

POTENSI SUMBERDAYA, TIPE FLUIDA DAN SISTIM PANAS BUMI IE SU'UM - MASJID RAYA, KABUPATEN ACEH BESAR

Oleh:

Herry Sundhoro

Pokja Panas Bumi, Pusat Sumber Daya Geologi (PMG)

SARI

Paper ini merupakan hasil awal pekerjaan panas bumi yang dilakukan secara sistematik, dalam rangka pemanfaatan energi panas bumi bagi tenaga listrik di Kabupaten Aceh Besar.

Pekerjaan dimaksudkan untuk mengetahui potensi sumberdaya, tipe fluida dan sistim panas bumi sebagai pegangan dalam menentukan langkah eksplorasi lanjut.

Daerah Ie Su'um terletak di ujung barat laut daratan P. Sumatera. Manifestasi panas berada di antara 2 (dua) patahan Krueng Raya, arah barat barat laut-selatan tenggara, Gejala permukaan sebagai idikasi potensi panas di kedalaman, berupa munculan airpanas bersuhu 86 dan 86,4°C di elevasi 82 m dpl.

Karakteristik geologi dan geokimia menunjukkan airpanas tersebut bertipe klorida, sistim *up-flow*, luas daerah prospek $\pm 0,5 \text{ km}^2$, ditentukan berdasarkan anomali konsentrasi menciuri tanah dan CO_2 udara tanah nilai tinggi. Estimasi sumberdaya (*hipotetis*) $\pm 12 \text{ Mwe}$ (untuk daerah $0,5 \text{ km}^2$).

LATAR BELAKANG

Berdasarkan kondisi geologinya daerah Kabupaten Aceh Besar banyak memiliki sumber energi alternatif panas bumi.

Di dalam memenuhi konsumsi energi setempat, sejauh ini masih memakai energi minyak bumi berupa bensin dan solar yang harus dipasok dari lain daerah. Akibatnya subsidi yang diberikan menjadi mahal karena harga minyak bumi selalu dikonversikan dengan nilai dolar yang nilainya selalu melambung apabila dibandingkan dengan nilai rupiah.

Untuk memenuhi kebutuhan energi tersebut, perlu diupayakan sumber energi yang berasal dari daerah sendiri, diantaranya adalah energi panas bumi.

Kajian literatur menunjukkan ada mataair panas di Ie Su'um, Kecamatan Masjid Raya, Kabupaten Aceh Besar pada aluvium dan batuan vulkanik Kwartir Tua (Plistosen).

Guna pemanfaatan energi panas bumi di sini, telah dilakukan penghitungan potensi sumberdaya (*hipotesis*) berdasarkan karakteristik geologi dan fluida airpanas.

LOKASI

Secara administratif daerah bahasan berada di Desa Ie Su'um, Kecamatan Masjid Raya, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi NAD. Koordinat UTM di barat laut pada X= 782.493 mT; Y= 614300 mU, timurlaut pada X= 781940 mT, Y= 614250 mU, baratdaya pada X= 782.120 mT, Y= 613160 mU dan di tenggara pada X= 782.660 mT; Y= 613250 mU (Gbr1).

METODOLOGI

Pekerjaan meliputi: kompilasi data sekunder, penapsiran peta geologi regional, survai lapangan, pengujian laboratorium serta pengolahan dan evaluasi data.

Data sekunder bersumber dari instansi Bakosurtanal (1978), Direktorat Vulkanologi (1978), Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (1981), BPS dan Bappeda Kabupaten Aceh Besar (2003) dan Badan Meteorologi Dan Geofisika (2005).

Kompilasi data lapangan mengaplikasikan 2 metoda, geologi dan geokimia.

Geologi berupa pengamatan batuan, penyamplingan, analisis morfologi, stratigrafi dan struktur geologi.

Geokimia berupa sampling airpanas, sampling tanah untuk konsentrasi Hg dan udara tanah untuk konsentrasi CO₂ berspasi horizontal 250 X 150 m. Pengambilan sampel airpanas dilakukan di mataair panas le Su'um 1 dan 2.

Pengujian laboratorium geologi berupa petrografi batuan yang mewakili daerah, sedangkan laboratorium geokimia berupa analisis:

- Kimia airpanas untuk konsentrasi unsur Na, K, Li, Ca, Fe, Mg, As, NH₄, HCO₃, Cl, SO₄, B, F, SiO₂,

pH dan daya hantar listrik (DHL).

- Contoh tanah dengan AAS.
- Contoh udara tanah dengan cara *Titration*.

Karakteristik data dan hasil laboratorium geologi, geokimia dapat mengidentifikasi, jenis batuan, arah, kemiringan, patahan, prakiraan perangkat panas, tipe, klasifikasi airpanas, geotermometer airpanas, konsentrasi Hg tanah, CO₂ udara tanah, daerah prospek dan potensi sumberdaya (*hipotetis*).



Gambar 1. Daerah bahasan

GEOLOGI

GEOLOGI UMUM

Morfologi

Aliran sungai di P. Sumatera berawal dari puncak pegunungan Bukit Barisan di bagian barat, dengan ketinggian mencapai > 2000 m dpl. Sungai-sungai ber kemiringan curam dan mengalir mengikuti pola arah baratlaut - tenggara.

Sungai-sungai di pantai barat mengikuti arah struktur dan perlapisan batuan yang menyayat dalam, berpola mendaun (*dendritik*). Sedangkan di kaki bukit pantai utara polanya beragam, umumnya memotong batuan sedimen berumur Tersier Atas dan selanjutnya berpola berkelok (*meander*) sewaktu memasuki pesisir pantai menuju Selat Malaka. Pola aliran sungai di G. Seulawah Agam menunjukkan berpola memancar (*radial*).

Morfologi pantai timurlaut, berupa daerah perbukitan dengan ketinggian < 500 m dpl, diisi batuan sedimen Tersier. Morfologi pantai barat, berupa dataran tinggi dengan elevasi + 900 m dpl, diisi oleh sedimen berlapis berumur Tersier.

Deretan gunungapi berumur Plio-Plistosen dengan ketinggian antara + 500-800 m dpl menempati pantai utara hingga bagian barat Sigli.

Puncak tertinggi + 1810 m dpl. membentuk Kerucut G. Seulawah Agam. Terpisah dari Pegunungan Bukit Barisan terdapat dataran Banda Aceh yang amat luas, diisi oleh batuan sedimen berumur Plio-Plistosen. Selain dataran Banda Aceh terdapat juga dataran pantai yang sangat luas terletak di daerah Sigli (J.D. Bennett, dkk, 1981).

Stratigrafi

Batuan daerah Ie Su'um adalah satuan vulkanik Lam Teuba (Qtvl) berumur Plistosen. Terdiri dari: batuan gunungapi andesit-dasit, breksi batu apung, tufa, aglomerat, aliran abu di dalamnya terdapat lahar (Qvtl). Batuan tersebut sebagian ditutupi aluvium (Qh) berupa kerikil, pasir dan lumpur (J.D. Bennett, dkk, 1981).

Struktur

Struktur yang mengontrol daerah adalah sesar baratlaut- tenggara (*NW-SE*). Pola aliran sungai di pantai barat dipengaruhi pola struktur dan litologi, yang menyayat dalam berpola mendaun.

Kegiatan tektonik telah berlangsung sejak Mesozoikum Akhir, dengan arah baratlaut-tenggara di bagian tepi cekungan/jalur gunungapi, di ujung barat paparan Sunda.

Pada Akhir Kapur di duga terjadi kegiatan tektonik di wilayah tepi cekungan. Kegiatan ini mungkin akibat adanya perubahan arah aktivitas pemekaran lempeng Indo-Australia. Aktivitas pada Akhir Kapur berlanjut hingga Tertier dan menghasilkan pengangkatan (*geanticline*) berbentuk jalur gunungapi Tertier. Selanjutnya kegiatan tetap berlanjut yang maksimalnya terjadi pada Plio-Plistosen. Arah tektonik adalah utara barat searah jalur gunungapi Sunda (P. Jawa dan sekitarnya) dan berasosiasi dengan kegiatan *subduction* dari pemekaran dasar samudera Indo-Australia yang mengarah ke barat. Penunjaman miring dari plate Indo- Australia ke plate Asia terjadi akibat adanya patahan besar Sumatra yang sejajar dengan arah patahan dan berarah mengangan (*dextral strict-slip fault system/ SFS*). Arah patahan *dextral* ini berlanjut hingga laut Andaman di utara yang berupa cekungan (*back-arc basin*) yang terbentuk Awal Miosen dengan sistim patahan geser (*transform - fault*).

Struktur yang terdapat di daerah bahasan berupa patahan baratlaut-tenggar (*NW-SE*). Di G. Seulawah Agam terdapat struktur kawah dan kaldera (J.D. Bennett, dkk, 1981).

GEOLOGI DAERAH

Stratigrafi

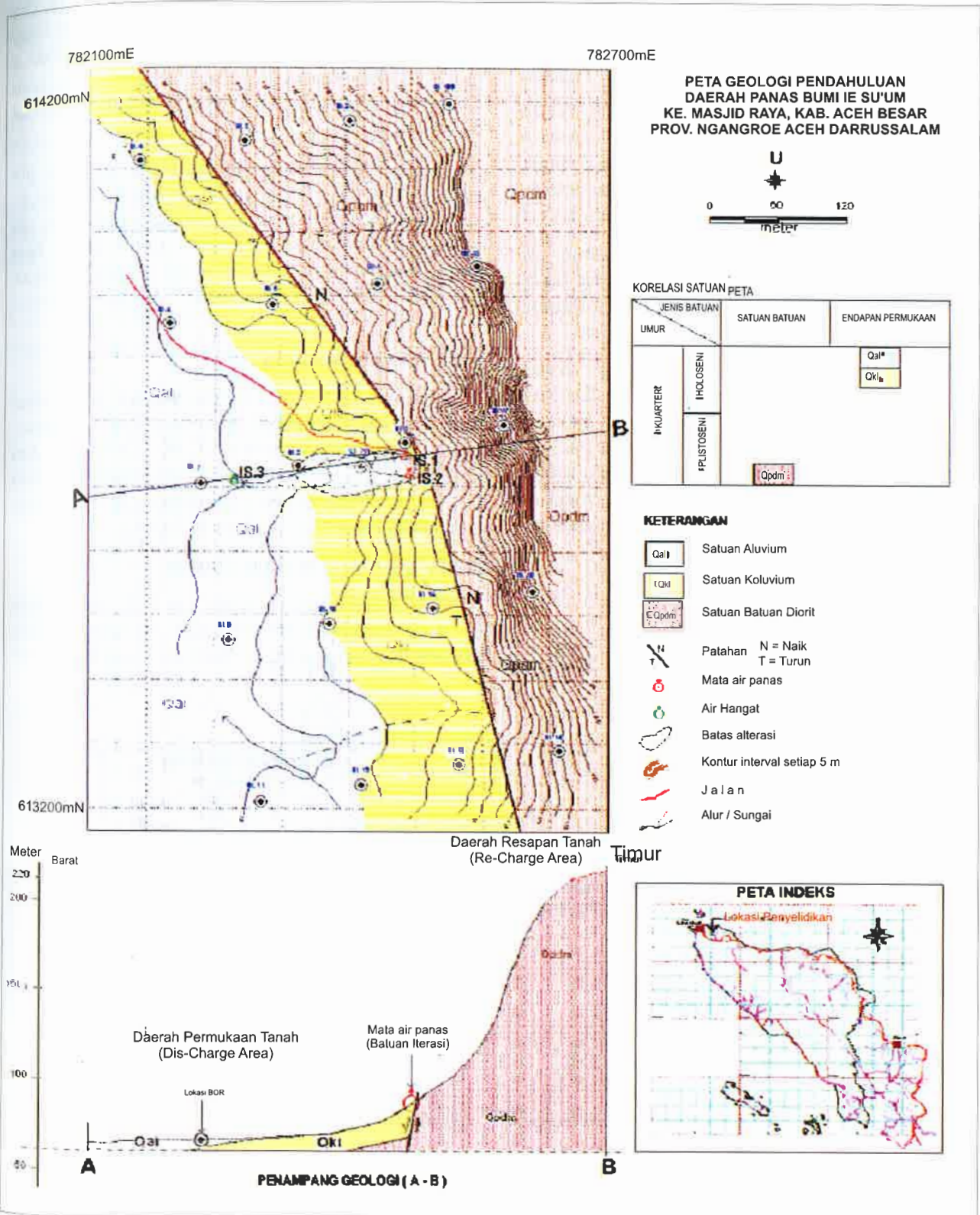
Disusun berdasarkan hubungan relatif antara masing-masing unit. Penamaannya di dasarkan pada pusat erupsi dan genesa pembentukannya. Dari amatan batuan dan analisis petrografi, daerah dibagi menjadi 3 satuan. Urutan tua ke muda, sbb (Gbr 2):

- Satuan Diorit G. Meuh (Qpdm).
- Satuan Koluvium Ie Su'um (Qki)
- Satuan Aluvium Ie Su'um (Qai)

Struktur Geologi

Dicerminkan oleh depresi (*horst dan graben*), kelurusan morfologi, paset segi tiga, gawir sesar. kekar, zona breksiasi dan munculan 2 mataair panas.

Cerminan tersebut menunjukkan, terdapat sesar normal membentuk *horst dan graben* (depresi). Sesar Krueng Raya tersebut mengarah N 160-170° E, dip > 75°. Pada *graben* Ie Su'um



Gambar 2. Peta Geologi

Struktur *horst* berada di timur dan barat depresi.

Hidrogeologi

Wilayah airtanah dibagi 3 zona, daerah resapan air, daerah munculan air tanah dan aliran permukaan (Gbr 3).

Zona resapan air (re-charge area) berada di horst timur graben Ie Su'um, dengan elevasi mencapai + 480 m dpl.

Air hujan/ meteoric water yang turun di Perbukitan Terjal, sebagian akan meresap ke bumi pada permeabilitas batuan menjadi air tanah. Berupa kantong air (catchment area/ akumulasi) air tanah.

Daerah munculan airtanah (*dis-charge area*) berada di depresi Ie Su'um, seluas ± 50 % dari luas daerah. Air yang meresap ke bumi akan muncul berupa mataair panas dan dingin di depresi Ie Su'um. Sebagiannya mengalir di muka bumi, sebagai aliran permukaan (*run-off water*). Aliran air permukaan berakumulasi di S. Krueng Raya dan bermuara ke Selat Malaka.

GEOKIMIA

Karakter fluida

Komposisi airpanas hasil laboratorium diuji di

diagram segitiga *Giggenbach* $Cl-SO_4-HCO_3$ $Na/1000-K/100-Mg$ dan $B-Li-Cl$. hasil menunjukkan bahwa tipe airpanasnya klorida (Gbr 4 A), ada di lingkungan *volcanic/ magmatic water* jauh dari Boron. (Gbr 4 B) dan keduanya berada di *partial equilibrium* (Gbr 4 C).

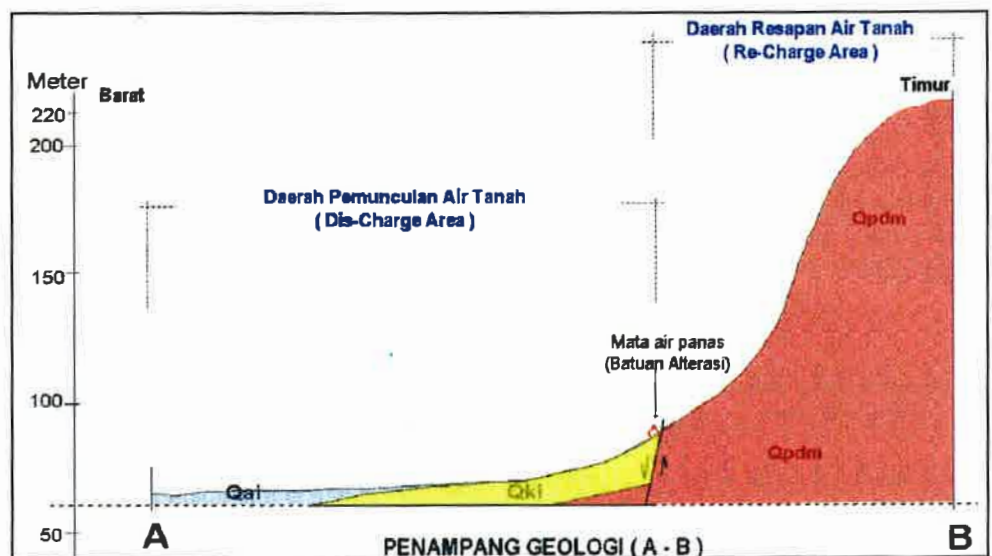
Karakteristik air panas Ie Su'um yang ber pH netral = 7.02-7.16 dengan suhu permukaan 86-86, C, bertipe klorida, berada di *partial equilibrium*, lingkungan *volcanic/ magmatic water* jauh dari Boron. Diasumsikan ada di zona *up-flow* dengan reservoir didominasi airpanas (*water heat dominated*).

Geotermometer fluida

Airpanas Ie Su'um merupakan tipe yang ideal untuk aplikasi estimasi geotermometer airpanas. Berdasarkan geotermometer Na/K *Fournier* dan *Giggenbach*, suhu di kedalaman menunjukkan antara 206-228° C. Suhu tersebut termasuk suhu reservoir berentalpi sedang (*intermediate entalphy*).

Analisis tanah dan udara tanah

Hasil analisis pH, Hg tanah dan CO_2 udara tanah di - 1 m menunjukkan pH tanah bervariasi antara 4,98-6.7. Kandungan Hg tanah bervariasi 20-126.6



Gambar 3. Wilayah airtanah

ppb, nilai ambang batas (*back-ground value*) 80 ppb. Kandungan CO₂ udara tanah bervariasi antara 0.3-1.38 %, dan nilai ambang batas 1 %.

Sebaran konsentrasi Hg dan CO₂ (Gbr 5 A, B) dan sebaran pH tanah dan temperatur di - 1 m ditampilkan di Gbr 5 C dan D sebagai pembanding.

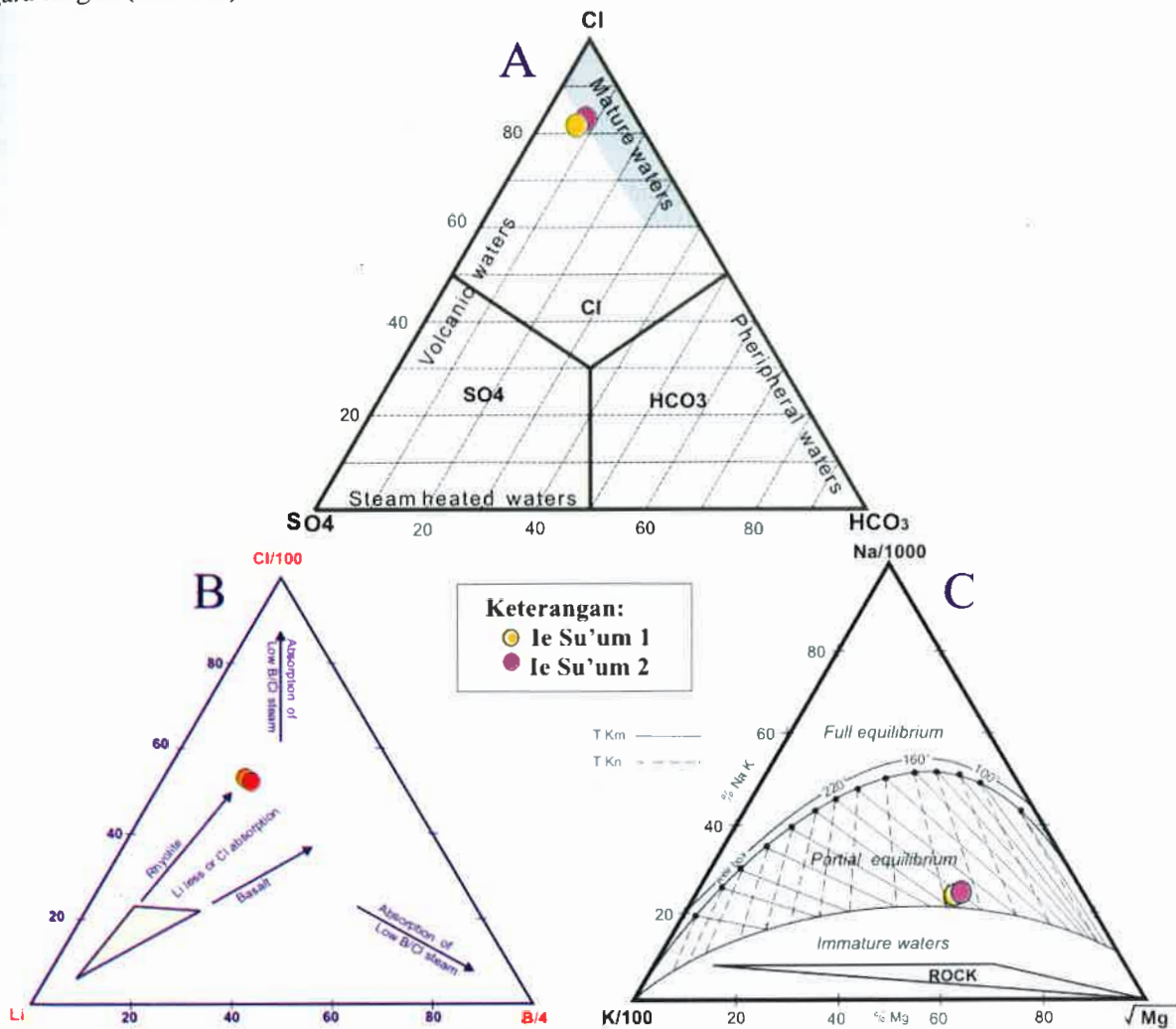
Anomali Hg berkonsentrasi 70 s/d > 80 ppb, berada di timurlaut. Klosur kontur 70-80 ppb terdapat di baratlaut, barat tengah dan selatan tengah (Gbr 5 A).

Anomali CO₂ dengan konsentrasi 0.8 hingga > 1 % ada di timurlaut dan klosur kontur nilai sama ada di tenggara tengah (Gbr 5 B).

Kecenderungan yang sama terjadi pada sebaran pH tanah rendah dan pola sebaran suhu udara tanah nilai tinggi di kedalaman - 1 m (Gbr 5 C dan D).

Anomali Hg tanah, CO₂ udara tanah, pH tanah rendah dan suhu udara tanah tinggi di kedalaman - 1 m menunjukkan arah utara baratlaut-selatan tenggara, searah sesar Krueng Raya (N 160-170° E). Pola tersebut mencerminkan fluida yang naik ke permukaan dan terperangkap oleh soil di - 1 m (horizon B).

Berdasarkan pola konsentrasi Hg tanah dan CO₂ udara tanah tinggi dan struktur geologi, luas daerah prospek Ie Su'um di asumsikan ± 0,5 km² (Gbr 6).



Gambar 4
 Pengujian fluida terhadap Diagram Segitiga Cl-SO₄-HCO₃ (gambar A),
 Pengujian fluida terhadap Diagram Segitiga Cl/100-B/4-Li (gambar B) dan
 Pengujian fluida terhadap Diagram Segitiga Na/1000-K/100-√Mg (gambar C)

POTENSI

Daerah prospek berada di barat patahan Krueng Raya, bersistem *up-flow* seluas ± 0,5 km². Berdasarkan standard Estimasi Potensi Panas Bumi menunjukkan bahwa Sumberdaya (*hipotetis*) Ie Su'um adalah ± 13 Mwe.

DISKUSI

Berdasarkan karakter fisika dan kimia air panas disimpulkan bahwa fluida berada di zona "*up-flow*". Artinya berasal langsung dari dalam (*deep water*) dan reservoarnya didominasi airpanas (*water heated dominated*) bersuhu antara 206-228° C. Reservoir itu termasuk suhu reservoir berentalpi sedang (*intermediate entalphy*).

Potensi Sumberdaya (*hipotetis*) adalah ± 13 Mwe, dengan mengaplikasikan suhu geotermometer 228° C

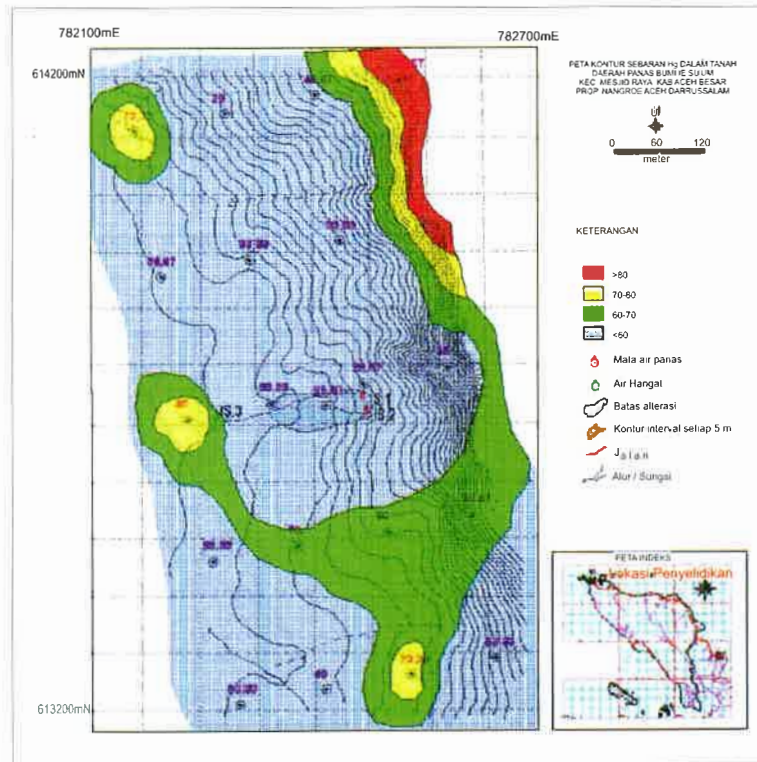
Pemanfaatannya bisa dipakai secara langsung (*direct-used*) dan tidak langsung (*indirect - used*).

Pemanfaatan tidak langsung adalah untuk listrik. Dalam prosesnya perlu mengekstrasi energi panas dari fluida menjadi energi listrik

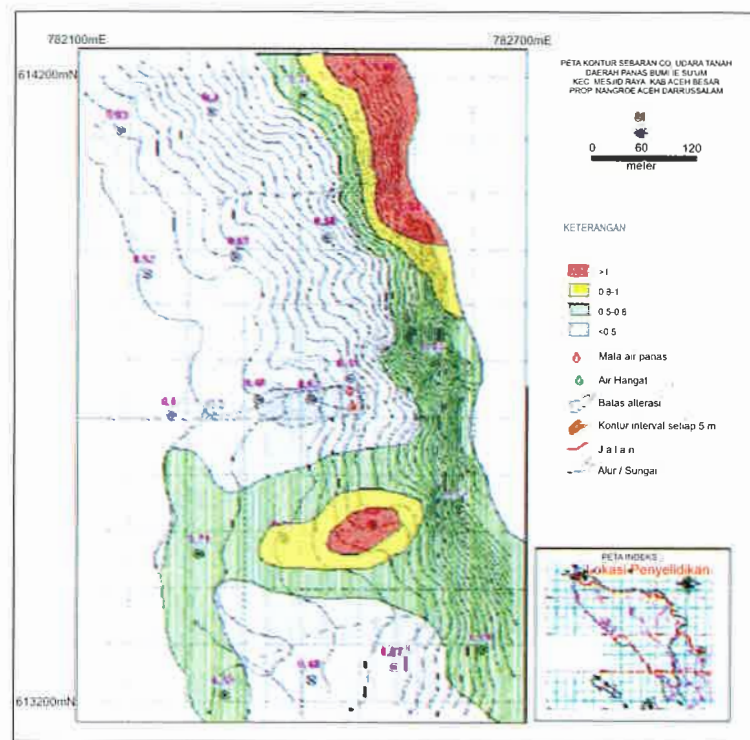
Pemanfaatan langsung diantaranya untuk: pemanasan rumah kaca, budidaya pertanian (pengering kopi, kopra, kemiri, coklat, teh) dan budidaya ikan/ perikanan (pengering ikan laut atau ikan asin dan udang). Juga dapat dimanfaatkan untuk pariwisata (hotel, pemandian/kolam renang air panas, SPA dan pengobatan kesehatan lainnya (*curing*).

REKOMENDASI

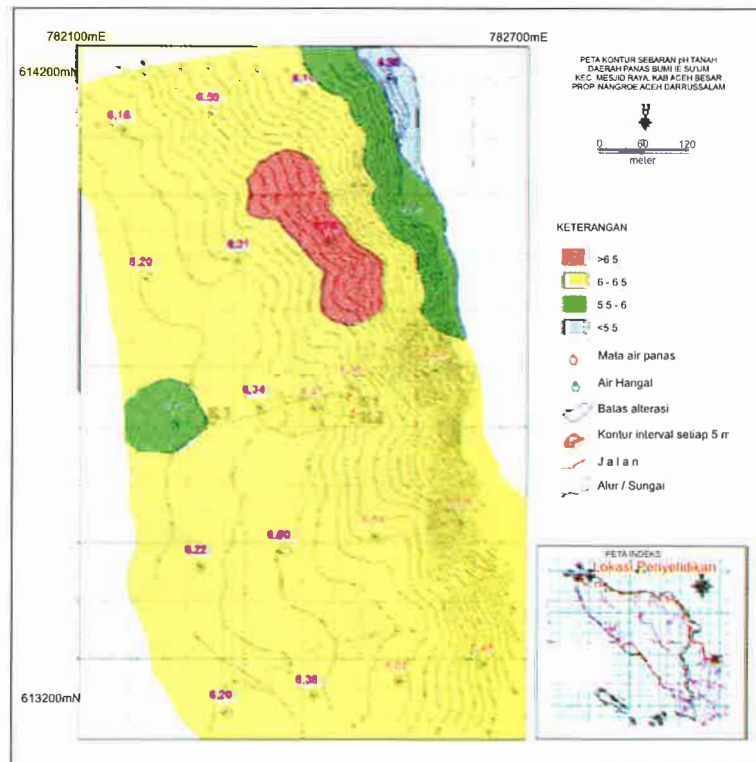
Di daerah Ie Su'um – Masjid Raya, Kabupaten Besar perlu ditindak lanjuti dengan kajian terpadu geologi, geokimia dan geofisika untuk mendapatkan potensi cadangan, konfigurasi batuan dan struktur bawah permukaan, serta rekonstruksi model panas bumi. Sebagai landasan penentuan titik pemboran LS (*gradient thermal*) dan pemboran eksplorasi untuk memanfaatkan fluida panas melalui lubang sumur.



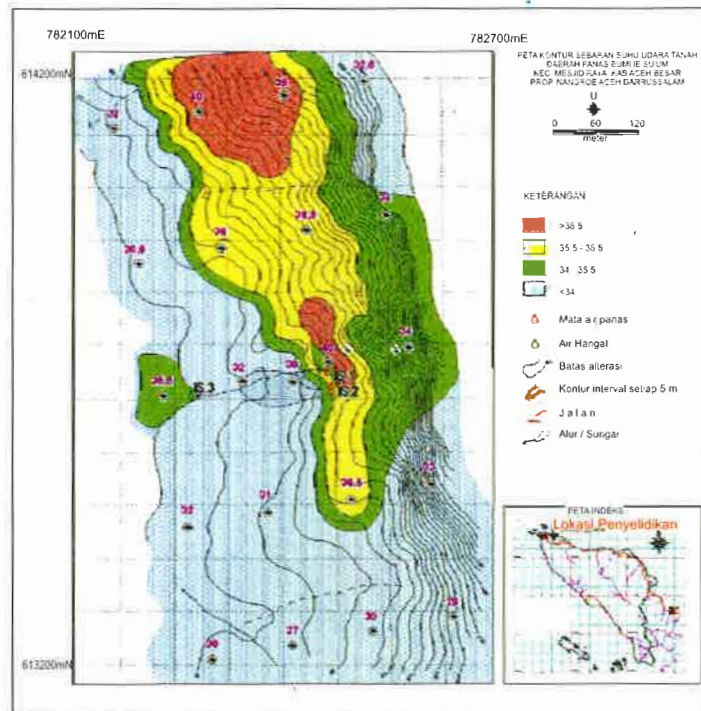
Gambar 5 A. Peta anomali Hg tanah



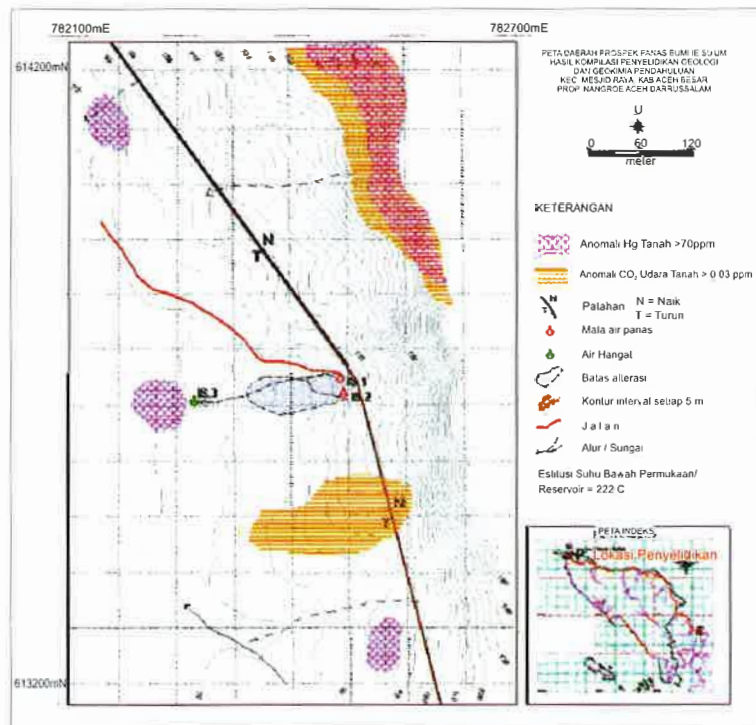
Gambar 5 B. Peta anomali CO₂ udara tanah



Gambar 5 C. Peta sebaran pH tanah



Gambar 5 D. Peta sebaran suhu udara tanah



Gambar 6. Daerah prospek berdasar anomali Hg tanah, CO₂ udara tanah dan patahan geologi

PUSTAKA

- Bakosurtanal, 1978, Peta Rupa Bumi Indonesia, Skala 1:50.000. Lembar 0421-61, Zone UTM 46 U.
- BMG, 2004; Data curah hujan Indonesia 2004
- Bemmelen, van R.W., 1949. *The Geology of Indonesia. Vol. I A. General Geology Of Indonesia And Adjacent Archipelagoes*. Government Printing Office. The Hague. Netherlands.
- Bennett, J.D., dkk (1981), Peta Geologi Lembar Banda Aceh, Sumatra, skala 1: 250.000.
- BPS 2004; Aceh Besar Dalam Angka 2003, Kerjasama BPS dan Bappeda Kabupaten Aceh Besar.
- Fournier, R.O., 1981. *Application of Water Geochemistry Geothermal Exploration and Reservoir Engineering, "Geothermal System: Principles and Case Histories"*. John Willey & Sons. New York.
- Giggenbach, W.F., 1988. *Geothermal Solute Equilibria Deviation of Na-K-Mg-Ca Geo- Indicators. Geochemica Acta 52. pp. 2749 – 2765.*
- Lawless, J., 1995. *Guidebook: An Introduction to Geothermal System*. Short course. Unocal Ltd. Jakarta.
- Mahon K., Ellis, A.J., 1977. *Chemistry and Geothermal System. Academic Press Inc. Orlando.*
- Nasution, A, dkk, 1978: Penyelidikan Inventarisasi Gejala Panas Bumi Daerah Seulawah Agam, Kabupaten Aceh Besar, Daerah Istimewa Aceh.
- Pertamina UEP Sumbagut Eksplorasi P. Brandan, 1994, Peta Geologi G. Selawah Agam Skala 1: 25.000.