

## KARAKTERISASI FEEDZONE BERDASARKAN DATA PENGUKURAN PTS INJEKSI DAN PRODUKSI PADA SUMUR PANASBUMI AL – 173

Arverinda Lintang Respati, Sisworini H, Bambang Koestono  
Jurusan Teknik Perminyakan, Universitas Trisakti

### Abstrak

Lapangan "X" merupakan lapangan panasbumi dengan sistem dominasi air. Produksi listrik lapangan ini dimulai pada Agustus 2001 dengan kapasitas terpasang 20 MWe dan hingga saat ini kapasitas terpasang lapangan ini 60 MWe. Survei PTS (*Pressure Temperature Spinner*) dilakukan untuk mengetahui zona produktif dari suatu sumur., dan juga untuk mengetahui *injectivity index* (II) dan *productivity index* (PI). Sumur AL – 173 adalah satu – satunya sumur yang dilakukan uji PTS di lapangan panasbumi X. Berdasarkan analisa dari data PTS injeksi dan produksi didapatkan hasil bahwa terdapat tiga zona produktif yang berada pada kedalaman sekitar 1200 – 1270 mku, 1500 – 1580 mku, dan 2004 – 2040 mku. Dari ketiga kedalaman ini, kedalaman ketiga memiliki nilai PI dan II yang sangat kecil. Besarnya nilai *injectivity index* yaitu 2.30 kg/s/bar, 3.14 kg/s/bar, dan 0.10 kg/s/bar. Untuk nilai *productivity index* yaitu 1.18 kg/s/bar, 1.57kg/s/bar, dan 0.02 kg/s/bar.

**Kata kunci:** *Pressure-Temperature-Spinner, Feedzone, Injectivity Index, Productivity Index*

### Pendahuluan

Analisa perilaku reservoir merupakan hal yang penting dalam dunia panasbumi, karena dengan melakukan analisa reservoir dapat ditentukan apakah suatu lapangan menjadi layak untuk dikembangkan. Pada lapangan panas bumi untuk menentukan letak atau batas dari reservoir dapat diketahui dari data tekanan dan temperatur. Kedua data tersebut merupakan parameter penting dalam menentukan letak *feedzone* pada *wellbore*. Di dalam lapangan panasbumi dikenal suatu pengukuran yang dapat dijadikan acuan untuk menganalisa dan mengetahui keadaan reservoir panas bumi, pengukuran tersebut dikenal dengan nama PTS (*Pressure-Temperature-Spinner*) survei atau lebih banyak dikenal dengan nama *spinner* survei.

Tugas akhir ini disusun untuk mengetahui letak *feedzone* dengan menggunakan data *Pressure-Temperature-Spinner* injeksi dan produksi, kemudian hubungan antara *productivity index* dan *injectivity index* serta untuk menganalisa besarnya kontribusi dari setiap *feedzone* berdasarkan data tekanan, temperatur, dan kecepatan aliran fluida. Data yang digunakan berasal dari data pengukuran yang dilakukan secara kontinyu dan *real time*, namun untuk penyajian data dalam tugas akhir ini dibuat dengan membuat interval kedalaman setiap dua meter untuk lebih mempermudah dalam pengolahan data.

### Tinjauan Pustaka

Lapangan X merupakan lapangan panas bumi pertama yang dikembangkan di Indonesia bagian timur. Lapangan X ini mempunyai kapasitas total pembangkitan sebesar 60 MW yang merupakan unit pembangkit terbesar dan mempunyai kontribusi sebesar 60% terhadap pasokan listrik di Sulawesi Utara (Pertamina,2014).

Lapangan panasbumi X mulai dieksplorasi pada tahun 1976 dengan dilakukannya kajian keilmuan meliputi survei geologi, geokimia dan geofisika oleh Direktorat Vulkanologi bekerjasama dengan PLN. Pemetaan geologi daerah X telah dilakukan oleh Effendi pada tahun 1976. Pada tahun 1982 PERTAMINA (Ganda, S. Dan Sunaryo, D.) melakukan pemetaan geologi dan alterasi detail disertai dengan interpretasi foto udara khususnya ditekankan pada daerah di dalam Rim Pangolombian. Suatu studi kelayakan menyebutkan

bahwa luas area reservoir terbukti adalah  $\pm 4\text{km}^2$  dengan potensi minimum sebesar 65 MW. Jika zona produktif terduga yaitu 0.5 km diluar batas area reservoir terbukti diperhitungkan, maka potensi lapangan X menjadi  $\pm 175$  MW (PERTAMINA, 1955).

*Completion test* beberapa sumur menunjukkan bahwa secara umum permeabilitas reservoir lapangan X termasuk dalam kategori sedang. Temperatur reservoir berdasarkan pengukuran temperatur dalam sumur adalah  $250 - 350^\circ\text{C}$ . *Completion test and petrophysical analysis* menunjukkan bahwa pada sumur AL -1 dan 2 menunjukkan permeabilitas yang lebih rendah jika dibandingkan dengan permeabilitas di kluster 4, 13 dan 5, hal ini kemungkinan karena adanya silisifikasi yang menutup *fracture* dan porositas dari formasi (Robert, 1987). *Shallow* reservoir ditemukan dikedalaman sekitar 650 m di sumur AL-1, begitu juga dengan AL-2, 4 kluster 4 dan 5, mengindikasikan adanya lateral *outflow* dari *shallow aquifer zone* (Robert, 1987).

Formasi Pangolombian ditemukan cukup tebal di Pangolombian area dan menipis ke arah NW (Robert, 1987). Reservoir terbagi menjadi 2 blok utama yaitu bagian barat yang diwakili oleh sumur AL-1 dan kluster AL-4 dan bagian timur yaitu kluster AL-5 dan AL-7 yang merupakan dominan air panas (Azimudin dan Hartanto, 1997). Kedua blok ini dipisahkan oleh struktur yang berarah N-S yang diperkirakan bertindak sebagai pressure barrier. Reservoir dangkal dijumpai pada kedalaman 400 s/d 600 m. Seluruh data sumur mengindikasikan adanya penyebaran reservoir dangkal kecuali AL-8. Penyebaran permeabilitas tinggi mulai dari F-6 di utara sampai dengan melewati AL-4 di selatan. Penyebaran horizontal permeabilitas reservoir terlihat semakin mendangkal ke arah barat (pada sumur AL-11). Aliran *recharge* dari dua arah yaitu barat daya melalui patahan Kasuratan NW-SE dan dari arah NW kemungkinan dari patahan Kasuratan N-S atau aliran dari reservoir kluster-5. Temperatur reservoir dari *geothermal isotope*, kimia dan gas sekitar  $290-310^\circ\text{C}$ . Di kluster 4 menunjukkan *excess enthalpy* pada arah SW yaitu sumur AL-8 dan AL-15 dan pada arah S-SE yaitu sumur AL-11 dan 12 lebih bersifat basah/liquid.

## Hasil dan Pembahasan

Tugas akhir ini bertujuan untuk membandingkan antara data *Pressure Temperature Spinner* (PTS) pada saat injeksi dan pada saat produksi. Data – data yang tersedia dari PTS tersebut yaitu adalah data tekanan, temperatur, spinner dan cable speed. Hal – hal yang dibandingkan dari data PTS injeksi dan produksi ini antara lain letak kedalam feedzone, kontribusi massa, kemudian menentukan hubungan dari *injectivity index* dan *productivity index*. Hubungan antara *injectivity index* dan *productivity index* inilah yang nantinya dapat digunakan untuk korelasi terhadap sumur lainnya.

Dari data *Pressure Temperature* (PT) injeksi yang ditampilkan dari bentuk grafik sudah dapat terlihat bahwa defleksi temperatur bisa terlihat pada data PT dari produksi, defleksi berada pada kedalaman sekitar 1200 – 1270 mku, 1500 – 1580 mku, dan 2004 – 2033 mku. Sementara pada data produksi tidak begitu terlihat, yang terlihat jelas yaitu pada kedalaman sekitar 1210 – 1230 mku. Adanya defleksi temperatur dapat mengindikasikan adanya zona produksi atau *feedzone* pada kedalaman tersebut.

Selanjutnya berdasarkan dari plot data *spinner*, untuk data *spinner* dari PTS injeksi grafik yang dihasilkan cukup seragam dari masing – masing *log up* dan *log down*-nya. Hal ini menandakan alat bekerja dengan baik, dan bisa juga dikarenakan jenis alirannya yaitu laminar sehingga alat dapat merekam dengan baik. Sementara dari data *spinner* pada berdasarkan data PTS produksi terlihat tidak seragam. Ketidakseragaman ini dapat dikarenakan karena adanya perubahan fasa yang ditunjukkan pada kurva BPD (gambar 4.8). Pada kurva tersebut temperatur formasi hampir berhimpit dengan temperatur *boiling*, yang mana dengan berhimpitnya kedua kurva tersebut menandakan adanya perubahan fasa yaitu dua fasa, perubahan fasa ini menimbulkan adanya *noise* yang menyebabkan pembacaan menjadi sedikit terganggu dan menimbulkan ketidakseragaman pembacaan.

Sebelum menghitung *fluid velocity* yang harus dilakukan adalah menentukan slope. Slope ini didapat dari crossplot berdasarkan data *spinner* dan juga data *cable velocity*, dimana dari data dicari *crossplot* yang hampir tidak memiliki *threshold velocity*, namun untuk perhitungan ini apabila terdapat *threshold velocity* dapat diabaikan. Slope yang digunakan untuk perhitungan pada saat injeksi adalah 0.032 sementara untuk perhitungan pada saat produksi adalah 105. Angka minus pada tampilan grafik menunjukkan arah dari *spinner* tersebut. Apabila nilainya minus menandakan bahwa sedang melakukan perekaman dari injeksi, sementara jika nilainya positif menandakan alat melakukan perekaman ketika sedang berproduksi.

Pada perhitungan *fluid velocity*, ternyata untuk data PTS injeksi hasilnya hampir serupa dengan grafik dari *spinner*-nya sementara pada PTS produksi hasilnya masih kurang bagus atau dengan kata lain tidak seragam antara masing – masing *log up* dan *log down*-nya. Untuk perhitungan dari produksi data yang ditampilkan hanya pada saat kecepatan kabel (*cable speed*) 0.67 m/s untuk *log down* dan untuk *log up*-nya tetap memakai data yang ada.

Berdasarkan perhitungan *fluid velocity* sebelumnya kemudian menghitung *mass rate / mass flow* dari masing – masing pengukuran. Untuk data injeksi defleksi berada pada kedalaman sekitar 1200 – 1270 mku, 1500 – 1580 mku dan 2004 – 2033 mku. Disini nilai *mass rate* untuk masing – masing kedalaman adalah 6.5 kg/s, 12.44 kg/s dan 1.10 kg/s. Nilai *mass rate* untuk kedalaman kedua yaitu 1500 – 1580 mku cukup besar dikarenakan berdasarkan hasil plot perhitungan *mass* terlihat bahwa defleksi yang dihasilkan memang cukup besar sama seperti pada saat produksi. Adapun nilai *mass rate* dari data produksi adalah 4.9 kg/s, 5.07 kg/s, dan 1.08 kg/s, terlihat bahwa kedalaman kedua lebih besar dibandingkan kedalaman pertama. Kedalaman ketiga mempunyai nilai yang sangat kecil dikarenakan nilai injeksi yang kecil pula.

Tidak munculnya defleksi dapat dikarenakan *feedzone* sebelumnya mempunyai nilai yang lebih besar sehingga *feedzone* ketiga tidak begitu jelas terlihat. Asumsi lainnya yaitu karena pada saat injeksi pun nilai *injectivity index*-nya kecil sehingga nilai *productivity index*-nya pun juga kecil.

Dari perhitungan *mass rate* ini kita dapat menentukan *injectivity index* dan juga *productivity index*. Adapun nilai *injectivity index* adalah 2.3 kg/s/bar, 3.14 kg/s/bar dan 1.10 kg/s/bar. Sama seperti sebelumnya nilai *injectivity index* untuk kedalaman kedua merupakan yang terbesar. Untuk nilai *productivity index* sendiri yaitu 1.18 kg/s/bar, 1.57 kg/s/bar dan 0.02 kg/s/bar, terlihat juga bahwa lebih besar nilai *productivity index* pada kedalaman keduanya.

Berdasarkan nilai *injectivity index* dan *productivity index* ini dapat digunakan untuk menghitung kontribusi massa. Kontribusi massa baik pada saat injeksi menunjukkan hal yang sama bahwa kedalaman kedua merupakan penyumbang massa terbesar yang selanjutnya berasal dari kedalaman pertama dan kemudian kedalaman ketiga. Dari nilai kontribusi massa ini sendiri kita dapat menentukan hubungan keduanya. Berdasarkan hasil perhitungan *injectivity index* lebih besar dibandingkan *productivity index* yaitu  $PI=0.409$  II, ini merupakan hal yang wajar karena injeksi selalu lebih besar dari produksi,

Penentuan hubungan antara *injectivity index* dan *productivity index* ini tentunya dapat digunakan jika dilakukan *test* kompleks. Dengan mengetahui hubungan tersebut kita dapat menentukan acuan perkiraan PI jikadiketahui II-nya. Tentunya hal ini dapat menghemat biaya, namun hubungan ini hanya dapat dipakai untuk sumur – sumur di sekitarnya saja, dan tidak memberikan harga yang mutlak benar.

## Simpulan

Setelah dilakukan analisa perhitungan pada data PTS injeksi dan produksi ini dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu :

1. Dari PTS injeksi didapat perkiraan tiga zona yaitu pada kedalaman 1200 – 1270 mku, 1500 – 1580 mku, dan 2004 – 2033 mku. Dari data PTS produksi didapat perkiraan 3 zona yaitu pada kedalaman 1220 – 1280 mku, 1510 – 1580 mku, dan 2000 – 2048 mku.
2. Nilai Injectivity Index untuk masing-masing feedzone adalah 2.3 kg/s/bar, 3.14 kg/s/bar, dan 0.10 kg/s/bar. Nilai Productivity Index untuk masing-masing feedzone adalah 1.18 kg/s/bar, 1.57 kg/s/bar, dan 0.02 kg/s/bar.
3. Kontribusi massa untuk PTS injeksi pada setiap feedzone adalah 32.43%, 62.08% dan 5.49%. Kontribusi massa untuk PTS produksi pada setiap feedzone adalah 44.34%, 45.88% dan 9.77%.
4. Dari hasil PTS produksi, zona ketiga merupakan zona yang paling kecil dan hampir tidak terlihat, hal ini dimungkinkan karena produksinya yang sangat kecil.

### Daftar Simbol

$\rho$	= Densitas (kg/m <sup>3</sup> )
$A$	= Luas diameter casing (m <sup>2</sup> )
$CS$	= Cable speed (m/min)
$II$	= Injectivity Index (kg/s/bar)
$m$	= slope
$PI$	= Productivity Index (kg/s/bar)
$Pr$	= Reservoir Pressure (bar)
$PTS$	= Pressure Temperature Spinner
$P_{wf}$	= Well flowing Pressure (bar)
$Q$	= Mass Flow (kg/s)
$rpm$	= Spinner (rpm)
$V_f$	= Fluid velocity (m/s)

### Daftar Pustaka

- Acuna, Jorge A., and Arcedera, Brian A., *Two Phase Flow Behaviour and Spinner Data Analysis in Geothermal Wells*, Proceedings, Thirtieth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University, Stanford, California, January 31 – February 2, 2005., SGP-TR\_176.
- Ariki, Kazuharu., Hatakeyama, Kazuyoshi., *Effects of Injection Temperature on the Injectivity of a Geothermal Well*, Geothermal Resource Council Transactions, Vol. 22, September 20 – 23 1998.
- Buscato, Normann M., *Quantifying Feedzone Contributions from Pressure-Temperature-Spinner Data and Pressure Transient Analysis Using Welltester*, Geothermal Training Program, United Nations University, 2012.
- Ciptadi, Sapto., Patangke, Salvius., *Evaluasi Potensi Silica Pada Pipa Produksi Lapangan Panas Bumi Lahendong – Sulawesi Utara*, Proceeding of the 5<sup>th</sup> INAGA Annual Scientific Conference & Exhibition, Yogyakarta, March 7 – 10, 2001.
- Davarzani, Jeff., Roesner, Raymond E., *Surveying Steam Injection Wells Using Production Instruments*, Geothermal Resource Council, TRANSACTIONS Vol.9 – Part II, August 1985.
- Grant, Malcolm A., and Bixley, Paul F.: *Geothermal Reservoir Engineering – Second Edition*, Elsevier Inc., United Kingdom, 2011
- Grant, Malcolm A., Wilson, David., and Bixley, Paul F. : *Spinner Data Analysis to Estimate Wellbore Size and Fluid Velocity*, Proceedings 28<sup>th</sup> NZ Geothermal Workshop 2006.

Kamah, M. Yustin, et al. : *The Productive Feedzones Identified Based on Spinner Data and Application in the Reservoir Potential Review of Kamojang Geothermal Area, Indonesia*, Proceedings World Geothermal Congress 2005, Antalya, Turkey 24 – 29 April 2005.

Koestono, Hary, et al. : *Geothermal Model of the Lahendong Field, Indonesia*, World Geothermal Congress 2010, Bali – Indonesia 25 – 29 April 2010

Saptadji, NennyMiryani,Ir,Ph.D. “TeknikPanasbumi”. Penerbit ITB, Bandung.

Stevens, Lynell., *Pressure, Temperature and Flow Logging in Geothermal Wells*, Proceedings World Geothermal Congress 2000, Kyushu – Tohoku, Japan, May 28 – June 10, 2000.