

Karakteristik Mikrostruktur Zona Hancuran dan Inti Sesar Berdasarkan Analisis Petrografi pada Litologi Skis, Bawak, Bayat, Kabupaten Klaten, Provinsi Jawa Tengah

Characteristics of The Microstructure of The Destruction Zone and Fault Core Based on Petrographic Analysis of The Schis, Bawak, Bayat Litology, Klaten Regency, Central Java Province

M. H. Awaluddin^{1*}, Al Hussein Flowers Rizqi³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Geologi, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta
Email Korespondensi : 4100230074@students.itny.ac.id

ABSTRAK

Daerah Bayat, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah, merupakan wilayah dengan singkapan batuan metamorf yang mengalami deformasi intens akibat aktivitas tektonik. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik mikrotektonik pada zona hancuran (damage zone) dan zona inti (core zone) menggunakan analisis petrografi pada litologi sekis. Metode penelitian mencakup pengamatan lapangan, pengambilan sampel, serta analisis mikroskopis sayatan tipis untuk menafsirkan mikrostruktur dan orientasi mineral. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa litologi pada daerah penelitian terdiri dari sekis grafit dan sekis mika dengan struktur foliasi schistose dan tekstur kristaloblastik. Zona inti sesar memiliki mineral mika yang tersusun sejajar dan memanjang satu arah akibat pengaruh tegangan utama (σ_1), sedangkan zona hancuran memperlihatkan orientasi mineral yang acak dan belum menunjukkan penjajaran sempurna. Arah foliasi dominan pada zona hancuran yaitu N 335°E–N 155°E dengan arah gaya baratlaut–tenggara, sedangkan pada zona inti sesar N 290°E–N 110°E dengan arah gaya baratlaut–tenggara. Perbedaan orientasi dan tekstur mineral mencerminkan variasi intensitas deformasi di antara kedua zona tersebut. Secara keseluruhan, penelitian ini memperlihatkan bahwa mikrotektonik pada batuan metamorf Bayat merekam arah tegangan regional serta memberikan pemahaman terhadap evolusi deformasi tektonik di Jawa bagian selatan.

Kata kunci: mikrotektonik, petrografi, sekis, Bayat, zona sesar

ABSTRACT

The Bayat area, located in Klaten Regency, Central Java, contains exposures of metamorphic rocks that have undergone intense deformation due to tectonic activity. This study aims to identify the microtectonic characteristics of the damage zone and core zone using petrographic analysis on schist lithology. The research involves field observation, sampling, and thin-section microscopic analysis to interpret microstructures and mineral orientations. Results show that the lithology consists of graphite schist and mica schist with schistose foliation and crystalloblastic texture. In the fault core zone, mica minerals exhibit well-aligned planar fabrics parallel to the principal stress direction (σ_1), while in the damage zone, mineral orientations are more random and less developed. The dominant foliation orientation in the damage zone is N 335°E–N 155°E, whereas in the fault core zone it is N 290°E–N 110°E, both trending northwest–southeast. These variations in mineral texture and alignment reflect differences in deformation intensity between the two zones. Overall, the microtectonic features of the Bayat metamorphic rocks record regional stress directions and provide insights into the tectonic deformation history of southern Java.

Keywords: microtectonics, petrography, schist, Bayat, fault zone

PENDAHULUAN

Daerah Bayat, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah, merupakan wilayah dengan aktivitas tektonik tinggi dan singkapan batuan metamorf pra-Tersier yang mengalami deformasi kuat akibat interaksi konvergen antar lempeng [1], [2]. Kompleks batuan metamorf di daerah ini, seperti sekis, filit, dan marmer, menunjukkan struktur foliasi dan zona sesar yang terbentuk akibat proses deformasi berulang [3].

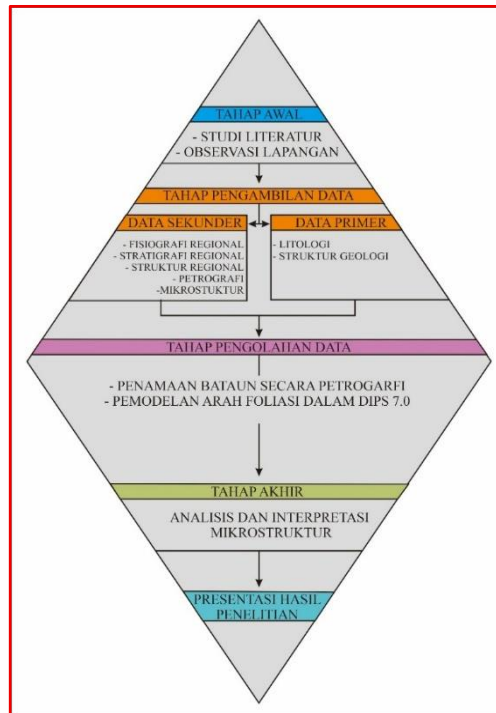
Mikrostruktur batuan merekam mekanisme deformasi yang terjadi, mencerminkan kondisi tegangan dan tekanan selama metamorfisme [4]. Analisis petrografi pada sayatan tipis menjadi metode efektif untuk mengamati orientasi mineral serta hubungan foliasi dengan arah tegangan utama. Blenkinsop [5] menyatakan

bahwa mikrostruktur dapat digunakan untuk menafsirkan mekanisme deformasi, sedangkan Passchier dan Trouw [6] menegaskan bahwa foliasi berkembang sejajar arah tegangan terbesar (σ_1). Studi Handayani [7] di Bayat menunjukkan orientasi foliasi sekis timur–barat, dengan tekanan utama dari utara–selatan.

Penelitian ini bertujuan menganalisis perbedaan mikrostruktur antara zona inti sesar (core zone) dan zona hancuran (damage zone) pada batuan sekis di Dusun 1, Bawak, Bayat. Melalui metode petrografi, penelitian ini diharapkan memperjelas hubungan antara deformasi mikrotektonik dan evolusi tektonik regional Jawa bagian selatan.

METODE PENELITIAN

Alur penelitian sangat penting dalam sebuah penelitian, adapun alur yang di lakukan pada penelitian ini meliputi Tahap awal, Pengambilan data, Pengolahan data, Tahap akhir hingga presentasi hasil penelitian.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Tahap Awal

a. Studi literatur

Studi literatur dilakukan untuk pengumpulan, pengkajian, dan mempelajari kondisi daerah penelitian, baik kondisi geologi maupun kondisi secara umum. Pustaka yang digunakan berupa buku-buku pedoman, peta regional, jurnal, laporan penelitian maupun publikasi jenis lain yang relevan. Studi literatur yang digunakan berdasarkan penelitian Peta Geologi Lembar dan sumber lainnya yang terkait dengan daerah penelitian. Studi literatur juga dilakukan dengan mempelajari penelitian Mikrostruktur terdahulu, mulai dari teknik pengambilan sampel, analisa, serta hasil perbandingan mikrostruktur terhadap karakteristik dari litologi.

b. Observasi lapangan

Observasi lapangan ini dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung dilapangan, dengan tujuan untuk mengvalidasi secara langsung informasi yang didapatkan langsung dari hasil studi literatur.

Tahap Pengambilan Data

a. Data sekunder

Data sekunder didapatkan dengan cara menghubungi instansi penyedia, dalam penelitian ini data sekunder yang dibutuhkan berupa Peta Geologi Regional Lembar dan sumber lainnya seperti penelitian mengenai struktur dan mikrostruktur berupa teknik pengambilan sampel serta analisa mikrostrukturnya, serta pengamatan litologi yang terkait dengan daerah penelitian.

b. Data primer

Pengambilan data primer lapangan dilakukan dengan menggunakan metode pemetaan geologi di daerah penelitian dan pengambilan sampel batuan untuk analisa spektral mineral. Pengumpulan data primer meliputi pengamatan litologi, pengambilan sampel litologi dan data struktur geologi, meliputi arah foliasi dan pengukuran bidang sesar, yang terdapat pada daerah penelitian. Pengambilan sampel menggunakan dua teknik yaitu pada zona inti sesar dan zona hancur sesar. Sampel yang di ambil kemudian ditandai sumbu x, y dan z nya yang mengikuti arah utara dari singkapan tempat pengambilan sampel.

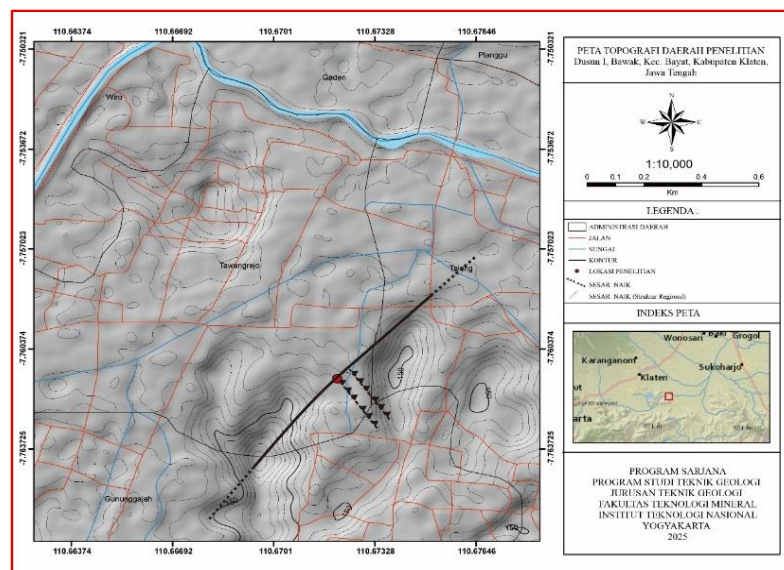
Pengolahan Data

Pada tahap ini merupakan tahap pengolahan data yang telah didapatkan baik data sekunder yang kemudian di korelasikan dengan data primer yang didapatkan dilapangan. Data primer meliputi data sampel batuan kemudian dilakukan pengamatan secara mikroskopis dengan tujuan untuk penamaan batuan secara petrografi dan karakteristik litologi akibat pengaruh dari struktur yang terdapat pada daerah penelitian, yang kemudia dilakukan perbandingan antara kedua sampel antara zona inti sesar dan zona hancur sesar.

Tahap Akhir

Pada tahap ini merupakan tahap terakhir yang dilakukan menyusun semua hasil dan pembahasan sampai kesimpulan yang kemudian di presentasikan.

HASIL DAN ANALISIS



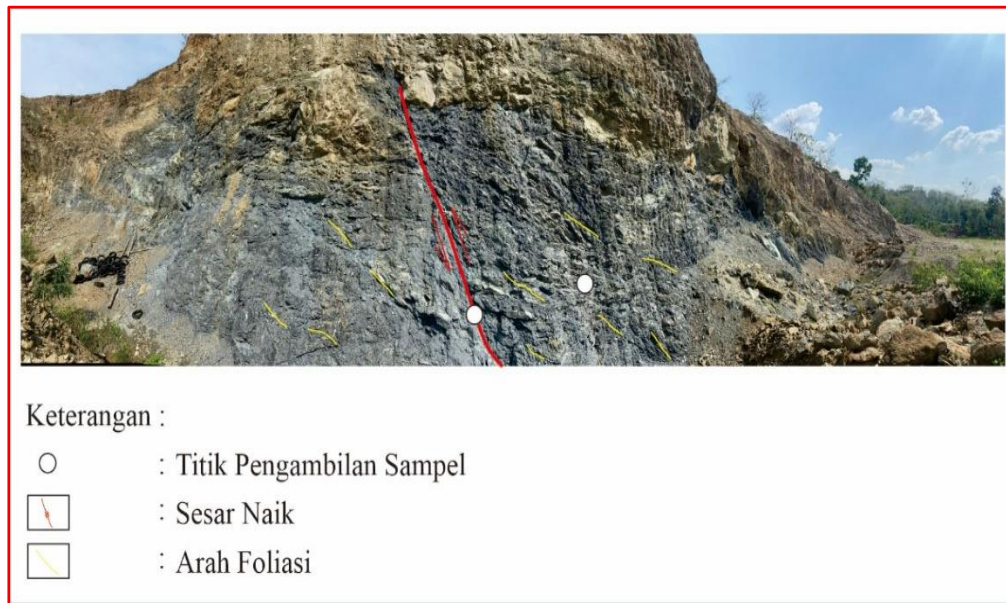
Gambar 2. Evolusi Struktur Perbukitan Jiwo, Bayat, Klaten, Jawa Tengah [8].

Secara administratif lokasi daerah penelitian terletak pada Dusun I, Bawak, Kec. Bayat, Kab. Klaten, Jawa Tengah, tepatnya pada koordinat $7^{\circ}45'37.6''S$ $110^{\circ}40'25.5''E$ (Gambar 2).

Singkapan dengan lebar kurang lebih 25 meter dengan tinggi kurang lebih 10 meter ini terdapat litologi berjenis batuan metamorf foliasi, yang dimana batuan metamorf foliasi ini secara megaskopis dicirikan dengan warna lapuk abu-abu kehitaman, warna segarnya hitam keabu-abuan, dengan struktur foliasi non-mylonite series (schistose), tekstur kristaloblastik (lepidoblastik), dengan komposisi mineral Graphit, Silimanit, mica. Berdasarkan parameter deskripsi yang ada, litologi yang ditemukan dilapangan adalah Schist Graphit [9].

Geologi Daerah Penelitian

Kelurusan arah sesar pada peta topografi (Gambar 2) merupakan arah sesar yang ditarik dari Data Elevasi Model (DEM) atau penghilatan kontur, yang kemudian dilakukan pengamatan langsung dilapangan. Struktur geologi yang ditemukan dilapangan berupa sesar naik, dan foliasi pada batuan yang menjadi aspek penelitian.



Gambar 3. Singkapan daerah penelitian

Bidang foliasi yang ditemukan dilapangan kemudian dilakukan pengambilan data (Tabel 1. Arah foliasi), untuk dikorelasikan arah foliasi pada singkapan dengan persebaran granin pada pengamatan petrografi.

Tabel 1. Arah foliasi

No.	Arah foliasi	
	Strike	Dip
1.	N 70° E	37°
2.	N 132° E	42°
3.	N 130° E	28°
4.	N 154° E	45°
5.	N 88° E	31°
6.	N 18° E	17°
7.	N 74° E	32°
8.	N 20° E	26°
9.	N 355° E	68°
10	N 115° E	21°

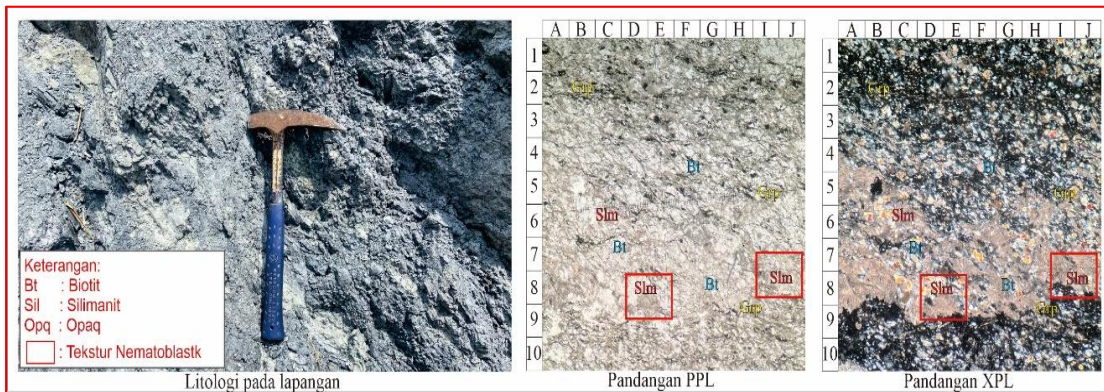
Hasil pengamatan litologi daerah penelitian

Pada deskripsi data meliputi deksripsi data batuan yang terdapat pada daerah penelitian secara makroskopik dan mikroskopik. Dengan pendeskripsian batuan ini makan akan diketahui karakteristik batuan yang berada pada setiap lokasi daerah penelitian meliputi warna, ukuran butir, tekstur, struktur dan komposisi mineral yang terkandung pada batuan dengan menggunakan klasifikasi [9], berdasarkan struktur dan mineralogi. Dari karakteristik batuan yang terdapat pada daerah penelitian juga dapat membantu untuk mengetahui proses yang terjadi pada daerah penelitian.

1. Petrologi batuan

a. Litologi pada hancuran (*Damage zone*)

Pada zona hancur ditemukan litologi dengan warna lapuk abu-abu kehitaman, warna segarnya hitam keabu-abuan, dengan struktur foliasi non-mylonite series (schistose), tekstur kristaloblastik (nematoblastik), dengan komposisi mineral Graphit, Silimanit, mica. Berdasarkan parameter deskripsi yang ada, litologi yang ditemukan dilapangan adalah Schist Graphit [9].



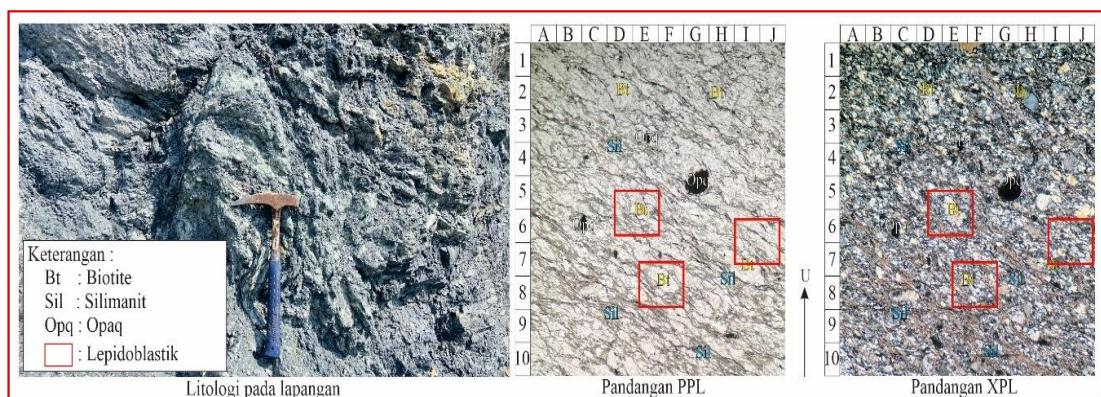
Gambar 4. Litologi pada zona hancuran (*Damage Zone*).

Berdasarkan pengamatan petrografi pada sayatan tipis batuan dengan PPL berwarna putih kecoklatan colourless dan XPL berwarna abu-abu coklat kehitaman. Memiliki struktur foliasi schistose, tekstur nematoblastik. Pada sayatan tipis batuan dengan PPL berwarna putih kecoklatan colourless dan XPL berwarna abu-abu coklat kehitaman. Memiliki struktur foliasi schistose, tekstur nematoblastik (kotak merah) yang terdiri dari mineral silimanit yang menunjukkan himpunan mineral prismatic membentuk liniasi. Batuan ini memiliki komposisi mineral yaitu Graphit dalam pengamatan PPL berwarna putih kecoklatan colourless, bentuk subhedral, relief sedang, pleokorisme ada, dan pada XPL berwarna abu-abu kuning kecoklatan pepadaman bergelombang, kembaran tidak ada. Silimanit dalam pengamatan PPL colourless, fibrolit, relief rendah, pleokorisme tidak ada, xpl berwarna merah muda kekuningan, pepadaman sejajar, kembar tidak ada. Mica berwarna putih kekuningan pada PPL, colourless, bentuk subhedral, relief sedang, pleokorisme tidak ada, dan pada XPL berwarna kuning kemerahan, pepadaman sejajar dan memiliki bidang kembar.

Berdasarkan data petrografi, dihasilkan penamaan batuan yaitu Schist Graphit [9].

b. Litologi pada zona inti (*core zone*)

Pada zona inti sesar ditemukan litologi dengan warna lapuk putih kehitaman dengan warna segar putih keabuan, dengan struktur foliasi non-mylonite series (schistose), tekstur kristaloblastik (lepidoblastik), dengan komposisi mineral biotit, silimanite. Berdasarkan parameter deskripsi yang ada, litologi yang ditemukan dilapangan adalah Schist Mica [9].



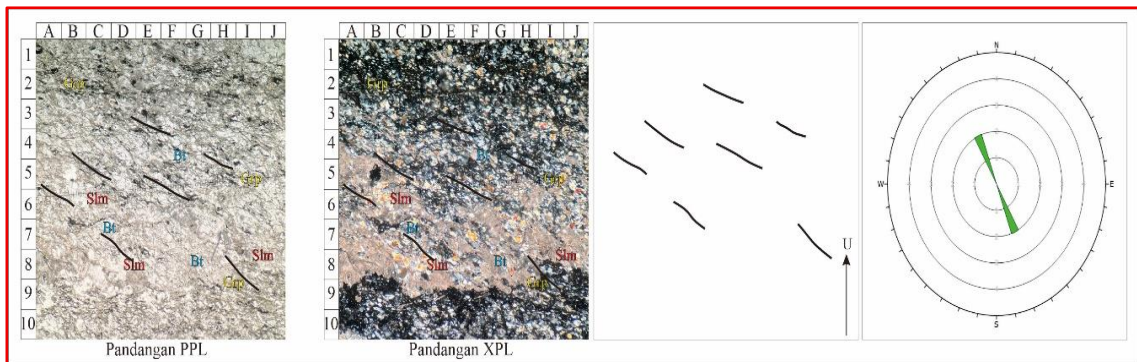
Gambar 5. Litologi pada zona inti (*Core zone*)

Hasil pengamatan petrografi batuan dilakukan pada sayatan tipis menggunakan mikroskop polarisasi yang bertujuan untuk karakteristik litologi khususnya mineral akibat deformasi pada zona inti sesar (*Core zone*) dan zona hancuran (*Damage zone*).

Berdasarkan pengamatan petrografi pada sayatan tipis batuan dengan PPL berwarna putih kecoklatan, colourless dan XPL berwarna abu-abu coklat kehitaman. Memiliki struktur foliasi schistosis dan tekstur lepidoblastik. Pada sayatan tipis batuan dengan PPL berwarna putih kecoklatan colourless dan XPL berwarna putih keabuan. Memiliki struktur foliasi schistosis, tekstur lepidoblastik (kotak merah) yang memperlihatkan penjajaran mineral pipih (biotit) yang menunjukkan orientasi foliasi. Batuan ini memiliki komposisi mineral yaitu Biotit dalam pengamatan PPL berwarna putih kecoklatan colourless, bentuk subhedral, relief sedang, pleokorisme ada, dan pada XPL berwarna abu-abu kuning kecoklatan pepadaman bergelombang, memiliki bidang kembar. Silimanit dalam pengamatan PPL colourless, fibrolit, relief rendah, pleokorisme tidak ada, xpl berwarna merah muda kekuningan, pepadaman sejajar, kembar tidak ada. Graphit dalam pengamatan PPL berwarna putih kecoklatan colourless, bentuk subhedral, relief sedang, pleokorisme ada, dan pada XPL berwarna abu-abu kuning kecoklatan pepadaman bergelombang, kembaran tidak ada. Berdasarkan data petrografi, dihasilkan penamaan batuan yaitu Schist Mica [9].

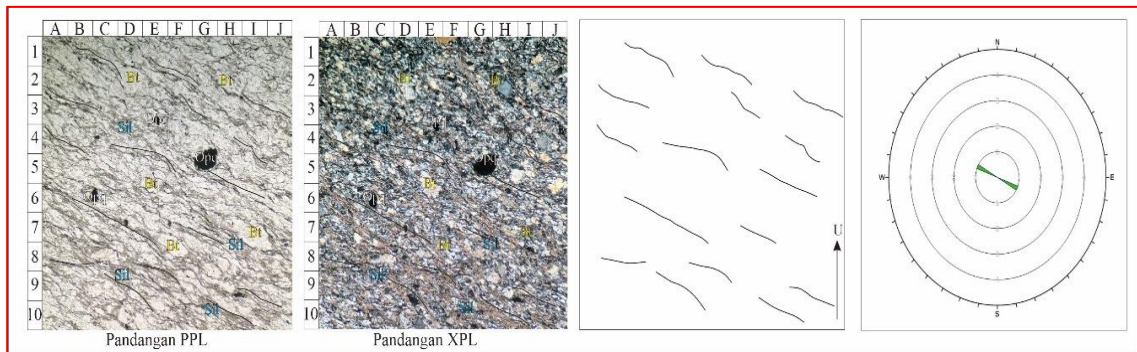
2. Struktur geologi

Penentuan struktur pada daerah penelitian menggunakan data petrografi batuan yang diambil dilapangan yang kemudian dianalisis menggunakan mikroskop polarisasi. Pengamatan petrografi pada pembahasan ini difokuskan pada mikrostruktur. Seperti struktur retakan dan foliasi mineral pada batuan untuk menentukan arah struktur dan retakan dominan yang terbentuk pada mineral penyusun batuan maka akan dapat diinterpretasikan mikro struktur yang terdapat pada batuan di daerah penelitian. Hasil interpretasi dari arah dominan foliasi pada batuan berdasarkan perhitungan arah dominan dan intensitas kehadiran pada batuan dari data arah foliasi. Kemudian dibuat pemodelan dalam bentuk diagram roset menggunakan software Dips 7.0.



Gambar 6. Mikro struktur pada zona hancuran (*Damage zone*)

Petrografi batuan pada zona hancuran (*Damage zone*) memiliki litologi Skiss Graphit dengan hasil pengamatan berwarna abu-abu coklat kehitaman colourless pada pengamatan nikol sejajar dan pada nikol silang berwarna hitam kecoklatan. Terdiri dari mineral halus hingga kasar, fragmen graphit, silimanite dan mica.



Gambar 7. Mikro struktur pada zona inti (*Core zone*)

Petrografi batuan pada zona inti sesar (Core zone) memiliki litologi Skiss mica dengan hasil pengamatan berwarna abu-abu coklat kehitaman colourles pada pengamatan nikol sejajar dan pada nikol silang berwarna abu-abu kekuningan. Terdiri dari mineral halus hingga kasar, fragmen biotit, silimanite, opa. Pengamatan petrografi pada mikro struktur mikro struktur pada zona inti sesar (Core zone), pada batuan untuk menentukan arah struktur foliasi dominan yang terbentuk. Kemudian dibuat permodelan dalam bentuk diagram roset, dengan hasil analis arah foliasi dominan N 290° E - N 110° E berarah baratlaut-tenggara. Berdasarkan arah foliasi dan dapat diinterpretasikan arah gaya yang bekerja berarah baratbarat laut-timur tenggara. Silimanite sebagai mineral stres pada zona inti sesar sudah tidak menampilkan karakteristik mineral aslinya, hal ini dikarenakan litologi ini sudah terdeformasi sehingga menunjukkan penjajaran mineral yang planar.

3. Perbandingan kenampakan Mikroskopis akibat pengaruh struktur

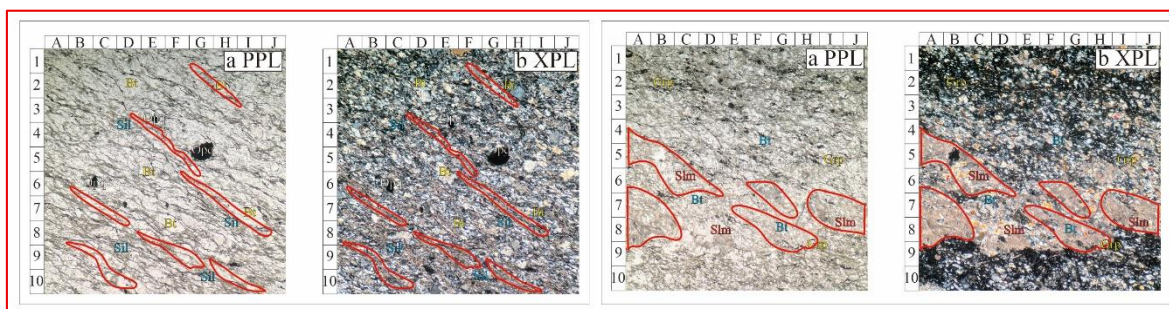
Pada kenampakan sayatan batuan daerah penelitian memperlihatkan adanya perbedaan kenampakan secara mikroskopis antara sampel yang diambil pada zona inti sesar (Core zone) dan zona hancur (Damage zone). Salah-satu perbedaan kenampakan terdapat pada sampel zona hancuran (Damage zone) memperlihatkan bentuk antar mineral relatif lebih kecil dengan mineral stress (Silimanit) yang belum menunjukkan penjajaran mineral yang planar. Sedangkan zona inti sesar (Core zone) memperlihatkan persentasi mineral yang pipih dan tersusun rapat dengan mineral stress (Silimanit) yang sudah menunjukkan penjajaran mineral yang planar.



Gambar 8. Karakteristik Mica pada (a) zona inti sesar (Core zone), (b) zona hancuran (Damage zone).

Karakteristik mineral mica pada zona inti sesar (Core zone) dan zona hancur (Damage zone) itu memiliki perbedaan karena penyesuaian orientasinya terhadap gaya yang didapatkan. Pada zona inti sesar (Core zone) lembaran-lembaran mica akan berorientasi sejajar dengan arah tegangan terbesar (σ_1). Susunan dari lembaran mica yang teratur membentuk bidang sejajar, lembaran mica tampak memanjang satu arah. Dan mineral mica akan mengembang karena pengaruh dari Arah tegangan terbesar (σ_1) tersebut. Berbeda dengan karakteristik yang terdapat pada zona hancuran (Damage zone) karena jauh dari tekanan terbesar (σ_1), orientasi dari lembaran mica nya tidak teratur dan tidak memanjang satu arah.

Berdasarkan arah foliasi dan dapat diinterpretasikan arah gaya yang bekerja berarah baratlaut-tenggara. Silimanite sebagai mineral stres pada zona hancuran masih menampilkan karakteristik mineral aslinya, hal ini dikarenakan litologi ini kurang terpengaruh oleh deformasi yang ada pada daerah penelitian sehingga belum menunjukkan adanya penjajaran mineral yang sempurna. Sedangkan pada zona inti sesar (Core zone), silimanite sebagai mineral stres pada zona inti sesar sudah tidak menampilkan karakteristik mineral aslinya, hal ini dikarenakan litologi ini sudah terdeformasi sehingga menunjukkan penjajaran mineral yang planar.



Gambar 9. Karakteristik silimanit pada (a) zona inti sesar (*Core zone*), (b) zona hancuran (*Damage zone*).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada Dusun 1, Bawak, Kecamatan Bayat Kabupaten Klaten Provinsi Jawa Tengah, dapat disimpulkan bahwa :

Litologi daerah penelitian terdiri atas batuan metamorf berfoliasi, yaitu Sekis Graphit dan Sekis Mica. Sekis Graphit memiliki warna lapuk abu-abu kehitaman, warna segar hitam keabu-abuan, struktur foliasi schistose, tekstur lepidoblastik, serta mineral utama grafit, silimanit, dan mika [9]. Sekis Mica berwarna lapuk putih kehitaman dengan warna segar putih keabuan, struktur schistose, tekstur lepidoblastik, dan mengandung biotit serta silimanit [9].

Hasil analisis petrografi menunjukkan bahwa Sekis Graphit memiliki struktur schistose dan tekstur grano-nematoblastik, sedangkan Sekis Mica menunjukkan struktur schistose dan tekstur nematoblastik.

Pada zona hancur (*damage zone*), arah foliasi dominan N 335°E – N 155°E berarah baratlaut–tenggara, menunjukkan orientasi gaya tekan utama yang sama dengan persentase mineral pipih lebih sedikit. Sedangkan pada zona inti sesar (*core zone*), arah foliasi dominan N 290°E – N 110°E berarah baratbaratlaut–timurtenggara, dengan mineral lebih kecil, pipih, dan tersusun rapat. Perbedaan posisi gaya tekan utama (σ_1) menyebabkan lembaran mika pada *core zone* terorientasi sejajar dan memanjang, sedangkan pada *damage zone* orientasinya tidak teratur. Silimanit menunjukkan penjajaran planar lebih kuat pada *core zone* akibat deformasi yang lebih intens.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih secara khusus ditujukan kepada orang tua atas doa dan dukungannya yang tiada henti, serta kepada dosen pembimbing yang dengan sabar dan penuh perhatian telah membimbing penulis. Penghargaan juga diberikan kepada Institut Teknologi Nasional Yogyakarta sebagai tempat penulis menimba ilmu dan menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lowrie, W., “*Fundamentals of Geophysics*,” 2nd ed., Cambridge University Press, 2007.
- [2] Asikin, S., “*Dasar-Dasar Geologi Struktur*,” ITB, Bandung, 19.
- [3] Surono, “*Litostratigrafi Pegunungan Selatan Bagian Timur*,” PSG, Bandung, 2009.
- [4] Kerr, P. F., “*Optical Mineralogy*,” McGraw-Hill, 1959.
- [5] Blenkinsop, T. G., “*Deformation Microstructures and Mechanisms in Minerals and Rocks*,” Springer, 2000.
- [6] Passchier, C. W., & Trouw, R. A. J., “*Microtectonics*,” Springer-Verlag, 2005.
- [7] Handayani, S., “*Studi Petrografi dan Implikasi Tektonik di Kompleks Bayat, Jawa Tengah*,” UGM, 2016.
- [8] J. Setiawan, “*Evolusi Struktur Perbukitan Jiwo, Bayat, Klaten, Jawa Tengah*,” Tesis Magister (S2), Institut Teknologi Bandung, Unpublish, 2000.
- [9] Fettes, D., & Desmons, J., “*Metamorphic Rocks: A Classification and Glossary of Terms. Recommendations of the International Union of Geological Sciences, Subcommittee on the Systematics of Metamorphic Rocks*,” Cambridge University Press, 2007.