
DOWNHOLE MONITORING SUMUR GEOTHERMAL DENGAN METODE PRESSURE TEMPERATURE SHUT-IN SUMUR SR 1#2 DI PT PERTAMINA GEOTHERMAL ENERGY AREA LUMUT BALAI

Oleh

Sefilra andalucia¹, Rahman Wibowo²

^{1,2}Program Studi Teknik Eksplorasi Produksi Migas, Politeknik Akamigas Palembang
Jalan Gub. H. Bastari No.9, 8 Ulu, Kecamatan Seberang Ulu I, Kota Palembang,
Sumatera Selatan, Indonesia-30257

Email: ¹andalucia@pap.ac.id, ²rahmanbowo10@gmail.com

Article History:

Received: 28-11-2023

Revised: 16-12-2023

Accepted: 20-12-2023

Keywords:

Pressure Temperature
(PT), Feedzone, EPCC

Abstract: SR 1#2 well is one of the Shut-in status production wells owned by PT Pertamina Geothermal Energy Area Lumut Balai which will be used for the supply of Steam PLTP Lumut Balai Unit II which is in the Engineering, Procurement, Construction, Commissioning (EPCC) stage. Downhole Monitoring activities are carried out to find out the latest data from SR 1#2 wells using the pressure temperature shut-in method. The measurement carried out on April 3, 2023 is a continuation of the pressure temperature shut-in program that was previously carried out in 2014, to process data and analyze the results of the pressure temperature shut-in. The results obtained from processing downhole monitoring data with the Pressure Temperature shut-in method using excel with the VLOOKUP formula and manual calculations, on April 3, 2023, the highest temperature was obtained at 233.67oC and pressure 84.02 bar at a depth of 1770 mKU and the results of the analysis of the Pressure Temperature Shut-in graph on April 3, 2023 based on Shut-in Pressure Temperature comparison data in the previous year, namely on July 7, 2013 the highest pressure and temperature were at (88.92 bar and 235.93oC), on May 11, 2014 the highest pressure and temperature were at (85.94 bar and 232.91oC) and on April 3, 2023 with a span of 9 years the highest pressure and temperature at (84.02bar and 233.67oC) Then it can be concluded that the feedzone and reservoir from the SR 1#2 well have not experienced significant changes and will be used as a steam supply for PLTP unit II.

PENDAHULUAN

Sumur-sumur yang dimiliki PT Pertamina Geothermal Energi merupakan sumur produksi dan reinjeksi, Dalam penelitian ini sumur yang diteliti adalah Sumur LMB 3#4 dimana sumur ini merupakan sumur produksi. Dengan kapasitas *steam supply* unit II sebesar 4.7 MW yang berada di *cluster* 3.

Untuk memenuhi *steam supply* unit II maka perlu dilakukan kegiatan *Pressure Temperature shut-in* sumur produksi, untuk mengetahui potensi sumur produksi SR 1#2

sebagai sumur produksi di PLTP LMB unit II. Temperatur dan tekanan dapat menjelaskan karakteristik suatu sumur tersebut. Kemudian dari hasil analisa data tersebut dapat diperoleh mengenai zona produksi (*feed zone*) pada sumur kemudian dapat diketahui parameter-parameter dari reservoir geothermal. Ketentuan *feed zone* dapat diketahui berdasarkan data dari tekanan dan temperatur yang telah dilakukan sebelumnya. Selanjutnya dari kondisi dan karakteristik maka dapat dijadikan sebagai acuan untuk menentukan apakah sumur tersebut layak untuk di kembangkan atau tidak, potensi yang di hasilkan dari sumur geothermal kemudian diolah selanjutnya akan diproduksi di *Geothermal power plant* (GPP) atau Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP). Berdasarkan dari uraian di atas, maka judul dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah *Downhole Monitoring* Sumur Geothermal Dengan Metode *Pressure Temperature Shut-In* di PT Pertamina Geothermal Energi Area Lumut Balai.

LANDASAN TEORI

Downhole Monitoring

Downhole monitoring sumur *geothermal* adalah kegiatan untuk mengetahui keadaan di dalam sumur dan *reservoir* apakah terdapat permasalahan secara berkala. Dalam mendapatkan informasi serta memonitor mengenai keadaan reservoir panas bumi baik itu besaran data tekanan, suhu, dapat dilakukan dengan cara menurunkan peralatan *survey* bawah permukaan setelah dilakukanya pemboraaan dan kompleksi sumur. Salah satu *survey* bawah permukaan digunakan adalah *pressure, temperature shut-in* (Narendrohipo, dkk 2017).

Pressure Temperature Shut-In Tool

Untuk dapat mengembangkan sumur panas bumi dengan baik harus melakukan *survey* terhadap sumur tersebut yang biasanya dilakukan uji kompleksi. Uji kompleksi yang pada umumnya dilakukan pada sumur panas bumi terdiri dari PTS (*Pressure, Temperature, Spinner*) *multirate injectivity test* dan PT (*Pressure, Temperature*) *heating up survey* (Akbar, A. dkk, 2017). *Pressure Temperature shut-in tool* (PT) Digunakan untuk mengetahui data *pressure & Temperature* di dalam sumur produksi geothermal dengan menggunakan mekanisme Pengukuran menggunakan instrumen mekanik & *electronic*. Adapun fungsi dari peralatan *survey* untuk mencari data terbaru dari sumur *geothermal shut-in*.



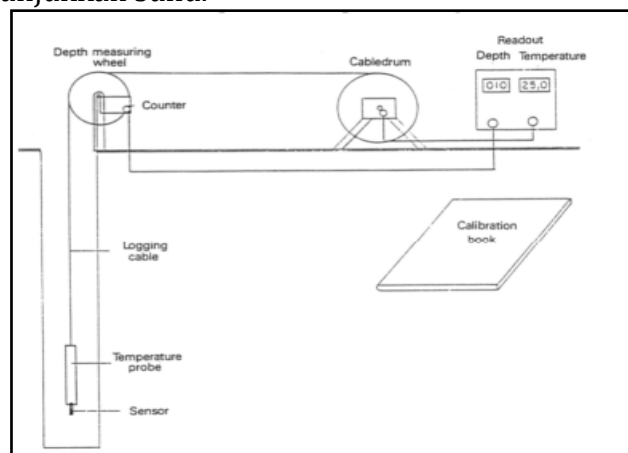
Gambar 1 *Pressure Temperature shut-in*
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

Pressure Temperature Log

Log suhu dan tekanan digunakan secara luas dalam eksplorasi dan pengembangan panas bumi. Aplikasi mereka dimulai ketika pengeboran dimulai dengan eksplorasi pertama dalam pengembangan lapangan hijau dan dilakukan di sebagian besar jika tidak semua sumur dibor kemudian dalam pengembangan. Log suhu dan tekanan dilakukan selama pengeboran sumur, selama pemanasan setelah pengeboran dan selama uji aliran. Tantangan terbesar dalam menganalisis log ini adalah untuk menentukan kondisi reservoir suhu dan tekanan dengan menentukan profil suhu pembentukan untuk setiap sumur dan potensi tekanan zona permeabel yang berpotongan dengan sumur. Ketika beberapa sumur telah dibor di suatu daerah, Peta dapat digambar untuk menunjukkan suhu pembentukan dan distribusi tekanan di reservoir panas bumi. Pada awal pengembangan, peta-peta ini akan menunjukkan kondisi reservoir awal sebelum pemanfaatan. Kemudian ketika produksi dari lapangan dimulai, penarikan massal dari reservoir akan menyebabkan penarikan tekanan dan kadang-kadang juga perubahan suhu di reservoir panas bumi (Steingrimsson, Benedikt, 2013)

Pressure Temperature Logging Tool

Unit penebangan portabel yang digunakan di Islandia untuk pengukuran suhu digambar secara skematis pada Gambar 2.6. Sensor suhu platinum (*resistansi*) terhubung ke kabel *logging* konduktor tunggal listrik. Bagian dari sensor dan sambungan terbungkus dalam pipa baja bertekanan (kedap air). Sebuah berkas di kepala sumur memandu kabel ke dalam lubang tetapi bertindak sebagai pengukur kedalaman karena setiap rotasi menggerakkan kabel 1 meter. Paket elektronik dan baterai terbungkus dalam kotak yang menampilkan kedalaman dan pembacaan sensor. Buku kalibrasi diperlukan jika layar tidak dikalibrasi untuk menunjukkan suhu.



Gambar 2. Pressure Temperature Logging Tool
(sumber: Steingrimsson, Benedikt, 2013)

Log suhu dan tekanan adalah log sumur terpenting dalam eksplorasi dan pengembangan panas bumi. Mereka digunakan secara luas sepanjang produksi sumur. Alat elektronik dengan pembacaan permukaan digunakan di sumur suhu rendah ($T < 150\text{ }^{\circ}\text{C}$), tetapi untuk sumur dengan suhu, di kisaran $150\text{--}380\text{ }^{\circ}\text{C}$, industri panas bumi telah menggunakan pengukur suhu Kuster / Amerada mekanis selama beberapa dekade. Selama sepuluh tahun terakhir alat elektronik suhu tinggi telah tersedia dan alat T & P yang paling banyak digunakan dalam panas bumi saat ini adalah K10G dari Kuster Company, yang

merupakan alat memori dengan elektronik di tabung baja untuk melindungi elektronik dari suhu sumur tinggi dan mempertahankan suhu alat internal di bawah 175°C selama berjam-jam bahkan pada suhu sumur 350°C .

Gangguan suhu dan tekanan di sumur selama pengeboran akan memudar secara bertahap ketika pengeboran berhenti. Sumur akan memanaskan dan mencapai kesetimbangan termal dengan lingkungan dalam hitungan beberapa bulan dan tekanan sumur juga akan pulih setelah pengeboran dan mencapai kesetimbangan dengan zona umpan permeabel sumur. Log suhu dan tekanan selama periode pemanasan/pemulihan setelah pengeboran adalah data terpenting untuk memperkirakan suhu formasi dan tekanan reservoir. Log T & P pada tahap selanjutnya dapat meningkatkan perkiraan. Pemantauan suhu dan tekanan menjadi alat penting untuk pengelolaan *reservoir*, ketika pemanfaatan dimulai.

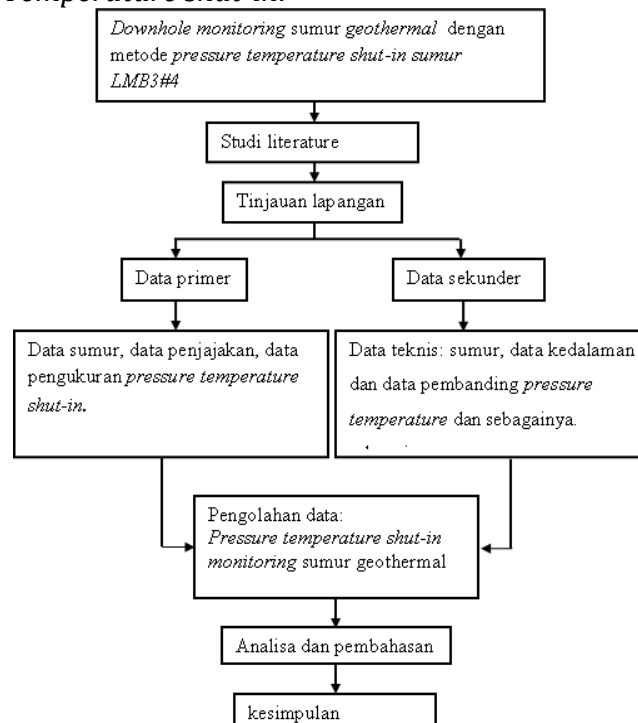
Tujuan akhir dari pencatatan suhu dan tekanan dalam penyelidikan panas bumi adalah untuk menentukan suhu formasi dan tekanan reservoir, tetapi bahkan selama pengeboran ketika suhu sumur sangat terganggu oleh sirkulasi fluida pengeboran dan injeksi air dingin ke dalam sumur, profil suhu memberikan informasi berharga tentang lokasi akuifer (zona produksi) dan ukuran relatifnya (permeabilitas).

METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan langkah - langkah yang dilakukan dalam pengumpulan informasi, pemeriksaan serta pengolahan data.

Flowchart Penelitian

Flowchart penelitian merupakan gambaran dari alur atau tahapan-tahapan penelitian secara keseluruhan sejak dilakukannya pengumpulan data sampai dengan pengolahan dan analisa hasil *Pressure Temperature shut-in*.



HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinjauan Umum Sumur SR 1#2.

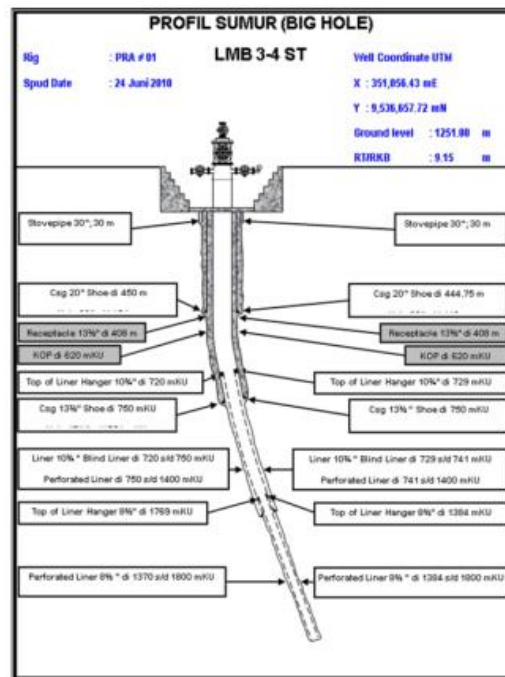
Sumur produksi Geothermal SR 1#2 merupakan sumur produksi (cadangan) berstatus *shut-in* yang akan digunakan sebagai salah satu suplai *steam* untuk PLTP Unit II di PT Pertamina Geothermal Energy Area Lumut Balai yang masih dalam tahap *Engineering, Procurement, Construction, Commissioning* (EPCC). Sumur ini memiliki *total depth* sedalam 1790 mMD. Dengan *interval* perforasi 720-1790 mMD. *Pressure Temperature shut-in* yang dilakukan pada 3 April 2023 merupakan program lanjutan dari *Pressure Temperature shut-in* sebelumnya yaitu pada 2014, program *Pressure Temperature shut-in* ini sangat penting dilakukan untuk mengetahui data dan kondisi terbaru reservoir dari sumur produksi SR 1#2.

Data sumur SR 1#2

Data sumur sangat berguna untuk mengetahui Parameter susunan bawah permukaan yang terdapat di sumur SR 1#2 selain itu dapat juga digunakan sebagai data penunjang pada saat pengukuran sumur dengan menggunakan metode *Pressure Temperatur Shut-In* pada sumur produksi SR 1#2 03 April 2023. Adapun data-data sumur SR 1#2 dapat dilihat Pada **Table 1.**

Tabel 1 Data Subsurface Sumur SR 1#2

Data Sumur (Ground Level)	SR 1#2
Kedalaman Akhir(Mmd)	1784
KOP (Mmd)	620
Casing 30" (Mmd)	0-30
Casing 20" (Mmd)	0-435
Casing 13-3/8(Mmd)	0-740
Prf.Liner 10-4/4" (Mmd)	720-1390
Casing 9-5/8" (Mmd)	
Prf. Liner 8-5/8" (Mmd)	1375-1790
Blind Liner 7" (Mmd)	
Slotted Liner 7" (Mmd)	
Status	Shut-In



Gambar 3. Profil Sumur SR 1#2

(Sumber: Arsip Perusahaan)

Penjajakan Sumur SR 1#2

Penjajakan pada Sumur SR 1#2 merupakan bagian dari program kerja *Pressure Temperature shut-in* untuk mengetahui keadaan didalam sumur sebelum menggunakan alat *pressure Temperature shut-in*, kegiatan ini dilakukan menggunakan sinker bar atau alat tiruan dari alat *pressure temperature shut-in* yang memiliki berat dan ukuran yang sama. Data hasil penjajakan digunakan sebagai penunjang pada saat pengukuran *Pressure Temperature shut-in*. *Depth* (mku) merupakan kedalaman sinker bar pada saat penjajakan, *Beban run* (kg) merupakan berat pada saat sinker bar turun di dalam sumur, Sedangkan *Beban brake* merupakan beban pada saat sinker bar berhenti pada *depth* tertentu sesuai kedalaman yang diinginkan. Data hasil penjajakan Sumur SR 1#2 dapat dilihat Pada **Tabel 4.2**.

Tabel 2 Data Penjajakan SR 1#2.

Penjajakan SR 1#2		
Depth (Mku)	Beban Run(Kg)	Beban Brake (Kg)
0	4	5
250	6	7
500	8	11
100	9	14
1250	11	15
1500	15	19
1750	23	25

Data *Pressure Temperature Shut-In* monitoring SR 1#2

Setelah data penjajakan didapat langkah selanjutnya dilakukan *programing* alat *Pressure Temperature shut-in* dan *depth box* kemudian mencatat waktu pada alat yang diaktifkan, jika alat sudah berada di posisi 0 mku maka alat *Pressure Temperature* siap untuk diturunkan. Kemudian alat diturunkan dengan kecepatan maksimal 50 m/menit maka alat

sudah dalam posisi *run*. Alat akan merekam data bawah permukaan dalam waktu 5 menit setelah alat tersebut sampai di kedalaman yang ditergetkan, kemudian alat dinaikan kembali ke lubrikator untuk dilakukan *ekspor* data hasil *pressure temperature shut-in* untuk dilakukan *pengolahan* data selanjutnya. Data *Pressure Temperature shut-in* dapat dilihat Pada **Tabel 4.3** di bawah ini.

Tabel 3 Data *Pressure Temperature Shut-in* SR 1#2

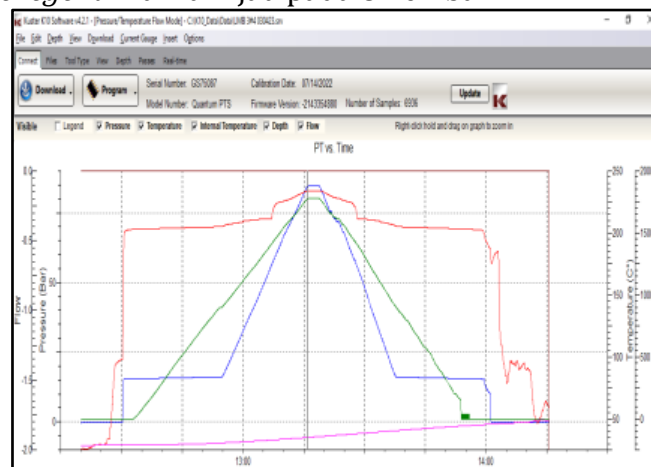
Parameter	Waktu	Satuan Unit
Tks	15.7	ksc
On Tools	12:20	WIB
Tools Di Lubrikator	- 5	mKU
Tools Di 0	12:32	WIB
Mulai Run	12:33	WIB
Tools Di 1770 mKU	13:17	WIB
Mulai Up	13:22	WIB
Status	Shut-In	

Hasil *Pressure Temperature Shut-In* monitoring Sumur SR 1#2.

Hasil *pressure Temperature shut-in* monitoring sumur produksi SR 1#2 yang dilakukan pada 03 April 2023 di Area Lumut Balai didapatkan grafik dan data mentah dari *pressure*, *temperature* dan *Depth* kemudian dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan data hasil akhir.

Grafik *Pressure Temperature Shut-In* Sebelum Diolah.

Hasil dari ekspor data *record* dari alat *pressure temperature shut-in* kemudian membentuk grafik Berdasarkan data *pressure temperature* dan *depth* yang terekam alat *Pressure temperature shut-in* monitoring (*Kuster 10*) seperti pada Gambar 4.2. Dimana pada kedalaman 1770 mKU dapat dilihat pada *legend* merah dengan *temperature* mencapai 233,67°C dan *pressure* *legend* warna hijau pada 84.02 bar.



Gambar 4. Grafik *Pressure Temperature Shut-In* Pengolahan Data *Pressure Temperature shut-in* monitoring

Pengolahan data untuk menentukan nilai *temperature* dan *pressure* pada kedalaman yang sudah ditentukan dapat dilakukan dengan menggunakan dua cara yaitu:

1. Menggunakan Excel dengan formula VLOOKUP
2. Menggunakan perhitungan manual

Menggunakan Formula VLOOKUP.

Langkah-langkah untuk mengolah data *Pressure Temperature shut-in* sebagai berikut:

1. siapkan tabel kedalaman (mKU) dari perusahaan sebagai acuan untuk *pressure* dan *temperature* pada kedalaman yang diinginkan.
2. Plot di tabel *pressure* pada kedalaman yang diinginkan, gunakan rumus VLOOKUP.
3. Contoh pengolahan data *pressure* dan *temperature* menggunakan VLOOKUP pada kedalaman 0, kemudian blok pada tabel *depth*, *pressure*, *temperature* dan tarik sampai kedalaman akhir (1770mKU), selanjutnya masukkan *col_index_num* (kolum yang ingin dicari datanya), untuk *col_index_num* berada pada kolum ke dua (*pressure*) maka kita memasukan angka 2, pilih *true* untuk rumus terakhir VLOOKUP.

Depth (m)	Pressure (MPa)	Temperature (°C)
0	200	15.45
200	15.45	15.45
400	15.45	15.45
600	15.45	15.45
800	15.45	15.45
1000	15.45	15.45
1200	15.45	15.45
1400	15.45	15.45
1600	15.45	15.45
1770	15.45	15.45

Gambar 5 Pengolahan Data pressure dengan formula Vlookup

4. Plot di tabel *pressure* pada kedalaman yang diinginkan, gunakan rumus VLOOKUP, hasilnya bisa dilihat pada **Gambar 4.4** di bawah ini.

Depth (m)	Pressure (MPa)	Temperature (°C)
0	200	15.45
200	15.45	15.45
400	15.45	15.45
600	15.45	15.45
800	15.45	15.45
1000	15.45	15.45
1200	15.45	15.45
1400	15.45	15.45
1600	15.45	15.45
1770	15.45	15.45

Gambar 6 Pengolahan Data Pressure Dengan Formula Vlookup

5. Tarik hasil data *pressure* dan *temperature* sampai kedalaman akhir pada tabel (mKU).

I10								
=VLOOKUP(G10;B9:D3382;3;TRUE)								
A	B	C	D	E	F	G	H	I
1 Gauge Serial Number: GS75087								
2 Gauge Model Number: Quantum PTS								
3 Gauge Manufacturer: Kuster Company								
4 Maximum Recorder Range: 3382								
5 Date of Last Calibration: 03/4/2023								
6 Pressure Units: Bar								
7 Temperature Units: C°								
8 dd/mm/yyyy Time	Depth(Mtrs)	Pressure	Temperature	CS (Mtrs/min)				
9 03/04/2023 12:20	0	-0,218	25,885	0				
10 03/04/2023 12:20	0	-0,26	25,887	0		mku	pressure(bar)	temperature(degC)
11 03/04/2023 12:20	0	-0,248	25,89	0		0	15,45	202,96
12 03/04/2023 12:20	0	-0,241	25,893	0		200	15,62	203,46
13 03/04/2023 12:20	0	-0,241	25,902	0		400	15,78	203,93
14 03/04/2023 12:20	0	-0,241	25,911	0		600	15,94	204,40
15 03/04/2023 12:20	0	-0,241	25,922	0		750	16,07	204,75
16 03/04/2023 12:20	0	-0,241	25,93	0		800	16,11	204,86
17 03/04/2023 12:20	0	-0,241	25,937	0		850	16,15	204,96
18 03/04/2023 12:20	0	-0,241	25,945	0		900	16,18	205,08
19 03/04/2023 12:20	0	-0,241	25,954	0		950	16,19	205,54
20 03/04/2023 12:20	0	-0,434	25,966	0		1000	23,68	207,56
21 03/04/2023 12:20	0	-0,238	25,974	0		1050	27,56	208,11
22 03/04/2023 12:20	0	-0,24	25,979	0		1100	31,50	208,81
23 03/04/2023 12:20	0	-0,246	25,978	0		1150	35,40	209,83
24 03/04/2023 12:20	0	-0,159	25,967	0		1200	39,40	210,47
25 03/04/2023 12:20	0	-0,211	25,953	0		1250	43,35	210,89
26 03/04/2023 12:20	0	-0,238	25,939	0		1300	47,33	211,00
27 03/04/2023 12:20	0	-0,237	25,928	0		1350	51,30	211,08
28 03/04/2023 12:20	0	-0,238	25,923	0		1400	55,27	211,16
29 03/04/2023 12:20	0	-0,237	25,927	0		1450	59,20	222,24
30 03/04/2023 12:20	0	-0,239	25,932	0		1500	63,14	225,00
31 03/04/2023 12:20	0	-0,226	25,939	0		1550	67,03	225,80
32 03/04/2023 12:20	0	-0,202	25,949	0		1600	70,93	227,19
33 03/04/2023 12:20	0	-0,222	25,961	0		1650	74,80	229,34
34 03/04/2023 12:20	0	-0,227	25,972	0		1700	78,65	231,45
35 03/04/2023 12:20	0	-0,235	25,989	0		1750	82,49	233,08
						1770	84,02	233,67

Gambar 7 Finishing Pengolahan Data

6. Cari nilai perbandingan *pressure* yang terbesar dari kedalaman 0 sampai akhir pada tabel mKU.
7. Cari *water level* pada data *Pressure Temperature shut-in* SR 1#2 menggunakan nilai selisih perbandingan *pressure* terbesar pertama.

Contoh untuk mencari selisih *pressure* pada kedalaman 0 mKU adalah dengan cara *pressure* pada kedalaman 200 mKU (15,62) dikurangi *pressure* 0 mKU (15,45) maka akan di dapatkan selisih *pressure* (0,18), untuk hasil selisih *pressure* 0 mKU sampai 1770 dapat dilihat pada Gambar 4.6 di bawah ini.

mkU	pressure(bar)	temperature(degC)	selisih pressure	water level
0	15,45	202,96	0,18	=F19-(G19-G18)*10
200	15,62	203,46	0,16	
400	15,78	203,93	0,16	
600	15,94	204,40	0,12	
750	16,07	204,75	0,04	
800	16,11	204,86	0,04	
850	16,15	204,96	0,04	
900	16,18	205,08	3,60	
950	19,78	206,54	3,90	
1000	23,68	207,56	3,88	
1050	27,56	208,11	3,94	
1100	31,50	208,81	3,91	
1150	35,40	209,83	4,00	
1200	39,40	210,47	3,95	
1250	43,35	210,89	3,98	
1300	47,33	211,00	3,97	
1350	51,30	211,08	3,97	
1400	55,27	211,16	3,93	
1450	59,20	222,24	3,94	
1500	63,14	225,00	3,89	
1550	67,03	225,80	3,90	
1600	70,93	227,19	3,87	
1650	74,80	229,34	3,86	
1700	78,65	231,45	3,84	
1750	82,49	233,08	1,53	
1770	84,02	233,67		

Gambar 8 Nilai Water Level

(Sumber: dokumentasi penulis)

Hasil pengolahan data *Pressure Temperature shut-in monitoring* pada 03 April 2023 menggunakan Excel dengan formula VLOOKUP digunakan untuk melakukan tahap analisa terhadap sumur produksi SR 1#2 Data-data yang didapatkan antara lain kedalaman sumur (mKU), *pressure* (Bar) dan *temperature* (°C) dan water level dapat dilihat pada **Tabel 4.4.** data untuk analisa. Data hasil pengolahan *pressure temperature shut-in* menggunakan excel dengan formula Vlookup pada kedalaman 0 mKU sampai 1770 mKU dapat dilihat pada **Lampiran2.**

Table 4. Data Hasil formula VLOOKUP

mkU	pressure(Bar)	temperature(°C)
200	15,62	203,46
600	15,94	204,40
800	16,11	204,86
1000	23,68	207,56
1770	84,02	233,67
Water level		961,02 (mKU)

Menggunakan Metode Perhitungan Manual Data

Rumus mencari data real pressuredan temperature LMB 3#4.

$$\text{Nilai depth pressure} = \frac{\text{jumlah data presseure}}{\text{banyak data pressure}}$$

$$\text{Nilai depth temperature} = \frac{\text{jumlah data temperature}}{\text{banyak data temperature}}$$

Pressure (P), Temperature (T)

1. Perhitungan pada P 200 mKU dan T 200 mKU
P 200 mKU dan T 200 mKU

	A	B	C	D	E
1	Gauge Serial Number: GS75087				
2	Gauge Model Number: Quantum PT				
3	Gauge Manufacturer: Kuster Company				
4	Maximum Recorder Range: 3382				
5	Date of Last Calibration: 03/4/2023				
6	Pressure Units: Bar				
7	Temperature Units: C°				
8	dd/mm/yyyy Time	Depth(Mtrs)	Pressure	Temperature	CS.(Mtrs/min)
1090	03/04/2023 12:38	199,86	15,623	203,459	42,56
1091	03/04/2023 12:38	200,57	15,624	203,461	42,56
1092	03/04/2023 12:38	201,28	15,625	203,462	42,56

Gambar 7 P 200mKU dan T 200mKU

$$P \text{ 200 mKU} = \frac{15,623+15,624+15,625}{3} = 15,62 \text{ Bar}$$

$$T \text{ 200 mKU} = \frac{203,459+203,461+203,462}{3} = 203,46^{\circ}\text{C}$$

2. Perhitungan pada P 600 mKU dan T 600 mKU

	A	B	C	D	E
1	Gauge Serial Number: GS75087				
2	Gauge Model Number: Quantum PT				
3	Gauge Manufacturer: Kuster Company				
4	Maximum Recorder Range: 3382				
5	Date of Last Calibration: 03/4/2023				
6	Pressure Units: Bar				
7	Temperature Units: C°				
8	dd/mm/yyyy Time	Depth(Mtrs)	Pressure	Temperature	CS.(Mtrs/min)
1628	03/04/2023 12:47	599,56	15,944	204,398	44,96
1629	03/04/2023 12:47	600,33	15,944	204,399	46,16
1630	03/04/2023 12:47	601,07	15,945	204,4	44,36

Gambar 8 P 600mKU dan T 600mKU

$$P \text{ 600 mKU} = \frac{15,944+15,944+15,945}{3} = 15,94 \text{ Bar}$$

$$T \text{ 600 mKU} = \frac{204,398+204,399+204,4}{3} = 204,39^{\circ}\text{C}$$

3. Perhitungan pada P 800 mKU dan T 800 mKU

	Name Box	A	B	C	D	E
1		Gauge Serial Number: GS75087				
2		Gauge Model Number: Quantum PT				
3		Gauge Manufacturer: Kuster Company				
4		Maximum Recorder Range: 3382				
5		Date of Last Calibration: 03/4/2023				
6		Pressure Units: Bar				
7		Temperature Units: C°				
8		dd/mm/yyyy Time	Depth(Mtrs)	Pressure	Temperature	CS.(Mtrs/min)
1913		03/04/2023 12:51	800,28	16,106	204,856	38,36
1914		03/04/2023 12:51	800,93	16,106	204,858	38,96
1915		03/04/2023 12:51	801,59	16,108	204,859	39,56

Gambar 9 P 800mKU dan T 800mKU

$$P \text{ 800 mKU} = \frac{16,105+16,106+16,106}{3} = 16,10 \text{ Bar}$$

$$T \text{ 800 mKU} = \frac{204,856+204,808+204,809}{3} = 204,85^{\circ}\text{C}$$

4. Perhitungan pada 100mKU dan T1000 mKU

	A	B	C	D	E
1	Gauge Serial Number: GS75087				
2	Gauge Model Number: Quantum PT				
3	Gauge Manufacturer: Kuster Company				
4	Maximum Recorder Range: 3382				
5	Date of Last Calibration: 03/4/2023				
6	Pressure Units: Bar				
7	Temperature Units: C°				
8	dd/mm/yyyy Time	Depth(Mtrs)	Pressure	Temperature	CS.(Mtrs/min)
2245	03/04/2023 12:57	999,76	23,678	207,562	42,56
2246	03/04/2023 12:57	1000,44	23,732	207,568	40,76
2247	03/04/2023 12:57	1001,15	23,787	207,573	42,56

Gambar 10 P 1000mKU dan T 1000mKU

$$P \ 1000 \ mKU = \frac{23,678 + 23,732 + 23,787}{3}$$

$$= 23,73 \text{ Bar}$$

$$T \ 1000 \ mKU = \frac{207,562 + 207,568 + 207,573}{3}$$

$$= 207,56^{\circ}\text{C}$$

5. Perhitungan pada P 1770 dan T 1770mKU

	A	B	C	D	E
1	Gauge Serial Number: GS75087				
2	Gauge Model Number: Quantum PT				
3	Gauge Manufacturer: Kuster Company				
4	Maximum Recorder Range: 3382				
5	Date of Last Calibration: 03/04/2023				
6	Pressure Units: Bar				
7	Temperature Units: C°				
8	dd/mm/yyyy Time	Depth(Mtrs)	Pressure	Temperature	CS.(Mtrs/min)
3348	03/04/2023 13:15	1769,64	84,024	233,67	42,56
3349	03/04/2023 13:15	1770,36	84,078	233,683	43,16
3350	03/04/2023 13:15	1771,09	84,133	233,695	43,76

Gambar 11 P 1770mKU dan T 1770mKU

$$P \ 1770 \ mKU = \frac{84,024 + 84,078 + 84,133}{3}$$

$$= 84,07 \text{ Bar}$$

$$T \ 1770 \ mKU = \frac{233,67 + 233,693 + 233,695}{3}$$

$$= 233,68^{\circ}\text{C}$$

6. Perhitungan menentukan water level sumur SR 1#2.

Kedalaman pada selisih pressure terbesar - (nilai selisih pressure terbesar) dikali 10.

$$\text{Water level} = 1000 - (23,68 - 1978) \times 10$$

$$= 961,02 \text{ Mku}$$

Tabel 5 Data Hasil Perhitungan Manual

Pressusre		Temperature	
Depth(mKU)	Nilai(Bar)	Depth(mKU)	Nilai(°C)
P 200	15,62	T 200	203,46
P 600	15,94	T 600	204,39
P 800	16,10	T 800	204,85
P 1000	23,73	T 1000	207,56
P 1770	84,07	T 1770	233,68
Water level		961 mKU	

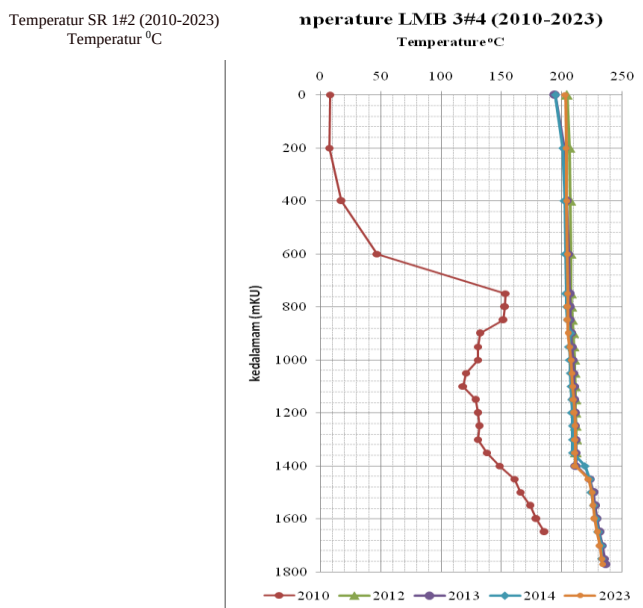
Perhitungan data *Presssure Temperature Shut-In* menggunakan metode perhitungan manual dengan kedalaman yang sudah ditetapkan oleh pihak perusahaan yang mewakili profil Sumur SR 1#2 meliputi data *casing*, *perforasi linear*, dan kedalaman akhir dilakukan sampai

Tabel 6 Hasil Pengolahan *Pressure Temperature shut-in* (2010-2023)

Depth	10-Agustus-2010		15-Mei-2012		07-Juli-2013		11-Mei-2014		03-April-2023		
	(°C)	(BAR)	(°C)	(BAR)	(°C)	(BAR)	(°C)	(BAR)	(°C)	(BAR)	BPD
Mku	T 2010	P 2010	T2012	P 2012	T 2013	P 2013	T 2014	P 2014	T 2023	P 2023	
0	8,11	13,68	204,29	14,55	194,43	17,14	194,55	14,04	202,96	15,45	198,51
200	7,22	13,81	206,44	14,74	202,08	17,26	200,95	14,04	203,46	15,62	198,51
400	17,47	14,31	206,98	14,93	203,79	17,44	202,23	14,28	203,93	15,78	199,26
600	47,32	13,68	207,34	14,93	205,42	17,60	202,96	14,51	204,40	15,94	200,00
750					206,39	17,66			204,75	16,07	
800	153,44	14,31	207,61	15,06	206,56	17,69	203,69	14,63	204,86	16,11	200,37
850	152,90	14,43	207,79	15,06	206,80	17,75	203,87	14,75	204,96	16,15	200,73
900	151,64	15,18	208,61	17,33	207,53	20,15	204,42	16,91	205,08	16,18	206,95
950	132,22	20,32	209,51	21,32	208,35	24,13	207,16	20,74	206,54	19,78	216,71
1000	130,42	24,33	209,87	25,31	209,24	28,00	206,06	24,45	207,56	23,68	224,96
1050	130,24	27,83	210,32	28,60	209,65	32,11	206,79	28,27	208,11	27,56	232,56
1100	120,53	32,84	210,77	33,16	210,06	36,07	206,97	32,34	208,81	31,50	239,84
1150	118,19	36,85	210,95	37,08	210,38	40,00	207,71	35,93	209,83	35,40	245,71
1200	128,62	39,98	211,23	41,19	210,79	43,81	208,25	40,12	210,47	39,40	252,04
1250	130,42	45,49	211,41	44,61	211,03	47,92	208,62	43,95	210,89	43,35	257,40
1300	131,68	49,38	211,68	48,41	211,36	51,91	208,80	47,77	211,00	47,33	262,43
1350	130,42	53,26	211,86	53,28	211,52	55,87	208,80	52,20	211,08	51,30	267,88
1400	137,61	58,77	211,68	57,33	211,60	59,89	208,98	56,03	211,16	55,27	272,32
1450	148,40	62,28			223,07	64,00	219,21	59,86	222,24	59,20	276,54
1500	160,63	65,66			226,08	67,84	223,05	64,17	225,00	63,14	281,05
1050	165,49	71,04			227,39	71,79	224,69	68,23	225,80	67,03	285,11
1600	173,58	74,93			229,01	75,85	226,15	72,18	227,19	70,93	288,88
1650	178,98	77,56			231,05	79,68	227,98	76,13	229,34	74,80	292,49
1700	185,81	83,32			233,24	83,52	230,17	80,32	231,45	78,65	296,17
1750					235,03	87,32	232,55	84,27	233,08	82,49	299,51
1770	188,87	88,20			235,93	88,92	232,91	85,94	233,67	84,02	300,89

Grafik *Temperature* (2010-2023)

Grafik *temperature* SR 1#2 dari Tahun 2010-2023 merupakan gambaran hasil pengolahan data yang terbaru, dimana *temperature* terbaru pada Tahun 2023 ditunjukkan dengan *baseline* warna *orange*, dan dengan *baseline* data pembandingan Tahun 2012-2014 tidak mengalami perubahan yang signifikan berdasarkan letak *baseline* grafik.

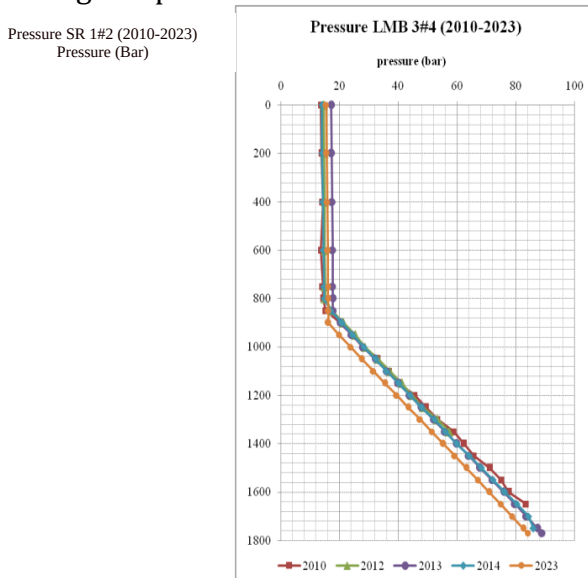


Gambar 12 Grafik Temperature (2010-2023)

(Sumber : Dokumentasi penulis)

4.3 Grafik Pressure (2010-2023)

Grafik *pressure* SR 1#2 dari tahun 2010-2023 merupakan gambaran hasil pengolahan data yang terbaru, dimana *pressure* terbaru pada 2023 ditunjukkan dengan *baseline* warna *orange*, dan dengan *baseline* data pembandingan Tahun 2012-2014 tidak mengalami perubahan yang signifikan berdasarkan letak *baseline* grafik sumur produksi SR 1#2 karena akan digunakan sebagai suplai *steam* untuk Unit II.



Gambar 13 Grafik Pressure (2010-2023)

Sumber:Dokumentasi penulis)

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Tahapan dalam proses *downhole monitoring* dengan menggunakan metode *Pressure Temperature shut-in* pada sumur produksi SR 1#2 terdiri dari: 1) Persiapan, meliputi kegiatan *safety meeting (toolbox)*, *rig up* lubrikator dan memastikan seluruh operator menggunakan APD yang sesuai standart perusahaan, 2) Program kerja meliputi kegiatan penjajakan sumur menggunakan sinker bar dan pengukuran menggunakan alat *pressure temperature shut -in*, Apabila ketika pekerjaan berlangsung dan terjadi gangguan pada mesin *wireline* hentikan mesin *wireline* dan laporkan kepada pengawas untuk dilakukan perbaikan.
2. Pengolahan data hasil *downhole monitoring* dengan metode *Pressure Temperature shut-in* menggunakan excel dengan formula VLOOKUP dan perhitungan manual, pada tanggal 3 April 2023 didapatkan *temperature* tertinggi di 233.67°C dan *pressure* 84.02 bar di kedalaman 1770 mKU.

Hasil analisa grafik *Pressure Temperature Shut-in* 3 April 2023 berdasarkan data perbandingan *Pressure Temperature Shut-in* pada tahun sebelumnya, yaitu pada 7 Juli 2013 *pressure* dan *temperature* tertinggi berada pada (88.92 bar dan 235.93°C), pada 11 Mei 2014 *pressure* dan *temperature* tertinggi berada pada (85.94 bar dan 232.91°C) dan pada 3 April 2023 dengan rentang waktu 9 tahun *pressure* dan *temperature* tertinggi pada (84.02 bar dan 233.67°C), Kemudian dapat disimpulkan bahwa *feedzone* dan *reservoir* dari sumur SR 1#2 tidak mengalami perubahan yang signifikan dan akan gunakan sebagai *steam* suplai PLTP unit II.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Akbar, A. R., Kasmungin, S., & Kustono, B. (2017, October). Analisis Data Pts (*Pressure, Temperature, Spinner*) Setelah Dilakukan Kegiatan Acidizing Pada Sumur Abl-1. In *Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan* (pp. 1-6). Indonesia.
- [2] Dickson, M. H., & Fanelli, M. (2013). Geothermal energy: utilization and technology.
- [3] Guidance Handbook Operation Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Lumut Balai Unit 1 (1 x 55 MW)
- [4] Hochstein, M. P.(1990). Classification and assessment of geothermal resources. *Small geothermal resources: A guide to development and utilization*, UNITAR, New York, 31-57.
- [5] Lubis, D. A. (2022). *Pengembangan Lapangan Geothermal Dengan Analisis Uji Produktivitas Sumur Menggunakan Metode Uji Sembur Datar Pada Sumur X Lapangan Geothermal Sorik Marapi* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau).
- [6] Narendrodhipo, I., Kasmungin, S., & Kustono, B. (2017, October). Analisa Survei Pts Flowing Untuk Menentukan Produktivitas Sumur Panas Bumi Menggunakan *Wellbore Simulator*. In *Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan* (Pp. 118-123). Indonesia.
- [7] Ramadhan, Fahmi dan Bambang Kustono. 2015. Analisis Hasil PTS Survey pada Saat Kompleksi untuk Menentukan Zona Produksi Sumur "X" Lapangan Wayang Windu. Seminar Nasional Cendekiawan.indonesia.
- [8] Saptadji, N. M. (2001). Teknik Panas Bumi. Bandung, Penerbit ITB.
- [9] Steingrimsso, Benedikt, 2013, *Geothermal Well Logging: Temperature And Pressure Logs*, United Nations University

- [10] Steven, Lynell. 2000. *Pressure, Temperature and Flow Logging In Geothermal Wells. Proceedings Geothermal Congress*. Japan