



ISBN 978-979-1441-11-7

Prosiding Seminar
Hasil Program Pengembangan Diri 2006

**BIDANG MATEMATIKA
DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

Jilid 2
MATEMATIKA DAN FISIKA

**BADAN KERJASAMA PERGURUAN TINGGI NEGERI
WILAYAH INDONESIA BARAT
FORUM HEDS
(Forum for Higher Education Development Support)
2007**

POTENSI ENERGI LISTRIK PADA PROSPEK PANAS BUMI ILE ANGIN – ILE PADUNG, NUSA TENGGARA TIMUR

SUHARNO

Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Lampung,
Jl. Prof. Soemantri Brodjonegoro No. 1 – Bandar Lampung

ABSTRAK

Indonesia memiliki cadangan energi panasbumi terbesar di dunia. Penelitian sumber energi panasbumi perlu dilakukan. Prospek panasbumi Ile Angin – Ile Padung Nusa Tenggara Timur termasuk sumber energi panasbumi yang cukup berpotensi. Direktorat Energi dan Sumber Daya Mineral telah melakukan pengumpulan data geokimia dan geofisika. Penelitian ini mengolah sebagian data geokimia dan geolistrik untuk menghitung besarnya cadangan energi listrik yang terkandung dalam prospek panasbumi tersebut. Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis prospek ini memiliki reservoir termasuk kategori suhu sedang (125°C s.d. 225°C) dan cadangan energi listrik keseluruhan dapat mencapai 350 MW.

Keyword: energi, panasbumi, Nusa Tenggara Timur

I. PENDAHULUAN

Busur kepulauan Indonesia memiliki sekitar 200 buah gunungapi yang dapat berpotensi menjadi sumber energi panas-bumi. Menurut Ibrahim dkk (2005) berdasarkan data dari Dir. Energi dan Sumberdaya Mineral Indonesia memiliki 27000 MW dan menurut Bahar (2005) dan INAGA (2005), Indonesia memiliki 40% cadangan sumber energi panasbumi dunia.

Lebih dari itu, Pemerintah Indonesia merencanakan *power plant* dengan tenaga panasbumi berkapasitas 6000 MW sampai menjelang 2020 yang didukung oleh UU No 27/2003 tentang energi panasbumi. Disamping itu Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional (RUKN) merencanakan sumber energi panasbumi menjadi pemasok listrik terbesar ketiga pada tahun 2006.

Berawal dari keadaan di atas prospek panasbumi Ile Angin – Ile Padung menjadi menarik untuk dikaji dan ditentukan besar cadangan energi listriknya. Oleh karena itu penelitian ini melakukan analisis dan perhitungan berdasarkan data yang telah dikumpulkan oleh Dir Energi dan Sumber Daya Mineral.

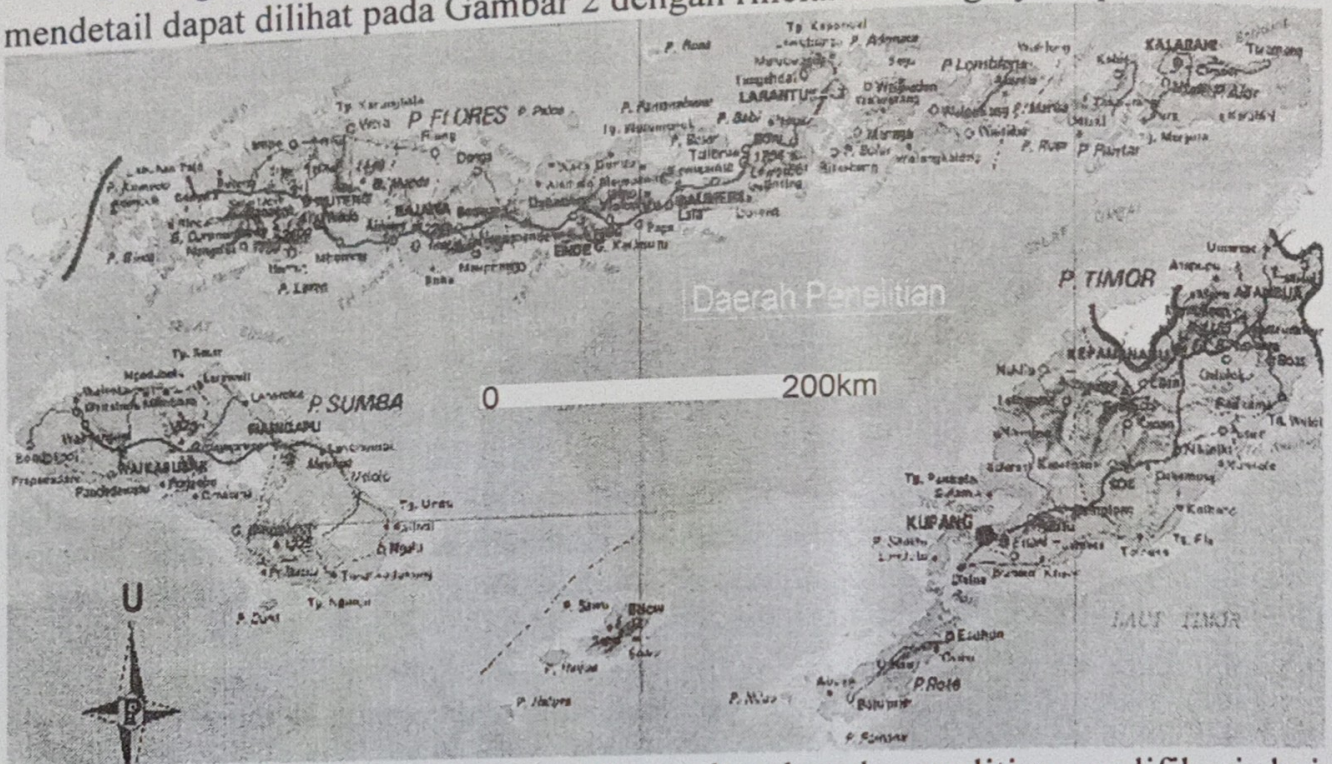
II. MATERI DAN METODOLOGI PENELITIAN

II.1. Letak Geografis

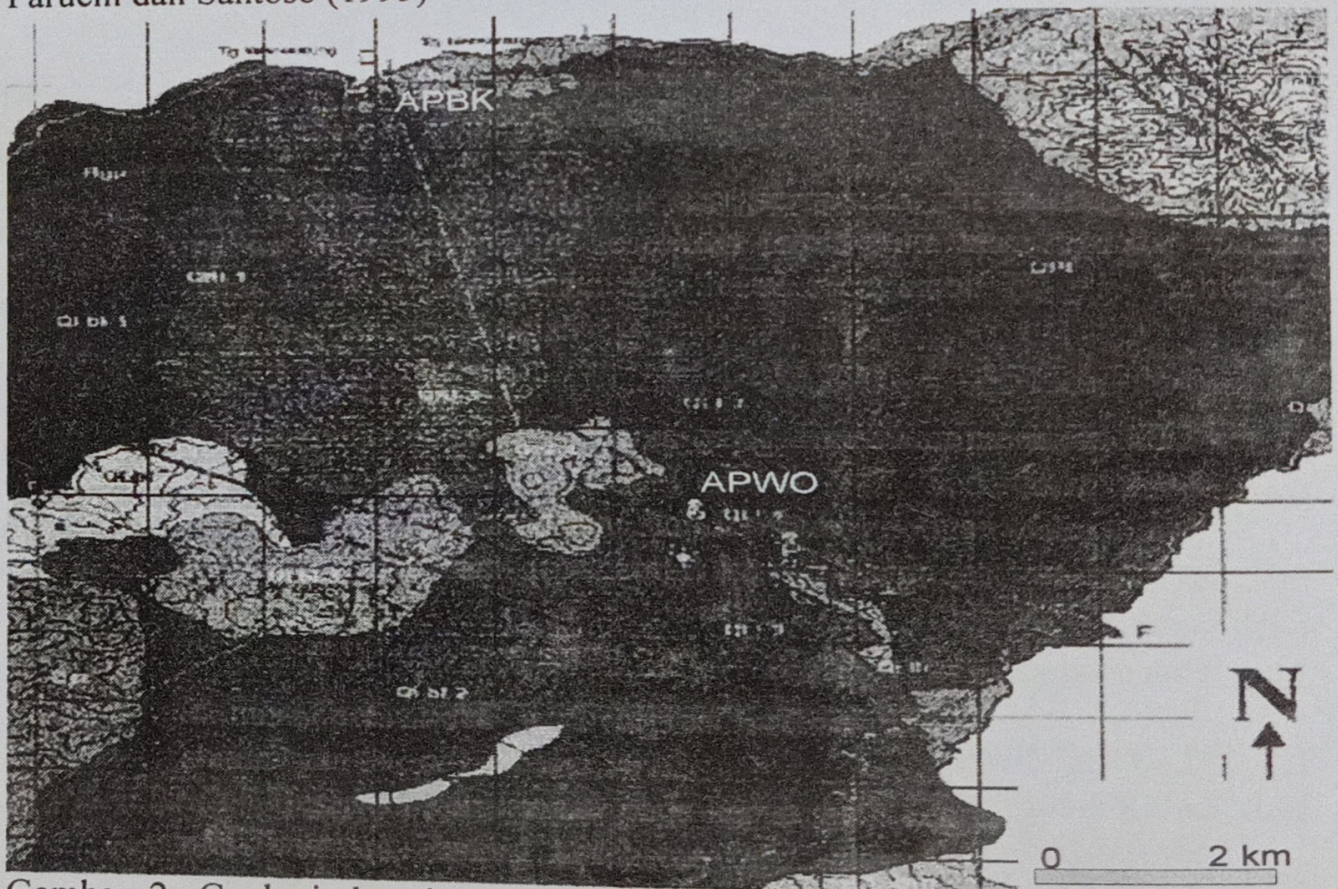
Prospek panasbumi Ile Angin – Ile Padung terletak di sekitar $122,8^{\circ}$ BT; $8,2^{\circ}$ LS, termasuk wilayah Kecamatan Larantuka dan Tanjung Bunga, Kabupaten Flores Timur, Nusa Tenggara Timur (Gambar 1).

II.2. Geologi Daerah Penelitian

Geologi umum daerah ini sedikit dibahas oleh Suwarna dkk (1990). Secara mendetail dapat dilihat pada Gambar 2 dengan rincian lithologinya seperti berikut:



Gambar 1. Provinsi Nusa Tenggara Timur dan daerah penelitian modifikasi dari Faruchi dan Santoso (1995)



Gambar 2. Geologi daerah prospek panasbumi Ile Angin - Ile Padung, NTT modifikasi dari Hastuti (2005)

- (1) Endapan alluvial (Qal), terdiri dari pasir, kerikil, kerakal, longsoran dan endapan batuan yang lebih tua.
- (2) Satuan aliran lava G. Lereboleng-3 (QLbl-3), terdiri dari lava andesit.
- (3) Satuan aliran lava G. Lereboleng-2 (QLbl-2), terdiri dari lava breksi, satuan ini meliputi 8% luas daerah penelitian.
- (4) Satuan piroklastik Lereboleng (QLbj), terdiri dari piroklastik yang berukuran debu, batuan andesit dan berwarna abu-abu kecoklatan.
- (5) Satuan aliran lava G. Lereboleng-1 (QLbl-1), terdiri dari lava andesit, meliputi 5% dari luas daerah penelitian, terletak di bagian barat laut daerah penelitian dan disini banyak dijumpai kekar.
- (6) Satuan aliran lava G. Kadekareka-1 (QKdl-1), terdiri dari lava dan piroklastik batuan andesit, sebagian telah mengalami pelapukan. Batuan ini terletak di bagian timurlaut daerah penelitian.
- (7) Satuan aliran lava G. Padang (QPI), terdiri dari lava andesit, terletak di bagian tenggara, tersingkap pada sungai Wai Dulion.
- (8) Satuan aliran lava G. Kihak-4 (QKI-4), terdiri dari lava andesit, terletak di arah selatan. Satuan ini banyak berpori dan memiliki struktur vasikuler.
- (9) Satuan aliran lava G. Kihak-3 (QKI-3), terdiri dari lava andesit, terletak di bagian tengah meliputi 3% daerah penelitian.
- (10) Satuan aliran lava G. Kihak-2 (QKI-2), terdiri dari lava andesit berstruktur kekar berlembar.
- (11) Satuan anglomerat laharik (QKIh), terdiri dari batuan anglomerat andesit tersingkap di pantai utara dekat mata air panas Baka.
- (12) Satuan aliran lava G. Kihak-1 (QKI-1), terdiri dari lava andesit, tersingkap di pantai utara di Desa Lewokluok ke tenggara.
- (13) Satuan aliran lava G. Tenawahang (QTI), terdiri dari lava andesit memperlihatkan struktur aliran afanitik porfiritik, meliputi 5% luas daerah penelitian
- (14) Satuan aliran lava G. ekung-3 (QLI-3), berada di sekitar kompleks G.. Lekung.
- (15) Satuan batu gamping koral (Bgp), terdiri dari batu gamping dengan fragmen koral dan batu pasir, bersifat kompak dan karbonatan, terletak di bagian utara meliputi 3% luas daerah.
- (16) Satuan aliran lava G. Lekung-2 (QLI-2), terdiri dari batuan andesit, tersebar di bagian utara dan selatan daerah penelitian. Satuan ini telah mengalami pelapukan dan deformasi yang kuat.
- (17) Satuan breksi laharik (QLlh), terdiri dari breksi polimik dengan ukuran bongkah sampai kerikil tertanam dalam semen tuf pasiran yang mudah lepas.
- (18) Satuan aliran lava G. Lekung-1 (QLI-1), terdiri dari lava andesit merupakan batuan tertua di wilayah ini. Batuan ini tersingkap di sungai Wai Kuma meliputi 2% luas daerah penelitian.

II.3. Metodologi Penelitian

Cadangan energi listrik suatu prospek panasbmi dapat ditentukan dengan cara: (1) menentukan suhu resesrvoir, (2) setelah reservoir diketahui tingkat

suhunya maka cadangan energi listrik per satuan luas dapat diketahui, (3) menghitung luas manifestasi prospek panasbumi tersebut. Sehingga suhu reservoir dan luas daerah manifestasi perlu ditentukan terlebih dahulu. Penentuan suhu reservoir diperlukan perhitungan geotermometer berdasarkan data geokimia dan penentuan luas daerah manifestasi diperlukan data geofisika.

II.4. Geotermometer

Proses interaksi antara air dan batuan dominan mempengaruhi komposisi air pada kedalaman antara 1 s.d. 5 km. Geotermometer dapat didasarkan pada kelarutan zat larut (geotermometer silika) atau konsentrasi larutan mineral (seperti, Na-K-Ca, Na-K, K-Mg). Geotermometer silika cukup bagus hanya memiliki kesalahan $\pm 2^{\circ}\text{C}$ dalam range suhu 20° s.d. 250°C , dengan menggunakan rumus dari Simmons (1998),

$$t^{\circ}\text{C} = 1309 / (5,19 - \log \text{SiO}_2) - 273 \dots\dots\dots (1)$$

Sedangkan untuk Na-K dan K-Mg, (Giggenbach, 1988)

$$t^{\circ}\text{C} = 1390 / (\log(\text{Na}/\text{K}) + 1,75) - 273 \dots\dots\dots (2)$$

$$t^{\circ}\text{C} = 4410 / (14,0 - \log(\text{K}^2/\text{Mg})) - 273 \dots\dots\dots (3)$$

Tabel 1. Data geokimia prospek panasbumi Ile Angin – Ile Padung

Sempel	Lokasi APWO	Lokasi APBK
Ketinggian (m)	538	2
Suhu (T oC)	90	80
pH (ppm)	2,6	5,4
Mg (ppm)	6,7	284
Na (ppm)	76	2407
K (ppm)	6	228
SiO ₂ (ppm)	304	187

Untuk mendapatkan suhu reservoir, penelitian ini melakukan perhitungan memakai tiga rumus di atas dan menggunakan data geokimia pada Tabel 1.

II.5. Metode Resistivitas

Resistivitas sounding dan mapping cukup efektif untuk mengetahui penyebaran manifestasi prospek panasbumi. Data sounding cukup bagus untuk mengetahui penyebaran reservoir secara vertikal. Data mapping cukup efektif untuk mengetahui penyebaran reservoir secara lateral, sehingga cukup signifikan untuk menentukan luas manifestasi, caranya dengan menentukan batas resistivitas daerah reservoir dan daerah luar reservoir. Data mapping dengan (AB/2, 250, 500, 750 dan 1000 m) yang telah dikumpulkan oleh DESDM dipetakan dan dilakukan analisis untuk memperoleh luasan manifestasi.

II.6. Perhitungan Cadangan Listrik

Besarnya cadangan energi listrik yang dimiliki oleh suatu reservoir panasbumi dapat dihitung menggunakan rumus,

$W = Q \times A$ (4)
 dengan W adalah daya listrik yang dapat dihasilkan, Q adalah kapasitas daya listrik per satuan luas, A adalah luas penampang reservoir.

Reservoir panasbumi dapat diklasifikasikan menjadi 3 kategori berdasarkan suhu: (1) suhu rendah ($< 125^{\circ}\text{C}$), (2) suhu sedang (125 s.d. 225°C) dan (3) suhu tinggi ($> 225^{\circ}\text{C}$). Keadaan suhu reservoir menentukan besarnya kapasitas cadangan daya listrik (Q) per satuan luasnya. Besarnya kapasitas daya listrik (Q) yang dapat dihasilkan oleh suatu reservoir adalah ($Q = 10 \text{ MW/km}^2$ untuk reservoir suhu rendah), ($Q = 12,5 \text{ MW/km}^2$ untuk reservoir suhu sedang) dan ($Q = 15 \text{ MW/km}^2$ untuk reservoir suhu tinggi).

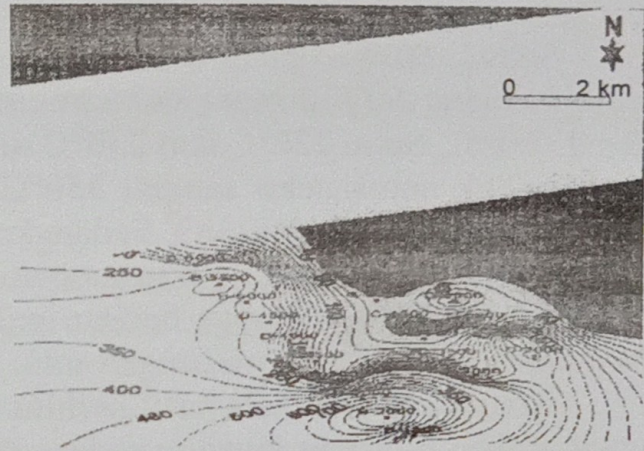
III. Hasil dan Pembahasan

III.1. Hasil

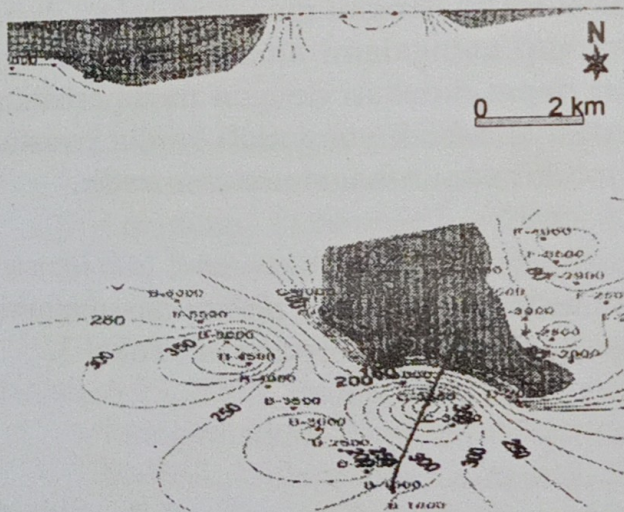
Luas manifestasi berdasarkan data mapping dapat dilihat pada Gambar 3 s.d.6 menurut data yang diolah oleh Riatrisna (2005).



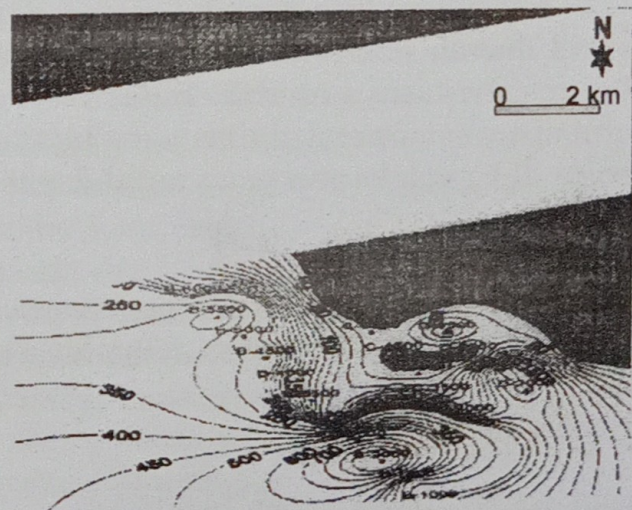
Gambar 3. Peta resistivitas mapping dengan $AB/2 = 250 \text{ m}$



Gambar 5. Peta resistivitas mapping dengan $AB/2 = 750 \text{ m}$.



Gambar 4. Peta resistivitas mapping dengan $AB/2 = 500 \text{ m}$.



Gambar 6. Peta resistivitas mapping

Berdasarkan data Tabel 1, dilakukan perhitungan menggunakan data SiO₂ yang diperoleh dari sumber air panas yang dianggap paling mewakili prospek panas-bumi daerah ini, menghasilkan harga suhu reservoir sebesar seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Suhu reservoir di APWO dan APBK berdasarkan tiga tipe geotermometer

Geotermometer	Lokasi APWO	Lokasi APBK
SiO ₂	210°C	175°C
Na-K	220°C	230°C
K-Mg	60°C	104°C

III.2. Analisis

Pada wilayah APWO diperoleh harga suhu reservoir sebesar 210, 220 dan 60°C, dan di APBK diperoleh suhu resevoir sebesar 210, 230 dan 104°C.

Suhu 210°C dan 175°C dahsilkan dari perhitungan menggunakan geotermometer SiO, dimana geotermometer tersebut cukup baik pada range suhu 20 s.d. 250°C. Suhu 220°C dan 230°C diperoleh dengan geotermometer Na-K yang masih cocok untuk suho sampai 350°C dan keadaan reservoir yang lebih dalam dibanding geotermometer SiO. Sedangkan suhu 60°C dan 104°C diperoleh dengan geotermo-meter K-Mg, geotermometer ini sangat sensitif terhadap rasio konsentrasi K²/Mg sehingga dengan sedikit bertambahnya Mg oleh masuknya air dangkal menyebabkan perhitungan suhu jadi lebih rendah.

Berdasarkan analisis hasil perhitungan suhu reservoir prospek panasbumi ini digolong-kan reservoir bersuhu sedang (antara 125°C s.d. 225°C). Atas dasar suhu reservoir ini maka perhitungan energi listrik yang dapat dihasilkan adalah 12,5 MW/km².

Penentuan luas daerah prospek dapat didekati dengan memperkirakan daerah bahwa daerah resevoir merupakan daerah yang mengalami alterasi kuat sehingga nilai resistivitasnya rendah. Batas reservoir dapat didekati dengan memperhatikan perubahan kontur resistivitas yang tajam, artinya daerah yang niali kontur resistivitasnya di bawah kontur yang terjal dapat diperkirakan sebagai area reservoir.

III.3. Kalkulasi

Pendekatan penentuan luas reservoir berdasarkan nilai resistivitas mapping, sesuai dengan analisis diatas maka luasan yang diperoleh seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Luas reservoir berdasarkan nilai resistivitas pada lokasi APWO dan APBK

Resistivitas	Lokasi APWO	Lokasi APBK
AB/2= 250 m	12 km ²	3 km ²
AB/2= 500 m	14 km ²	9 km ²
AB/2= 750 m	25 km ²	10 km ²
AB/2= 1000 m	25 km ²	10 km ²
Terpilih	20 km ²	8 km ²

Berdasarkan analisis suhu reservoir dari Tabel 2 dan luas resevoir dari Tabel 3, cadangan energi listrik yang mungkin dihasilkan oleh prospek panasbumi Ile Angin – Ile Padung adalah:

(1) Lokasi APWO: $E = 12,5 \text{ MW/ km}^2 \times 20 \text{ km}^2 = 250 \text{ MW}$

(2) Lokasi APBK: $E = 12,5 \text{ MW/ km}^2 \times 8 \text{ km}^2 = 100 \text{ MW}$

IV. Kesimpulan dan Saran

IV.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis prospek panasbumi Ile Angin – Ile Padung Nusa Tenggara Timur memiliki reservoir termasuk kategori suhu sedang (125°C s.d. 225°C) dan cadangan energi listrik keseluruhan dapat mencapai 350 MW.

IV.2. Saran

Penelitian sumber energi panasbumi perlu digalakkan mengingat Indonesia memiliki cadangan yang melimpah, lagi pula energi tersebut akan dapat menggantikan energi migas.

V. Ucapan Terimakasih

Terimakasih diucapkan kepada manajemen Dir. Energi dan Sumber Daya Mineral atas pemakaian data yang diolah dalam tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahar, I., 2005. Peranan Geofisika dalam Eksplorasi & Eksploitasi Serta Mitigasi Bencana Alam Geologi di Indonesia, Seminar Nasional Fisika Universitas Lampung, 21 September 2005. Bandar Lampung.
- Faruchi dan Santoso, B., 1995. Atlas Indonesia dan Dunia. CV. Simplex, Jakarta.
- Giggenbach, 1988. Geothermal Solute Equilibria. Erivation of Na-K-Mg-Ca Geoindicators. *Geochemica Cosmochimica Acta*, vol. 52: 2749-2765.
- Hastuti, S.P., 2005. Penentuan Cadangan Energi Panasbumi Ile Angin - Ile Padung Menggunakan Anomali Magnetik dan geokimia. Thesis S1, Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Ibrahim, R.F., Fauzi, A. and Suryadarma, 2005. The Progress of Geothermal Energy Resources Activities in Indonesia. In: K. Popovski (Editor), World

- Geothermal Congers 2005. World Geothermal Congers 2005, Antalya, Turkey.
- INAGA, 2005. World Geothermal Conference 2010. International Geothermal Association, Jakarta.
- Riatrisna, D., 2005. Pendugaan Potensi Reservoir Panasbumi dengan Menggunakan Metode Tahanan Jenis Listrik di Lapangan Panasbumi Ile Angin - Ile Padung Nusa Tenggara Timur. Thesis S1, Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Simmons, S.F., 1998. Geochemistry lecture notes, Geothermal Institute, the University of Auckland, New Zealand.
- Suwarna, N., Santosa, S. and Koesoemadinata, S., 1990. Peta Geologi Regional Bersistem Lembar Ende, Nusa Tenggara Timur. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.