

# IDENTIFIKASI STRUKTUR GEOLOGI DAN IMPLIKASINYA TERHADAP PENYEBARAN BATUAN FORMASI ANDESIT TUA – SENTOLO DI SUNGAI NITEN, GIRIPURWO, KULON PROGO

Al Hussein Flowers Rizqi

Departemen Teknik Geologi, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Jalan Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, 55281

korespondensi : alhussein@sttnas.ac.id

## **Abstract**

*Physiographically, the research area is located in eastern part of Kulon Progo Mountain, specific located on Niten River, Giripurwo subdistrict, Kulon Progo Regency, Special Region of Yogyakarta, This research has aim to identify of structural geology and the stratigraphic relationship between Old Andesite Formation and Sentolo Formation. The research data is about field data observation such as structural geology, fractures, faults and also the stratigraphical data using measuring section (MS) which was done in the upper part of Old Andesite Formation and the lower part of Sentolo Formation. Based on the result data, the major fault is Right Slip Fault, with rake value is about  $5^{\circ}$  and net slip is about N  $340^{\circ}$  E. The fault plane has a direction about N  $335^{\circ}$  E /  $55^{\circ}$ . The main force of fault related to general direction of extensional fracture which has northeast – southwest trend. The effect of structural geology is Niten Right slip fault, cut over the lithology of Andesite breccia unit and Calcareous Tuffaceous Sandstone unit. Intepretation of the geological map in research area , there was an offset hill in east part of Niten River. The offset hill is controlled by Niten Right Slip Fault. It supported by the spread out the Andesite breccia unit to the south of the small hill, in eastern part of Niten River.*

**Keywords:** *Andesit Tua, Sentolo, fault, Niten*

## **Abstrak**

Daerah penelitian termasuk dalam fisiografi Pegunungan Kulon Progo sebelah timur, tepatnya di Sungai Niten, Kecamatan Giripurwo, Kulon Progo, DIY. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi struktur geologi dan hubungan stratigrafi Formasi Andesit Tua dan Formasi Sentolo. Metode penelitian meliputi pengamatan data struktur geologi meliputi data kekar dan sesar sedangkan data stratigrafi menggunakan metode pengukuran stratigrafi (MS) yang dilakukan di Formasi Andesit Tua bagian atas dan pada Formasi Sentolo bagian bawah. Berdasarkan hasil pengolahan data, sesar utama pada daerah penelitian adalah Right Slip Fault, dengan besaran rake yang didapat  $5^{\circ}$  dan net slip N  $340^{\circ}$  E. Bidang sesar utama memiliki arah dan kemiringan N  $335^{\circ}$  E /  $55^{\circ}$ . Arah gaya utama sesar diperoleh dari pembacaan ( $\sigma_1$ ) pada sesar utama yaitu didapatkan  $50^{\circ}$ , N  $220^{\circ}$  E, sesuai dengan arah umum extensional fracture yang berarah timurlaut – baratdaya. Pengaruh struktur geologi berupa sesar mendatar Mengkanan Niten, memotong satuan Breksi Andesit dan Batupasir Tufan karbonatan. Intepretasi pada peta geologi daerah penelitian terdapat offset pelamparan bukit di timur Sungai Niten. Offset bukit tersebut dikontrol oleh pergerakan Sesar Mendatar Mengkanan Niten. Hal itu didukung dengan sebaran satuan Breksi Andesit melampar hingga ke selatan di sebuah bukit kecil, sebelah timur Sungai Niten.

**Kata kunci:** Andesit Tua, Sentolo, sesar, Niten,

## **1. Pendahuluan**

Kajian struktur geologi di perbukitan Nanggulan, Kulon Progo belum banyak dibahas oleh beberapa peneliti terdahulu terlebih mengenai kajian stratigrafi yang membahas

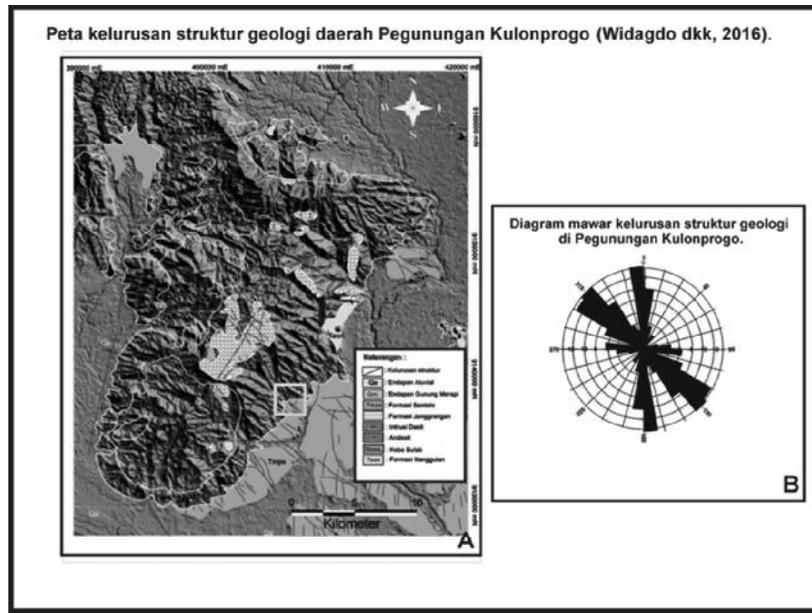
hubungan Formasi Andesit Tua dan Formasi Sentolo. Lokasi penelitian terletak pada fisiografi *Dome* Kulon Progo sebelah timur (Gambar 1.), tepatnya jalur Kali Niten, Kecamatan Girimulyo, Kabupaten Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan mengkaji struktur geologi yang berpengaruh terhadap hubungan stratigrafi Formasi Andesit Tua (OAF) dan Formasi Sentolo di daerah penelitian.

Berdasarkan stratigrafi regional menurut beberapa peneliti terdahulu mengenai hubungan stratigrafi Formasi Andesit Tua (OAF) dan Formasi Sentolo terdapat kesimpangsiuran mengenai hubungan kedua formasi tersebut. Menurut van Bemmelen (1949) dan Pringgoprawiro (1968), menyatakan bahwa hubungan stratigrafi Formasi Andesit Tua dan Sentolo tidak dijumpai, hubungan yang dijumpai adalah Formasi Andesit Tua dengan Formasi Jonggrangan. Di lain pihak, berdasarkan stratigrafi dari Kadar (1976) dan Rahardjo, dkk (1995), hubungan kedua formasi adalah tidak selaras. Hal yang tak serupa juga didapat dari kajian Sujanto dan Roskamil (1975) serta Budiadi (1992) yang menyebutkan bahwa hubungan antara Formasi Andesit Tua (OAF) dan Sentolo adalah selaras. Dari berbagai kajian dan pemahaman tersebut mengenai hubungan stratigrafi Formasi Andesit Tua dan Sentolo tidak ada yang sama sehingga perlu dikaji mengenai stratigrafi kedua formasi tersebut di daerah penelitian.



Gambar 1. Fisiografi daerah penelitian (Van Bemmelen, 1949).  
Lokasi penelitian ditunjukkan dengan kotak merah

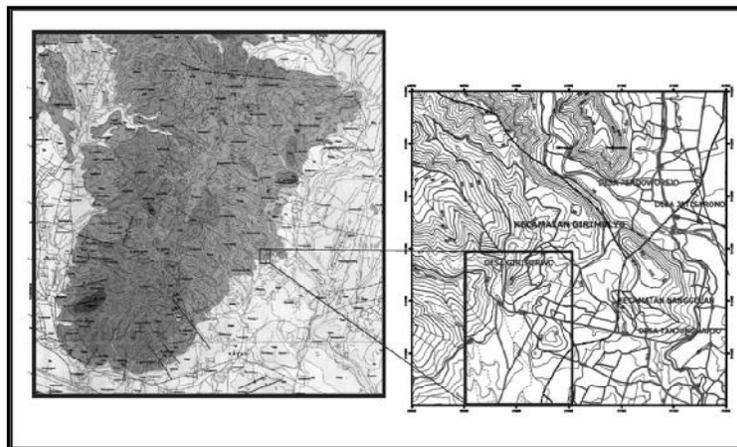
Berdasarkan kajian intepretasi struktur geologi dari Peta Citra yang dilakukan Widagdo, dkk (2016), daerah Pegunungan Kulon Progo terbagi atas beberapa arah kelurusan struktur geologi. Arah kelurusan tersebut didelineasi berdasarkan arah kelurusan punggung bukit, lembah sungai yang diintepretasi dikontrol oleh tektonik (Gambar 2). Secara dominan, kelurusan yang mengontrol daerah Pegunungan Kulon Progo memiliki arah utara – selatan dan baratlaut – tenggara. Daerah penelitian termasuk yang dipengaruhi oleh adanya kelurusan arah baratlaut – tenggara.



Gambar 2. Peta kelurusan struktur geologi Daerah Kulon Progo menunjukkan arah umum baratlaut – tenggara dan utara – selatan (gambar B) (Widagdo dkk, 2016). Lokasi penelitian (peta topografi) ditunjukkan dengan kotak kuning (Gambar A)

Dari kajian struktur geologi di perbukitan Nanggulan terutama di daerah penelitian yaitu di bagian selatan perbukitan Nanggulan pada Jalur Kali Niten belum ada yang mengkaji. Adanya kajian ini nantinya akan mengidentifikasi dan menghubungkan struktur geologi di daerah penelitian dengan stratigrafi Formasi Andesit Tua dan Formasi Sentolo di daerah penelitian.

Lokasi penelitian secara administratif berada di Desa Giripurwo, Kecamatan Girimulyo, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta, sedangkan secara geografis terletak pada koordinat S 6° 40' 10" dan E 14° 59' 12". Untuk mencapai daerah penelitian memerlukan waktu ± 45 menit perjalanan dengan menggunakan kendaraan roda dua atau roda empat dari kota Yogyakarta ke arah Desa Giripurwo, Kecamatan Girimulyo, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta (Gambar 3).



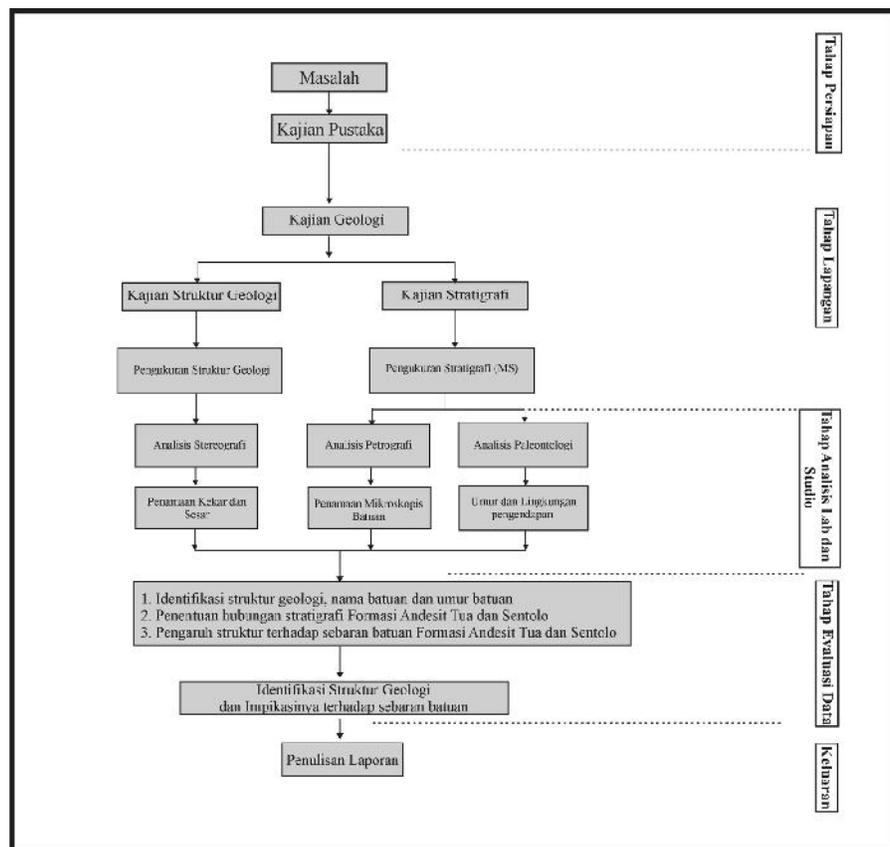
Gambar 3. Sebagian Peta Geologi regional daerah penelitian (Rahardjo dkk, 1995) (kiri). Lokasi penelitian (peta topografi) ditunjukkan dengan kotak hitam (kanan)

## 2. Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini akan dilakukan beberapa tahapan penelitian (Gambar 4) di antaranya sebagai berikut :

### a. Hasil analisis peneliti terdahulu (studi pustaka)

Hasil analisis ini digunakan sebagai data pendukung. Pengumpulan semua hasil studi dan laporan – laporan geologi dari peneliti terdahulu dari beberapa literatur mengenai tinjauan geologi regional Pegunungan Kulonprogo dan terutama di daerah penelitian.



Gambar 4. Diagram alir penelitian

### b. Tahap Pengambilan data di lapangan

Tahapan ini merupakan pengambilan data sebagai berikut :

#### 1. Pengambilan data stratigrafi

Pengambilan data dilakukan dengan metode pengukuran stratigrafi terukur yaitu melakukan pengamatan terhadap litologi, struktur sedimen, dan pengambilan sampel petrografi dan paleontologi.

#### 2. Pengambilan data struktur geologi

Pengambilan data dilakukan dengan mengamati langsung beberapa aspek di lapangan, mulai dari kelurusan sungai, pengambilan data *shear fracture* (kekar gerus), dan *gash fracture* (kekar tarik), pengamatan sesar minor.

### c. Tahap Analisis Studio dan Laboratorium

Tahap analisis studio meliputi metode stereonet. Setelah semua data diambil, langkah selanjutnya adalah diolah menggunakan stereonet. Ada beberapa stereonet yang digunakan diantaranya *The Polar Equal Area Net*, *Kalsbeek Counting Net*, *Schmidt Net*.

Tahap analisis laboratorium dilakukan dengan cara melakukan pengamatan mikroskopis terhadap sayatan petrografi untuk penamaan batuan. Penentuan umur batuan dilakukan dengan analisis foraminifera planktonik untuk batuan sedimen. Penentuan umur batuan beku dilakukan dengan cara korelasi stratigrafi regional peneliti terdahulu. Penentuan lingkungan pengendapan berdasarkan analisis foraminifera bentonik dan pengamatan struktur sedimen dan fosil jejak di lapangan.

**d. Tahap Evaluasi Data**

Pada tahapan ini akan dilakukan interpretasi secara komprehensif terhadap data stratigrafi, litologi maupun struktur geologi sehingga penentuan nama struktur geologi dan nama batuan serta umur dan lingkungan pengendapan batuan dapat dievaluasi dengan berdasarkan teori dan hasil peneliti terdahulu.

**e. Tahap Penyusunan Draft Laporan**

Penyusunan draft laporan akan menghasilkan luaran berupa kolom stratigrafi dan sketsa atau gambaran rekonstruksi mekanisme struktur di daerah penelitian.

**3. Hasil dan Pembahasan**

**3.1 Stratigrafi Daerah Penelitian**

**3.1.1 Litologi Penyusun**

Pengamatan litologi di Sungai Niten dilakukan menggunakan metode pengukuran stratigrafi dengan rentang tali dan tongkat jacob. Jalur pengukuran stratigrafi dimulai pada batuan fragmental yang mewakili batuan Formasi Andesit Tua berupa breksi andesit mengarah batuan yang lebih muda yaitu ke arah dip yang relatif berarah ke selatan yaitu batuan silisiklastik dan karbonat Formasi Sentolo pada kordinat UTM 0409222 dan 9140740. Ketebalan total pengukuran stratigrafi adalah 28,25 meter. Stratigrafi Sungai Niten di daerah penelitian disusun oleh beberapa satuan batuan di antaranya dari yang tertua ke muda adalah satuan breksi Andesit, satuan Batupasir Karbonatan Tufan, satuan Batulempung Tufan, satuan Batupasir Kasar Tufan, satuan Batulanau, satuan Batulempung Karbonatan, satuan Kalkarenit (Gambar 5).

**3.2.2 Hubungan Stratigrafi Formasi Andesit Tua (OAF) dan Formasi Sentolo**

Penentuan jenis kontak stratigrafi antara Formasi Andesit Tua (OAF) dan Formasi Sentolo menggunakan dua data, yaitu dengan data kajian lapangan dan data analisis laboratorium (fosil) yang didukung dengan data umur regional. Berdasarkan data yang dijumpai di lapangan, pada satuan breksi Andesit terdapat adanya struktur gradasi normal (ukuran butir relatif berukuran bongkah – kerakal) yang semakin ke atas beralih menjadi batupasir kerikilan - kasar. Adanya struktur gradasi tersebut menunjukkan bahwa kontak litologi antara breksi Andesit dan batupasir adalah selaras. Hal ini bertentangan dengan hubungan stratigrafi Formasi Andesit Tua dan Formasi Sentolo pada stratigrafi regional yang menunjukkan adanya bidang ketidakselarasan antara kedua formasi tersebut (Pringgoprawiro, 1981).

Analisis laboratorium untuk penentuan umur dan lingkungan pengendapan dilakukan hanya pada batuan sedimen di Formasi Sentolo. Berdasarkan studi pustaka melalui kajian stratigrafi regional, Formasi Andesit Tua yang berumur Oligosen Akhir – Miosen Atas (van Bemmelen, 1949).



menunjukkan adanya pendalaman atau adanya lingkungan laut. Dari fosil jejak yang dijumpai, terdapat ichnofacies *Cruziana sp.* Fosil jejak tersebut membuktikan bahwa jejak organisme pernah hidup pada lingkungan bathymetri neritik.

### 3.2 Struktur Geologi Daerah Penelitian

Pengambilan data struktur geologi di Sungai Niten dilakukan di LP 2, 3, 4, dan 5 dengan pengamatan kekar dan sesar. Data yang diambil pada Sungai Niten memiliki panjang lintasan 147 meter dengan arah kelurusan sungai yang memiliki arah yang berbeda – beda. Dari data tersebut nantinya akan diproses dengan menggunakan *software Dips*.

#### 3.2.1 Kekar

Pengambilan data kekar terdapat pada LP 2 dan LP 3. Pada LP 2 ini terdapat beberapa jenis kekar *shear fracture*. Arah umum *shear fracture* memiliki arah N 300° E dan N 40° E. Pada LP 3 terdapat *extension fracture* dan *release fracture*. Arah umum *extension fracture* berarah timurlaut – baratdaya. *Release fracture* memiliki arah baratlaut-tenggara. Adanya kekar ini dapat dianalisa arah kelurusan umumnya menggunakan diagram *roset*.

#### 3.2.2 Sesar

Pengambilan data sesar terdapat pada LP 4 dan LP 5 pada Sungai Niten. Data struktur yang didapatkan berupa bidang sesar dengan *offset* lapisan batuan. Sesar yang dijumpai di lapangan sebanyak 2 sesar naik minor dan 3 sesar normal minor (Tabel 1).

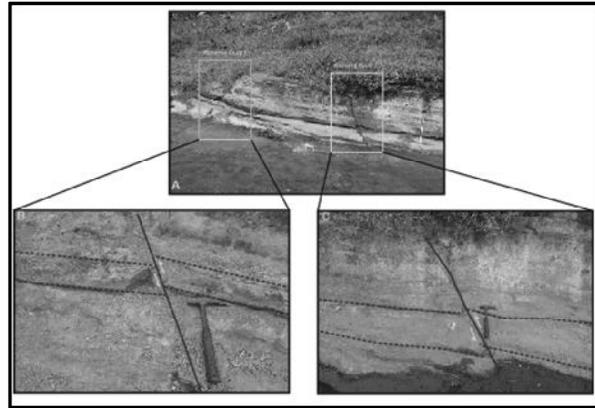
Tabel 1. Jenis sesar pada Sungai Niten

Jenis Sesar	LP	Arah dan Kemiringan
Sesar Naik Minor	4	N 64° E/73°
Sesar Naik Minor	4	N 49° E/76°
Sesar Normal Minor	5	N 90° E/87°
Sesar Normal Minor	5	N 49° E/76°
Sesar Normal Minor	5	N 80° E/59°

##### 3.2.2.1 Sesar Naik Minor

Sesar naik minor dijumpai pada LP 4. Sesar naik minor yang dijumpai sebanyak 2 sesar (Gambar 6). Jarak kedua sesar naik minor ini berjarak 3-4 meter. Kedua sesar ini terdapat pada kelurusan sungai terdapat pada kelurusan sungai N 142° E. Sesar ini memotong perselingan batupasir karbonatan tufan dan batulempung dengan sisipan lapili tuf.

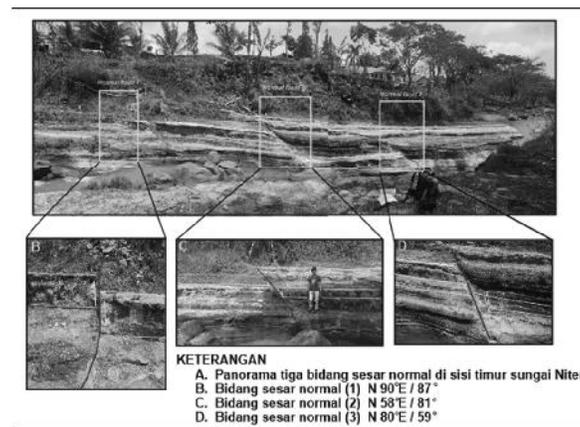
Sesar naik minor I memiliki arah kedudukan bidang sesar N 64° E / 73° E. Offset lapisan batupasir menunjukkan adanya *hanging wall* yang relatif naik daripada *foot wall* yang relatif tetap. Bidang sesar naik minor II berarah N 49° E / 76°. Lapisan batupasir mengalami offset sekitar 5 cm. *Offset* ini menunjukkan adanya pergeseran lapisan pada *hanging wall* yang relatif naik. Kedua sesar naik minor ini berada pada kelurusan sungai N 163° E Berdasarkan klasifikasi Rickard (1972), kedua sesar naik minor dinamakan *reverse fault*.



Gambar 6. Kenampakan Sesar Naik Minor yang terdapat pada LP 4, dengan arah foto N 72° E

### 3.2.2.2 Sesar Turun Minor

Sesar turun minor dijumpai pada LP 5. Sesar turun minor yang dijumpai sebanyak 3 sesar (Gambar 7) Sesar ini memotong perselingan batupasir almagamasi dan batulempung dengan sisipan lapili tuf. Sesar turun minor I memiliki arah kedudukan bidang sesar N 90° E / 87° E. *Offset* lapisan batupasir sepanjang 11 cm menunjukkan adanya *hanging wall* yang relatif turun daripada *foot wall* yang relatif tetap.



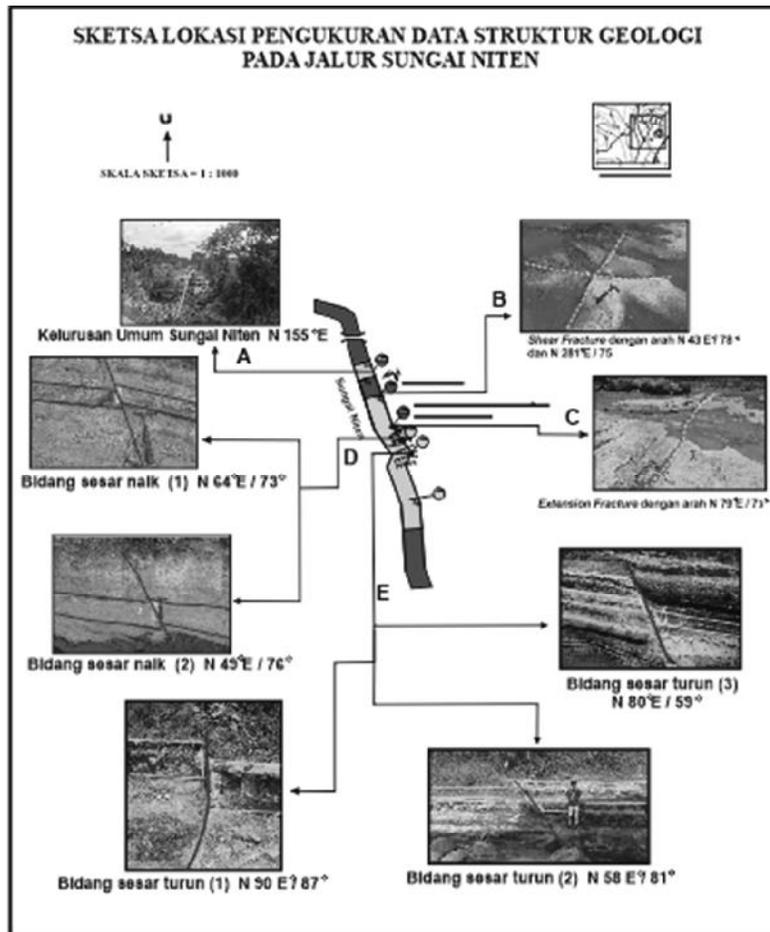
Gambar 7. Kenampakan sesar turun minor yang terdapat pada LP 5, dengan arah foto N 112° E

Bidang sesar turun minor II berarah N 58° E / 81°. Lapisan batupasir mengalami *offset* sekitar 6 cm. *Offset* ini menunjukkan adanya pergeseran lapisan pada *hanging wall* yang relatif turun. Sesar turun minor III memiliki bidang sesar N 58° E / 81°. *Offset* lapisan yang tersesarakan sepanjang 8 cm. Ketiga bidang sesar turun ini berada pada kelurusan sungai berarah N 203° E (timurlaut – baratdaya). Berdasarkan dip bidang sesar dan mengacu klasifikasi Rickard (1972), ketiga sesar turun minor dinamakan *normal fault*.

### 3.3.3 Mekanisme Kinematika Sesar

Kelurusan struktur geologi daerah penelitian dikontrol oleh adanya kelurusan umum Sungai Niten yang dilihat dari analisis pola kelurusan sungai dengan diagram roset memiliki arah relatif baratlaut – tenggara (Gambar 8).

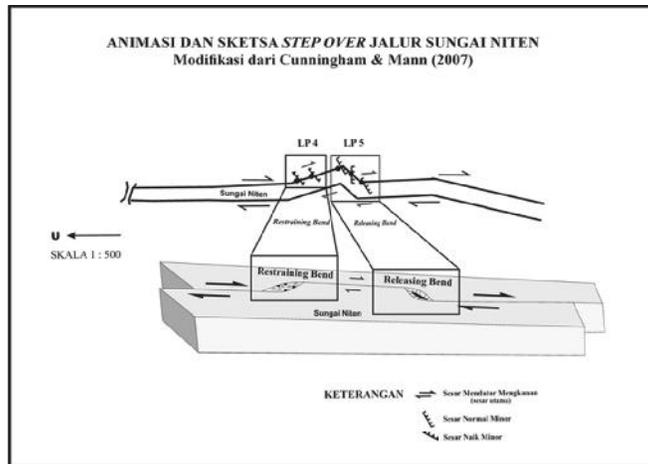
Struktur geologi daerah penelitian dipengaruhi gaya tektonik yang didominasi oleh sesar-sesar turun dan sebagian sesar-sesar naik. Keberadaan sesar naik dan turun diidentifikasi merupakan kompleks dari struktur sesar mendatar. Ada pun data sesar-sesar naik minor dengan arah dan kemiringan yaitu: N 64° E / 73° dan N 49° E / 76° (pada LP 4). Sesar-sesar turun minor dengan arah dan kemiringan yaitu: N 90° E / 87° dan N 58° E / 81° serta N 80° E / 59° (pada LP 5).



Gambar 8. Sketsa lokasi pengambilan data struktur geologi pada Sungai Niten

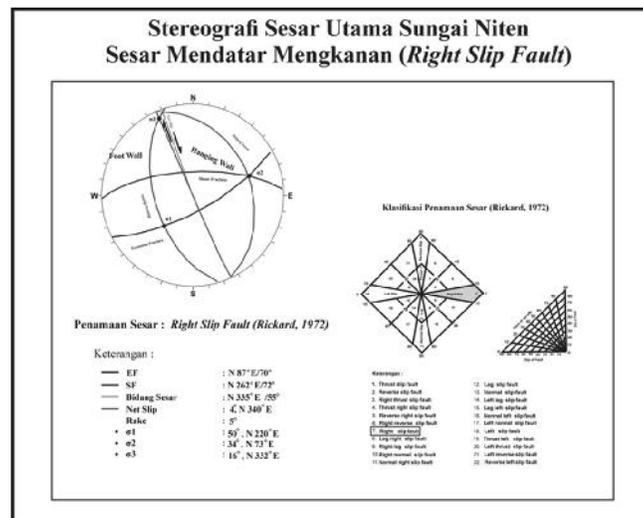
Menurut Cunningham & Mann (2007), pada sesar mendatar yang terdapat adanya zona sesar naik minor disebut *restraining bend* dan adanya zona sesar normal minor disebut *releasing bend* (Gambar 9). *Restraining* menunjukkan adanya gaya kompresional dengan arah gaya cenderung saling menekan. Adapun *Releasing* merupakan zona regangan (ekstensional) yang disebabkan adanya gaya saling menjauh. Adanya *releasing* dan *restraining* di zona sesar merupakan hal yang umum dijumpai karena sesar utama yang memiliki segmen – segmen sesar yang di lapangan ditunjukkan dengan adanya perbedaan arah kelurusan sungai.

Analisis kinematika menggunakan stereonet dapat diketahui arah pergerakan sesar utama dengan menggunakan klasifikasi (Rickard, 1972). Data-data yang diperlukan untuk menganalisa sesar utama dengan menggunakan stereonet yaitu: *extension fracture*, *shear fracture*, dan arah kelurusan umum pada Sungai Niten yang didapat dengan arah N 155° E.



Gambar 9. Animasi *step over* sistem sesar mendatar daerah penelitian (modifikasi Cunningham & Mann, 2007).

Arah umum kelurusan sungai digunakan sebagai bidang sesar utama. Sesar utama menunjukkan arah baratlaut – tenggara. Besaran kemiringan (*dip*) dari bidang sesar utama akan didapatkan dari hasil rekonstruksi pada stereonet. Stereonet yang diperoleh merupakan hasil pemrosesan data menggunakan aplikasi *software Dips*. Berikut ini merupakan hasil dari analisa kinematika menggunakan stereonet (Gambar 10).

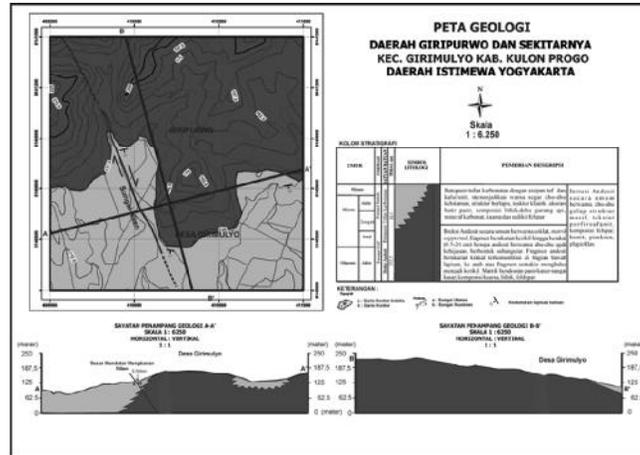


Gambar 10. Analisis kinematika sesar utama Sungai Niten menggunakan stereonet dengan aplikasi *Dips* serta penentuan jenis sesar mengacu pada klasifikasi Rickard (1972).

Berdasarkan hasil pengolahan data dari stereonet menggunakan *software Dips* dan mengacu pada klasifikasi Rickard (1972) bahwa sesar pada daerah penelitian adalah *Right Slip Fault* atau sesar mendatar mengkanan, dengan besaran *rake* yang didapat  $5^\circ$  dan *net slip*  $N 340^\circ E$ . Bidang sesar utama memiliki arah dan kemiringan  $N 335^\circ E / 55^\circ$ . Arah gaya utama sesar diperoleh dari pembacaan ( $\sigma_1$ ) pada sesar utama yaitu didapatkan  $50^\circ, N 220^\circ E$ . Arah gaya utama ini sesuai dengan arah umum *extensional fracture* yang berarah timurlaut – baratdaya.

### 3.4 Penyebaran Batuan Formasi Andesit Tua dan Formasi Nanggulan

Penyebaran batuan di daerah penelitian dapat dilihat dari kompilasi data dari jalur pengukuran stratigrafi. Sebaran batuan juga dilakukan dengan pemetaan geologi di sekitar daerah atau jalur Sungai Niten. Pemetaan dilakukan di area luasan 1,5 km x 1,5 km yang menghasilkan Peta Daerah Giripurwo dan sekitarnya (Gambar 11).



Gambar 11. Peta Geologi Giripurwo dan sekitarnya

Berdasarkan peta geologi tersebut, pada daerah penelitian terdapat tiga satuan batuan dari tertua ke muda yaitu satuan Breksi Andesit, satuan Intrusi Andesit, dan satuan Batupasir Tufan Karbonatan. Sesar Mendatar Mengkanan Niten memotong satuan Breksi Andesit dan Batupasir Tufan karbonatan. Jika dicermati dan dilakukan intepretasi pada peta geologi daerah penelitian terdapat *offset* bukit di timur Sungai Niten pada kordinat koordinat S 6° 40' 10" dan E 14° 59' 12". Tinggian berupa bukit tersebut lebih condong ke arah selatan dari punggung perbukitan yang terdapat di sebelah utara daerah penelitian. *Offset* bukit tersebut dikontrol oleh adanya pergerakan Sesar Mendatar Mengkanan Niten. Hal itu didukung dengan sebaran satuan Breksi Andesit pada bukit melampar di sebelah timur sungai Niten. Adanya sisipan intrusi kecil dijumpai pada bagian bukit di bagian timur Sungai Niten. Intrusi Andesit tersebut secara megaskopis menunjukkan warna abu-abu kehitaman dengan, struktur masif, tekstur porfiroafanit, berkomposisi andesitan (felspar, muskovit, piroksen, dan mineral lithik). Kemunculan sesar Mendatar Mengkanan Niten memiliki arah pola yang sama dengan arah pola Sumatra yang terdapat di Pegunungan Kulon Progo. Sesar ini selain memotong satuan breksi Andesit juga dominan memotong perlapisan batuan Formasi Sentolo yaitu Satuan Batupasir Tufan Karbonatan yang berumur Miosen Tengah – Pliosen Bawah (N12 – N 21 (Blow, 1969).

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan observasi lapangan, analisis studio, dan intepretasi data, daerah penelitian yaitu jalur Sungai Niten, dapat disimpulkan bahwa Berdasarkan hasil pengolahan data dari stereonet menggunakan *software Dips* dan mengacu pada klasifikasi Rickard (1972) bahwa sesar utama pada daerah penelitian adalah *Right Slip Fault* atau sesar mendatar mengkanan, dengan besaran *rake* yang didapat 5° dan *net slip* N 340 ° E. Bidang sesar utama memiliki arah dan kemiringan N 335° E / 55°. Arah gaya utama sesar diperoleh dari pembacaan ( $\sigma_1$ ) pada sesar utama yaitu didapatkan 50°, N 220° E. Arah gaya utama ini sesuai dengan arah umum *extensional fracture* yang berarah timurlaut – baratdaya. Pengaruh struktur geologi berupa sesar mendatar Mengkanan Niten, memotong satuan Breksi Andesit dan Batupasir Tufan karbonatan. Intepretasi pada peta geologi daerah penelitian terdapat *offset* bukit di

timur Sungai Niten yang lebih condong ke arah selatan. *Offset* bukit tersebut dikontrol oleh adanya pergerakan Sesar Mendatar Mengkanan Niten. Hal itu didukung dengan sebaran satuan Breksi Andesit melampar hingga ke selatan di sebuah bukit kecil, di sebelah timur sungai Niten. Kemunculan sesar Mendatar Mengkanan Niten memiliki arah pola yang sama dengan arah pola Sumatra yang terdapat di Pegunungan Kulon Progo.

#### Daftar Pustaka

- [1] Budiadi, E., 2008. Peranan Tektonik Dalam Mengontrol Geomorfologi Daerah Pegunungan Kulon Progo. *Yogyakarta, Disertasi Doktor, UNPAD, Bandung, 204*. Disertasi Doktor Ilmu Geologi, UNPAD, Bandung, Tidak dipublikasikan
- [2] Blow, W.H., 1969. Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. In *Proceedings of the first international conference on planktonic microfossils* (Vol. 1, pp. 199-422). EJ Brill Leiden.
- [3] Cunningham, W., dan Mann, P. 2007. *Tectonics of strike-slip restraining and releasing bends*. Geological Society, London, Special Publications, 1–12. doi:10.1144/SP290.1
- [4] Kadar, D. 1976. Planktonic Foraminifera Biostratigraphy of the Sentolo Formation, Central Java, Indonesia. *Proc. the first International Congress on Pacific Neogene Stratigraphy*. Bandung.
- [5] Pringgoprawiro, H., 1968, *On the Age of Sentolo Formation Based on Planktonik.*, Dept. of Geology, ITB, Bandung.
- [6] Rahardjo, Sukandarrumidi, dan Rosidi, H,M,D, 1995, Peta Geologi Lembar Yogyakarta, Jawa, Skala 1:100.000, Pusat Pengembangan Geologi.
- [7] Rickard, M.J., 1972. Fault Classification: Discussion. *Geological Society of America Bulletin*, 83(8), pp.2545-2546.
- [8] Sujanto, F.X., 1975. Roskamil, 1975. The Geology & Hydrocarbon Aspects of the South Central Java. *Proceedings of Indonesian Association of Geologist*.
- [9] van Bemmelen, R.W., 1949. General Geology of Indonesia and adjacent archipelagoes. *The geology of Indonesia*.
- [10] Widagdo, A., Pramumijoyo, S. and Harijoko, A., 2016, October. KAJIAN PENDAHULUAN KONTROL STRUKTUR GEOLOGI TERHADAP SEBARAN BATUAN-BATUAN DI DAERAH PEGUNUNGAN KULONPROGO-YOGYAKARTA. In *PROCEEDING, SEMINAR NASIONAL KEBUMIHAN KE-9 PERAN PENELITIAN ILMU KEBUMIHAN DALAM PEMBERDAYAAN MASYARAKAT 6-7 OKTOBER 2016; GRHA SABHA PRAMANA*. DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI FT UGM