

GEOLOGI DAN STUDI PROVENAN BATUPASIR KUARSA FORMASI NGRAYONG DAERAH NGULAHAN DAN SEKITARNYA, KECAMATAN TAMBAKBOYO, KABUPATEN TUBAN, PROVINSI JAWA TIMUR

Heningtyas Rahadyan Basuki^{*)}, Achmad Subandrio^{*)}, C. Prasetyadi^{*)}

^{*)}Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta
Jl. SWK 104, Condong Catur 55283, Yogyakarta, Indonesia
Fax/Phone : 0274-487816;0274-486403

SARI - Daerah telitian secara administratif terletak \pm 10 km sebelah timurlaut dari kota Blora, daerah Ngulahan dan sekitarnya yang secara administratif termasuk ke dalam Kecamatan Tambakboyo, Kabupaten Tuban, Propinsi Jawa Tengah. Secara geografis daerah telitian terletak pada koordinat 58500 mE – 591000 mE dan 9237000 mN – 9242000 mN, yang tercakup dalam lembar Jojogan, lembar peta nomor 1509-221 berskala 1 : 12.500 dengan luasan daerah telitian 5 x 6km². Secara geomorfik, daerah telitian dibagi menjadi tiga satuan bentukan asal, yaitu bentukan asal Struktural yang terdiri dari subsatuan geomorfik Dataran Struktur Terdenudasi (S1), dan subsatuan geomorfik Lembah Lipatan (S2), bentukan asal Karst yang terdiri dari subsatuan geomorfik Perbukitan Karst (K1) dan bentukan asal Fluvial yang terdiri dari subsatuan geomorfik Dataran Aluvial (F1). Pola pengaliran yang berkembang pada daerah telitian yaitu subdendritik, local meandering dan trellis dengan stadia geomorfologi yang telah mencapai tahapan tua. Stratigrafi daerah telitian terdiri dari tujuh satuan batuan, berturut-turut dari tua ke muda adalah Satuan batupasir Ngrayong, Satuan batugamping Bulu, Satuan napal-pasiran Wonocolo, Satuan napal Ledok, Satuan batugamping Ledok, Satuan batugamping Paciran dan Satuan endapan Aluvial. Struktur geologi yang berkembang pada daerah telitian berupa struktur Antiklin dan Sinklin Bangko, Antiklin dan Sinklin Pule, Antiklin dan Sinklin Trantang, Sesar Mendatar Gemulung, Sesar Mendatar Trantang, dan Sesar Naik Dolok dengan tegasan utama berarah utara – selatan. Hasil analisa provenan batupasir kuarsa pada Formasi Ngrayong di Kabupaten Tuban, didapatkan 3 jenis mineral kuarsa dari batuan sumber yaitu jenis mineral kuarsa dari batuan plutonik, dari batuan vulkanik dan dari batuan metamorfik. Sesuai klasifikasi genetik (Krynine, 1940) pada Satuan batupasir Ngrayong dari jumlah kuarsa sebanyak 609-681 untuk kelompok batupasir kuarsa, didapatkan mineral kuarsa yang berasal dari batuan beku plutonik sebesar 71,88%-75,94%, batuan beku vulkanik sebesar 8,93%-21,59%, batuan metamorfik sebesar 1,53%-2,29% dan mineral feldspar sebesar 3,22%-6,01%. Dan dari jumlah butiran mineral sebanyak 339-456 untuk Satuan batupasir Ngrayong kelompok gampingan, didapatkan mineral kuarsa yang berasal dari batuan beku plutonik sebesar 53,55%-61,91%, batuan beku vulkanik sebesar 2,35%-10,94%, batuan metamorfik sebesar 0,41%-0,93% dan mineral feldspar sebesar 2,64%-5,23%. Dari analisa asal provenan didapatkan kedudukan tektonika batuan sumber dari batupasir kuarsa Formasi Ngrayong berdasarkan diagram segitiga Dickinson dan Suzcek (1979) adalah dari *craton interior*, sedangkan batuan induknya diperkirakan berasal dari batuan beku plutonik dan metamorfik yang berada pada daerah beriklim lembab (humid).

Kata Kunci: Provenan, Batupasir Kuarsa, *Craton interior*, Zona Rembang.

PENDAHULUAN

Berdasarkan analisis petrografi (Krynine, 1940, mineral kuarsa yang terkandung dalam batupasir dapat berasal dari berbagai jenis batuan dengan ciri yang berbeda-beda. Dengan ciri yang berbeda tersebut kita bisa mengetahui asal dari material pembentuk (provenan) batuan tersebut tentunya dengan memperhitungkan kehadiran mineral lain seperti feldspar dan litik pada batuan terkait..

Provenan sering diartikan sebagai sumber atau asal-usul dan digunakan terhadap batuan sedimen (Pettijohn, 1969). Namun oleh beberapa ahli dewasa ini lebih dikembangkan dengan menyatakan bahwa studi provenan adalah menyelidiki dan menentukan

jenis batuan asal serta dari mana datangnya (jarak dan arah transportasi).

Dari hasil peneliti terdahulu, Cekungan Jawa Timur Utara zona Mandala Rembang merupakan daerah yang dinamis dari segi tektonik dan merupakan suatu cekungan dengan batuan sedimen komposisi karbonatan yang baik. Namun kehadiran Formasi Ngrayong dengan komposisi kuarsa yang melimpah menjadi sangat menarik untuk dipelajari lebih lanjut. Dengan memperhatikan hal tersebut maka diharapkan penelitian ini dapat memberi masukan kepada masyarakat sekitar dan juga para peneliti lain mengenai manfaat akademis maupun manfaat langsung untuk masyarakat sekitar.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui serta menampilkan hasil penelitian geologi (terdiri dari aspek geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi dan sejarah perkembangan geologi daerah penelitian yang meliputi sejarah sedimentasi, tektonika, dan potensi geologi), menentukan kedudukan tektonika batuan asal Satuan batupasir kuarsa Formasi Ngrayong di daerah telitian, menjelaskan potensi positif maupun negatif daerah telitian dan menjelaskan sejarah geologi terkait dengan lokasi telitian.

Lokasi penelitian secara administratif berada di wilayah Kecamatan Tambakboyo, dan Kecamatan Kerek, Kabupaten Tuban, Provinsi Jawa Timur (**Gambar 1.**). Terletak pada zona 49, koordinat UTM 585000 mE – 591000 mE dan 9237000 mN – 9242500 mN dengan skala 1: 12.500 dengan luasan 5x6 km. Luas lokasi penelitian 30 km².

Metode penelitian yang digunakan adalah melakukan pemetaan geologi permukaan berupa Observasi lapangan, deskripsi dan pengamatan litologi, pengambilan conto dan gambar batuan, pengamatan morfologi dan bentang alam, identifikasi struktur, pengukuran penampang stratigrafi terukur.

Analisis yang dilakukan meliputi, analisis petrografi, analisis, mikropaleontologi, analisa kalsimetri, analisis struktur geologi, analisis satuan geomorfik, analisis sedimentologi dan stratigrafi.

GEOLOGI REGIONAL

FISIOGRAFI

Berdasarkan pembagian zona fisiografi Jawa yang dibuat oleh Van Musliki (1990) (**Gambar 2.**), daerah penelitian termasuk dalam Zona Antiklinorium Rembang-Madura. Zona ini membentang dari batas Utara Jawa dan pada bagian barat dipisahkan oleh Depresi Lusi dari Zona Randublatung. Zona ini dibentuk oleh Depresi Kening yang berada di tengah dan Depresi Solo atau Kujung melengkung pada bagian Timur. Secara umum zona ini merupakan suatu perbukitan dengan intensitas tektonik lebih tinggi pada Zona Randublatung tetapi lebih rendah intensitasnya dibanding Zona Kendeng. Zona ini dicirikan oleh adanya Antiklinorium Rembang berupa jalur antiklin yang saling bertampalan (*superimposed*). Sedimen-sedimen pada Zona Rembang, memperlihatkan batuan dengan kadar pasirnya tinggi disamping adanya batuan karbonat serta tidak adanya endapan piroklastika. Sedimen-sedimen zona ini diinterpretasikan diendapkan pada laut yang tidak jauh dari pantai, dengan dasar lautnya tidak seragam dalam hal kedalaman yang disebabkan adanya sesar-sesar bongkah (*block faulting*).

STRATIGRAFI REGIONAL

Zona Rembang umumnya terdiri dari sekuen Eosen-Pliosen yang meliputi endapan tepian paparan seperti sedimen klastik laut dangkal dan endapan karbonat yang luas. Batu andasit yang mengalasi Zona Rembang didominasi oleh berbagai jenis batuan metamorf berumur Kapur seperti batusabak, filit dan batuan beku diorit (Prasetyadi, 2007). Walaupun tidak tegas namun diinterpretasikan batasnya tidak-selaras dengan Formasi Ngimbang yang diendapkan di atasnya. Sekuen di atas endapan Formasi Pra-Ngimbang dan Formasi Ngimbang didominasi oleh endapan karbonat Formasi Kujung dan Formasi Prupuh yang berumur Oliogosen. Ada pun urutan stratigrafi diatas Formasi Kujung menurut Pringgoprawiro (1983) adalah (**Gambar 3.**) Formasi Tuban, Formasi Tawun, Formasi Ngrayong, Formasi Bulu, Formasi Wonocolo, Formasi Ledok, dan Formasi Munduyang merupakan batuan sedimen yang terendapkan secara selaras berumur Miosen hingga Plistosen di daerah paparan dengan komposisi karbonatan yang dominan.

KERANGKA TEKTONIK

Tatanan tektonik Pulau Jawa menunjukkan ciri khas hasil interaksi konvergen antara lempeng samudera dan lempeng benua. Lempeng samudera adalah Lempeng Indo-Australia yang bergerak ke utara dan menunjani di bawah lempeng benuanya yakni Lempeng Eurasia yang relatif tidak bergerak. Zona subduksi zaman Kapur ditunjukkan oleh singkapan batuan Komplek *Melange* Luk Ulo-Karangsambung, Kebumen (Asikin, 1974; Hamilton, 1979; Parkinson dkk., 1998) dan mempunyai arah umum struktur timurlaut-baratdaya yang menerus ke arah Pegunungan Meratus di ujung tenggara Kalimantan. Arah umum struktur ini disebut sebagai Pola Meratus yang oleh diinterpretasikan sebagai hasil kompresi lateral akibat pergerakan ke utara Lempeng Indo-Australia (Situmorang *et.al.*, 1976). Kompresi ini menyebabkan terbentuknya suatu *meridional shear system* yang berkembang sejak Kapur Akhir. Dengan menerapkan konsep *wrench fault tectonics* dari Moody dan Hill, Situmorang dkk. (1976) menginterpretasi bahwa arah struktur timurlaut-baratdaya (Arah Meratus) dan barat laut-tenggara di Pulau Jawa merupakan 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*) Zona Bogor dan Zona Kendeng yang melibatkan batuan Neogen. Cekungan Paleogen yang sejajar dengan struktur Arah Meratus menunjukkan arah yang lebih tua, yakni arah zona subduksi Kapur, dan kecil kemungkinannya hasil dari proses subduksi Neogen. Selama zaman Tersier, zona subduksi berpindah ke selatan dan pada akhirnya berarah timur-barat seperti

yang ditunjukkan oleh jalur penunjaman aktif masa kini yang dimanifestasikan oleh Palung Jawa (**Gambar 4**).

STRUKTUR GEOLOGI REGIONAL

Wilayah Jawa Timur berdasarkan pola struktur utamanya merupakan daerah yang unik karena wilayah ini merupakan tempat perpotongan dua struktur utama, yakni antara struktur arah Meratus yang berarah timurlut-baratdaya dan struktur arah Sakala yang berarah timur-barat. Arah Meratus lebih berkembang di daerah lepas pantai Cekungan Jawa Timur, sedangkan arah Sakala berkembang sampai ke daratan Jawa bagian timur (**Gambar 5**).

Struktur arah Meratus adalah struktur yang sejajar dengan arah jalur konvergensi Kapur Karangsembung-Meratus. Pada awal Tersier, setelah jalur konvergensi Karangsembung-Meratus tidak aktif, jejak-jejak struktur arah Meratus ini berkembang menjadi struktur regangan dan membentuk pola struktur tinggian dan dalaman.

Struktur arah Sakala yang berarah barat-timur saat ini dikenal sebagai zona sesar mendatar RMKS (Rembang-Madura-Kangean-Sakala). Pada mulanya struktur ini merupakan struktur *graben* yang diisi oleh endapan paling tua dari Formasi Pra-Ngimbang yang berumur Paleosen-Eosen Awal. *Graben* ini kemudian mulai terinversi pada Miosen menjadi zona sesar mendatar RMKS. Berdasarkan sedimen pengisi cekungannya dapat disimpulkan sesar arah Meratus lebih muda dibandingkan dengan sesar arah Sakala.

Selain arah Sakala, struktur arah barat-timur lainnya adalah struktur yang oleh Pulunggono dan Martodjojo (1994) disebut sebagai arah Jawa. Struktur ini pada umumnya merupakan jalur lipatan dan sesar naik akibat kompresi yang berasal dari subduksi Neogen Lempeng Indo-Australia. Jalur lipatan dan sesar naik ini terutama berkembang di Zona Kendeng yang membentuk batas sesar berupa zona *overthrust* antara Zona Rembang dan Zona Kendeng. Bidang *overthrust* yang nampak memotong sampai ke lapisan yang masih berkedudukan horisontal menunjukkan pensesarannya terjadi paling akhir dibandingkan dengan pembentukan struktur yang lain (arah Meratus dan arah Sakala).

GEOLOGI DAERAH TELITIAN

GEOMORFOLOGI

Berdasarkan aspek-aspek geomorfologi yang dikemukakan oleh Verstappen (1985) yang telah dimodifikasi, maka penulis membagi daerah telitian menjadi tiga bentukan asal, yaitu bentukan asal struktural (S), bentukan asal karst (K) dan bentukan asal fluvial (F). Dari ketiga bentuk asal tersebut penulis membaginya menjadi empat bentuk lahan, yaitu:

1. Bentuk Lahan Dataran Struktur Terdenudasi (S1)

Bentuk Lahan ini menempati 48% dari luas daerah telitian, memiliki bentuk dataran dengan tingkat kelerengan $2,54^{\circ}$ – $6,5^{\circ}$ (landau-miring), dipengaruhi oleh struktur sesar, kekar, dan lipatan yang mengalami pengangkatan sehingga pengaruh luar berupa pelapukan dan erosi terhadap batuan penyusunnya juga mempengaruhi bentuk lahan ini. Pola pengaliran pada bentuk lahan dataran homoklin ini adalah *subdendritik*. Litologi penyusun bentuk lahan ini disusun oleh batuan sedimen berbutir halus yaitu napal dan napal pasiran sedangkan pada bagian selatan disusun oleh batuan berbutir sedang yaitu kalkarenit.

2. Bentuk Lahan Lembah Lipatan (S2)

Bentuk Lahan ini menempati 13% dari luas daerah telitian, lembah yang memanjang relatif barat-timur di bagian barat dan timur daerah telitian. Tingkat kelerengan bentuk lahan ini $3,27^{\circ}$ – $4,89^{\circ}$ (landai-miring), dipengaruhi oleh struktur sesar dan lipatan yang mengalami pengangkatan. Pengaruh luar berupa pelapukan dan erosi terhadap batuan penyusunnya. Pola pengaliran pada bentuk lahan ini adalah *trellis*. Litologi penyusun bentuk lahan ini disusun oleh batuan sedimen berukuran pasir yaitu kalkarenit yang keras dan batupasir yang bersifat tidak kompak.

3. Bentuk Lahan Perbukitan Karst (K1)

Bentuk Lahan ini menempati 35% luas daerah telitian. Secara morfologi bentuk lahan ini perbukitan yang tidak. Tingkat kelerengan bentuk lahan ini $1,39^{\circ}$ – $38,65^{\circ}$ (datar-curam), dipengaruhi oleh pengangkatan. Pengaruh luar berupa pelapukan dan erosi terhadap batuan penyusunnya juga mempengaruhi bentuk lahan ini. Pola pengaliran pada bentuk lahan ini tidak nampak pada peta namun pada lapangan ditemukan aliran sungai yang masuk ke bawah permukaan tanah. Litologi penyusun bentuk lahan ini disusun oleh batuan sedimen non-klastik yaitu batugamping terumbu dan batugamping kapuran yang kompak dan umumnya pejal.

4. Bentuk Lahan Dataran Aluvial (F1)

Bentuk Lahan Dataran Aluvial (F1) menempati 4% dari luas daerah telitian, memiliki bentuk dataran dengan tingkat kelerengan 1,43% (datar). Bentuk lahan ini merupakan manifestasi dari terendapkan kembali sedimen hasil erosi dari batuan asalnya. Berkembangnya local meandering merupakan bukti dari satuan bentuk lahan ini tercipta. Litologi penyusun bentuk lahan ini disusun oleh batuan sedimen campuran dan dominan belum terlitifikasi.

STRATIGRAFI

Berdasarkan data lapangan dan analisis laboratorium serta dikonfirmasi dan dibandingkan dengan dangan hasil peneliti terdahulu, maka stratigrafi

daerah penelitian (**Gambar 7.**) secara berurutan dari tua hingga ke muda, yaitu :

1. Satuan batupasir Ngrayong
Terdiri dari batupasir kuarsa dan batupasir gampingan dengan sisipan kalkarenit dan batugamping *Orbitoid*. Luas $\pm 12\%$ dari luas daerah penelitian. Umur satuan batupasir Ngrayong berkisar antara zona N13-N16 (Zonasi Blow, 1969) atau Miosen Tengah-Miosen Akhir, lingkungan pengendapan pada daerah *tidal* (transisi) yang dipengaruhi oleh pasang-surut air laut pada fase regresi.
2. Satuan batugamping Bulu
Satuan batugamping Bulu memiliki ciri litologi berupa batugamping orbitoid, yang berlapis seperti berpelat-pelat. Sebaran satuan batuan ini sekitar 10% dari luas daerah telitian. Berumur N16 (Miosen Akhir), dari sayatan tipis nampak genus *Lepidocyclina* dan *Cycloclypeus*. Diendapkan pada lingkungan neritik tepihingga neritik luar pada kondisi regresi.
3. Satuan napal-pasiran Wonocolo
Satuan batuan ini disusun oleh Napal pasiran, dan kalkarenit sebagai sisipan. Luas sekitar $\pm 15\%$ dari luas daerah penelitian. Tebal satuan ini adalah. Umur berkisar pada zona N17 (Zonasi Blow, 1969) atau Miosen Akhir. Terendapkan pada zona Neritik Tengah hingga Bathial Atas.
4. Satuan batugamping Ledok
Memiliki ciri litologi berupa perulangan napal pasiran dan kalkarenit, dengan sedikit sisipan batupasir gampingan. Satuan ini terpetakan $\pm 20\%$ dari luas daerah penelitian. Kisaran umur N18 (Miosen Akhir-Pliosen awal). Diendapkan pada lingkungan Neritik Tepi-Neritik Luar pada kondisi susut laut (regresi) didukung oleh adanya struktur sedimen *mega-crossbedding*.
5. Satuan napal Mundu
Memiliki ciri litologi Napal massif dengan sisipan kalkarenit. Menempati 8% dari luas daerah telitian. Umur N19 (Pliosen awal), dicirikan dengan kehadiran. Diendapkan pada zona Neritik Luar hingga Bathial Atas pada saat terjadi proses transgresi.
6. Satuan batugamping Paciran
Memiliki ciri litologi berupa batugamping terumbu dan batugamping kapuran yang bersifat masif dan umumnya pejal. Tersebar seluas 33% dari seluruh luas daerah telitian. Tidak ditemukan fosil foraminifera plankton maupun bentos sehingga kisaran umur tidak dapat diketahui namun berdasarkan regional diperkirakan umur satuan ini berkisar Pliosen-Pleistosen. Terendapkan pada zona litoral-sublitoral dimana organisme terumbu dapat hidup.
7. Satuan endapan aluvial
Memiliki ciri litologi berupa endapan campuran (pasir lepas) dan endapan kerakal-brangkal berfragmen dominan napal yang merupakan endapan hasil transportasi dan resedimentasi dari

batuan asal dengan media air. Sebaran seluas 2% dari seluruh luas daerah telitian. Pada satuan endapan aluvial daerah telitian hanya memiliki kontak berupa kontak ketidak selarasan.

STRUKTUR GEOLOGI

Secara umum urutan proses struktur-struktur yang terbentuk di daerah penelitian adalah proses pelipatan yang terjadi pada awalnya, yang kemudian dipotong oleh sesar-sesar yang lainnya.

1. Antiklin Bangko
Lipatan ini memiliki sumbu yang berarah relatif Barat-Timur. Nama lipatan yaitu *upright horizontal fold* (Fluety, 1971). Terletak dibagian barat daerah telitian
2. Sinklin Bangko
Lipatan ini memiliki sumbu yang berarah relatif Barat-Timur. Nama lipatan yaitu *upright horizontal fold* (Fluety, 1971). Terletak dibagian barat daerah telitian
3. Antiklin Pule
Lipatan ini memiliki sumbu yang berarah relatif Barat-Timur. Nama lipatan yaitu *upright horizontal fold* (Fluety, 1971). Terletak di bagian utara daerah telitian.
4. Sinklin Pule
Lipatan ini memiliki sumbu yang berarah relatif Barat-Timur. Nama lipatan yaitu *upright horizontal fold* (Fluety, 1971). Terletak di bagian utara daerah telitian.
5. Antiklin Trantang
Lipatan ini memiliki sumbu yang berarah relatif Barat-Timur. Nama lipatan yaitu *steeply inclined horizontal fold* (Fluety, 1971). Terletak di bagian timur daerah telitian.
6. Sinklin Trantang
Lipatan ini memiliki sumbu yang berarah relatif Barat-Timur. Nama lipatan yaitu *steeply inclined horizontal fold* (Fluety, 1971). Terletak di bagian timur daerah telitian.
7. Sesar Gemulung
Diinterpretasikan berarah barat laut – tenggara. Sesar ini diindikasikan oleh data cermin sesar dan kedudukan bidang sesar, dari analisa didapatkan jenis pergerakan sesar ini adalah sesar mendatar kanan. Nama sesar yaitu *Right Slip Fault* (Klasifikasi Rickard, 1972) atau sesar mendatar kanan.
8. Sesar Trantang
Diinterpretasikan berarah timurlaut -baratdaya. Sesar ini diindikasikan oleh data kekar gerus, dan kedudukan bidang sesar. Dari analisa didapatkan jenis pergerakan sesar ini adalah sesar mendatar. Nama sesar yaitu *Left Slip Fault* (Klasifikasi Rickard, 1972) atau sesar mendatar kiri.
9. Sesar Dolok
Diinterpretasikan berarah barat timur. Sesar ini diindikasikan oleh data kekar gerus, kedudukan bidang sesar dan breksi sesar sebagai data, dari analisa didapatkan jenis pergerakan sesar ini

adalah sesar naik mengangan. Nama sesar yaitu *Reverse Right Slip Fault* (Klasifikasi Rickard, 1972) atau Sesar naik mengangan.

SEJARAH GEOLOGI

Periode Pengendapan

Proses pengendapan dimulai pada Miosen Tengah yaitu terjadi pengendapan satuan batupasir Ngrayong, yaitu batupasir kuarsa dengan sisipan kalkarenit Orbitoid. Lingkungan pengendapan satuan batupasir Ngrayong berupa laut terbuka, sangat dipengaruhi oleh naik turunnya muka air laut yang berulang-ulang, lemah, kadang diselingi oleh pergerakan air laut yang tenang sehingga memungkinkan untuk perkembangan organisme laut seperti Orbitoid dan pengendapan clean sand. Pada saat ini tektonik mulai mempengaruhi daerah telitian. Kemudian proses ini berlanjut hingga pengendapan satuan batugamping Bulu (Miosen Akhir), yaitu batugamping Orbitoid dan sedikit diselingi batugamping terumbu. Pada masa satuan batugamping Bulu diendapkan, suplai sedimen darat menurun, lingkungan menjadi bersih, muka air laut berangsur naik diiringi pengendapan batugamping dan kalkarenit sehingga memungkinkan terjadi penebalan lapisan sedimen karbonat. Setelah itu, transgresi besar kembali terjadi dan mengendapkan sedimen-sedimen laut dalam seperti napal pasiran satuan napal-pasiran Wonocolo (Miosen Akhir – bagian tengah Miosen Akhir). Diantara fase transgresi besar kadang diselingi dengan regresi sehingga memungkinkan untuk pengendapan perselingan napal dan kalkarenit satuan batugamping Ledok (Miosen Akhir – Pliosen Awal). Kemudian fase transgresi tetap dominan dan berlanjut, ditandai oleh pengendapan napal masif satuan napal Mundu (Pliosen Awal).

Periode Deformasi.

Pada periode ini, daerah telitian mengalami fase perlipatan. Proses perlipatan dimulai saat satuan batupasir Ngrayong terendapkan hingga pengendapan napal Mundu. Setelah pengendapan napal Mundu, satuan batuan ini mengalami pengangkatan dan pensesaran yang berarah relatif utara-selatan dan tersingkap ke permukaan serta mengerosi batuan dasar dan mengendapkan endapan aluvial terutama disekitar aliran sungai.

PROVENAN SATUAN BATUPASIR KUARSA FORMASI NGRAYONG DAERAH TELITIAN

Pada Satuan batupasir Formasi Ngrayong yang merupakan batuan sedimen klastik dengan kandungan kuarsa rata-rata >65%, didapatkan tiga jenis mineral kuarsa dari batuan sumber yaitu jenis mineral kuarsa dari batuan plutonik, vulkanik dan dari batuan metamorfik.

Berdasarkan klasifikasi genetik (Krynine, 1940) pada Formasi Ngrayong mineral kuarsa menunjukkan ciri yang cukup diagnostik terhadap batuan asal dengan

prosentase serta nominal kemungkinannya sebagai berikut:

1. Dari jumlah butiran mineral sebanyak 527-681 untuk kelompok satuan batupasir kuarsa Formasi Ngrayong, didapatkan mineral kuarsa yang berasal dari batuan beku plutonik sebesar 71,88%-75,94%, batuan beku vulkanik sebesar 8,93%-21,59%, batuan metamorfik sebesar 1,53%-2,29% dan mineral feldspar sebesar 3,49%-6,01%
2. Dari jumlah butiran mineral sebanyak 339-456 untuk kelompok satuan batupasir kuarsa gampingan Formasi Ngrayong pada lokasi bagian selatan, didapatkan mineral kuarsa yang berasal dari batuan beku plutonik sebesar 53,55%-61,91%, batuan beku vulkanik sebesar 8,93%-10,94%, batuan metamorfik sebesar 0,41%-0,93%, dan mineral feldspar sebesar 2,54%-4,30%

KEDUDUKAN TEKTONIK DAN JENIS BATUAN ASAL SATUAN BATUPASIR KUARSA FORMASI NGRAYONG

Berdasarkan hasil plot diagram segitiga Dickinson dan Suzcek, 1979, didapatkan bahwa kedudukan tektonika batuan sumber dari batupasir kuarsa Formasi Ngrayong adalah dari *craton interior* dan beberapa sample menunjukkan sumber *recycled orogen* (Gambar 6).

IKLIM DAN JENIS BATUAN ASAL

Berdasarkan analisa petrografi yang kemudian diplotkan kedalam diagram segitiga Nelson, 2007, didapatkan bahwa jenis batuan induk dari Satuan batupasir Ngrayong di daerah telitian merupakan batuan metamorf yang terletak pada daerah beriklim lembab/*humid*, namun hasil ini diperkirakan sedikit melenceng dikarenakan kehadiran mineral kuarsa penunjuk batuan metamorf jauh lebih sedikit dibandingkan kuarsa penunjuk batuan beku.

PERKEMBANGAN SUMBER BATUPASIR

Hasil plotting menggunakan diagram segitiga Dickinson, 1979 menunjukkan bahwa perkembangan provenan batupasir Formasi Ngrayong di daerah telitian berasal dari *Continental Block Provenan* sampai *Recycled Orogen Provenan* dimana *limit of detrital modes* menunjukkan batasan dalam penentuan perkembangan sumber batuan asal tersebut.

POTENSI GEOLOGI

Potensi geologi pada daerah telitian dibagi menjadi potensi positif dan potensi negatif, potensi tersebut antara lain:

Potensi Positif

1. Batupasir
Obyek geologi ini dapat digunakan untuk bahan bangunan, industri perkapalan, dan bahan baku gelas/kaca. Terletak di bagian barat dan timur

daerah telitian dengan luasan total berkisar 3,6 km².

2. Batugamping
Batugamping pada daerah telitian oleh masyarakat sekitar digunakan sebagai bahan pengeras jalan dan juga dijual untuk industri semen dan bahan bangunan. Terletak di bagian tengah lokasi telitian dan meluas ke bagian selatan lokasi telitian dengan luasan total mencapai 9,9 km².
3. Potensi Pertanian dan Perkebunan
Penggunaan lahan oleh warga tergantung dari jenis batuan pada daerah tersebut, pada daerah dengan batuan keras umumnya ditanami jagung, sedangkan pada daerah dengan batuan relatif lunak ditanami kacang-kacangan dan padi.
4. Potensi Hidrokarbon
Daerah telitian merupakan bagian bagian dari Cekungan Jawa Timur Utara yang merupakan daerah dengan potensi hidrokarbon yang cukup besar di Indonesia. Pada daerah telitian belum ditemukan adanya pertambangan baik tradisional maupun modern namun keberadaan hidrokarbon didukung oleh kehadiran rembesan minyak pada anak Sungai Bangko di bagian selatan.

Potensi Negatif

1. Pencemaran Air
Pencemaran air pada daerah telitian disebabkan oleh rembesan hidrokarbon di daerah telitian yang tidak dipedulikan oleh masyarakat sehingga dapat mengganggu aktifitas bertani dan berkebun warga yang menggunakan aliran sungai sebagai sumber pengairan.
2. Gerakan Tanah
Gerakan tanah pada daerah telitian dipengaruhi selain oleh struktur geologi berupa kekar juga dikarenakan proses pelapukan yang sangat tinggi di daerah telitian menyebabkan litologi dengan tingkat resistensi rendah mudah mengalami longsor. Jenis gerakan tanah yang ditemukan pada daerah telitian adalah gerakan tanah berjenis *sliding* yang ditemukan di daerah sekitar daerah Juwet.
3. Jalan Rusak
Jalan rusak pada daerah telitian diperkirakan karena litologi pada daerah terkait yang berbutir halus yang disusun oleh mineral lempung dengan sifat yang mudah mengembang bila terkena air, hal ini didukung oleh posisi jalan yang rusak dominan berada pada daerah dengan litologi berbutir halus tersebut. Jalan rusak umumnya ditemukan pada daerah utara dan barat pada daerah Dolok.

KESIMPULAN

1. Satuan Geomorfik : Satuan geomorfik: satuan bentukan asal struktural terdiri dari, Satuan Geomorfik Dataran Struktur Terdenudasi (S1),

dan Lembah Lipatan (S2). Satuan bentukan asal karst terdiri dari Perbukitan Karst (K1). Bentukan asal fluvial, Satuan Geomorfik Dataran Aluvial (F1). Pola pengaliran yang berkembang yaitu *Subdendritik, Trellis, dan Local Meandering*.

2. Stratigrafi dari tua ke muda adalah satuan batupasir Ngrayong berumur Miosen Tengah-Miosen Akhir (N13-N16) pada lingkungan batimetri Neritik Tepi-Neritik Luar dengan litologi batupasir kuarsa dengan sisipan batulempung, batugamping karbonan dan, batugamping *Orbitoid*, Satuan batugamping Bulu berumur Miosen Akhir (N16) yang diendapkan pada lingkungan batimetri Neritik Tepi –Neritik Luar dengan litologi batugamping orbitoid yang berlapis dan berpelat-pelat, satuan napal Wonocolo berumur Miosen Akhir (N17) pada lingkungan batimetri Neritik Tengah-Bathial Atas dengan litologi Napal pasiran, dan kalkarenit sebagai sisipan. Satuan batugamping Ledok yang berumur Miosen Akhir-Pliosen Awal (N18) pada lingkungan batimetri Neritik Tepi-Neritik Luar dengan litologi perulangan napal pasiran dan kalkarenit dengan sedikit sisipan batupasir gampingan. Satuan napal Mundu yang berumur Pliosen Awal (N19) pada lingkungan batimetri Neritik Luar –Bathial Atas dengan litologi napal dengan sisipan kalkarenit. Satuan batugamping Paciran dengan umur berkisar Pliosen-Pleistosen, diendapkan pada zona litoral hingga sublitoral hubungan stratigrafi keenam Satuan batuan tersebut adalah selaras kecuali Satuan batugamping Paciran yang terletak tidak selaras diatas semua satuan batuan, serta Endapan aluvial berumur Holosen yang diendapkan tidak selaras dengan satuan yang berada di bawahnya.
3. Struktur geologi: Antiklin Bangko dengan nama *Upright Horizontal Fold*. Sinklin Bangko dengan nama *Upright Horizontal Fold*. Antiklin Pule dengan nama *Upright Horizontal Fold*. Sinklin Pule dengan nama *Upright Horizontal Fold*. Antiklin Trantang dengan nama *Steeplly Inclined Horizontal Fold*. Sinklin trantang dengan nama *Steeplly Inclined Horizontal Fold*. Sesar Gemulung dengan nama *Right Slip Fault*. Sesar Trantang dengan nama *Left Slip Fault*. Sesar Dolok dengan nama *Reverse Right Slip Fault*
4. Sejarah geologi: Pada Miosen Tengah terendapkan satuan batupasir Ngrayong dengan litologi batupasir kuarsa dengan sisipan kalkarenit dan batugamping Orbitoid pada Lingkungan laut terbuka dan berlanjut hingga pengendapan satuan batugamping Bulu pada Kala Miosen Akhir dengan litologi batugamping Orbitoid dan sedikit diselengi batugamping terumbu. Pada saat satuan batugamping Bulu diendapkan, suplai sedimen darat menurun, lingkungan menjadi bersih, muka air laut berangsur naik diiringi pengendapan batugamping dan kalkarenit sehingga memungkinkan terjadi penebalan lapisan sedimen karbonat.

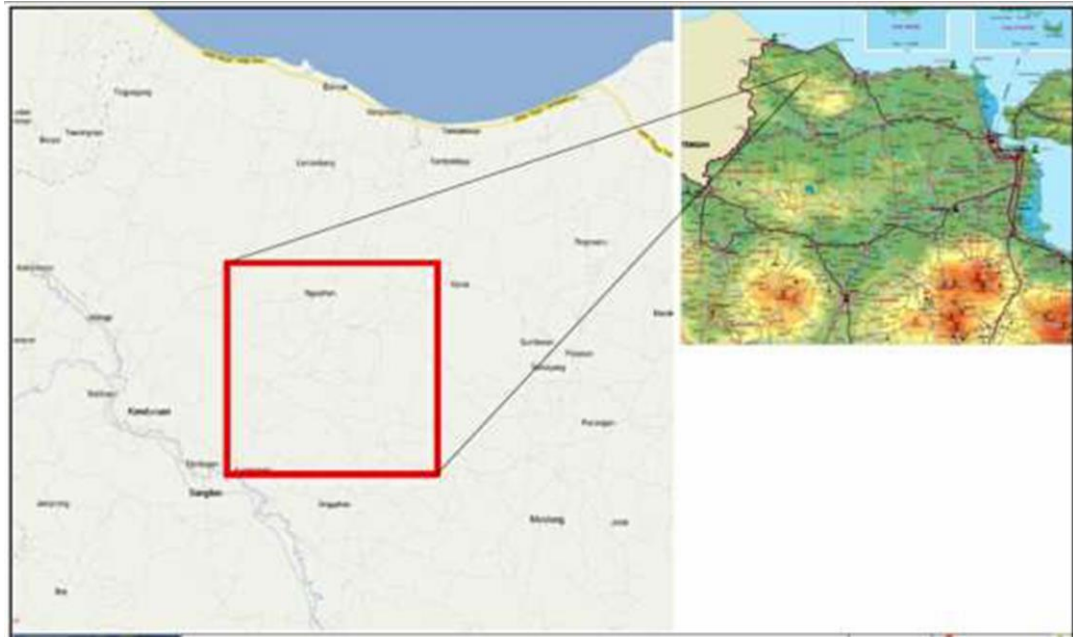
Setelah itu, transgresi besar kembali terjadi dan mengendapkan sedimen-sedimen laut dalam seperti napal pasiran satuan napal-pasiran Wonocolo pada Kala Miosen Akhir – bagian tengah Miosen Akhir. Diantara fase transgresi besar, diselingi dengan regresi sehingga memungkinkan untuk pengendapan perselingan napal dan kalkarenit satuan batugamping Ledok pada Kala Miosen Akhir – Pliosen Awal dan berlanjut pengendapan napal masif satuan napal Mundu pada Kala Pliosen Awal. Semua satuan batuan mengalami fase pelipatan dengan arah umum Barat-Timur, pengangkatan dan pensesaran yang berarah relatif Utara-Selatan. Endapan Aluvial terbentuk akibat proses erosi dan resedimentasi yang berlangsung hingga sekarang dan tidak selaras dengan satuan batuan yang ada di bawahnya.

5. Provenan daerah penelitian diperkirakan berasal dari *Craton Interior* dan *Recycled Orogen* dengan batuan asal diperkirakan batuan beku plutonik (granit), batuan beku vulkanik (andesit) dan batuan metamorf (gneiss) yang berasal dari arah barat laut
6. Potensi geologi : potensi positif berupapenambangan hidrokarbon, bahan galian yaitu batupasir kuarsa dengan sifatnya yang *loose* merupakan salah satu material yang sangat bermanfaat bagi industri terutama industri perikanan dan perkapalan dengan mencampurkan kuarsa dengan bahan lain dan air, sangat efektif dalam membersihkan karang pada lambung kapal, batugamping sebagai bahan baku semen, pengeras jalan dan bahan bangunan, pertanian dan perkebunan. Potensi negatif berupa jalan rusak yang disebabkan oleh batuan dasar yang berukuran butir sangat halus, gerakan tanah dan pencemaran air.

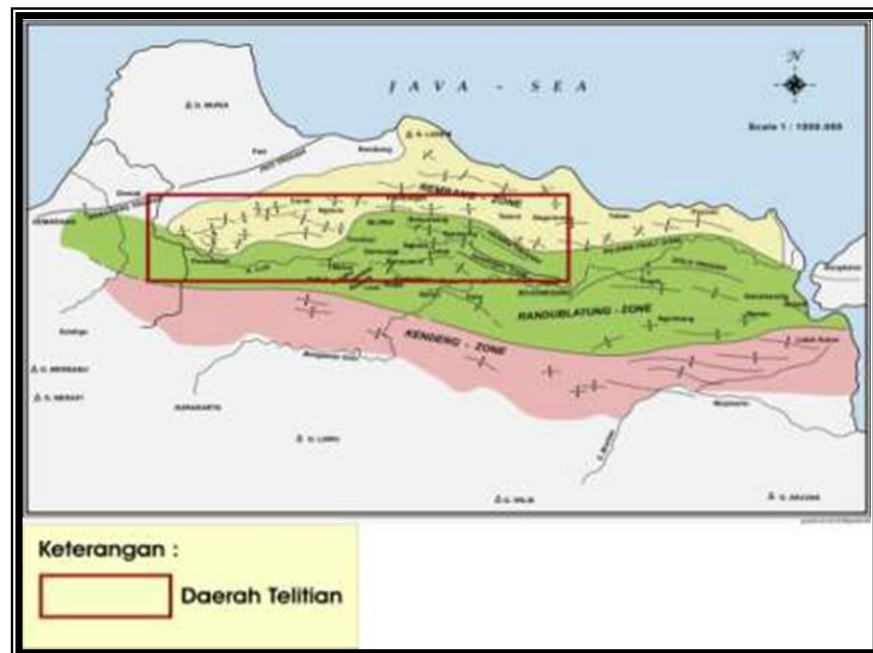
DAFTAR PUSTAKA

- Asikin, S.**, 1974. *Evolusi geologi Jawa Tengah dan sekitarnya ditinjau dari segi tektonik dunia yang baru*. Laporan tidak dipublikasikan, disertasi, Dept. Teknik Geologi ITB.
- Asikin, S.**, 1978. *Dasar-dasar Geologi Struktur*, Departemen Teknik Geologi, ITB, Bandung.
- Bandy, O.I.**, 1967, *Foraminiferal Indices in Paleontology*, Texas W.H. Freeman and Company.
- Barker, R.W.**, 1960, *Taxonomic Note*, Society of Economic Paleontologist and Mineralogist. The Collegiate Press George Santa Company, INC, Mekasha, Wisconsin, U.S.A. 26-232
- Basu, A.**, 1976, *Petrology of Holocene fluvial sand derived from plutonic source rocks: implications to paleoclimatic interpretation*, Jour. Sed. Petrology, v. 46, p. 694-709.
- Basu A., S. W. Young, L.J. Suttner, W.C. James, and G.H. Mack**, 1975, *Re-evaluation of the use of undulatory extinction and polycrystallinity in detrital quartz for provenance interpretation*, Jour. Sed. Petrology, v. 45, p. 873-882.
- Blow, W. H.**, 1969, *Late Middle Eocene To Recent planktonic biostratigraphy*. International conference planktonic microfossil 1st, 1967, Geneva, vol. 1, p 199 -422.
- Boggs, s.**, 1987, *Principles of Sedimentary and Stratigraphy*, Merrill Publishing Company, a Bdl and Howel Company, Columbus, Ohio.
- Darman, H. & Sidi, H.** (eds.), 2000, *An Outline of the Geology of Indonesia*, Indonesian Geologists Association publication.
- Dickinson, W. R. and Suczek, C.A.**, 1979, *Plate Tectonics and Sandstone Composition*, The American Association of Petroleum Geologist Bulletin V.63, no 12, P. 2164-2182, 7 Fig., 1 Table.
- Dunham, R. J.**, 1962. *Classification of Carbonate Rock According to Depositional Texture*, In Han, W. E. (ed) 1962, *Classification of Carbonate Rock*, AAPG, Bull. Men 1, h. 108 – 121.
- Fluety, M. J.**, 1964. *The description of folds*. Geological Association proceedings 75 : 461 – 492.
- Folk, R. L.**, 1974, *Petrology of Sedimentary Rocks*, The University of Texas
- Franzinelli, E. And P.E. Potter**, 1983, *Petrology, chemistry, and texture of modern river sands, Amazon River System*, Jour. Geology, v. 91, p. 23-39.
- Graham, S.A., W.R. Dickinson, and R.V. Ingersoll**, 1975, *Himalayan-Bengal model for flysch dispersal in the Appalachian-Ouachita system*, Geol. Soc. America Bull., v. 86, p. 273-286.
- Hamilton, W.**, 1979. *Tectonics of the Indonesian region*. USGS Professional Paper, 1078, 345 p.
- Howard, A.D.**, 1967. *Drainage Analysis in Geologic Interpretation*, The American Association of Petroleum Geologists Bulletin V.51 No.11, p. 2246 – 2259.
- IAGI.**, 1996. *Sandi Stratigrafi Indonesia (Revisi SSI 1973)*. Komisi Sandi Stratigrafi Indonesia, Ikatan Ahli Geologi Indonesia. Jakarta.
- Kadar, Darwin & Sudijono**, 1993, *Geologi Lembar Rembang*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung
- Katili, J. A & Marks, P.**, *Geologi*, Departemen Urusan Research Nasional Jakarta.
- Koesoemadinata, R. P., & Noeradi, D.**, 2003, *Indonesian Island Arcs: Magmatism, Mineralization, and Tectonic Setting*, Penerbit ITB, Bandung
- Koesoemadinata, R. P.**, *Prinsip – Prinsip Sedimentasi*, ITB, Bandung.

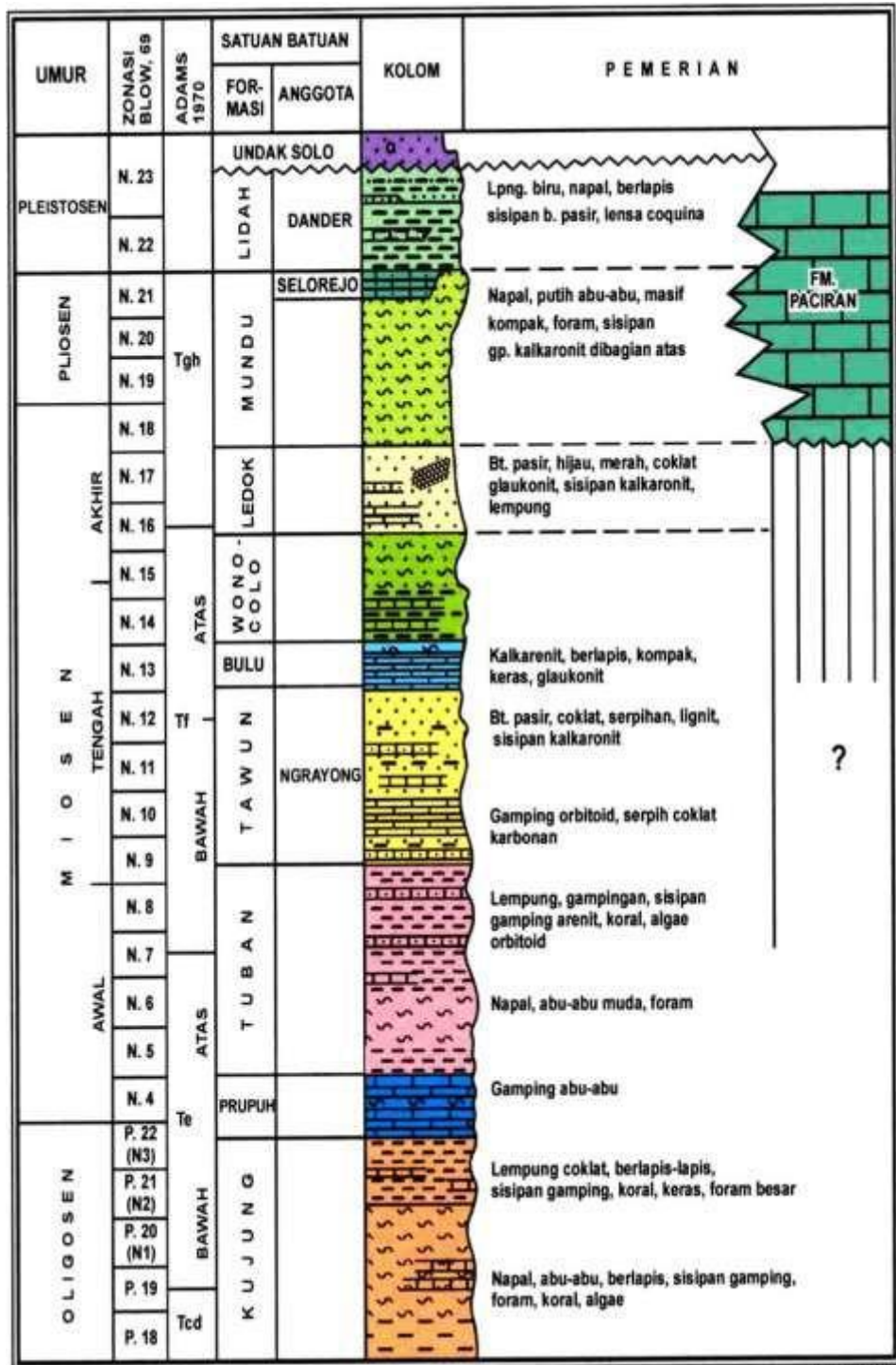
- Krynine, P. D.** 1940. Petrology and genesis of the third Bradford Sand. Penn. st. Coll. Bull. 29: 19.
- Kusumastuti, A.,** Mortimer, A., Todd, C., Guritno, E., Goffey, G., Bennet, M., dan Algar, S., 2001. Deep-water petroleum provinces of Southeast Asia: a high level overview. Indonesian Sedimentologist Forum, 2nd Regional Seminar, h.10-15.
- Marshak, Stephen,** 1988, *Basic Methods Of Structural Geology*, Univirsity of Illinois.
- Moody, J. D.& Hill, M. J.,** 1956. *Wrench Fault Tectonics*, Geological Society of America Bulletin, v. 67, p.1207 – 1246.
- Musliki, S.,** 1990, The Pliocene Selorejo Formation and Its Hydrocarbon Prospect in Cepu and Surrounding Areas, *The 19th Annual Convention of The Indonesian Association Geologist*
- Nelson, S.A.,** 2007. *Petrology Sandstone and Conglomerate*, <http://www.tulane.edu/~sanelson/geol212/sandst&cong.htm>, download pada 1 Agustus 2012.
- Parkinson, C.D.,** Miyazaki, K., Wakita, K., Barber, A.J., dan Carswell, D.A. (1998) : *An overview and tectonic synthesis of the pre-Tertiary very-high-pressure metamorphic and associated rocks of Java, Sulawesi and Kalimantan, Indonesia. The Island Arc*, 7, 000-000, 184-200.
- Pettijohn, F. J.,** 1969, *Sedimentary rock*, second edition, Oxford and IBH pub. Co.
- Postuma, J.A.,** 1971, *Manual of planktonic foraminifera*, Elsevier Publishing Company, New York.
- Prasetyadi, C.,** 2007. *Evolusi tektonik Paleogen Jawa bagian timur*, Disertasi ITB, tidak dipublikasikan
- Pringgoprawiro, H.,** 1983, *Biostratigrafi dan Paleografi Cekungan Jawa Timur suatu pendekatan baru*, Thesis Doktor, ITB, Bandung, Tidak dipublikasikan.
- Rachman, Yanuar A.** 2009. *Geologi dan Studi Provenan Batupasir Kuarsa Formasi Ngrayong Daerah Plantungan dan Sekitarnya Kecamatan Jepon Kabupaten Blora*, Skripsi, Jurusan Teknik Geologi UPN, Tidak dipublikasikan
- Rickard, M.,** 1972, Fault classification-discussion, *Geol.Soc.Am.Bull.*83, 2545-2546
- Situmorang, B.,** 1976, *Wrench Fault Tectonics and Aspects of Hydrocarbon Accumulation in Java*, Proc. Ind. Petrol. Ass., 5th ann. Conv , hal 53-67.
- Spearing, Darwin & Scholle, Peter A.,** 1982, *Sandstone Depositional Environments*, The American Association of Petroleum Geologist, Published
- Smyth, H.,** Hall, R., Hamilton, J., and Kinny, P., 2005, East Java: Cenozoic basins, volcanoes, and ancient basement, *Proceedings 30th Indonesian Petroleum Association Annual Convention and Exhibition, Jakarta.* p. 251-266
- Smyth, H.,** Hall, R., Hamilton, J., dan Kinny, P. (2003) : Volcanic origin of quartz-rich sediments in East Java, *Proceedings Indonesian Petroleum Association, 29th Annual Convention.*
- Tipzword, H. L., Setzer, F. M., Smith, F. L.,** 1966, Interpretation of depositional environment in gulf coast petroleum exploration from paleoecology and related stratigraphy, *Transction - Gulf Coast Assoc of Geol. Soc Vol XVI*, Gulf Coast.
- Van Bemmelen, R.W.,** 1949, *The Geology of Indonesia* vol. IA, Martinus Nijhoff, The Hague, Netherlands, 29-31
- Van Zuidam, R.A.,** 1983, *Aerial Photo Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*, The Hague: Smits
- Van Zuidam, R.A.,** 1979, *Terrain Analysis and Classification using Aerial Photographs, a Geomorphological Approach*, ITC Textbook of Photo-interpretation, Vol 7, ITC Enschede, The Netherlands, 30 pp.
- Verstappen, H. Th.,** 1985. *Applied Geomorphological Survey and Natural Hazard Zoning*. Enschede: ITC.
- Wiliams, H., Turner, F. J., and Gilbert, C.M.,** 1954, *Petrography an introduction to study of rocks in thin section*, W.H. Freeman and Company Inc., San Francisco.
- Yohannes, P. K.,** 1993, *Stratigrafi Sekuen Rembang – Kendeng Kala Miosen Tengah – Akhir Daerah Jawa Timur*, Thesis Magister, Jurusan Teknik Geologi ITB, Tidak Dipublikasikan.
- Yudhi, P.S.** 1994, *Geologi Daerah Ngampel Dan Sekitarnya Kecamatan Bora, Kabupaten Blora, Propinsi Jawa Tengah*, Skripsi, Jurusan Teknik Geologi UPN, Tidak Dipublikasikan
- Zuffa, G. G.,** 1985, *Provenance of Arenites*, D Reidel Publishine Componay.



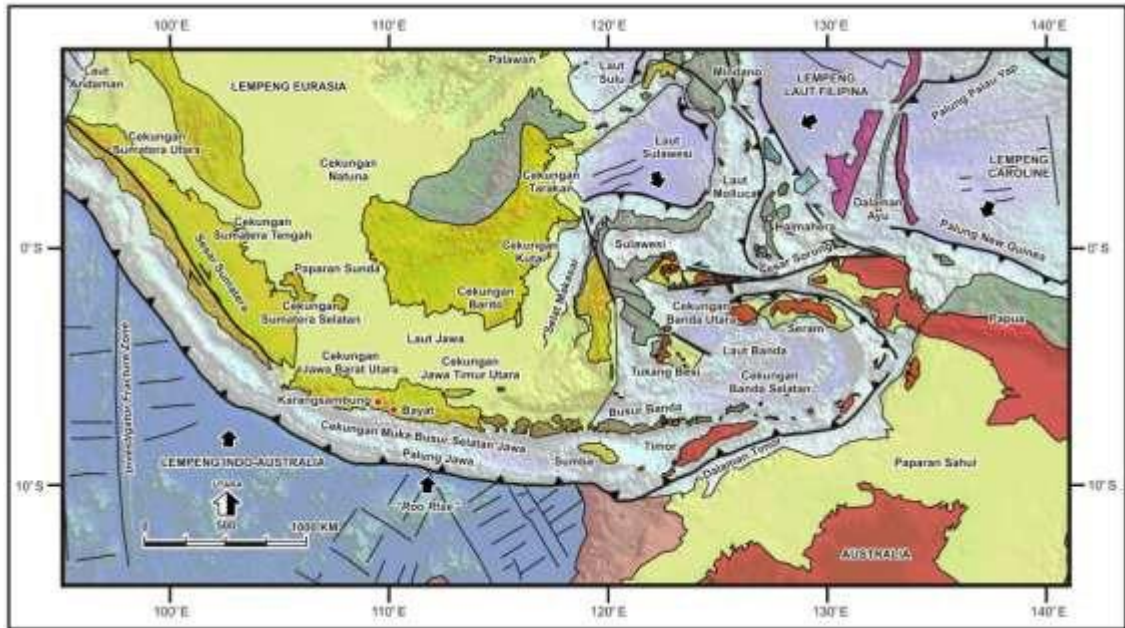
Gambar 1. Lokasi Penelitian



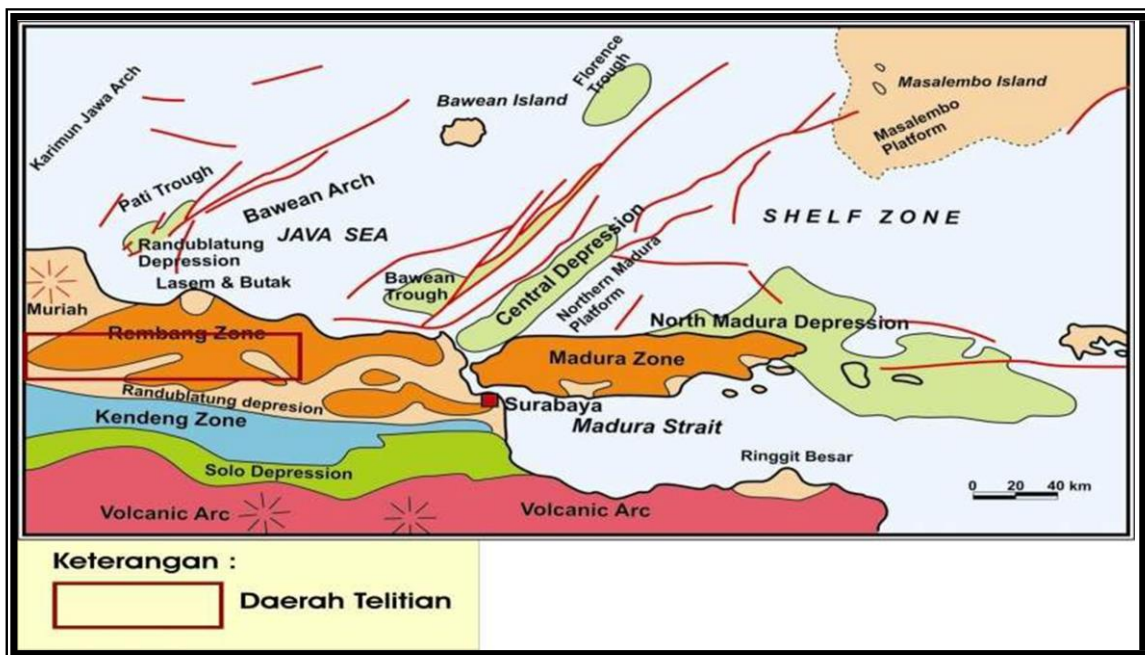
Gambar 2. Tektono - fisiografi Cekungan Jawa Timur Utara (Musliki, 1990)



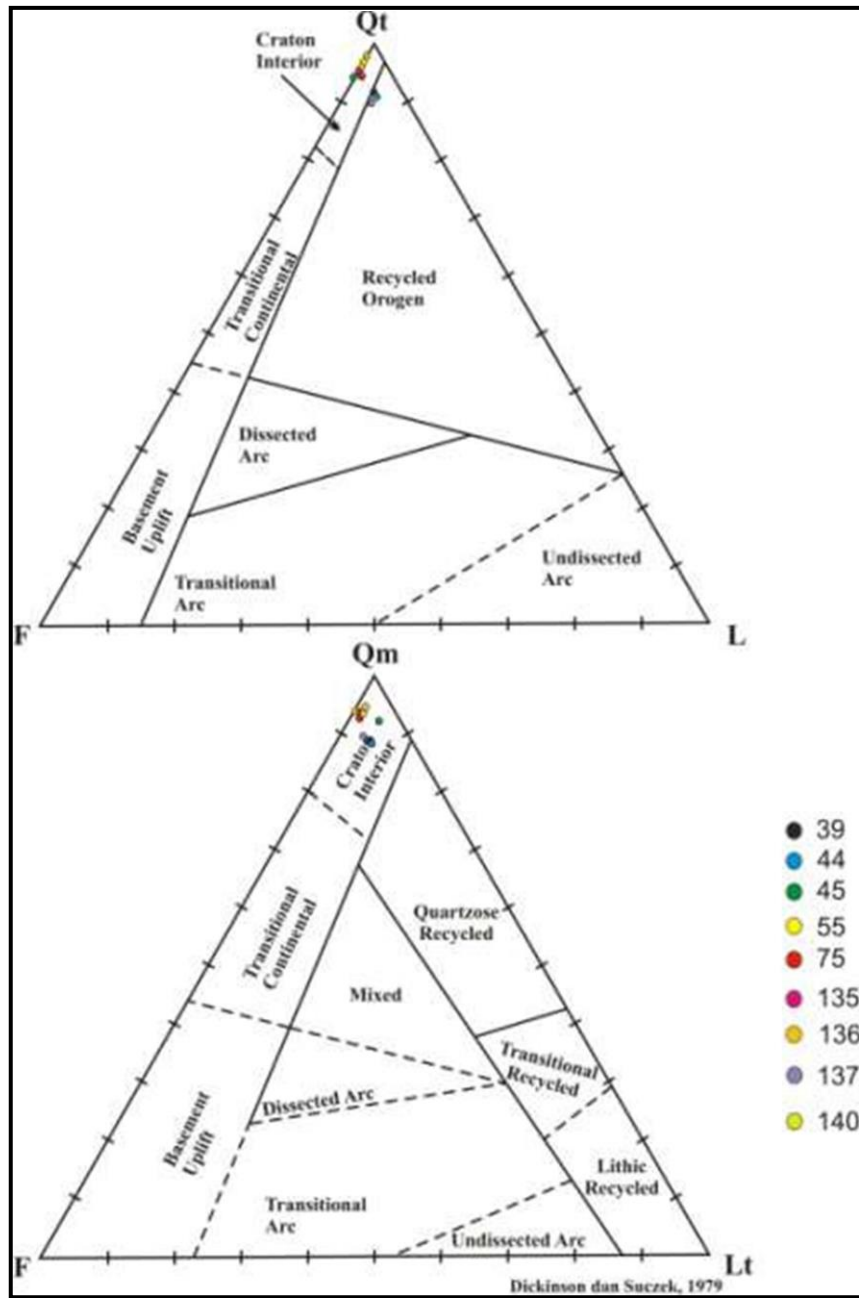
Gambar 3. Kolom Stratigrafi Regional Cekungan Jawa Timur Utara (Pringgoprawiro, 1983)



Gambar 4. Kerangka tektonik masa kini wilayah Kepulauan Indonesia (Prasetyadi, 2007).



Gambar 5. Pembagian Struktur Regional Cekungan Jawa Timur Utara. (Latief et al, 1990 dalam Darman & Sidi, 2000)



Gambar 6. Kedudukan tektonik batuan asal (provenan) dari batupasir kuarsa Formasi Ngrayong daerah telitian