

# Pemodelan Lapangan Panasbumi Dieng, Indonesia Dengan Software Petrasim

Rheza akbar, Khasani

Departemen Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik,  
Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia  
[dewantara.akbar@gmail.com](mailto:dewantara.akbar@gmail.com)

## Abstrak

Model reservoir panasbumi 3D daerah Dieng, Indonesia dikembangkan sebagai dasar untuk tahapan produksi dan skenario lanjutan untuk memenuhi produksi listrik dengan menggunakan simulator TOUGH2 dengan metode analisis secara numerik. Model dalam simulasi ini berdimensi 3,6km x 3km x 3km dengan temperature pada heat source sebesar 325 C dengan integrasi beberapa data untuk rekonstruksi model. Hasil akhir akan mendapatkan model konseptual yang merepresentasikan kondisi sebenarnya dan digunakan sebagai dasar skenario pengembangan

Kata kunci : Geothermal, Conceptual Model, Petrasim, Reservoir Modelling

## 1. Pendahuluan

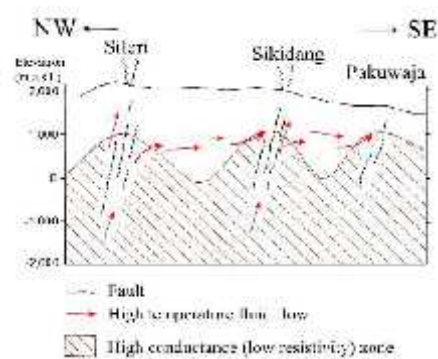
Energi panasbumi (*geothermal energy*) adalah energi alternatif yang sangat potensial untuk dikembangkan dimasa depan terutama untuk digunakan sebagai energi pembangkit listrik, menggantikan ketergantungan akan penggunaan sumber energi hidrokarbon yang semakin hari semakin menurun jumlah cadangannya. Indonesia mempunyai sumber panas bumi mencapai 40% potensi di dunia dan termasuk sumber energi yang terbarukan (*renewable*) dan energi yang ramah lingkungan dalam tahap produksinya. Lapangan panas bumi Dieng mulai dikembangkan pada tahun 1990. Pembangkit listrik terpasang dengan kapasitas 60 MWe mulai beroperasi pada tahun 1998. Ada 3 daerah prospek pada panas bumi dieng Sileri, Sikidang dan Pakuwaja (Gambar 1).

Area Sileri ditandai dengan produksi uap dengan temperatur yang relative tinggi dan cukup dalam. Temperatur *reservoir* berkisar antara 300-335°C, pada kedalaman antara 2000-2300m. Area Sikidang relatif dangkal dan temperatur yang lebih rendah dari pada Sileri. Suhu *reservoir* berkisar antara 240-300° C, dengan produksi zona di kebanyakan sumur yang ditemui di kedalaman 1400-1500 m, atau sekitar +500 m sampai +750 m a.s.l. (Layman dkk., 2002). Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan lapangan panasbumi Dieng dan perubahan tekanan serta temperatur dalam waktu tertentu yang digunakan sebagai dasar untuk pengembangan.



Gambar 1. Lapangan Panasbumi Dieng

## 2. Model Konseptual



Stratigrafi Lapangan Panasbumi Dieng terdiri dari endapan-endapan batu vulkanik kuartar yang terdiri dari; lava andesit dan piroklastik. Umur batuan berkisar 3.60 juta tahun sampai dengan 2.53 juta tahun (Boedihardi dkk, 1991.)

### Gambar 2. Model konseptual

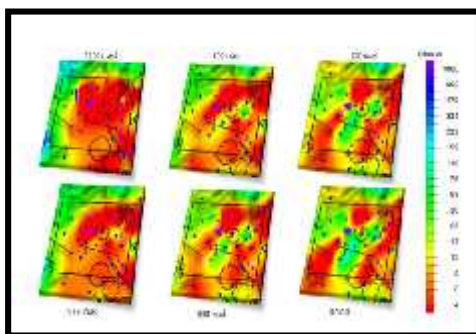
(Natural State Modeling of Geothermal Reservoir at Dieng, Central Java, Indonesia. Takeshi hino dkk.2013 )  
Datavariasi *gravity* merefleksikan perubahan densitas batuan bawah permukaan, sehingga *gravity* data dapat digunakan sebagai acuan untuk menentukan struktur geologi lokan maupun struktur geologi regional,

dengan memetakan area yang memiliki perbedaan densitas batuan yang signifikan berdasarkan data MT. Nilai resistivity pada area Sileri dan variasi distribusi penyebaran pada Lapangan panas bumi Dieng khususnya ditunjukkan pada **Gambar 3**. Berdasarkan gambar pada elevasi 1250 masl sampai 0 masl terjadi perubahan kenaikan nilai resistivity dimana Low resistivity layer (< 8 ohm-m) secara terperinci diperlihatkan dengan warna merah yang menunjukkan bahwa daerah tersebut dapat diinterpretasikan sebagai daerah *upwelling thermal fluid* pada kedalaman dangkal (Bogie, 2008) sehingga mengakibatkan alterasi pada batuan yang akhirnya berkembang menjadi caprock dari sistem panas bumi.

### 3. Pemodelan Reservoir

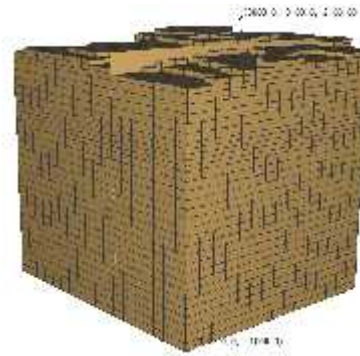
#### 3.1 Grid

Dalam metode ini digunakan model pendekatan parameter batuan heterogen. Pemodelan dapat dilakukan dengan membagi sistem *reservoir* menjadi sejumlah blok atau *grid* yang satu sama lain saling berhubungan sesuai dengan struktur pada data geosains.



**Gambar 3.** Magneto Telluric (PT. Geo Dipa Energi, 2015)

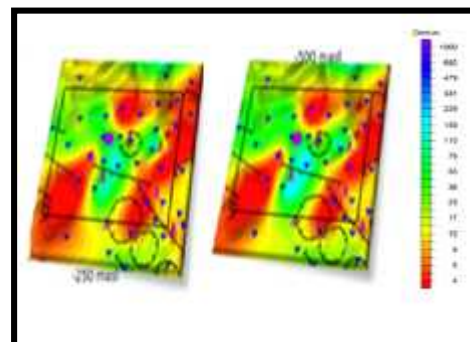
Pemodelan *grid* atau *sub-volume* ini dapat berbentuk diagonal ataupun parallel tergantung pada batasan dan bentuk *reservoir* yang akan disimulasikan. Ukuran dan banyaknya *grid* yang akan disimulasikan disesuaikan berapa besar dan luas *volume* dari *reservoir* dengan ukuran dari masing-masing *grid* yang merepresentasikan luasan zona *reservoir*. Semakin kecil ukuran *grid* yang digunakan, maka akan semakin detail hasil simulasi yang akan didapatkan dan begitu pula sebaliknya. *Grid* dari model berukuran 3,0 km x 2,5 km. Dimensi model itu dari -2,0 km sampai 2,50 km di atas permukaan laut. Gambar 5 menunjukkan blok tiga dimensi model numerik dengan interval kedalaman 250 m dengan. Model selanjutnya dibagi menjadi 20 lapisan *grid* secara vertical dengan 7 jenis batuan yang disesuaikan dengan data geologi di lapisannya berdasarkan struktur lapisan dan data dari batuan.



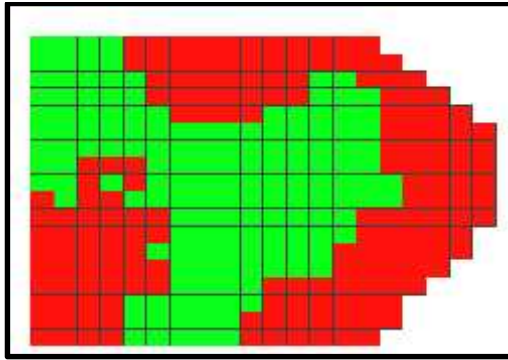
**Gambar 4.** Grid dan Mesh (Petrasim)

#### 3.2 Properti reservoir

Properti *reservoir* terdiri dari properti batuan dan properti fluida dalam sistem panas bumi. Properti batuan meliputi porositas, permeabilitas, konduktivitas panas dan spesifik panas. Properti dari batuan tersebut yang paling berpengaruh terhadap aliran fluida adalah permeabilitas dengan satuan md pada model tersebut. Terdapat 7 jenis batuan untuk menggambarkan kondisi heterogen *reservoir* dan isotropic dari model. Properti batuan seperti densitas, porositas, konduktivitas termal dan panas spesifik masing-masing 2550.0 kg/m<sup>3</sup>, 2.2 W/(m·K) dan 1000 J / kg / K. Pembagian blok (Gambar 5 dan Gambar 6) dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa faktor diantaranya adalah lokasi sumur, batas *reservoir*, pola struktur batuan, properti batuan, dan lokasi manifestasi yang ada pada permukaan. Dengan cara ini maka heterogenitas permeabilitas dari batuan, porositas batuan, saturasi air dan uap di dalam *reservoir* serta karakteristik fluidanya, baik secara lateral maupun secara vertikal dapat diperhitungkan (BSN, 1999).



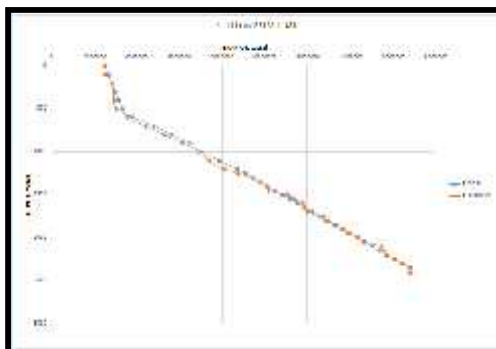
**Gambar 5.** lapisan kedalaman -250masl (PT. Geo Dipa Energi, 2015)



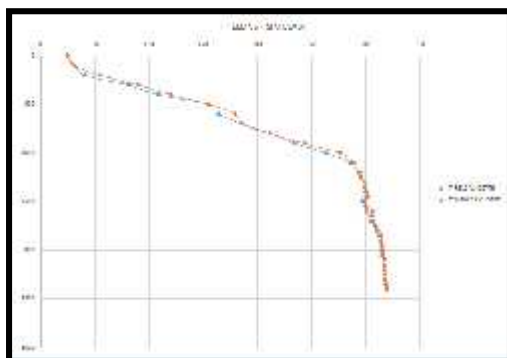
Gambar 6. simulasi Struktur -250masl(Petrasim)

### 3.3 Inisialisasi sumur

Inisialisasi sumur dilakukan untuk mendapatkan kondisi yang sesuai antara kondisi simulasi dengan keadaan sebenarnya sehingga model bisa dijadikan acuan untuk proses pengembangan lapangan dan prediksi terhadap produksi dan kemampuan lapangan untuk menghasilkan *rate* tertentu. Inisialisasi sumuran dilakukan dengan menyamakan kondisi tekanan dan temperatur simulasi dengan kondisi lapangan. Perubahan dilakukan dengan mengubah parameter dari properti *reservoir* seperti porositas dan permeabilitas. Hasil Inisialisasi tersebut berupa kurva plot antara kedalaman dan tekanan serta kedalaman dan temperatur.



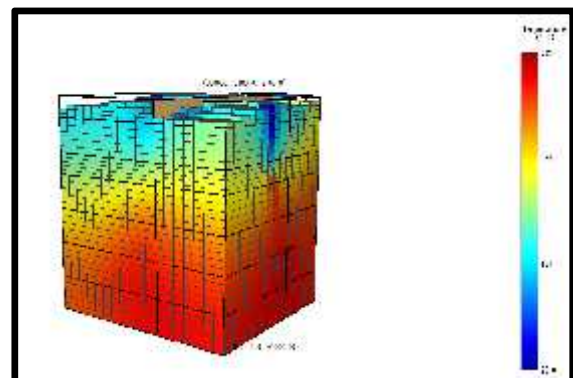
Gambar 7. Hasil plot tekanan(Petrasim)



Gambar 8. Hasil plot temperature(Petrasim)

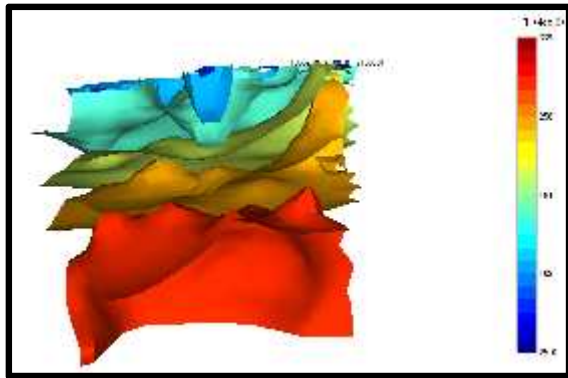
### 3.4 Hasil dan Pembahasan

Lapangan Panasbumi Dieng terdiri dari beberapa area yang meliputi Sileri, Sikidang, Pakuwaja yang memiliki potensi panasbumi yang cukup untuk digunakan sebagai energi pembangkit listrik. Namun tidak semua dapat dikembangkan karena terdapat faktor *scaling* dan kandungan *Non-condensable gas*. Dalam hal ini area yang telah dikembangkan yakni Sileri yang termasuk kedalam sistem reservoir panasbumi *liquid dominated*. Data geologi dan geosains cenderung lebih banyak digunakan pada penentuan batas daerah analisis/model konseptual. Dari data geologi akan diperoleh peta geologi dan stratigrafi yang selanjutnya digunakan untuk rekonstruksi model lapisan dari lapangan panasbumi dieng. Keakuratan model *reservoir* yang digunakan dalam simulasi diuji dengan menggunakan data keselarasan antara temperatur dan tekanan dari *export* hasil simulasi dengan terhadap tekanan temperatur hasil yang didapat dari lapangan (*P & T surveys*) yang disebut *Uji Validitas Model simulasi* (Gambar 7 dan Gambar 8) yang nantinya jika plot antara keduanya berhimpitan maka model bisa dianggap merepresentasikan kondisi lapangan yang sebenarnya dan bisa digunakan sebagai model awal untuk melakukan pengembangan dan skenario lanjutan dari lapangan tersebut.



Gambar 9. Grid dan Mesh model(petrasim)

Dari model *grid* dan setelah dilakukan *meshing* akan mendapatkan hasil 3D dari lapisan batuan dengan perbedaan parameter yang diinginkan (temperatur, tekanan, densitas batuan, porositas dll) sehingga model bisa dianalisa untuk perubahan parameter tersebut. Hasil analisa dari model menggambarkan bahwa temperatur dari *reservoir* tersebut menyebar yang diakibatkan karena adanya *heat loss* selama proses transfer panas saat fluida mengalir baik itu secara konveksi maupun konduksi. Parameter Estimasi permeabilitas model yang dioptimal pada **Tabel 1**.



Gambar 10. Model 3D

Permeabilitas berkisar antara  $1,22 \times 10^{-5}$  md hingga 8.8 md untuk kx,  $1,22 \times 10^{-5}$  md hingga 9.32 md untuk arah y dan dari  $1,1 \times 10^{-6}$  md hingga 7.6 md arah z. Permeabilitas tersebut mengalami perubahan dari model awal.

Tabel 1. Perkiraan permeabilitas batuan

Jenis Batuan	Permeabilitas (md)		
	Kx	Ky	Kz
Mikrodiorit	8.82E+00	9.32E+00	7.60E+00
Tuffa Breccia	5.98E-03	8.09E-03	7.90E-04
Pyroclastic	4.36E-05	6.89E-05	8.00E-05
Andesit Pyroxene	6.59E-03	7.07E-03	7.09E-02
Aluvial	2.74E-03	6.08E-04	8.00E-03
Heat Source (Unknown)	1.22E-05	1.22E-05	1.01E-06

## 5. Kesimpulan

Model numerik lapangan panasbumi Dieng dengan *software* Petrasim berhasil mendapatkan model yang merepresentasikan kondisi lapangan. Hasil yang didapat:

1. Model didapat dari beberapa integrasi data dan dilakukan inisialisasi untuk membuat kondisi yang serupa dengan yang ada saat ini.
2. Permeabilitas mengalami perubahan karena dimungkinkan terjadi perubahan mineral saat transport fluida yang mempengaruhi properti batuan.
3. Berdasarkan simulasi model *natural state* yang dilakukan, dapat diketahui letak distribusi permeabilitas batuan, distribusi temperatur dan distribusi tekanan. Simulasi yang dilakukan mencapai *state condition* pada jangka waktu 1 juta tahun.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu terselesaikannya karya ilmiah ini. terutama dosen dan staff Departemen Teknik Mesin dan Industri, Fakultas

Teknik, Universitas Gadjah Mada dan PT. Geodipa Energi.

## Daftar Pustaka

- BSN. (1999). *Metode Estimasi Potensi Energi Panas Bumi*. Standar Nasional Indonesia. Indonesia.
- Data Reservoir Engineering. PT. Geo Dipa Energi.
- Erik B Layman, Irsawardi Agus and Samsudin., *The Dieng Geothermal Resource, Central Java, Indonesia* Geothermal Resources Council Transactions, September 22-25, 2002.
- Ian Bogie, Yudi I Kusumah., *Formation Imaging at the Wayang Windu Geothermal Field, West Java, Indonesia*, Western Pacific Regional Branch 2008.
- Pruess K., Moridis G., Oldenburg C., "TOUGH2 User's Guide, Version 2.0", Earth Science Division Lawrence Berkeley National Laboratory University of California, Berkeley, California 94720, November 1999.
- Sudarman, Sayogi., Boedihardi, M., Suranto., *Evaluation of the Dieng Geothermal Field; Review of Development Strategy*. Proceeding IPA, Twentieth Annual Convention, Oktober 1991.
- Takeshi Hino, Ryuichi Itoi, Toshiaki Tanaka, N. Agung Pambudi, and Khasani, *Natural State Modeling of Geothermal Reservoir at Dieng, Central Java, Indonesia*, GRC Transactions, Vol. 37, 2013.



**BERITA ACARA  
KEGIATAN SEMINAR NASIONAL ReTII KE-12 TAHUN 2017**

Pada hari ini Sabtu, Tanggal 9 Desember, Tahun 2017 telah dilaksanakan Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) ke-12, atas :


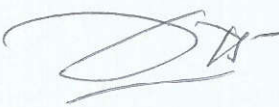

Nama Pemakalah : Rheza akbar<sup>1</sup>, Khasani<sup>2</sup>  
Judul Makalah : PEMODELAN LAPANGAN PANASBUMI DIENG, INDONESIA DENGAN SOFTWARE PETRASIM  
  
Pukul : 14.00 – 14.15  
Bertempat di : Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta  
Dengan alamat : Jln. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, DIY  
Ruang : D.12  
Moderator : Aris Warsito, ST, MT, Ph.D  
Notulen : Wartono, ST, M.Eng

Susunan Acara Seminar ini dibuka oleh Moderator, diikuti oleh Pemaparan Singkat Hasil Penelitian oleh Pemakalah, Tanggapan (Pertanyaan/Kritik/Saran) dari Peserta Seminar dan Tanggapan Pemakalah, dan ditutup kembali oleh Moderator.

Jumlah Peserta yang hadir : \_\_\_\_\_ orang (Daftar Hadir Terlampir)

Demikian Berita Acara ini dibuat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 9 Desember 2017

Ketua Panitia	Moderator	Pemakalah
 Dr. Ir. Sugiarto, MT	 Aris Warsito, ST, MT, Ph.D	 Rheza akbar <sup>1</sup> , Khasani <sup>2</sup>





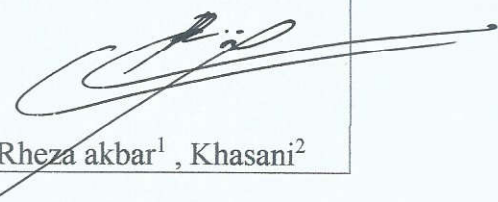
## NOTULEN KEGIATAN SEMINAR NASIONAL ReTII KE-12 TAHUN 2017

Pada hari ini Sabtu, Tanggal 9 Desember, Tahun 2017 telah dilaksanakan Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) ke-12, atas :

- Nama Pemakalah : Rheza akbar<sup>1</sup>, Khasani<sup>2</sup>
- Judul Makalah : PEMODELAN LAPANGAN PANASBUMI DIENG, INDONESIA DENGAN SOFTWARE PETRASIM
- Pukul : 14.00 – 14.15
- Bertempat di : STTNAS Yogyakarta
- Dengan alamat : Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, DIY
- Ruang : D.12

Pertanyaan/Kritik/Saran	Tanggapan Pemakalah
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reservoir itu apa?</li> <li>- Bersimulasi ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reservoir : tempat akumulasi air, batuan nya magma.</li> <li>- Dpt mensimulasi utk menggerakkan turbin.</li> </ul>

Yogyakarta, 9 Desember 2017

Ketua Panitia	Moderator	Pemakalah
 Dr. Ir. Sugiarto, MT	 Aris Warsito, ST, MT, Ph.D	 Rheza akbar <sup>1</sup> , Khasani <sup>2</sup>