



PEMETAAN PERMEABILITAS POTENSIAL SEBAGAI TARGET RESERVOIR PADA AREA PANASBUMI ULUBELU, LAMPUNG (R163)

M. Yustin Kamah

Divisi Panasbumi Direktorat EP - PERTAMINA
Gd. Kwarnas Lt.6, E-mail myka@link.net.id,
Jl. Merdeka Timur 6 Jakarta 10110

Kata Kunci : Metode Kualitatif, Permeabilitas Potensial, Reservoir Panasbumi Ulubelu

INTISARI

Distribusi permeabilitas potensial memegang peranan kunci dalam pengelolaan reservoir lapangan panasbumi disamping temperatur, tekanan dan fluida. Rencana pengembangan pemboran lapangan panasbumi sangat ditentukan oleh pola dan karakteristik perangkap fluida reservoir yang tercermin dari distribusi permeabilitas sebagai target pemboran. Penentuan target zona pemboran pada prognosis yang tepat akan menghindarkan kegagalan dalam merealisasikan pemboran.

Prospek Ulubelu termasuk dalam rencana proyek pengembangan area panasbumi di bagian selatan P. Sumatra dan telah dibor 3 (tiga) sumur slimhole yang mencapai kedalaman masing-masing 1200m (UBL-1), 928m (UBL-2) dan 967m (UBL-3). Hasil pemboran ketiga sumur tersebut menunjukkan keberadaan permeabilitas lateral pada elevasi + 150-250m apl. dan permeabilitas lain pada elevasi yang lebih dalam (< 0m bpl). Pola distribusi kedua zone permeabilitas tersebut perlu dipertegas dalam rangka penyusunan prognosis pemboran pengembangan selanjutnya.

Metode kualitatif yang digunakan dalam pemetaan permeabilitas potensial terdiri dari analisis data permukaan dan data bawah permukaan. Data permukaan meliputi stereomikroskop landsat, gempa mikro, dan struktur mikro. Data bawah permukaan meliputi analisis mineral hidrotermal, data pemboran, uji hilang air, uji transmisivitas, build-up test, dan uji produksi sumur. Kombinasi kedua data tersebut akan mempertegas akurasi zona target.

Hasil analisis menunjukkan bahwa distribusi permeabilitas pada elevasi + 150-250m apl penyebarannya dikontrol oleh kontak litologi dan ketidakselarasan. Permeabilitas pada elevasi lebih dalam dikontrol oleh bidang struktur dalam koridor en echelon fractures.

Zona rekahan buka pada inti batuan sumur UBL-1 merupakan contoh efek kinerja struktur. Kombinasi perangkap struktur dan stratigrafi yang mengontrol permeabilitas potensial Area Panasbumi Ulubelu merupakan target pengembangan yang akan datang dengan tingkat prioritas berturut turut Blok Rindingan, Blok G.Duduk dan Blok Kukusan.

I. PENDAHULUAN

Pada dasarnya pola pengembangan dan pengelolaan energi panasbumi hanya bertumpu pada tiga faktor utama yaitu temperatur, permeabilitas dan fluida panasbumi (Hanano, 2000).

Merujuk pada pengalaman - pengalaman yang dijumpai di beberapa lapangan panasbumi yang beroperasi di Indonesia, seperti lapangan panasbumi Kamojang, G. Salak, Darajat, Lahendong dan Dieng, maka dapat diklasifikasikan bahwa pengembangan energi panasbumi untuk tujuan kelistrikan membutuhkan temperatur antara 220 - 280°C, permeabilitas > 5 - 100 Dm, dan fluida panasbumi uap atau dua fasa, (Kamah et al., 2000).

Agaknya permeabilitas lebih banyak berfungsi sebagai mediator pergerakan fluida daripada sebagai wadah jebakan fluida. Peranan seperti itu menyebabkan permeabilitas lebih sering dibicarakan di kalangan geothermal professionals sebagai penentu utama yang berkaitan dengan tingkat keekonomian dan kelayakan cadangan potensial. Peranan yang sangat strategis itulah kemudian yang mendasari penulis untuk mengangkatnya sebagai tofik bahasan di dalam paper ini.

II. AREA PANASBUMI ULUBELU

2.1. Gambaran Umum

Prospek panasbumi Ulubelu terletak sekitar 80km sebelah barat Kota Tanjungkarang (**Gambar-1**), dapat dicapai dengan mudah menggunakan kendaraan roda empat. Status akhir area panasbumi Ulubelu berada dalam kategori pengembangan eksplorasi.

Tahun 1990-1993, Divisi Panasbumi telah melakukan kegiatan eksplorasi. Hasil evaluasi menunjukkan area panasbumi Ulubelu mempunyai luas 30 Km² dengan cadangan potensi sumber daya kelistrikan 300 MWe (**Gambar 2**). Tahun 1995 dilakukan pemboran 3 (tiga) buah sumur slimhole dengan realisasi kedalaman berturut-turut 1200m (UBL-1), 928m (UBL-2) dan 967m (UBL-3) pada elevasi +736m, +850m dan +700m apl. Realisasi dan evaluasi hasil pemboran menunjukkan potensi terbukti (proven by drilling) > 5 MWe yang diperoleh dari hasil uji produksi dengan asumsi recovery factor minimal 30 %. Kualitas fluida 95-99 % uap, enthalpy 2700-2750 Kj/Kg, produksi 8.9 Ton/Jam pada tekanan kepala Sumur (TKS) 2.8 Ksc dengan konsentrasi khlorida < 1 ppm (Kamah, 1999). Kajian reservoir menunjukkan bahwa uap yang diproduksi hanya berasal dari feed zone bagian atas reservoir (+150 - +250m) sedangkan pada "feed zone bagian bawah (< 0m) belum tersentuh sama sekali. Untuk itu perhitungan potensi terbukti secara keseluruhan belum dapat dilakukan, mengingat data potensi bagian bawah reservoir belum diketahui.

2.2. Permasalahan

Pengertian zona permeabel potensial di lingkungan kepanasbumian adalah lokasi di bawah permukaan yang terbuka dan terisi fluida, terperangkap dalam jumlah besar, dikontrol oleh temperatur serta tekanan tertentu, akibat aktifitas panasbumi. Pemahaman terhadap zona permeabel ditinjau dari berbagai aspek yang berkaitan sangatlah penting karena dengan cara sistematis demikian, kesinambungan pengembangan lapangan bisa diatur dan direncanakan secara optimal.

Seringkali keraguan penentuan target dan sasaran pemboran menjadi kendala utama didalam prognosis, hal itu disebabkan karena lapangan yang akan dikembangkan belum mempunyai peta distribusi permeabilitas dan zona potensial feed zone yang jelas dan akurat. Sampai saat ini, baru area panasbumi Kamojang dan Lahendong yang telah mempunyai peta distribusi permeabilitas (Sudarman, Pers. Comm., 2000) sedangkan lapangan lainnya yang di operasikan dan dikembangkan oleh Pertamina belum mempunyai peta distribusi permeabilitas, termasuk area panasbumi Ulubelu. Hasil pemboran 3 (tiga) sumur slimhole di dalam area panasbumi Ulubelu telah memberikan data distribusi permeabilitas secara vertikal akan tetapi masih perlu dipertegas lagi dalam rangka penyusunan rencana pengembangan yang akan datang.

III. PERMEABILITAS

3.1. Konsep Dasar

Konsep dasar permeabilitas sangat erat kaitannya dengan hukum dasar aliran fluida melalui media berpori, yang dikenal dengan hukum Darcy (Darcy's Law). Hal tersebut merupakan hukum dasar secara empiris yang pertama kali disampaikan oleh Henry Darcy tahun 1856 (Rivera.J., 1995). Secara konseptual Rivera (1995) selanjutnya membagi permeabilitas berdasarkan medianya menjadi matrix permeability, fracture permeability dan system kombinasi (matrix permeability + fracture permeability). Matrix permeability umumnya didefinisikan sebagai single porosity sistem terutama pada material seperti batuan sedangkan fracture permeability berkaitan dengan satu rekahan atau suatu rangkaian rekahan.

Konsep permeabilitas didalam skop kepanasbumian lebih diorientasikan pada wadahnya secara proporsional, yaitu primary permeability dan secondary permeability (Browne, 1996). Primary permeability meliputi batuan, kontak lapisan batuan, ketidakselarasan dan ancient solution features yang juga secara keseluruhan dikenal dengan pendekatan stratigrafi. Secondary permeability meliputi patahan-patahan, hydraulic fracturing, kekar-kekar (joints) dan hydrothermal leaching.

3.2. Penentuan Zona Permeabel

Penelusuran zona permeabel reservoir area panasbumi Ulubelu dapat dilakukan dengan menggunakan analisa struktural, stratigrafi, kombinasi struktural dan stratigrafi, gempa mikro dan pemboran.

Penelusuran tanda-tanda struktur antara lain analisa kenampakan gejala-gejala panasbumi melalui foto udara dan citra landsat, review pola distribusi batuan dan kontak batuan serta kenampakan penyebaran lineament regional. Identifikasi zone patahan potensial melalui kenampakan gejala-gejala

selama proses pemboran antara lain hilang sirkulasi fluida, analisa serbuk dan inti batuan, dan lain-lain.

Analisa stratigrafi meliputi kondisi batuan, jenis batuan, kontak formasi dan ketidakselarasan (unconformity)

Analisa kombinasi struktur dan stratigrafi mencakup keterdapatan secara bersama-sama kedua elemen tersebut yang membentuk zone permeabel terlokalisasi seperti kombinasi patahan dengan kontak batuan atau kekar-kekar (joints) dengan kontak batuan atau dengan ketidakselarasan. Kontak batuan terkadang bertindak sebagai sarana pembentukan struktur sesar normal (gravity fault).

Penelusuran zona permeabel juga dapat dilakukan dengan melihat distribusi tingkat kegempaan mikro. Semakin besar tingkat kegempaan, maka semakin besar arus aliran fluida di bawah permukaan masuk ke dalam reservoir (**Gambar 2**).

Penelusuran jejak-jejak permeabilitas potensial di bawah permukaan atau di reservoir paling akurat melalui hasil pemboran. Selain itu juga akan lebih baik jika dapat dilakukan survei FMS (formation micro scanner) dan spinner (Kamah et al., 2000)

IV. HASIL DAN DISKUSI

4.1. Identifikasi Zona Permeabilitas Potensial

Daerah prospek panasbumi Ulubelu terbentuk didalam suatu rentetan kejadian tekto-vulkanik yang collapse membentuk depresi (Bemmelen, 1949). Kegiatan tektonik yang berkembang, berasal dari suatu mata rantai kejadian regional yang menyusuri pematang Pulau Sumatera, membentuk patahan-patahan semangko yang bersambung-sambung dari selatan ke utara atau sebaliknya, (**Gambar 3**).

Didalam depresi Ulubelu berkembang lagi patahan patahan terlokalisasi yang terbentuk akibat eksese gerakan tektonik regional Semangko maupun oleh gravity forces yang bergerak untuk mencari posisi keseimbangan (**Gambar 4**). Pada gambar tersebut dapat dijelaskan yakni bagian selatan - tenggara Ulubelu merupakan zona pertemuan antara 2 koridor frakturasi utama N60°E dan N135°E, yang memberi gambaran bahwa pada zone tersebut secara struktural merupakan bagian yang mempunyai kecenderungan permeabilitas paling bagus dibandingkan dengan bagian lain (SMK.-Pertamina, 1993). Berikutnya adalah bagian utara dari pertemuan kedua koridor tersebut yang masih berada di dalam zone koridor N135°E. Oleh karena koridor ini relatif lebih muda di banding dengan koridor N60°E, maka kehadiran patahan-patahan dekstral NNW-SSE yang merupakan hasil reaktifasi en echelon fractures oleh gaya-gaya tektonik berarah N135°E agaknya menjanjikan potensi permeabilitas baru di sektor utara.

Berkaitan dengan uraian di atas, maka salah satu bukti keberadaan struktur bawah permukaan dapat dilihat pada conto batuan inti pemboran sumur UBL-1 pada kedalaman 950m yaitu terdapat rekahan buka (2-4 cm).

Di dalam reservoir Ulubelu, perangkap stratigrafi berupa kontak formasi antara formasi Rindingan (umur 1.41 juta tahun) dengan formasi Sula (4.5 juta tahun) yang membentuk bidang ketidakselarasan pada elevasi (+ 150 s/d +250m apl). Bukti lain ketidakselarasan adanya endapan danau berupa lempung hitam

(tebal 15-20m) yang menyebar relatif lateral dan dijumpai pada ketiga sumur slimholes, sehingga lapisan lempung hitam tersebut dapat bertindak sebagai key-bed marker distribusi zone permeabel secara lateral. Sifat fisik lempung hitam yang relatif elastis dan mudah hancur, menjanjikan ruang gerak lebih longgar bagi fluida untuk bermigrasi atau terakumulasi.

Dari tiga sumur slimhole yang telah ada, tidak dijumpai suatu perangkat kombinasi antara struktur dan stratigrafi pada suatu titik kedalaman tertentu akan tetapi yang ada sebetulnya adalah rangkaian perangkat yang saling berkaitan. Sebagai salah satu bukti adalah uap yang terperangkap di dalam zone ketidakselarasan bagian atas reservoir Ulubelu (Elevasi +150 s/d +250m apl), berasal dari proses migrasi dari suatu zone rekahan di bagian dalam reservoir yang diyakini belum tertembus pemboran hingga saat ini.

Tinjauan teknis lebih mengarah pada pendekatan kuantitas, kualitas dan kapasitas permeabilitas berdasarkan hasil pemboran. Kajian menyeluruh terhadap fungsi-fungsi pemboran yang berkaitan dengan aspek permeabilitas, menggambarkan bahwa kualitas permeabilitas feed zone I (+150 s/d +250m apl) relatif lebih kecil (antara 1.8 - 2.5 D-m) dibandingkan dengan permeabilitas di feed zone II (< 0 m sea level) rata-rata (2.8-5 D-m). Perbedaan yang cukup signifikan tersebut, memberikan gambaran bahwa terdapat indikasi keterbatasan permeabilitas potensial yang lebih besar lagi di bagian bawah reservoir yang cukup menjanjikan dan belum tereksplorasi. Selain data tersebut di atas juga didukung oleh data ratio K₂O/Na₂O dan rasion Orthoklas/Albit yang membesar sesuai kemajuan kedalaman (**Gambar 5**).

4.2. Distribusi Zona Permeabilitas Potensial

Distribusi permeabilitas reservoir area panasbumi Ulubelu dibagi menjadi 2 kategori yaitu distribusi secara vertical dan distribusi secara lateral (**Gambar 6**). Secara vertical dan lateral terlihat bahwa distribusi permeabilitas dari arah tenggara (UBL-1) ke arah G. Rindingan relatif mengecil (UBL-3).

Kaitannya dengan uraian tersebut di atas, maka reservoir panasbumi Ulubelu dikontrol oleh sekitar 3 (tiga) zona permeabilitas potensial, terdiri dari zona permeabilitas Blok Rindingan di bagian utara, zona permeabilitas Blok G.Duduk di bagian selatan - tenggara dan zona permeabilitas Blok Kukusan (**Gambar 7**).

Kaitannya dengan prospek pengembangan proyek ini ke depan, maka diusulkan rencana pemboran eksplorasi dalam di Blok Rindingan (Masdjuk, Pers. Comm., 2000) untuk membuktikan potensi energi panasbumi di bagian bawah reservoir Ulubelu.

V. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berdasarkan uraian singkat di atas, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan :

Ø Zone permeabel di daerah reservoir Ulubelu terdiri dari zone permeabel pada elevasi +150 s/d +250 mapl. dan zone permeabel pada elevasi < 0m, yang dibagi dalam 3 (tiga) blok yaitu Blok Rindingan, Blok G.Duduk dan Blok Kukusan.

Ø Secara kualitatif hasil analisa permeabilitas memberi gambaran mengecil ke arah Utara G.Rindingan dan membesar ke arah tenggara. Secara vertikal juga menunjukkan bahwa semakin ke dalam, permeabilitas semakin besar.

Ø Keberadaan rekahan buka di sumur UBL-1 (elev. - 200m bpl) dan jebakan uap di elevasi +150 s/d +250 mapl memberi gambaran adanya sumber fluida di bagian bawah reservoir yang belum tertembus oleh pemboran 3 (tiga) sumur slimhole.

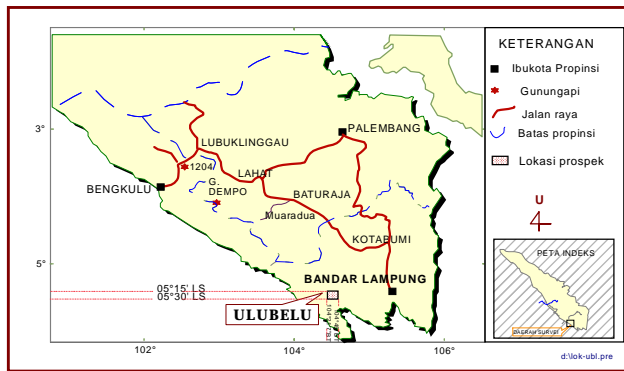
Ø Direkomendasikan untuk membuktikan keberadaan sumber fluida di bagian bawah reservoir dengan pemboran dalam sekitar 2000m (Depth Elev. - 1200-1500m bpl).

UCAPAN TERIMA KASIH

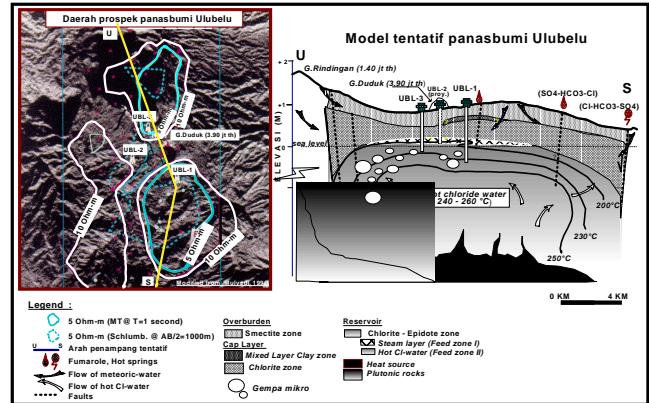
Terima kasih disampaikan kepada Management Pertamina, khususnya Management Divisi Panasbumi atas izin untuk mengikutkan paper ini dalam berpartisipasi pada Lomba Karya Tulis II EP 2001.

REFERENSI

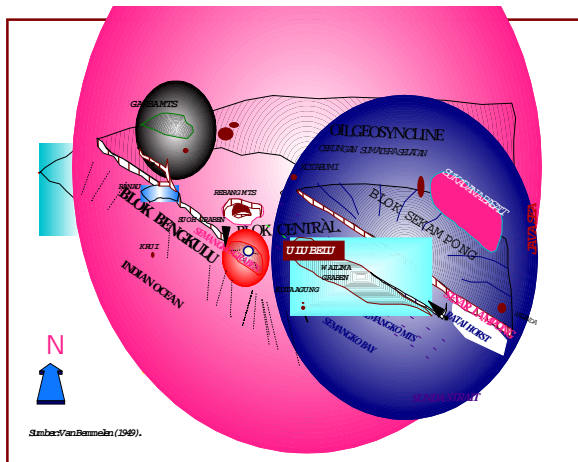
1. Bemmelen, Van R.W., 1970, The Geology Of Indonesia. Vo. IA, Gen.Geo. of Ind. And Adjacent Arch., Second Edit., Printed in the Netherland, P.732.
2. Browne, P.R.L., 1996, Geothermal Exploration Technology Pre-advanced Class. Inhouse Training, Cirebon, 1986, pp.1-30.
3. Hanano, M., 2000, Two Different Roles Of Fractures in Geothermal Development. Proceed.in WGC-2000 Kyushu-Tohoku Japan, pp.2597-2602.
4. Kamah, M.Y., 1999, Antisipasi Discharge Dan uji Produksi Panabumi Dengan Metode Continuous Air-Lifting Pada Kasus Reservoir Panasbumi Ulubelu, Lampung. Paper Dipresentasikan pada LKT EP I PERTAMINA, Jakarta, 8 Hal.
5. Kamah, M.Y., Negara, C., Pulungan, I., & Budiardjo, B., 2000, Identification Of Potential Permeability Zones In The Ulubelu Geothermal Reservoir Lampung, Indonesia. Proceed in IAGI 29Th 2000 Bandung, 7 hal.
6. Rivera, L., 1995, Reservoir Engineering Aspects Related To Injection. Course on Injection Tech., IGA., pp.1-64
7. Sarana Multi Karsa, PT & PERTAMINA, 1993 : Analisa struktur mikro dan pemetaan hazard geologi daerah Ulubelu, Lampung. Divisi Panasbumi - Pertamina, Tidak dipublikasi, Indonesia, 26 hal.



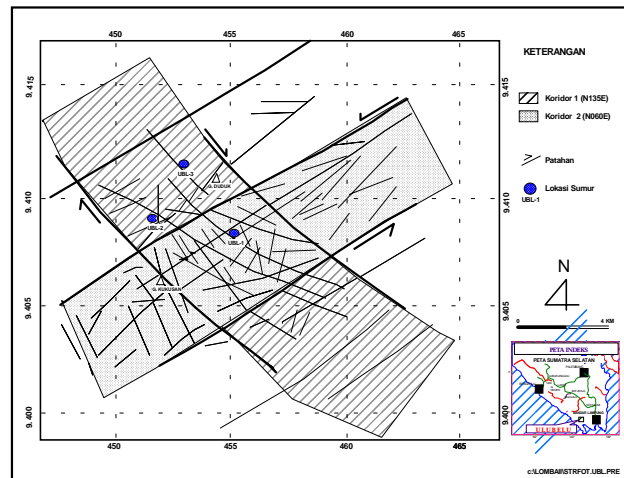
Gambar 1. Peta lokasi Area Panasbumi Ulubelu, Lampung



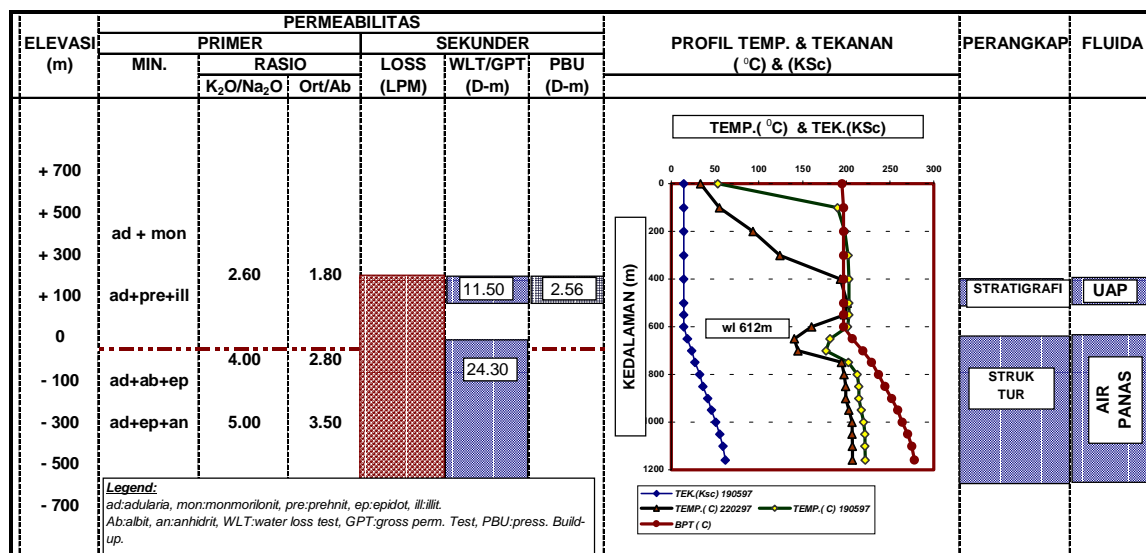
Gambar 2. Peta prospek dan model tentatif panasbumi Ulubelu



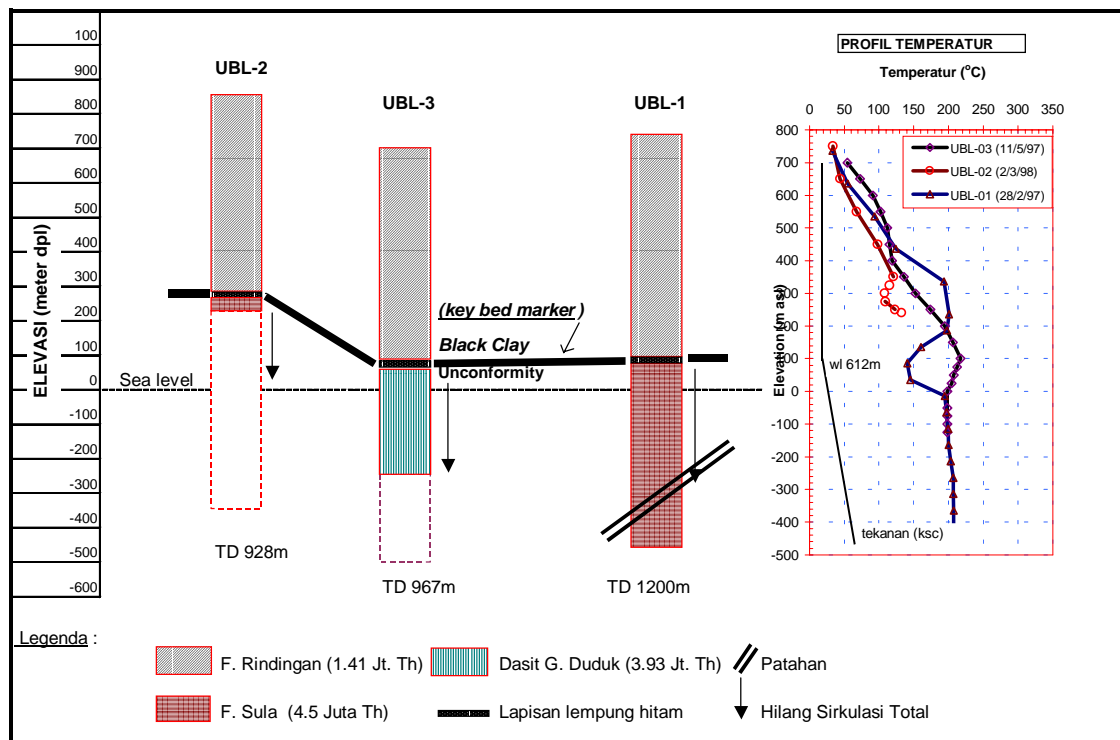
Gambar 3. Kerangka tektonik Sumatra Selatan



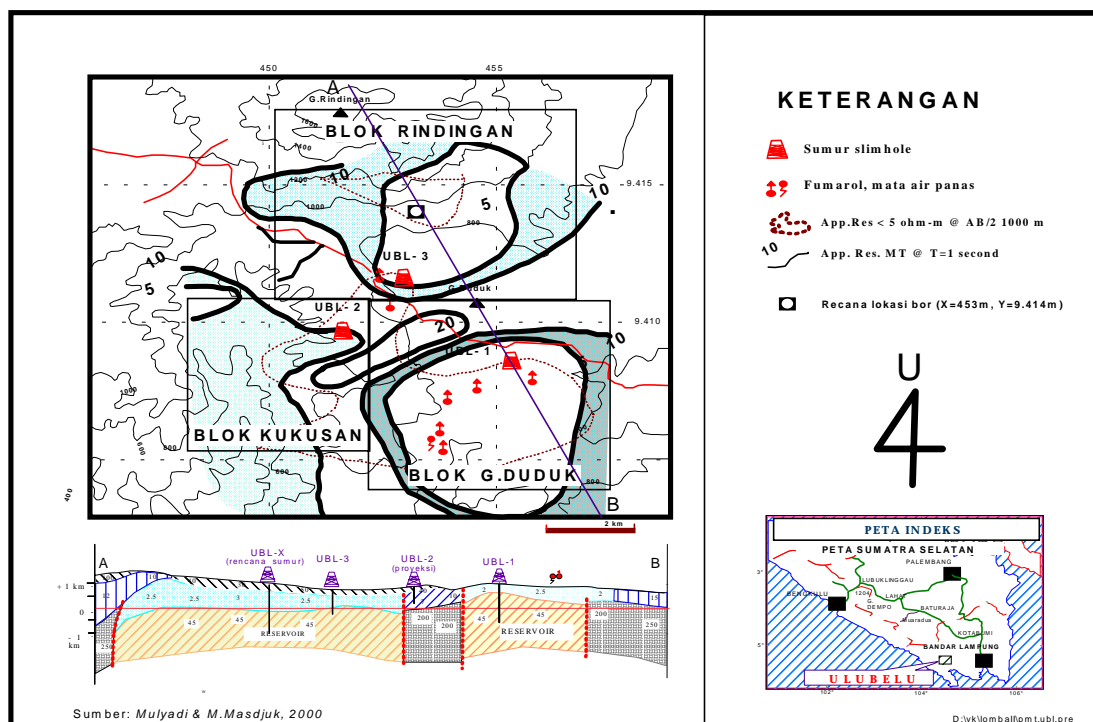
Gambar 4. Pola utama struktur patahan Area Panasbumi Ulubelu



Gambar 5. Log parameter dan potensi reservoir panasbumi Ulubelu, Lampung



Gambar 6. Korelasi lateral sumur-sumur Ulubelu, Area Panasbumi Ulubelu



Gambar 7. Peta dan penampang blok prospek Ulubelu