

## STUDI LONGSORAN YANG TERDAPAT DI JALAN TOL SEMARANG – SOLO SEGMENT SUSUKAN-PENGGARON

Fahrudin<sup>1</sup>, Imam A. Sadisun<sup>2</sup>, Agus H<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Prodi Teknik Geologi, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknologi dan Ilmu Kebumihan, Institut Teknologi Bandung, Bandung

### ABSTRAK

Pembangunan jalan tol Semarang-Solo tahap I sedang dalam proses penyelesaian. Jalan tol ini akan menjadi infrastruktur yang vital bagi perkembangan perekonomian dua kota yaitu Semarang dan Solo serta pertumbuhan untuk kota-kota yang dilewati jalan tol. Jalan tol segmen Susukan-Penggaron melewati zona longsor. Daerah ini perlu diwaspadai untuk konstruksi jalan tol sehingga jalan tol tetap aman. Penelitian ini membahas tentang faktor penyebab longsor, mekanisme longsor, dan bidang gelincir.

Kata kunci : longsor, jalan tol, dan bidang gelincir.

### PENDAHULUAN

Lokasi longsor berada di kilometer 5.5 tepatnya di sebelah barat dari dusun Karangpucung. Pada tahun 1974 daerah ini pernah terjadi longsor (Anonim, 2010) dan sekarang masih terjadi longsor. Pada saat ini sedang dilakukan proses pembangunan jalan tol Semarang-Solo. Penelitian ini bertujuan mengetahui mekanisme longsor dan faktor-faktor yang menyebabkan longsor.

### KONDISI GEOLOGI

Batuan yang dijumpai di Susukan-Penggaron ada tiga satuan yaitu koluvial, breksi dan batupasir Formasi Kaligetas, dan batulempung Formasi Kerek (Gambar 1). Satuan koluvial terdiri atas endapan erosi berukuran pasir sampai kerakal dan beberapa tempat terdapat bongkah batuan andesit. Satuan koluvial berumur paling muda yang diendapkan secara tidak selaras dengan satuan breksi dan batupasir Formasi Kaligetas. Satuan breksi dan batupasir Formasi Kaligetas diendapkan secara tidak selaras di atas satuan batulempung Formasi Kerek. Satuan batulempung diendapkan pada Miosen sebagai endapan rawa – laut dangkal. Sedangkan satuan breksi dan batupasir Formasi Kaligetas diendapkan pada Plistosen sebagai endapan darat hasil produk

vulkanik atau dikenal sebagai endapan unggaran tua.

### METODOLOGI

Analisis ini diawali dengan membuat peta DEM (*dimention elevation model*) dari peta kontur topografi. Peta DEM menunjukkan morfologi yang khas longsor. Peneliti juga membuat peta geologi untuk mengetahui pola penyebaran longsor dan struktur geologi serta retakan-retakan yang terdapat di daerah longsor. Selain itu, untuk mengetahui pola penyebaran geologi bawah permukaan maka dibuat korelasi data log pemboran dan penampang geologi serta data geolistrik di BH-1. Korelasi data pemboran untuk memisahkan kelompok batuan Formasi Kaligetas dan Formasi Kerek. Pada pemboran BH-1 dijumpai lapisan tipis berupa batulempung. Pada lapisan terdapat rekahan dengan spasi 0,5 – 3,0 cm yang sangat rapat. Zona ini diinterpretasikan sebagai bidang gelincir pada kedalaman 35 m. Kekar-kekar yang terdapat pada peta geologi dianalisis untuk mengetahui arah frekuensi dominan dan jenis kekar dengan menggunakan diagram *rose*.

## ORIENTASI STRUKTUR GEOLOGI PERMUKAAN

Kenampakan 3 dimensi daerah Susukan-Penggaron memperlihatkan morfologi *hummocky terrain*, yaitu bentuk morfologi bergelombang yang ditandai oleh gawir-gawir bekas longsor memanjang dan oleh gawir longsor di bagian bawah relatif lebih besar daripada di bagian atas. Gawir bagian bawah terlihat lebih besar diikuti dua gawir yang lebih kecil di bagian atas. Di bagian utara gawir terlihat adanya kelurusan yang berarah barat-timur yang diinterpretasikan sebagai sesar naik dengan arah N90°E (Gambar 2).

Struktur geologi yang dijumpai meliputi perlapisan, kekar, dan sesar. Bidang perlapisan pada satuan breksi dan batupasir Formasi Kaligetas adalah N50°E/14° dan N145°E/5°, sedangkan satuan batulempung Formasi Kerek adalah N110°E/45° dan N110°E/68°.

Sesar berupa sesar naik dan sesar turun. Sesar naik dengan bidang sesar N68°E/71° yang memotong batulempung dalam breksi pada Formasi Kaligetas berumur Kuartar. Interpretasi citra juga memperlihatkan sesar naik dengan bidang N90°E/65°. Sesar turun dengan bidang sesar N245°E/42° yang memotong perlapisan batuan tuff dan tanah pada Formasi Kaligetas berumur Kuartar. Bidang sesar turun yang lain N10°E/78°.

Kekar yang dijumpai meliputi *shear fracture*, *tension fracture* dan *release fracture*. Pengukuran kekar di sekitar Jalan tol pada breksi Formasi Kaligetas dan batulempung Formasi Kerek. Kekar-kekar ini memberikan kontribusi ketidakstabilan lereng, berdasarkan analisis kekar pada Gambar 3,4,5 dan 6 memperlihatkan arah kekar dari *release*, *tension* dan *shear fracture* yang relatif ke timur. Arah ini searah dengan arah longsor.

Selain kekar, terdapat retakan yang merupakan bagian dari longsor. Ada retakan longitudinal dan transversal. Retakan longitudinal membentuk alur sungai kering di mana pada dinding sebelah kiri dan kanan mengalami longsor. Retakan ini mempunyai arah relatif barat-timur. Retakan transversal yang dijumpai di daerah longsor

sebanyak 4 yaitu dengan arah N355°E, N0°E, N10°E, dan N40°E.

## LOG PEMBORAN, DATA GEOLISTRIK DAN PENAMPANG GEOLOGI

Log pemboran geoteknik diinterpretasikan menjadi satuan geologi. Log tersebut terdiri atas BG27, BH1, BG29, BG30, BG31, dan BG32. Log tersebut dikorelasikan yaitu satuan batulempung Formasi Kerek berada di bawah satuan breksi dan batupasir Formasi Kaligetas. Pada penampang B-B' terlihat struktur sesar naik dan sesar turun, serta secara stratigrafi hubungan tidak selaras antara Formasi Kaligetas dan Formasi Kerek (Gambar 7). Kondisi geologi bawah permukaan diperoleh dari log pemboran dan data geolistrik. Log pemboran BH-1 mempunyai kedalaman 45 meter (Tabel 1), dan diinterpretasikan ada dua satuan yaitu satuan hasil pelapukan yang mempunyai ketebalan 8,2 m dan satuan batulempung dengan ketebalan 36,8 m. Satuan hasil pelapukan terdiri atas lempung, pasir lempungan, dan pasir kerakalan. Di dalam log pemboran dijumpai zona rekahan pada kedalaman 35 m. Kekar yang terdapat dalam zona rekahan mempunyai spasi 0,5-3,0 cm dan juga terdapat *slickenslide*. Dari log tersebut dapat diinterpretasikan ada dua bidang gelincir yaitu batas antara satuan hasil pelapukan dan batulempung pada kedalaman 8,2 m dan zona rekahan pada kedalaman 35 m.

Model geolistrik berdasarkan pengukuran pada GL-1 dan kesebandingan dengan log pemboran, dapat diinterpretasikan ada tiga jenis batuan (Tabel 1) yaitu pasir lempungan mempunyai tahanan jenis 5,47–10,72  $\Omega$ m, batulanau lempungan mempunyai tahanan jenis 8,33-10,08  $\Omega$ m, dan batulempung mempunyai tahanan jenis 1,58–4,24  $\Omega$ m. Bidang gelincir pada log geolistrik terletak pada kedalaman 8,2 m pada batulempung dan kedalaman 35 m terletak pada batulanau lempungan. Pengukuran geolistrik sampai kedalaman 110 m masih memperlihatkan adanya batulanau lempungan dari Formasi Kerek.

Rekonstruksi lereng dilakukan dengan membuat penampang pada peta geologi dan sebaran longsor. Penampang yang dibuat yaitu penampang A-A' dengan arah barat-timur. Penampang A-A' melewati BH-1. Dari penampang tersebut terlihat bahwa breksi dan

batupasir Formasi Kaligetas terletak di atas batulempung Formasi Kerek. Dalam penampang A-A' terdapat tiga bidang gelincir yaitu bidang gelincir pertama (BG1) dan kedua (BG2) terletak pada sumur BH-1 dengan kedalaman 8,2 dan 35 m dan bidang gelincir ketiga (BG3) terletak di sebelah barat BH-1 (Gambar 8). Penampang A-A' menunjukkan longsoran yang terjadi lebih dari satu sehingga bisa disebut sebagai tipe gelinciran rotasi berganda (*multiple slides*) dan tidak menutup kemungkinan perkembangan lebih lanjut akan membentuk longsoran suksesif (*successive slide*) (Clawes dan Comfort, 1982).

### FAKTOR PENYEBAB DAN MEKANISME LONGSORAN

Longsoran yang terjadi diakibatkan oleh beberapa faktor di antaranya kondisi geologi breksi menumpang di atas batulempung, ketika batulempung tersingkap akan rentan terjadinya longsoran. Faktor lain adalah kontrol struktur geologi berupa sesar naik, sesar turun, dan kekar. Sesar naik mempunyai bidang  $N90^{\circ}E/65^{\circ}$  dan arah sesar naik  $N90^{\circ}E$  dari kenampakan 3 dimensi serta bidang sesar turun  $N10^{\circ}E/78^{\circ}$ . Berdasarkan analisis frekuensi kekar yang terdapat di Kelurahan Susukan didapatkan arah dominan kekar  $N76^{\circ}E-N256^{\circ}E$ . Hasil pengukuran sesar dan analisis kekar menunjukkan bahwa arah struktur tersebut relatif searah dengan arah longsoran yaitu ke arah timur. Sesar dan kekar merupakan bidang diskontinuitas atau bidang lemah, sehingga mempermudah lereng untuk bergerak. Kontrol struktur ini juga ditandai dengan adanya mataair yang berada di gawir utama. Sesar dan kekar merupakan bentuk kerusakan permukaan (*surface failure*) yang berkontribusi terhadap ketidakstabilan (Cotecchia 2006, dalam Koukis, 2009). Sesar turun yang melewati daerah terganggu (*disturbed strata*) menyebabkan zona retakan semakin meluas (Cotecchia 2006, dalam Koukis, 2009).

Berdasarkan bentuk morfologi longsoran yang berupa *hummocky terrain*, mekanisme dan faktor longsoran, mengacu kepada klasifikasi yang dikemukakan oleh Hutchinson (1988), maka jenis longsoran yang berkembang di daerah penelitian adalah membentuk tipe gelinciran dengan pergerakan rayapan (*creeping*). Tipe gelinciran rotasi berganda (*multiple slides*) dan tidak

menutup kemungkinan perkembangan lebih lanjut akan membentuk longsoran suksesif (*successive slide*) (Clawes dan Comfort, 1982). Interpretasi dari morfologi dan penampang A-A' dapat diketahui bahwa di daerah ini telah terjadi evolusi longsoran. Hal ini menunjukkan adanya suatu evolusi longsoran. Longsoran pertama membentuk gawir utama 1 dengan bidang gelincir 2 (BG2) dan longsoran kedua membentuk gawir utama 2 dengan bidang gelincir 3 (BG3). Akan tetapi bidang gelincir pada gawir utama 2 sudah tidak aktif lagi, hal ini ditandai adanya mataair pada kaki gawir utama 2 atau disebut dengan kondisi *dormant*.

### KESIMPULAN

Mekanisme longsoran dikontrol oleh faktor stratigrafi dan struktur geologi dengan pergerakan rayapan yang mempunyai bidang gelincir. Bidang gelincir yang terdapat di zona ini ada tiga yaitu BG1, BG2, dan BG3. Kenampakan morfologi, catatan sejarah longsoran, dan ada tiga bidang gelincir menyebabkan terjadi evolusi longsoran dalam dimensi longsoran yang besar sekali. Maka dari itu, investigasi dan pemelihara jalan tol segmen Susukan-Penggaron perlu diperhatikan aspek geologi dan keberlanjutannya.

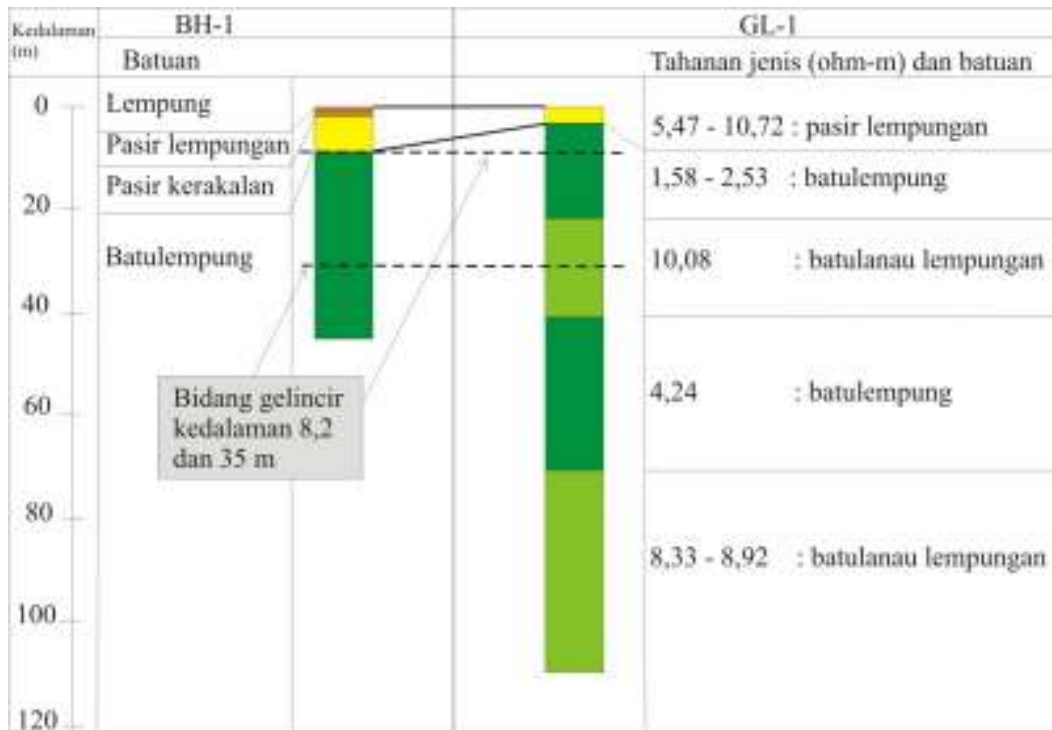
### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2010. Koran suara merdeka Jawa Tengah tanggal 23 Desember 2010.
- Clawes, A and Comfort, P. 1982. *Process and Landform Conceptual Frameworks in Geography in Slide (rotational)*.
- Hutchinson, J.N. 1988. *Morphological and Geotechnical Parameters of Landslide in Relation to Geology and Hydrogeology*, In *Landslides Proc. 5<sup>th</sup> int. symp on Landslide, vol.I, pp. 3-35*.
- Koukis, G. dkk. 2009. *Landslide Phenomena Related to Major Fault Tectonics: Rift Zone of Corinth Gulf, Greece*. Bull Eng Geo Environ 68: 215-229.
- Iskandar, Anan, 2006. Studi Mekanisme Longsoran Kembali (Re-Sliding) Breksi Vulkanik di atas Batulempung; Studi Kasus Longsoran Di Daerah Gombel Kota Semarang, Jawa Tengah. Tesis S2 FITB, Unpublished. Bandung.

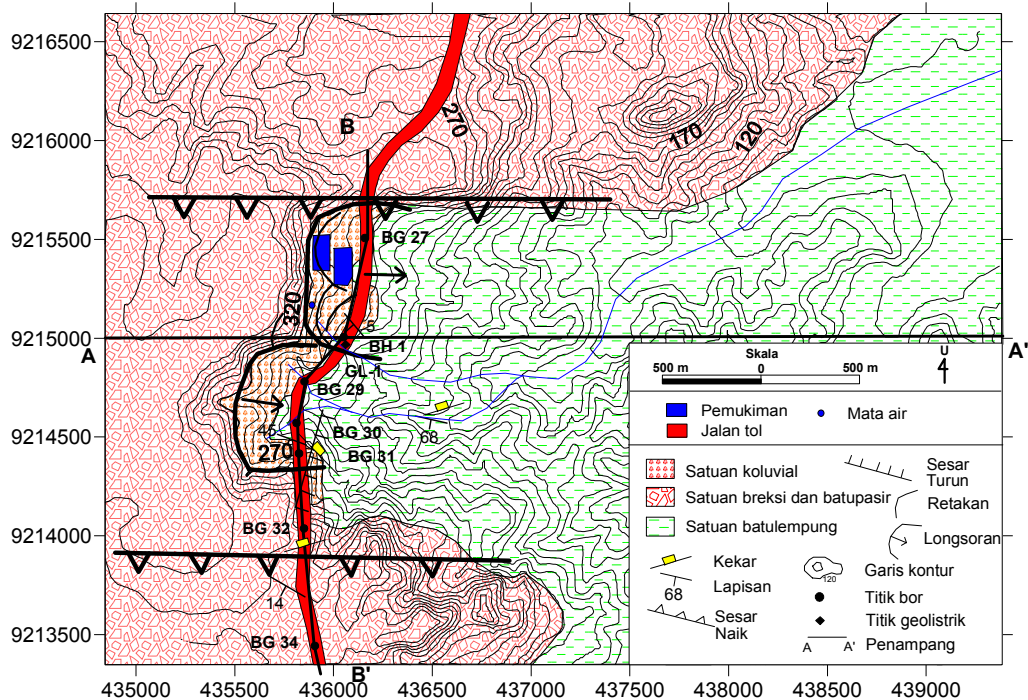
PROCEEDINGS JCM MAKASSAR 2011  
The 36<sup>th</sup> HAGI and 40<sup>th</sup> IAGI Annual Convention and Exhibition  
Makassar, 26 – 29 September 2011

Thanden R.E, dkk. 1996. Peta Geologi Lembar Magelang dan Semarang, Jawa. Skala 1:100.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

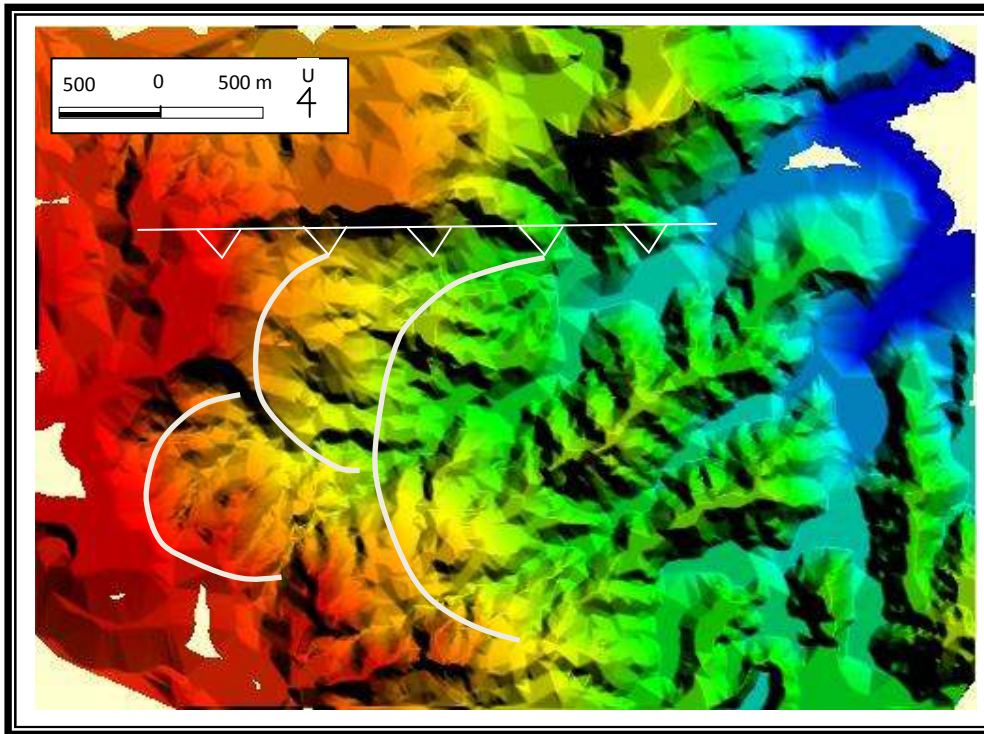
Varnes, D.J. 1978. *Slope Movement Type and Processes in Landslide Analysis and Control*. Transportation Research Board, National Academy of Science, Wasington, pp. 11-13.



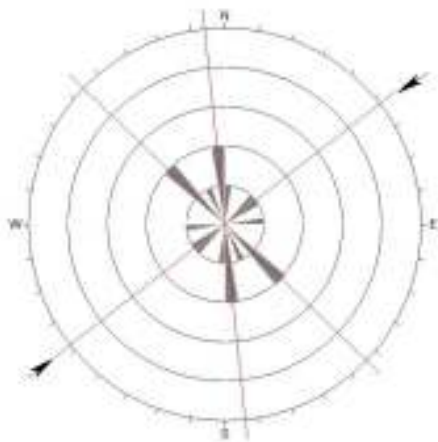
**Tabel 1.** Perbandingan log batuan BH-1 dengan nilai tahanan jenis batuan GL-1.



**Gambar 1.** Peta geologi dan sebaran longoran daerah Susukan-Penggaron.



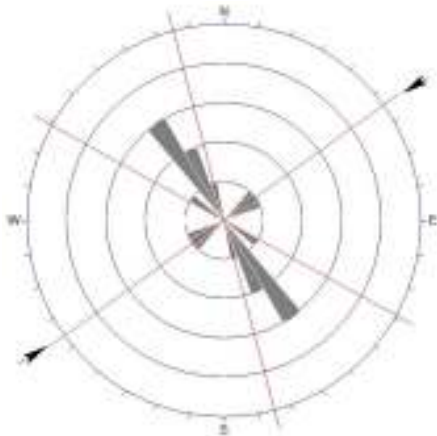
**Gambar 2.** Kenampakan 3 dimensi daerah Susukan-Penggaron yang merupakan hasil pengolahan dari kontur skala 1:25.000 (tanda setengah lingkaran adalah gawir longsoran, garis lurus bergerigi adalah sesar naik). Kontur topografi ini dikeluarkan oleh Bakosurtanal.



No	<i>Shear fracture</i>	<i>Shear fracture</i>	<i>Tension fracture</i>	<i>Release fracture</i>
1	175/65	135/65	155/75	235/90
2	312/90	355/80	335/75	235/80

Tanda panah menunjukkan *release fracture*

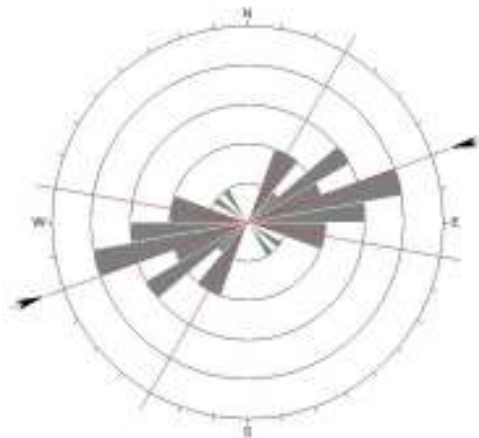
**Gambar 3.** Kekar yang berada di Jalan Tol Kelurahan Susukan dengan koordinat (435891,9214048)



No	<i>Shear fracture</i>	<i>Shear fracture</i>	<i>Tension fracture</i>	<i>Release fracture</i>
1	125/55	165/65	150/60	240/90
2	120/55	170/65	150/65	235/80
3			140/62	220/75
4			145/60	

Tanda panah menunjukkan *release fracture*

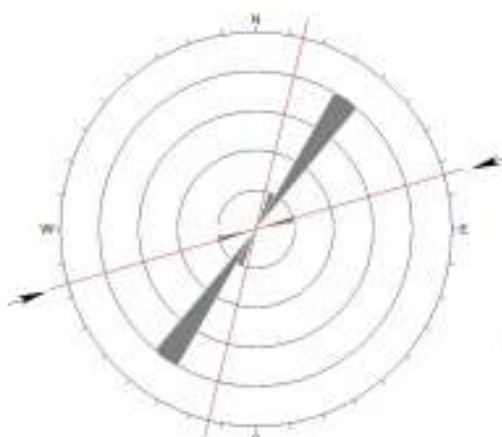
**Gambar 4.** Kekar yang berada di Jalan Tol Kelurahan Susukan dengan koordinat (435891,9214048)



No	<i>Shear fracture</i>	<i>Shear fracture</i>	<i>Tension fracture</i>	<i>Release fracture</i>
1	125/55	165/65	150/60	240/90
2	120/55	170/65	150/65	235/80
3			140/62	220/75
4			145/60	

Tanda panah menunjukkan *tension fracture*

**Gambar 5.** Kekar yang berada di Jalan Tol Kelurahan Susukan dengan koordinat (435872,9213922)



No	<i>Shear fracture</i>	<i>Shear fracture</i>	<i>Tension fracture</i>	<i>Release fracture</i>
1	125/55	165/65	150/60	240/90
2	120/55	170/65	150/65	235/80
3			140/62	220/75
4			145/60	

Tanda panah menunjukkan *shear fracture*

**Gambar 6.** Kekar yang berada di anak sungai Panggang dengan koordinat (436215, 9214596)

