

MODEL DEFORMASI GETAS DI ZONA SESAR KALIGARANG, SEMARANG  
*BRITTLE DEFORMATION MODEL OF THE KALIGARANG FAULT ZONE, SEMARANG*

Fahrudin dan Tri Winarno

Prodi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang

Sari

Kegiatan tektonik di Kota Semarang menyebabkan terbentuknya sesar. Identifikasi sesar dan struktur penyerta yang tepat akan memberikan pemahaman kinematika dan dinamika dari Zona Sesar Kaligarang. Zona Sesar Kaligarang sudah terbentuk sejak Tersier dengan orientasi sistem tegasan  $\sigma_1 = 37^\circ, N158^\circ E$ ,  $\sigma_2 = 45^\circ, N12^\circ E$ ,  $\sigma_3 = 30^\circ, N244^\circ E$ , yang mengindikasikan pergeseran mendatar mengiri. Setelah itu pada Plio-Plistosen mengalami reaktivasi dengan pergeseran mendatar manganan yang ditunjukkan oleh orientasi sistem tegasan  $\sigma_1 = 51^\circ, N185^\circ E$ ,  $\sigma_2 = 30^\circ, N205^\circ E$ ,  $\sigma_3 = 8^\circ, N275^\circ E$ . Selain itu, kelurusan di sekitar Sesar Kaligarang mempunyai arah NEE-SWW sampai NWW-SEE. Struktur ini disebabkan oleh aktivitas Gunung Unggaran.

Kata kunci: Sesar Kaligarang, sistem tegasan, reaktivasi, mendatar mengiri, mendatar manganan

Abstract

*Tectonic activities in Semarang have resulted fault formations. A proper identification on faults and subsidiary structures will provide understanding on the kinematic and dynamic of the Kaligarang Fault. The Kaligarang Fault Zone has been formed since the Tertiary time with stress system orientation of  $\sigma_1 = 37^\circ, N158^\circ E$ ,  $\sigma_2 = 45^\circ, N12^\circ E$ ,  $\sigma_3 = 30^\circ, N244^\circ E$  indicating left lateral displacement. Afterwards during Plio-Pleistocene, the Kaligarang Fault Zone was reactivated with right lateral displacement as indicated by stress system orientation of  $\sigma_1 = 51^\circ, N185^\circ E$ ,  $\sigma_2 = 30^\circ, N205^\circ E$ ,  $\sigma_3 = 8^\circ, N275^\circ E$ . Beside that, the lineaments at surroundings of the Kaligarang Fault have NEE-SWW until NWW-SEE directions. This structures were caused by the Unggaran activities.*

*Keywords: Kaligarang Fault, stress system, reactivated, left lateral right lateral*

Pendahuluan

Latar Belakang

Penelitian mengenai aktivitas tektonik di Semarang yang dilakukan oleh Thanden dkk. (1996) menyatakan bahwa kegiatan tektonik paling akhir di Semarang terjadi pada Plio-Plistosen. Simandjuntak (2003) menyatakan bahwa di selatan Semarang terdapat sesar naik (*thrust fault*). Sesar ini dipotong oleh sesar mendatar yang berarah baratlaut-tenggara atau timurlaut-baratdaya, diantaranya sesar Kaligarang. Pramumijoyo (2000) menulis bahwa sesar-sesar aktif di Semarang adalah hasil tekanan pada arah utara-selatan. Sesar naik yang aktif memotong batuan berumur Plistosen Akhir maupun yang lebih tua. Menurut Helmy (2008) bahwa Sesar Kaligarang merupakan sesar geser yang memiliki

arah relatif utara-selatan ( $N5^\circ E - N185^\circ E$ ). Poedjoprajitno dr. (2008) menyatakan bahwa Sesar Kaligarang yang merupakan sesar aktif sejak zaman Tersier hingga Kuartar sebagai sesar geser mengiri.

Deformasi getas tercermin di permukaan sehingga dapat memahami Sesar Kaligarang dan struktur di sekitarnya. Penjelasan mengenai sesar tersebut terkait dengan aspek dinamika dan kinematika Sesar Kaligarang serta fase tektoniknya.

Permasalahan

Zona Sesar Kaligarang merupakan hasil deformasi getas sehingga rekaman pensesaran pastinya juga terekam dalam batuan baik skala makro, meso dan mikro. Permasalahan utama dalam penelitian adalah bagaimana mengkombinasikan penelitian tektonik multiskala untuk mengetahui kinematika dan dinamika Zona Sesar Kaligarang.



Gambar 1. Daerah penelitian di sekitar Sungai Kaligarang, Semarang.

## Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses pensesaran yang terjadi di Zona Sesar Kaligarang sehingga diketahui kinematika dan dinamika. Penelitian juga memetakan struktur geologi terinci pada lokasi terpilih.

## Lokasi

Lokasi penelitian berada di sepanjang Sungai Kaligarang yang berada di Kota Semarang, Jawa Tengah

## Metodologi

Analisis diawali dengan membuat kelurusan struktur dari citra SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) dan IKONOS. Kemudian melakukan pemetaan geologi dan struktur geologi di sepanjang Sungai Kaligarang.

Data pengukuran lipatan, sesar dan kekar dianalisis dengan menggunakan stereonet untuk mengetahui kinematika sesar dan arah tegasan utama sehingga diketahui orde tektoniknya.

## Kondisi Geologi

Kondisi geologi (Gambar 2B dan 2C) di Sekitar Semarang berupa batuan sedimen laut yaitu Formasi Kerek dan Kalibeng berumur Miosen Awal – Pliosen. Secara tidak selaras diendapkan batuan vulkanik klastik Unggaran tua yaitu Formasi Kaligetas dan Damar, kemudian aktivitas vulkanik terakhir ditandai oleh endapan Unggaran muda yaitu Formasi Kaligesik, Formasi Gajah Mungkur, Formasi Jongkang dan Formasi Kemalon dan Sengkuh.

## Analisis dan Hasil

### Kelurusan citra SRTM dan IKONOS

Kelurusan citra SRTM diasumsikan akibat tektonik Tersier (garis merah) dan tektonik Kuarter (garis kuning). Kelurusan tersebut didominasi arah NEE-SWW sampai NWW-SEE, yang mengelilingi Gunung Unggaran di sebelah utara dan timur laut (Gambar 2A). Kelurusan EW terpotong oleh kelurusan NS. Pada diagram mawar tektonik Tersier ada tiga arah kelurusan yaitu NW-SE, NEE-SWW, dan N-S (Gambar 3A). Sedangkan diagram mawar tektonik Kuarter arah kelurusan berkembang pada tiga arah tersebut ditambah dengan arah yang dipengaruhi akitivitas vulkanik Gunung Unggaran yaitu NWW-SEE sampai NEE-SWW (Gambar 3B).

Kelurusan citra IKONOS berupa tubuh sungai, morfologi yang memisahkan daerah tinggi dan rendah (lembah) berupa kelurusan *up/down* (U/D), dan pembelokan sungai. Pada zona 1, pola kelurusan berarah NS berupa lembah yang dikelilingi tebing *up/down* (U/D) dengan arah NW-SE dan NE-SW. Pada zona 2, pola kelurusan berarah N-S dan NW-SE serta lembah dengan pola tebing *up/down* (U/D) berarah N-S. Pada zona 3, pola kelurusan pola NW-SE mengikuti jalur intrusi. Zona 1 dan 2 merupakan daerah yang mengalami *restraining* (Gambar 4).

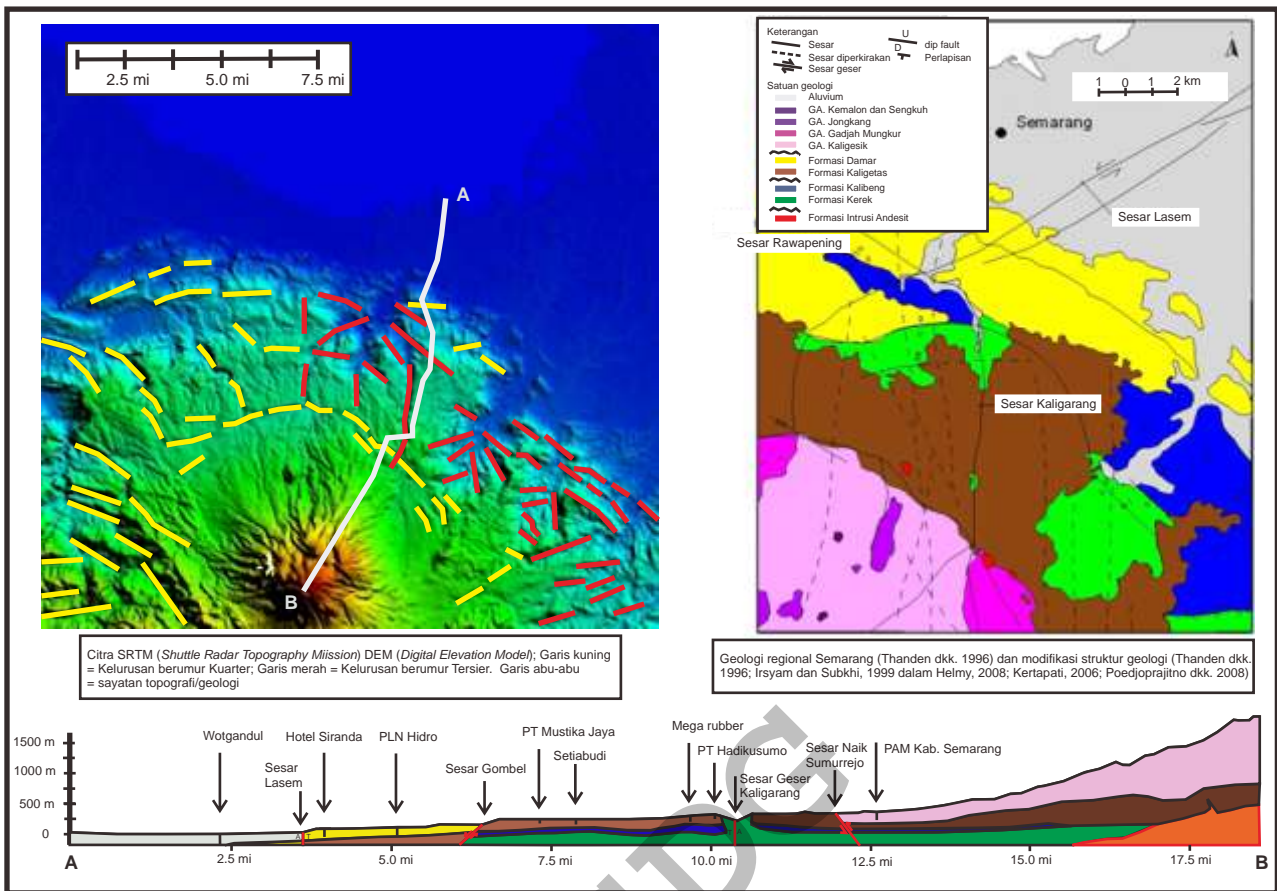
### Pemetaan Geologi

Pemetaan geologi difokuskan pada struktur geologi (Gambar 5) sedangkan kondisi terinci geologi hanya dilakukan di tiga tempat yaitu Sumurrejo, Pakintelan, dan Tinjomoyo.

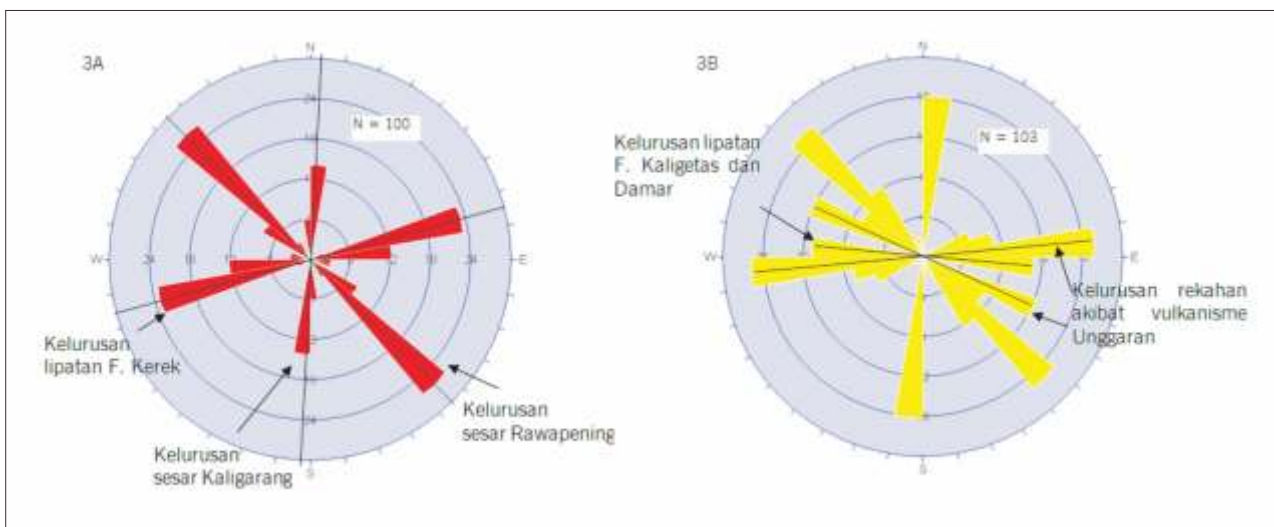
#### A. Sumurrejo

Daerah ini tersusun oleh batuan Formasi Kaligetas. Batuan ini tersusun atas konglomerat, batupasir, batulempung dan breksi. Terdapat sesar yang memisahkan breksi dan konglomerat. Di zona sesar telah mengalami perubahan fisik batuan sehingga menjadi batuan berukuran halus (*gouge* sesar). *Gouge* sesar mengalami pelapukan bertingkat yaitu lempung warna coklat tua, lempung warna putih, lempung warna hitam dan lempung warna hitam kebiruan, ada material pasir halus dan mulai ada fragmen (Gambar 6.1, 6.2, 6.3).

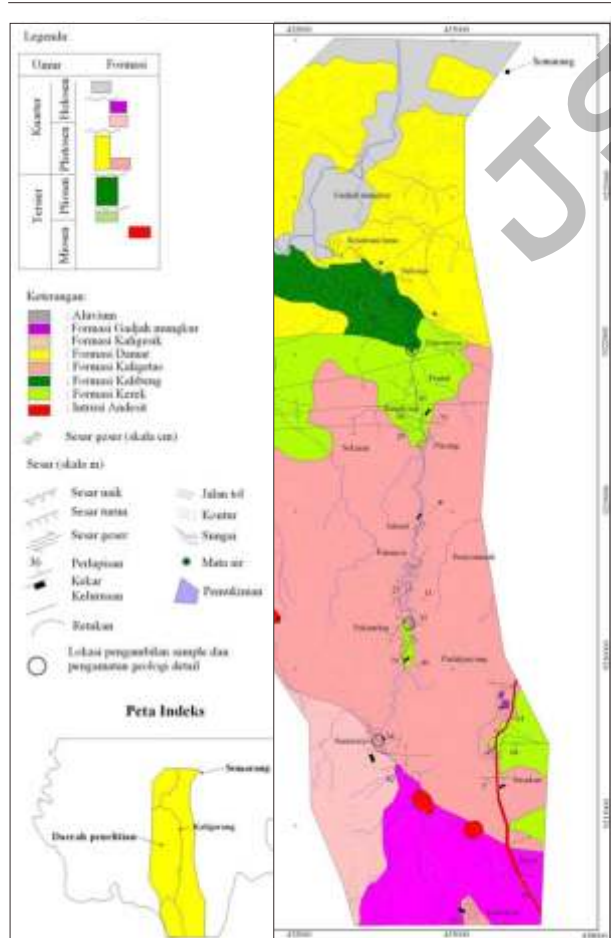
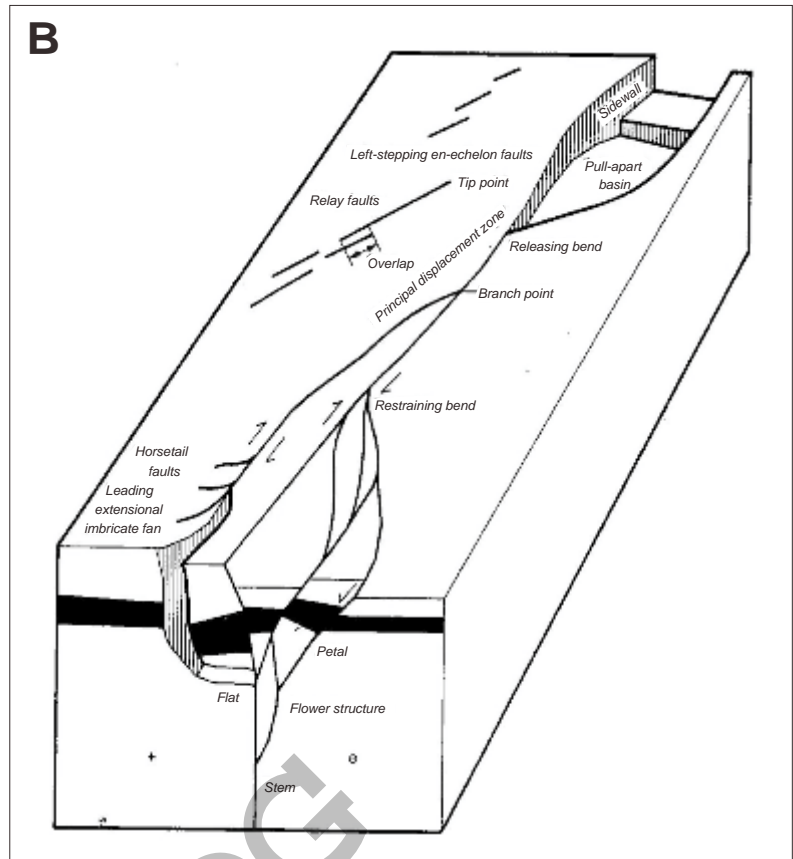
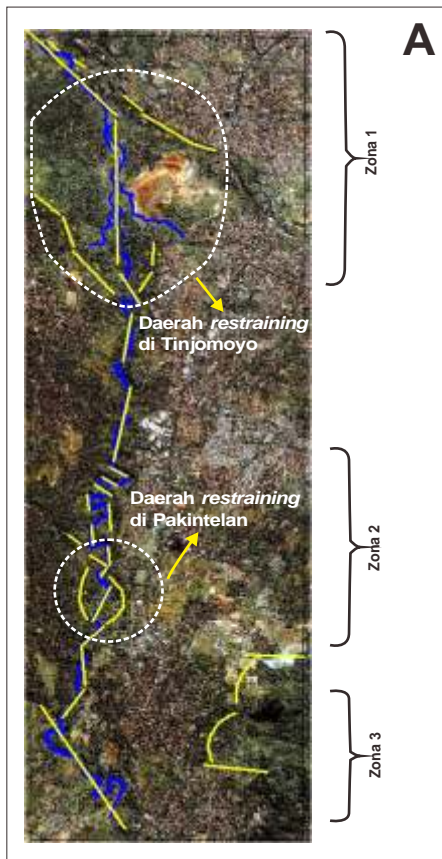
Di Mojo dijumpai sesar normal yang memotong batuan Formasi Gajah Mungkur berumur Holosen (Gambar 6.4), dan diinterpretasikan sebagai hasil dari kegiatan terakhir yang terjadi pada zaman Holosen. Di Kalianyar dijumpai sesar geser menganan yang memotong



Gambar 2A. Kelurusan citra SRTM, garis merah kelurusan Tersier dan garis kuning kelurusan Kuartar, 2B. Peta geologi regional, dan 2C. Penampangan geologi sayatan A-B.

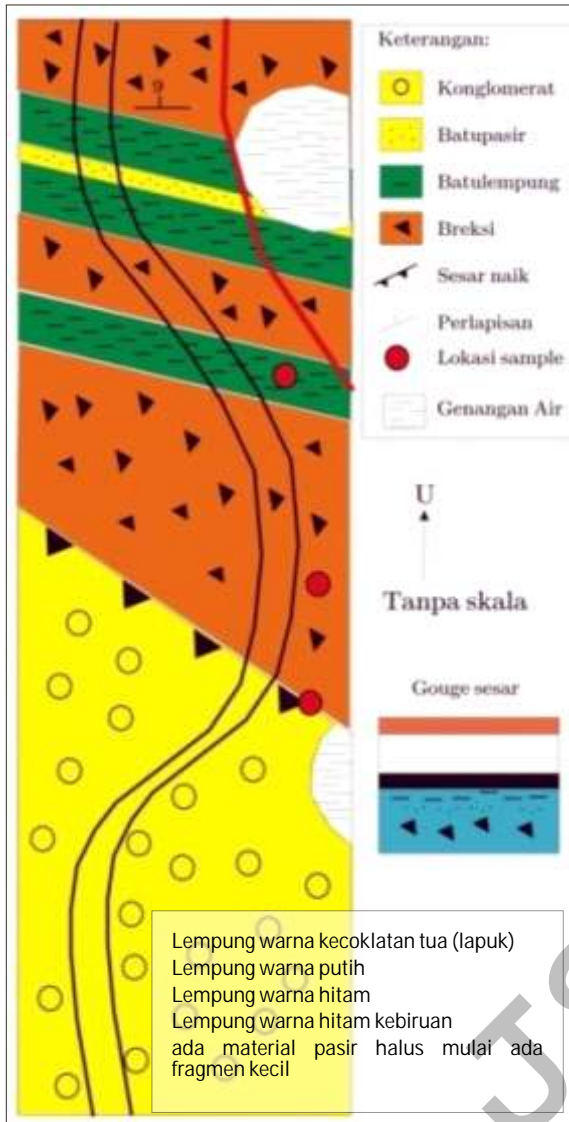


Gambar 3A. Diagram mawar kelurusan akibat tektonik Tersier, dan 3B, kelurusan akibat tektonik Kuartar.

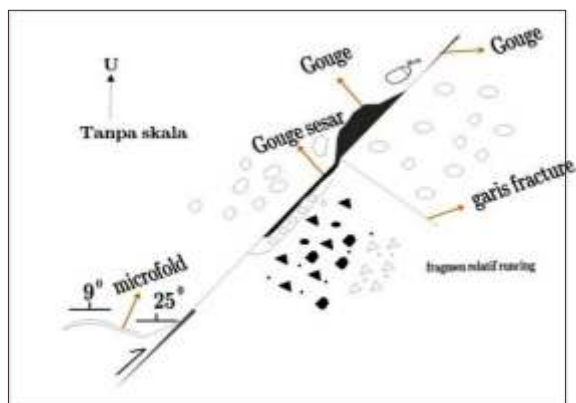


Gambar 4 A. Citra IKONOS (garis kuning = pola kelurusan dan garis biru = sungai). Lingkaran hitam merupakan keterdapat Formasi Kerek dan Kalibeng (umur tua) yang dikelilingi oleh Formasi Kaligetas dan Damar (umur muda), sehingga diinterpretasikan sebagai daerah *restraining* dalam sistem sesar geser.  
 B. Blok diagram yang menunjukkan bagian dari sesar geser, ada daerah yang mengalami *restraining* dan *releasing* (Davison, l., 1994).

Gambar 5. Peta geologi dan struktur geologi daerah Kaligarang dan sekitar (Modifikasi dari Thanden, dr. 1996).



Gambar 6. 1.Peta geologi daerah Sumurrejo.



Gambar 6.2. Sesar naik dan struktur penyerta serta gouge sesar di Sumurrejo.



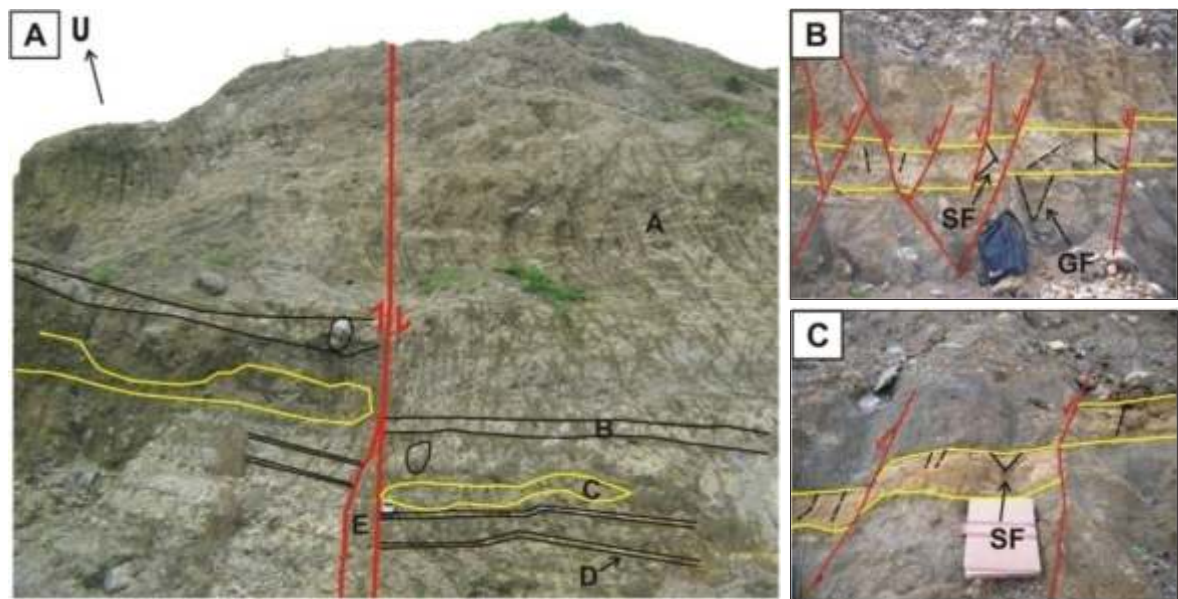
Gambar 6.3A. Bidang sesar naik dengan bidang sesar N154°E/59° dan *pitch* 56° pada breksi Formasi Kaligetas.



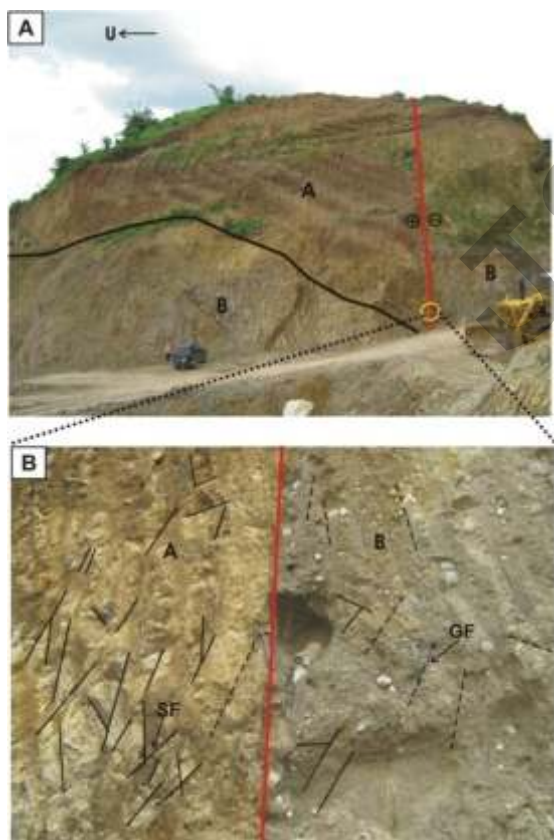
Gambar 6.3B. Bidang sesar naik pada dinding sebelah kanan dengan kekar *stepping* naik N175°E/65°, N155°E/65°, dan N130°E/50°.



Gambar 6.3C. *Slickenside*.



Gambar 6.4 A. Sesar turun dengan bidang sesar  $N93^{\circ}E/70^{\circ}$  yang memotong konglomerat (A), batupasir tuffan (B), breksi (C), tuff (D) dan breksi sesar (E) pada Formasi Gajah Mungkur berumur Holosen. B dan C. Kumpulan *stepping* sesar turun. SF = Kekar gerus dan GF = Kekar tarik.



Gambar 6.5. Sesar geser mengangan dengan bidang sesar  $N145^{\circ}E/90^{\circ}$  pada Formasi Kaligetas berumur Plistosen, (A) Batupasir, (B) Breksi. B. SF = Kekar gerus, dan GF = Kekar tarik. Pada batupasir menunjukkan struktur perlapisan normal dengan perlapisan  $N82^{\circ}E/36^{\circ}$ .

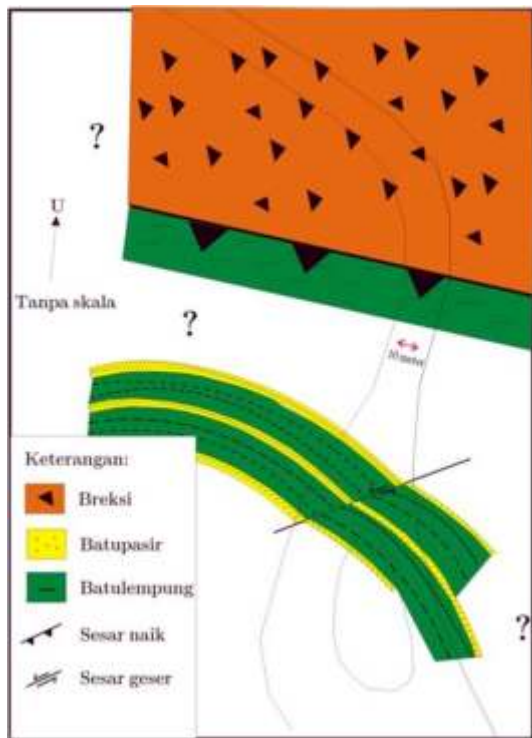
batuan Formasi Kaligetas berumur Plistosen (Gambar 6.5). Tektonik Plistosen ini juga menyebabkan sesar yang terjadi di Sumurrejo.

#### B. Pakintelan

Daerah ini tersusun oleh breksi Formasi Kaligetas dan batulempung Formasi Kerek. Singkapan terdapat di meander sungai dan ada bukit yang menyebabkan pembelokan sungai. Terdapat sesar naik, batulempung relatif naik terhadap breksi dengan dengan bidang  $N287^{\circ}E/76^{\circ}$ . Zona breksiasi tersusun atas *gouge* sesar dan breksi sesar. breksi sesar mengalami rekahan tinggi, matrik breksi sesar mempunyai ukuran butir lanau sampai pasir. *Gouge* sesar lapuk berwarna hitam, dinding rekahan berwarna hitam kemerahan (Gambar 7.1, 7.2, 7.3).

#### C. Tinjomoyo

Di sekitar Tinjomoyo dijumpai perlapisan napal, batulempung, dan batupasir. Napal berwarna coklat kehijauan terdapat fragmen batugamping berukuran kerikil-kerakal, ada proses oksidasi warna coklat kemerahan. Batulempung berwarna hitam, terdapat gores garis/striasi (seperti *gouge*), banyak rekahan. Di sebelah utara terdapat napal yang terkekarkan, kekar-kekar ini terisi oleh batulempung. Batupasir berwarna coklat dan mempunyai ukuran butir kasar. Batas antara batupasir dan batulempung merupakan batas sesar naik. Bidang drag fault adalah



Gambar 7.1. Peta geologi daerah Pakintalan.

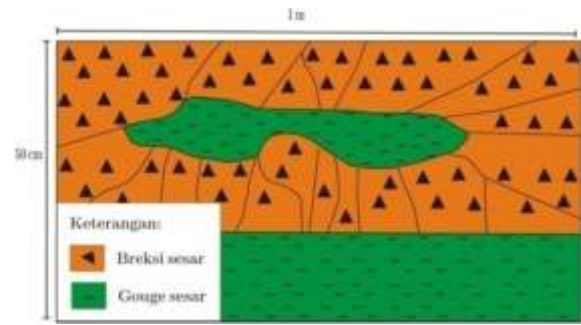
N260°E/61°. Sedangkan sebagai bidang *detachment* adalah batulempung, pada bidang ini terkekarkan sehingga terisi oleh material berukuran pasir kerikilan-kerakalan berwarna coklat. Pada batupasir sendiri banyak terdapat rekahan (Gambar 8.A, 8.B).

### Analisis Struktur

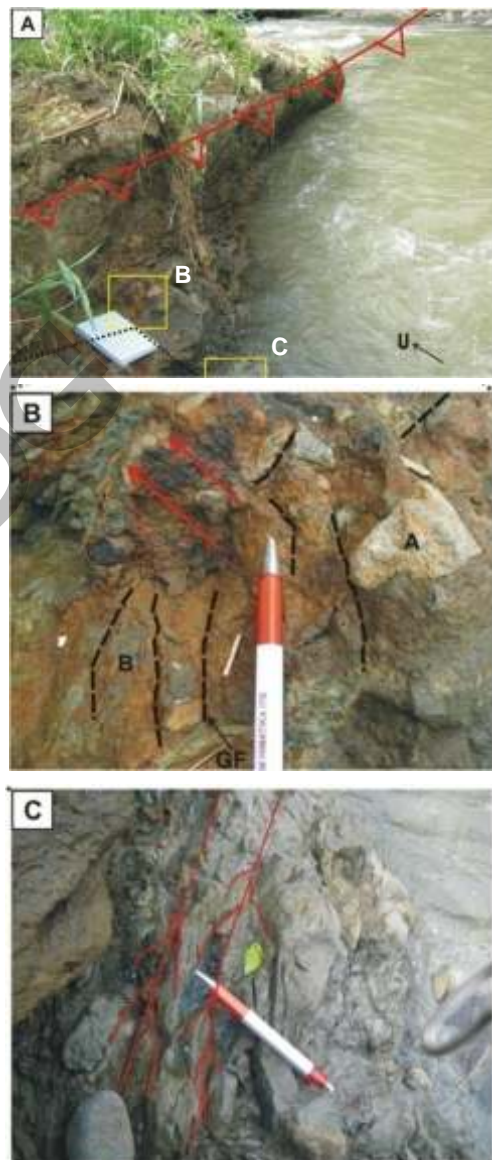
#### Sumurrejo

Bidang sesar naik dengan bidang sesar N154°E/59° dan *pitch* 56° pada breksi Formasi Kaligetas. Bidang sesar naik pada dinding sebelah kanan dengan kekar *stepping* naik N175°E/65°, N155°E/65°, dan N130°E/50°. Terdapat juga *slickenside*. Kekar di sekitar sesar yaitu kekar tarik dan kekar gerus (Tabel 1 dan Gambar 6.3).

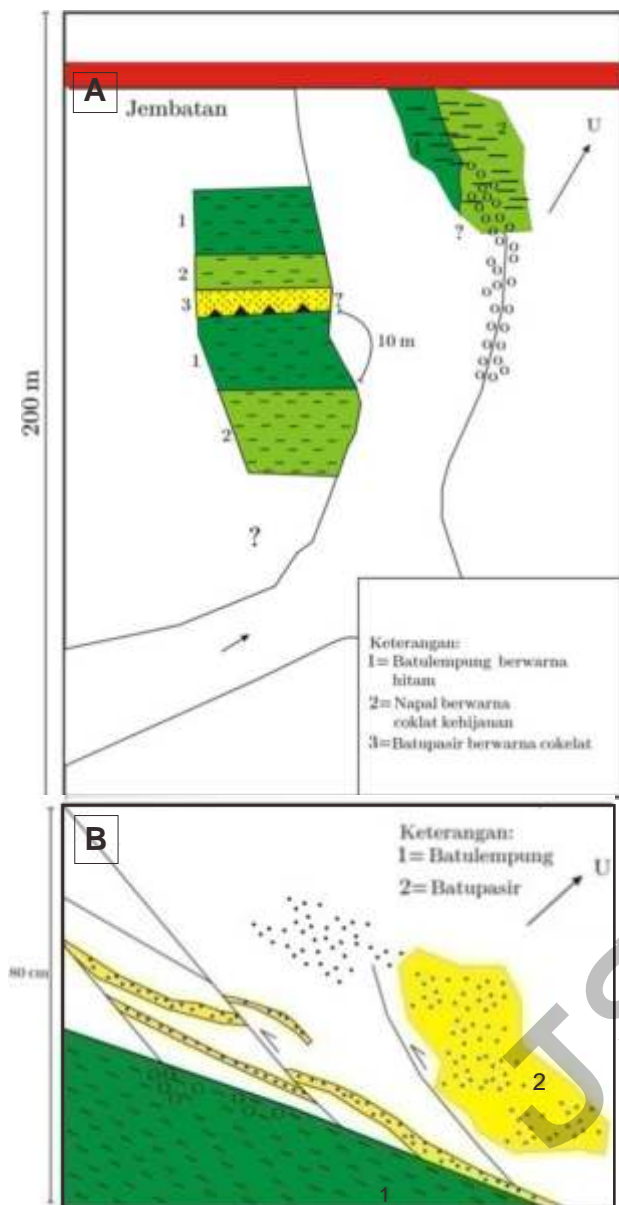
Analisis tegasan utama dari sesar diperoleh gaya sebagai berikut 1=37°, N158°E, 2=45°, N12°E, 3=30°, N244°E (Gambar 9.A), sedangkan dari kekar gerus diperoleh tegasan sebagai berikut 1 = 40°, N329°E, dan 3 = 18°, N77°E. Analisis stereonet tersebut diperoleh bidang kekar tarik (*gash fracture* (GF)) yaitu N165°E/61° dan N60°E/49° (Gambar 9.B). Sedangkan kekar tarik di lapangan mempunyai arah SW-W. Karena arah kekar tarik di lapangan relatif



Gambar7.2. Breksi dan gouge sesar di Pakintalan.



Gambar 7.3A. Sesar naik dengan bidang sesar N287°E/76° pada batas batuan breksi Formasi Kaligetas dan batulempung Formasi Kerek. 7.3B. Cermin sesar dengan arah 45°/N10°E, dimana (A) merupakan fragmen batuan, (B) adalah material lempung (*gouge*), GF = Kekar tarik dengan bidang N269°E/79°. 7.3C. Material lempung (*gouge*) dengan arah striasi N305°E, N110°E, dan N8°E.



Gambar 8. A Peta geologi daerah Tinjomoyo. B. Sesar naik dengan bidang *detachment* batulempung di Tinjomoyo.

sama dengan arah kekar di stereonet (Gambar 9.C) maka dapat disimpulkan kekar tersebut masih dalam satu orde tektonik.

### Pakintelan

Breksi sesar dari sesar naik terdapat di Pakintelan. Di Pakintelan sesar naik mempunyai bidang  $N287^{\circ}E/76^{\circ}$  dengan lineasi gores garis  $45^{\circ}/N10^{\circ}E$  dari *gouge*, breksiasi terdapat di antara Formasi Kaligetas dan Formasi Kerek. Di sekitar *gouge* terdapat kekar tarik (Tabel 2). Sedangkan kekar di

sekitar sesar naik yaitu kekar tarik dan kekar gerus (Tabel 3).

Analisis tegasan utama dari kekar gerus adalah  $1 = 0^{\circ}, N116^{\circ}E, 3 = 55^{\circ}, N27^{\circ}E$  (Gambar 10.1). Analisis stereonet di tersebut diperoleh bidang kekar tarik yaitu  $N117^{\circ}E/35^{\circ}$ . Sedangkan diagram mawar menunjukkan tegasan utama dengan arah  $N185^{\circ}E$  (Gambar 10.2) kekar tarik di lapangan mempunyai arah N-S. Adanya perbedaan arah kekar tarik ini maka dapat disimpulkan adanya perbedaan orde tektonik. Analisis tegasan utama dari sesar diperoleh sebagai berikut  $1 = 51^{\circ}, N53^{\circ}E, 3 = 8^{\circ}, N154^{\circ}E$  (Gambar 11.A), sedangkan dari kekar diperoleh sebagai berikut  $1 = 4^{\circ}, N63^{\circ}E, 3 = 58^{\circ}, N331^{\circ}E$  (Gambar 11.B). Analisis stereonet di atas diperoleh bidang kekar tarik (GF) yaitu  $N65^{\circ}E/30^{\circ}$  dan  $N153^{\circ}E/87^{\circ}$ . Sedangkan kekar tarik di lapangan mempunyai arah SWW-NEE (Gambar 11.C). Adanya perbedaan arah kekar tarik ini maka dapat disimpulkan adanya perbedaan orde tektonik.

Analisis tegasan utama dari kekar di Mojo, Bangkong, dan Pakintelan diperoleh sebagai berikut  $1 = 51^{\circ}, N185^{\circ}E, 2 = 30^{\circ}, N205^{\circ}E, 3 = 8^{\circ}, N275^{\circ}E$ .

### Diskusi

#### Kinematika

Hasil analisis secara seluruhnya dapat dilihat pada tabel 4, contoh analisis kinematika (Gambar 12) dan model diagram balok pada gambar 13. Hasil analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa zona sesar utama Kaligarang mempunyai kinematika pergerakan sesar geser manganan pada Plio-Plistosen, yang sebelumnya pada Tersier sesar ini bergerak secara mengiri.

#### Dinamika

Zona sesar Kaligarang sudah terbentuk pada tektonik sebelum Plio-Plistosen dengan pergerakan sesar geser mengiri. Hal ini berdasarkan analisis sesar di Bangkong, Pucung, dan Pakintelan. Arah tegasan yang membentuk sesar tersebut adalah SSE-NNW.

Pada Tersier sumbu lipatan di tiga lokasi tersebut dapat diketahui arah tegasan utama adalah relatif SE-NW. Sebelum terbentuk zona lipatan, terdapat rekahan sebelumnya (*pre-existing fracture*). Rekahan sebelumnya ini terbentuk pada awal Tersier, yang membentuk sesar geser mengiri.

Kemudian pada Plio-Plistosen, zona sesar Kaligarang mengalami reaktivasi menjadi sesar geser manganan



Tabel 1. Bidang Kekar Tarik dan Gerus di Sumurrejo

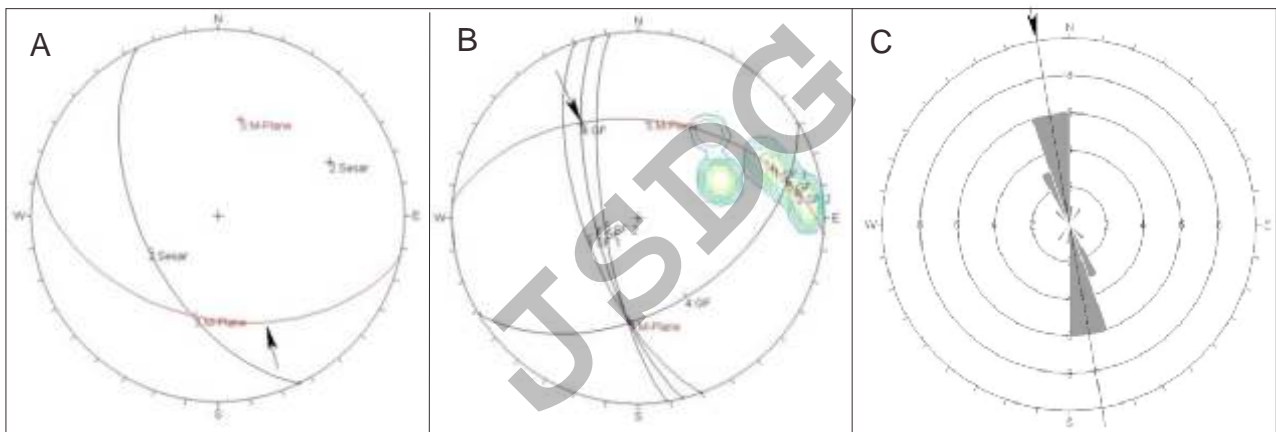
Kekar tarik (GF)		Kekar gerus (SF)	
N160°E/80°	N185°E/70°	N175°E/80°	N175°E/80°
N157°E/85°	N175°E/75°	N175°E/80°	N155°E/40°
N215°E/80°	N165°E/70°	N155°E/40°	N155°E/40°
N175°E/75°	N175°E/76°	N165°E/70°	N165°E/70°
N167°E/80°	N165°E/80°	N157°E/62°	N175°E/65°
		N155°E/65°	N130°E/50°

Tabel 2. Bidang Kekar Tarik dan Gerus di Pakintelan 1

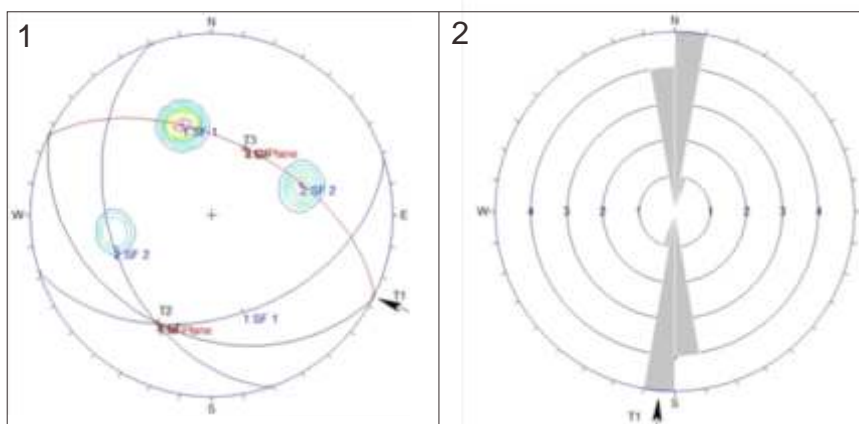
Kekar tarik (GF)		Kekar gerus (SF)	
N180°E/80°	N175°E/80°	N72°E/45°	N160°E/45°
N190°E/80°	N170°E/80°	N75°E/40°	N350°E/45°
N175°E/80°	N185°E/80°	N72°E/45°	N165°E/40
N186°E/75°	N185°E/75°	N71°E/45°	N350°E/45°
N180°E/80°	N172°E/80°	N70°E/40°	N162°E/45°

Tabel 3. Bidang Kekar Tarik dan Gerus Pakintelan 2

Kekar tarik (GF)		Kekar gerus (SF)	
N250°E/80°	N240°E/80°	N15°E/45°	N230°E/45°
N230°E/80°	N245°E/85°	N20°E/46°	N230°E/45°
N265°E/75°	N245°E/80°	N0°E/46	N115°E/40°
N235°E/90°	N240°E/85°	N10°E/47°	N210°E/45°
N260°E/75°	N248°E/85°	N5°E/47°	N120°E/46°



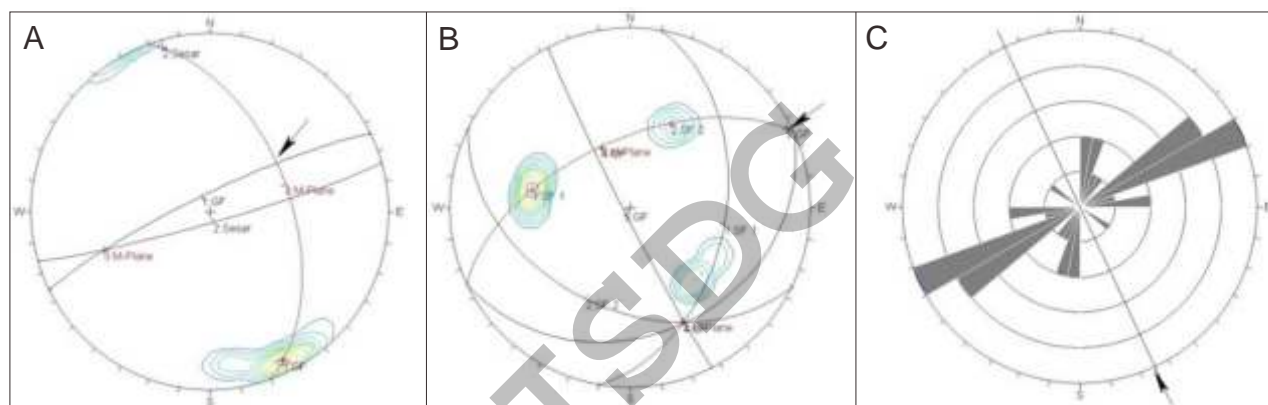
Gambar 9. A. Analisis stereonet sesar naik di Sumurrejo. B. Analisis stereonet kekar gerus di Sumurrejo. C. Analisis diagram mawar kekar tarik di Sumurrejo.



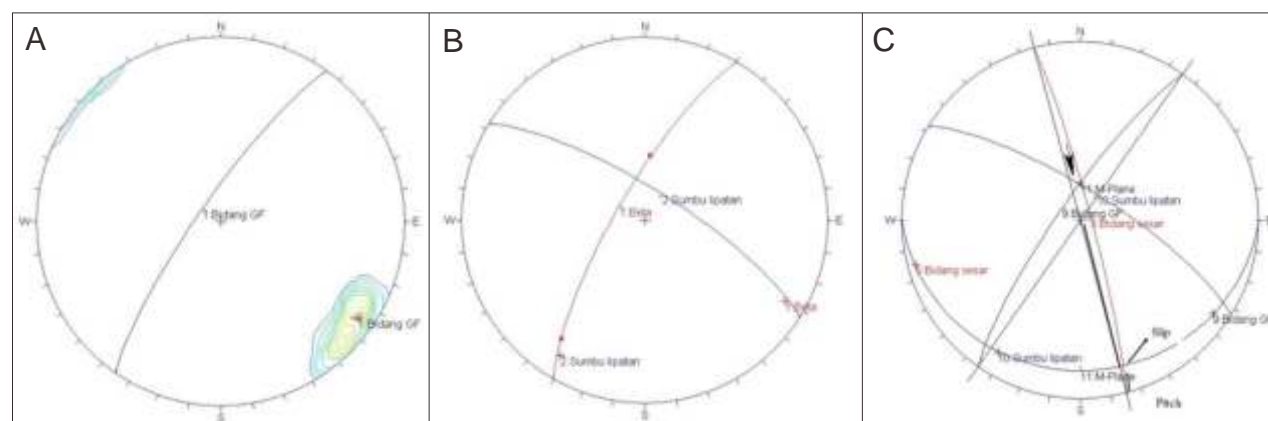
Gambar 10.1. Analisis stereonet kekar gerus di Pakintelan 1. 10.2. Analisis diagram mawar kekar tarik di Pakintelan

Tabel 4. Kinematika Sesar di Daerah Penelitian

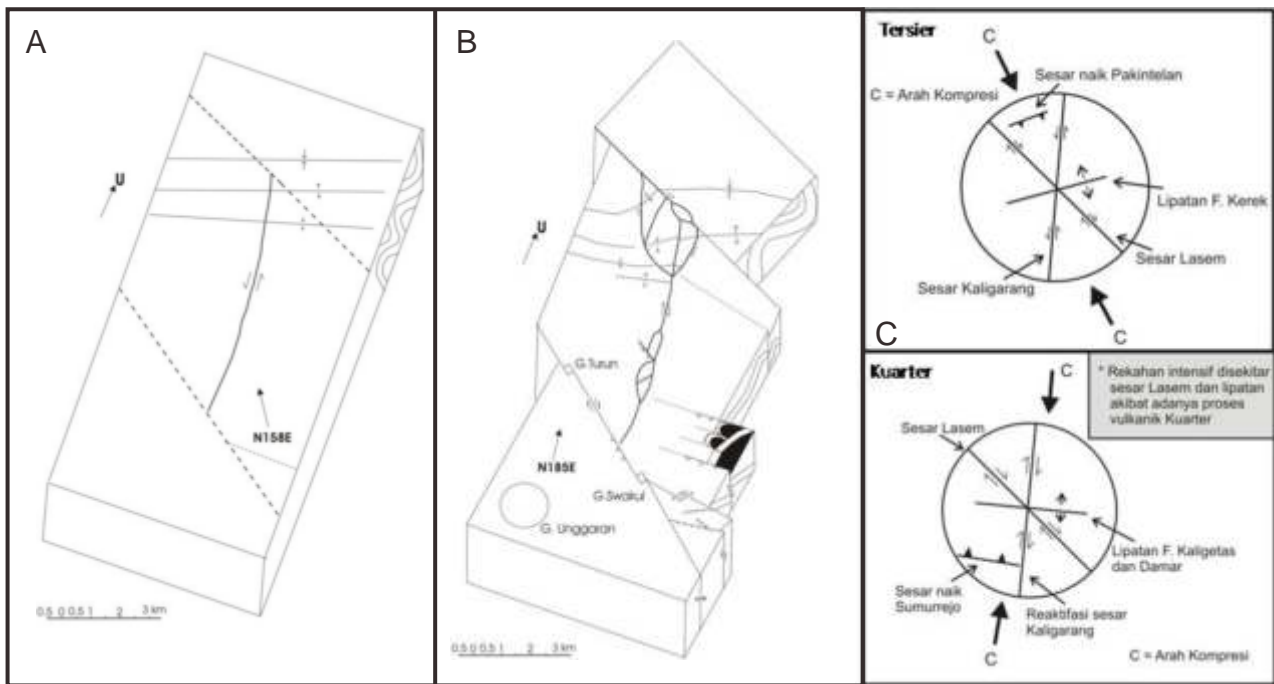
No	Nama (lokasi)	Slip	Kinematika	Keterangan
1	Sesar Selorejo	Slip: 73°, N67°E, pitch: 41°	Sesar naik manganan	Kuarter, sumbu lipatan N261°E/22°
2	Sesar Bangkok	Slip: 72°, N102°E, pitch: 26°	Sesar naik manganan	Tersier, sumbu lipatan N316°E/57°
3	Sesar Pucung	Slip: 74°, N163°E, pitch: 16°	Sesar geser manganan	Tersier, sumbu lipatan N302°E/76°
4	Sesar Patemon	Slip: 61°, N174°E, pitch: 39°	Sesar geser manganan	Kuarter, sumbu lipatan N324°E/76°
5	Sesar Pakintelan 1	Slip: 88°, N102°E, pitch: 15°	Sesar naik manganan	Tersier, sumbu lipatan N324°E/87°, conto petrografi
6	Sesar Pakintelan 2	Slip: 82°, N163°E, pitch: 10°	Sesar geser manganan	Tersier, sumbu lipatan N322°E/82°
7	Sesar Sumurrejo	Slip: 51°, N287°E, pitch: 58°	Sesar naik manganan	Kuarter, sumbu lipatan N135°E/35°, conto petrografi



Gambar 11. A. Analisis stereonet sesar di Pakintelan 2. B. Analisis stereonet kekar gerus di Pakintelan 2. C. Analisis diagram mawar kekar tarik di Pakintelan 2.



Gambar 12. A. Bidang kekar tarik: N215°E/80°. B. Bidang sumbu lipatan: N302°E/76°. C. Kinematika: sesar geser manganan, slip: 74°, N163°E, pitch: 16°.



Gambar 13. Fase tektonik pembentuk Zona Sesar Kaligarang dan sekitarnya 13.A. Fase deformasi pada Tersier. 13.B. Fase deformasi pada Plio-Plistosen. 13.C. Arah kompresi dan struktur yang terbentuk menurut model *pure shear* Moody dan Hill, 1956 dalam Sapii, B. dan Harsolumakso, A.H. (2008) dan kombinasi model sesar geser oleh T.Dooley, tidak dipublikasikan dalam Davison, I. (1996).

dan juga mengalami pergerakan ke arah dip berupa sesar naik. Hal ini berdasarkan analisis sesar di Selorejo, Patemon, dan Sumurrejo. Sesar naik terdapat di Pakintelan dan Tinjomoyo pada batuan Formasi Kerek dan Kalibeng yang dikelilingi batuan lebih muda. Hal ini menunjukkan adanya daerah *restraining*.

Model *strain elipsoid* (Gambar 13C) menurut Moody dan Hill, 1956 dalam Sapii, B. dan Harsolumakso, A.H. (2008) dan kombinasi sesar geser model T. Dooley, tidak dipublikasikan dalam Davison, I. (1994) fase tektonik bergerak secara *clockwise* dengan arah stress N158°E pada Tersier berubah menjadi N185°E pada Plio-Plistosen. Hal ini menyebabkan reaktifasi sesar Kaligarang.

### Kesimpulan

Hasil kajian data lapangan dan sintesis stereonet diperoleh bahwa Zona Sesar Kaligarang merupakan reaktifasi dari pergerakan sesar geser mengiri pada Tersier menjadi sesar geser menganan pada Plio-Plistosen. Ada indikasi deformasi Holosen yaitu adanya sesar normal pada Formasi Gajah Mungkur.

Orientasi sistem tegasan di zona sesar Kaligarang pada Tersier adalah 1=37°, N158°E, 2=45°, N12°E, 3=30°, N244°E, sementara pada Plio-Plistosen 1=51°, N185°E, 2=30°, N205°E, 3=8°, N275°E. sistem tegasan ini bergerak secara *clockwise*.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Aldilla, Prihatin, Syahrul. Juga kepada Dekan Fakultas Teknik atas dana DIPA tahun 2011.

### Acuan

- Davison, I., 1994. *Linked Fault Systems; Extensional, Strike Slip and Contractional Continental Deformation*. Pergamon Press.
- Helmy, M., 2008. Kajian geologi dan neotektonik untuk melaraskan program pembangunan di wilayah Kota Semarang, Jawa Tengah. Laporan Penelitian Hibah Bersaing, UPN Veteran Yogyakarta (Tidak diterbitkan).

- Poedjoprajitno, S., Wahyudiono, J., dan Cita, A., 2008. Reaktivasi Sesar Kali Garang, Semarang. *Jurnal Geologi Indonesia* Vol.3(3): 129-138.
- Pramumijoyo, S., 2000. Existing active fault at Semarang, Central Java, Indonesia: Revealed by remote sensing and field observation. *Proceeding of the HOKUDAN International Symposium and School on Active Faulting. Hyogo, Japan.* pp. 383-385.
- Sapii, B. dan Harsolumakso, A.H., 2008. Prinsip Dasar Geologi Struktur. Laboratorium Geologi Dinamik. Program studi Teknik Geologi, FITB-ITB (Tidak diterbitkan).
- Simandjuntak, T.O., 2003. *Atlas Geologi Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Thanden, RE., Sumadirdja, H., Richards, PW., Sutisna, K., dan Amin, TC., 1996. *Peta Geologi Lembar Magelang dan Semarang, Jawa. Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

JSDG