

## PERKEMBANGAN STRUKTUR GEOLOGI PADA KALA PLIO-PLEISTOSEN DI ZONA SESAR CIMANDIRI, SEGMENT SAGULING, JAWA BARAT

T. Noorputri<sup>1\*</sup>, S.N. Jati<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Geologi, Universitas Sriwijaya, Palembang  
Corresponding author: tarivia.noorputri@gmail.com

**ABSTRAK:** Pulau Jawa terbentuk pada aktif margin dari dua lempeng yang bersifat konvergen. Proses tektonik tersebut menyebabkan terbentuknya struktur geologi di pulau ini. Lokasi penelitian secara keruangan terdapat pada Cekungan Bogor, tepatnya zona Sesar Cimandiri, Segmen Saguling. Penelitian bertujuan untuk menganalisis perkembangan struktur geologi yang terbentuk pada kala Pliosen-Pleistosen di daerah penelitian. Metode penelitian dilakukan dengan observasi lapangan, akumulasi data, dan analisis studio. Berdasarkan hasil analisis struktur geologi daerah penelitian didapatkan lima struktur geologi, yaitu tiga lipatan dan dua sesar. Struktur lipatan yang berkembang pada daerah penelitian meliputi Antiklin Rajamandala, Sinklin Cipanas dan Antiklin Saguling. Antiklin Rajamandala memiliki *hinge surface* N224°E/81°, Sinklin Cipanas dengan N055°E/86° dan Antiklin Saguling N051°E/88°E. Struktur sesar yang terbentuk di daerah penelitian yakni Sesar Citarum dan Sesar Pasir Pogor, dimana keduanya termasuk dalam jenis sesar mendatar kiri (*sinistral*). Sesar Citarum ditemukan pada dua lokasi pengamatan dengan kedudukan N005°E/76° dan N022°E/86°, sedangkan Sesar Pasir Pogor pada satu lokasi pengamatan dengan kedudukan N028°E/87°. Sesar Citarum memotong Antiklin Rajamandala, Sinklin Cipanas dan Antiklin Saguling dengan jarak pergerakan sejauh 200-500 meter, kemudian Sesar Pasir Pogor memotong dengan jarak pergerakan sejauh 50-150 meter. Mekanisme perkembangan struktur geologi daerah penelitian terbentuk pada fase kompresi Pliosen-Pleistosen. Hal ini ditandai terbentuknya ketiga struktur lipatan berupa sinklin dan antiklin yang membuat Formasi Rajamandala dan Formasi Citarum terlipat dengan tegasan utama berturut-turut berarah 10°,N152°E, 03°,N325°E serta 06°,N136°E. Selanjutnya, kehadiran sesar mendatar kiri (*sinistral*) dengan tegasan utama 18°,N322°E dan 18°,N341°E yang berorientasi Barat Laut-Tenggara. Pola lipatan dengan arah Timur Laut-Barat Daya ini termasuk bagian dari zona Sesar Cimandiri.

**Kata Kunci:** Cimandiri, Struktur, Sesar, Lipatan, Plio-Pleistosen

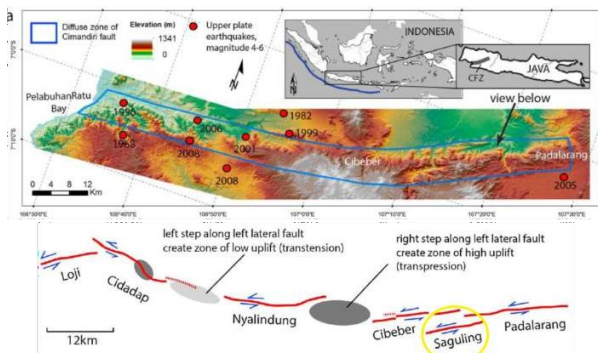
**ABSTRACT:** Java Island is formed on the active margins of two convergent plates. This tectonic process led to the formation of the geological structure on this island. The research location is spatially located in the Bogor Basin, to be precise the Cimandiri Fault zone, Saguling Segment. The research aims to analyze the development of the geological structures formed during the Pliocene-Pleistocene period in the study area. The research method was carried out by field observation, data accumulation, and studio analysis. Based on the results of the geological structure analysis of the study area, there are five geological structures, namely three folds and two faults. The fold structures that developed in the study area included the Rajamandala Anticline, Cipanas Syncline and Saguling Anticline. The Rajamandala anticline has a N224°E/81° hinge surface, Cipanas Syncline with N055°E/86° and Saguling Anticline N051°E/88°. The fault structures formed in the study area are the Citarum Fault and the Pasir Pogor Fault, both of which are classified as left horizontal (*sinistral*) faults. The Citarum Fault was found at two observation locations with the position N005°E/76° and N022°E/86°, while the Pasir Pogor Fault at one observation location was N028°E/87°. The Citarum Fault cuts the Rajamandala Anticline, Cipanas Syncline and Saguling Anticline with a movement distance of 200-500 meters, then the Pasir Pogor Fault cuts with a movement distance of 50-150 meters. The development mechanism of the geological structure of the study area was formed in the Pliocene-Pleistocene compression phase. This is indicated by the formation of the three fold structures in the form of syncline and anticline which make the Rajamandala Formation and the Citarum Formation folded with the main stress, respectively, with directions of 10°,N152°E, 03°,N325°E and 06°,N136°E. Furthermore, the presence of a left horizontal fault (*sinistral*) with a main stress of 18°,N322°E and 18°,N341°E which is oriented Northwest-Southeast. This fold pattern with the Northeast-Southwest direction is part of the Cimandiri Fault zone.

**Keywords:** Cimandiri, Structure, Faults, Folds, Plio-Pleistocene

PENDAHULUAN

Pulau Jawa terletak di bagian selatan dari Paparan Sunda yang terbentuk dari hasil pergerakan Lempeng Hindia-Australia terhadap Lempeng Eurasia yang bergerak secara simultan. Posisi dari subduksi lempeng yang berorientasi Barat-Timur di selatan Pulau Jawa menyebabkan gaya kompresional yang bekerja di pulau ini dominan berarah Utara-Selatan. Proses tektonik lempeng yang terus terjadi itu turut membentuk struktur geologi yang diwakili oleh pola-pola kelurusan yang terdapat di Pulau Jawa, yaitu Pola Meratus, Pola Sunda dan Pola Jawa.

Pergerakan subduksi lempeng ini membuat berbagai perubahan pada rangkaian tektonik di Pulau Jawa, terlebih pada bagian Jawa Barat. Daerah penelitian berada di daerah Cihea dan sekitarnya, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat. Secara fisiografis berada pada Cekungan Bogor dengan ruang lingkup pada zona Sesar Cimandiri, tepatnya Segmen Saguling (Marliyani et al., 2016) (Gambar 1).



Gambar 1 Sesar Cimandiri segmen Saguling (Marliyani et al., 2016)

Cekungan Bogor telah beberapa kali mengalami perubahan karena perpindahan posisi zona subduksi. Cekungan ini mulanya merupakan cekungan depan busur (*fore-arc basin*) pada Kala Eosen-Oligosen, kemudian berubah menjadi cekungan belakang busur (*back-arc basin*) ketika terjadi perpindahan posisi zona subduksi pada Kala Oligosen-Miosen. Tidak berhenti sampai di situ, aktivitas tektonik yang terjadi pada Plio-Pleistosen menyebabkan Cekungan Bogor menempati jalur magmatik yang terus berlangsung hingga kini. Menurut Simanjuntak (1996), tanpa disadari, proses perpindahan zona subduksi ini tidak hanya menyebabkan perubahan pada tatanan tektonik di Pulau Jawa, namun turut mengaktifkan struktur geologi yang telah terbentuk sebelumnya (Tabel 1).

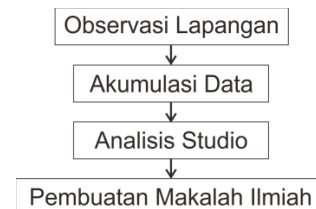
Tabel 1 *State of art* penelitian terdahulu

Peneliti	Tektonik	Struktur
Haryanto, Iyan. 2017. <i>Tektonik Sesar Cimandiri, Jawa Barat.</i>		
Marliyani, G.I. 2016. <i>Characterization of slow slip rate faults in humid area: Cimandiri fault zone.</i>		
Simanjuntak, T.O. 1996. <i>Neogene Tectonics and Orogenesis of Indonesia.</i>		

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perkembangan struktur geologi yang terbentuk pada Kala Pliosen hingga Pleistosen pada lokasi penelitian. Selain itu juga untuk memahami pola kelurusan struktur yang ada. Dengan demikian, dapat diidentifikasi arah gaya yang mengontrol struktur geologi di daerah ini.

METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini, antara lain observasi lapangan, akumulasi data, dan analisis studio (Gambar 2). Observasi lapangan dilakukan untuk pembuktian keterdapatn struktur geologi seta pengukuran data lapangan. Pengukuran yang dilakukan antara lain pengukuran kedudukan batuan, bidang sesar, jarak pergerakan, serta struktur garis. Akumulasi data dilakukan setelah observasi lapangan. Tahap ini berguna untuk mengumpulkan maupun memisahkan struktur geologi yang didapatkan di lapangan sesuai dengan jenis data dan strukturnya. Analisis studio dilakukan untuk mengolah hasil data lapangan menggunakan analisis stereografis. Pada tahap ini didapatkan hasil penamaan serta tegasan utama pembentuk struktur geologi. Penamaan struktur dari hasil analisis studio menggunakan klasifikasi Fossen (2010) untuk sesar dan lipatan, serta Rickard (1972) untuk penamaan sesar.



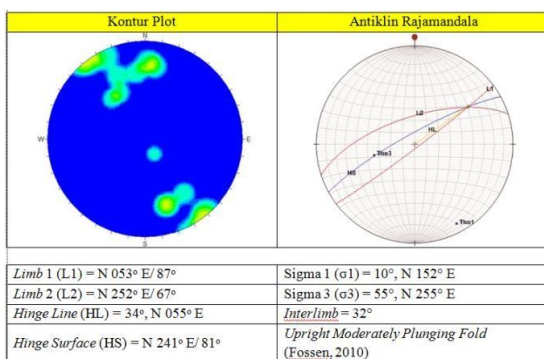
Gambar 2 Metode penelitian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis struktur geologi daerah penelitian, didapatkan lima struktur geologi yaitu tiga struktur lipatan dan dua struktur sesar. Struktur Lipatan berupa Antiklin Rajamandala, Sinklin Cipanas dan Antiklin Saguling sedangkan struktur sesar yang berkembang pada daerah penelitian, yakni Sesar Citarum dan Sesar Pasir Pogor yang keduanya termasuk dalam jenis sesar mendatar kiri (sinistra). Struktur lipatan yang berkembang di daerah penelitian relatif berorientasi Timur-Barat dan Timur Laut-Barat Daya, hal tersebut dikarenakan adanya gaya kompresi tektonik dari subduksi lempeng di selatan Pulau Jawa yang relatif berorientasi Utara-Selatan dan dipengaruhi oleh sesar mendatar kiri (sinistral) yang terbentuk pada daerah penelitian. Kedua sesar tersebut relatif berorientasi Utara Timur Laut-Selatan Barat Daya, dengan gaya kompresi yang berarah Utara Barat Laut-Selatan Tenggara. Kehadiran sesar mendatar ini turut mempengaruhi orientasi lipatan pada daerah ini. Oleh karena itu, dapat diinterpretasikan bahwa struktur lipatan yang hadir pada daerah penelitian termasuk ke dalam bagian dari zona Sesar Cimandiri, Segmen Saguling.

### Antiklin Rajamandala

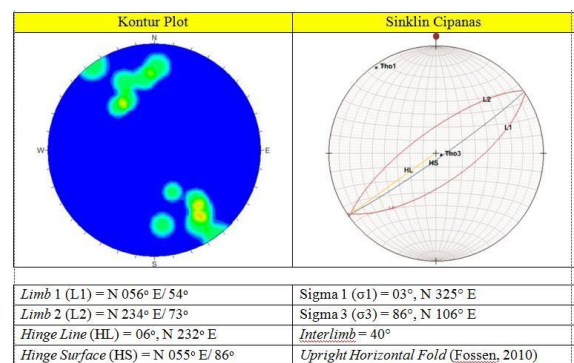
Antiklin Rajamandala merupakan hasil rekonstruksi dari kedudukan lapisan batuan di sekitarnya. Lokasi pengambilan data berada di tengah petakan daerah penelitian. Himpunan kedudukan tersebut diproyeksikan ke dalam analisis stereografis, sehingga diperoleh kedudukan sayap lipatan  $N053^{\circ}E/87^{\circ}$  dan  $N252^{\circ}E/67^{\circ}$ , *hinge line*  $34^{\circ}, N055^{\circ}E$  dan *hinge surface*  $N241^{\circ}E/81^{\circ}$ . Antiklin Rajamandala memiliki tegasan maksimum ( $\sigma_1$ ) yang berarah  $10^{\circ}, N152^{\circ}E$  dan tegasan minimum ( $\sigma_3$ )  $55^{\circ}, N255^{\circ}E$ . Berdasarkan hasil analisis tersebut, maka Antiklin Rajamandala termasuk ke dalam jenis *Upright Moderately Plunging Fold* (Fossen, 2010) (Gambar 3).



Gambar 3 Analisis stereografis Antiklin Rajamandala.

### Sinklin Cipanas

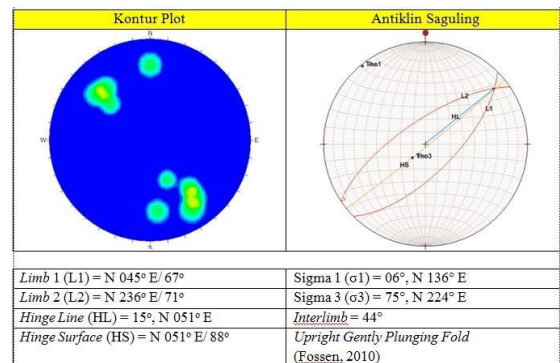
Sinklin Cipanas diperoleh dari hasil rekonstruksi kedudukan batuan yang terdapat pada Desa Cipanas dan sekitarnya. Lokasi pengambilan data berada pada Formasi Citarum, yakni pada lithologi batupasir, batulanau dan breksi. Data tersebut kemudian diproyeksikan ke dalam stereografis, sehingga didapatkan kedudukan sayap  $N056^{\circ}E/54^{\circ}$  dan  $N234^{\circ}E/73^{\circ}$ , *hinge line*  $06^{\circ}, N232^{\circ}E$  dan *hinge surface*  $N055^{\circ}E/86^{\circ}$ . Tegasan maksimum ( $\sigma_1$ ) dari Antiklin Rajamandala berarah  $03^{\circ}, N325^{\circ}E$  dengan tegasan minimum ( $\sigma_3$ )  $86^{\circ}, N106^{\circ}E$ . Berdasarkan hasil analisis tersebut, maka Sinklin Cipanas termasuk ke dalam jenis *Upright Horizontal Fold* (Fossen, 2010) (Gambar 4).



Gambar 4 Analisis stereografis Sinklin Cipanas.

### Antiklin Saguling

Antiklin Saguling merupakan hasil rekonstruksi kedudukan batuan yang berada pada Desa Saguling dan sekitarnya. Lithologi yang mengalami perlipatan antiklin ini berupa batupasir dan breksi Formasi Citarum. Hasil dari plotting data kedudukan tersebut, didapatkan sayap lipatan  $N045^{\circ}E/67^{\circ}$  dan  $N236^{\circ}E/71^{\circ}$ , *hinge line*  $15^{\circ}, N051^{\circ}E$  dan *hinge surface*  $N051^{\circ}E/88^{\circ}$ . Antiklin Rajamandala memiliki tegasan



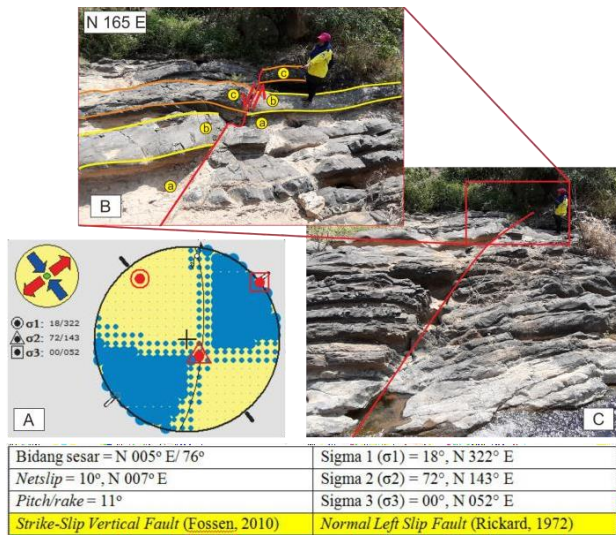
Gambar 5 Analisis stereografis Antiklin Saguling.

maksimum ( $\sigma_1$ ) yang berarah  $06^\circ, N136^\circ E$  dan tegasan minimum ( $\sigma_3$ ) berarah  $75^\circ, N224^\circ E$ . Berdasarkan hasil analisis tersebut, maka Antiklin Saguling termasuk ke dalam jenis *Upright Gently Plunging Fold* (Fossen, 2010) (Gambar 5).

### Sesar Citarum

Sesar Citarum ditemukan pada dua lokasi pengamatan, yaitu pada Sungai Citarum dan Bukit Puncak Larang. Penamaan Sesar Citarum berdasarkan ditemukannya *offset* sesar pada Sungai Citarum dan *slickenside* pada Bukit Puncak Larang yang kemudian dikorelasikan dengan data kelurusan dari *Digital Elevation Model Nasional* (DEMNAS). Secara kinematik, sesar ini merupakan sesar mendatar kiri (sinistral) dengan *keybed* lithologi batupasir dari Formasi Citarum. Kedudukan dari kedua sesar ini menunjukkan arah kemenerusan yang sama

Sesar Citarum yang tersingkap di tepian Sungai Citarum memotong lithologi batupasir Formasi Citarum. Jika dilihat secara kinematiknya, sesar ini merupakan sesar mendatar kiri (sinistral) dengan bidang sesar  $N005^\circ E/76^\circ$ . Setelah direkonstruksikan menggunakan analisis stereografis, didapatkan *netslip*  $10^\circ, N007^\circ E$  dengan *pitch*  $11^\circ$  dan tegasan utama ( $\sigma_1$ )  $18^\circ, N322^\circ E$  serta tegasan minimum ( $\sigma_3$ )  $00^\circ, N052^\circ E$ . Berdasarkan hasil rekonstruksi tersebut, didapatkan nama sesar *Strike-Slip Vertical Fault* (Fossen, 2010) atau *Normal Left Slip Fault* (Rickard, 1972) (Gambar 6).

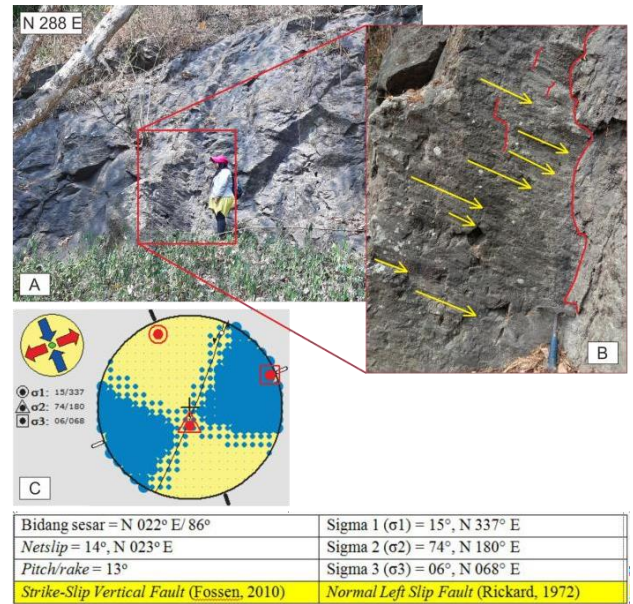


Gambar 6 (a) Analisis stereografis sesar, (b) *Keybed* Sesar Citarum pada Sungai Citarum (c) Kenampakan Sesar Citarum pada Sungai Citarum.

Kemenerusan Sesar Citarum ini tersingkap di sekitar Bukit Puncak Larang. Analisis sesar dilakukan berdasarkan data gores garis yang

ditemukan pada lapisan batupasir Formasi Citarum. Sesar ini memiliki kedudukan  $N022^\circ E/86^\circ$  dengan *netslip*  $14^\circ, N023^\circ E$  serta *pitch*  $13^\circ$ . Setelah dilakukan analisis stereografis, didapatkan bahwa tegasan maksimumnya ( $\sigma_1$ )  $15^\circ, N337^\circ E$  serta tegasan minimum ( $\sigma_3$ )  $06^\circ, N068^\circ E$ . Setelah dilihat dari data struktur garis dan struktur bidangnya, maka didapatkan penamaan *Strike-Slip Vertical Fault* (Fossen, 2010) atau *Normal Left Slip Fault* (Rickard, 1972) (Gambar 7).

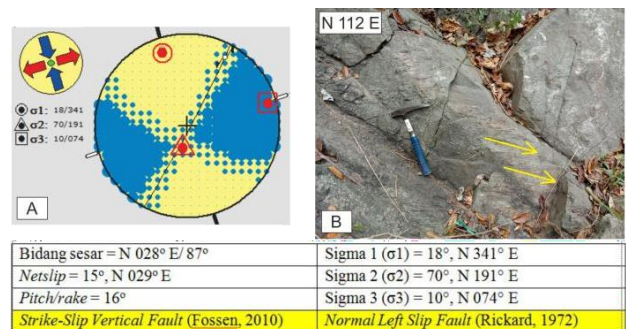
Gambar 7 (a) Kenampakan Sesar Citarum pada Bukit



Puncak Larang, (b) *Slickenside* Sesar Citarum, (c) Analisis stereografis sesar.

### Sesar Pasir Pogor

Sesar ini tersingkap di sekitar Bukit Pasir Pogor dengan lithologi batupasir dari Formasi Citarum. Data yang ditemukan berupa keterdapatan *slickenside* pada

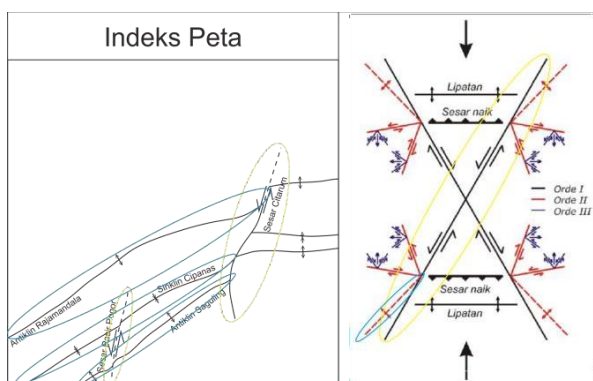


Gambar 8 (a) Analisis stereografis sesar, (b) Kenampakan *slickenside* Sesar Pasir Pogor.

singkapan batuan, dengan kedudukan bidang sesar  $N028^\circ E/87^\circ$  dan *netslip*  $15^\circ, N029^\circ E$  dengan *rake*  $16^\circ$ .

Hasil analisis stereografis dari Sesar Pasir Pogor ini menunjukkan bahwa tegasan maksimumnya ( $\sigma_1$ ) berarah  $18^\circ, N341^\circ E$  serta tegasan minimum ( $\sigma_3$ )  $10^\circ, N074^\circ E$ . (Gambar 8). Setelah dilakukan pemberian nama sesar, didapatkan penamaan *Strike-Slip Vertical Fault* (Fossen, 2010) dan juga *Normal Left Slip Fault* (Rickard, 1972).

Identifikasi pola perkembangan struktur geologi daerah penelitian menggunakan konsep *wrench fault* (Moody and Hill, 1956). Konsep ini mengacu pada sistem *pure shear* yang disebabkan oleh satu sumbu gaya kompresi. Mekanisme perkembangan struktur geologi daerah penelitian terbentuk pada fase kompresi Pliosen- Pleistosen yang menyebabkan terbentuknya jalur lipatan dan sesar. Kegiatan tektonik ini menghasilkan struktur lipatan yang berarah Timur Timur Laut-Barat Barat Daya. Kemudian terbentuklah Sesar Citarum dan Sesar Pasir Pogor dengan kedudukan  $N005^\circ E/76^\circ$ ,  $N022^\circ E/86^\circ$ , dan  $N028^\circ E/87^\circ$  pada daerah penelitian yang turut mempengaruhi orientasi lipatan pada daerah ini. Berdasarkan Moody and Hills (1956), Sesar Citarum memotong Antiklin Rajamandala, Sinklin Cipanas dan Antiklin Saguling dengan jarak pergerakan sejauh 200-500 meter, kemudian Sesar Pasir Pogor memotong dengan jarak pergerakan sejauh 50-150 meter. Kemenerusan sesar ini termasuk pada pembentukan struktur orde pertama (Gambar 8). *Hinge surface* Antiklin Rajamandala, Sinklin Cipanas dan Antiklin Saguling ini secara berturut-turut menjadi  $N241^\circ E/81^\circ$ ,  $N055^\circ E/86^\circ$  dan  $N051^\circ E/88^\circ$ . Hal ini menunjukkan bahwa orientasi lipatan pada Segmen Saguling ini termasuk dalam orde kedua (Gambar 9).



Gambar 9 Konsep Moody and Hills (1956) yang dibandingkan dengan indeks peta daerah penelitian.

## KESIMPULAN

Struktur geologi daerah penelitian terdiri dari tiga struktur lipatan dan dua struktur sesar. Struktur sesar berupa Sesar Citarum dan Sesar Pasir Pogor yang terbentuk pada orde pertama, sedangkan struktur lipatan berupa Antiklin Rajamandala, Sinklin Cipanas dan Antiklin Saguling yang terbentuk pada orde kedua. Orientasi ketiga lipatan yang terbentuk saat ini merupakan pengaruh dari pergerakan Sesar Citarum dan Sesar Pasir Pogor. Gaya utama pembentuk Sesar Citarum berasal dari  $18^\circ, N322^\circ E$  serta  $15^\circ, N337^\circ E$ , sedangkan Sesar Pasir Pogor berarah  $18^\circ, N341^\circ E$ . Tegasan maksimum Antiklin Rajamandala berasal dari  $10^\circ, N152^\circ E$ , kemudian Sinklin Cipanas bearah  $03^\circ, N325^\circ E$ , dan Antiklin Saguling  $06^\circ, N136^\circ E$ .

## DAFTAR PUSTAKA

- Fossen, H. (2010). *Structural Geology*. New York: Cambridge University Press.
- Haryanto, Iyan. (2006). Struktur Geologi Paleogen dan Neogen di Jawa Barat. *Bulletin of Scientific Contribution*. Vol. 4, No. 1: 88-95
- Marliyani, G. I., dan Ramon A. (2016). Characterization of slow slip rate faults in humid areas: Cimandiri Fault Zone, Indonesia. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*
- Moody, J. D., dan Hill, M. J. (1956). Wrench-Fault Tectonics. *Bulletin of the Geological Society of America* vol. 67 (1956): 1207 – 1246.
- Rickard, M. J. (1972). *Fault Classification*, Bulletin American Geology Society
- Simanjuntak, T. O. (1996). Neogene Tectonics and Orogenesis of Indonesia, *Geological Society Malaysia Bulletin*: 43-64