

# Studi Potensi Minyak Dangkal dengan Pendekatan Metode Statistik Berdasar Data Geologi Permukaan Di Cekungan Banyumas

## The Study of Shallow Oil Potential Using Statistical Approaching based on Surface Geological Data in Banyumas Basin

Eko Bayu Purwasatriya<sup>#1</sup>, Gentur Waluyo<sup>#1</sup>

bayusatriya@yahoo.com

gentur.geologi@gmail.com

<sup>#1</sup> Prodi Teknik Geologi, Jurusan Teknik, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, Jl. Mayjen Sungkono Km.5, Blater, Purbalingga, 53371

**Abstract**— Cekungan Banyumas merupakan bagian dari Cekungan Busur Muka Jawa bagian Selatan (*South Java Fore Arc Basin*). Secara tektonik, Cekungan Banyumas masuk dalam Area Jawa Tengah Bagian Selatan (*South Central Java Region*) dimana struktur utamanya berarah Barat Laut – Tenggara dan Timur Laut – Barat Daya. Sedangkan secara stratigrafi, urutan-urutan stratigrafi batuan secara regional dari tua ke muda pada Cekungan Banyumas antara lain : Formasi Gabon, Formasi Pemali, Formasi Kalipucang, Formasi Rambatan, Formasi Halang, Formasi Tapak dan Endapan Vulkanik dan Aluvial.

Di daerah Banyumas dan sekitarnya, banyak ditemukan rembesan minyak di permukaan atau sering disebut sebagai *oil seep*. Adanya rembesan minyak merupakan indikasi adanya batuan induk (*source rock*) yang matang dan minyak telah bermigrasi di Cekungan Banyumas. Syarat-syarat keterdapatannya minyak di suatu daerah sering disebut sebagai *Petroleum system*. Syarat-syarat tersebut antara lain : adanya batuan induk (*source rock*) yang matang, batuan reservoir, batuan penutup (*cap rock/seal*), perangkap (*trap*) dan waktu yang tepat migrasi minyak (*proper timing of migration*).

Studi potensi minyak dangkal di Cekungan Banyumas merupakan langkah awal dalam konsep eksplorasi migas berbasis masyarakat. Konsep eksplorasi minyak dangkal ini muncul setelah adanya fakta penemuan minyak dangkal di Desa Tipar, Kecamatan Ajibarang, Kabupaten Banyumas yang secara tidak sengaja ditemukan pada kedalaman sekitar 90 meter dibawah permukaan ketika sedang melakukan pemboran sumur air dalam. Studi potensi minyak dangkal ini dilakukan dengan menggunakan data-data geologi permukaan dan dari data sekunder yang telah ada, seperti peta geologi, citra landsat dan publikasi-publikasi ilmiah yang berkaitan dengan Cekungan Banyumas.

Pendekatan metode statistik dengan menggunakan asumsi-asumsi parameter probabilitas minimal (P10) digunakan untuk menghitung potensi cadangan minyak dangkal yang mungkin ada pada Cekungan Banyumas dan didapatkan hasil berupa potensi minyak dangkal sebesar 2.181.937 barrel minyak.

**Keyword**— Cekungan Banyumas, Potensi Minyak Dangkal Banyumas, Metode Statistik, Data Geologi Permukaan.

**Abstract** – *Banyumas basin is part of South Java Fore Arc Basin. Tectonically, Banyumas basin also included in South Central Java Region, where the main structure are trending Northwest – Southeast and Northeast – Southwest. Stratigraphically, the formation sequence from the oldest to the youngest are : Gabon Formation, Pemali Formation, Kalipucang Formation, Rambatan Formation, Halang Formation, Tapak Formation and Alluvium & Volcanic deposits.*

*Banyumas basin and surrounding area have several oil and gas seep. This seep indicating there are mature source rock that had been migrate to the surface. The factor required for existing of hydrocarbon is called petroleum systems, and the factor are : mature source rock, reservoir rock, cap rock/seal rock, trap and proper timing of migration.*

*The study of shallow oil potential is a preliminary step to find the suitable exploration concept for Banyumas basin. This step is used after the discovery of shallow oil accidentally in about 90 meters depth in Tipar Village, Ajibarang sub-district. This study using the surface geological data and secondary data available and also scientific paper, related to Banyumas basin.*

*Statistical method approaching is using the assumption of minimum probability (P10) to estimate the reserves potential of shallow oil that probably exist in Banyumas basin, and the result is the reserves potential about 2,181,937 barrels oil.*

**Keyword**— *Banyumas basin, Shallow oil potential, statistical method, surface geological data*

### PENDAHULUAN

Rembesan minyak dan gas bumi di Cekungan Banyumas menunjukkan sistem hidrokarbon yang aktif

pada cekungan ini. Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh beberapa penulis tentang *petroleum system* di Cekungan Banyumas, seperti pembentukan morfologi garis pantai di Jawa Tengah

menunjukkan adanya depresi di bandingkan dengan Jawa Barat dan Jawa Timur. Bentuk morfologi yang unik ini disebabkan oleh adanya 2 (dua) patahan besar yang saling berpasangan, yaitu Patahan Muria-Kebumen yang berarah Timur Laut – Barat Daya dan Patahan Pamanukan-Cilacap yang berarah Barat Laut – Tenggara (Satyana, 2007) dalam Gambar 1.

Secara stratigrafi, rembesan minyak dan gas mayoritas berada di Formasi Halang di permukaannya, sehingga kemungkinan potensi batuan induk berada pada formasi yang lebih tua dibanding Formasi Halang. secara stratigrafi, urutan stratigrafi batuan secara regional dari tua ke muda pada Cekungan Banyumas antara lain : Formasi Gabon, Formasi Pemali, Formasi Kalipucang, Formasi Rambatan, Formasi Halang, Formasi Tapak dan Endapan Vulkanik dan Aluvial. Kolom stratigrafi regional daerah Cekungan Banyumas dapat dilihat pada Gambar 2.

Pada penelitian ulang umur Formasi Pemali oleh Lunt et.al., 2008 menyebutkan bahwa Formasi Pemali berumur lebih muda (Miosen akhir – Pliosen) dibandingkan Formasi Halang (Miosen Akhir). Menurut Lunt, penelitian sebelumnya terdapat fosil yang tidak insitu (*reworked*) sehingga menghasilkan umur yang lebih tua dibanding formasi Halang (Gambar 3.).

Studi potensi minyak dangkal di Cekungan Banyumas merupakan langkah awal dalam konsep eksplorasi migas berbasis masyarakat. Studi sebelumnya telah dilakukan untuk mengetahui hubungan stratigrafi dan petroleum sistem Cekungan Banyumas (Purwasatriya, E.B., dkk, 2010). Konsep eksplorasi minyak dangkal ini muncul setelah adanya fakta penemuan minyak dangkal di Desa Tipar, Kecamatan Ajibarang, Kabupaten Banyumas yang secara tidak sengaja ditemukan pada kedalaman sekitar 90 meter dibawah permukaan ketika sedang melakukan pemboran sumur air dalam. Studi potensi minyak dangkal ini dilakukan dengan menggunakan data-data geologi permukaan dan dari data sekunder yang telah ada, seperti peta geologi, citra landsat dan publikasi-publikasi ilmiah yang berkaitan dengan Cekungan Banyumas. Karena terbatasnya data bawah permukaan yang dimiliki penulis, maka pendekatan metode statistik dengan menggunakan asumsi-asumsi parameter probabilitas minimal (P10) digunakan untuk menghitung potensi cadangan minyak dangkal yang mungkin ada pada Cekungan Banyumas.

#### METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan metode survai untuk mengumpulkan data primer di lapangan yang selanjutnya dilakukan analisa terhadap data tersebut. Data primer yang dihasilkan dalam penelitian ini, antara lain:

##### A. Studi pendahuluan peta geologi dan citra landsat

Studi pendahuluan yaitu dengan melakukan plotting lokasi-lokasi tempat rembesan minyak yang diteliti pada peta geologi dan citra landsat untuk mengetahui kondisi geologi disekitar lokasi rembesan minyak tersebut. Studi ini merupakan analisis awal mengenai topografi, struktur geologi, litologi yang terdapat disekitar lokasi rembesan minyak.

##### B. Penelitian lapangan

Dengan melakukan peninjauan di sekitar lokasi rembesan minyak, termasuk melakukan deskripsi batuan, mengukur jurus (*strike*) dan kemiringan (*dip*) batuan, mengukur ketebalan batuan serta mengambil sampel batuan untuk analisis fosil dalam penentuan umur relatif batuan. Selain itu juga dilakukan *cross check* terhadap hasil analisis dari peta geologi dan citra landsat yang telah dilakukan sebelumnya.

##### C. Interpretasi data hasil analisis

Dari data-data hasil analisis peta geologi, penelitian lapangan dan penentuan umur relatif dari fosil, dikombinasikan dengan data-data sekunder dari hasil penelitian-penelitian sebelumnya baik dari pustaka-pustaka maupun publikasi-publikasi ilmiah lainnya, dilakukan interpretasi mengenai bentuk geometri dari tipe perangkap minyak dangkal di Cekungan Banyumas, dan kemudian dilakukan perhitungan potensi minyak dangkal tersebut dengan pendekatan metode statistik dan asumsi-asumsi statistik yang dikombinasi dengan melihat keadaan geologi di lapangan.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

##### A. Petroleum system

Cekungan Banyumas merupakan salah satu cekungan di Jawa Tengah yang mempunyai cukup banyak rembesan minyak (*oil seep*) maupun rembesan gas (*gas seep*). Namun demikian intensitas eksplorasi perminyakan di wilayah ini relatif masih kurang jika dibandingkan dengan daerah Jawa Barat maupun Jawa Timur. Hingga saat inipun, masih belum ditemukan cadangan minyak yang cukup ekonomis untuk ditambang secara besar-besaran. Sumur terakhir yang di bor pada Cekungan Banyumas yaitu sumur Jati-1 pada tahun 2006 dengan menemukan sedikit minyak pada reservoir yang dalam, akan tetapi tidak di produksi karena dianggap tidak ekonomis (Gambar 4.).

Menurut Armandita et.al., 2009, distribusi rembesan minyak di Cekungan Banyumas mengikuti pola Patahan dextral Pamanukan-Cilacap. Patahan ini membentuk Tinggian Majalengka-Banyumas yang berarah Barat Laut-Tenggara dan memisahkan Cekungan Banyumas di sebelah Barat Daya tinggian dan Cekungan Bobotsari di sebelah Timur Laut tinggian (Gambar 5.). Rembesan minyak dan gas bumi

merupakan indikasi positif adanya *Petroleum System* yang aktif di Cekungan Banyumas. Adanya rembesan minyak menunjukkan adanya batuan induk atau *source rock* yang telah matang dan telah bermigrasi menuju permukaan

#### B. Batuan Induk (*Source Rock*)

Batuan Induk untuk Cekungan Banyumas telah diteliti oleh beberapa peneliti sebelumnya. Noeradi et.al., 2006 menganalisis sampel batuan Formasi Halang dan Pemali dari daerah Majenang dan Bumiayu menemukan bahwa sampel mempunyai TOC (*Total Organic Content*) dibawah 0,5% dan HI (*Hydrogen Index*) dibawah 200, sehingga kurang potensial untuk menjadi batuan induk atau *source rock*. Dari data tersebut, diperkirakan bahwa batuan induk kemungkinan berasal dari batuan yang berumur lebih tua yaitu Paleogen.

Analisa hubungan batuan induk dan sampel minyak (*source rock to oil correlation*) pada 4 formasi yaitu Formasi Halang, Formasi Rambatan, Formasi Pemali dan Formasi Karangambung, serta sampel minyak dari sumur Karang Nangka-1, Gunung Wetan-1, rembesan minyak di Kali Panjatan, Lawen dan Karang Kobar. Hasil penelitian menunjukkan Formasi Halang mempunyai karakteristik paling mirip dengan sampel minyak, tetapi dianggap tingkat kematangannya tidak memungkinkan untuk menjadi batuan induk, sehingga disimpulkan bahwa Formasi Wungkal yang punya kemiripan karakteristik dengan Formasi Halang tetapi mempunyai umur lebih tua dianggap dapat menjadi batuan induk di daerah Cekungan Banyumas (Subroto et.al., 2007).

Pada penelitian terakhir dengan mengambil sampel minyak dari sumur Jati-1 oleh Subroto et.al., 2008 menunjukkan bahwa minyak pada sumur Jati-1 berkorelasi dengan batuan induk pada Formasi Karang Sambung yang berumur Eosen dengan lingkungan pengendapan berupa laut dangkal.

Dari penelitian tentang korelasi batuan induk dengan sampel minyak, cenderung menyimpulkan bahwa batuan induk berasal dari batuan yang berumur Paleogen, namun demikian tidak menutup kemungkinan bahwa batuan induk juga dapat berasal dari batuan yang berumur Neogen mengingat lokasi Cekungan ini pada daerah *intra arc basin*, sehingga kemungkinan beda gradien geothermal di wilayah ini bisa lebih tinggi dan mencapai oil window

#### C. Reservoir

Reservoir berupa Batupasir diperkirakan berasal dari Formasi pre-Halang atau Rambatan, Formasi Halang dan Formasi Pemali dengan ketebalan antara 400 – 800 meter (Noeradi et.al., 2006). Selain itu reservoir juga dapat berasal dari Batugamping dari

Formasi Kali Pucang ataupun Anggota Formasi Halang dan Formasi Tapak. Kualitas dari reservoir yang terdiri atas material vulkanik seperti pada Formasi Halang dapat berkurang, karena dalam proses diagenesanya, material vulkanik dapat berubah menjadi mineral lempung yang akan mengurangi baik porositas maupun permeabilitas dari reservoir. Namun demikian, porositas sekunder berupa rekahan (*fracture*) baik pada Batupasir maupun Batugamping dapat menambah nilai porositas dan permeabilitas batuan reservoir.

#### D. Batuan Penutup (*Seal*)

Batuan penutup pada umumnya berupa *intraformational seals*, dimana terdapat interkalasi atau sisipan-sisipan batulempung ataupun napal yang berbutir sangat halus sehingga berfungsi sebagai lapisan penutup pada reservoir

#### E. Perangkap minyak (*Trap*)

Perangkap pada Cekungan Banyumas dapat berupa perangkap struktur maupun perangkap stratigrafi. Perangkap pada Formasi Pre-Halang, Halang dan Pemali diperkirakan berupa *inverted horst block*, antiklin akibat sesar naik (*thrust fault dependent anticline*) dan antiklin-antiklin yang berbentuk memanjang dan tidak tergantung oleh patahan. Perangkap yang berupa diapir juga memungkinkan terjadi di Cekungan Banyumas (Armandita et.al., 2009)

#### F. Hydrocarbon Play

Play hidrokarbon pada Cekungan Banyumas dapat berupa Batupasir Paleogen maupun Neogen ataupun Batugamping Neogen dengan perangkap struktur antiklin ataupun sesar naik. Sampai saat ini, play hidrokarbon di Cekungan Banyumas masih menjadi objek penelitian para ahli geologi, karena dari beberapa kali pemboran di wilayah ini, belum menghasilkan hidrokarbon yang dapat diproduksi secara ekonomis. Diperlukan penelitian dan eksplorasi lebih lanjut mengenai play hidrokarbon di Cekungan Banyumas sehingga diharapkan dapat ditemukan cadangan minyak atau gas bumi yang cukup besar untuk dieksplorasi

#### G. Perhitungan Potensi Minyak dengan Metode Statistik

Perhitungan potensi minyak dangkal diawali dengan melakukan delineasi perangkap antiklin dari data-data sekunder dan *checking* data lapangan pada gabungan 4 peta geologi lembar Banyumas (Asikin, S.,dkk, 1992), peta geologi lembar Purwokerto-Tegal (Djuri, M.,dkk, 1996), peta geologi lembar Majenang (Kastowo, 1975) dan peta geologi lembar pangandaran (Simandjuntak, T.O., dkk. 1992) (Gambar 6.). Dari hasil delineasi

tersebut didapatkan 3 buah *closure* atau tutupan antiklin yang diperkirakan sebagai tipe perangkap minyaknya. *Closure* tersebut diberi nama *closure* A, B dan C dengan luasan *closure* A adalah 15.000 acres, *closure* B sekitar 30.000 acres dan *closure* C sekitar 30.000 acres, sehingga total luasan *closure* adalah 75.000 acres.

Perhitungan potensi minyak dangkal dilakukan dengan menggunakan rumus volumetrik sebagai berikut :

$$N = \frac{7758 \times A \times h \times \phi \times (1 - S_w)}{Boi} \quad (1)$$

Dimana :

N = *Original Oil In Place* (OOIP)

7758 = konstanta untuk menghitung cadangan minyak

A = luasan *closure*

h = tebal reservoir

$\Phi$  = porositas reservoir

Sw = Saturasi Air pada reservoir

Boi = Faktor Volume Formasi (1,2 untuk *low shrinkage oil*)

Parameter pada rumus tersebut kemudian diasumsikan dengan asumsi pesimistis atau probabilitas minimum pada metode statistik sebagai berikut :

Luas *closure* (A) = 10% x 75.000 = 7.500 acres

Tebal reservoir (h) = 30 ft

Porositas ( $\Phi$ ) = 0,1

Sw = 0,9 berarti So = 1 - 0,9 = 0,1

Boi = 1,2 (*low shrinkage oil*)

Hasil perhitungan dengan parameter-parameter tersebut menghasilkan nilai N = 14.546.250 barrel minyak. Jika dengan *recovery factor* minimal adalah 0,15, maka potensi cadangan minyak terambil adalah : 2.181.937 barrel minyak.

#### KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari hasil dan pembahasan adalah sebagai berikut :

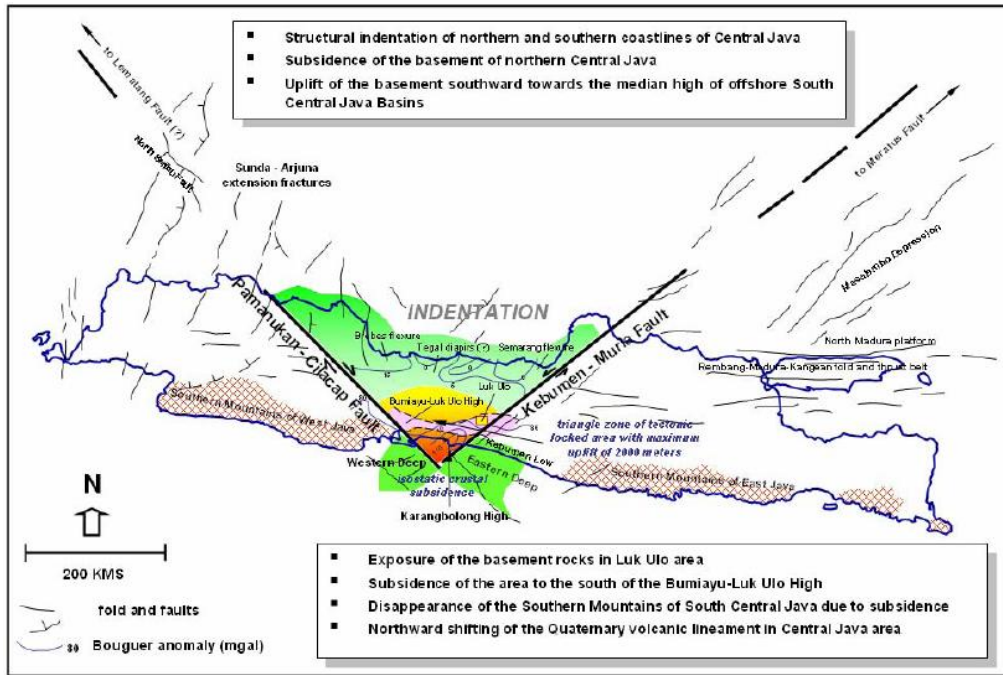
1. Penemuan minyak dangkal di Desa Tipar, Kecamatan Ajibarang pada kedalaman 90 meter

menimbulkan ide berupa konsep eksplorasi minyak dangkal pada Cekungan Banyumas

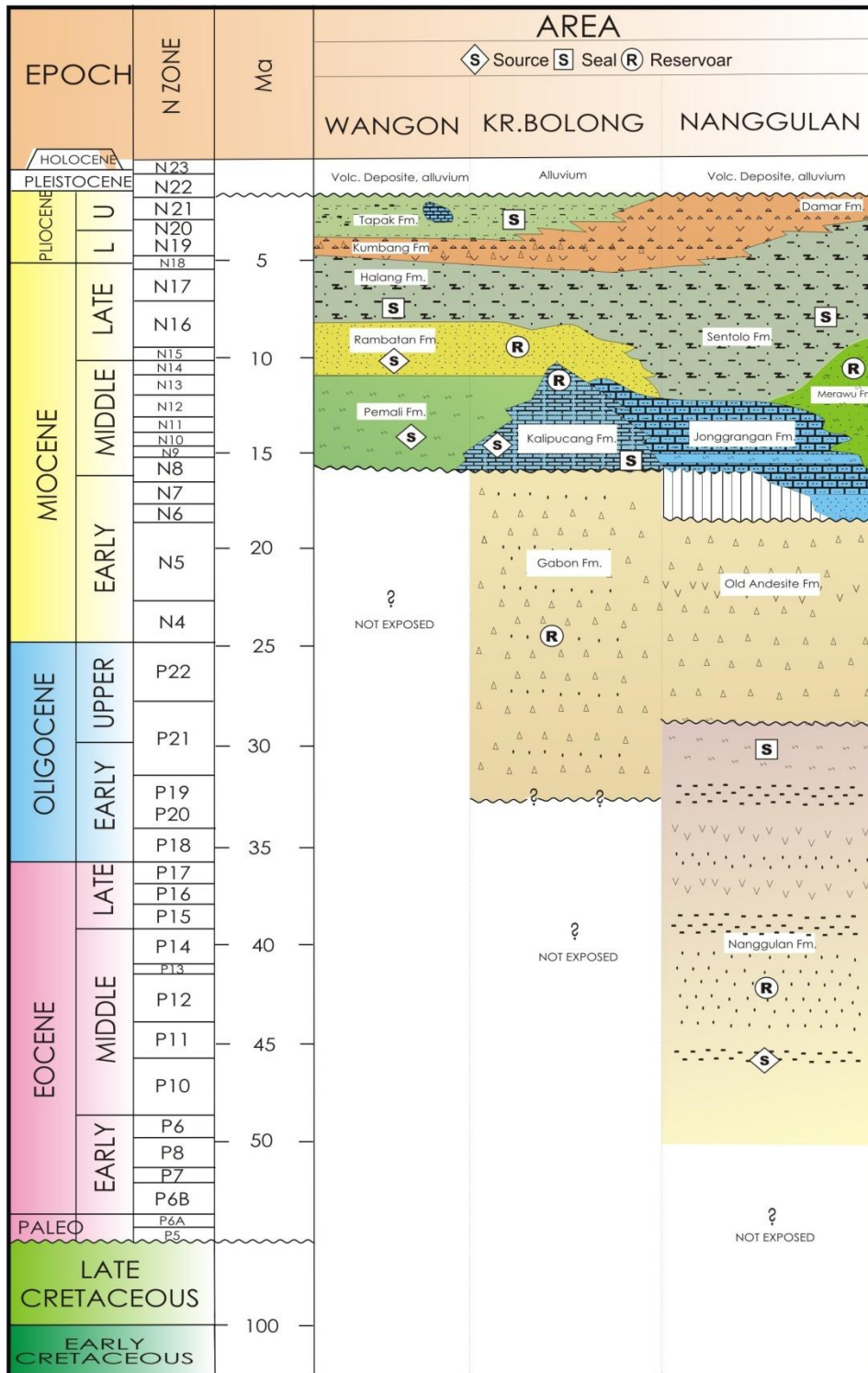
2. Perhitungan potensi minyak dangkal dengan pendekatan metode statistik menghasilkan nilai N = 14.546.250 barrel minyak pada reservoir.
3. Dengan *recovery factor* 0,15 maka perkiraan minyak terambil menjadi 2.181.937 barrel minyak

#### DAFTAR PUSTAKA

- Armandita, C., Mukti, M.M., Satyana, A.H., 2009, *Intra-arc Trans-Tension Duplex of Majalengka to Banyumas Area : Prolific Petroleum Seeps and Opportunities in West-Central Java Border* : Proceedings Indonesian Petroleum Association 33<sup>rd</sup> Annual Convention & Exhibition, May 2009.
- Asikin, S., Handoyo, A., Prastistho, B., Gafoer, S., 1992, *Peta Geologi Lembar Banyumas, Jawa*, Skala 1:100.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Djuri, M., Samodra, H., Amin, T.C., Gafoer, S., 1996, *Peta Geologi Lembar Purwokerto & Tegal, Jawa*, Skala 1:100.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Kastowo, 1975, *Peta Geologi Lembar Majenang, Jawa*, Skala 1:100.000, Direktorat Geologi, Bandung.
- Lunt, P., Burgon, G., dan Baky, A.A., 2008, The Pemali Formation of Central Java and equivalents : indicators of sedimentation on an active plate margin, *Journal of Asian Earth Sciences*.
- Lemigas, 2005, Summary On Petroleum Geology of Indonesia's Sedimentary Basins, Prepared for Patra Nusa Data, Jakarta
- Noeradi, D., Subroto E.A., Wahono H.E., Hermanto E., dan Zaim Y., 2006, Basin Evolution and Hydrocarbon Potential of Majalengka-Bumiayu Transpression Basin, Java Island, Indonesia : AAPG 2006 International Conference and Exhibition, Perth, Australia
- Purwasatriya, E.B., Waluyo, G., 2010, Studi stratigrafi daerah rembesan minyak serta hubungannya dengan *Petroleum system* di Cekungan Banyumas, Proceeding, the 39th IAGI Annual Convention, Lombok, 2010.
- Satyana, A.H., 2007, *Central Java, Indonesia – a "terra incognita" in petroleum exploration : new considerations on the tectonic evolution and petroleum implications* : Proceedings Indonesian Petroleum Association, 31<sup>st</sup> annual convention, Jakarta 14-16 May 2007, p.105-126.
- Simandjuntak, T.O., Suro, 1992, *Peta Geologi Lembar Pangandaran, Jawa*, Skala 1:100.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Subroto, E., Noeradi, D., Priyono, A., Wahono, A.E., Hermanto, E., Praptisih, Santoso, K., 2007, The Paleogene Basin Within The Kendeng Zone, Central Java Island, and Implication to Hydrocarbon Prospectivity : Proceedings Indonesian Petroleum Association, 31<sup>st</sup> annual convention & exhibition, May 2007.
- Subroto, E., Ibrahim, A.M.T., Hermanto, E., dan Noeradi, D., 2008, Contribution of Paleogene and Neogene sediments to the Petroleum System in the Banyumas Sub-Basin, Southern Central Java : AAPG International Conference and Exhibition, Capetown

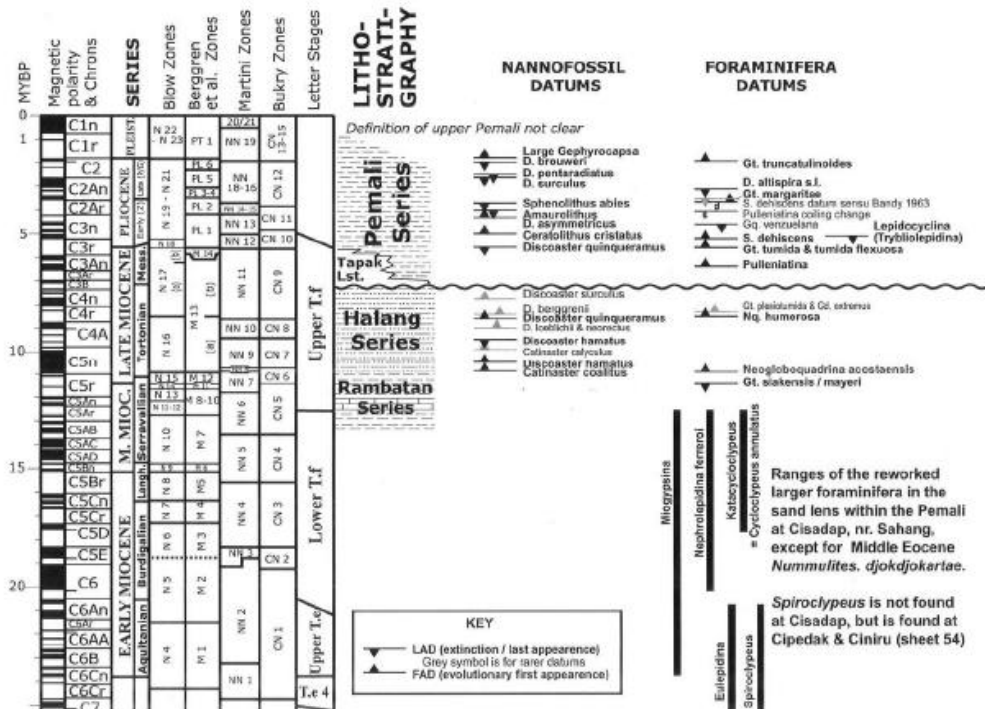


Gambar 1. Dua buah patahan geser berpasangan, Patahan Kebumen-Muria dan Patahan Pamanukan Cilacap yang menyebabkan kenampakan morfologi depresi pada garis pantai Jawa Tengah. (Satyana, 2007)



Gambar 2. Kolom Stratigrafi Regional Jawa Tengah Bagian Selatan : Wangon, Karang Bolong dan Nanggulan (Lemigas, 2005)

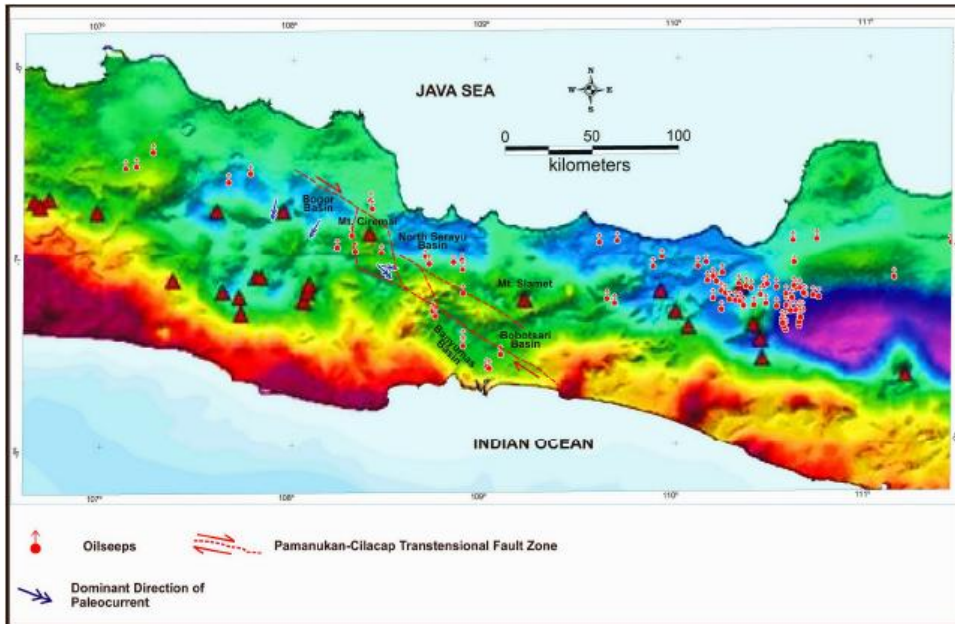




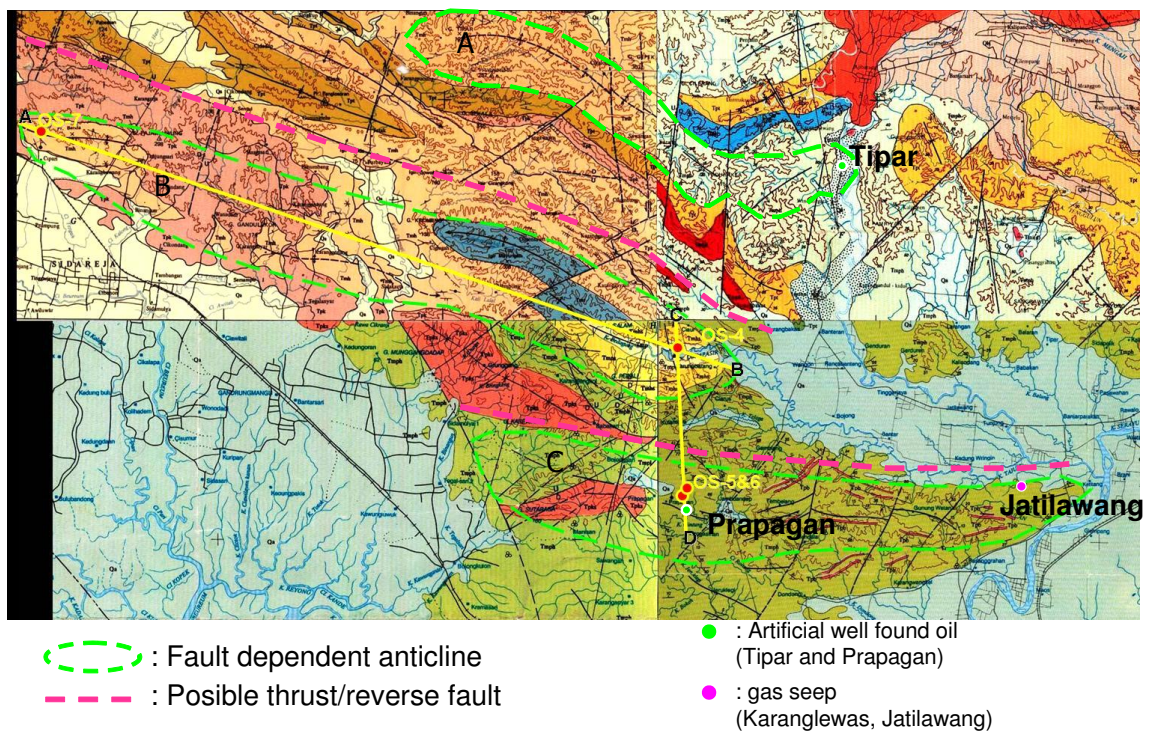
Gambar 3. Kolom Stratigrafi menurut Lunt et al., 2008 yang menunjukkan bahwa Formasi Pemali lebih muda dibandingkan dengan Formasi Halang



Gambar 4. Foto lokasi sumur Jati-1 di daerah Cipari, Cilacap.



Gambar 5. Peta gravitasi regional yang menunjukkan zona patahan Pamanukan-Cilacap yang membentuk tinggian Majalengka-Banyumas dan memisahkan Cekungan Banyumas dan Cekungan Bobotsari (Armandita et al., 2009).



Gambar 6. Tiga (3) buah closure yang berpotensi mengandung minyak dangkal yaitu closure A, B dan C