

POTENSI PANAS BUMI WILAYAH KABUPATEN BURU MALUKU

Oleh :

Sri Widodo, Kasbani, Bangbang Sulaeman, Edy Sumardi, Dede Iim

Kelompok Program Penelitian Panas Bumi

SARI

Pemunculan manifestasi panas bumi ditemukan di beberapa tempat pada tiga wilayah yaitu kecamatan Kecamatan Waeapo, Bata Bual, dan Kepala Madan. Jenis manifestasi berupa mata air panas bertemperatur 67.4 - 105.5 °C dan batuan ubahan. Di wilayah kecamatan Waeapo dan Kepala Madan juga ditemukan adanya manifestasi tanah panas bertemperatur 80 °C dan fumarol bertemperatur 42 °C.

Air panas daerah ini sebagian bersifat khlorida-bikarbonat, bikarbonat dan sulfat (asam). Terbentuknya fumarol dan air panas bertipe sulfat di wilayah ini diakibatkan oleh adanya penguapan dari air panas di bawah permukaan (dalam) yang bertemperatur tinggi dan kemudian terkondensasi sehingga membentuk uap panas yang terjebak di dekat permukaan (dangkal).

Perkiraan temperatur fluida reservoir di kecamatan Waeapo (Waesalit) berdasarkan berkisar antara 206 - 237 °C yang termasuk ke dalam reservoir entalpi tinggi. Untuk wilayah kecamatan Bata Bual (Waelawa) temperatur reservoir berkisar antara 145 - 165 °C, dan di kecamatan Kepala Madan (Waesekat) berkisar antara 149-164oC, keduanya termasuk ke dalam reservoir berentalpi sedang.

Potensi panas bumi pada tingkat spekulatif di tiga daerah yaitu prospek di wilayah Waeapo sebesar 75 MWe, wilayah Batabual sebesar 50 MWe, dan wilayah Kepala Madan sebesar 50 MWe.

Berdasarkan potensi diatas maka sumber daya panas bumi di kabupaten Buru ini dianggap berprospek baik untuk dikembangkan lebih lanjut

Kata kunci : manifestasi, potensi, prospek, fluida, entalpi, reservoir, pengembangan.

ABSTRACT

Geothermal manifestations found in districts of Waepao, Bata Bual, and Kepala Madan. Manifestations are of hot-spring with about 67.4 - 105.5 °C and wathered rocks. At Waepao and Kepala Madan were also found hot soil temperature of 80°C and 42°C fumarola.

Such hot springs have chloride-bicarbonated, bicarbonate dan sulphate that formed by hot water vaporation below the surface with high temperature which then condensated to become trapped hot steam on the nearest shallow surface.

Reservoir Fluids temperature at Waeapo (Waesalit) is about 206 - 237 °C that classified as high enthalpy reservoir. In Bata Bual (Waelawa) reservoir degree ranges from 145 - 165 °C, and at Kepala Madan (Waesekat) about 149-164oC, both classified as average enthalpy reservoir.

Speculative geothermal potential on those areas are: prospective at Waepao of about 75 Mwe, Batabual about 50 Mwe, and Kepala Madan of 50 Mwe. Based on the said information, Buru Regency has a prospective geothermal resources to be developed further.

Key words: Manifestations, potency, prospect, fluids, enthalpy, reservoir, development.

Pendahuluan

Pulau Buru secara administratif termasuk ke dalam Wilayah Kabupaten Buru, Provinsi Maluku dengan ibukota Namlea. Kabupaten Buru dibagi menjadi 10 kecamatan, yaitu Kecamatan Kepalamadan, Airbuaya, Wapelau, Namlea, Waeapo, Batabual, Namrole, Waesama, Leksula, dan Kecamatan Ambalau (Gambar 1).

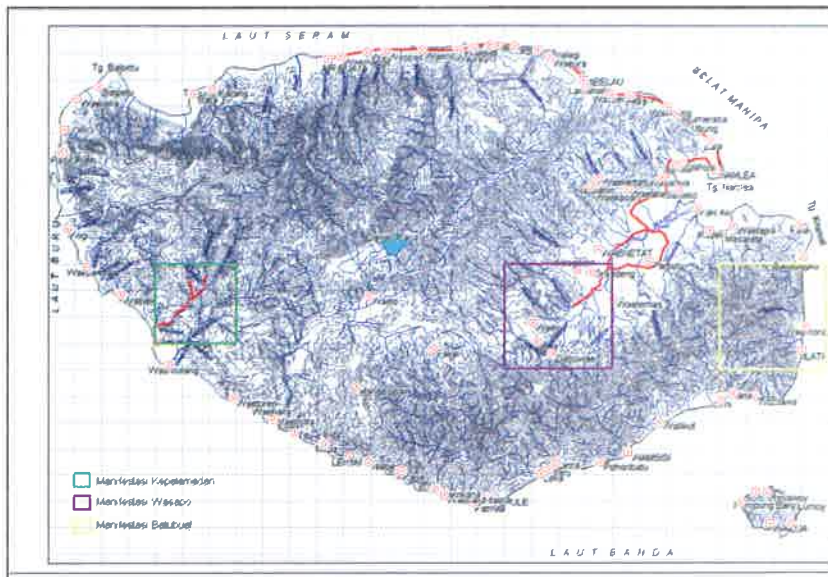
Secara geografis pulau Buru berada pada koordinat 3°05' - 3°50' LS dan 125°59' - 127°16' BT.

Pulau ini dikelilingi oleh laut Seram di bagian utara

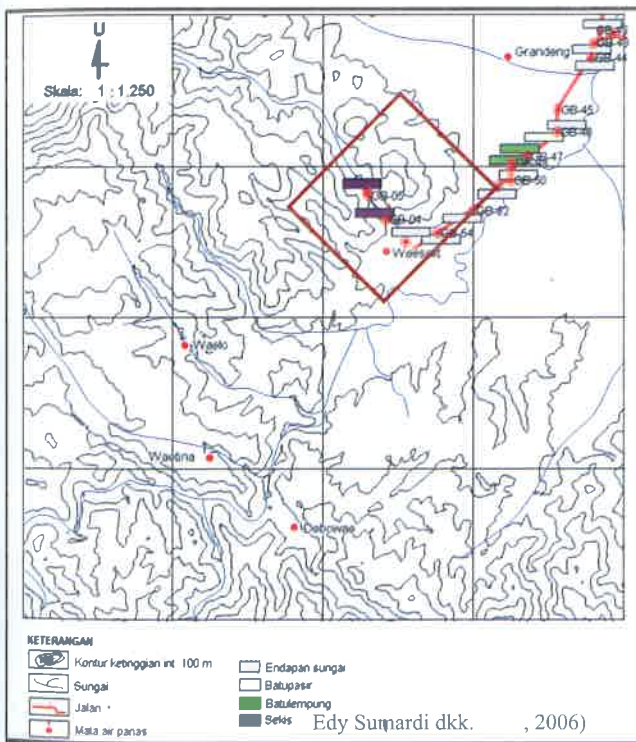
laut Banda di selatan, laut Buru di bagian barat dan selat Manipa di sebelah timur (Gambar 1).

Beberapa pulau-pulau kecil terdapat di sekitar Pulau Buru yaitu Pulau Ambalau, Fogi, Tomahu, Tengah, Oki, Batukapal Klasi, Nusa Gelatan, Pombo, Buntal, Pulau Panjang.

Akses untuk mencapai Pulau Buru dapat menggunakan kapal cepat atau feri dari Ambon sampai Namlea. Prasarana transportasi darat di wilayah Buru timur cukup banyak, tapi di wilayah barat masih terbatas



Gambar 3. Peta kelompok sebaran panas bumi wilayah Kabupaten Buru



Gambar 4. Peta sketsa lokasi panas bumi Waeapo



Foto 1. Fumarol di daerah Waealit

Morfologi satuan perbukitan tersebar di sekeliling morfologi pegunungan dan peralihan pegunungan ke pedataran di utara. Satuan ini membentuk rangkaian perbukitan membulat dan berlereng landai sampai agak curam, dengan ketinggian sampai 800 mdpl yang memanjang di bagian utara, tengah dan barat, tenggara dan barat daya pulau Buru dengan luas sekitar 40% dari luas pulau Buru.

Satuan pedataran meliputi dataran rendah dan lembah-lembah datar diantara gunung. Dataran rendah terhampar di pantai utara dan di sepanjang sungai besar seperti dataran Waeapo, dengan panjang mencapai 36 km dan

lebar sekitar 15 km. Dataran tinggi terdapat di sekitar Danau Rana dan Sungai Wae Lo.

Struktur geologi dan sejarah proses tektonik Pulau Buru sangat berpengaruh terhadap perkembangan garis pantai dan berperan dalam pembentukan sistim panas bumi wilayah ini.

Stratigrafi Pulau Buru menurut S. Tjokrosapoetro, dkk. (1993), terdiri dari batuan malihan, sedimen, terobosan, dan batuan gunungapi.

Batuan tertua, yang termasuk Kompleks Wahlua,

berumur Karbon Akhir - Perm Awal, tersusun oleh batuan malihan derajat menengah, berubah fasies dari sekis hijau sampai amfibolit bawah.

Batuan sedimen berumur Trias yang juga berupa endapan flysch adalah Formasi Dalam (TRd). Batugamping Formasi Ghegan (TRg) menindihnya secara tidak selaras. Kedua formasi itu berhubungan secara menjemari dan terendapkan dalam lingkungan litoral sampai neritik.

Pada jaman Jura terjadi kegiatan gunungapi, mungkin di bawah laut, yang menyebabkan terbentuknya Formasi Mefa (Jm) yang terdiri dari basal dan tuf yang dicirikan oleh adanya lava berstruktur bantal. Terobosan diabas yang tersingkap di bagian Timur pulau diperkirakan berhubungan dengan kegiatan gunungapi tersebut.

Secara regional geologi daerah pulau Buru (Gambar 3) berada di sebelah Barat Lembar Ambon dengan batuan yang ada di daerah penyelidikan terdiri dari batuan berumur mulai dari Perm (Permian) sampai Kuartar (S. Tjokrosapoetro, dkk. 1993).

Prospek Panas Bumi

Wilayah Kabupaten Buru mempunyai tiga wilayah prospek panas bumi yang terdapat di Kecamatan Waeapo, Bata Bual, Kepala Madan yang dicirikan dengan keterdapatn manifestasi panas bumi di daerah ini (lihat Gambar 3).

Penentuan wilayah prospek panas bumi

Penentuan luas prospek pada daerah panas bumi dengan tahap penyelidikan pendahuluan ditentukan melalui pengamatan manifestasi, bentuk topografi dan struktur yang dijumpai di sekitar wilayah prospek. Hal ini dilakukan karena belum terdapatnya data kebumihan yang menunjang penentuan luas prospek secara lebih akurat. **Panas Bumi Waeapo**

Pada prospek panas bumi Waeapo ini dijumpai beberapa jenis manifestasi panas bumi yaitu mata air panas, tanah panas dan fumarol. Manifestasi berupa mata air panas dijumpai di dua lokasi yaitu di Waesalit-1 yang bertemperatur 101.5 °C (261.488 mT, 9.614.076 mU) dan Waesalit-2 yang bertemperatur 105.5 °C (261.475 mT, 9.614.122 mU) yang muncul di tepi Sungai Waekedang (Gambar 4). Mata air panas ini berada pada lingkungan batuan malihan (sekis), yang di sekitarnya terdapat aluvium, batu-pasir, batupasir konglomeratan, dan lempung.

Morfologi di sekitar manifestasi berupa satuan morfologi perbukitan bergelombang sedang, dengan ketinggian antara 10 - 200 mdpl.

Manifestasi lainnya berupa tanah panas (hot ground) Waesalit yang bertemperatur 80 °C. Di sekitar areal tanah

panas ini juga dijumpai batuan ubahan bermineral ilit, muskovit dan mineral belerang. Selain itu, terdapat manifestasi berupa fumarol (Foto 1) yang terdinginkan di Desa Wainetat (42°C), di tepi Sungai Waeapo di lingkungan aluvium pada posisi UTM : 279.700 mT, 9.627.770 mU, dan di Desa Debowai (40°C), yang muncul dari sela-sela endapan aluvium di Desa Debowai (278.879 mT dan 9.626.238 mU). Morfologi sekitar manifestasi fumarol berupa satuan pedataran yang tersusun oleh endapan sungai berupa kerakal, kerikil dan pasir lepas.

Perkiraan temperatur bawah permukaan Waesalit dengan menggunakan geotermometer SiO₂ (conductive-cooling) antara 234 - 237 °C termasuk ke dalam reservoir entalpi tinggi, dengan menggunakan geotermometer Na/K Giggenbach, berkisar antara 206 - 208 °C.

Berdasarkan pengamatan lapangan dan analisis struktur, luas areal panas bumi Waeapo kurang lebih 6 km². Dengan mengacu pada SNI 'Klasifikasi Potensi Panas Bumi' (No. 03-5012-1999), bahwa daya listrik yang dihasilkan darilapangan panas bumi berentalpi sedang pada luas 1 km² diasumsikan sebesar 12.5 MWe. Potensi spekulatif daerah ini adalah $(Q) = 6 \times 12.5 \text{ MWe} = 75 \text{ MWe}$.

Prospek Panas Bumi Bata Bual

Prospek panas bumi di kecamatan Bata Bual ini ditandai dengan keberadaan manifestasi yang berupa mata air panas Waelawa-1 (67.8°C) dan Waelawa-2 (69.4°C) pada posisi UTM (303.539mT, 9.610.988 mU). Air panas ini muncul di tepi sungai Waelawa, dusun Waelawa, desa Waemorat pada batuan malihan (sekis) dan batuan basal-andesitik, yang di sekitarnya terdapat endapan aluvium, batugamping, dan lempung (Gambar 5).

Morfologi sekitar manifestasi berupa satuan morfologi perbukitan bergelombang sedang, dengan ketinggian antara 10 - 200 mdpl. Manifestasi lainnya berupa batuan ubahan yang mengandung mineral ilit, muskovit dan opal.

Perkiraan temperatur bawah permukaan Waelawa dengan menggunakan geotermometer SiO₂ (conductive-cooling) berkisar antara 145 - 146 °C, termasuk ke dalam entalpi sedang. Sedangkan dengan geotermometer Na/K Giggenbach, nilai temperatur bawah permukaannya berkisar antara 163 - 165 °C.

Luas prospek panas bumi di kecamatan Bata Bual diperkirakan 4 km², dengan asumsi bahwa rapat daya pada luas 1 km² adalah 12.5 MWe (SNI No. 03-5012-1999), maka potensi secara spekulatif daerah Bata Bual bernilai $(Q) = 4 \times 12.5 \text{ MWe} = 50 \text{ MWe}$.

Prospek Panas Bumi Kepala Madan

Manifestasi yang dijumpai di wilayah kecamatan Kepala Madan terdiri dari mata air panas Waesekat-1 dengan

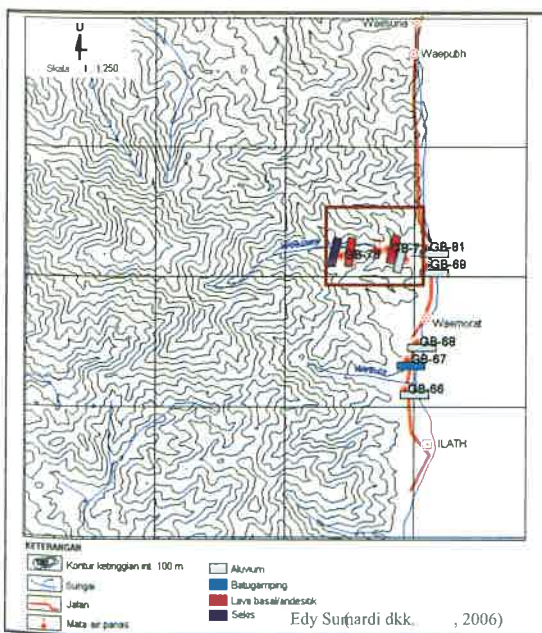
emperatur 90.8°C pada posisi UTM: 261.488 mT, 9.614.076 mU dan Waesekat-2 dengan temperatur 86.7°C pada posisi 194.795 mT, 9.617.963 mU, serta Waesekat-3 dengan temperatur 67.4 °C pada posisi 194.424 mT, 9.617.724 mU. Ketiga mata air panas ini muncul di tepi Sungai Waenoso yang muncul melalui lapisan tuf bersisipan lava basal Formasi Mefa, sekitarnya berupa konglomerat dan batugamping, batugamping dan batupasir selang-seling serpih.

Manifestasilain berupa tanah panas, fumarola, dan kolam lumpur panas dengan temperatur berkisar antara 96.3 - 97.1 °C. Selain itu terdapat batuan ubahan mengandung mineral lempung (ilit), tuf yang tersilisifikasi, dan sinter karbonat pada ketiga mata air panas (Gambar 6).

Secara umum, mata air panas muncul melalui struktur kekar yang terdapat pada tuf sisipan lava yang berada pada zona breksiasi. Manifestasi tersebut tersebar di sepanjang dinding sungai Waenoso sepanjang + 1 km dengan lebar + 0.5 km. Kemunculannya sendiri diduga dipengaruhi oleh sesar mendatar Waekuma yang berarah N 135° E/41° dengan pitch 11°, yang memanjang dari arah selatan.

Perkiraan temperatur bawah permukaan Waesekat dengan menggunakan geotermometer SiO₂ (conductive-cooling) berkisar antara 149-151oC, dengan geotermometer Na/K Giggenbach temperatur bawah permukaannya berkisar antara 160 164 oC, yang digolongkan ke dalam reservoir berentalpi sedang, sehingga asumsi daya listrik persatuan luas adalah 12.5 MWe/km².

Morfologi sekitar manifestasi berupa satuan morfologi pegunungan dengan ketinggian 1500 2000 mdpl, tersusun oleh batupasir, konglomerat, batugamping, tuf, dan lava basal.

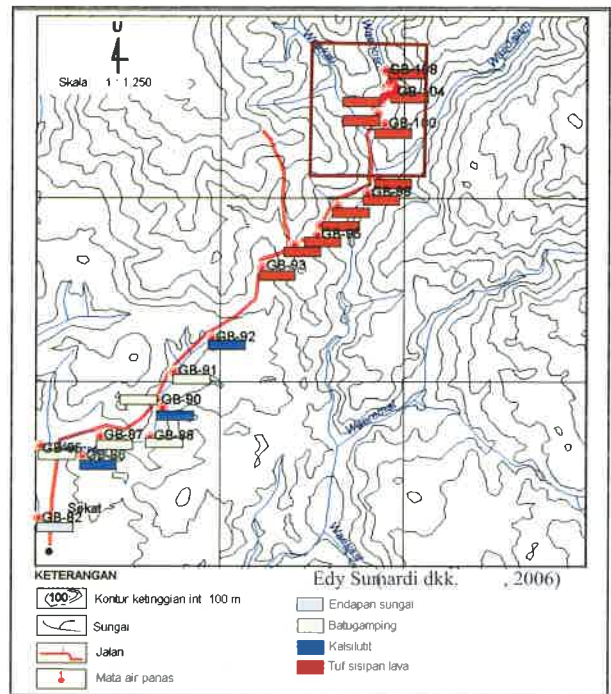


Gambar 5. Peta sketsa lokasi panas bumi Bata Bual

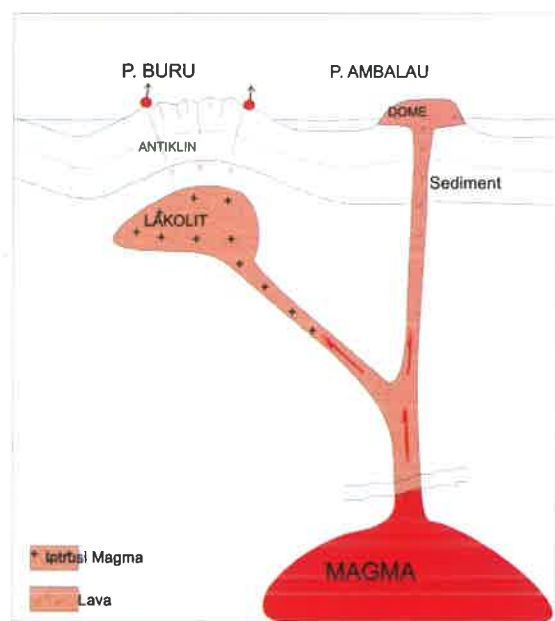
Berdasarkan perkiraan luas manifestasi dan didukung dengan analisis struktur maka didapat luas daerah prospek di wilayah Kepala Madan sekitar 4 km². Potensi energi panas bumi tingkat spekulatif di wilayah kecamatan Kepala Madan adalah (Q) = 4 x 12.5 MWe = 50 MWe.

Model Panas Bumi Pulau Buru

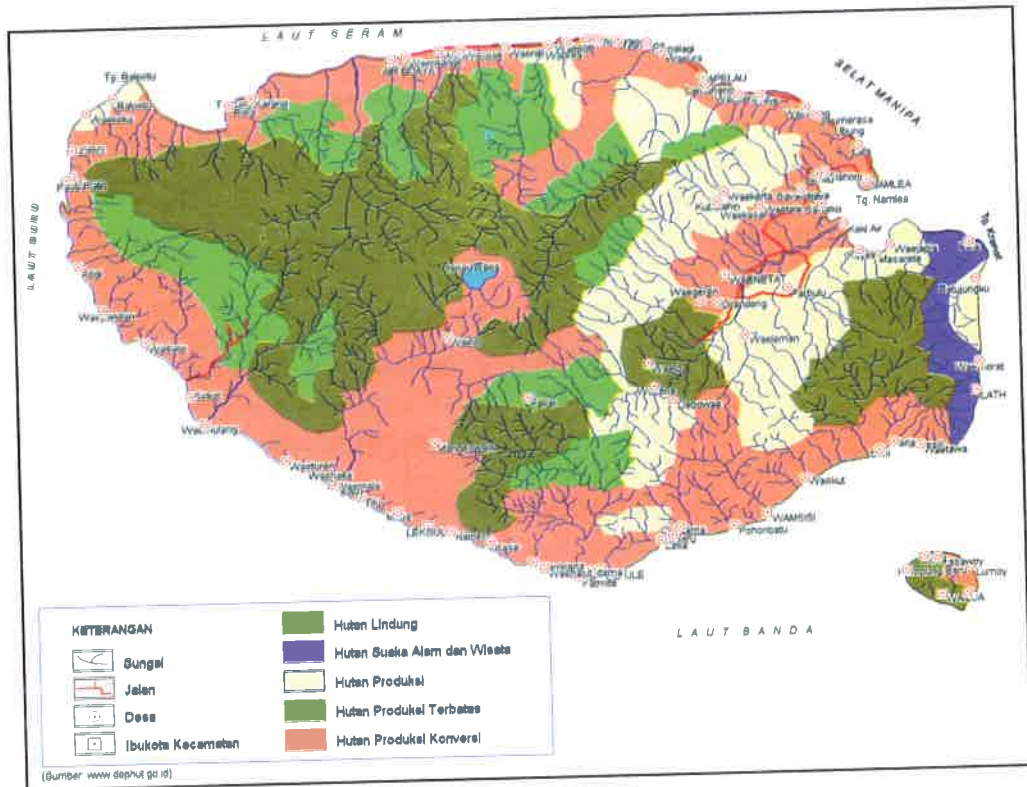
Litologi P. Buru menurut S. Tjokrosoepetro, dkk. (1993), terdiri dari batuan malihan, sedimen, terobosan, dan batuan gunungapi. Diduga keberadaan terobosan diabas yang tersingkap di bagian Timur pulau dan gunungapi sangat berperan dalam pembentukan sistem panas bumi daerah P. Buru (Gambar 7). Batuan terobosan tersebut mendorong



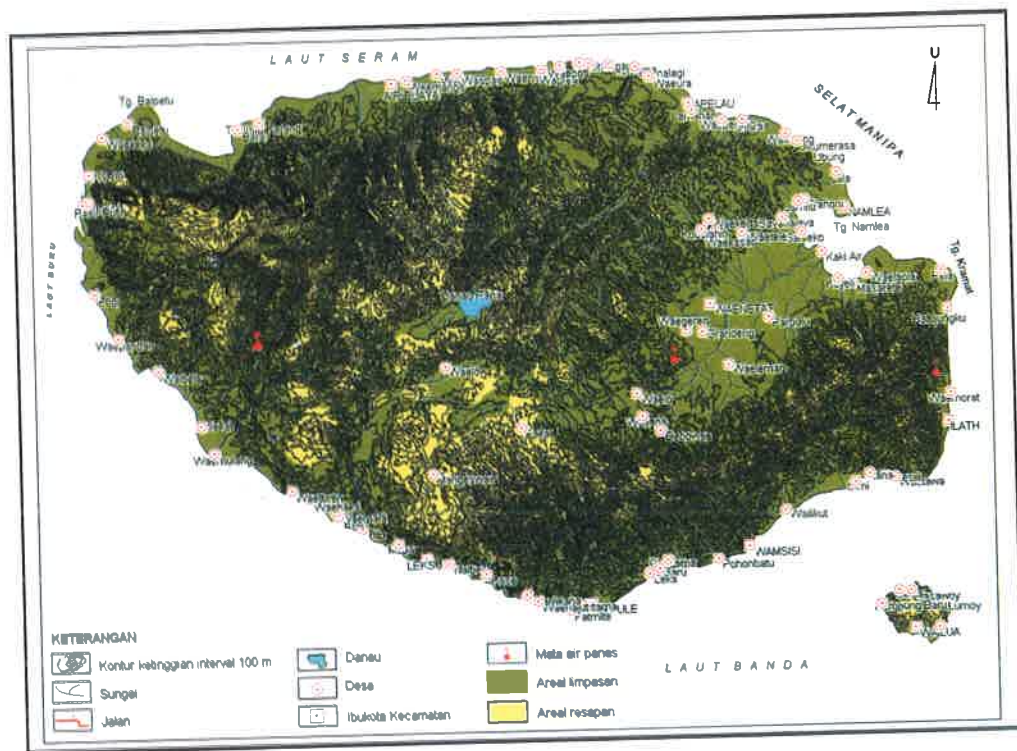
Gambar 6. Peta sketsa lokasi panas bumi Kepala Madan



Gambar 7. Model Pembentukan Sistem Panas Bumi P. Buru



Gambar 8. Peta Tata Guna Lahan Kabupaten



Gambar 9. Peta sebaran areal resapan dan limpasan

Berdasarkan perkiraan luas manifestasi dan didukung dengan analisis struktur maka didapat luas daerah prospek di wilayah Kepala Madan sekitar 4 km². Potensi energi panas bumi tingkat spekulatif di wilayah kecamatan Kepala Madan adalah $(Q) = 4 \times 12.5 \text{ MWe} = 50 \text{ MWe}$.

batuan sedimen ke atas sehingga terbentuk perlipatan di wilayah P. Buru. Panas yang dibawa oleh batuan terobosan kemudian memanaskan air tanah yang terjebak pada suatu lapisan berpori dan permeabel sehingga membentuk sistem reservoir panas bumi. Air panas tersebut kemudian naik ke permukaan melalui struktur dan zona lemah yang akhirnya muncul sebagai manifestasi air panas.

Karakteristik fluida dan batuan ubahan

Tipe air panas di wilayah Pulau Buru umumnya merupakan tipe air klorida bikarbonat yang berasal dari air magmatik, seperti mata air panas Waesekat dan Waesalit. Mata air panas Air Mandidi termasuk ke dalam tipe air bikarbonat, dan air panas Waelawa termasuk ke dalam tipe air klorida.

Tipe lain adalah tipe air sulfat asam seperti yang terjadi pada mata air panas Debowae. Air panas bertipe sulfat (asam) berasal dari magma dengan temperatur sangat tinggi yang naik ke permukaan dalam bentuk uap. Uap tersebut dalam perjalanannya mengalami pendinginan oleh penurunan temperatur secara vulkanik, sehingga hanya CO₂ dan gas sulfur yang tersisa di dalam uap yang naik ke permukaan melalui rekah-rekah batuan.

Mata air panas di daerah Waesekat, Waesalit dan Waelawa dalam diagram segitiga Na/1000-K/100-Mg menunjukkan posisi pada zona partial equilibrium. Mata air panas Waelawa, Debowae dan Air Mandidi kemungkinan dipengaruhi oleh air permukaan dibuktikan keberadaannya pada zona immature waters.

Batuan ubahan di daerah pulau Buru umumnya didominasi oleh mineral Illite. Mineral ubahan yang bersifat lempung ini terjadi akibat adanya interaksi antara fluida hidrothermal yang bersifat asam (pH rendah) dengan batuan induk.

DISKUSI

Berdasarkan hasil penyelidikan yang telah ada daerah panas bumi di wilayah pulau Buru ini cukup menarik untuk dikembangkan. Beberapa faktor yang menjadi pertimbangan dalam mendukung pengembangan panas bumi wilayah pulau Buru antara lain berikut ini.

- Jenis manifestasi di daerah pulau Buru cukup bervariasi yang meliputi mata air panas, tanah panas, fumarol dan kolam lumpur panas serta batuan ubahan.
- Temperatur air panas dan fumarol berkisar antara 67.4 - 105.5 °C.

c. Fluida panas bumi daerah ini bertipe klorida bikarbonat yang berasal dari air meteorik dan erat hubungannya dengan sumber panas bumi (Bangbang Sulaeman, 2006).

d. Tipe reservoir entalpi tinggi yang diindikasikan oleh temperatur bawah permukaan (geotermometri) yang tinggi antara 234 - 237 °C di daerah Waesalit (Waeapo). Faktor-faktor diatas menunjukkan perlunya kegiatan survei lanjutan untuk mendapatkan data selengkap mungkin, sehingga dengan diperkuat kesiapan Daerah maka panas bumi di wilayah ini dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik ataupun keperluan langsung lainnya.

Peluang pemanfaatan energi panas bumi

Untuk memperkuat perlunya pengembangan energi panas bumi untuk listrik dan non listrik di wilayah pulau Buru, dibawah ini disajikan beberapa faktor yang bersifat 'peluang'.

a. Kelistrikan

Sebagian besar kebutuhan listrik di Kabupaten Buru dipenuhi oleh PT. Perusahaan Listrik Negara (Persero). Secara operasional produksi listrik PLN berasal dari 5 unit Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) dengan total daya terpasang sebanyak 8.072 kW. Dengan daya listrik sebesar ini, belum semua wilayah (terutama pedesaan) tersambung dengan jaringan listrik PLN. Oleh karena itu, sebagian masyarakat mengusahakannya secara swasembada.

Kondisi ini memberikan peluang pada listrik yang dibangkitkan dengan energi panas bumi untuk memenuhi kekurangan daya tersebut, apalagi bila daerah ini akan mengembangkan sektor perindustrian yang pasti akan membutuhkan pasokan listrik yang cukup besar.

b. Manfaat non listrik

Pemanfaatan energi untuk keperluan non listrik dapat difokuskan pada pemanasan untuk pengeringan hasil pertanian, perkebunan, dan perikanan. Sektor pertanian di daerah ini menghasilkan padi (sawah dan ladang), jagung, ubi kayu, ubi jalar, kacang tanah, dan kedelai. Tanaman sayuran meliputi cabe, bawang merah, tomat, bayam, kubis, kangkung, labu siam, terong, kacang panjang, dan buncis. Jenis buah-buahan yang banyak dihasilkan adalah pisang, mangga, dan durian. Hasil perkebunan rakyat didominasi oleh cengkeh, kelapa, coklat, dan jambu mente serta vanili.

Wilayah kehutanan di wilayah ini terdiri dari hutan lindung, hutan produksi, serta hutan suaka dan wisata (Gambar 8). Luas hutan lindung sampai tahun 2004 sebesar 155.396 Ha, hutan produksi terbatas 333.452 Ha, hutan produksi tetap 159.678 Ha, dan hutan produksi yang dapat dikonversi sebesar 175.717 Ha. Sisanya, seluas 8.817 Ha merupakan hutan suaka dan wisata, sedangkan sekitar 272.246 Ha merupakan lahan kritis. Pada sektor perikanan,

sampai dengan tahun 2004 daerah ini menghasilkan ikan laut sebesar 16.225.360 ton/tahun.

Pemanfaatan lainnya adalah untuk sektor peternakan yang digunakan antara lain pasteurisasi susu ternak, dan penetasan telur unggas. Hasil sektor peternakan daerah ini meliputi ternak sapi, kambing, kerbau, kuda, babi, itik, dan ayam ras. adalah immature, berkisar dari 0.20 0.30 %, sesuai dengan data Rock-eval pirolisis (Tmax dan CPI).

Kandungan minyak hasil analisa 'retort' bervariasi, dengan kisaran dari 3 sampai 78 liter per ton batuan, dengan rata-rata 27 liter per ton batuan.

- Diagram plot HI terhadap OI dari analisis Rock-eval pirolisis memperlihatkan bahwa material organik sebagai source (batuan induk) hidrokarbon dikategorikan sebagai penghasil minyak (oil prone) kerogen tipe II dimana material organik dominan adalah alginit dan liptinit.
- Semua hasil analisis saling mendukung dan melengkapi bahwa bitumen padat diendapkan pada lingkungan lakustrin yang dipengaruhi marin dan tingkat kematangan material organik yang rendah.
- Sumber daya batuan bitumen padat 2.801.176.772 ton (hipotetik) dan sumber daya minyak sekitar 421.483.922 barrel minyak mentah (hipotetik) dengan luas sekitar 1.354 Ha.

SARAN

Beberapa hal sebagai bahan pertimbangan selanjutnya, antara lain :

Besarnya potensi sumber daya bitumen padat, tingginya kandungan organik, lapisan dekat permukaan, prasarana kesampaian daerah yang relatif mudah, maka daerah kajian layak dipertimbangkan untuk dijadikan sebagai suatu 'pilot project' penghasil minyak (shale oil) sebagai langkah awal dalam penelitian serpih bitumen/bitumen padat untuk sumber energi alternatif.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Sukardjo, Kepala Kelompok Kajian Energi Fosil, Pusat Sumberdaya Geologi. Hari Puranto yang membuat dan mengedit gambar-gambar disampaikan terimakasih. Kepada Syufra Ilyas tidak lupa disampaikan terimakasih atas diskusi yang dilakukan.

Khususnya kepada Herudiyanto yang melakukan analisa petrografi, memperbaiki naskah dan diskusi disampaikan terimakasih. Terakhir ucapan terimakasih disampaikan kepada para kolega di Pokja Energi Fosil.

DAFTAR PUSTAKA

- Bemmelen, van R. W., 1949. *The Geology of Indonesia*. Vol. IA. The Hague. Netherlands.
- Badan Standardisasi Nasional, 1999. *Standar Nasional : Klasifikasi Potensi Energi Panas Bumi di Indonesia*. No. SNI 03-5012-1999.
- Giggenbach, W.F., 1988. *Geothermal Solute Equilibria Deviation of Na-K-Mg-Ca Geo-Indicators*. *Geochemica Acta* 52. pp. 2749-2765.
- Tim penyelidikan wilayah pulau Buru, 2006. *Laporan Penyelidikan pendahuluan Geologi dan Geokimia wilayah Kabupaten Buru, Provinsi Maluku*. Pusat Sumber Daya Geologi. Laporan. Tidak dipublikasikan.
- Wohletz, K., and Heiken G., 1992. *Volcanology and Geothermal Energy*. University of California Press, Oxford, England. p. 192-194.