



## STUDI INTERFERENCE TEST DI LAPANGAN PANASBUMI SIBAYAK, SUMATRA UTARA

Tavip Dwikorianto

Eksplorasi – Pertamina Area Panasbumi EP Sibayak

**Kata Kunci :** interference test, transmisivity (permeability thickness), storativity, build up pressure, drawdown pressure, curve matching, Theis curve

### INTISARI

*Interference test sebagai salah satu jenis uji transien tekanan yang paling baik untuk mengevaluasi reservoir panasbumi, dimaksudkan untuk mengetahui saling hubungan antar sumur sehingga dapat untuk memperkirakan penyebaran batas reservoir, sistim reservoir serta besaran transmisivity dan storativity.*

*Interference test dilakukan sebanyak dua kali di Lapangan Sibayak dengan menggunakan sumur SBY-5 sebagai sumur aktif (produksi) dan dua sumur pengamat secara bergantian yaitu sumur SBY-7 dan SBY-8 serta menggunakan sumur SBY-10 sebagai sumur reinjeksi.*

*Prinsip dasarnya adalah dengan memberikan gangguan keseimbangan tekanan pada suatu sumur aktif (produksi) dan melakukan pencatatan perubahan tekanan sumur pengamat lainnya. Metode ini memberikan gambaran besarnya transmisivity antara sumur-sumur yang diuji.*

*Diperolehnya besaran transmisivity yang hampir sama dengan di beberapa lapangan panasbumi yang telah dikembangkan untuk pembangkit tenaga listrik dan dengan diperolehnya petunjuk adanya hubungan yang baik antar sumur SBY-5 dengan sumur SBY-7 dan SBY-8 maka metode ini akan dapat digunakan lebih efektif untuk menentukan sistim reservoir di suatu lapangan panasbumi, khususnya untuk pengembangan suatu lapangan eksplorasi dalam menentukan distribusi sumur pengembangan di daerah reservoir.*

### 1. PENDAHULUAN

Lapangan Panasbumi Sibayak yang terletak lebih kurang 60 km di sebelah baratdaya kota Medan, setelah melalui masa eksplorasi selama tiga tahun, mulai dikembangkan tahun 1995 dan sampai saat ini mempunyai tujuh sumur produksi dan dua sumur reinjeksi serta satu sumur yang direncanakan sebagai sumur reinjeksi.

Informasi kondisi reservoir yang masih terbatas dan masih menunjukkan belum adanya integrasi, diperoleh dari kajian yang masih memakai metode *single well test*.

Berdasarkan hal tersebut maka telah dilakukan kajian memakai metode *multiple well test* dengan melakukan *interference test*. Metode ini merupakan salah satu jenis uji transien tekanan yang sering dipakai di dunia perminyakan dan gas bumi, yang dapat dianalogkan dalam dunia panasbumi.

### 2. TINJAUAN UMUM LAPANGAN

Lapangan Sibayak mempunyai sistem panasbumi dominasi air, dengan temperatur reservoir antara 225°C hingga 300°C.

Secara umum, sumur pemboran merupakan sumur berarah menuju daerah *upflow* di sekitar G.Sibayak. Daerah hilang sirkulasi terjadi pada perpotongan lubang sumur dengan zona patahan yang telah diperkirakan sebelumnya. Landaian temperatur bawah permukaan umumnya lebih kecil dari temperatur titik didih air dan landaian tekanan menunjukkan landaian tekanan hidrostatik air dengan kedalaman muka air antara 500 sampai 650 mKU, kecuali di sumur yang bertekanan yang mencapai kedalaman 1000 mKU.

Permeabilitas yang berkembang adalah lebih dominan permeabilitas sekunder, yang berupa zona rekahan dan patahan, dibanding permeabilitas primer dari batuan metasedimen yang terdapat di reservoir. Harga *transmisivity* dari hasil uji

permeabilitas total menunjukkan harga yang cukup variatif dan maksimal mencapai 13 darcymeter.

### 3. METODOLOGI

Respon tekanan yang diperoleh dari uji transien tekanan biasanya dianalisa dengan menggunakan *Theis solution*, yang diturunkan dengan menganggap reservoirnya adalah sebagai berikut :

- tebal seragam
- homogen dan isotropic
- kedap aliran pada batas atas dan bawahnya
- seolah-olah tanpa batas (*infinite acting*)
- aliran horizontal
- laju aliran fluida konstan

Dalam suatu reservoir yang *infinite acting*, homogen dan isotropic, penyelesaian persamaan diffusivity dengan E-function menunjukkan bahwa perubahan tekanan pada sumur pengamat adalah merupakan fungsi dari waktu, yang secara matematis dinyatakan oleh persamaan berikut

$$P_{(r,t)} = P_i - \frac{q}{4\pi k h} E_i \left( \frac{\phi \mu c r^2}{4kt} \right) \quad (1)$$

Drawdown tekanan pada sumur pengamat, dengan jarak  $r$ , adalah karena produksi dari sumur aktif dengan laju aliran  $q$ , yang dimulai pada reservoir dengan tekanan  $P_i$ . Reservoir tersebut mempunyai ketebalan seragam ( $h$ ) dengan sifat batuan seperti porositas ( $\phi$ ), kompresibilitas ( $c$ ) dan permeabilitas yang sama di semua tempat. Fluida mempunyai viskositas  $\mu$ .

Penyelesaian persamaan untuk perubahan tekanan ini diperoleh dengan E-function, berdasarkan anggapan :

- a. Skin factor pada sumur aktif tidak mempengaruhi pressure drawdown pada sumur pengamat.

- b. Wellbore storage diabaikan baik di sumur aktif maupun sumur pengamat ketika persamaan 2.2 digunakan pada suatu model interference test

Cara yang paling baik dalam menganalisa interference test ini adalah dengan menggunakan cara *type curve matching*. Cara ini dikembangkan oleh Earlougher, yaitu dengan menggunakan kurva dari  $E_i$ -function. Persamaan yang digunakan adalah :

$$P_D = -\frac{1}{2} E_i(-r_w^2 / 4t_D) \quad (2)$$

Dimana :

$$P_D = 2\pi kh (P_i - P_r) / q\mu = 2\pi kh \Delta P / q\mu \quad (3)$$

$$r_D = r / r_w \quad (4)$$

$$t_D = k \Delta t / \phi \mu c r_w^2 \quad (5)$$

Transmisivitas (permeability-thickness),  $kh$ , ditentukan dengan menggunakan persamaan (3) dan secara matematis dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$kh = P_D q \mu / 2\pi \Delta P \quad (6)$$

Apabila  $W$  adalah laju alir fluida (kg/detik) dan  $\rho$  adalah densitas fluida, maka dengan mensubstitusikan  $q = W/\rho$  ke dalam persamaan (6) akan diperoleh persamaan berikut

$$kh = P_D W \mu / 2\pi \rho \Delta P \quad (7)$$

Persamaan untuk menentukan storativity ( $\phi ch$ ) diturunkan sebagai berikut :

$$t_D / r_D^2 = kt / \phi ch \mu r_w^2 * (r_w^2 / r^2) = kt / \phi \mu c r^2 \quad (8)$$

Apabila pembilang dan pembagi di ruas kanan keduanya dikalikan dengan  $h$  (ketebalan) maka akan diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$t_D / r_D^2 = k h t / \phi c h \mu r^2 \quad (9)$$

Dengan demikian persamaan untuk menentukan storativity ( $\phi ch$ ) adalah sebagai berikut :

$$\phi c h = k h t / (t_D / r_D^2) \mu r^2 \quad (10)$$

Dengan menggunakan gambar kurva  $E_i$ -function, data tekanan yang diperoleh dari interference test dapat dianalisa dengan menggunakan langkah-langkah sebagai berikut:

- Plot *drawdown* tekanan yang diperoleh dari sumur pengamat,  $P = P_i - P_r$  versus waktu  $t$  (elapsed time) pada kertas grafik log-log yang mempunyai ukuran skala yang sama dengan type curve  $E_i$ -function
- Geserkan data yang diplot tersebut, yang terletak di atas type curve, sehingga diperoleh kecocokan dengan type curve-nya (penggeseran hanya dapat dilakukan secara horizontal ataupun vertical)
- Catat tekanan dan waktu pada match point-nya, ( $P_D$ ), ( $\Delta P$ ) dan ( $t_D / r_D^2$ ) dan ( $\Delta T$ )
- Hitung harga permeability-thickness dari data match point ( $M_p$ ) tekanan dengan menggunakan persamaan  $kh = (P_D)_{M_p} W \mu / 2\pi \rho (\Delta P)_{M_p}$

dan harga storativity dengan persamaan :

$$\phi c h = k h t_{M_p} / (t_D / r_D^2)_{M_p} \mu r^2 \quad (11)$$

Untuk mendapatkan data respon tekanan bawah permukaan maka digunakan suatu unit Pruet. Pengamatan tekanan bawah permukaan di sumur SBY-8 dan SBY-7 dilakukan dengan menggunakan *chamber Pruet* yang digantung pada *major feed zone*. Sedangkan pencatatan respon tekanan di permukaan menggunakan *data logger*. Untuk menjamin pembacaan tekanan yang akurat maka terdapat *high pressure purge unit* sebagai alat pembersih pipa kapiler dengan bantuan gas Helium dan Nitrogen.

#### 4. HASIL DAN DISKUSI

Hasil pengamatan tekanan dibagi dalam tiga tahap, yaitu tahap awal sebelum sumur SBY-5 diproduksi, tahap selama sumur SBY-5 diproduksi dan tahap setelah sumur SBY-5 ditutup.

##### 4.1. Respon tekanan SBY-8 dan SBY-7 sebelum sumur SBY-5 diproduksi

Pengamatan tekanan pada tahap ini dimaksudkan untuk mengetahui tekanan awal (*initial pressure*) reservoir sebagai *baseline* pada kondisi tidak gangguan.

Hasil pengamatan di sumur SBY-8 menunjukkan bahwa tekanan awal reservoir sekitar 1124,4 psi sedangkan di sumur SBY-7 sekitar 1233,7 psi.

##### 4.2. Respon tekanan SBY-8 dan SBY-7 selama sumur SBY-5 diproduksi

Pengamatan tekanan di sumur SBY-8 selama sumur SBY-5 diproduksi menunjukkan respon perubahan tekanan yang cukup cepat dari 1124,4 psi hingga mencapai tekanan yang telah cukup stabil pada 1116,3 psi dalam waktu satu bulan.

Seperti yang terjadi di sumur SBY-8, selama sumur SBY-5 diproduksi, tekanan sumur SBY-7 juga mengalami penurunan dari tekanan awal pada 1233,7 psi hingga mencapai kondisi stabil pada tekanan rata-rata 1227,8 psi dalam waktu 1,5 bulan.

Data tekanan hasil pengamatan pada tahap ini digunakan untuk menentukan *interwell properties*. Dengan metode *curve matching* maka besaran transmisivitas yang diperoleh antara SBY-5 dan SBY-8 adalah 41 – 43 darcymeter dan storativity antara  $4,1 - 4,7 \times 10^{-8}$  m/Pa. Sedangkan transmisivitas antara SBY-5 dan SBY-7 adalah 51 – 55 darcymeter dan storativity antara  $1,6 - 2,1 \times 10^{-8}$  m/Pa.

##### 4.3. Respon tekanan SBY-8 dan SBY-7 setelah sumur SBY-5 ditutup

Pengamatan tekanan yang dilakukan di sumur SBY-8 maupun SBY-7 setelah sumur SBY-5 ditutup dimaksudkan untuk mengetahui sistem reservoir yang berkembang di daerah studi, yaitu dengan melihat terjadi atau tidak terjadinya kesetimbangan permukaan cairan ke kondisi awal.

Dengan waktu yang cukup lama bisa terlihat terjadinya kesetimbangan permukaan cairan di sumur SBY-8 setelah

sumur SBY-5 ditutup, yang ditunjukkan dengan kembalinya tekanan ke kondisi awal (baseline) sedangkan di sumur SBY-7 belum terjadi kesetimbangan permukaan cairan yang disebabkan oleh kurang waktu untuk melakukan pengamatan, karena adanya program re-uji produksi di sumur SBY-5.

#### 4.4. Diskusi

Dari grafik perkembangan tekanan di sumur SBY-8 terlihat bahwa di awal pengamatan pada saat sumur SBY-5 belum diproduksi, tekanan masih sedikit menunjukkan kenaikan hingga relatif stabil sebelum dilakukan buka sumur SBY-5. Hal ini disebabkan karena masih adanya pengaruh muka air menuju kesetimbangan setelah penutupan sumur SBY-5 yang baru dilakukan sebelum pelaksanaan *interference test*. Dan hal ini tidak terjadi di sumur SBY-7, karena pencatatan awal dilakukan setelah cukup lama sumur SBY-5 ditutup.

Dari grafik pengamatan selama sumur SBY-5 diproduksi, baik sumur SBY-7 maupun SBY-8 menunjukkan adanya perubahan tekanan yang cukup cepat. Ini menunjukkan adanya hubungan yang baik antara sumur SBY-5 dengan SBY-7 maupun SBY-8. Besaran *transmissivity* yang sedikit lebih besar antara sumur SBY-5 dan SBY-7 dibandingkan antara sumur SBY-5 dan SBY-8 diperkirakan perkembangan permeabilitas antara sumur SBY-5 dan SBY-7 lebih baik, yang kemungkinan disebabkan karena di daerah tersebut berkembang dua zona patahan yaitu patahan F1 dan F4. Sedangkan besaran *storativity* antara sumur SBY-5 dan SBY-7 yang lebih kecil dibandingkan dengan antara sumur SBY-5 dan SBY-8 disebabkan karena jarak major feed zone dari sumur SBY-7 ke SBY-5 lebih jauh.

Pada pengamatan setelah sumur SBY-5 ditutup, menunjukkan bahwa di sumur SBY-8 tekanan kembali ke baseline-nya, yang ini menunjukkan bahwa sistem reservoirnya adalah terbuka, artinya menunjukkan adanya masuknya air kembali ke sistem dari luar reservoir. Sedangkan di sumur SBY-7 bila dilakukan pengamatan dengan waktu lebih lama maka diperkirakan tekanan akan kembali pada kondisi baseline-nya, seperti yang terjadi di sumur SBY-8. Sehingga bisa diinterpretasikan bahwa sumur SBY-5, SBY-8 dan SBY-7 terdapat dalam satu sistem reservoir yang terbuka.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Bila studi *interference test* dilakukan di lapangan eksplorasi maka dengan menggunakan minimal dua sumur (aktif dan pengamat) maka akan dapat diperoleh informasi kondisi reservoir yang lebih lengkap sebagai acuan untuk pengembangan lapangan selanjutnya

Sedangkan *interference test* yang telah dilakukan di Lapangan Panasbumi Sibayak, sebagai lapangan pengembangan, dengan menggunakan satu sumur aktif dan satu sumur pengamat maka telah diperoleh informasi kondisi reservoir yang lebih menyeluruh dari sebelumnya

### 5.2. Saran

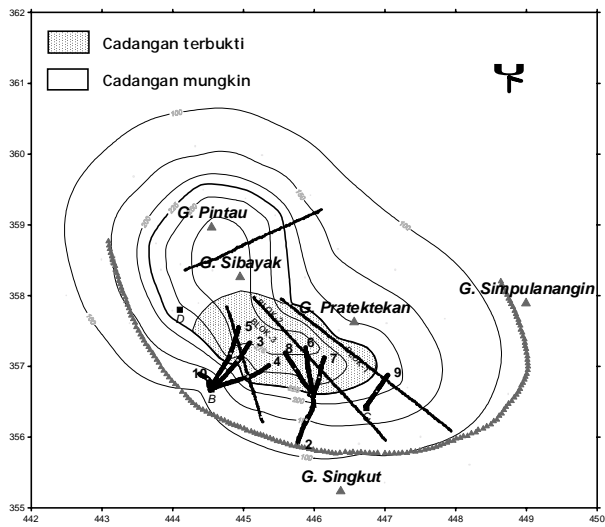
Adanya kenyataan hubungan yang cukup baik antara sumur SBY-5 dengan SBY-7 dan SBY-8 maka perlu dilakukan uji produksi secara bersamaan untuk melihat pengaruh pada output masing-masing sumur bila dibandingkan dengan uji produksi tunggal

Perlunya dilakukan tindak lanjut pemakaian data hasil *interference test* dalam pembuatan *3D reservoir simulation* atau *mathematical model*

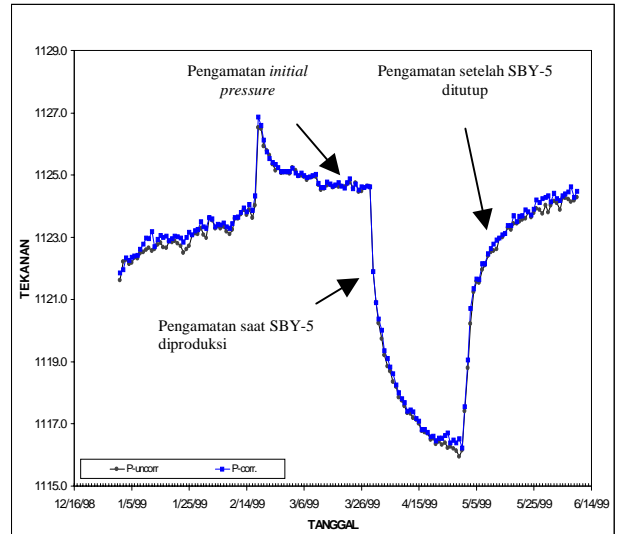
Perlunya dipikirkan untuk melakukan studi *interference test* di suatu lapangan panasbumi yang baru pada tahap eksplorasi guna mendapatkan informasi reservoir yang lebih detail

## 6. DAFTAR PUSTAKA

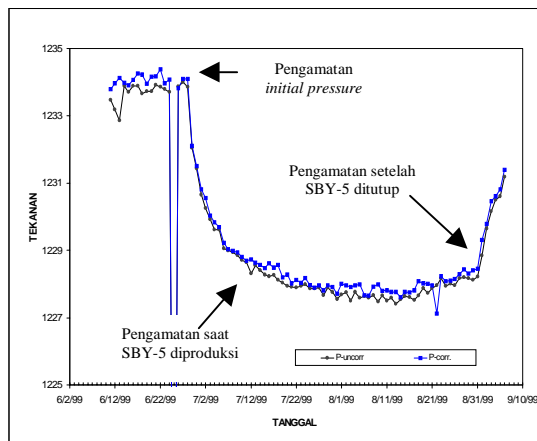
- Doddy A, Nenny, 1999, Laporan *Interference Test* di Lapangan Panasbumi Sibayak, LP ITB
- Doddy A, 1997, Analisis Transien Tekanan, Diktat Kuliah FTM-ITB
- Roland N. Horne, 1995, *Modern Well Test Analysis – A Computer Aided Approach*, Petroway, Inc.



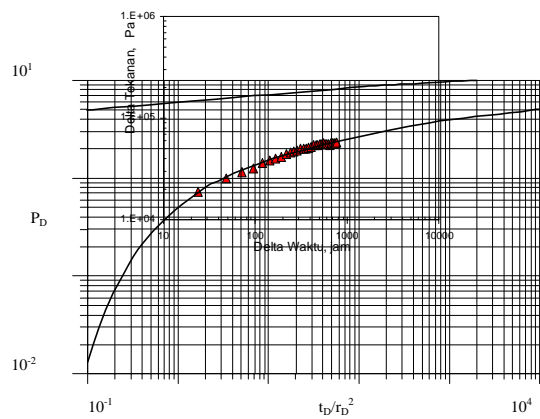
Gambar-1  
Peta penyebaran reservoir Sibayak



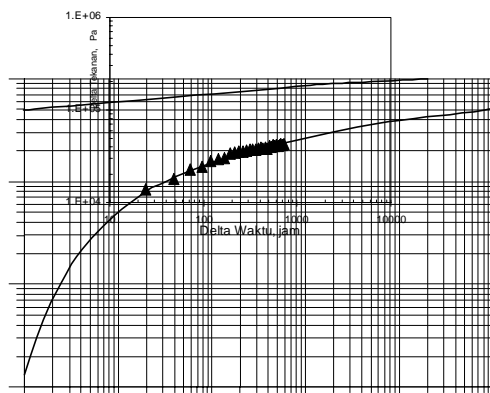
Gambar-2  
Perkembangan DHP SBY-8



Gambar-3  
Perkembangan DHP SBY-7



Gambar-4  
Curve matching di SBY-8



Gambar-5  
Curve matching di SBY-7