

IDENTIFIKASI KONDISI DAN POTENSI SUMUR BERDASARKAN DATA PTS SUMUR X

Anugrah Rachmarifqi^{1,a}, Sugiatio Kasmungin^{2,b}, Bambang Kustono³

¹Jurusan Teknik Perminyakan FTKE Universitas Trisakti,

²Dosen Pembimbing I Teknik Perminyakan FTKE Universitas Trisakti

³Dosen Pembimbing II Teknik Perminyakan FTKE Universitas Trisakti

^aanugrah.rachmarifqi@live.com, ^bsugiatio_ftke.ac.id

Abstrak. Sumur X mengalami penurunan tekanan di dalam sumurnya. Hal yang perlu dilakukan pada sumur untuk menentukan penyebab dari penurunan tekanan tersebut adalah dengan dilakukannya uji *Pressure, Temperature, Spinner Survey* (PTS Survey) pada saat sumur dalam keadaan mengalir (PTS *flowing*) dan ketika sumur dalam keadaan ditutup (PTS *shut-in*). PTS *flowing* dilakukan dengan tujuan menentukan kedalaman dan kontribusi *feedzone*, serta menentukan potensi sumur membangkitkan listrik. PTS *shut-in* dilakukan untuk menentukan fenomena *outflow* dan menentukan kondisi di dalam lubang sumur. Data yang diperoleh oleh PTS survey adalah tekanan, temperatur, kecepatan putaran *spinner*, dan *cable speed*. Data yang diakuisisi oleh PTS tool saat PTS *flowing* dan kemudian diolah, diperoleh bahwa sumur X memiliki tiga zona produksi (*feedzone*), yaitu *feedzone* 1 pada kedalaman 1084-1164 mKU, *feedzone* 2 pada kedalaman 1168-1392 mKU, dan *feedzone* 3 pada kedalaman 1532-1564 mKU. Kontribusi yang diberikan oleh tiap-tiap *feedzone* adalah sebesar 6,2 kg/s pada *feedzone* 1, 2 kg/s pada *feedzone* 2, dan 1,9 kg/s pada *feedzone* 3. Dengan massa total sebesar 10,1 kg/s uap dan pembangkit sebesar 8 ton/jam/mw, sumur X memiliki potensi energi sebesar 4,55 MWe.

Kata kunci: *Pressure Temperature Spinner, Kontribusi Feedzone, Superheat, Kondisi Sumur, Kondisi Reservoir*

Abstract. Wells X has decreased the pressure inside the well. The thing that needs to be done on the well to determine the cause of the pressure drop is by doing *Pressure, Temperature, Spinner Survey* (PTS Survey) test when the well is flowing (PTS *flowing*) and when the well is closed (PTS *shut-in*). PTS *flowing* is done with the aim of determining the depth and contribution of *feedzone*, as well as determining the potential of generating electricity wells. PTS *shut-in* is done to determine the *outflow* phenomenon and determine the conditions in the wellbore. Data obtained by PTS survey are pressure, temperature, spinner speed, and cable speed. Data acquired by the PTS tool during PTS *flowing* and then processed, obtained that well X has three *feedzone* zones, ie *feedzone* 1 at 1084-1164 mKU depth, *feedzone* 2 at depth 1168-1392 mKU, and *feedzone* 3 at 1532 depth -1564 mKU. The contribution given by each *feedzone* was 6.2 kg / s at *feedzone* 1, 2 kg / s at *feedzone* 2, and 1.9 kg / s in *feedzone* 3. With a total mass of 10.1 kg / s of steam and power plant of 8 ton / hr / mw, well X has an energy potential of 4.55 MWe.

Keywords: *Pressure Temperature Spinner, Feedzone Contribution, Superheat, Condition of Wells, Reservoir Conditions*

Pendahuluan

Perilaku reservoir merupakan aspek yang harus diperhatikan karena dapat digunakan untuk menentukan kelayakan lapangan untuk dikembangkan, serta untuk memperkirakan kemampuan produksi sumur. Perilaku tersebut meliputi kedalaman dan besarnya kontribusi tiap-tiap *feedzone*, respons tekanan serta suhu dari reservoir.

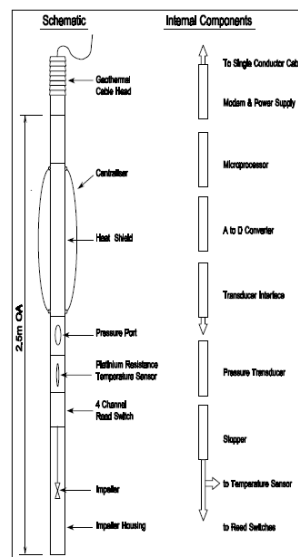
Pada sumur panas bumi, terdapat beberapa survei yang dilakukan untuk mengetahui kondisi di dalam sumur dan kondisi reservoir. Salah satunya dengan *Pressure, Temperature, Spinner Survey* (PTS Survey). Sesuai dengan namanya, PTS survey bertujuan untuk merekam data tekanan,

temperatur, serta laju alir dari fluida yang mengalir di dalam sumur dengan menggunakan *spinner*. *Spinner* akan mencatat hasil berupa *revolution per second* dan menjadi laju alir massa setelah pengolahan data dilakukan.

Studi Pustaka

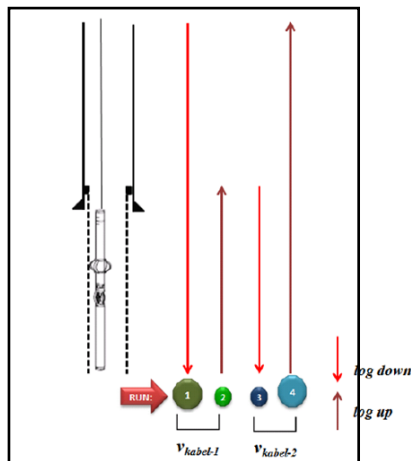
Pressure, Temperature, Spinner (PTS) merupakan salah satu alat yang digunakan untuk pengukuran di bawah permukaan pada sumur panas bumi yang berfungsi untuk mengetahui tekanan, temperatur, dan laju alir fluida produksi (Steingrimsson, 2013). PTS logging merupakan salah satu pengujian sumur yang dilakukan dengan menurunkan alat PTS ke dalam sumur untuk memperoleh data untuk keperluan karakterisasi reservoir.

Pada alat PTS tool, tiga alat utama yang terdapat pada alat ini adalah *pressure recorder*, *temperature recorder*, serta *spinner* yang berada di paling bawah (Stevens, 2000). *Pressure recorder* dan *temperature recorder* berada di dalam *heat shield* yang berfungsi untuk melindungi *recorder* tersebut dari tingginya temperatur yang ada di dalam sumur panas bumi. *Spinner* yang berada di bagian paling bawah akan berputar bila fluida mengalir melalui baling-baling tersebut. Putaran *spinner* tersebut akan terekam sebagai RPS (*revolution per second*) yang dapat menjadi laju alir massa setelah data diolah lebih lanjut. Putaran *spinner* akan berbanding lurus terhadap laju alir fluida di dalam sumur, artinya semakin cepat putarannya, semakin cepat pula laju alir fluida tersebut.



Gambar 1. PTS String

Prinsip akuisisi data PTS tool ketika diturunkan ke dalam sumur adalah dilakukan beberapa kali *pass* (naik-turun) di dalam lubang bor dengan menggunakan beberapa *cable speed* yang berbeda. Pada saat alat tersebut pertama kali turun dari permukaan, kecepatan kabel dipertahankan agar tetap konstan hingga kedalaman yang dituju. Sesampainya di kedalaman yang tersebut, alat didiamkan selama dua menit agar pembacaan *spinner* stabil dan tidak ada defleksi pembacaan. Kemudian alat dinaikkan dengan kecepatan kabel yang sama namun hingga *top of liner* dan didiamkan selama dua menit bertujuan untuk mengetahui laju alir massa total yang ada di sumur tersebut. Pengamatan dengan PTS dilanjutkan lagi dengan menurunkan alat ke bawah dengan kecepatan kabel yang berbeda. Alasan dilakukan beberapa kali dan dengan kecepatan kabel yang berbeda bertujuan untuk validasi data apabila dalam salah satu pengukuran PTS terjadi anomali dalam pengukuran, data anomali tersebut dapat diabaikan.



Gambar 2. PTS Logging (Halim, Situmorang, Saptadji, 2011)

Tahap pengolahan data PTS dimulai dengan melakukan *sorting* data menjadi setiap interval kedalaman. Setelah itu melakukan plot respons *spinner* dengan *cable speed* untuk menentukan slope. Setelah diperoleh nilai *slope*, dapat dilakukan perhitungan kecepatan aliran fluida (*fluid velocity*). Laju alir massa dihitung setelah *fluid velocity* diperoleh. Berikut merupakan persamaan yang digunakan :

$$Slope = \frac{(N \times \sum XiYi) - (\sum Xi \sum Yi)}{(N \times \sum Xi^2) - (\sum Xi)^2} \quad (1)$$

$$FV = \frac{RPS}{Slope} - CS \quad (2)$$

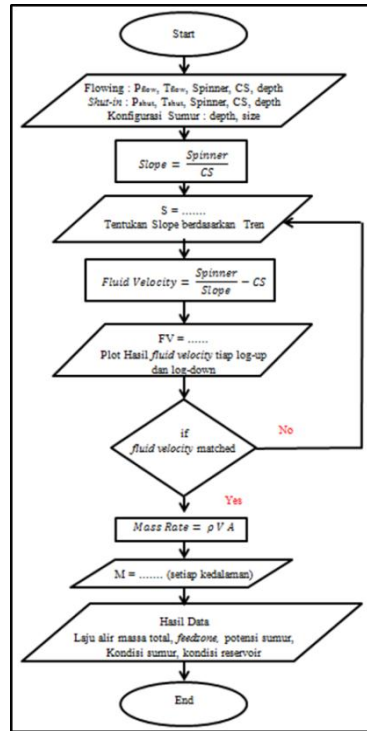
$$M = \rho V A \quad (3)$$

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times ID^2 \quad (4)$$

$$PI = \frac{M}{Pr - Pwf} \quad (5)$$

Metodologi Penelitian

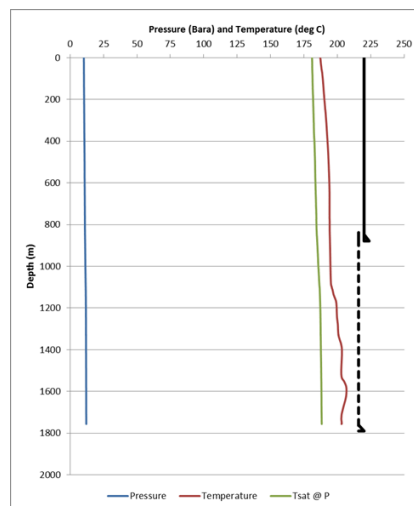
Metode yang digunakan dalam penentuan karakterisasi dalam sumur dilakukan dengan menurunkan alat survey PTS ke dalam sumur dalam kondisi *flowing* dan *shut-in*. Data *spinner* yang diperoleh dari dalam sumur harus dikalibrasi terlebih dahulu sehingga kecepatan fluida yang diperoleh menggambarkan kondisi sebenarnya di dalam sumur. Kalibrasi tersebut dengan menggunakan *slope*. Setelah itu kecepatan laju alir fluida, serta laju alir massa dapat dihitung pada tahap berikutnya. Diagram alir mengenai pengolahan data dapat dilihat pada gambar 3 di bawah.



Gambar 3. Flowchart Pengolahan Data PTS

Hasil dan Pembahasan

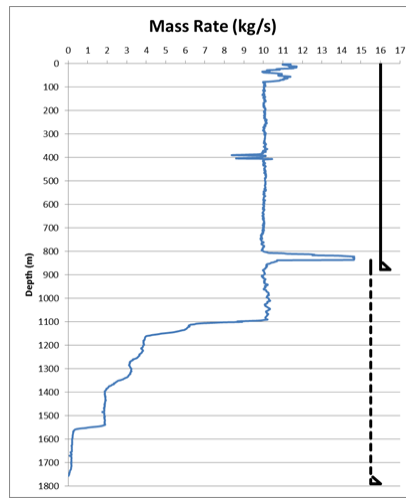
Ketika sumur diuji dengan menggunakan PTS ketika sumur memproduksi (PTS *flowing*), hasil menunjukkan bahwa sumur memiliki tiga buah *feedzone* berdasarkan respon pembacaan temperatur dan *spinner*. Pada gambar 4, dapat dilihat bahwa berdasarkan defleksi kurva temperatur yang terbaca, *feedzone* sumur berada di kedalaman 1084-1164 mKU, 1168-1392 mKU, dan 1532-1564 mKU. Berikut adalah respons temperatur yang terbaca oleh PTS.



Gambar 4. Tekanan dan Temperatur PTS *Flowing*

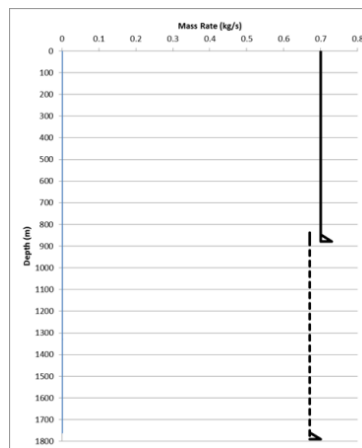
Kontribusi yang diberikan oleh *feedzone* dapat ditentukan ketika kondisi sumur *flowing*. Besarnya kontribusi *feedzone* dilihat berdasarkan defleksi kurva *mass rate* seperti pada gambar 5. Pembacaan kurva dilakukan dengan membaca kurva dari bawah, dan kontribusinya secara kumulatif. Seperti pada gambar 5, kontribusi *feedzone* 1 adalah 6,2 kg/s, *feedzone* 2 adalah 2 kg/s,

dan *feedzone* 3 adalah 1,9 kg/s. Berikut adalah kurva *mass rate* yang diplot versus kedalaman yang digunakan dalam kuantifikasi *feedzone*.



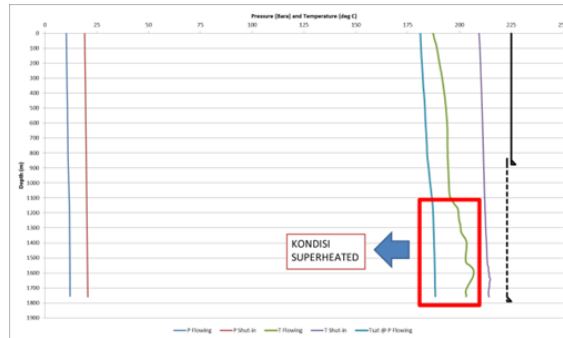
Gambar 5. Hasil PTS *Flowing*

Untuk mengetahui kondisi di dalam lubang sumur, pengecekan dengan PTS *shut-in* perlu dilakukan untuk mengetahui kondisi dalam sumur, seperti mengidentifikasi adanya kebocoran *casing*, adanya *downflow*, *outflow* serta *interzonal flow*. Seperti pada gambar 6, tidak ada defleksi kurva *mass rate* yang berarti sepanjang kedalaman ketika sumur dalam keadaan *shut-in*. Oleh karena itu, gambar 6 menjelaskan bahwa sumur dalam keadaan baik sehingga tidak terjadi kebocoran. Serta, menunjukkan bahwa sumur ini tidak memiliki zona *outflow* dan *interzonal flow* sehingga kontribusi *feedzone* dapat sepenuhnya diproduksi menuju permukaan.



Gambar 6. Hasil PTS *Shut-in*

Masalah yang dihadapi oleh sumur ini adalah kondisi *Superheat*. Kondisi *superheat* terjadi ketika suhu fluida produksi berada di atas *boiling point with depth curve* (BPD) yang terjadi ketika adanya *pressure drop* namun temperatur tetap tinggi dan merupakan indikasi *over-exploitation*. Pada gambar 7, dapat dilihat bahwa temperatur fluida yang mengalir sudah berada di atas kurva BPD yang artinya kondisi sumur ini sudah dalam kondisi *superheated*.



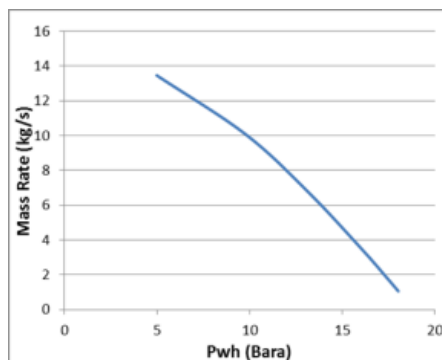
Gambar 7. Kondisi Reservoir

Pada tabel 1, menjelaskan kemampuan produksi pada tiap *feedzone* atau *productivity index* serta derajat *superheat* yang terjadi pada tiap *feedzone*. Derajat *superheat* pada tiap *feedzone* sudah lebih besar dari 5°C.

Tabel 1. *Productivity Index* dan Derajat *Superheat*

Feedzone	Depth Meter	P _{wf} Bar	P _r Bar	Mass Rate kg/s	PI kg/s/bar	Superheat °C
Feedzone 1	1084 – 1164	11.64	20.1	6.2	0.741	10
Feedzone 2	1168 – 1392	11.91	20.29	2	0.238	13
Feedzone 3	1532 – 1564	12.04	20.48	1.9	0.225	17

Pada gambar 8, *output curve* sumur ini menjelaskan bahwa kemampuan produksi sumur sudah sangat sensitif terhadap perubahan tekanan yang terjadi pada kepala sumur. Dapat dikatakan bahwa perubahan kecil pada tekanan dapat merubah laju alir massa total sumur secara signifikan. Tren kurva yang ditunjukkan oleh gambar 8 menunjukkan bahwa *feedzone* pada sumur ini memiliki permeabilitas yang kecil. Kecilnya permeabilitas pada *feedzone* ini merupakan akar permasalahan yang dihadapi oleh sumur ini.



Gambar 8. *Output Curve* Sumur

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil yang telah dibahas, dapat disimpulkan bahwa :

- Sumur ini memiliki tiga *feedzone* pada kedalaman 1084-1164 mKU, 1168-1392 mKU, dan 1532-1564 mKU.
- Kontribusi pada tiap *feedzone* sebesar 6,2 kg/s, 2 kg/s, dan 1,9 kg/s.
- Kondisi dalam sumur dalam keadaan baik dan tidak terjadi kebocoran *casing*.
- Semua *feedzone* yang teridentifikasi sudah dalam keadaan *superheated*.
- Fenomena *superheat* dan *productivity index* yang kecil diakibatkan oleh kecilnya permeabilitas pada tiap *feedzone* dibuktikan dengan tren *output curve*.

Daftar pustaka

- [1] Axelsson, Gudni; Benedikt Steingrímsson. 2012. *Logging, Testing, and Monitoring Geothermal Wells*, United Nations University, Reykjavik.
- [2] Buscato, Norman, 2012, *Quantifying Feed Zone Contributions From Pressure-Temperature-Spinner Data and Pressure Transient Analysis Using Welltester*, United Nations University, Reykjavik.
- [3] Grant, Malcolm; David Wilson, Paul Bixley, 2006, *Spinner Data Analysis To Estimate Wellbore Size and Fluid Velocity*, NZ Geothermal Workshop.
- [4] Hole, Hagen, 2008, *Geothermal Well Completion Tests*, Petroleum Engineering Summer School, Auckland.
- [5] Humaedi, Muhammad Tamrin et al, 2016, *A Comprehensive Well Testing Implementation during Exploration Phase in Rantau Dedap Indonesia*, Workshop on Geothermal Engineering, Jakarta.
- [6] Saptadji, Nenny,;Janitra Halim, Jantiur Situmorang, 2011, *Analisis Pressure Temperature Spinner (PTS) Survey Pada Sumur Panas Bumi Satu Fasa Uap*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [7] Sisler, John et al, 2015, *Improving the Performance of Geothermal Pressure Temperature Spinner (PTS) Tools used in Downhole Measurement*, World Geothermal Congress
- [8] Steingrímsson, Benedikt, 2013, *Geothermal Well Logging: Temperature And Pressure Logs*, United Nations University
- [9] Stevens, Lynell, 2000, *Pressure Temperature and Flow Logging in Geothermal Wells*, Century Drilling & Energy Services Limited, Wairakei
- [10] Sunio, Eugene et al, 2015, *Downflows in Wells at the Mak-Ban Geothermal Field Phillipines*, World Geothermal Congress, Makati City.