

PENGGUNAAN METODE VOLUMETRIK DAN MONTE CARLO UNTUK MENGEVALUASI CADANGAN ENERGI GEOTHERMAL DI LAPANGAN KAMOJANG

Haryo Pranoto Guno, Syamsul Irham, Bambang Kustono

Abstrak

Lapangan panas bumi kamojang telah beroperasi lebih dari 120 tahun. Tentunya setelah diproduksi dalam kurun waktu tersebut, terjadi penurunan cadangan, yang mengakibatkan kurangnya potensi keekonomisan suatu lapangan geothermal untuk dikembangkan. Persoalan diatas tentunya dapat diselesaikan dengan menghitung kembali, berapa potensi cadangan geothermal, dan menganalisa apa saja faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya cadangan panas bumi. Perhitungan panas bumi memiliki beberapa metode. Salah satunya adalah metode volumetrik. Metode volumetrik merupakan metode yang umumnya digunakan dalam perhitungan cadangan geothermal. Metode volumetrik sendiri merupakan metode dengan menerapkan metode single value sehingga keakuratan yang didapat dari metode ini sangatlah rendah, maka dari itu, untuk meningkatkan keakuratan perhitungan cadangan digunakan metode monte carlo dalam perhitungan cadangan geothermal sehingga dapat diketahui juga nantinya faktor apa yang dapat dilakukan untuk meningkatkan cadangan di lapangan kamojang.

Kata kunci: Reservoir, Geothermal, Volumetrik

Pendahuluan

Pertamina Geothermal Energy (PT PGE) menghasilkan uap dan menggerakkan generator listrik untuk dijual ke PLN. Sebagai stakeholder, PT Pertamina Geothermal Energy (PGE) berusaha mengetahui berapa potensi suatu cadangan lapangan panas bumi, apakah sesuai kebutuhan atau tidak, jika dijual atau masih diperlukan, apa yang harus dilakukan untuk pengembangan lapangan kembali. Lapangan Kamojang sebagai lapangan tertua yang dimiliki oleh PT Pertamina Geothermal Energy (PGE), telah beroperasi dari 1983 hingga saat ini. Tentunya, selama diproduksi, potensi panas bumi di kamojang terus mengalami penurunan. Hal inilah yang harus diwaspadai. Berdasarkan alasan tersebut, maka penghitungan kembali cadangan potensi panas bumi diperlukan, untuk mendapatkan hasil yang nyata. Metode volumetrik dan monte carlo lah digunakan dalam makalah ini. Yang nantinya dapat diketahui apa dan bagaimana untuk meningkatkan cadangan panas bumi di lapangan Kamojang

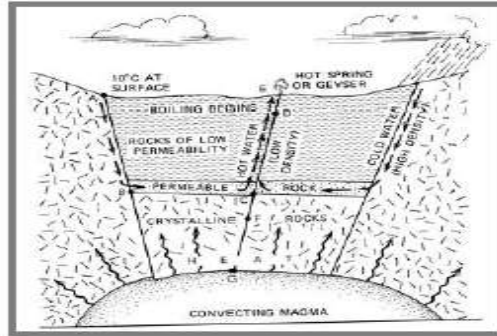
Pada penelitian tugas akhir ini akan menguji sensitivitas parameter luas arean dan ketebalan terhadap peningkatan cadangan panas bumi Kamojang dengan metode volumetrik dan Monte Carlo.

Teori Dasar

Energi panas bumi dapat diartikan sebagai energi yang berasal dari bawah permukaan atau perut bumi yang terbentuk secara alami. Sistem Panas bumi terbentuk dari hasil transfer panas antara sumber panas yang mengalir dari sekitar zona tersebut maupun dari tempat terjadinya magmatisasi. Reservoir panas bumi merupakan wadah di bawah permukaan bumi yang bersifat sarang dan berdaya lulus terhadap fluida, yang dapat menyimpan fluida panas serta mempunyai temperature dan tekanan dari sistem panas bumi (SNI,1999)

White (1967) membuat suatu konseptual model panas bumi yang merekatkan ide mengenai sirkulasi fluida di suatu sistem hidrotermal. Fluida panas bumi berasal dari air meteorik yang masuk ke batuan dibawah permukaan bumi melalui suatu batuan maupun

rekahan yang bersifat permeabel dan kemudian muncul di permukaan dalam bentuk manifestasi.



Gambar 1.1. Model conceptual geothermal (White 1967)

Hasil dan Pembahasan

Lapangan Kamojang terletak di Garut, Jawa Barat, Indonesia, daerah tersebut secara geografis terletak diantara di $07^{\circ} 11'02''$ - $07^{\circ}06'08''$ lintang selatan dan $107^{\circ}44'36''$ - $107^{\circ}49'30''$ bujur timur dan memiliki ketinggian topografi yang bervariasi antara 1400 m hingga 1800 m.



Gambar 1.1. Peta lokasi lapangan geothermal (Sanyal S.K et.al,2000)

Metodologi penelitian untuk tahap awal dengan menggunakan metode volumetrik, menurut O'Sullivan (1986), besarnya energi panas bumi yang dapat dimanfaatkan (cadangan) dan diubah menjadi energi listrik, diperhitungkan dengan prosedur sebagai berikut :

1. Hitung kandungan energi pada keadaan awal (initial) atau besarnya sumberdaya panas bumi dengan persamaan sebagai berikut :

$$He_i = A.h.\{(1-\Phi).pr.cr.T + \Phi.(sL.\rho L.uL + sV.pV.uV)\} \dots \dots \dots (1)$$

2. Hitung kandungan pada keadaan akhir (T final) :

$$He_f = A.h.\{(1-\Phi).pr.cr.T + \Phi.(sL.\rho L.uL + sV.pV.uV)\} \dots \dots \dots (2)$$

3. Hitung maksimum energi yang dapat dimanfaatkan :

$$H_{th} = He_i + He_f \dots \dots \dots (3)$$

4. Hitung panas bumi yang dapat dimanfaatkan pada kenyataannya :

$$H_{de} = R_f.H_{th} \dots \dots \dots (4)$$

5. Hitung energi panas bumi yang dapat dimanfaatkan untuk kurun waktu t tahun (biasanya 20-30 tahun) dengan persamaan :

$$H_{thermal} = \frac{Hde}{tx365x24x3600} \text{ (MW thermal)(5)}$$

6. Hitung potensi listrik, yaitu energi listrik yang dapat dibangkitkan untuk kurun waktu t tahun (MW electric) dengan cara :

$$Hel = \frac{Hde \cdot \eta}{tx365x24x3600} \text{(6)}$$

Or

$$Hel = \eta \times H_{thermal} \text{(7)}$$

Metode volumetrik akan dihitung sesuai dengan kurun waktu 30 tahun semenjak beroperasinya lapangan Kamojang. Yakni 1983, 2013, 2043 dan 2044. Seperti digambarkan sebagai berikut:

1983		
Input and Output Data: Geothermal Calculation of Kamojang Area Volumetric Method (Lumped Parameters)		
Parameters	Initial	Final
Area (km ²)	18*10 ⁶	
Thickness (m)	1500	
Rock Porosity (fraction)	0,12	
Rock Density (kg/m ³)	2500	
Reservoir Temperature (°C)	240	180
Water Saturation (%)	90	10
Vapour Saturation (%)	10	90
Rock Conductivity (kJ/kg°C)	1	
Recovery Factor (fraction)	0,3	
Electrical Conversion Factor	0,2	
Plant Factor (fraction)	0,95	
Life Time (year)	30	
Water Heat Energy (kJ/kg)	1085,6	762
Vapour Heat Energy (kJ/kg)	2902	2584,087
Water Density (kg/m ³)	1000	1000
Vapour Density (kg/m ³)	800	800
Electricity Potential (Mwe)	300,917	

Gambar 1.2. Perhitungan cadangan panas bumi secara volumetrik lapangan Kamojang tahun 1983

Perhitungan volumetrik lapangan kamojang tahun 1983 menghasilkan angka 300,817 MWe. Perhitungan volumetrik ini berdasarkan parameter volumetrik yang merupakan single value.

2044		
Input dan Output Data Geothermal Calculation of Kamojang Area Volumetric Method (Lumped Parameter)		
Parameters	Initial	Final
Area (km ²)	24*10 ⁶	
Thickness (m)	2000	
Rock Porosity (fraction)	0,12	
Rock Density (kg/m ³)	2500	
Reservoir Temperature (°C)	210	180
Water Saturation (%)	90	10
Vapour Saturation (%)	10	90
Rock conductivity (kJ/kg°C)	1	
Recovery Factor (fraction)	0,3	
Electrical conversion Factor	0,2	
Plant Factor (fraction)	0,95	
Life Time (Year)	30	
Water Heat Energy (kJ/kg)	897,923	762
Vapour Heat Energy (kJ/kg)	2798,076	2584,087
Water Density (kg/m ³)	1000	1000
Vapour Density (kg/m ³)	800	800
Electricity Potential (Mwe)	258,528	

Gambar 1.3. Perhitungan cadangan panas bumi secara volumetrik lapangan Kamojang tahun 2044

Hasil perhitungan juga akan dikalkulasikan dalam bentuk monte carlo, sebagai berikut :

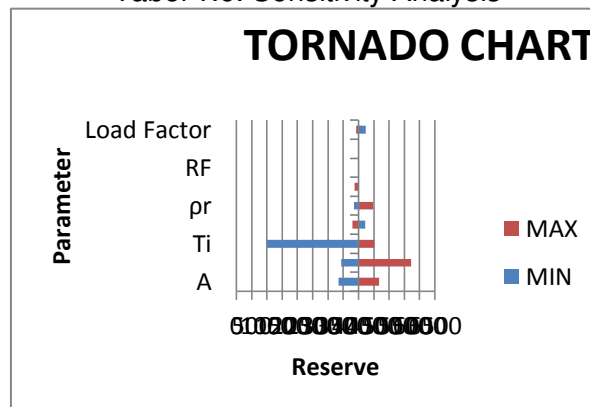
Tabel 1.4. Perhitungan cadangan panas bumi secara monte carlo di tahun 1983



Tabel 1.5. Perhitungan cadangan panas bumi secara monte carlo di tahun 2044



Tabel 1.6. Sensitivity Analysis



Tabel 1.7. Ringkasan Potensi Cadangan Panas Bumi Kamojang

Year	Volumetric (MWe)	Monte Carlo (MWe)
1983	300,917	333,3083
2013	217,81	226,0667
2043	145,422	190,8615
2044	258,528	255,1692

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah disebutkan sebelumnya, didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan perhitungan volumetrik, pada tahun 1983 didapat cadangan panas bumi lapangan kamojang sebesar 300,917 MWe, dan setelah 30 tahun produksi sebesar 217,81 MWe .
2. Tahun 2044 dengan mengubah parameter area dan ketebalan berdasarkan analisis sensitivitas maka didapatkan hasil sebesar 258,528 MWe untuk perhitungan secara volumetrik dan 255,169 MWe untuk perhitungan monte carlo.

Daftar Simbol

A =Luas reservoir,Km²

h =Ketebalan reservoir,m²

\emptyset =Porositas, Fraksi

Daftar Pustaka

Firdaus,Fajar,*Perhitungan Potensi Cadangan Energi Panas Bumi Pada Lapangan X Dengan Metode Monte Carlo*,Universitas Trisakti , Jakarta

Saptadji,Nenny Miryani,*Diktat Teknik Panas Bumi ITB*,ITB, Bandung

Firmansyah,W ,*Geochemistry Monitoring in the Kamojang Vapour Dominated Geothermal Field from 2010-2013* , PT Pertamina Geothermal Energy, Jakarta