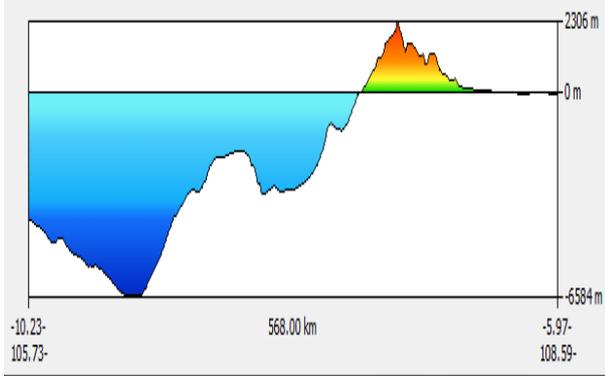
Tabel 5 Sudut Subduksi Pada Segmen E-E'

Kedalaman (Km)	Jarak (Km)	Sudut (°)
10	50.58	68.47
50	92.24	72.78
100	140.71	76.07
150	171.36	77.58
200	180.45	77.97
250	183.52	78.09
300	220.00	79.41

Dari Tabel 5 menunjukkan hubungan antara kedalaman, jarak, dan sudut yang di bentuk. Semakin dalam kedalam suatu gempa dan semakin jauh jarak episenter terhadap pusat stasiun maka sudut yang terbentuk juga semakin besar. Hal tersebut disebabkan apabila semakin dalam kedalamannya dan semakin jauh jarak penunjaman yang terbentuk akan semakin curam. Pada umumnya gempa-gempa yang terjadi di daerah *intraplate* atau di dalam subduksi memiliki sudut yang

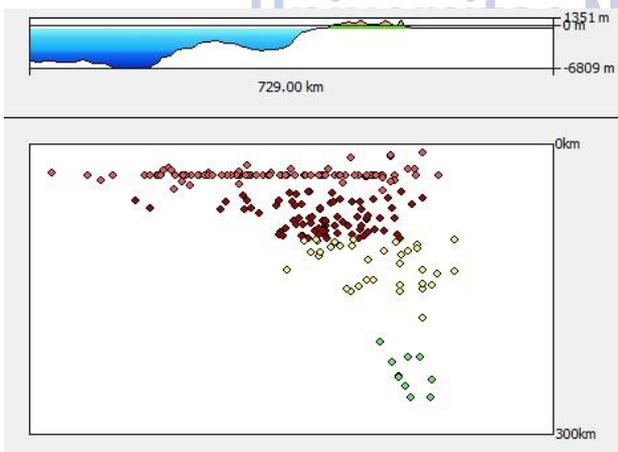
menunjuk curam dan jarang terjadi gempa. Akan tetapi pada daerah *interplate* atau dipertemuan subduksi sering terjadi gempa bumi dengan sudut yang terbentuk yang dangkal dan berbahaya bagi kehidupan manusia.

#### 6. Gambaran Bidang Subduksi Selatan Jawa Barat



**Gambar 8** Bidang subduksi selatan Jawa Barat

Dari Gambar 8 di atas bidang subduksi selatan Jawa Barat, yang berwarna biru merupakan wilayah lautan dan yang hijau kekuning-kuningan merupakan wilayah daratan. Bidang subduksi pada Gambar 4.8 di atas memiliki kedalaman 6584 m arah lautan dengan jarak dari stasiun 568 km. Semakin dalam kedalaman lautan maka bentuk subduksi yang terbentuk semakin curam, sehingga sudut yang dibentuk juga semakin besar. Pada umumnya pada kedalaman yang dangkal sering terjadi gempa bumi, karena zona subduksi yang terdapat di selatan Jawa Barat terletak pada kedalaman yang cukup dangkal karena gempa bumi sering terjadi di daerah sekitar subduksi. Gambaran gempa yang terjadi pada kedalaman 0 km – 300 km dapat terlihat seperti Gambar 9 berikut:



**Gambar 9** Profil Ketinggian Gempa Bumi

Pada umumnya jalur subduksi di selatan Jawa Barat terdapat pada kedalaman yang dangkal yaitu pada kedalaman 1-60 km, sehingga di kedalaman dangkal sudut yang terbentuk juga dangkal, akan tetapi pada daerah ini lebih sering terjadi gempa bumi. Berbeda halnya dengan daerah yang jauh dari zona subduksi, pada daerah yang jauh dari zona subduksi dan biasanya pada kedalaman yang dalam dengan kedalaman >300 km akan jarang terjadi gempa bumi dan sudut yang terbentuk sangat curam. Dengan demikian apabila sudut yang dibentuk landai maka gempa yang terjadi sangat merusak kehidupan manusia di dunia, karena apabila sudutnya landai maka jarak dengan permukaan bumi sangat dekat. Apabila sudutnya curam maka gempa yang dihasilkan tidak begitu merusak kehidupan manusia di dunia.

#### PENUTUP

##### Simpulan

Dengan penelitian yang dilakukan dengan judul “Studi Pola Kegempaan Pada Zona Subduksi Selatan Jawa Barat”, didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada daerah selatan Jawa Barat merupakan daerah dengan tingkat seismisitas yang tinggi jika dilihat dari banyak gempa yang terjadi. Pada umumnya pola subduksi pada tiap segmen irisan menunjukkan pola penunjaman pendek karena kejadian gempa paling banyak pada daerah dengan kedalaman dangkal, dengan sudut semakin curam terhadap jarak dan kedalaman.
2. Dari penelitian ini didapat bahwa sudut subduksi penunjaman pendek di selatan Jawa Barat terjadi pada kedalaman 10-300 km dengan jarak 10–220 km dari *trench*.

##### Saran

1. Memperluas daerah penelitian agar bisa membandingkan daerah mana yang lebih berpotensi terjadinya gempa.
2. Pengambilan data sebanyak-banyaknya, karena semakin banyak data yang diambil, maka hasil yang didapatkan memiliki peluang lebih baik dan lebih akurat.

3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan mempertimbangkan faktor lain selain tingkat seismisitas, seperti faktor geologi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Grandis, Hendra. 2000. *Inversi Geofisika*. Institut Teknologi Bandung, Bandung
- Grandis, Hendra, Rohadi, Supriyanto, and Ratag, Mezak, A., 2007. Studi Variasi Spatial Seismisitas Zona Subduksi Jawa: *Jurnal Puslitbang BMG*. Dokumen 2542 Volume 8 Nomor 1 Juli 2007.
- Harjono, H., Diament, M., Dubois, J., Larue, M., and Zen, M.T., 1991, Seismicity of The Sunda Strait: Evidence for Crustal Extension and Volcanological Implications Tectonics, *Jurnal Puslitbang BMKG*, Vol. 10, No. 1.
- Ibrahim, Gunawan & Subarjo. 2004. *Pengetahuan Seismologi*. Jakarta : Badan Meteorologi dan Geofisika.
- Indriana, R. D., 2008. Analisis Sudut Kemiringan Lempeng Subduksi di Selatan Jawa Tengah dan Jawa Timur Berdasarkan Anomali Gravitasi dan Implikasi Tektonik Lempeng, Vol. 11, No.3.
- Nugraha, A. D., Ramadhan, M., 2012, Studi Kegempaan Area Selat Sunda dan Sekitarnya Berdasarkan Hasil Relokasi Hipocenter Menggunakan Metode Double-Difference, *JTM*. Vol. XXI. No. 4/2012.
- Nugraha, A. D., Rachman, T. D., 2012, Penentuan Model 1-D Kecepatan Gelombang P dan Relokasi Hipocenter Secara Simultan Untuk Data Gempa Bumi Yang Berasosiasi Dengan Sesar di Sumatera di Wilayah Aceh dan Sekitarnya, *JTM*. Vol. XIX. No.1/2012.
- Sieh, K., dan Natawidjaja, D.H., 2000. Neotectonics of the Sumatran fault, Indonesia: *Journal. Geophys. Res.*, 105, 28,295–28,326.
- Sunarya, D., Mudamakin, P. B., Pratama, D. IP., 2012, Analisa Pola Subduksi Pulau Jawa Dengan Metoda (Irisan Vertikal) Vertical Section.
- Supriyanto, E., 2007, *Analisis Data Geofisika: Memahami Teori Inversi*, Depok: Universitas Indonesia.
- Tektonik setting Jawa Barat. UTC [dikutip 19 Juni 2013]. Tersedia dari: <<http://www.fitb.itb.ac.id/great/?p=62>>. Pada: 23 Februari 2014, 10:55.
- Tektonik setting Jawa Barat. UTC [dikutip 20 Juni 2013]. Diunduh dari: <<http://www.fitb.itb.ac.id/great/?p=622>>. Pada: 23 Februari 2014, 11:15.
- United State Geological Survey. (may 7, 1999).inside the earth. Diunduh dari: <<http://earthquake.usgs.gov/research/data/slab/>>. Pada: 23 Februari 2014, 11:56.
- United Stated Geological Survey. (Desember 01, 2010B 16:19:40 UTC). Slab Models for Subduction Zones. Diunduh dari: <<http://earthquake.usgs.gov/research/data/slab/>>. Pada: 12 Februari 2014, 10:50.
- United Stated Geological Survey. (September 9, 2011). Historical prespective. Diunduh dari: <<http://pubs.usgs.gov/learn/glossary/?term=fault%20plane>>. Pada: 10 Februari 2014, 21:15.
- United Stated Geological Survey. (June 08, 2012A 19:55:47 UTC). Earthquake Glossary–fault lane. Diunduh dari: <<http://pubs.usgs.gov/learn/glossary/?term=fault%20plane>>. Pada: 09 Februari 2014, 21:30.
- Zen, M. T, 2009, *Mengelola Risiko bencana di Negara Maritim Indonesia*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.