

ANALISIS PERUBAHAN LAJU ALIR DAN POTENSI SUMUR DENGAN MENGGUNAKAN METODE MASS BALANCE DAN WEIR BOX UNTUK MENENTUKAN BESARNYA DAYA LISTRIK YANG DIHASILKAN

Rial Dwi Martasari, Trendy Tornando dan Adrian Indarti

Akademi Minyak dan Gas (AKAMIGAS) Balongan Indramayu

Email : rialdwim@gmail.com, tornandotrendy@gmail.com, Adrianindarti@gmail.com

Abstrak

This research is done in PT Geo Dipa Energi Dieng, Banjarnegara Regency, Central Java Province. The consideration is PT Geo Dipa Energi Dieng is one geothermal power plant in Indonesia which has the characteristics of reservoir double phase with water dominated, so interesting to be the place of the research because the equipment production is complex. The method of calculation in this research by using Mass Balance and Weir Box method which is used to calculate the flow rate of geothermal fluid production, the potential of wells and the amount of power electricity generated. Geothermal flow fluid flow rate calculation is very important and must be done at any time, since the production of geothermal wells must be tailored to the needs, the production equipment and the power plant equipment which can be arranged by using the wellhead. Based on Mass Balance and Weir Box Method, the calculation of vapor and brine mass flow rate from January 1, 2017 to February 22, 2017 obtained the average value of vapor mass flow rate (M_{Vapour}) is 29.4785 tons / hour, water flow rate of mass (M_{Brine}) is 44.31 tons / hour, total fluid mass flow rate (M_{Total}) is 73.782 tons / hour, vapor fraction is 39.94688%, brass fraction is 60.05312%, flowing enthalpy is 1620 kJ / kg, potential The total well (gross) is 33.205 MW. The net potential is 13.2653 MW, resulting in 3.93 MWe of electricity.

Keywords: *Flow Rate, Electricity, Mass Balance, Potential Well And Weir Box*

Pendahuluan

Produksi geothermal yang memanfaatkan uap panas dan bertekanan sebagai pembangkit listrik tenaga panas bumi harus diatur menggunakan kepala sumur (*well head*) untuk disesuaikan dengan kebutuhan, peralatan produksi dan peralatan pembangkit listriknya. Pengaturan kepala sumur (*well head*) dapat menentukan jumlah produksi geothermal, tetapi pengaturan kepala sumur (*well head*) tidak selamanya menghasilkan jumlah produksi yang tetap. Dikarenakan ada faktor lain yang mempengaruhi yaitu anomali tekanan dan suhu reservoir, yang mana hal tersebut dapat

mempengaruhi naik atau turunnya jumlah produksi uap yang dihasilkan. Oleh karena itu diperlukan perhitungan laju alir dan potensi sumur setiap saat untuk menentukan besarnya listrik yang dapat dihasilkan.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Mass Ballance dan Weir Box, dengan pengukuran laju alir brine menggunakan Rectangular Weir Box, yang mana metode ini berbeda dengan metode yang digunakan di perusahaan tempat Penelitian. Pemilihan kedua metode tersebut atas dasar tidak terpasangnya alat ukur laju alir uap di lapangan panas bumi PT GEO DIPA ENERGI DIENG, yang sebelumnya pengukuran laju alir uapnya menggunakan metode orifice. Dikarenakan orifice dianggap mudah rusak dan kurang ekonomis, kemudian metode orifice diganti dengan metode pendekatan Mass Balance, dimana metode ini merupakan metode yang saat ini dipakai di perusahaan tempat Penelitian. Selain itu dipilih rectangular weirbox, karena alat tersebut merupakan jenis weir box yang paling akurat untuk menghitung laju alir air (*brine*).

Metode Penelitian

Untuk mendukung penelitian dan kajian yang akan dilakukan sehingga dapat ditarik suatu kesimpulan, maka dapat dilakukan beberapa metode pelaksanaan, yaitu antara lain :

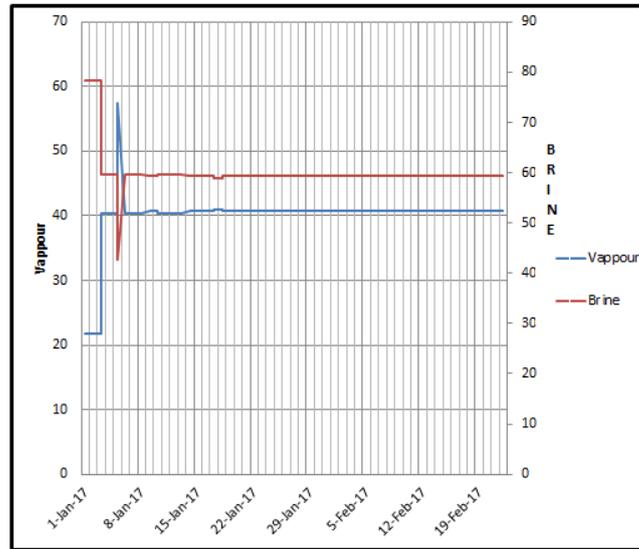
- 1) Study Literature adalah mencari referensi-referensi yang berhubungan dengan proses produksi uap panas bumi dari tempat penelitian maupun dari literatur-literatur lain. Berikut adalah literatur yang digunakan dalam pengumpulan data informasi: Buku Teknik Panas bumi oleh Ir. Nenny Miryani Saptadji, Ph.D, Geothermal Power Plants book oleh Ronald DiPippo dan Geothermal Reservoir Engineering book oleh Malcolm A. Grant and Paul S. Bixley.
- 2) Metode Observasi dilakukan untuk mendapatkan gambaran nyata dari proses produksi sumur panas bumi yang ada pada lapangan, mengamati aliran produksi, mendokumentasi dan mengambil tiap data yang diperlukan untuk penghitungan dan mencatat permasalahan. Untuk dapat menghitung laju aliran fluida dari sumur produksi dilakukan pengamatan langsung bersama dengan Operator Steam Field. Kemudian untuk data penunjang lainnya didapat dari dokumentasi milik perusahaan.

- 3) Metode Wawancara dilakukan dengan cara menanyakan langsung kepada beberapa narasumber untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan bersama dengan Steam Field Operator Supervisor.
- 4) Pengolahan data dilakukan setelah semua data yang dibutuhkan diperoleh, kemudian dilakukan perhitungan laju aliran uap, air garam, dan massa total cairan, fraksi air garam dan uap, potensi sumur dan juga listrik yang dapat diproduksi. Dari hasil perhitungan tersebut kemudian dapat diambil kesimpulan dengan mempertimbangkan perhitungan yang dilakukan oleh perusahaan.

Hasil dan Pembahasan

1. Flow restriction & decline factor adalah faktor hambatan akibat scaling atau faktor lain dan faktor penurunan laju alir Massa akibat Massa dari reservoir yang diproduksi dalam jangka waktu tertentu. Meskipun *Flow restriction & decline factor* pada umumnya dan seharusnya kurang dari 100%, tapi tidak menutup kemungkinan nilai *Flow restriction & decline factor* bisa sama dengan 100% atau bahkan lebih, hal itu merupakan akibat adanya anomali reservoir yang dapat mempengaruhi nilai dari *Flow restriction & decline factor*. Anomali reservoir ini bisa naiknya tekanan maupun naiknya suhu reservoir secara tidak wajar, dan dapat juga karena terbentuknya steam cap yang kemudian *release* dan *steam* mengalir masuk ke sumur produksi. Masuknya *steam* ke sumur produksi maka akan mengakibatkan naiknya tekanan dan laju alir dari sumur produksi, perubahan naiknya tekanan dan laju alir sumur produksi akan diamati serta dianalisa oleh *engineer steam field*, jika dalam 1 bulan tekanan dan laju alirnya stabil maka perlu dilakukan *Tracer Flow Test* untuk mengetahui laju alir Massa fluida geothermal yang aktual. Begitupula ketika anomali reservoir yang terjadi merupakan turunnya tekanan maupun turunnya suhu yang mengakibatkan turunnya tekanan dan laju alir sumur produksi, perubahan itu juga akan diamati serta dianalisa oleh *engineer steam field*, jika dalam 1 bulan tekanan dan laju alirnya stabil maka perlu dilakukan *Tracer Flow Test* untuk mengetahui laju alir fluida geothermal yang aktual.
2. Berdasarkan analisa perhitungan laju alir Massa sumur produksi lapangan panas bumi menggunakan Metode *Mass Ballance* dan *Weir Box*, didapat nilai fraksi fluida produksi sumur RE 25 dari tanggal 1 Januari 2017 sampai dengan 22 Februari 2017

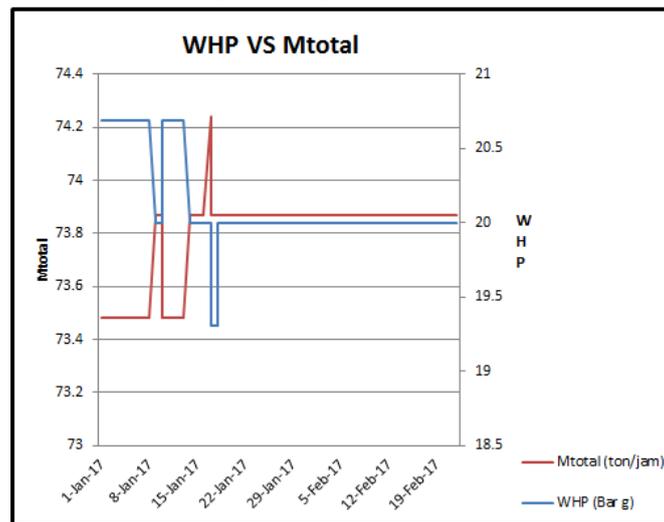
dengan rata-rata vapour 39,94688% dan brine 60,05312% yang dapat dilihat dari grafik 1 tentang Fraksi Fluida Produksi.



Graph 1 Kurva Fraksi Fluida Produksi

Berdasarkan perhitungan rata-rata fraksi uap dan brine, sesuai dengan yang dipublikasikan PT Geo Dipa Energi (Persero) bahwa lapangan panas bumi Dieng merupakan lapangan panas bumi dengan karakteristik reservoir Double Phasa with water dominated, dengan perbandingan fraksi uap dan brine adalah 40% uap dan 60% brine. Anomali reservoir menyebabkan perbandingan fraksi uap dan brine tidak stabil seperti diperlihatkan pada grafik 1. Pada grafik 1 menunjukkan produksi brine naik pada tanggal 1 Januari sampai dengan 3 Januari 2017, hal itu dikarenakan naiknya tekanan reservoir mendorong brine yang terakumulasi di dasar sumur kemudian setelah brine yang terakumulasi di dasar sumur terdorong ke permukaan akan terjadi kenaikan fraksi uap dan penurunan brine seperti pada tanggal 3 Januari sampai dengan 8 Januari 2017 yang memperlihatkan hasil yang fluktuatif dimana fraksi uap lebih besar dari *fraksi brine*, hal ini merupakan akibat dari anomali reservoir yang memproduksi uap lebih banyak dari keadaan sebelumnya.

- Selain didapat Fraksi fluida produksi, didapat juga besar laju alir Massa total fluida produksi yang dihasilkan berdasarkan tekanan kepala sumur yang dapat dilihat pada grafik 2 mengenai hubungan antara laju alir Massa total, dengan tekanan kepala sumur.



Graph 2 Hubungan antara laju alir Massa total (Mtotal) dengan tekanan kepala sumur (WHP)

Dari Grafik 2 dapat diambil kesimpulan bahwa laju alir Massa total berbanding terbalik dengan tekanan kepala sumur (WHP), ketika memperkecil bukaan katup pada kepala sumur maka tekanan kepala sumur akan naik dan laju alir Massa total akan turun begitu pula sebaliknya ketika memperbesar bukaan katup pada kepala sumur maka tekanan kepala sumur akan turun dan laju alir Massa total akan naik.

Laju alir yang besar merupakan target dalam produksi sumur geothermal namun dalam prakteknya memproduksi sumur geothermal dalam hal ini membuka katup kepala sumur harus memperhatikan 3 hal pokok, yaitu standart operational procedure (SOP), karakteristik dari reservoir dan Silika Saturation Index (SSI). Jadi jika hendak memproduksi sumur geothermal dengan membuka katup kepala sumur sebesar mungkin, perhatikan pula SSInya karena apabila tekanan kepala sumur di bawah SSI maka fluida produksi akan cenderung terbentuk silika, termasuk perhatikan pula karakteristik reservoirnya karena jika karakteristiknya seperti di tempat Penelitian ini yaitu di Dieng yang tipe reservoirnya adalah double phasa with water dominated maka akan sangat banyak pula brine yang terproduksi dan hal ini juga harus disesuaikan dengan SOPnya berapa banyak brine yang mampu diinjeksikan ke dalam bumi.

- Perhitungan potensi sumur merupakan perhitungan untuk mengetahui kemampuan suatu sumur untuk dimanfaatkan usahanya, dalam hal ini adalah memutar turbin. Dengan mengetahui potensi sumur maka dapat menentukan apakah suatu sumur

masih ekonomis untuk dijadikan sebagai sumur produksi atau tidak. Potensi sumur dibagi menjadi 2, yaitu potensi sumur total (gross) dan potensi sumur bersih (netto), dalam hal ini potensi sumur bersih merupakan tolak ukur apakah suatu sumur masih dikatakan ekonomis. Suatu sumur dikatakan ekonomis jika potensi sumur bersih lebih besar dari potensi sumur minimum pada saat Uji Produksi.

5. Dalam pengoperasian kepala sumur ketika memperkecil bukaan katup kepala sumur, maka well head pressure (WHP) naik dan Laju Alir Total Massa Fluida turun, potensi sumur total juga turun serta listrik yang dihasilkan turun begitu pula sebaliknya.
6. Ketika ketinggian level brine di weir box naik maka Laju Alir Massa Uap akan turun, potensi sumur netto turun dan power generated juga turun, begitu pula sebaliknya.
7. Pada perhitungan laju alir Massa brine yang menggunakan Metode weir box di tempat pelaksanaan Penelitian ini, mempunyai kelemahan yaitu dimana brine tidak setiap saat dialirkan melalui weir box, melainkan hanya pada hari Senin brine dialirkan melalui weir box. Jadi hasil perhitungan laju alir Massa brine merupakan hasil yang didapatkan setiap hari Senin dan dianggap stabil untuk 7 hari ke depan. Hal ini dikarenakan kandungan silika yang sangat tinggi pada brine sehingga untuk mencegah kerusakan weir box akibat silika hanya digunakan pada hari Senin dan tebalnya silika pada dasar weir box tidak dianggap atau diabaikan, hal ini tentunya akan mempengaruhi hasil perhitungan laju alir Massa brine yang sebenarnya.
8. Perbandingan hasil perhitungan laju alir dan besarnya daya listrik yang dihasilkan menggunakan Metode Mass Ballance (Perusahaan tempat Penelitian) dengan Metode Masss Ballance dan weir box.

Table 1 Perbandingan hasil perhitungan menggunakan metode Mass Balance dan Weir Box dengan Metode Mass Ballance yang dihitung oleh Perusahaan

No	Description	Mass Balance Method (Company Place Final Report)	Mass Ballance method and weir box.
----	-------------	--	------------------------------------

No	Description	Mass Balance Method (Company Place Final Report)	Mass Ballance method and weir box.
1	Steam Mass Rate (Mvappour)	29,94 Ton/jam	30,0922 Ton/jam
2	Brine Mass Flow Rate (Mbrine)	43,62 Ton/jam	43,7734 Ton/jam
3	Total Mass Flow Rate (Mtotal)	73,56 Ton/jam	73,8657 Ton/jam
4	Power Generated	3,99 MWe	4,01 MWe

Pada Tabel 1 yang merupakan Perbandingan hasil perhitungan menggunakan metode Mass Balance dan Weir Box dengan Metode Mass Ballance (Perusahaan tempat Penelitian) dapat diperhatikan outputnya yaitu daya listrik yang dihasilkan, dimana Metode Mass Ballance dan Weir Box hasilnya sebesar 3,93 MWe dan Metode Mass Balance (perusahaan tempat Penelitian) hasilnya sebesar 3,99 MWe. Selisih 0,02 MWe ini membuktikan bahwa perhitungan menggunakan metode Mass Balance dan Weir Box pada Penelitian ini dianggap tepat dan benar.

9. Berdasarkan Metode Mass Ballance dan Weir Box, sumur RE 25 dari tanggal 1 Januari sampai dengan 22 Februari 2017 (Lampiran 1) didapatkan rata-rata, hasil perhitungan laju alir Massa uap dan brine didapat nilai laju alir Massa uap (M_{Vapour}) sebesar 29,479 ton/jam, laju alir Massa air (M_{Brine}) sebesar 44,31 ton/jam, laju alir Massa fluida total (M_{Total}) sebesar 73,78 ton/jam, fraksi vapour sebesar 39,9469%, fraksi brine sebesar 60,05%, flowing enthalpy sebesar 1620 kJ/kg, potensi Sumur total atau gross (Q_{Total}) didapat sebesar 33,205 MW, Potensi vapour netto (Q_{Vapour}) sebesar 13,265 MW dan listrik yang dihasilkan 3,93 MWe.

Kesimpulan

Berdasarkan Metode Mass Balance dan Weir Box, hasil perhitungan laju alir massa uap dan brine sumur RE 25 dari tanggal 1 Januari 2017 sampai dengan 22 Februari 2017 didapat nilai rata-rata laju alir massa uap (M_{Vapour}) sebesar 29,47 ton/jam, laju alir massa air (M_{Brine}) sebesar 44,31 ton/jam, dan laju alir massa total fluida (M_{Total}) sebesar 73,78 ton/jam, fraksi vapour sebesar 39,94% dan fraksi brine sebesar 60,05%, aliran entalpi adalah 1620 kJ / kg, potensi sumur total atau gross (Q_{Total}) didapat sebesar 33,205 MW dan Potensi sumur netto (Q_{Netto}) sebesar 13,2653 MW dan listrik yang dihasilkan adalah 3,93 MWe.

BIBLIOGRAFI

- DiPippo, Ronald. 2008. *Geothermal Power Plants*. University of Massachusetts Dartmouth.
- Dwikorianto, Tavip dan Ciptadi. 2006. *Explorasi, Eksploitasi & Pengembangan Panas bumi di Indonesia*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Grant, Malcolm A. dan Paul S. Bixley. 2011. *Geothermal Reservoir Engineering*. Academic Press of Elsevier.
- Santoso, Djoko. 2004. *Catatan Kuliah Eksplorasi Energi Geothermal*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Saptadji, Nenny Miryani. 2009. *Teknik Panas Bumi*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.