

BAB II

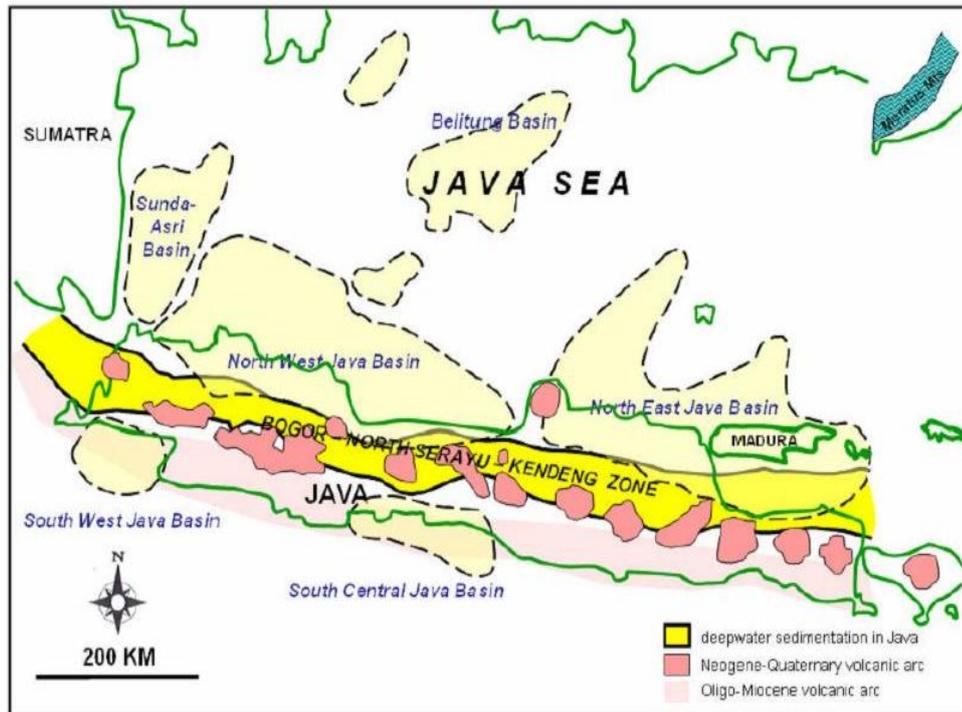
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Cekungan Sedimen Jawa Timur Utara

Cekungan sedimen adalah bagian dari kerak bumi yang dapat berperan sebagai akumulasi lapisan-lapisan sedimen yang relatif lebih tebal dari sekitarnya, dimana akumulasi batuan sedimen ini dapat berperan sebagai tempat pembentukan dan akumulasi minyak dan gas bumi.

Cekungan ini merupakan zona lemah akibat tumbukan atau penunjaman Lempeng Samudera Australia ke arah baratlaut di bawah lempeng Asia. Kemudian karena adanya pemindahan jalur zona tumbukan yang terus-menerus ke arah selatan Indonesia, maka sekarang ini Cekungan Jawa Timur Utara terbentuk sebagai cekungan belakang busur (*back arc basin*).

Secara geografi Cekungan Jawa Timur Utara berada di antara Laut Jawa yang terletak di bagian utaranya dan sederetan gunung api yang berarah barat-timur di bagian selatannya seperti terlihat pada gambar 2.1 Cekungan Jawa Timur Utara ini menempati luas $\pm 50.000 \text{ Km}^2$ yang melingkupi daratan sebelah timur Jawa Tengah, Jawa Timur, Lepas pantai di sekitar Laut Jawa Utara hingga selat Madura.



Gambar 2.1 Geological setting of Java (Satyana,2003)

2.2 Tektonik Regional

Pola struktur di daerah penelitian dipengaruhi oleh terjadinya sesar-sesar geser mengiri (sinistral) yang terjadi karena adanya sesar-sesar Pra-Tersier yang berarah baratdaya- timurlaut. Sesar geser mengiri ini terjadi karena adanya penunjaman baru lempeng Samudera Hindia ke bagian bawah Lempeng kontinen Asia, sesar-sesar lama yang berarah baratdaya-timurlaut akibat tekanan dari selatan aktif lagi dan terjadi pergerakan mengiri sehingga arahnya relatif menjadi barat-timur. Akibat sesar-sesar geser kiri tersebut terjadi perlipatan *en-echelon* dan antiklin-antiklin yang terjadi umumnya berasosiasi dengan struktur bunga (*flower structure*) seperti yang terlihat pada gambar 2.2 yaitu sebuah penampang fisiografi yang secara umum menggambarkan kerangka fase tektonik dan konfigurasi Cekungan Jawa Timur Utara.



Gambar 2.2 Penampang Fisiografi Pulau Jawa dan Plau Madura
(Bemmelen, 1949)

2.3 Konfigurasi Cekungan Jawa Timur Utara

Cekungan Jawa Timur Utara dibagi menjadi tiga bagian besar (Pringgoprawiro, 1983). Adapun 3 pembagian tersebut berturut-turut dari selatan ke utara adalah sebagai berikut:

1. Zona Kendeng

Terletak langsung di sebelah utara deretan gunung api, terdiri dari endapan kenozoikum muda yang pada umumnya terlipat kuat disertai dengan sesar-sesar sungkup dengan kemiringan ke selatan. Panjang Zona Kendeng sekitar 250 km dengan lebar maksimumnya adalah 40 km.

2. Zona Randublatung

Merupakan suatu depresi fisiografi akibat gejala tektonik yang terbentang di antara Zona Kendeng dan Zona Rembang, terbentuk pada kala Pleistosen dengan arah barat-timur. Beberapa antiklin pendek dan kubah-kubah berada pada depresi ini. Sepanjang dataran ini mengalir sungai utama, yaitu sungai Bengawan Solo.

3. Zona Rembang-Madura

Zona Rembang terbentang sejajar dengan Zona Kendeng yang dipisahkan oleh depresi Randublatung, merupakan suatu dataran tinggi terdiri dari antiklinorium yang berarah barat-timur sebagai hasil gejala tektonik Tersier Akhir yang membentuk perbukitan dengan elevasi yang tidak begitu tinggi, rata-rata kurang dari 500 m. Arah memanjang perbukitan tersebut mengikuti sumbu-sumbu lipatan yang pada umumnya berarah barat-timur. Di beberapa tempat sumbu-sumbu lipatan ini mengikuti pola *en-echelon* yang menandakan adanya sesar geser lateral.

Zona Rembang merupakan zona patahan antara paparan karbonat di utara (Laut Jawa) dengan cekungan yang lebih dalam di selatan (Cekungan Kendeng). Litologi penyusunnya adalah campuran antara karbonat laut dangkal dengan klastika, serta lempung dan napal laut dalam.

2.4 Stratigrafi Daerah Penelitian

Secara geografis daerah penelitian termasuk ke dalam Kabupaten Blora, Provinsi Jawa Tengah yang berbatasan dengan Cepu, Provinsi Jawa Timur dan masih tergolong dalam cekungan Jawa Timur Bagian Utara.



Gambar 2.3 Peta Geografis daerah penelitian (www.indonesiapeta.blogspot.com)

Litostratigrafi Tersier di Cekungan Jawa Timur bagian Utara banyak diteliti oleh para pakar geologi diantaranya adalah Trooster (1937), Van Bemmelen (1949), Marks (1957), Koesoemadinata (1969), Kenyon (1977), dan Musliki (1989) serta telah banyak mengalami perkembangan dalam susunan stratigrafinya. Kerancuan tatanama satuan Litostratigrafi telah dibahas secara rinci oleh Pringgoprawiro (1983) Pembahasan masing–masing satuan dari tua ke muda adalah sebagai berikut :

1. Formasi Tawun

Formasi Tawun mempunyai kedudukan selaras di atas Formasi Tuban, dengan batas Formasi Tawun yang dicirikan oleh batuan lunak (batulempung dan napal). Bagian bawah dari Formasi Tawun, terdiri dari batulempung, batugamping pasiran, batupasir dan lignit, sedangkan pada bagian atasnya (Anggota Ngrayong) terdiri dari batupasir yang kaya akan moluska, lignit dan makin ke atas dijumpai pasir kuarsa yang mengandung mika dan oksida besi. Penamaan Formasi Tawun diambil dari desa Tawun, yang dipakai pertama kali oleh Brouwer (1957). Lingkungan pengendapan Formasi Tawun adalah paparan dangkal yang terlindung, tidak terlalu jauh dari pantai dengan kedalaman 0 – 50 meter di daerah tropis. Formasi Tawun merupakan reservoir minyak utama pada Zona Rembang. Berdasarkan kandungan fosil yang ada, Formasi Tawun diperkirakan berumur Miosen Awal bagian Atas sampai Miosen Tengah.

2. Formasi Ngrayong

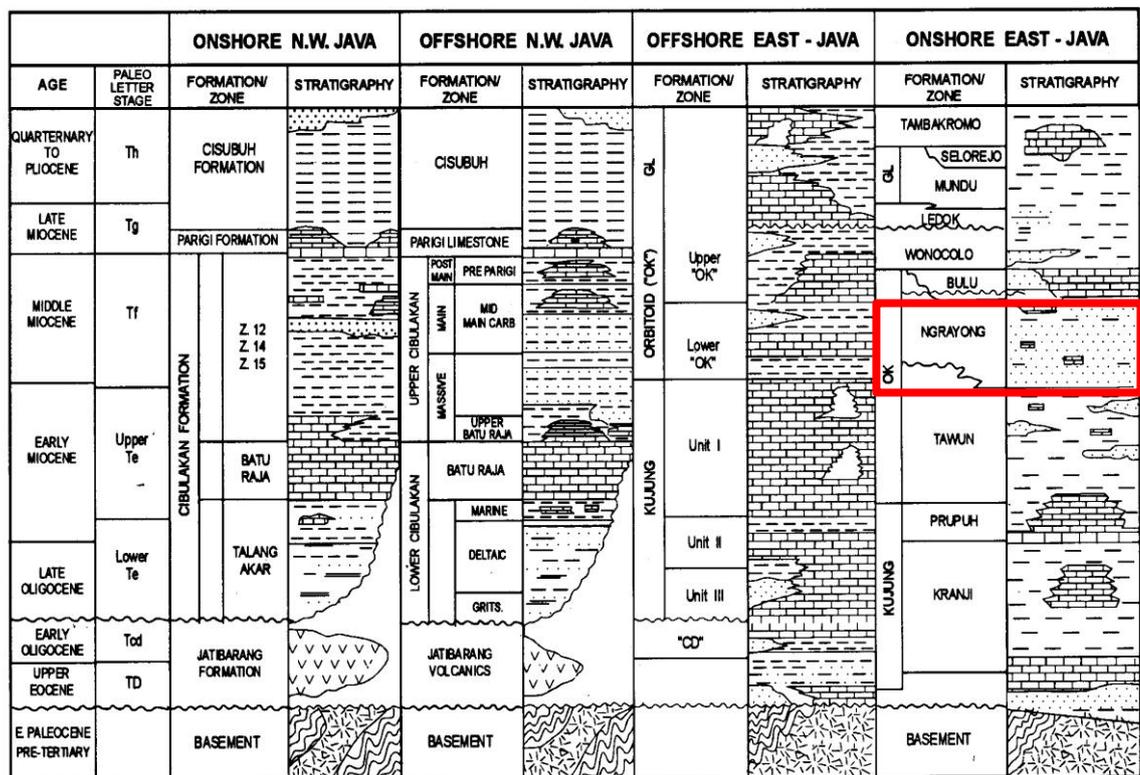
Formasi Ngrayong mempunyai kedudukan selaras di atas Formasi Tawun. Formasi Ngrayong disusun oleh batupasir kwarsa dengan perselingan batulempung, lanau, lignit, dan batugamping bioklastik. Pada batupasir kuarsanya kadang-kadang mengandung cangkang moluska laut. Lingkungan pengendapan Formasi Ngrayong di daerah dangkal dekat pantai yang makin ke atas lingkungannya menjadi *litoral*, *lagoon*, hingga *sublittoral* pinggir. Berdasarkan kandungan fosil yang ada, Formasi Ngrayong diperkirakan berumur Miosen Tengah.

3. Formasi Bulu

Formasi Bulu secara selaras berada di atas Formasi Ngrayong. Formasi Bulu semula dikenal dengan nama '*Platen Complex*' dengan posisi stratigrafi terletak selaras di atas Formasi Tawun dan Formasi Ngrayong. Ciri litologi dari Formasi Bulu terdiri dari perselingan antara batugamping dengan kalkarenit, kadang – kadang dijumpai adanya sisipan batulempung. Pada batugamping pasir berlapis tipis kadang-kadang memperlihatkan struktur silang-siur skala besar dan memperlihatkan adanya sisipan napal. Pada batugamping pasir memperlihatkan kandungan mineral kuarsa mencapai 30 %, foraminifera besar, ganggang, *bryozoa* dan *echinoid*. Formasi ini diendapkan pada lingkungan laut dangkal antara 50–100 meter. Tebal dari formasi ini mencapai 248 meter. Formasi Bulu diperkirakan berumur Miosen Tengah Bagian Atas.

4. Formasi Wonocolo

Lokasi tipe Formasi Wonocolo tidak dinyatakan oleh Trooster, 1937, kemungkinan berasal dari desa Wonocolo, 20 km Timur Laut Cepu. Formasi Wonocolo terletak selaras di atas Formasi Bulu, terdiri dari napal pasir dengan sisipan kalkarenit dan kadang-kadang batulempung. Pada napal pasir sering memperlihatkan struktur parallel laminasi. Formasi Wonocolo diendapkan pada kondisi laut terbuka dengan kedalaman antara 100–500 meter. Tebal dari formasi ini antara 89 meter sampai 339 meter. Formasi Wonocolo diperkirakan berumur Miosen akhir bagian bawah sampai Miosen Akhir bagian tengah.



Gambar 2.4 Stratigraphy of Java's basins (Darman and Sidi, 2000)

2.5 Petroleum System

Secara struktur dan stratigrafi Cekungan Jawa Timur Utara merupakan cekungan *back arc* Indonesia terkompleks yang juga merupakan *most wanted area* untuk *petroleum* di Indonesia (Satyana, 2008). Batuan tertua yang tersingkap di bagian ini berumur Miosen Akhir yang kebanyakan mengandung minyak.

Petroleum system merupakan kajian atau studi yang akan mendeskripsikan hubungan secara genetis antara sebuah batuan induk yang aktif, komponen-komponen geologi, proses-proses yang dibutuhkan dari tiap tahap pembentukan hingga terakumulasinya hidrokarbon. *Petroleum system* ini terdiri dari 5 unsur penting yaitu:

1. Adanya batuan induk yang matang, yaitu suatu bahan yang mempunyai harga *Temperature Time Index (TTI)* 15-500.
2. Adanya batuan reservoir, yaitu batuan yang mempunyai porositas dan permeabilitas yang baik yang memungkinkan menjadi tempat penampung hidrokarbon.
3. Adanya batuan penutup, yaitu batuan kedap fluida (*impermeable*) dan terletak di atas batuan reservoir yang akan berfungsi sebagai penutup yang menghalangi keluarnya fluida dari batuan reservoir.
4. Adanya mekanisme migrasi sebagai jalan bagi hidrokarbon dari batuan induk ke batuan waduk.
5. Adanya pemerangkapan, yaitu suatu bentuk geometri atau bentuk tinggian dari batuan waduk yang memungkinkan hidrokarbon terakumulasi dan terperangkap di geometri tersebut

1. Batuan induk

Batuan induk diendapkan pada *fluvio-deltaic* dimana terjadi pengendapan yang cepat yang merupakan salah satu cara untuk mencegah rusaknya material. Batuan yang terindikasi sebagai batuan induk pada Cekungan Jawa Timur berasal dari Formasi Ngimbang.

2. Batuan Reservoir

Suatu reservoir dikatakan baik jika mempunyai porositas (10-30%) dan permeabilitas (50-500 *millidarcy*) karena pori-pori yang saling berhubungan ini akan sangat mempengaruhi besar kecilnya daya tampung dari suatu batuan

reservoar. Batuan yang bertindak sebagai reservoar yang baik adalah batupasir pada formasi Ngrayong yang berumur Miosen Tengah.

Tabel 2.1 Batuan reservoar di Cekungan Jawa Timur Utara (Pertamina, 2009)

Reservoar	Litologi	Trap	Field
Ngrayong	<i>sandstone</i> <i>Limestone</i>	<i>Anticline on Flower stucture,</i> <i>faulted closure</i>	Randugunting, Banyuabanng, Wonocolo, Nglobo, Semanggi
Tuban	<i>Sandstone</i>	<i>Anticline on Flower stucture,</i> <i>faulted closure</i>	Candi, Ngiono, Tawun
Kujung	<i>Limestone/</i> <i>sandstone</i>	<i>Drapping, carbonate buid-up,</i> <i>faulted closure</i>	Mudi, Sukowati, Banyuurip, Cendono
Ngimbang	<i>Limestone/</i> <i>sandstone</i>	<i>carbonate buid-up,</i> <i>stratigraphy, filled block,</i> <i>alluvial fan</i>	Pagerungan gas, Suci A & B, West kangean gas

3. Batuan Penutup

Secara umum biasanya yang berperan sebagai batuan penutup adalah lempung, evaporit (*salt*), dan batuan karbonat (*limestone & dolomite*).

4. Mekanisme Migrasi

Secara umum migrasi dibagi menjadi dua, yaitu migrasi primer dan migrasi sekunder. Migrasi primer adalah pergerakan hidrokarbon keluar dari batuan induk menuju bautan reservoar, sedangkan migrasi sekunder adalah pergerakan hidrokarbon dari satu reservoar ke reservoar lainnya melalui patahan ataupun *up-dip* (Moehadi, 2010).

Migrasi primer yang terjadi pada interval waktu Pliosen-*Recent*, dimana hidrokarbon yang ter-*generate* dari Formasi Ngimbang masuk langsung ke struktur perangkap akibat tektonik Plio-Pleistosen (Ngrayong-Wonocolo-Ledok) melalui media jalur patahan. Migrasi ini berlangsung di pemerangkapan hidrokarbon pada lapangan Gabus, Tungkul, Trembul, Metes, Banyuasin, Semanggi, Ledok, Nglobo, dan Banyuabang.

Migrasi sekunder yang telah terjadi setelah tektonik Plio-Pleistosen, dimana hidrokarbon yang sudah terperangkap pada lapisan reservoir sembulan karbonat Kujung-Tuban, akibat pengaruh aktivitas tektonik dan perubahan konfigurasi kemiringan lapisan batuan akhirnya bermigrasi lagi masuk ke perangkap batupasir Ngrayong, Wonocolo, Ledok, dan Lidah.

5. Perangkap (*Trap*)

Perangkap struktur merupakan target eksplorasi yang paling sering dicari karena jenis perangkap ini mudah dideteksi. Pada umumnya perangkap ini merupakan sebuah antiklin yang pembentukannya akan sangat berkaitan erat dengan aktivitas tektonik di daerah tersebut. Sedangkan perangkap stratigrafi adalah jebakan yang terbentuk dan berhubungan dengan perubahan tipe batuan baik secara lateral maupun vertikal dan ketidakselarasan.

Sebagian besar jebakan yang berkembang di Cekungan Jawa Timur Utara adalah perangkap struktur dan stratigrafi yang terbentuk pada umur Miosen, yaitu *carbonat buil-up* pada masa Oligosen Akhir-Miosen Awal dan struktur *Uplift* yang terjadi pada masa Miosen Awal-Miosen Akhir.