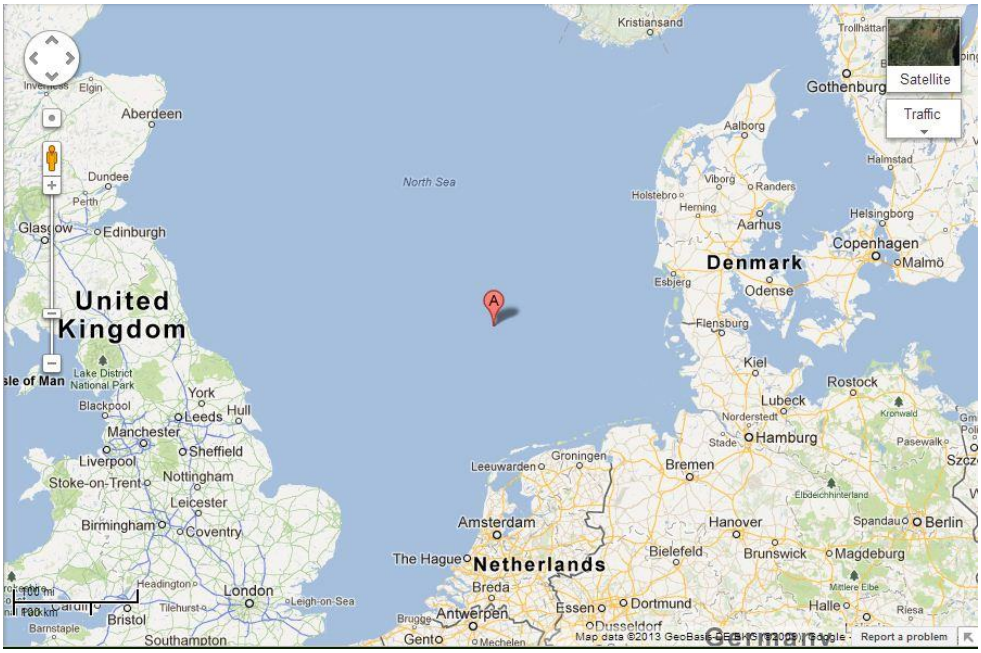
BAB II
TINJAUAN GEOLOGI

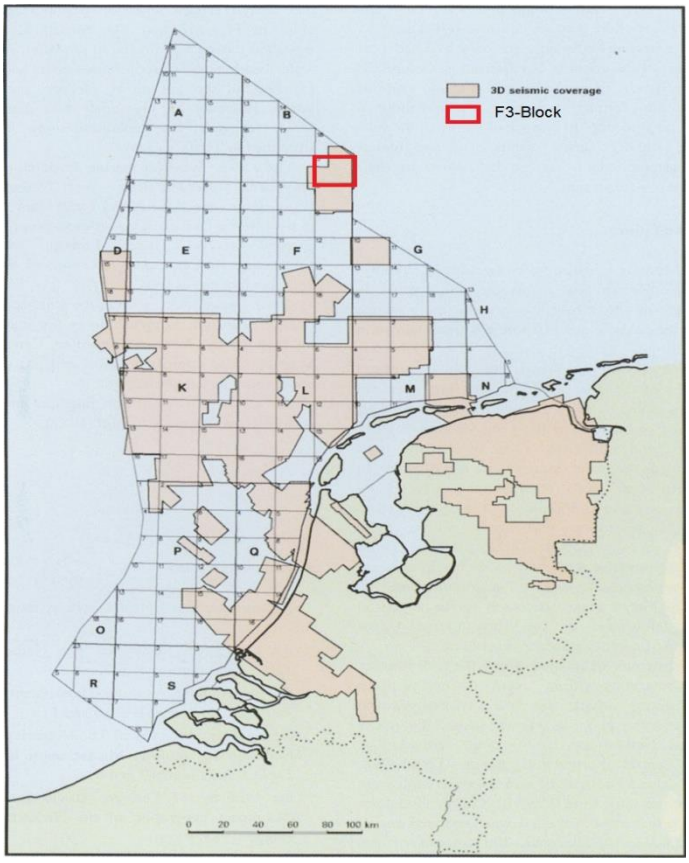
2.1 Geologi Regional Daerah Penelitian



Gambar 2.1. Lokasi Lapangan F3 *Southern North Sea* Netherland

Lapangan F3 adalah sebuah blok di sektor Belanda di Laut Utara. Pada lapangan ini telah dilakukan akuisisi 3D seismik untuk eksplorasi minyak dan gas yang terbentuk pada zaman *Upper Jurassic* sampai *Lower Cretaceous*. Pada kedalaman di atas 1200 ms terdapat reflektor yang terbentuk pada zaman *Miosen*, *Pliosen*, dan *Pleistosen*. *Sigmoidal bedding* pada skala besar dengan mudah terlihat dimana terdiri dari deposit sistem *fluviodeltaic* berskala besar yang menguras sebagian besar dari wilayah Laut Baltik (Rensen *et al*., 1997).

Paket delta terdiri dari pasir dan serpih, dengan porositas keseluruhan cukup tinggi (20-33%). Di daerah tersebut terdapat beberapa *carbonate cemented streaks*. Sejumlah fitur menarik dapat diamati di sini. Fitur yang paling mencolok adalah *sigmoidal bedding* pada skala besar, *downlap*, *toplap*, *onlap* dan struktur pemotongan.



Gambar 2.2. Area studi lapangan F3

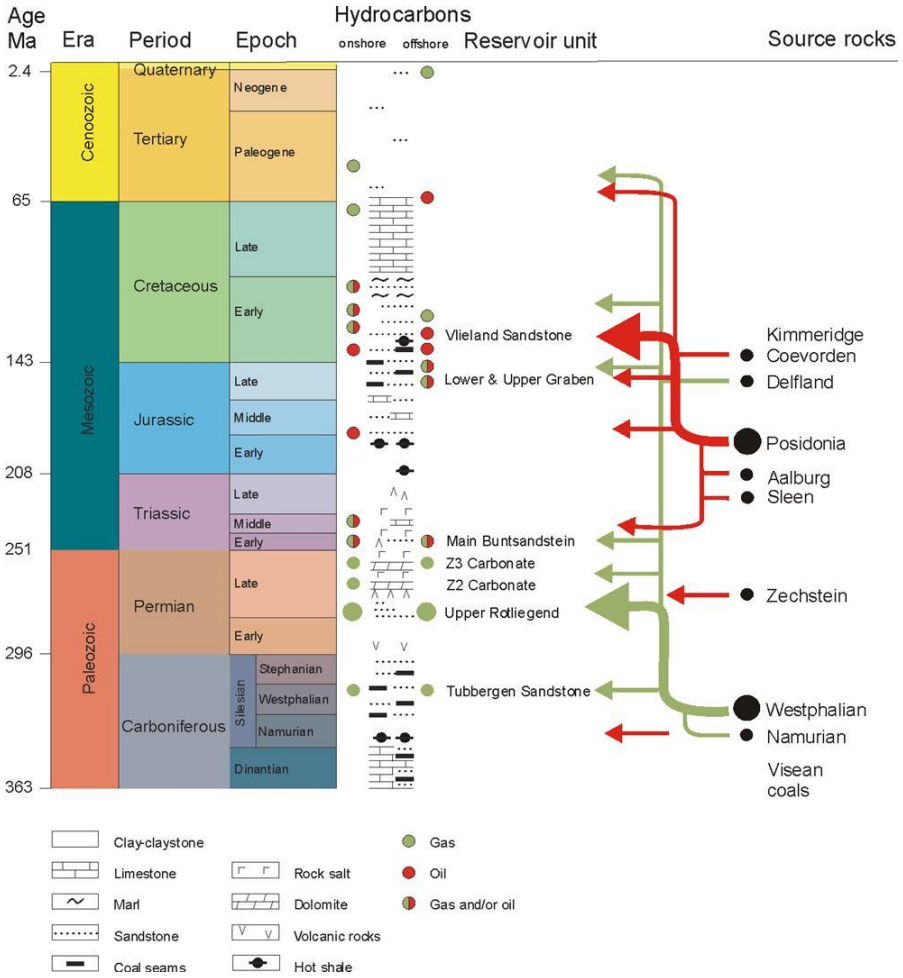
Pada cekungan yang luas, cekungan sedimen *North sea* bagian selatan dapat dilihat sebagai cekungan yang didominasi oleh *rifting*. Proses *rifting* terjadi paling banyak pada era *Mesozoic*. *Rifting* telah dimulai pada periode *Triassic* dan mencapai puncaknya pada periode *Jurassic* dan awal *Cretaceous*. Proses ini terjadi dengan variasi fase tektonik extensi Kimmerian yang berkaitan dengan proses terbentuknya Samudra Atlantik. *Rifting* secara aktif diikuti oleh fase *post-rift* dari akhir *Creaceous* sampai sekarang. *Rifting* secara aktif tersebut dicirikan oleh terdapatnya *subsidence* pada cekungan dengan mengabaikan beberapa gaya kompresi tektonik selama periode akhir *Cretaceous* dan *Tertiary*. Selama fase *post-rift*, cekungan terakumulasi sekuen sedimen yang tebal. Didalam cekungan sedimen ini, *source rock* hidrokarbon yang utama adalah *Westphalian coal-beds* untuk gas dan *Lower* Jurassic *Posidonia shale* untuk minyak (Schroot *et al.*, 2003). Gaya tektonik regional yang signifikan terjadi pada periode *Mid Miocene*, menghasilkan ketidakselarasan. Permukaan ini sekarang terendapkan pada rentang kedalaman 1000 – 1500 m.

Transgresi Holsteinian telah mengakibatkan sebagian besar bagian utara sektor Belanda terbentuk dalam lembaran pasir pada transgresi laut dengan beberapa lempung dekat batas daerah transgresi. Jembatan di sekitar batas dari daerah bekas es Elsterian secara bertahap tergusur. Glasial Saalian yang berikutnya membawa es Skandinavia ke bagian timur sektor Belanda dimana terdapat *tills*, lempung glasial dan *outwash* berpasir. Saluran glasial jumlahnya lebih sedikit dan jauh lebih dangkal, tetapi dorongan es dan cekungan lidah lebih umum terjadi. Transgresi Eemian menghasilkan pasir transgresi. Turunnya permukaan laut pada interglacial Eemian akhir tergabung dengan sisa-sisa dari kondisi glacial morfologi dasar laut yang membentuk lembaran tanah liat tersimpan di dalam depresi, dimana yang terbesar berpusat di sekitar *Brown Ridge* (Cameron *et al*., 1989). Lembaran-lembaran *clay* ini mampu mempertahankan gas di dekat dasar laut. Es Inggris yang berasal dari glasial termuda, yakni *Weichselian*, yang menutupi NW sektor Laut Utara Belanda menyebabkan deposit yang terdiri dari lempung, pasir dan glasial dan saluran glasial. *Dogger bank* yang terdiri dari pasir glasial dengan ketebalan yang cukup dibentuk ulang oleh transgresi berikutnya. Di tempat lain, di luar batas es, pasir diskontinu yang tertiup angin dan saluran fluvial dapat ditemukan. Saluran glasial dan fluvial ini, besar dan kecil, mungkin berisi gas yang telah tersebar.

Proses interglacial yang terjadi saat ini, Holocene, sejauh ini telah memperlihatkan sejumlah sektor Belanda yang tenggelam. Hal ini mengakibatkan deposit yang tersebar, tipis, berlumpur, lagoonal dan pasang surut yang datar di sebagian besar tempat yang ditindih oleh lembaran pasir transgresif di dasar laut. Di bagian selatan, pasir terbawa oleh arus pasang surut ke arah utara, di tempat lain pasir dasar terisi oleh pasir glasial. Depresi yang berbentuk piring besar antara Dogger Bank dan Kepulauan Frisian memiliki pasir berlumpur dan lumpur di dasar laut. Pasir yang berada di bawah tempat-tempat sedimen dasar laut yang berlumpur ini menunjukkan bukti adanya gas yang tersebar.

2.2 *Petroleum System* Daerah Penelitian

Blok F3 merupakan area Belanda yang terletak pada *North sea*. *Block* tersebut merupakan area akuisisi *seismic* 3D untuk mengeksplorasi minyak dan gas pada strata *Upper Jurassic* sampai *Lower Cretaceous*. Keberadaan *source rock* utama untuk minyak yaitu *Posidonia shale*, terdapat pada era *Mesozoic*. *Pesidonia shale* kemudian terakumulasi kedalam unit *reservoir* utama *Vieland sandstone* dimana ini menjadi sebuah *channel* yang terletak pada kurun waktu *Early Cretaceous*. Keberadaan *source rock* utama untuk gas yaitu *Westphalian coals*, terdapat pada era *Paleozoic*. *Westphalian coals* kemudian juga terakumulasi kedalam unit *reservoir* utama *Vieland sandstone* dan nampak sebagai *shallow hydrocarbon*. *Petroleum system* pada Gambar 2.3 menunjukkan panah-panah (merah dan hijau) yang menjelaskan asal *source rock* yang berasosiasi dengan *reservoir* minyak/gas.

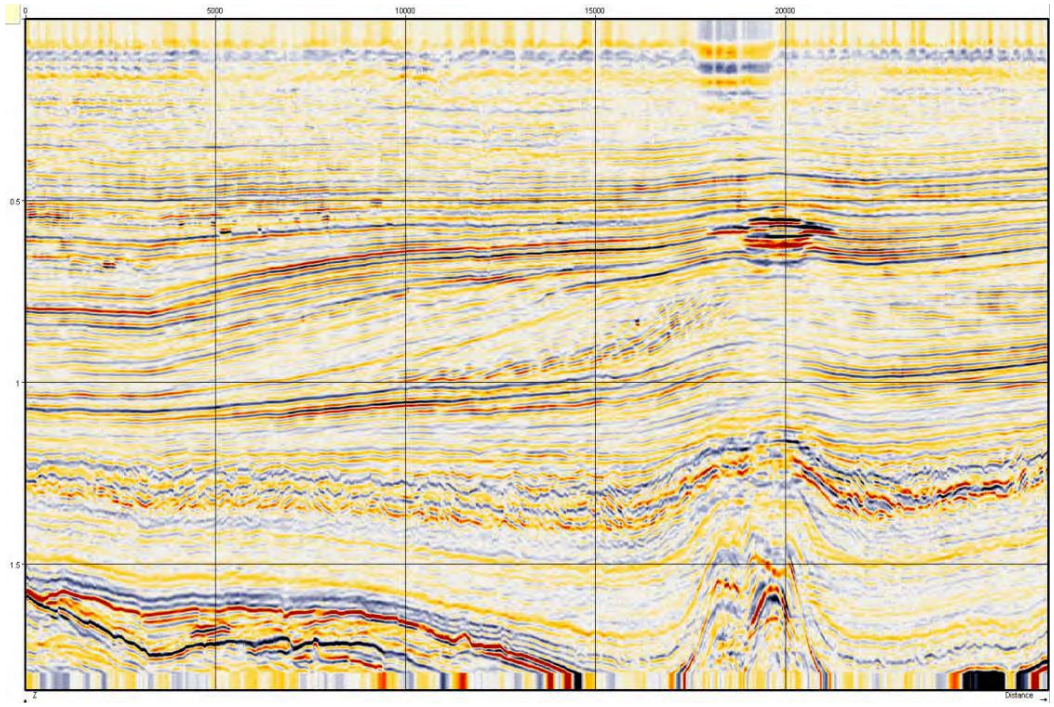


Gambar 2.3 Sistem hidrokarbon bawah permukaan Northsea

2.3 Ekspresi Bawah Permukaan Daerah Penelitian

2.3.1 *Bright Spots*

Salah satu indikator langsung adanya hidrokarbon yang paling terkenal pada data seismik adalah *bright spots. Bright spots* adalah *anomaly* amplitudo yang tinggi disebabkan oleh penurunan yang kuat dalam impedansi akustik di bagian atas dari suatu *reservoir* yang diisi dengan hidrokarbon. Efek *bright spots* berkurang sejalan dengan kedalaman yang bertambah besar, dan lebih kuat indikasinya terhadap gas dibandingkan dengan minyak, sehingga contoh *bright spots* umumnya berhubungan dengan *reservoir* gas dangkal. Jika *reservoir* cukup tebal, biasanya ditandai dengan amplitudo tinggi dengan fasa yang berlawanan, yang disebabkan oleh kontras impedansi pada *gas water contact* (*flat spot*). Dalam hal ini, pada unit *reservoir* tipis, dua refleksi tidak dapat dibedakan. Gambar 2.4 menunjukkan contoh dari survey 3D di blok F3 seperti *bright spot* di atas *flat spot* (Schmitt M., 1996).



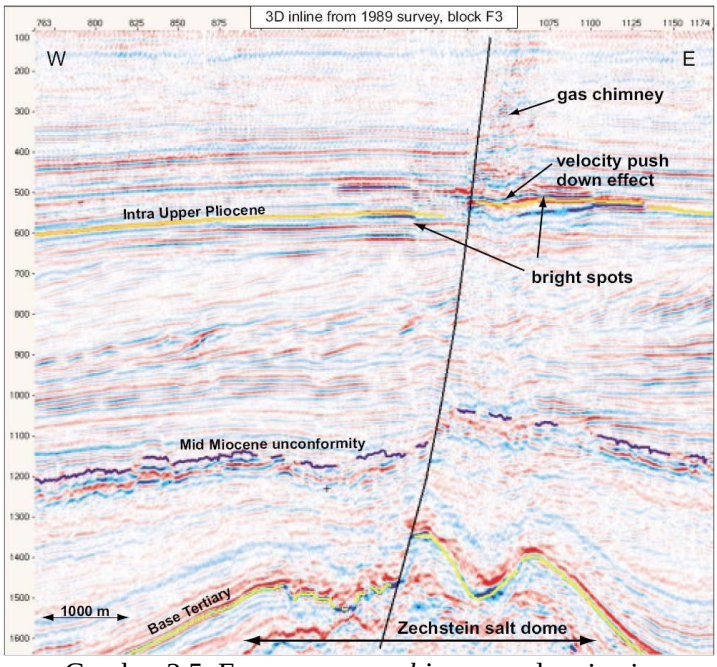
Gambar 2.4. Fenomena *bright spot* di atas *flat spot* pada seismik

2.3.2 Anomali Seismik yang Mengindikasikan Kebocoran

Istilah “anomali seismik yang mengindikasikan kebocoran” digunakan untuk menggambarkan ekspresi bawah permukaan yang mungkin berkaitan dengan kebocoran atau rembesan. Ini adalah istilah objektif dan deskriptif, yang akan mencakup lebih interpretatif *gas chimneys*, yang sering ditemukan dalam literatur tentang migrasi hidrokarbon. Fenomena seperti indikasi langsung dari kebocoran di sepanjang lintasan patahan, dan akumulasi gas yang lebih kecil ditunjukkan dengan amplitudo yang tinggi terletak di sepanjang sisi-sisi lembah glasial.

2.2.3 *Gas Chimneys*

Salah satu jenis anomali seismik yang mengindikasikan kebocoran hidrokarbon adalah *gas chimneys*. *Gas chimneys* atau *seismic chimneys* adalah gangguan vertikal dalam data seismik yang ditafsirkan terkait dengan gerakan fluida atau gas bebas ke atas. Heggland *et al*. (2000) dan Meldahl *et al*. (2001) telah melaporkan contoh pada *seismic chimneys*, dan juga menunjukkan nilai tambah sistem deteksi otomatis dan analisis fitur ini dalam data *cube* seismik 3D. Mereka menyebutkan bahwa sebagian besar gangguan vertikal dicirikan oleh amplitudo seismik yang rendah, dan koherensi rendah.



Gambar 2.5. Fenomena *gas chimney* pada seismic