

PROSIDING

ISBN 978-602-60245-0-3

SEMINAR NASIONAL TAHUN KE-2
CALL FOR PAPERS DAN PAMERAN HASIL
PENELITIAN DAN PENGABDIAN
KEMENRISTEKDIKTI RI

SCIENCE & TECHNOLOGY

YOGYAKARTA
18 OKTOBER 2016

**TATA KELOLA EKONOMI INDONESIA DALAM MASYARAKAT
EKONOMI ASEAN DAN MENINGKATKAN MARTABAT BANGSA
BERBASIS SUMBER DAYA ENERGI DAN MEMPERKOKOH SINERGI
PENELITIAN ANTAR PEMERINTAH, INDUSTRI, DAN
PERGURUAN TINGGI**



**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
YOGYAKARTA**

2016



**PROSIDING SEMINAR NASIONAL TAHUN KE-2
DAN CALL FOR PAPERS**

**TATA KELOLA EKONOMI INDONESIA DALAM MASYARAKAT EKONOMI
ASEAN DAN MENINGKATKAN MARTABAT BANGSA BERBASIS SUMBER
DAYA ENERGI DAN MEMPERKOKOH SINERGI PENELITIAN ANTAR
PEMERINTAH, INDUSTRI & PERGURUAN TINGGI**

Cetakan Tahun 2016

Katalog Dalam Terbitan (KDT):

Prosiding Seminar Nasional dan *Call For Papers*
Tata Kelola Ekonomi Indonesia dalam masyarakat Ekonomi ASEAN Dan
Meningkatkan Martabat Bangsa Berbasis Sumber Daya Energi Dan Memperkokoh
Sinergi Penelitian Antar Pemerintah, Industri & Perguruan Tinggi
LPPM UPNVY

310, hlm; 21 x 29.7 cm.
ISBN: 978-602-60245-03

LPPM UPNVY PRESS

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta
Kapuslitbang LPPM UPNVY
Rektorat Lantai 4, LPPM, Puslitbang
Jln. SWK 104 (Lingkar Utara) Ring Road, Condong Catur, Yogyakarta 55283
Telpon (0274) 486733, ext 154
Fax. (0274) 486400

www.lppm.upnyk.ac.id
Email: puslitbang.upn@gmail.com

Penata Letak : Dwi SeptianiPuteri
Rahmini Dini Putri
Al Theana Sweta R.
Desain Sampul : Andika Ahmadyansyah

Distributor Tunggal
LPPM UPNVY Rektorat Lantai 4, LPPM, Puslitbang
Jln. SWK 104 (Lingkar Utara) Ring Road, Condong Catur, Yogyakarta 55283
Telpon (0274) 486733, ext 154
Fax. (0274) 486400

Hak Cipta dilindungi Undang-undang.
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apa pun,
termasuk fotokopi, tanpa izin tertulis dari penerbit.

DAFTAR REVIEWER
SEMINAR NASIONAL, CALL FOR PAPERS, DAN PAMERAN HASIL PENELITIAN
& PENGABDIAN MASYARAKAT KEMENRISTEKDIKTI RI
18 OKTOBER 2016
LPPM UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” YOGYAKARTA

- | | |
|---|---------------------|
| 1. Prof. Dr. Sari Bahagiarti, M.T. | (UPNVY) |
| 2. Prof. Dr. Didit Welly Udjiyanto, M.S. | (UPNVY) |
| 3. Prof. Dr. Arief Subyantoro, M.S | (UPNVY) |
| 4. Prof. Dr. Danisworo | (UPNVY) |
| 5. Prof. Dr. Bambang Prathistho | (UPNVY) |
| 6. Prof. Dr. Suwardjono, M.Sc. | (UGM) |
| 7. Prof. Dr. Jogiyanto Hartono, M.Sc | (UGM) |
| 8. Prof. Dr. Sucey Kuncoko, M.Si. | (UNNES) |
| 9. Prof. Bambang Subroto, M.M | (Brawijaya) |
| 10. Prof. Ahmad Sudiro | (Brawijaya) |
| 11. Prof. Idayanti, M.Si | (UNHAS) |
| 12. Dr. Ardhito Bhinadi, M.Si. | (UPNVY) |
| 13. Dr. Ir. Heru Sigit Purwanto, MT. | (UPNVY) |
| 14. Dr. Sri Suryaningsum, S.E., M.Si., Ak | (UPNVY) |
| 15. Dr. Jatmiko Setyawan, M.T. | (UPNVY) |
| 16. Dr. Suprajarto. | (DIRUT BNI) |
| 17. Drs. Sutoyo, M.Si. | (Bupati Bojonegoro) |
| 18. Dr. Mahreni | (UPNVY) |
| 19. Ir. Husein Kasim, MP. | (UPNVY) |
| 20. Dr. Joko Susanto, M.Si. | (UPNVY) |
| 21. Dr. Rahmat Setiawan, M.Si. | (UNAIR) |
| 22. Dr. Rahmad Sudarsono, M.Si. | (UNPAD) |
| 23. Dr. Hendro Wijanarko, SE, M.M | (UPNVY) |

STRUKTUR ANTIKLIN KAWENGAN SEBAGAI SALAH SATU TITIK GEOSITE PADA GEOHERITAGE BOJONEGORO

Hariyadi, ST., MT.¹⁾; Dr. Ir. Dedy Kristanto, MT.¹⁾; Dr. Ir. Jatmika Setiawan, MT.²⁾; Nur Arief Nugroho²⁾

Program Studi Teknik Perminyakan¹⁾; Program Studi Teknik Geologi²⁾
Fakultas Teknologi Mineral
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

Abstrak

Kawengan adalah salah satu daerah di Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur, yang merupakan Kawasan Kerjasama Operasi antara Pertamina EP Asset-4 dengan GCI (Geologi Cepu Indonesia). Kawasan ini merupakan salah satu titik Geosite pendukung Petroleum Geoheritage Bojonegoro. Kawasan ini dipilih jadi penelitian terapan UPN "Veteran" Yogyakarta, dikarenakan di kawasan tersebut tersingkap lapisan-lapisan batuan yang merupakan sistem petroleum di Kawengan. Serta masih dijumpai bentukan antiklin yang tersingkap di permukaan dan di puncaknya terdapat sumur angguk pengambilan minyak secara moderen. Sehingga bisa dijadikan kawasan pendidikan bagi mahasiswa kebumian terutama Prodi Perminyakan, Geologi dan Geofisika.

Kata kunci : anticline, geosite, geoheritage, petroleum.

Abstract

Kawengan is one area in Bojonegoro , East Java , which is the area between Pertamina EP Joint Operation Asset - 4 with GCI (Geology Cepu Indonesia). This area is one Geosite point supported by Petroleum Geoheritage Bojonegoro. This area was selected to become an applied research UPN "Veteran " Yogyakarta, cause in the region exposed rock layers that are petroleum system in Kawengan. As well as still found anticline are exposed at the surface and at its peak there were wells modern means of extracting the oil. So it can be used as educational areas for geoscience students mainly Petroleum Geology and Geophysics department.

Key wards: antiklin, geosite, geoheritage, petroleum.

Pendahuluan

Struktur antiklin kawengan ditemukan oleh Belanda pada tahun 1894 dan mulai dikembangkan pada tahun 1926 oleh BPM. Struktur antiklin Kawengan merupakan salah satu struktur penghasil minyak dan gas bumi di Cekungan Jawa Timur bagian Utara. Struktur tersebut masuk didalam kelompok lapangan tua yang masih terus berproduksi sampai sekarang. Hal tersebut dibuktikan dengan terdapatnya sumur-sumur yang masih aktif berproduksi sampai sekarang baik yang dioperasikan oleh perusahaan maupun dikelola oleh masyarakat melalui kelompok Koperasi.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian untuk mengetahui proses perkembangan sistem petroleum yang terjadi pada struktur Antiklin Kawengan, dengan melakukan kajian tentang geofisika, geologi dan reservoir secara terpadu. Hasil dari penelitian tersebut dapat menjadi bahan ajar didalam mempelajari proses perkembangan sistem petroleum khususnya di struktur Antiklin Kawengan.

Rumusan Masalah

Masalah yang dapat dirangkum pada penelitian ini adalah melakukan kajian tentang proses perkembangan sistem petroleum di struktur antiklin kawengan dengan data primer dan sekunder.

Lokasi Penelitian

Secara geografis Struktur Antiklin Kawengan terletak sekitar 20 km sebelah Timurlaut dari Kota Cepu, termasuk didaerah Bojonegoro Jawa Timur (**Gambar 1.**)

Metodologi

Penelitian dilakukan dengan menggunakan analisa dari data lapangan (data primer) dan data skunder. Kemudian dilakukan analisa yang terpadu antara evaluasi geologi, geofisika, dan reservoir, sehingga akan menghasilkan pola/konsep suatu perkembangan sistem petroleum di Struktur Antiklin Kawengan.

Geologi Dan Stratigrafi Regional

Struktur Antiklin Kawengan terletak di Cekungan Jawa Timur Utara yang memanjang berarah Barat – Timur dari Zona Rembang (*Suyanto dan Yanto, 1977*). Cekungan ini terbentuk sejak Awal Tersier berkaitan dengan penunjaman Lempeng Indo-Australia dibawah Lempeng Eurasia. Sejak itu pula terbentuk sebagai *foreland basin* atau *back-arc basin* (*Hamilton, 1979*) hingga kini. Secara fisiografi Cekungan Rembang berupa antiklinorium yang dihasilkan dari inversi dan reaktivasi sesar-sesar lama. Hal ini menyebabkan terbentuknya perlipatan dan pensesaran, yang ditunjukkan **Gambar 2.**

Struktur Geologi Regional

Struktur aktif sejak Miosen Awal hingga kini yakni zona sesar *sinistral strike slip* RMKS (Rembang-Madura-Kangean-Sakala) membatasi Zona Kendeng dan Zona Randublatung (*Bransden and Matthews, 1992*) (**Gambar 3**). Cekungan ini telah terjadi 2 (dua) rezim tektonik pada *back-arc basin*. Rezim regangan atau tension terjadi pada Paleosen sampai Miosen Tengah dan rezim kompresi terjadi pada Miosen Tengah sampai Kuartar. Pada rezim regangan terjadi *subsidence* dan sedimentasi, sedangkan rezim kompresi terjadi pengangkatan, perlipatan, dan pensesaran. Pola struktur Jawa berarah Barat Timur searah dengan memanjangnya Pulau Jawa.

Bukti rezim kompresi adalah dari penampang seismik terlihat bahwa *basement* yang mengalami sesar normal pada Zaman Paleogen aktif kembali dan menerus ke sedimen yang lebih muda mengalami sesar naik atau *thrusting*, sedangkan *basement* mengalami inversi *transtentional basin system* (*Bransden dan Matthew, 1992*). Distribusi sedimen dan pola struktur di Jawa Timur dikontrol oleh arsitektur *basement*.

Menurut Bransden dan Matthew (1992), Cekungan Jawa Timur Utara secara struktur terjadi 2 (dua) periode besar dari reaktivasi sesar yang menghasilkan struktur-struktur baru, mengikuti akresi Lempeng Indo-Australia pada Kapur Akhir. Fase pertama, dari reaktifasi melibatkan fase regangan Paleogen di atas sesar anjakan Pra-Tersier yang menghasilkan geometri regangan listrik secara lokal bersudut rendah. Fase kedua, reaktifasi selama inversi Neogen ketika sesar-sesar utama Palaeogen bergerak kembali menghasilkan pengangkatan maksimum dari deposenter Paleogen. *Rifting* Paleogen di Jawa Timur dievaluasi secara regional sebagai bagian dari *back-arc extensional system* yang dipengaruhi oleh Lempeng Eurasia Tenggara. Pengangkatan pada Neogen sebagai hasil kompresi orthogonal dari subduksi Lempeng Indo-Australia di bawah Lempeng Eurasia.

Stratigrafi Regional

Samuel dan Genevraye (1972) dan Pringgoprawiro (1983) membagi stratigrafi Cekungan Jawa Timur Utara dibagi atas dua Mandala, yaitu Mandala Kendeng dan Mandala Rembang. Mandala Rembang mencakup daerah dalam zona Tektono-fisiografi Randublatung, sedang Mandala Kendeng meliputi zona Tektono-fisiografi Kendeng. Stratigrafi Mandala Rembang disebut Stratigrafi Rembang. Secara umum sedimentasi Mandala Rembang merupakan endapan paparan, kaya endapan karbonat (batulempung, napal, batugamping) dan hampir tidak dijumpai endapan piroklastik, endapannya melandai ke arah selatan, tebal mencapai 1500 m. Pringgoprawiro (1983)

telah membagi Mandala Rembang menjadi empat belas satuan batuan. Stratigrafi regional Zona Rembang (Pringgoprawiro, 1983) dan perubahan muka laut dari (Exxon, 1996) menunjukkan gambaran pengaruh tektonik dan perubahan muka laut yang menjadikan Zona Rembang memiliki kompleksitas struktur dan sedimentasi (**Gambar 4**). Penjelasan stratigrafi Mandala Rembang dari tua ke muda secara singkat adalah sebagai berikut :

Batuan dasar Pra-Tersier

Satuan ini tidak tersingkap di permukaan dan dapat diamati dari data sumur pemboran minyak. Satuan ini merupakan batuan dasar dari cekungan Mandala Rembang. Disusun oleh batusabak, filit, sekis dan granit yang berumur 100 juta tahun atau sepadan dengan zona kisaran umur N.4 – N.5 atau Miosen Awal (Zonasi Blow, 1969).

Formasi Ngimbang

Satuan ini juga tidak tersingkap di permukaan, dan diamati dari data sumur pemboran minyak (seperti : Ngimbang-1, sebagai *stratotipe*). Formasi Ngimbang adalah satuan batuan Tersier tertua di daerah ini. Susunan, bagian bawah adalah perulangan batupasir kuarsa, serpih dan lanau dengan sisipan tipis batubara, ke arah atas kembang perselingan batugamping bioklastik dengan sisipan tipis serpih gampingan dan napal. Hadirnya batugamping yang tebal, dapat digunakan sebagai tanda batas Formasi Ngimbang dengan satuan di atasnya.

Formasi Kujung

Lokasi tipenya berada di Kali Secang, Desa Kujung, Tuban (Trooster, 1937), tersingkap susunan napal, batulempung gampingan dengan sisipan batugamping bioklastik (tebal 20 – 25 cm). umur Formasi Kujung adalah Oligosen Atas (P.19 – N.1) (Pringgoprawiro, 1983). Diendapkan pada lingkungan laut terbuka. Hubungan dengan Formasi Prupuh di atasnya adalah selaras.

Formasi Prupuh

Tersingkap di Desa Prupuh, Panceng, Paciran Gresik, panjang lintasan (*stratotipe*) \pm 300 m. Formasi ini disusun oleh perselingan antara batugamping kapur, batugamping bioklastik (kaya akan fosil *Orbitoid*, dan mengandung *Spiroclypeus orbitodes*, *Lepidocyclina sumatrensis*, *Spiroclypeus tidoengensis*, yang mengindikasikan umur Miosen Awal.

Formasi Tuban

Formasi ini di Desa Drajat, Paciran Tuban, disusun oleh batulempung sisipan batugamping. Singkapan yang baik terdapat di Kali Sirwula, Desa Drajat dengan ketebalan 144 – 166 meter. Batulempungnya kaya fosil foraminifera (*Globigerina primodius*, *Globorotalia opimanana*, *Globigerina tripartita dissimilis*, dan *Globigerinoides altiaperture*), di mana menunjukkan zona kisaran umur N.5 – N.6 atau Miosen Awal – Tengah (Zonasi Blow, 1969). Formasi ini diduga saling menjari dengan Formasi Pelang dari Mandala Kendeng.

Formasi Tawun

Nama ini pertama digunakan oleh Brouwer (1957) untuk menyebut satuan yang diamati di sumur BPM Tawun-5. *Stratotipe* ini disusun pada bagian bawah: perselingan serpih pasiran, serpih, batupasir kuarsa berbutir relatif halus, semakin ke atas terdapat batupasir kuarsa berbutir relatif kasar (Anggota Ngrayong) dengan ketebalan batupasir kuarsa bisa mencapai 90 m, terdapat sisipan batugamping *Orbitoid*, ke arah atas dijumpai sisipan tipis lignit. Pada penampang hipostatotipe, pada lempung pasirannya mengandung Gastropoda, ke atas yaitu batugamping bioklastik kaya akan orbitoid mengindikasikan umur Miosen tengah. Satuan ini terletak secara selaras di atas Formasi Tuban, dan selaras dengan Formasi Ngrayong di atasnya.

Formasi Ngrayong

Perubahan dari kelompok Tuban dengan Formasi Tawun dan Anggota Ngrayong. Penamaan Formasi Ngrayong diusulkan oleh Pringgoprawiro dan Sukido (1985), nama sebelumnya adalah Anggota Ngrayong Formasi Tawun (Pringgoprawiro, 1983). Formasi ini secara umum terletak selaras di atas Formasi Tawun, di beberapa tempat beda fasies dengan Formasi Tawun dengan umur Miosen Tengah (N.13). Litologi penyusunnya terdiri dari batupasir kuarsa yang berselingan dengan batulempung dan sisipan batugamping pasiran.

Formasi Bulu

Lokasi tipenya terletak di Desa Bulu, Rembang, terdiri dari batugamping, batugamping pasiran, kaya akan foram besar dan kecil, koral, ganggang. Berdasarkan fosil kecil umur Formasi Bulu adalah Miosen Akhir bagian bawah atau N.14 – N.15 (Zonasi Blow, 1969). Diendapkan pada lingkungan neritik luar-batial atas. Hubungan dengan Formasi Wonocolo di atasnya adalah selaras.

Formasi Wonocolo

Terletak selaras di atas Formasi Bulu, dengan lokasi tipe di sekitar Wonocolo, Cepu. Satuan ini tersusun oleh napal lempungan, hingga napal pasiran, yang kaya akan foram plankton, terdapat sisipan kalkarenit dengan tebal lapisan 5 – 20 cm yang berumur Miosen Akhir bagian bawah hingga Miosen Akhir bagian tengah atau N.15 – N.16 (Zonasi Blow, 1969). Diendapkan pada lingkungan laut terbuka (neritik luar) – batial atas. Hubungan dengan Formasi Ledok di atasnya adalah selaras.

Formasi Ledok

Lokasi tipenya terletak di Desa Ledok, Cepu, terdiri dari perulangan napal pasiran dan kalkarenit, dengan napal dan batupasir. Bagian atas dari satuan ini dicirikan batupasir dengan konsentrasi glaukonit. Kalkarenitnya sering memperlihatkan perlapisan silang siur. Penyebarannya mulai dari Depresi Pati (di bagian barat) ke timur hingga Tuban, dimana satuan ini menipis (membaji dengan Tinggian Tuban). Berdasarkan fosil foram planktonik (*Globorotalia pleistumida*) umur formasi Ledok adalah Miosen Akhir bagian atas atau N.17 – N.18 (Zonasi Blow, 1969).

Formasi Mundu

Lokasi tipenya berada di Sungai Kalen, Desa Mundu, Cepu terdiri dari napal yang kaya foram planktonik, tidak berlapis. Bagian yang paling atas dari satuan ini ditempati oleh batugamping pasiran kaya akan foram plankton. Bagian atas dari satuan ini disebut Anggota Selorejo, yang terdiri dari perselingan batugamping pasiran dan napal pasiran. Berdasarkan fosil foram kecil, umur Anggota Selorejo adalah Pliosen atau N.18 – N.20 (Zonasi Blow, 1969), diendapkan pada paparan dangkal.

Formasi Paciran

Lokasi tipenya berada di Bukit Piramid Paciran, merupakan satuan batugamping terumbu, yang tersusun oleh organisme ganggang, koral, foram besar. Berdasarkan fosil foram besar, formasi ini berumur Pliosen – Plistosen. Diendapkan pada lingkungan laut dangkal, dekat pantai, beriklim hangat, jernih, yaitu pada daerah litoral – sublitoral pinggir.

Formasi Lidah

Formasi Lidah merupakan satuan batulempung biru tua, monoton, tidak berlapis. Satuan ini dapat dipisahkan menjadi bagian atas, tengah, bawah. Pada bagian bawah Formasi Lidah merupakan satuan batulempung berwarna biru (disebut Anggota Tambakromo). Bagian atasnya terdiri dari batulempung dengan sisipan napal dan batupasir kuarsa mengandung glaukonit (disebut Anggota Turi). Di daerah Antiklin Kawengan, kehadiran dua satuan ini dipisahkan dengan suatu satuan batugamping *coquina* terdapat cangkang-cangkang moluska (Anggota Malo) (Pringgoprawiro &

Baharudin, 1979). Berdasarkan kandungan fosilnya, umur formasi ini: Pliosen atas – Plistosen bawah. Hubungan dengan Formasi Mundu adalah selaras, dan di atas Formasi Lidah ditutup secara tidak selaras oleh endapan aluvial dan endapan teras sungai.

Undak Solo

Penamaan satuan ini diberikan kepada sejumlah undak-undak yang tersingkap di sepanjang sungai Bengawan Solo (Pringgoprawiro, 1983). Terbagi menjadi enam buah sub-undak, penamaan masing-masing sepenuhnya berdasarkan klasifikasi yang dibuat oleh Sartono (1976). Ciri litologinya, umumnya terdiri atas konglomerat polimik dengan fragmen-fragmen napal, andesit, batupasir mengandung fosil Vertebrata. Hubungan stratigrafi: Terletak menumpang secara tidakselaras di atas batuan yang berumur lebih tua.

Sistem Petroleum Cekungan Jawa Timur Utara

Brandsen & Matthews (1992) dan Phillipi *et al.* (1991) menyatakan bahwa batuan induk potensial dalam Cekungan Jawa Timur Utara yang kaya bahan organik adalah Formasi Ngimbang berumur Eosen yang dijumpai pada sumur-sumur pemboran merupakan sedimen asal laut dangkal, transisi, delta dan danau, dengan TOC sekitar 1,1%, pada kedalaman sekitar 2500 meter untuk menghasilkan hidrokarbon. Jenis kerogen merupakan algal sapropel danau bercampur dengan materi tanaman dataran tinggi sebagai penghasil potensial minyak dan gas.

Adapun migrasi/sejarah pematangannya berlangsung pada Miosen Tengah sampai Akhir saat inversi tektonik pensesaran inversi pada sedimen Paleogen dan Neogen dari batuan induk ke reservoir. Ini disebabkan oleh faktor-faktor *heat flow*, inversi cepat pada zona RMK (Rembang-Madura-Kangean) dan reaktivasi dan subsidens pada cekungan-cekungan di utara zona RMK setelah terjadi *burial*.

Manur and Barraclough (1994), menyimpulkan jenis cebakan pada umumnya cebakan struktur yakni dibatasi oleh blok sesar *tilting*, kompleks terumbu Oligosen sampai Pliosen dan struktur kompresi/inversi Miosen Akhir. Jenis cebakan yang dibatasi oleh blok sesar berkaitan dengan pembentukan *rifting* dan *graben* pada cekungan-cekungan yang terbentuk oleh antiklin dalam Antiklinorium Rembang.

Umumnya pembentukan hidrokarbon dimulai pada awal pensesaran Eosen Tengah – Oligosen yang berasosiasi dengan *heat flow* selama masa inversi. Reaktivasi selama deformasi Miosen Tengah membentuk struktur *flower* dan lipatan hingga deformasi Awal Plistosen (Suparyono and Lennox, 1989).

Batuan reservoir pada mandala ini: Batugamping klastik Formasi Ngimbang, Batugamping Terumbu Formasi Prupuh atau Satuan Kujung, Batupasir kuarsa Formasi Ngrayong, Batugamping Orbitoid sisipan dalam Formasi Ngrayong, dan Batupasir foraminifera Formasi Selorejo. Cebakan berupa jenis struktural (antiklin dan sesar) dan stratigrafi (batugamping terumbu). Batuan penutup, secara regional yakni Formasi Wonocolo dan Formasi Mundu, sedangkan secara intraformasional yakni batulempung dan serpih dari Formasi Ngrayong.

Hasil Dan Pembahasan

Survey Lapangan Kawengan

Survey kondisi lapangan perlu dilakukan untuk menambah hasil analisa, dimana survey dilakukan di Lapangan Kawengan. Lokasi pengamatan (LP) yang diamati berjumlah 22 (duapuluh dua) Lokasi Pengamatan (LP) yang dapat dilihat pada **Gambar 6**.

Survey lokasi dimulai dari sebelah Selatan sayap antiklin Kawengan sampai kearah Tenggara struktur antiklin kawengan. Pengamatan yang dilakukan meliputi kondisi singkapan batuan serta indikasi terdapatnya sesar, yang ditunjukkan pada **Gambar 7**. sampai dengan **Gambar 10**. dan sumur minyak yang aktif diproduksi oleh PT GCI atau dikelola oleh warga yang ditunjukkan pada **Gambar 11**. dan **Gambar 12**.

Rekonstruksi Antiklin Kawengan

Pembentukan struktur Antiklin Kawengan sejak Oligosen-Miosen hingga Plio-Pleistosen secara regional diinterpretasikan dipengaruhi oleh sesar besar yang membentuk Jawa Timur yaitu sesar RMKS (Rembang-Madura-Kangean-Sakala), serta tinggian yang berada disisi sebelah Timur dan Barat pada Cepu, dapat dilihat pada **Gambar 13**. dan perkembangan struktur antiklin kawengan ditunjukkan pada **Gambar 14**. Serta kondisi struktur antiklin kawengan sekarang ditunjukkan pada **Gambar 15**.

Petroleum Sistem Lapangan Kawengan

Sistem Petroleum yang berkembang di Lapangan Kawengan terdiri dari batuan induk, batuan reservoir, perangkap, batuan penutup dan migrasi minyak bumi. Hal tersebut dapat diuraikan sebagai berikut

Batuan induk

Batuan yang dapat menjadi batuan induk di Lapangan Kawengan antara lain Formasi Ngimbang, Formasi Kujung, Formasi Prupuh, Formasi Tuban dan Formasi Tawun. Formasi-formasi tersebut berupa *shale* dan batulempung yang tebal yang mengandung fosil plankton.

Batuan Reservoir

Batuan reservoir yang dijumpai di Lapangan Kawengan sebenarnya terdiri dari Formasi Ngimbang bagian atas, Formasi Kujung Bagian atas, Formasi Prupuh, Formasi Ngrayong, Formasi Wonocolo dan Formasi Mundu. Tetapi kontrak untuk Geo-Cepu Indonesia hanya pada reservoir Formasi Ngrayong yang terdiri dari batupasir kuarsa yang berbutir halus hingga sedang dengan sedikit campuran lempung dan gampingan. Hal tersebut akan mengurangi fungsi besar porositas batupasir kuarsa sebagai reservoir di Lapangan Kawengan.

Perangkap

Perangkap yang dijumpai di Lapangan Kawengan terdiri dari perangkap struktur berupa antiklin (antiklinorium) berarah umum Baratlaut-Tenggara dan perangkap stratigrafi yang berupa *onlapping* serta *cross bedding*.

Pematangan Minyak bumi dan Migrasi

Di Lapangan Kawengan khususnya minyak bumi sudah matang mulai Miosen Awal hingga Miosen Tengah dan mulai bermigrasi pada Miosen Akhir melalui antar perlapisan dan sesar-sesar naik menuju ke perangkap struktur dan stratigrafi.

Batuan Penutup

Batuan penutup di Lapangan Kawengan terdiri dari batulempung *interlayer* pada setiap Formasi. Tetapi penutup utama untuk reservoir Formasi ngrayong adalah napal Formasi Wonocolo, Napal Formasi Ledok dan batulempung Formasi Lidah.

Kesimpulan

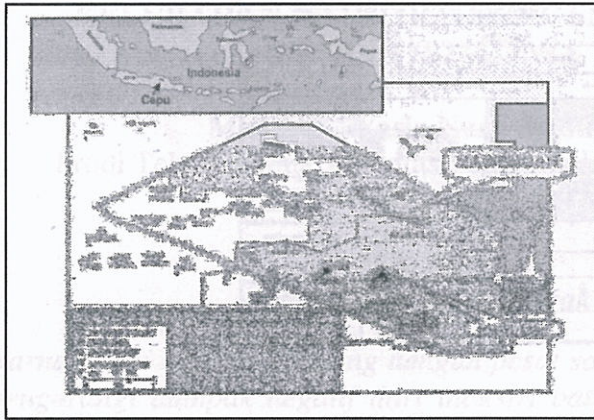
1. Pembentukan struktur antiklin kawengan secara regional diinterpretasikan dipengaruhi oleh sesar besar yang membentuk Jawa Timur yaitu sesar RMKS (Rembang-Madura-Kangean-Sakala), serta tinggian yang berada disisi sebelah Timur dan Barat pada Cepu
2. Pembentukan struktur antiklin kawengan dimulai pada beberapa periode yaitu periode Oligosen – Miosen dimana pengendapan dikontrol oleh struktur dan pengendapan lapisan paling tua dimulai dari Oligosen Awal (Periode *syn-rift*) pengendapan Formasi Ngimbang berupa *brownshale* kemudian ditutupi secara selaras oleh Formasi Kujung pada lingkungan laut

dangkal, Oligosen Akhir (Periode *syn-rift*), Miosen Awal (Periode *syn-rift*), Miosen Tengah (Periode *syn-rift*), Miosen Akhir (Akhir Periode *syn-rift*), Periode Miosen Akhir-Pliosen (Periode Kompresi) dan Pliosen – Pleistosen.

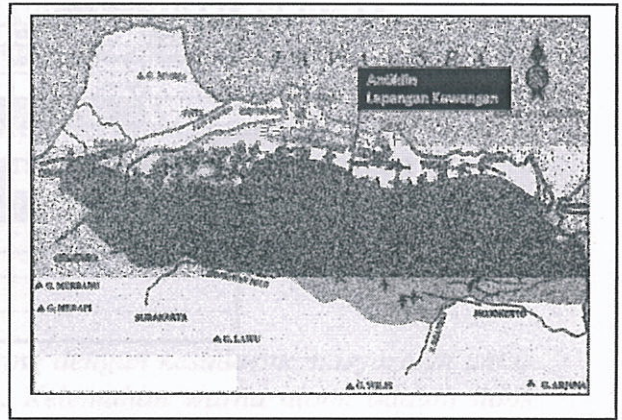
3. Petroleum sistem Lapangan Kawengan, yaitu batuan induk Formasi Ngimbang, Formasi Kujung, Formasi Prupuh, Formasi Tuban dan Formasi Tawun; batuan Reservoir Formasi Ngrayong dan Formasi Wonocolo; perangkap berupa perangkap struktur berupa antiklin (antiklinorium) berarah umum Baratlaut-Tenggara dan perangkap stratigrafi yang *berupa onlapping* serta *cross bedding*; pematangan minyak bumi mulai Miosen Awal hingga Miosen Tengah dan mulai bermigrasi pada Miosen Akhir; batuan penutup di Lapangan Kawengan terdiri dari batulempung *interlayer* pada setiap Formasi, tetapi penutup utama untuk reservoir Formasi ngrayong adalah napal Formasi Wonocolo, Napal Formasi Ledok dan batulempung Formasi Lidah.

Daftar Pustaka

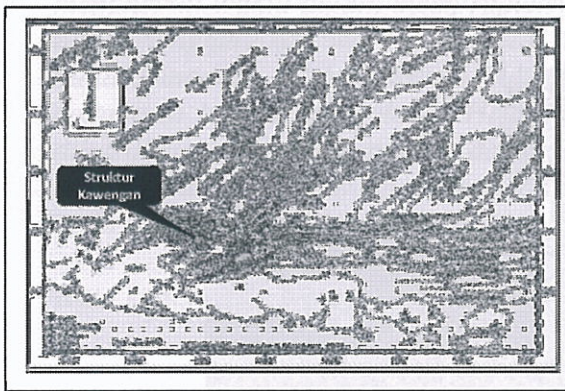
- Brandsen, P.J.E., and S.J. Matthews, 1992. *Structural and Stratigraphic Evolution of East Java Sea, Indonesia*, Proc. Of the Indonesia Petroleum Assoc., 21st Annual Convention, V.1, p. 418-453
- Koesoemo, M.Y., 2003, *A geological trip to Cepu area*, Indonesian Petroleum Association field trip guide book, 53 p.
- Pringgoprawiro, H., 1983, *Biostratigrafi dan paleogeografi Cekungan Jawa Timur Utara: Suatu pendekatan baru*, Disertasi Doktor, ITB Bandung, 239 hal., tidak dipublikasikan.
- Pulunggono, A., dan Martodjojo, S., 1994, *Perubahan tektonik Paleogen-Neogen merupakan peristiwa tektonik terpenting di Jawa*, Proceedings Geologi dan Geotektonik Pulau Jawa sejak akhir Mesozoik hingga Kuarter, Seminar Jurusan T. Geologi Fak. Teknik UGM, 253-274.
- Satyana, A.H., Erwanto, E., dan Prasetyadi, C., 2004, *Rembang-Madura-Kangean-Sakala (RMKS) Fault Zone, East Java Basin :The Origin and Nature of a Geologic Border*, Proceedings Indonesian Association of Geologists, 33rd Annual Convention, Bandung.
- Van Bemmelen, R.W., 1949, *The Geology of Indonesia, Vol. 1 A*, Government Printing Office, Nijhoff, The Hague, 732p



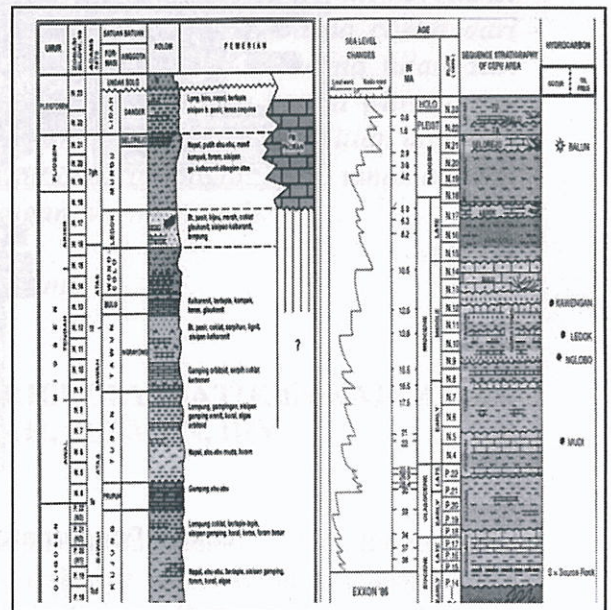
Gambar 1.
Lokasi Penelitian (*PT Pertamina EP*)



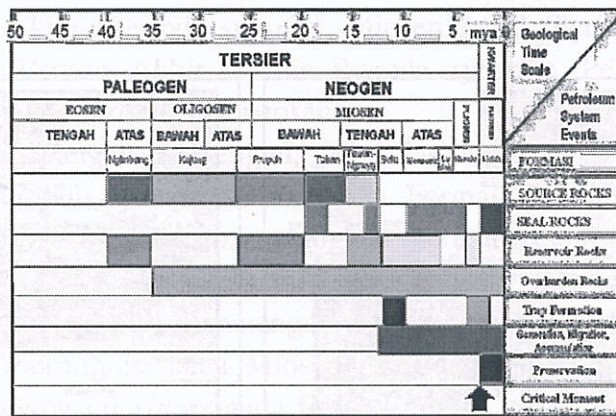
Gambar 2.
Fisiografi Jawa Timur Utara
(*Van Bemmelen, 1949*)



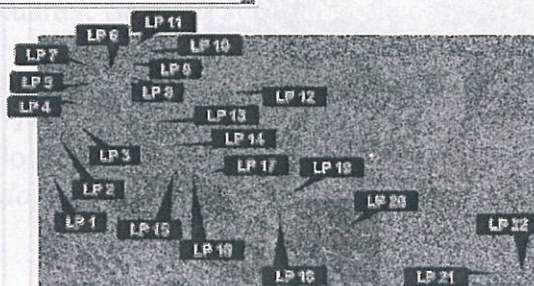
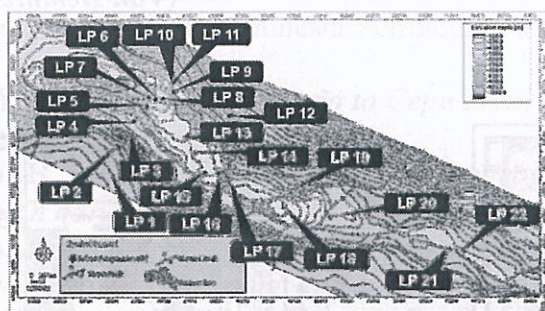
Gambar 3.
Struktur Geologi Regional Jawa Timur
(*Brandsen and Matthews, 1992*)



Gambar 4.
Stratigrafi Regional Mandala Rembang
(*Pringgoprawiro, 1983, kiri & Exxon, 1996 Kanan*)



Gambar 5. Sistem Petroleum Jawa Timur Utara



Gambar 6. Lokasi Pengamatan (LP) di Lapangan Kawengan