

GEOLOGI DAN STRUKTUR GEOLOGI DAERAH KROBOKAN DAN SEKITARNYA, KECAMATAN JUWANGI, KABUPATEN BOYOLALI, JAWA TENGAH

Ismael Rodrigues Vieira LY Meco, C. Prasetyadi, Siti Umiyatun Choiriah
Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknologi Mineral UPN "Veteran" Yogyakarta
JL. SWK 104 (Lingkar Utara) Condongcatur, Yogyakarta 55283
Telp. (0274) 486403, 486733 ; Fax. (0274) 487816 ; Email: geoupn@indosat.net.id

Sari - Daerah penelitian yang terletak pada Kecamatan Juwangi, Kabupaten Boyolali, Provinsi Jawa Tengah terbagi menjadi 2 satuan bentuk asal dan 4 satuan bentuk lahan. Bentuk asal struktural yang terdiri dari perbukitan homoklin, perbukitan sinklin, dan lembah antiklin serta bentuk asal fluviial yang terdiri dari dataran alluvial. Pola pengaliran yang berkembang pada daerah penelitian adalah subdendritik, subparalel, dan *rectangular*, dengan tipe *genetic* subsekuen, resekuen, dan obsekuen. Stratigrafi daerah penelitian terdiri dari 3 satuan batuan dari tua ke muda: satuan batupasir Kerek, satuan batupasir Banyak dan endapan aluvial. Lingkungan pengendapan daerah penelitian meliputi Kipas bawah laut bagian tengah hingga bawah, pada kedalaman batial bawah dan paparan tengah – luar pada kedalaman neritik tengah hingga luar. Struktur Geologi pada daerah penelitian terdiri dari sesar naik, sesar mendatar kiri, dan lipatan yang berkembang pada zona *foreland* akibat tektonik kompresi dengan tegasan berarah utara – selatan pada kala Plio-Plistosen. Pada daerah penelitian terdapat potensi positif berupa penambangan batu kali dan potensi negatif berupa gerakan massa

Kata – kata kunci : *foreland*, kompresi, sesar.

PENDAHULUAN

Pulau Jawa merupakan pulau utama di wilayah Indonesia bagian barat. Memahami perkembangan tektonik Pulau Jawa berarti mengetahui bagian utama dari tektonik Indonesia bagian Barat. Tatanan tektonik Pulau Jawa menunjukkan ciri khas hasil interaksi konvergen antara lempeng samudera dan lempeng benua. Hasil dari kompresi ini menghasilkan rangkaian pergerakan sesar naik maupun terbentuknya sesar geser pada Pulau Jawa khususnya Zona Kendeng. Hal ini menunjukkan bahwa daerah ini sangat banyak mengalami proses tektonik guna mengetahui perkembangan struktur geologi Zona Kendeng. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui keadaan geologi daerah penelitian baik geomorfologi, variasi litologi lengkap/satuan batuan (stratigrafi), struktur geologi, sejarah geologi dan potensi geologi daerah penelitian serta secara khusus mempelajari perkembangan struktur geologi daerah penelitian. Lokasi penelitian terletak di daerah Gunung Sari dan Sekitarnya, Kecamatan Wonosegoro, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah. Lokasi daerah penelitian berada pada koordinat UTM X= 472500 - 477500 dan Y= 920400 -920900, dengan luas total daerah penelitian sebesar 5 x 5 km = 25 km².

Metodologi penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif analitik dan digolongkan menjadi 2 tahapan, yaitu kajian lapangan dan analisis data. Tahap kajian lapangan, meliputi: pembuatan proposal, perizinan, persiapan perlengkapan dalam penelitian geologi, studi pustaka dan perencanaan lintasan, pengumpulan data. Tahap analisis data, meliputi Analisis MS (Measuring Section), analisis petrografi, analisis paleontologi, analisis struktur geologi dan penyusunan laporan.

GEOLOGI REGIONAL

Di Zona Kendeng memiliki pola struktur *pure shear* orde pertama tegasan kompresi yang berkaitan dengan konvergensi Neogen Lempeng Indo-Australia yang berarah utara-selatan. Disamping itu arah tegasan kompresi utara-selatan ini juga menghasilkan struktur lipatan orde pertama yang berarah timur-barat seperti jalur lipatan-anjakan (*fold-thrust belt*) yang melibatkan batuan Neogen

De Genevraye dan Luki Samuel (1972) membagi stratigrafi Zona Kendeng meliputi

- Formasi Pelang : Ciri-ciri litologinya terdiri atas perulangan antara napal dan napal lempungan dengan sisipan – sisipan lensa batu gamping bioklastik
- Formasi Kerek: Ciri litologinya, pada bagian bawah terdiri atas perulangan antara napal lempungan, napal dan lempung dengan batupasir tufa gampingan dan batupasir tufa. Bagian tengah disusun oleh perselingan antara batuan lempung dengan endapan piroklastik. Bagian atas dari formasi ini ditempati oleh batugamping klastik
- Formasi Kalibeng : Anggota Banyak terdiri atas perselingan antara batupasir tufa, breksi vulkanik dan napal tufaan yang kaya akan *globigerina*, dengan kandungan material yang bersifat andesitan. Anggota Damar tersusun dari lithologi berupa konglomerat, batupasir kerikilan, batupasir gampingan dengan sisipan batulempung. Anggota Kapung memiliki litologi berupa batugamping pejal pada bagian bawah, pada bagian atas Anggota Kapung disusun oleh litologi berupa perselingan batugamping pasiran, batugamping bioklastik, batugamping terumbu dan napal
- Formasi Notopuro: Di lokasi tipe Formasi Notopuro terdiri atas batuan tufa berselingan dengan batupasir tufa, breksi vulkanik dan konglomerat

GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

Hasil pengamatan dilapangan (Gambar 1) pada lokasi penelitian menghasilkan 3 satuan batuan yang didasarkan dari kenampakan secara fisik, kimia, dan biologi yang sama.

Geomorfologi

Hasil analisis peta topografi dan keadaan di lapangan yang mendasarkan pada bentuk dan arah aliran sungai, kemiringan lereng, kontrol litologi serta struktur geologi yang berkembang pada daerah telitian maka penulis dapat membagi pola aliran yang ada pada daerah penelitian menjadi 3 (tiga) (Gambar 2)

- **Subdendritik** : Pada daerah telitian pola pengaliran ini dicirikan dengan bentuk yang menyerupai cabang pohon dengan topografi yang sudah miring dimana kontrol struktur geologi pada hampir seluruh daerah telitian yang mengangkat punggung sehingga membentuk lembah diantara tinggian. Perbedaan jenis batuan pada daerah telitian sangat kecil dan memiliki resistensi batuan yang hampir sama maka hal tersebut ikut mengontrol kenampakan pola aliran subdendritik ini.
- **Subparalel**: Pola pengaliran subparalel ini merupakan pola ubahan dari pola paralel dengan aliran cabang sungai yang relatif sejajar, dikontrol oleh kemiringan lereng, litologi relatif seragam dan struktur geologi berupa lipatan, resistensi batuan seragam.
- **Rectangular**: Pola ini memiliki ciri dengan aliran cabang sungai yang tegak lurus sungai induk aliran memotong daerah secara tidak menerus hal ini dipengaruhi oleh pengaruh kontrol struktur berupa sesar maupun kekar yang saling tegak lurus tetapi tidak serumit pada pola trellis, resistensi batuan hampir seragam yakni homogen.

Geomorfologi daerah penelitian termasuk kedalam sub-cekungan Kendeng, yang didominasi oleh perbukitan dari timur laut sampai barat daya peta, juga terdapat tubuh sungai Repaking yang membentang dari utara hingga ke selatan. Secara umum bentang alam dikontrol oleh faktor litologi, struktur dan proses erosi, maka pada daerah penelitian ini dapat dibedakan menjadi 5 (lima) subsatuan geomorfik, dengan 5 subsatuan bentuklahan (Gambar 3) yakni :

- **Subsatuan Perbukitan homoklin** : berada pada bagian tengah peta mempunyai penyebaran 25% dari luas daerah penelitian. Subsatuan ini dicirikan dengan relief miring hingga agak curam (8-15%), ketinggian topografi berkisar 119,47-190,22 m dpal, subsatuan perbukitan homoklin ini didominasi oleh satuan batupasir gampingan Kerek dengan litologi batupasir karbonatan dan lempung karbonatan, resistensi batuan sedang. Pola aliran yang berkembang adalah pola aliran subparalel dan rectanguler, dengan lembah dan sungai berbentuk V, yang mencirikan tahapan geomorfik muda.
- **Subsatuan Perbukitan sinklin**: terbentang dari bagian tengah daerah penelitian hingga di selatan bagian daerah penelitian mencakup 30% dari luas daerah penelitian. Ketinggian topografi berkisar 125 - 205,65 m dpal. Subsatuan ini dicirikan dengan relief agak curam (15-20%), didominasi oleh satuan batupasir Banyak dengan litologi batupasir tufan. Lembah sungai berbentuk "V" yang mencirikan tahapan geomorfik muda, resistensi batuan sedang, pola aliran yang berkembang adalah pola aliran subdendritik. Struktur geologi pada satuan ini dikontrol oleh adanya sesar.
- **Subsatuan Lembah Antiklin** pada bagian utara mencakup 43% dari luas daerah penelitian. Ketinggian topografi berkisar 137,5 - 262,41 m dpal. Dicirikan dengan relief sedang, didominasi oleh satuan batupasir Kerek dengan litologi batupasir karbonatan dan napal Kerek, pola aliran yang terdapat pada satuan ini adalah subdendritik
- **Subsatuan Dataran aluvial** : Dataran yang didominasi oleh hasil pengerosian ini menempati 2% dari luas daerah penelitian. Penyusun satuan ini adalah endapan hasil erosi sungai berupa krakal, krikil, pasir dan lempung

Stratigrafi

Berdasarkan hasil pengamatan lapangan dan analisis laboratorium, daerah penelitian dapat dibagi menjadi 4 satuan batuan dari tua ke muda (Gambar 4), yaitu:

Satuan batupasir Kerek (Miosen Akhir)

Satuan batupasir Kerek pada daerah penelitian didominasi oleh litologi batupasir gampingan, yang selang seling dengan batulempung gampingan yang merupakan tipe endapan *flysch*, yang menunjukkan tipe endapan khas, penciri endapan turbidit pada lingkungan laut dalam. Satuan batupasir Kerek menempati ± 60% dari daerah penelitian dan menghampar dari barat ke timur di bagian tengah sampai utara daerah penelitian meliputi desa Bojong, desa Bercak, Guwo dan desa Kalimati. Berdasarkan analisa penampang sayatan geologi maka didapatkan ketebalan Satuan batupasir Kerek lebih dari 150m berdasarkan dari data penampang pada peta geologi. Berdasarkan hasil analisa foram plankton dan bentuk didapatkan hasil umur pada N14-N16 dengan lingkungan kedalaman batial atas. Memiliki hubungan selaras dengan satuan batuan dibawahnya

Satuan batupasir Banyak (Miosen Akhir)

Pada daerah penelitian Satuan batupasir Banyak, dicirikan oleh kehadiran kandungan unsur karbonat yang relatif sangat sedikit, dominasi kandungan unsur dari material vulkanik sangat sering dijumpai. Litologi penyusun satuan ini berupa Batupasir tufan, Batupasir gampingan, Batulanau gampingan. Satuan batupasir Banyak menempati ± 35 % dari daerah penelitian dan menghampar barat timur pada bagian tengah hingga selatan daerah penelitian meliputi Desa Panimbo,

Desa Krobokan, Desa Ngaren dan Desa Bengle. Satuan ini juga terdapat pada selatan peta yang menghampar dari ujung barat hingga timur peta. Berdasarkan analisa penampang sayatan maka ketebalan Satuan batupasir Banyak ± 200 m. Berdasarkan hasil analisa fosil, didapatkan satuan ini terendapkan pada N17-N18 pada kedalaman neritik, luar sampai bathial atas sehingga diinterpretasikan terendapkan pada paparan. Memiliki hubungan selaras dengan satuan batuan dibawahnya

Satuan endapan aluvial (Holosen)

Endapan aluvial terdiri dari material lepas dan berupa endapan yang belum mengalami kompaksi, didominasi oleh tekstur berukuran lempung, lanau, pasir, krikil dan kerakal. Satuan ini tersebar kurang lebih meliputi 5 % dari daerah penelitian. Terletak pada bagian tengah sebelah barat peta, berada disekitar sungai Bercak. Endapan aluvial ini terendapkan pada kala Holosen, dimana terisi oleh material-material lepas hasil erosi pada batuan yang tersingkap sebelumnya. Hubungan stratigrafi antara endapan aluvial dengan satuan batuan yang berada di bawahnya adalah tidak selaras

STUDI STRUKTUR GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

Struktur geologi pada daerah telitian didapat berdasarkan data – data lapangan yang berupa bidang sesar , gores garis, kekar – kekar, jurus dan kemiringan lapisan batuan. Disamping itu penentuan struktur geologi pada daerah telitian didasarkan pada tanda –tanda seperti kelurusan sungai, analisis melalui peta topografi, dan literatur – literatur yang berhubungan dengan pola struktur daerah telitian, kemudian menyimpulkan hubungannya dengan struktur regional, sehingga dihasilkan peta struktur daerah penelitian (Gambar 5)

- Sesar naik Pringjowo yakni ditemukannya bidang sesar N 3320 E/560 dan hasil dari analisis stereografi menggunakan klasifikasi Rickard 1972 diperoleh nama Right Reverse Slip Fault
- Sesar mendatar Kendungjoho yakni ditemukannya bidang sesar dengan kekar - kekar. Dari hasil pengukuran dilapangan didapatkan bidang sesar N320° E/65°, dengan kekar – kekar Shear : N272°E/81°&N344°E/74°, Gash : N040°E/55°. Dari hasil analisis stereografi dengan menggunakan klasifikasi Rickard (1972) diperoleh nama Right Slip Fault.
- Sesar mendatar Brumbung ditemukannya bidang sesar dan pergerakan dari lapisan batuan. Dari hasil pengukuran didapatkan bidang sesar N 1210 E/740 dan hasil dari analisis stereografi menggunakan klasifikasi Rickard 1972 diperoleh nama Normal Right Slip Fault.

INTERPRETASI MEKANISME STRUKTUR

Berdasarkan analisis struktur geologi tersebut diatas, daerah penelitian dapat di interpretasikan berada pada zona *foreland* yang sangat berhubungan dengan adanya pemendekan regional dari rezim tektonik kompresi yang membentuk suatu konfigurasi sesar naik yang dinamakan dengan jalur anjakan-lipatan (*fold thrust belt*). Adanya urutan beberapa sesar naik yang bersifat sejajar pada daerah penelitian dan sekitar daerah penelitian merupakan manifestasi dari bekerjanya suatu sistem sesar anjak (*thrust system*) yang secara kinematik sangat berhubungan dan menghasilkan susunan sesar yang berkembang membentuk sekuen sesar. Dari uraian diatas dan analisis struktur geologi dapat disimpulkan bahwa struktur geologi daerah penelitian berlangsung pada satu kali proses deformasi, pada akhir Pliosen (Plio – Plistosen), deformasi merupakan manifestasi dari zona konvergen pada konsep tektonik lempeng yang diakibatkan oleh gaya kompresi berarah relatif utara – selatan. Deformasi Plio – Plistosen dapat dibagi menjadi tiga fase stadia, yaitu; fase pertama berupa perlipatan yang mengakibatkan terbentuknya antiklin Kendung yang memiliki arah umum barat – timur, fase kedua berupa pensesaran yang dapat dibagi menjadi dua, yaitu pensesaran akibat perlipatan dan pensesaran akibat telah berubahnya deformasi *ductile* menjadi deformasi *brittle* karena batuan telah melampaui batas kedalaman plastisnya. Kedua sesar tersebut secara umum merupakan sesar naik dan fase ketiga berupa pergeseran blok – blok yang mengakibatkan terjadinya sesar – sesar geser berarah relatif utara – selatan. Berdasarkan analisis dinamika diperoleh bahwa tegasan utama (σ_1) memiliki arah baratdaya-timurlaut hingga selatan - utara, yang juga searah dengan arah transport tektonik pada umur pembentukan struktur geologi daerah penelitian.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data pada lokasi daerah penelitian maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Daerah telitian dapat dibagi menjadi lima subsatuan geomorfik yang terdiri dari: satuan perbukitan homoklin (S1), satuan perbukitan sinklin (S2), satuan Lembah antiklin (S3), dan satuan dataran alluvial (F2).
2. Stratigrafi daerah telitian dibagi menjadi 3 satuan batuan, dari tua ke muda yaitu satuan batupasir gampinan Kerek, satuan batupasir tufan Banyak, dan Satuan Endapan Aluvial.
3. Struktur geologi yang berkembang yaitu : Sesar naik Pringjowo yakni ditemukannya bidang sesar N 3320 E/560 dan hasil dari analisis stereografi menggunakan klasifikasi Rickard 1972 diperoleh nama Right Reverse Slip Fault, Sesar mendatar Kendungjoho yakni ditemukannya bidang sesar dengan kekar - kekar. Dari hasil pengukuran dilapangan didapatkan bidang sesar N320° E/65°, dengan kekar – kekar Shear : N272°E/81°&N344°E/74°, Gash : N040°E/55°. Dari hasil analisis stereografi dengan menggunakan klasifikasi Rickard (1972) diperoleh nama Right

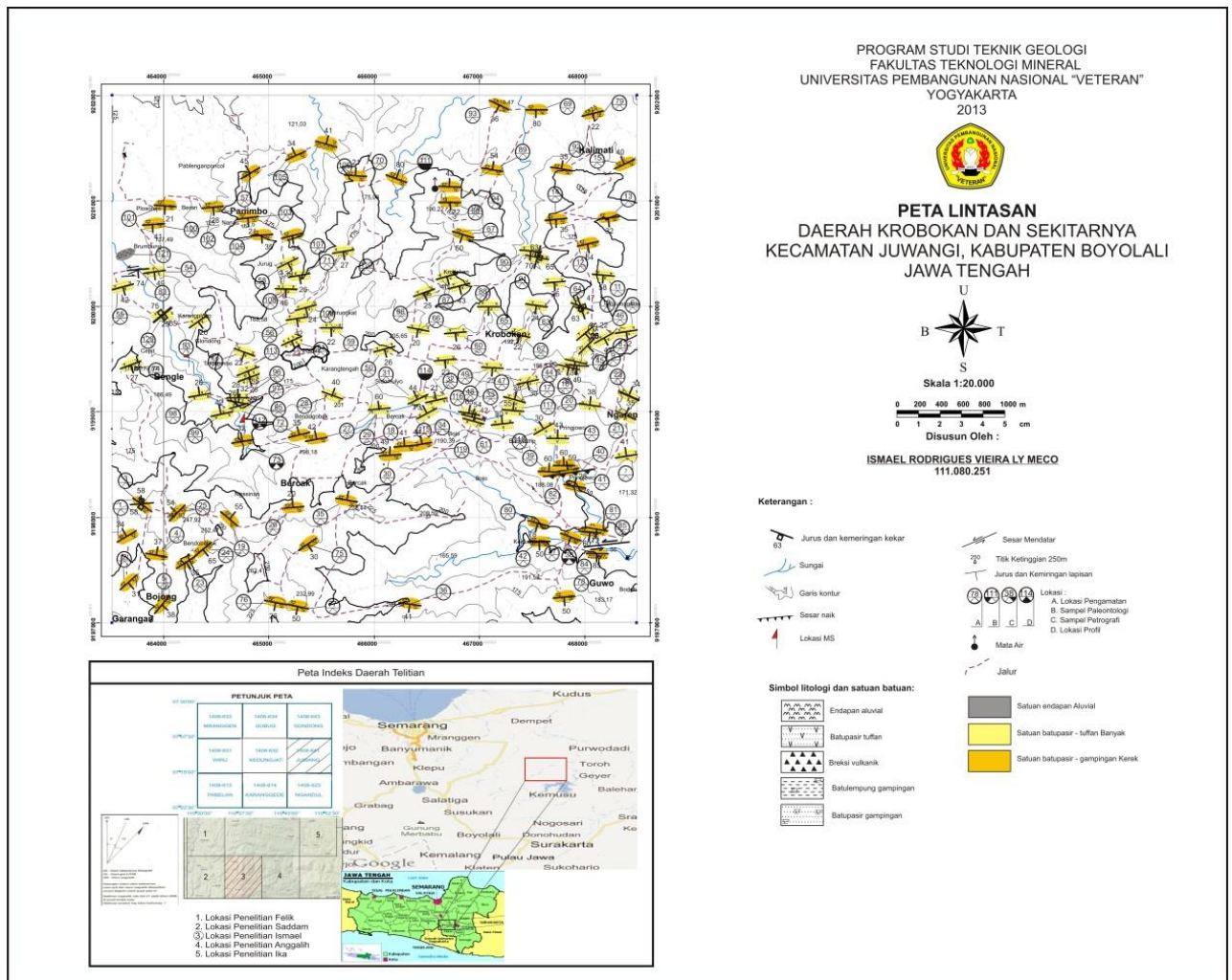
Slip Fault. Sesar mendatar Brumbung ditemukannya bidang sesar dan pergerakan dari lapisan batuan. Dari hasil pengukuran didapatkan bidang sesar N 1210 E/740 dan hasil dari analisis stereografi menggunakan klasifikasi Rickard 1972 diperoleh nama Normal Right Slip Fault.

4. Potensi geologi pada daerah telitian dibagi menjadi 2, yaitu: potensi geologi positif contohnya penambangan batu apung dan mata air Kalimati sedangkan potensi geologi negatif berupa gerakan tanah.

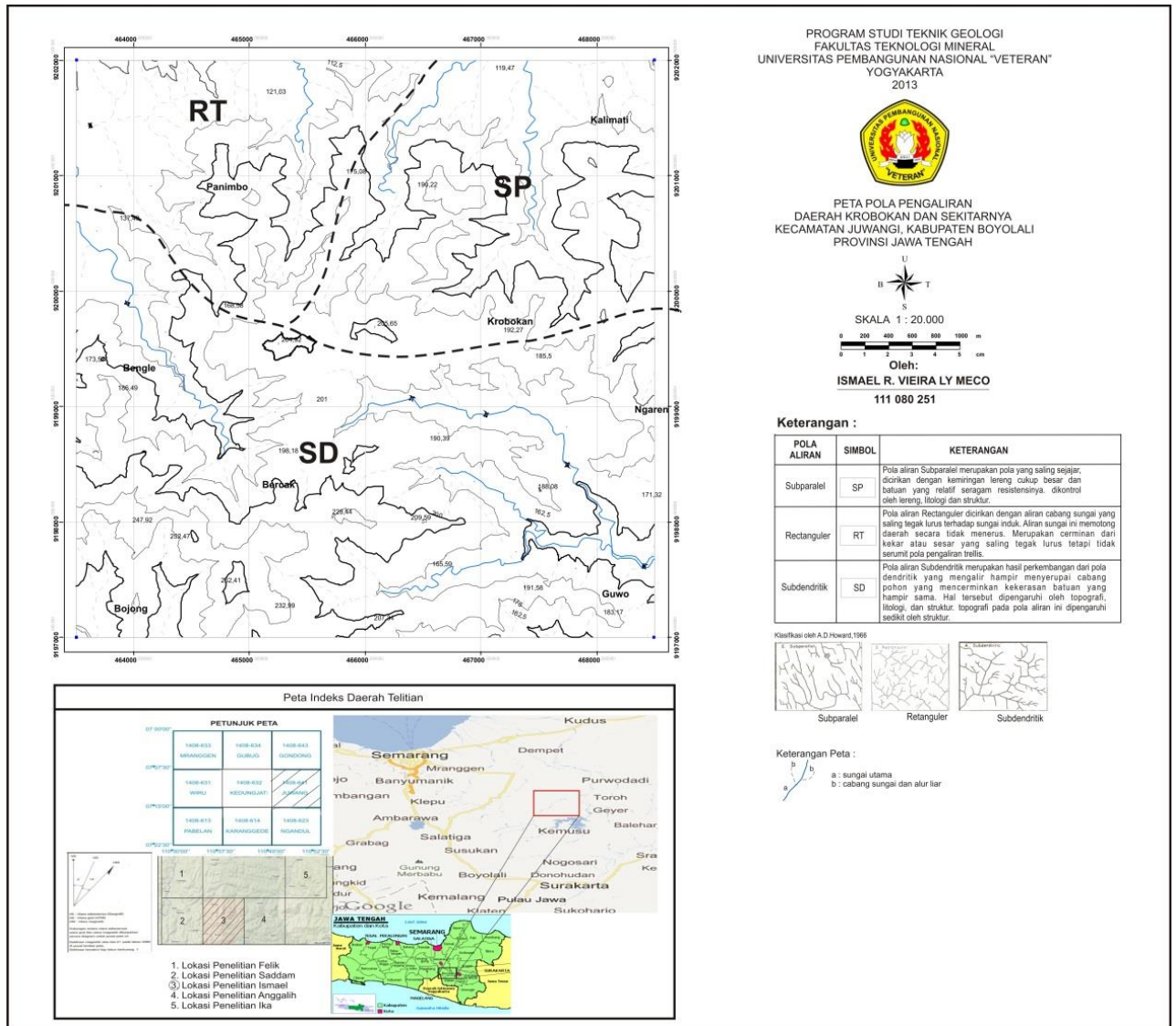
DAFTAR PUSTAKA

- Bandy, O.L., 1967 *Cenozoic Planktonic Foraminifera Zonation*. Micropaleontology, v. 10, n. 1, h. 1-17.
- Billings, M. P., 1972. *Structural Geology*. 3rd edition, Prentice-Hall of India, Private Limited.
- Blow, W.H., 1969, *The Cenozoic Globigerinida, A Study of The Morphology, Taxonomy Evolutionary Relationships and The Stratigraphical Distribution of Some Globigerinida*. E.J. Brill Ed, Leiden, Netherlands.
- Boogs, S., 2006, *Principles of Sedimentology and Stratigraphy, fourth edition*, Prentice Hall, New Jersey
- Bouma, A.H., 1962, *Sedimentology of Some Flysh Deposits, A Graphic Approach to Facies Interpretation*. Elsevier Co., Amsterdam.
- Davis, G and Reynolds, S. J., 1996, *Structural Geology Of Rocks And Regions*, John Wiley & Sons. Inc., New York, 776p
- De Genevraye, P., & Samuel, L., 1972, *Geology of The Kendeng Zone (Central and East Java)* ; *Proc. Indon. Petrol. Assoc. Bull.*, First Annual Convention, Jakarta.
- Galloway C.M., 1983, *Depositional System and Sequence In The Exploration For Sandstone and Stratigraphic Traps*, Springer – Verlag, New York, USA
- Hatcher, R. D. Jr., 1990, *Structure of Geology : Principle, Concept and Problem*: Merril Publishing Company, Ohio, page 3-4
- Howard, A.D and B.Y. Howard., 1967. *Solution of Limestone Under Laminar Flow Between Parallel Boundaries*. *Caves and Karst*, v.9, p 25-38
- Marshak, S. & Mitra, G., 1988, *Basic Methods of Structural Geology*, New Jersey :Prentice Hall.
- McClay, K.R., 1987, *The Mapping of Geological Structures*, London : John Wiley & Sons.
- Mitra, S., 1990, *Fault Propagation Folds: Geometry Kinematics And Hydrocarbon Traps*, AAPG, v 74, p.931-945
- Pringgoprawiro, H., 1983, *Biostratigrafi dan Paleogeografi Cekungan Jawa Timur : Suatu Pendekatan Baru*, Thesis Doktor, ITB, Bandung.
- Ragan. D.M., 1973, *Structural Geology An Introduction To Geometrical Techniques*, Second Edition. John Willey & Sons. Inc, New York
- Rickard, M.J., 1972, *Fault Classification : Discussion*, *Geological Society of America Bulletin*, V.83, hal 2545-2546
- Sribudiyani., 2003, *The collision of the East Java Microplate and its Implication for Hydrocarbon Occures in The East Java Basin*. *Proceeding Indonesia Petroleum Association*, Twenty – Ninth Annual Conversion & Exhibition
- Sukardi dan Budhitrisna, T., 1992. *Peta Geologi Lembar Salatiga*, Skala 1:100.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Suppe, J., 1985. *Principles of Structural Geology*. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey 07632.
- Twiss, R. J. and Moores, E. M., 1992, *Structural Geology*, W. H Freeman and Company, New York.
- Van Bemmelen, R.W., 1949, *The Geology of Indonesia, Vol. IA: General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes*, The Hague
- Van Zuidam, R.A., 1985, *Aerial Photo Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*, The Hague: Smits
- Williams, H., Turner, F.J. and Gilbert, C.M., 1982, *Petrography. An Introduction to The Study of Rock in Thin Sections*. 2nd ed. W.H. Freeman and Company, San Francisco 1-626.

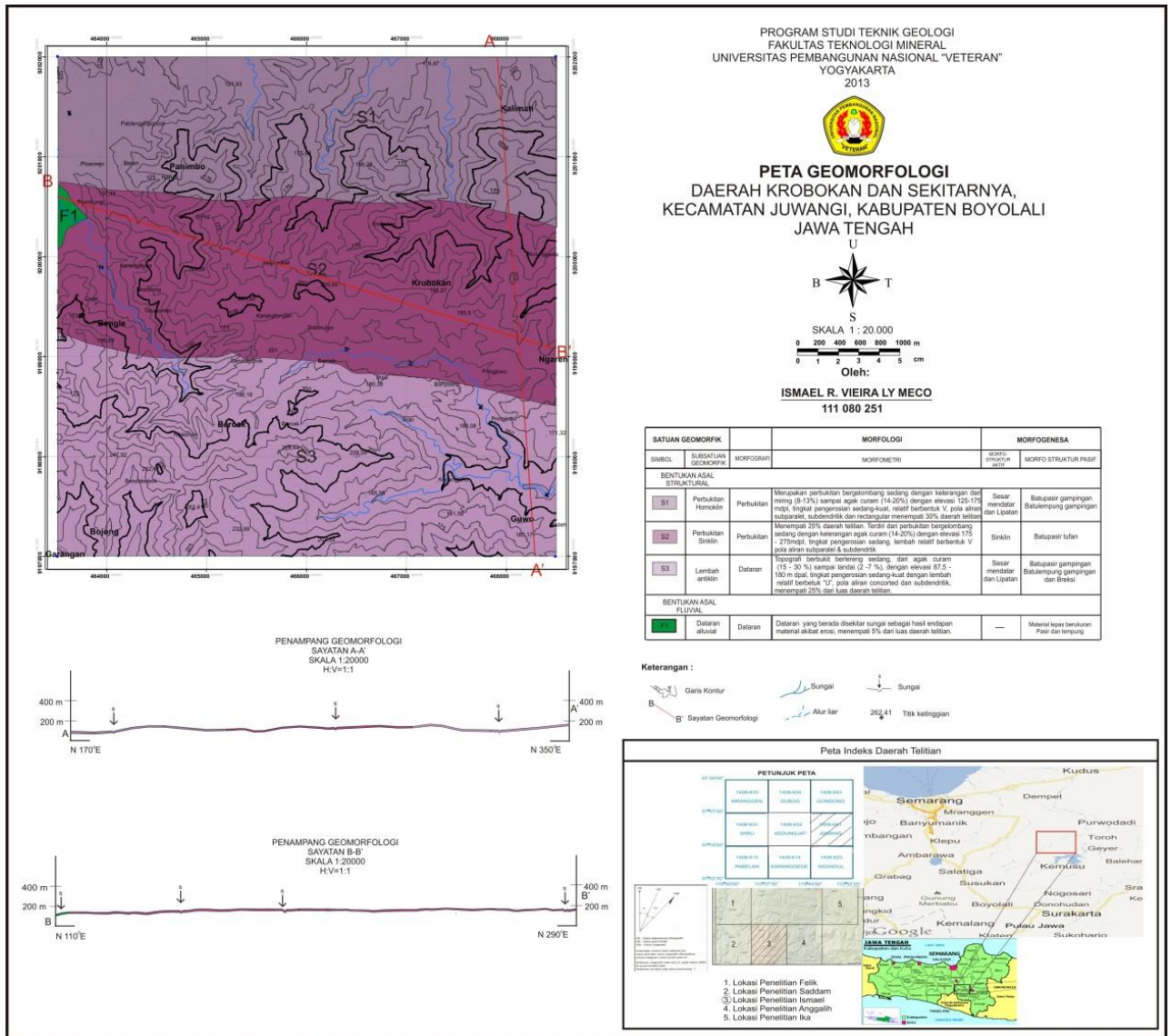
GAMBAR 1. PETA LINTASAN



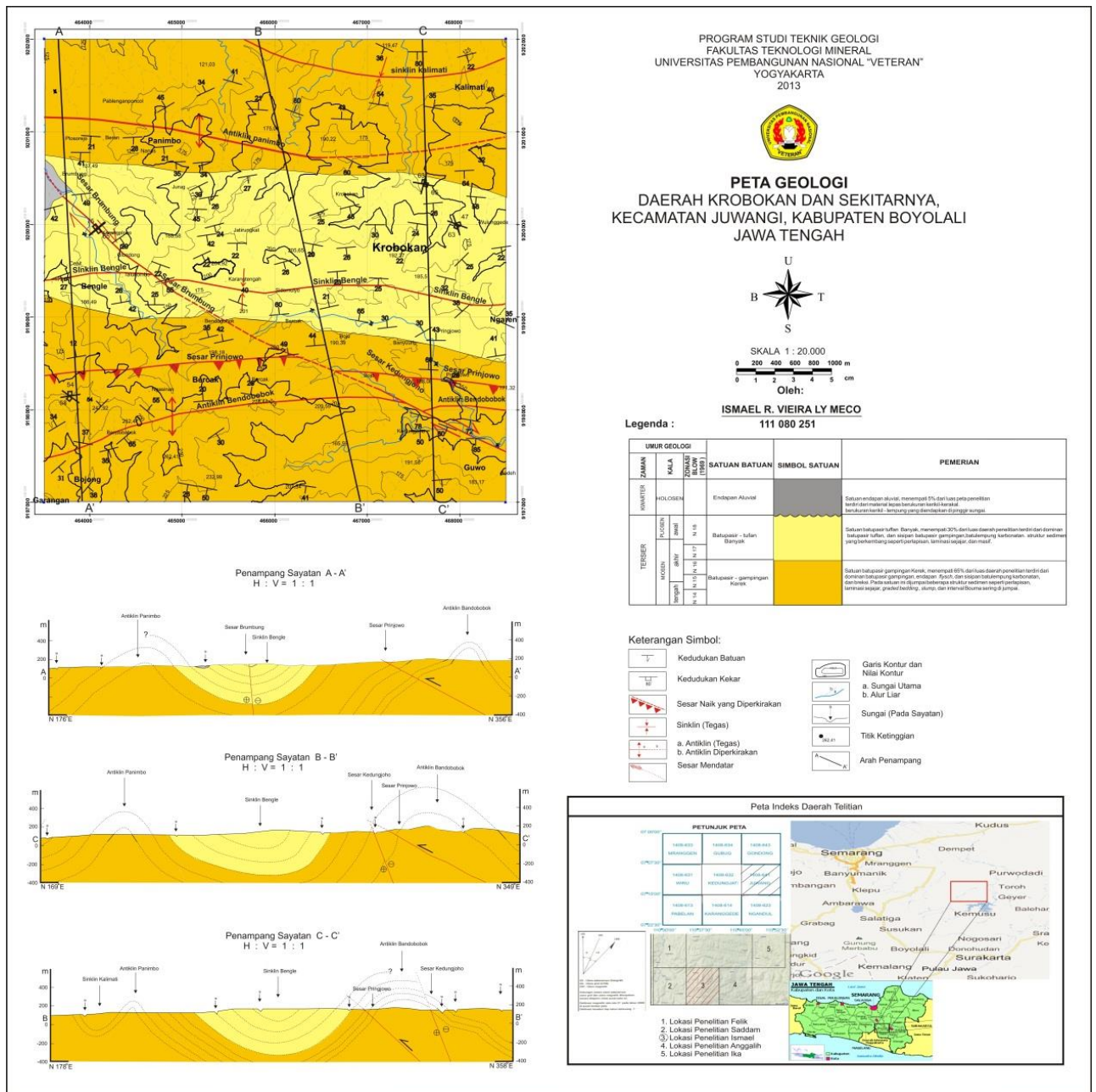
GAMBAR 2. PETA POLA PENGALIRAN



GAMBAR 3. PETA GEOMORFOLOGI



GAMBAR 4. PETA GEOLOGI



GAMBAR 5. PETA STRUKTUR GEOLOGI

