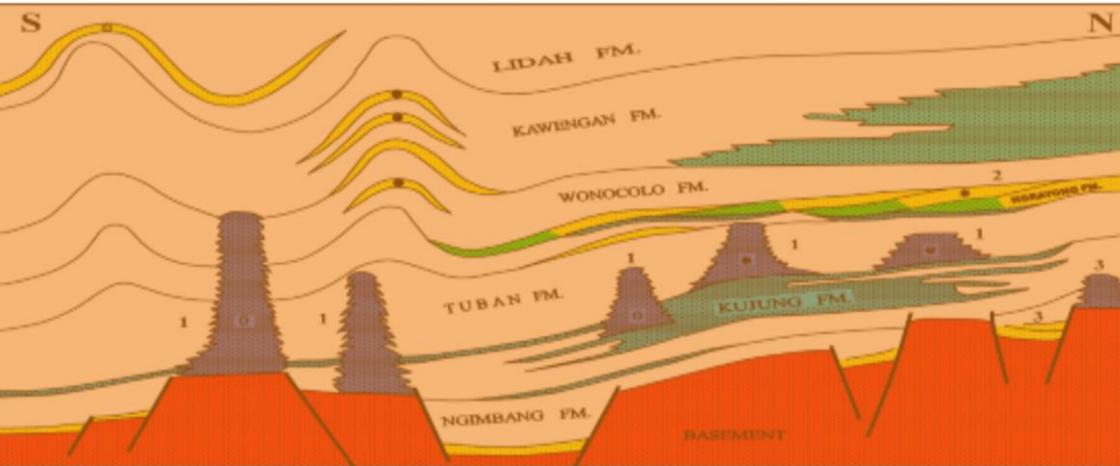


PEMETAAN SINGKAPAN DI INDONESIA BERDASARKAN PADA KARAKTERISTIK RESERVOAR MIGAS STUDI KASUS “CEKUNGAN JAWA TIMUR UTARA”



Penulis:

Ir. Bambang Bintarto, M.T.

Dr. Boni Swadesi, S.T., M.T.

Ir. Siti Umiyatun Choiriah, M.T.

Edgie Yuda Kaesti, S.T., M.T.



Fakultas Teknologi Mineral
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”
Yogyakarta
2020

**PEMETAAN SINGKAPAN DI INDONESIA
BERDASARKAN PADA KARAKTERISTIK
RESERVOAR MIGAS STUDI KASUS
“CEKUNGAN JAWA TIMUR UTARA”**

Penulis:

Ir. Bambang Bintarto, M.T.

Dr. Boni Swadesi, S.T., M.T.

Ir. Siti Umiyatun Choiriah, M.T.

Edgie Yuda Kaesti, S.T., M.T.



Fakultas Teknologi Mineral
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”
Yogyakarta
2020

BUKU REFERENSI

**PEMETAAN SINGKAPAN DI INDONESIA
BERDASARKAN PADA KARAKTERISTIK
RESERVOAR MIGAS STUDI KASUS
“CEKUNGAN JAWA TIMUR UTARA”**

**PEMETAAN SINGKAPAN DI INDONESIA
BERDASARKAN PADA KARAKTERISTIK
RESERVOAR MIGAS STUDI KASUS
“CEKUNGAN JAWA TIMUR UTARA”**

Tim Penulis :

Ir. Bambang Bintarto, M.T.

Dr. Boni Swadesi, S.T., M.T.

Ir. Siti Umiyatun Choiriah, M.T.

Edgie Yuda Kaesti, S.T., M.T.

ISBN : 978-623-6797-60-0

Editor :

Ir. Bambang Bintarto, M.T.

Dr. Boni Swadesi, S.T., M.T.

Ir. Siti Umiyatun Choiriah, M.T.

Edgie Yuda Kaesti, S.T., M.T.

Penyunting :

Ir. Bambang Bintarto, M.T.

Desain Sampul dan Tata Letak :

Ir. Siti Umiyatun Choiriah, M.T.

Edgie Yuda Kaesti, S.T., M.T.

Penerbit :

Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan
Nasional “Veteran” Yogyakarta

Redaksi :

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

Jl. Pajajaran 104 (Lingkar Utara) Condongcatur,

Yogyakarta 555283

Gedung Arie F. Lasut Lantai 1

Telp : 0274 487814

Email : ftm@upnyk.ac.id

Cetakan Pertama September 2020

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit.

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat-Nya kepada kami untuk menyelesaikan buku ini. Tak lupa kami sampaikan terima kasih kepada :

1. Dr. M. Irhas Effendi selaku Rektor UPN “Veteran” Yogyakarta.
2. Dr. Hendro Widjanarko selaku ketua LPPM UPN “Veteran” Yogyakarta.
3. Kementrian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi.
4. Para dosen dan mahasiswa yang telah mendukung pembuatan buku ini.

Buku ini merupakan buku referensi yang berjudul **“Pemetaan Singkapan di Indonesia Berdasarkan pada Karakteristik Reservoir Migas Studi Kasus Cekungan Jawa Timur Utara”**. Buku ini merupakan hasil penelitian dasar pada tahun 2020 dan didukung oleh LPPM UPN “Veteran” Yogyakarta. Buku ini mencakup informasi mulai dari cekungan di Indonesia sampai karakteristik reservoir di cekungan jawa timur utara.

Buku ini diharapkan dapat bermanfaat dalam pengembangan ilmu pengetahuan khususnya di bidang riset dan teknologi di industri Migas Indonesia. Tim penulis

menyadari masih adanya kekurangan dalam penyajian buku ini dan buku ini masih dapat dikembangkan seiring perjalanan penelitian. Akhir kata, kami sampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah mendukung penelitian dan pembuatan buku ini.

Yogyakarta, 24 September 2020

Tim Penulis

DAFTAR ISI

PRAKATA	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iii
BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II GEOLOGI REGIONAL	5
2.1. Fisiografi Regional	5
2.2. Stratigrafi Regional.....	12
2.3. Struktur Geologi Regional.....	26
BAB III SISTEM PETROLEUM	32
3.1. Unsur-unsur Sistem Petroleum	32
3.2. Proses-proses Sistem Petroleum.....	36
3.3. Peran Hidrokarbon.....	37
BAB IV KARAKTERISTIK RESERVOIR	39
4.1. Reservoir Batugamping	39
4.2. Reservoir Batupasir	40
PENUTUP	42
DAFTAR PUSTAKA	43
BIOGRAFI PENULIS	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	10
Gambar 2	25
Gambar 3	31

BAB I

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara kaya akan sumber daya alam, seperti cadangan sumber daya energi minyak dan gas yang melimpah. Cadangan tersebut dihasilkan dari cekungan-cekungan berumur Tersier yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia yang sampai saat ini berjumlah 128 cekungan sedimen di Indonesia dan baru 18 cekungan yang berstatus produksi. Lebih dari 25% telah menghasilkan minyak dan gas bumi. Minyak dan gas bumi disebut juga hidrokarbon karena dominasi unsur hidrogen dan karbon yang membentuknya. Keterdapatannya migas dibawah permukaan bumi tidak terjadi secara acak, melainkan mengikuti prinsip geologi yang disebut system hidrokarbon atau *petroleum system*. Hukum ini menyatakan bahwa minyak dan gas bumi terjadi dan terakumulasi disuatu tempat (cekungan) dibawah permukaan.

Seluruh aktivitas migas baik eksplorasi maupun produksi terjadi di dalam cekungan sedimen. Cekungan sedimen yang terbukti menghasilkan migas dapat kita sebut sebagai cekungan minyak. Cekungan sedimen terdapat baik di darat maupun di bawah laut, di dataran rendah, dataran tinggi,

pegunungan, di laut dangkal sampai laut dalam, di wilayah tropika sampai di wilayah kutub.

Indonesia berada di wilayah pertemuan tiga lempeng. Akibat pertemuan lempeng tersebut terbentuk jalur-jalur pegunungan di hampir semua pulau-pulau. Di sebelah belakang atau depan jalur pegunungan ini terbentuk cekungan tempat sedimen terendapkan. Minyak dan gas bumi terbentuk dalam cekungan sedimen. Cekungan atau *basin* dalam istilah geologi merupakan suatu bentuk alam yang terbentuk cekung atau melengkung ke bawah dari daerah di sekelilingnya. Sedangkan cekungan sedimen adalah suatu daerah rendahan, yang terbentuk oleh proses tektonik dimana sedimen terendapkan. Dengan demikian cekungan sedimen merupakan depresi sehingga sedimen terjebak didalamnya. Depresi terbentuk oleh suatu proses subsidence dari permukaan bagian atas suatu kerak. Berbagai penyebab yang menghasilkan subsidence antara lain penipisan kerak, penebalan mantel litosfer, pembenanan subkerak, aliran atmosfer dan penambahan berat kerak.

Dibeberapa tempat, kerak bumi pun ada yang mengalami penarikan atau peregangan. Peregangan ini telah membentuk cekungan-cekungan yang berkaitan dengan regangan kerak bumi, seperti cekungan yang terbentuk di laut natuna, laut jawa, selat Makassar, dan laut banda.

Sebaran cekungan-cekungan sedimen di kerak Bumi juga tidak acak, tetapi mengikuti hukum-hukum geologi yang terjadi di suatu wilayah yang disebut tektonik. Para ahli geologi migas ketika mempelajari suatu cekungan, mereka akan menganalisisnya (basin analysis), mempelajari sejarah pembentukannya, tipe tektoniknya, susunan lapisan-lapisan batuan di dalamnya (stratigrafi), konfigurasi susunan lapisan batuan (deformasi), atau sejarah panas/termal yang dialaminya. Kemudian mereka mengkaji kelima aspek sistem hidrokarbon di cekungan itu untuk menguji kemungkinannya cekungan tersebut di masa lalu membentuk dan memerangkap hidrokarbon.

Berdasarkan kerangka geologi dan tektonik, maka cekungan-cekungan sedimen Indonesia ditemukan di sepanjang daratan dan perairan sekitar Sumatra, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua. Cekungan-cekungan sedimen pun terbentuk di laut Natuna, laut Jawa, Selat Makassar, laut di sebelah utara dan selatan Nusa Tenggara, laut Maluku, laut Arafura, dan laut sebelah utara Papua.

Sedangkan, singkapan atau outcrop merupakan bagian bukaan batuan yang terlihat di permukaan. Singkapan tidak menutupi sebagian besar permukaan tanah di Bumi karena di sebagian besar tempat batuan dasar atau deposit superfisial tertutup oleh mantel dari tanah dan vegetasi sehingga tidak

dapat dilihat atau diteliti dengan seksama. Namun, di tempat-tempat dimana tanah yang menutupi terhapus oleh erosi atau proses pengangkatan tektonik, bebatuan akan terbuka, atau tersingkap. Paparan tersebut sering kali terjadi di daerah dimana laju erosi lebih cepat dan melebihi laju pelapukan seperti pada lereng bukit yang curam, punggung dan puncak gunung, sungai dan daerah yang aktif secara tektonik.

Singkapan memungkinkan peneliti untuk mengamati langsung dan mengambil contoh in situ untuk analisis geologi dan pembuatan peta geologi. Pengukuran in situ merupakan hal yang kritis untuk ketepatan analisis sejarah geologi, dan singkapan kemudian menjadi sangat penting untuk memahami skala waktu geologi dari sejarah bumi. Beberapa tipe informasi yang tidak dapat diketahui tanpa singkapan atau pengeboran presisi dan operasi coring, diantaranya fitur orientasi geologi struktur (contohnya latar dasar, sumbu lipatan, foliasi), fitur orientasi deposit (contohnya arah aliran purba, perubahan fasies), dan orientasi paleomagnetik. Singkapan juga sangat penting dalam memahami kumpulan fosil, lingkungan purba dan evolusi karena mereka menyediakan rekaman perubahan strata geologis.

BAB II

GEOLOGI REGIONAL

2.1. Fisiografi Refional

Cekungan Jawa Timur Utara adalah salah satu dari cekungan-cekungan lepas pantai di Indonesia. Cekungan ini terdapat di ujung Tenggara Paparan Sunda yang stabil yang secara geografi, terletak pada koordinat $110^0 - 118^0$ BT dan $4^0 - 8^0$ LS dan meliputi daerah sekitar 190.300 km^2 .

Cekungan ini sebelah Baratnya dibatasi oleh Busur Karimunjawa yang memisahkannya dengan Cekungan Jawa Barat Utara, di sebelah Selatannya dibatasi oleh busur vulkanik, sebelah Timurnya dibatasi oleh Cekungan Lombok dan sebelah Utara dibatasi oleh Tinggian *Paternoster*, memisahkannya dengan Selat Makasar. Sedangkan, berdasarkan posisinya, Cekungan Jawa Timur Utara dapat dikelompokkan sebagai cekungan belakang busur dan berada pada batas Tenggara dari Lempeng Eurasia.

Menurut Hall, 2012, evolusi tektonik Jawa Timur diawali pada umur Jura Awal. Pada saat itu Jawa Timur masih merupakan bagian dari Gondwana yaitu blok Argo yang mulai mengalami *rifting* karena inisiasi

blok Banda yang memisahkan diri dari Sula Spur. Blok Argo *drifting* kearah Utara dan menjadi daerah *passive margin* selama *drifting* tersebut, hingga pada Kapur Awal, Hall (2012) menyatakan blok Argo menjadi mikrokontinen *East Java West Borneo* (EJWS) dan blok Banda menjadi mikrokontinen *South West Borneo* (SWB) yang keduanya masuk kedalam sistem subduksi Busur Woyla. Pada umur Kapur Awal, SWB telah menjadi bagian dari *Sundaland* dan membentuk jalur subduksi yang menerus dari Jawa Barat (Ciletuh-Luk Ulo) hingga SE Kalimantan (Meratus). Pada Kapur Tengah, seri ofiolit dan metamorf di Meratus tersingkap ke permukaan karena adanya kolisi antara mikrokontinen WS (*West Sulawesi*) dengan Meratus, lalu dilanjutkan dengan kolisi antara mikrokontinen EJ (*East Java*) dan Luk Ulo yang menyebabkan kompleks ofiolit dan metamorfik di Luk Ulo tersingkap pada umur Kapur Akhir.

Kolisi antara mikrokontinen EJWS dengan *Sundaland* terjadi pada Kapur Awal membentuk struktur regional berupa *thrust fold belt* dengan arah NE-SW. Kemudian pergerakan dilanjutkan dengan arah utara India menyebabkan batas transform dengan pergerakan ekstensi antara benua India dan Australia

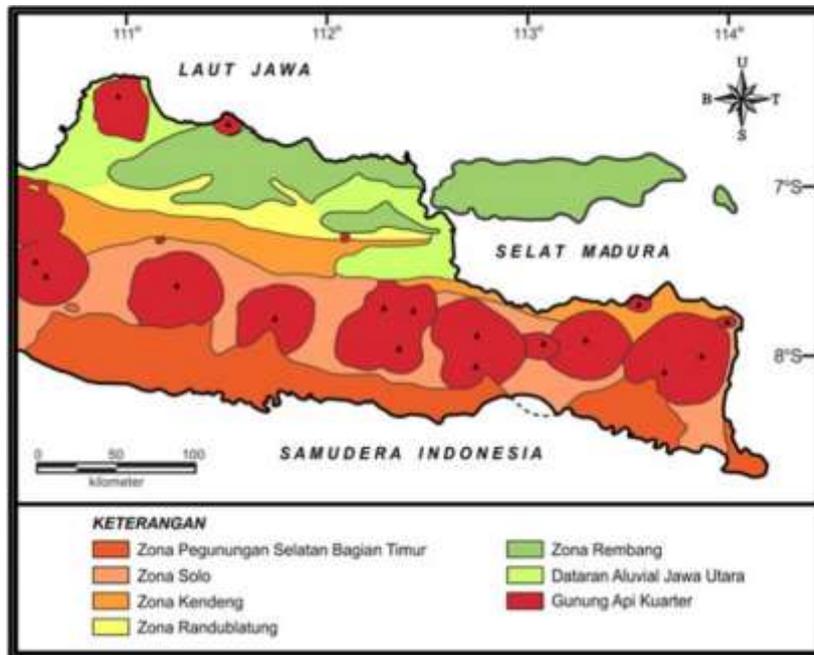
yang memanjang dari busur Woyla. Pada umur Paleosen – Eosen Awal, batas transform berubah secara intensif menjadi kovergen berarah Utara yang mengartikan bahwa adanya subduksi antara lempeng India dan Australia di bagian Sumatera Utara (Hall, 2012). Akibat pergerakan India tersebut, terbentuk zona *strike slip* menganan yang menyebabkan Jawa Timur mengalami pergerakan tektonik ekstensional membentuk cekungan graben-half graben dan memicu terbentuknya sesar besar Sumatera.

Pada Eosen Tengah – Miosen Awal, jalur subduksi sudah hampir seperti keadaan resen (Hall, 2012) dan lempeng Filipina mengalami *rifting* yang menyebabkan inversi sesar regional Jawa Timur (Sribudiyani, dkk, 2003). Pada Miosen Awal mikrokontinen Sula Spur mengalami kolisi dengan Sulawesi membentuk lengan Sulawesi bagian Timur. Akibat kolisi tersebut, Sribudiyani dkk (2003) menyebutkan bahwa periode ini beberapa tempat di Jawa Timur mengalami pengangkatan dan mengalami proses diagenesa.

Berdasarkan kesamaan morfologi dan tektonik, Van Bemmelen (1949) membagi daerah Jawa Timur dan Madura menjadi tujuh zona, antara lain:

1. Gunungapi Kuarter, Zona ini menempati bagian tengah di sepanjang Zona Solo, kecuali G.Muria yang menempati Dataran Aluvial Jawa Utara.
2. Dataran Aluvium Jawa Utara, Zona ini menempati dua bagian, bagian timur mulai dari Surabaya ke arah barat laut dan bagian barat mulai dari Semarang ke timur sampai ke Laut Jawa.
3. Zona Rembang, Zona ini merupakan antiklinorium yang memanjang dengan arah barat-timur, mulai dari sebelah timur Semarang sampai Rembang pada bagian utara.
4. Zona Randublatung, Zona ini merupakan sinklinorium yang memanjang mulai dari Semarang di sebelah barat sampai Wonokromo di sebelah timur dan berbatasan dengan zona Kendeng dibagian selatan, serta Zona Rembang pada bagian utara.
5. Zona Kendeng Zona ini merupakan antiklinorium yang memanjang mulai dari Semarang dan kemudian menyempit ke arah timur sampai ujung Jawa Timur di bagian utara, dan pada umumnya dibentuk oleh endapan vulkanik, batupasir, batulempung, dan napal.

5. Zona Solo Zona ini dapat dibagi menjadi tiga sub-zona, yaitu Sub-zona Blitar, Sub-zona Solo bagian tengah, dan Sub-zona Ngawi pada bagian utara.
6. Zona Pegunungan Selatan Bagian Timur Zona ini memanjang sepanjang pantai selatan Jawa Timur dan Wonosari dekat Yogyakarta sampai ujung paling timur Pulau Jawa. Daerah ini mempunyai topografi yang dibentuk oleh batugamping dan vulkanik dan sering dijumpai gejala karst.



Gambar 1 Peta Fisiografi Jawa Timur (Modifikasi dari Van Bemmelen, 1949)

Secara ringkasnya, pada Cekungan Jawa Timur mengalami dua periode waktu yang menyebabkan arah relatif jalur magmatik atau pola tektoniknya, yaitu:

1. Pada Zaman Paleogen (Eosen-Oligosen), yang berorientasi Timur Laut – Barat Daya (searah dengan Pola Meratus). Pola ini menyebabkan Cekungan Jawa Timur Utara (cekungan belakang busur) mengalami rejim tektonik regangan, diindikasikan oleh litologi batuan dasar berumur Pra-Tersier yang menunjukkan pola akresi berarah Timur Laut – Barat Daya berupa orientasi sesar-sesar di batuan dasar, *horst* atau sesar-sesar anjak, dan *graben* atau sesar tangga.
2. Pada Zaman Neogen (Miosen-Pliosen) berubah menjadi relatif Barat – Timur (searah dengan memanjangnya Pulau Jawa), yang merupakan rejim tektonik kompresi, sehingga menghasilkan struktur geologi lipatan, sesar-sesar anjak, dan menyebabkan cekungan Jawa Timur Utara terangkat.

Pada masa sekarang (Neogen-Resen), pola tektonik yang berkembang di Pulau Jawa dan sekitarnya, khususnya Cekungan Jawa Timur Utara

merupakan zona penunjaman (*convergent zone*), antara lempeng Eurasia dengan lempeng Hindia – Australia.

Keadaan struktur perlipatan pada Cekungan Jawa Timur Utara pada umumnya berarah Barat – Timur, sedangkan struktur patahannya umumnya berarah Timur Laut – Barat Daya, dan ada beberapa sesar naik berarah Barat – Timur.

2.2. Stratigrafi Regional

Sejarah tektonik pada cekungan ini telah mempengaruhi rekam sedimentasi menjadi dua tingkat. Pertama, *depocenter* local yang dipengaruhi patahan seperti graben yang menghasilkan variasi fasies yang sangat besar. Kedua, pada tingkatan regional, sejumlah perubahan-perubahan dalam evolusi tektonik di Asia Tenggara hadir sebagai gaya pengontrol siklus-siklus sikuen besar dari sedimentasi di *Sundaland*.

Menurut Pringgopawiro (1983), stratigrafi Cekungan Jawa Timur Utara berdasarkan data bawah permukaan dari eksplorasi hidrokarbon di kawasan tersebut, satuan stratigrafi yang tertua di atas batuan dasar adalah Formasi Ngimbang, namun formasi ini tidak tersingkap di permukaan. Berikut penjabaran tiap formasi menurut Pringgopawiro (1983):

1. Batuan dasar

Batuan dasar di Cekungan Jawa Timur tersusun atas serangkaian *mélange* dari batuan-batuan meta-sedimen yang secara lokal terpatahkan angkat (*accretionary wedge* dari kerak intermediet) yang dipisahkan oleh tinggian mikrokontinen berarah Barat Daya – Timur Laut. Selama Cretaceous, mikrokontinen granitik dan sedimen-sedimen *wedge* terakresikan ke batas Tenggara dari Craton Sunda. Kemudian menjadi zona-zona lemah yang menjadi lokasi yang memungkinkan dari proses *subsidence* dan *wrenching* selama fase *rifting* Paleogen. Sumur-sumur yang menembus mengindikasikan bahwa batuan-batuan metamorf, meta-vulkanik, batuan beku, serta sedimen-sedimen Cretaceous yang merupakan sikuen batupasir *quartzite* yang terlitifikasi secara baik, batulanau, karbonat dan serpih dengan beberapa rijang. Kontrol data paleontologi yang relatif jarang mengindikasikan unit batuan ini berumur Cretaceous Pre-Cenomanian.

2. Formasi Ngimbang

Formasi Ngimbang terbagi menjadi dua, yaitu sedimen Paleosen “Pre Ngimbang” dan

sedimen Eosen “Ngimbang”. Formasi Pre-Ngimbang telah dikenali di bagian timur dari Cekungan Jawa Timur melingkupi *Northern Platform* dan *Central High*. Menurut Harper, (1989) di dalam Pertamina BPPKA, (1996) telah mendefinisikan Formasi Pre-Ngimbang sebagai berikut: “Formasi Pre-Ngimbang berumur Paleosen hingga Eosen Tengah dari *Northern Platform* dan *Central High* di Kangean dan Sepanjang PSC, meliputi sikuen dari batupasir, batulanau, dan serpih yang secara tidak selaras menindih batuan dasar Cretaceous dan secara tidak selaras ditindih oleh Ngimbang berumur Eosen Akhir.”

Formasi Pre-Ngimbang dijelaskan sebagai endapan *syn-rift* yang sebagian besar terdiri dari perlapisan tipis pasir dan serpih dengan sedikit perlapisan batubara. Bagian Fluvial-Deltaik mengisi daerah-daerah rendahan, yang diperkirakan selama waktu Paleosen hingga Eosen Tengah. Formasi Pre-Ngimbang secara tidak selaras menindih endapan-endapan Cretaceous tetapi terkadang tidak dijumpai pada tinggian-tinggian Cretaceous.

Sedangkan, sedimen Eosen “Ngimbang” pada dasarnya menunjukkan endapan-endapan

basement wash coastal atau *deltaic* berumur Eosen Tengah hingga Akhir yang diikuti kemudian oleh sikuen karbonat. Awal sedimentasi dari formasi ini dipengaruhi oleh topografi yang kompleks yang kemungkinan diendapkan pada daerah-daerah rendahan lokal dan sedimen yang kaya akan material organik dan karbonat di bagian atasnya mengindikasikan peningkatan ke dalaman permukaan air dan kondisi laut yang lebih terbuka. Sedimen-sedimen “Ngimbang” di seluruh area cekungan ini didokumentasikan sebagai endapan-endapan alluvial/fluviial, *deltaic*, lakustrin, dan transisi. Ngimbang ini diperkirakan berumur Eosen Tengah hingga Akhir.

3. Formasi Kujung

Formasi Kujung merupakan stratigrafi tertua yang tersingkap di permukaan. Formasi ini menunjukkan sebuah pengendapan selama periode permukaan laut tinggi pada lingkungan paparan dangkal yang stabil. Di beberapa area, formasi ini menunjukkan sebuah pengendapan dari sedimen-sedimen regresi *coastal* dan *deltaic* selama periode umumnya permukaan laut rendah yang berhubungan dengan penurunan muka laut yang

besar pada Oligosen Tengah. Kujung berumur Oligosen Awal utamanya terdiri dari perlapisan-perlapisan batugamping, serpih, dan batupasir, serta sedimen konglomeratan dengan sisipan batubara. Di beberapa tempat mengandung sedimen-sedimen tufaan dan bahkan tidak terendapkan sama sekali.

Secara regional, formasi Kujung diendapkan pada lingkungan tektonik transgresi-regresi. Pada Oligosen Tengah, aktifitas tektonik secara relatif lebih tenang yang ditunjukkan oleh ketebalan yang seragam dari karbonat Kujung. Pada Oligosen Akhir, sedimen-sedimen laut dalam hingga laut dangkal berlanjut terendapkan termasuk adanya karbonat terumbu pada tinggian-tinggian batuan dasar tua.

4. Formasi Prupuh

Lokasi tipe formasi ini terletak di Desa Prupuh, Kecamatan Paciran, dengan stratotipe berupa batugamping bioklastik berlapis tebal, keras, kaya akan fosil Orbitoid, yang berlapis dengan batugamping kapuran berwarna putih kotor. Pada bagian bawah formasi ini ditemukan *Globigerina ciperiensis*, *Globigerina tripartita*, *Globorotalia kugleri*, dan *Globigerinita dissimilis*, sedangkan

pada bagian atasnya muncul *Globigerinoides immatures*. Umur Formasi Prupuh adalah N3-N5 (Oligosen Atas hingga Miosen Bawah). Pada batugamping bioklastika dijumpai *Spiroclypeus orbitoides*, *Lepidocyclina verrucosa*, dan *Lepidocyclina sumatrensis*. Lingkungan sedimentasinya adalah neritik luar pada laut terbuka, dengan indikasi adanya gerakan massa gravitasi lereng dasar laut. Formasi ini selaras terhadap Formasi Kujung di bawahnya, juga terhadap Formasi Tuban yang ada di atasnya.

5. Formasi Tuban

Formasi Tuban terdiri atas perlapisan batulempung yang bersifat monoton dengan beberapa sisipan batugamping. Formasi ini secara umum tersusun oleh klastika karbonat dalam bentuk *packstone-wackestone*, yang mengandung fosil foraminifera besar disertai dengan fragmen koral dan algae. Kandungan fosil *Globigerinoides primordius*, *Globorotalia peripheronda*, *Globigerinoides sicanus* yang menunjukkan bahwa formasi ini memiliki umur Miosen Awal dan diendapkan pada lingkungan laut dalam.

6. Formasi Tawun

Secara umum Formasi ini tersusun oleh perselingan antara batulempung pasiran dengan batupasir dan batugamping yang kaya akan foraminifera golongan orbitoid (*Lepidocyclina*, *Cycloclypeus*). Batulempung pasiran berwarna abu-abu hingga abu-abu kecoklatan, semakin ke atas cenderung berubah menjadi batulanau dengan kongresi oksida besi. Batupasirnya biasanya cukup keras berwarna kemerahan, sebagian bersifat gampingan dan sebagian tidak. Batugampingnya berwarna coklat muda hingga abu-abu muda, berbutir halus sampai sedang. Penyusun utamanya adalah fosil foraminifera besar dengan sedikit pencampur batupasir kuarsa. Ketebalan batugamping ini mencapai 30 m. Formasi Tawun diendapkan pada Awal hingga Miosen Tengah, pada lingkungan lingkungan paparan yang agak dalam (outer shelf) dari suatu laut terbuka.

7. Formasi Ngrayong

Satuan stratigrafi ini kadang berstatus sebagai anggota pada Formasi Tawun. Bagian bawah yang tersusun oleh batugamping Orbitoid (*Cycloclypeus*) dan batulempung, sedangkan bagian

atas tersusun oleh batupasir dengan sisipan batugamping orbitoid.

Diantara perlapisan batulempung dijumpai struktur sedimen yang khas yaitu *ripple mark* dan *keeping-keping gypsum*. Batupasirnya berwarna merah kekuningan, sering menunjukkan struktur *soft sediment deformation*, disertai fosil jejak berupa lubang vertikal (memotong perlapisan) dari kelompok *Ophiomorpha*. Dari kenampakan tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa bagian bawah dari satuan ini pada awalnya diendapkan pada dataran pasang-surut (*intertidal area*) yang kemudian mengalami transgresi menjadi gosong lepas pantai (*offshore bar*) atau *shoreface* yang tercirikan oleh batupasir merah, yang selanjutnya semakin mendalam menjadi lingkungan paparan tengah hingga paparan luar (*middle to outer shelf*) yang menghasilkan batugamping kaya akan *Cycloclypeus*. Kenampakan stratigrafi tersebut dapat dilihat di daerah Polaman. Batupasir Ngrayong merupakan reservoir utama pada lapangan-lapangan minyak di daerah sekitar Cepu. Ketebalan rata-rata mencapai 300 m tetapi menipis

ke arah Selatan dan juga ke arah Timur, karena terjadi perubahan fasies menjadi batulempung.

8. Formasi Bulu

Formasi Bulu terletak di atas batupasir Ngrayong, mempunyai penyebaran yang luas di Antiklinorium Rembang Utara. Formasi ini tersusun oleh kalkarenit berlempeng (platty sandstones) dengan sisipan napal pasiran. Di beberapa tempat dijumpai kumpulan *Cycloclypeus* (*Katacycloclypeus*) *annulatus* yang sangat melimpah. Kalkarenitnya tersusun oleh litoklas karbonat, foraminifera kecil maupun besar, serta butir-butir kuarsa, feldspar dan glaukonit. Ke arah barat, formasi ini menjadi semakin tebal. Di bagian timur ketebalan hanya 80 m tetapi ke arah barat ketebalannya mencapai 300 m. Formasi ini diendapkan pada kala Miosen Tengah pada lingkungan laut dangkal yang berhubungan dengan laut terbuka.

9. Formasi Wonocolo

Formasi Wonocolo tersusun oleh napal dan batulempung tidak berlapis. Bagian bawahnya tersusun oleh batugamping pasiran dan batupasir gampingan, yang secara umum menunjukkan gejala

pengendapan transgresif. Total ketebalan dari formasi ini kurang lebih 500 meter, menunjukkan peningkatan ketebalan ke arah Selatan. Pengendapannya terjadi pada Miosen Tengah – Atas, pada lingkungan paparan luar.

10. Formasi Ledok

Formasi Ledok mempunyai lokasi tipe di kawasan antiklin Ledok, 10 km di Utara kota Cepu. Penyusun utamanya terdiri atas perselang-selingan antara batupasir glaukonitik dengan kalkarenit yang berlempeng-lempeng, dengan beberapa sisipan napal. Batupasirnya berwarna kehijauan hingga kecoklatan, berbutir halus hingga sedang, dengan komposisi mineral kuarsa, fragmen kalsit serta glaukonit yang secara keseluruhan terpilah sedang. Ketebalan setiap perlapisan berkisar antara 10 – 60 cm. Bagian bawah berbutir lebih halus dari bagian atas. Ketebalan Formasi Ledok secara keseluruhan mencapai 230 m di lokasi tipenya. Ke arah Utara, formasi ini berangsur-angsur berubah menjadi Formasi Paciran.

11. Formasi Mundu

Formasi Mundu memiliki ciri litologi yang khas, tersusun oleh napal masif berwarna abu-abu

muda hingga putih kekuning-kuningan, dengan kandungan foraminifera planktonik yang sangat melimpah. Disamping itu juga didapatkan kandungan glaukonit tetapi hanya dalam jumlah sedikit. Di beberapa tempat, bagian atas dari formasi ini secara berangsur berubah menjadi batugamping pasiran. Ketebalan dari formasi ini cenderung bertambah ke arah selatan hingga mencapai 700 m. Formasi Mundu terbentuk sebagai hasil pengendapan laut dalam yang terjadi pada zona N17 – N20 (Miosen Akhir – Pliosen).

12. Formasi Selorejo

Satuan ini tersusun oleh perselang-selingan antara foraminiferal grainstone / packstone yang sebagian bersifat glaukonitan dengan batugamping napalan hingga batugamping pasiran, dengan lokasi tipe di desa Selorejo dekat Cepu. Ketebalan satuan ini mencapai 100 m. Selorejo kadang dianggap sebagai anggota dari Formasi Mundu, dan merupakan reservoir gas yang terdapat tepat di bawah kota Cepu (Balun reservoir). Lingkungan sedimentasi diduga terjadi di laut dalam, dimana mekanisme arus turbid dengan penampian oleh arus dasar (bottom current) yang membuat pemilahan

test foraminifera teronggok dengan tanpa matriks dalam bentuk grainstone dan packstones, dengan porositas bisa mencapai 50%, baik dalam bentuk vugs, inter maupun intra particles.

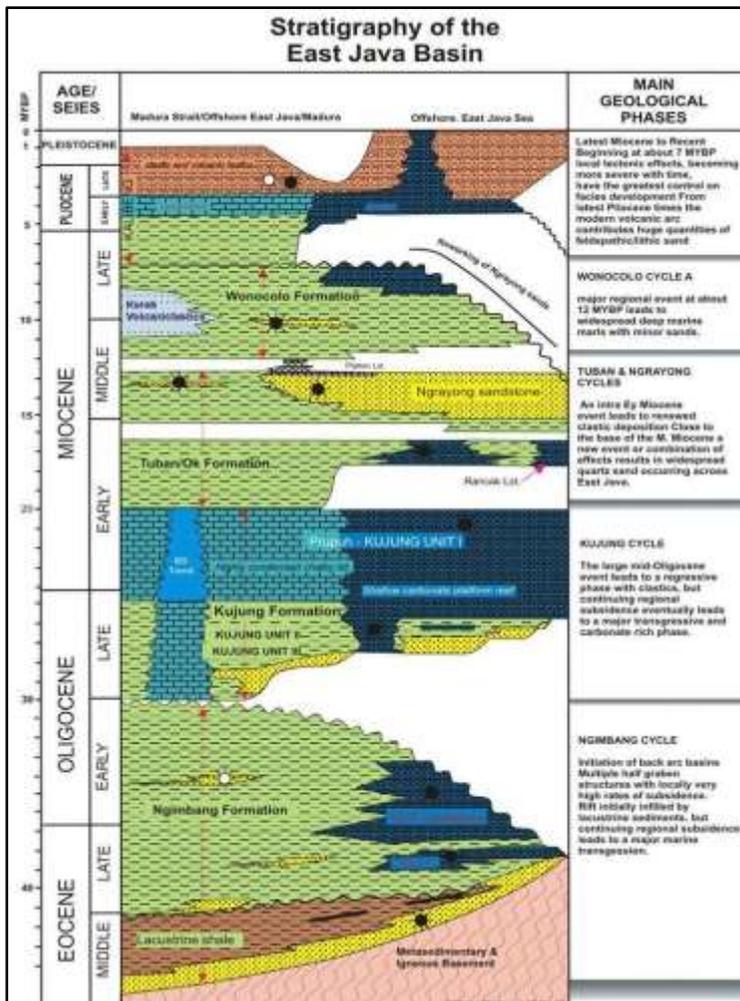
13. Formasi Lidah

Formasi ini tersusun oleh batulempung yang berwarna kebiruan dan napal berlapis yang diselingi oleh batupasir dan lensa-lensa fossiliferous grainstone/rudstone (coquina). Pada bagian bawah masih merupakan endapan laut, tercirikan akan kandungan *Pseudorotalia* sp. dan *Asterorotalia* sp. yang melimpah. Kumpulan fosil ini mencirikan pengendapan di dasar laut pada paparan tengah hingga luar. Di atas satuan ini batunya menunjukkan produk pengendapan dari lingkungan yang semakin mendangkal. Akhirnya bagian teratas berupa lempung hasil pengendapan air tawar.

14. Formasi Paciran

Formasi Paciran tersusun oleh batugamping masif, umumnya merupakan batugamping terumbu yang lapuk dan membentuk permukaan yang khas akibat pelarutan (*karren surface*). Gejala permukaan menunjukkan bahwa batuan penyusunnya telah berubah menjadi kapur (chalky

limestone). Formasi ini tersebar terutama di bagian utara dari Zona Rembang, dengan masa pembentukan dari Pliosen hingga Awal Pleistosen. Di beberapa tempat batuan ini telah terbentuk pada umur yang lebih tua, semasa dengan pembentukan Formasi Ledok dan Wonocolo di bagian utara, serta semasa dengan Formasi Mundu dan Lidah di Selatan.



Gambar 2 Stratigrafi Cekungan Jawa Timur Bagian Utara

2.3. Struktur Regional

Tatanan tektonik dan struktur geologi di daerah Jawa tidak terlepas dari teori tektonik lempeng. Kepulauan Indonesia merupakan titik pertemuan antara tiga lempeng besar, yaitu Lempeng Eurasia yang relatif diam, Lempeng Samudera Pasifik yang bergerak relatif ke arah barat laut, dan Lempeng Indo-Australia yang relatif bergerak ke arah utara (Hamilton, 1979).

Van Bemmelen (1949) membagi Pulau Jawa menjadi dua elemen struktur, yaitu Geosinklin Jawa Utara dan Geantiklin Jawa Selatan. Kedua elemen tersebut memanjang berarah barat-timur. Geosinklin Jawa Utara dikenal dengan nama Cekungan Jawa Timur Utara. Cekungan Jawa Timur Utara terdiri dari dua buah pegunungan yang berjalan sejajar dengan arah barat-timur dan dipisahkan oleh suatu depresi di antaranya. Berdasarkan fisiotektoniknya, van Bemmelen (1949) membagi Cekungan Jawa Timur Utara menjadi tiga jalur. Ketiga jalur tersebut berturut-turut dari selatan ke utara adalah Jalur Kendeng, Jalur Randublatung, dan Jalur Rembang.

- Jalur Kendeng

Jalur ini dikenal sebagai Antiklinorium Kendeng. Jalur ini terisi oleh endapan Tersier yang terlipat kuat dan disertai sesar-sesar sungkup dengan kemiringan ke Selatan. Panjang zona ini adalah 250 km. Sedangkan lebar maksimumnya adalah 40 km (Pringgoprawiro, 1983).

- Jalur Randublatung

Jalur ini merupakan suatu depresi fisiografi maupun tektonik yang terbentang di antara Jalur Kendeng dan Jalur Rembang. Jalur ini sebagian ditempati oleh Lembah Bengawan Solo. Pringgoprawiro (1983) berpendapat bahwa zona ini merupakan suatu depresi yang terbentuk pada kala Pleistosen dan ditempati oleh sedimen klastik halus dari Formasi Lidah yang berumur Kuartar serta kadang-kadang ditemukan napal dari Formasi Mundu. Vischer (1952 dalam Pringgoprawiro, 1983) menamakan zona ini sebagai Blok Lembah Solo.

- Jalur Rembang

Jalur ini sejajar dengan Jalur Kendeng dan dipisahkan oleh depresi

Randublatung. Jalur Rembang merupakan suatu dataran tinggi terdiri dari antiklinorium barat-timur sebagai hasil dari gejala tektonik Tersier akhir dan dapat diikuti hingga Pulau Madura dan Kangean. Di daerah Rembang, jalur ini dapat dibagi menjadi Antiklinorium Rembang Utara dan Antiklinorium Cepu yang ada di Selatannya. Kedua antiklinorium ini dipisahkan oleh suatu depresi Blora-Kendeng. Vischer (1952 dalam Pringgoprawiro, 1983) memasukkan Antiklinorium Cepu ke dalam Jalur Randublatung (Blok Lembah Solo) dan menganggapnya sebagai suatu blok yang terangkat di dalam depresi tersebut seperti halnya dengan Antiklinorium Ngimbang. Batas Zona Rembang dengan Zona Randublatung kurang jelas dan tidak teratur kecuali di bagian timur yang dibatasi oleh patahan Kujung dan depresi Kening- Blora (Pringgoprawiro, 1983).

Struktur-struktur tersebut di atas diakibatkan oleh pengangkatan yang terjadi pada kala Intra Miosen dan pada kala Plio-Pleistosen (van Bemmelen, 1949). Pulunggono dan Martodjojo (1994) menyatakan bahwa pola

struktur dominan yang berkembang di Pulau Jawa adalah

- Pola Meratus

Berarah timurlaut-baratdaya (NE-SW) terbentuk pada 80 sampai 53 juta tahun yang lalu (Kapur Akhir -Eosen Awal). Pola ini ditunjukkan oleh Tinggian Karimunjawa di kawasan Laut Jawa yang diperkirakan menerus ke arah baratdaya ke daerahantara Luk Ulo (Jawa Tengah) sampai Sesar Cimandiri (Jawa Barat).

- Pola Sunda

Berarah utara-selatan (N-S) terbentuk 53 sampai 32 juta tahun yang lalu (Eosen Awal-Oligosen Awal). Pola kelurusan struktur ini adalah yang paling dominan di daerah Jawa Barat. Pola Sunda ini merupakan sesar-sesar yang dalam dan menerus sampai Sumatra. Pola ini merupakan pola yang berumur lebih muda sehingga keberadaannya mengaktifkan kembali Pola Meratus.

- Pola Jawa

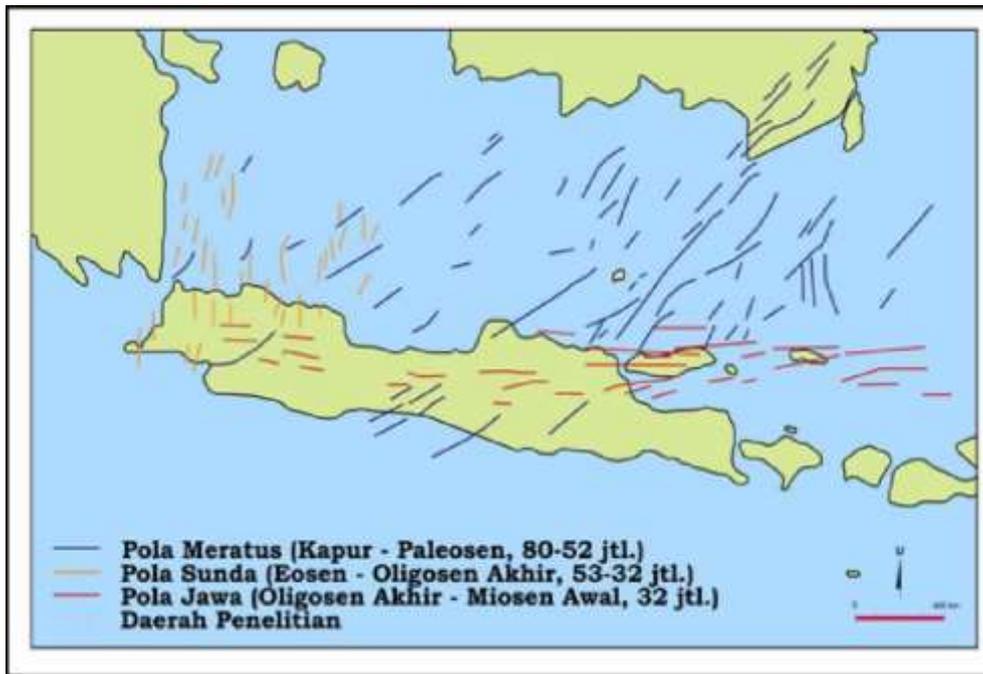
Berarah timur-barat (E-W) terbentuk sejak 32 juta tahun yang lalu sampai sekarang (Oligosen

Akhir-Resen). Pola ini adalah pola termuda yang mengaktifkan kembali seluruh pola yang telah ada sebelumnya.

Secara regional, pola struktur yang berkembang di daerah penelitian adalah Pola Meratus dan Pola Jawa yang terlihat dari kelurusan yang relatif berarah timur laut-barat daya dan berarah barat-timur. Hal ini juga didukung oleh penelitian Sribudiyani dkk. (2003). Berdasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Sribudiyani dkk. (2003), pola struktur permukaan yang berkembang pada daerah penelitian adalah pola struktur yang mempunyai kelurusan berarah Timur Laut-Barat Daya dan Barat-Timur.

Sepanjang jalur Zona Rembang membentuk struktur perlipatan yang dapat dibedakan menjadi 2 bagian, yaitu:

1. Bagian Timur, arah umum poros antiklin membujur dari Barat Laut – Timur Tenggara.
2. Bagian Barat, masing-masing porosnya mempunyai arah Barat –Timur dan secara umum antiklin-antiklin tersebut menunjam baik ke arah Barat ataupun ke arah Timur.



Gambar 3 Pola Struktur Pulau Jawa (Pulunggono & Martodjojo, 1994)

BAB III

SISTEM PETROLEUM

Sistem petroleum merupakan suatu sistem yang terdiri dari unsur dan proses yang saling berkesinambungan dan memungkinkan hidrokarbon terbentuk, bermigrasi, dan terperangkap di bawah permukaan bumi untuk kemudian diproduksi.

3.1. Unsur-Unsur Sistem Petroleum

1. Batuan induk (*source rock*),

Yaitu batuan sedimen berbutir halus yang banyak mengandung bahan-bahan atau material organik sisa-sisa hewan dan tumbuhan yang mengalami pematangan sehingga terbentuk minyak dan gas bumi. Menurut Sutantri dkk (1973), Cekungan Jawa Timur Utara memiliki indikasi batuan induk baik dari batuan klastik maupun karbonat, yang berasal dari batuan dengan umur Miosen Awal – Pliosen.

Bona Situmorang dan Tambunan (1985), berdasarkan hasil dari analisis geokimia mengenai gasnya, yaitu berakumulasi dengan Formasi Selorejo, sumbernya berasal dari Formasi Tuban.

Hal ini juga menunjukkan bahwa lapisan induk hidrokarbon yang matang secara *thermal* dengan kehadiran kerogen yang berasal dari laut yang lebih dalam, di bawah serpih Formasi Tuban dari Formasi Ngimbang, asal muasal minyak di Cekungan Jawa Timur Utara.

Menurut Waples (1985) berdasarkan perhitungan kematangan *thermal* di Cepu dan sekitarnya, menunjukkan bahwa lapisan induk hidrokarbon yang matang secara *thermal* berada pada kedalaman lebih dari 2000 meter, yang berkorelasi dengan Formasi Tuban (Bojonegoro, Bubulan, dan Balun) atau Formasi Kujung (Tobo dan Dander).

Dapat disimpulkan bahwa endapan Eosen-Miosen Tengah seperti Formasi Ngimbang, Kujung, dan Tuban merupakan batuan induk yang efektif, sedangkan endapan Miosen Tengah-Pleistosen seperti Formasi Wonocolo, Mundu, dan Lidah merupakan batuan induk yang belum matang.

2. Jalur migrasi (*migration route*),

Yaitu jalur tempat Bergeraknya minyak dan gas bumi dari batuan induk ke perangkap atau reservoir. Jalur migrasi dapat berupa rekahan, pori-

pori maupun bidang antar lapisan batuan. Jenis migrasi ada 2, yaitu migrasi primer dan migrasi sekunder. Migrasi primer adalah hidrokarbon yang berpindah dari batuan induk keluar ke *carrier bed* atau lapisan pembawa. Sedangkan, migrasi sekunder adalah hidrokarbon yang berpindah dari *carrier bed* atau lapisan pembawa ke reservoir menuju tempat akumulasi.

3. Batuan reservoir (*reservoir rock*),

Yaitu semua batuan yang bersifat *porous* (berpori-pori) dan *permeable* (dapat meloloskan fluida) sehingga dapat menampung minyak dan gas bumi yang dihasilkan oleh batuan induk.

Pada prinsipnya, Cekungan Jawa Timur Utara memiliki dua batuan reservoir hidrokarbon, yaitu karbonat dan klastik/batupasir. Hampir semua batuan formasi yang terendapkan di Cekungan Jawa Timur Utara berpotensi sebagai batuan reservoir hidrokarbon.

4. Perangkap (*trap*),

Yaitu suatu bentukan geometri yang dapat memerangkap minyak dan gas bumi sehingga terakumulasi di dalam reservoir. Pada Cekungan Jawa Timur Utara trap yang terbentuk lebih dominan

jenis stratigrafi seperti *pinch out* dan *build up* pada karbonat. Sedangkan, trap struktural yang terbentuk berupa antiklin akibat sesar inversi.

5. Batuan tudung (*seal rock*),

Yaitu batuan sedimen yang bersifat *impermeable* atau kedap fluida sehingga minyak dan gas bumi yang ada di dalam reservoir tidak dapat keluar lagi. Pada Cekungan Jawa Timur Utara batuan tudung utamanya merupakan fasies serpih tebal dari Formasi Tuban, yang terekam oleh peristiwa regional yang terjadi di seluruh Jawa Timur Utara menjelang akhir Miosen Awal. Oleh karena itu, serpih Tuban menyediakan *seal* dari atas reservoir Kujung atau Prupuh, Rancak dan Ngrayong di bawahnya. Serpih tersebut umumnya menutupi terumbu Kujung atau Prupuh dan secara efektif menutup hidrokarbon yang terperangkap di bawahnya. Serpih Kujung intra-formasional dan batugamping padat yang berfungsi sebagai *seal* atas yang baik untuk reservoir Ngimbang dan Kujung memberikan *seal* atas tambahan.

3.2. Proses-Proses Sistem Petroleum

1. Generasi,

Yaitu suatu proses dimana batuan induk mengalami pematangan akibat temperatur dan tekanan yang cukup untuk merubah material organik menjadi hidrokarbon.

2. Migrasi,

Proses ini merupakan perpindahan minyak dan gas bumi dari batuan induk ke batuan reservoir hingga terakumulasi di dalam reservoir. Pergerakan minyak dan gas bumi akan berhenti setelah mencapai perangkap. Pada Cekungan Jawa Timur Utara faktor pematangan utama batuan induk hidrokarbon adalah pengendapan Formasi Tuban. Karena serpih Tuban juga merupakan *seal* atas pada regional yang efektif, maka setiap hidrokarbon yang dihasilkan dari batuan induk yang lebih tua tampaknya bermigrasi kearah vertikal di bawahnya dan umumnya naik-turun ke tepi cekungan ke arah karbonat Kujung atau Prupuh. Migrasi vertikal ke reservoir yang lebih muda dari hidrokarbon Ngimbang dapat diakomodasi melalui sistem sesar aktif. Akumulasi purba dari terumbu Kujung dan Prupuh yang besar terekam dengan baik di Cekungan Jawa Timur Utara.

Burial History dan pemodelan kematangan *thermal* di deposenter tengah dalam menunjukkan bahwa batuan induk Eosen Ngimbang pada Miosen Awal dan menerus hingga saat ini telah menghasilkan minyak. Namun, basal Ngimbang menghentikan produksi minyaknya di batuan induk Miosen Akhir menjadi lebih matang secara *thermal*. Pada saat itu, minyak yang dihasilkan pecah secara *thermal* dan diganti dengan pembangkit gas hingga saat ini.

3. Akumulasi,

Yaitu proses terkumpulnya volume hidrokarbon setelah bermigrasi menuju reservoir.

4. Preservasi,

Yaitu proses pengawetan hidrokarbon yang tidak terubah oleh proses *biodegradation* dan ataupun *water washing*.

5. Waktu,

Yaitu ketepatan waktu antara terjadinya ekspulsi dan waktu pembentukan perangkap.

3.3. Peran Hidrokarbon

Peran Paleogen, serpih transgresif dalam laut utama ke Barat Daya sampai Tenggara yang berarah *seal* inversi *half-graben* di batupasir Kujung III. Tutupan

yang dipetakan dari permukaan sampai ke dasar Tersier. Sumur tersebut juga menghasilkan gas pada level Formasi Rancak.

Peran Puncak Terumbu, relief tinggi dari puncak terumbu memanjang yang dipetakan di Timur Laut hingga Barat Daya dengan struktur *footwall* yang ditinggikan Pantai Jawa dan di Selat Madura bagian Barat. Puncak-puncak tersebut dilapisi oleh serpih Pelagis Formasi Tuban Miosen Awal yang membentuk *seal* efektif di Lapangan.

Formasi Ngrayong atau Batugamping Globigerina Plioson, peran hidrokarbon pada level ini telah berada pada perangkap struktural anticlinal yang terkait dengan inversi, *diaper* dan dorong di Zona Inversi Jawa Timur. *Seal* pada laut yang dalam intraformasional lumpur dalam untuk kedua interval. Data seismik berkualitas tinggi pada akhirnya dapat mengungkapkan potensi dalam sistem stratigrafi. Meskipun dasarnya besar berupa sistem *fan* lereng tampaknya tidak ada, batupasir pengisi saluran lereng memanjang dapat memiliki cadangan yang signifikan dalam sistem yang kaya akan lumpur.

BAB IV

KARAKTERISTIK RESERVOAR HIDROKARBON

Pada prinsipnya, ada dua batuan reservoir yang hadir pada cekungan Jawa Timur bagian utara yakni reservoir karbonat dan reservoir klastik/batupasir. Hampir semua formasi batuan yang mengendap di cekungan Jawa Timur Utara berpotensi sebagai batuan reservoir hidrokarbon

4.1. Reservoir Batugamping

Setidaknya 5 batuan pada formasi diketahui berpotensi sebagai reservoir karbonat:

1. Karbonat Formasi Ngimbang berumur Eosen, umumnya berupa batugamping terumbu yang berasosiasi dengan back reef dan fore reef. Kualitas reservoir karbonat Formasi Ngimbang ini mulai dari yang buruk hingga yang baik. Batugamping terumbu Ngimbang berkembang dengan baik di cekungan timur utara Jawa Timur, sekitar Pulau Kangean
2. Karbonat Kujung Oligosen (sebelumnya disebut Kujung Unit 2 dan 3 karbonat). Reservoir karbonat ini terdiri dari platform / batugamping klastik, yang terdiri dari batupasir mikro dengan kualitas reservoir sedang. Serpih Kujung intra-formasional di atasnya

dan batugamping padat padat umumnya menutup seal karbonat kujung ini

3. Oligosen akhir - miosen awal prupuh (kujung unit 1) karbonat terumbu. Karbonat terumbu prupuh / kujung unit 1 merupakan reservoir hidrokarbon utama di cekungan utara Jawa Timur. Oleh karena itu, karbonat terumbu ini menjadi sasaran utama eksplorasi hidrokarbon di kawasan tersebut. reservoir ditutup dengan lapisan tuban serpih
4. Batugamping terumbu rancak akhir awal – tengah miosen dengan kualitas cekungan yang baik hingga sangat baik
5. Batugamping paciran yang berumur pliosen mungkin berkembang dengan baik dan tersebar luas di daratan madura. Namun, potensi reservoir ini sebagian besar terlalu dangkal terkubur di bawah permukaan sehingga tidak memiliki top seal yang cukup untuk menangkap hidrokarbon yang terperangkap.

4.2. Reservoir Batupasir

1. Pembentukan Ngimbang / cd Eosen. Batupasir ngimbang diendapkan sebagai endapan laut dangkal dan fluviatile. Batupasir eosen ini berkembang sebagian besar terkurung di graben dan bertumpuk di atas basement pra tersier sehingga terkadang

membentuk trap stratigrafi. Secara umum, reservoir batupasir ngimbang menunjukkan karakteristik reservoir yang kurang baik hingga sedang.

2. Formasi kujung oligosen akhir. Reservoir batupasir kujung ini umumnya membentuk lapisan tipis batupasir stringer dengan lapisan individual jarang melebihi tebal 30 kaki.
3. Anggota ngrayong miosen tengah. Target eksplorasi minyak dan gas primer di daerah onshore Jawa Timur & Madura di batupasir ngrayong. Pada singkapan, batupasir ngrayong ini menunjukkan sifat reservoir yang sangat baik dengan porositas lebih dari 35% dan permeabilitas hingga 10 Darcy.
4. Batupasir turbiditik pliosen dari formasi Ledokpaciran-mundu. Pasir ini diendapkan dalam lingkungan kekeruhan yang mirip dengan pasir ngrayong yang lebih tua. Sifat reservoir dari reservoir pliosen ini umumnya baik sampai sangat baik.

PENUTUP

Dari penelitian ini dapat diketahui gambaran umum Cekungan Jawa Timur Utara dari segi geologi yang meliputi fisiografi, stratigrafi, dan struktur geologi yang berkembang, sistem petroleum, hingga karakteristik reservoir di Cekungan Jawa Timur Utara.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi pertimbangan dalam melakukan pemetaan ...

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, Saad, dkk. 2017. "Identifikasi Sifat Flisis Batuan Reservoir Karbonat Menggunakan Inverse Acoustic Impedance (AI) Model Sparse Spike pada Lapangan Abduh Formasi Kujung Cekungan Jawa Timur Utara". Semarang: Universitas Diponegoro.
- Elnusa. 2006. "Indonesia Basin Summaries". Jakarta: PT. Patra Nusa Data The Gateway to Petroleum Investment in Indonesia.
- McLoughlin, Stephen. 2001. "The Breakup History of Gondwana and its Impact on Pre-Cenozoic Floristic Provincialism". Australia: School of Botany, University of Melbourne, Vic. 3010.
- Prihutama, Faiz Akbar, dkk. 2018. "Karakteristik Geologi dan Skenario Reservoir Hidrokarbon Sebagai Rencana Pengembangan Zona Prospek Lapangan Tesseract Cekungan Jawa Timur Utara pada Zona Rembang, Jawa Timur. Yogyakarta: UPN "Veteran" Yogyakarta.
- Satyana, Awang H, dkk. 2001. "Recent Significant Discoveries within Oligo-Miocene Carbonates of the East Java Basin: Integrating the Petroleum Geology". Jakarta: Badan Pelaksana Migas.

Satyana, Awang H, dkk. 2004. "Rembang-Madura-Kangean Sakala (RMKS) Fault Zone, East Java Basin: The Origin and Nature of a Geologic Border. Jakarta: Badan Pelaksana Migas.

Sribudiyani, dkk. 2003. "The Collision of the East Java Microplate and its Implication for Hydrocarbon Occurrences in the East Java Basin". Bandung: Institut Teknologi Bandung.

BIOGRAFI PENULIS

Ir. Bambang Bintarto, M.T.

Lahir di ..., ... 19..., merupakan Dosen di Program Studi Teknik Perminyakan UPN “Veteran” Yogyakarta. Penulis merupakan staf pengajar di Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta. Sampai saat ini masih aktif melaksanakan Tri Dharma Perguruan Tinggi. Beliau menyelesaikan **S-1 di ...** dan **S-2 di ...**

Dr. Boni Swadesi, S.T., M.T.

Lahir di ..., ... 19..., merupakan Dosen di Program Studi Teknik Perminyakan UPN “Veteran” Yogyakarta. Penulis merupakan ketua jurusan di Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta. Sampai saat ini masih aktif melaksanakan Tri Dharma Perguruan Tinggi. Beliau menyelesaikan **S-1 di ...** , **S-2 di ...** dan **S-3 di ...**

Ir. Siti Umiyatun Choiriah, M.T.

Lahir di ..., ... 19..., merupakan Dosen di Program Studi Teknik Geologi UPN “Veteran” Yogyakarta. Penulis merupakan staf pengajar di Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta. Sampai saat ini masih aktif melaksanakan Tri Dharma Perguruan Tinggi. Beliau menyelesaikan **S-1 di ...** dan **S-2 di ...**

Edgie Yuda Kaesti, S.T., M.T.

Lahir di Yogyakarta, 30 Agustus 1981, merupakan Dosen di Program Studi Teknik Perminyakan UPN “Veteran” Yogyakarta. Penulis merupakan staf pengajar di Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta. Sampai saat ini masih aktif melaksanakan Tri Dharma Perguruan Tinggi. Beliau menyelesaikan **S-1 di Teknik Perminyakan UPN “Veteran” Yogyakarta** dan **S-2 di Teknik Geologi UPN “Veteran” Yogyakarta**.

BIOGRAFI PENULIS



Bambang Bintarto, Ir., MT.

Lahir di Yogyakarta, 21 Januari 1961, merupakan Dosen di Program Studi Teknik Perminyakan UPN “Veteran” Yogyakarta. Penulis merupakan staf pengajar di Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.

Sampai saat ini masih aktif melaksanakan Tri Dharma Perguruan Tinggi. Menyelesaikan **S-1 di Teknik Perminyakan UPN “Veteran” Yogyakarta** dan **S-2 di Teknik Perminyakan ITB**.

BIOGRAFI PENULIS



DR. BONI SWADESI, ST., MT.

Lahir di Ampenan, 7 Desember 1971, merupakan Dosen di Program Studi Teknik Perminyakan UPN “Veteran” Yogyakarta. Penulis merupakan staf pengajar di Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta. Sampai saat ini masih aktif melaksanakan Tri Dharma Perguruan Tinggi. Beliau menyelesaikan **S-1 di Teknik Perminyakan UPN “Veteran” Yogyakarta, S-2 dan S-3 di Teknik Perminyakan Institut Teknologi Bandun (ITB).**

BIOGRAFI PENULIS



EDGIE YUDA KAESTI, ST., MT.

Lahir di Yogyakarta, 30 Agustus 1981, merupakan Dosen di Program Studi Teknik Perminyakan UPN “Veteran” Yogyakarta. Penulis merupakan staf pengajar di Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta. Sampai saat ini masih aktif melaksanakan Tri Dharma Perguruan Tinggi. Beliau menyelesaikan **S-1 di Teknik Perminyakan UPN “Veteran” Yogyakarta** dan **S-2 di Teknik Geologi UPN “Veteran” Yogyakarta**.



Siti U, Choiriah, Semarang, 10 October 1963,
Address: Jln.Gedongkuning No.30,
RT.07/RW.02, Kotagede, Yogyakarta, 55171,
Indonesia, Phone number: +6285643636379,
Email: umiyatunch@yahoo.com. Educational
Background:
(1983-1990), Bachelor of Engineering,
Department of Geology Engineering, UPN
“Veteran” Yogyakarta, Indonesia.

(1997-2000), Magister Sains Programme, Department of Geology,
FIKTM, ITB Bandung, Indonesia.

(2017-now): Student of PhD Program, Department of Geology,
Department of Geology Engineering, UPN “Veteran” Yogyakarta,
Indonesia.

My experiences with nannoplankton studies and the rewards I have
gained are related with nannoplankton research are as the following:

- a) Paleoclimatic Interpretation using Calcareous Nannoplankton, Solo River Ngawi Area, Indonesia. This research gets sponsorship from from AAPG Grants-in-Aid Foundation, 1999, US\$1,000, in abstract published in AAPG Search and Discovery Article, online Journal for E & P Geoscientists: <http://www.searchanddiscovery.com/abstracts/html/1999/gia/abstracts/188166.htm>
- b) The Pliocene/Pleistocene Boundary, Based on Calcareous Nannofossils, and Related Palaeoclimatic Implications, Solo River Section, Ngawi Region, East Java, Indonesia, 2001, Journal of Nannoplankton Research: A Publication of the International Nannoplankton Association URL: ina.tmsoc.org/JNR/online/23/Choiriah%20et%20al%202001%20JNR%2023-1.pdf
- c) Paleotemperature Changes based on nannoplankton of East Java Basin, Indonesia (2016), This research was funded from Ministry of Research, Technology and Higher Education of Republic Indonesia (RISTEKDIKTI) under “Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi” grant in fiscal year of 2016.
- d) Nannofossil Study of Kaliasin Section, Pinggir area, Lengkon, Nganjuk East Java, Indonesia, 2016. ISBN:

978-602-60245-0-3, National conference, Institute for Research and Community Service, UPN “Veteran” Yogyakarta, Indonesia.
<http://eprints.upnyk.ac.id/eprint/12331>

- e) Nannoplankton Biostratigraphy of Kaliasin Section, Pinggir area, Lengkong Nganjuk, East Java, Indonesia, 2016, ISBN: 978-602-19765-3-1, 11th National Conference of Earth Science, Faculty of Mineral Technology, UPN Yogyakarta, Indonesia.
<http://eprints.upnyk.ac.id/eprint/12325>
- f) Web Based Application for Determination of Bathymetry and Relative Age of Rocks Based on Life Range Foraminifera, 2014, ISBN: 978-602-846129-0, 10th National Conference, Faculty of Mineral Technology, UPN Yogyakarta, Indonesia. My publication posted :
<http://sinta2.ristekdikti.go.id/authors/detail?id=6003799&view=documentsgs>
- g) I've been teaching nannoplankton class since 2014 until now, and started developing nannoplankton research with friends of lecturers and students.



Fakultas Teknologi Mineral
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran"
Yogyakarta
2020

ISBN 978-623-6797-60-0



9 786236 797600