



## PERANAN DAN PENEMPATAN SUMUR REINJEKSI PADA PENGELOLAAN RESERVOIR KAMOJANG

Yunis

Divisi Panasbumi-PERTAMINA

Gd. Kwarnas lantai 6, Jl. Medan Merdeka Timur 6 Jakarta

Nomor Fax : 021-3508033 Nomor telepon : 021-3502150 Ext. 1673

**Kata kunci :** Penurunan produksi, Kimia fluida, Keseimbangan sistem fluida reservoir, Reinjeksi, Kamojang.

### INTISARI

*Menjaga keseimbangan sistem fluida reservoir melalui optimalisasi fungsi sumur reinjeksi, merupakan bagian dari manajemen reservoir dan sesuai dengan Strategic Business Unit (SBU) agar komitmen kontrak kerja dengan pihak lain dan memperpanjang umur lapangan dapat dicapai.*

*Berdasarkan kesepakatan Pertamina dengan PT. PLN, Pertamina Kamojang harus mensuplai uap ke Turbin Unit I sebanyak 236 ton/jam (30 MWe) sampai dengan tahun 2007 dan Turbin Unit II dan III sebanyak 836 ton/jam (110 MWe) sampai dengan tahun 2013. Monitoring produksi memperlihatkan sumur-sumur blok kluster KMJ-14 mengalami penurunan 0.49-3.22 %/thn, blok kluster KMJ-13, 2-19.73 %/thn, blok Kluster KMJ-26, 1.07-22.05 %/thn Secara keseluruhan penurunan produksi sekitar 7 %/thn. Monitoring Tritium memperlihatkan kecepatan aliran air reinjeksi KMJ-15, 2 kali lebih cepat ke blok kluster KMJ-14 dibanding blok kluster KMJ-26.*

*Penurunan produksi dapat diketahui melalui monitoring produksi, sedangkan penyebabnya dapat diketahui melalui monitoring geokimia gas yang dikombinasikan dengan pengukuran tekanan dan temperatur (p&t) di feed zone. Monitoring Tritium dapat mengetahui pola aliran dan perkiraan waktu tempau air reinjeksi.*

*Dengan ditempatkan dan diaktifkannya fungsi sumur reinjeksi maka laju penurunan produksi dapat ditekan menjadi rata-rata 1.5%/thn. Sehingga diperoleh keuntungan buat perusahaan berupa perpanjangan periode penjualan uap turbin unit I (30 Mwe) dari tahun 2007 sampai dengan 2013 dan penghematan biaya pemboran make-up well (MW) dari 1MW/thn menjadi 1MW/3thn.*

### 1. PENDAHULUAN

Lapangan panasbumi Kamojang mulai beroperasi secara komersial tahun 1983 dan merupakan lapangan panasbumi pertama di Indonesia. Lapangan ini dilengkapi dengan 3 buah sumur reinjeksi yang pada awalnya berfungsi sebagai sarana pembuangan limbah cair agar tidak mengganggu kelestarian lingkungan.

Pengoperasian sumur panasbumi secara kontinyu akan mengakibatkan penurunan produksi, penurunan itu sangat tergantung kepada permeabilitas dan teknik memproduksikannya. Sumur-sumur yang berada pada daerah permeabilitas tinggi mengalami penurunan produksi yang lebih kecil dibanding sumur-sumur yang berada pada daerah permeabilitas rendah demikian sebaliknya. Penurunan produksi rata-rata lapangan panasbumi Kamojang pertama sekali dihitung sekitar 3-4 %/tahun (Simatupang, R, 1993), namun penghitungan kedua dengan menggunakan metoda normalisasi laju alir dan *curve matching* diperoleh penurunan sekitar 6-7 %/tahun (EPT, Kamojang , 2000). Hal ini dapat mengancam kelangsungan operasi dari lapangan panasbumi Kamojang, sehingga upaya untuk mempertahankan produksi menjadi hal sangat penting. Untuk mempertahankan produksi maka harus ada tambahan fluida (air) ke reservoir selain *natural recharge*, hal ini dapat dilakukan melalui reinjeksi. Pengalaman reinjeksi pada lapangan panasbumi dominasi uap memperlihatkan bahwa sumur reinjeksi berada pada daerah permeabilitas rendah dan kedalaman *feed zone* relatif sama dengan sumur produksi (S.Sudarmen personal komunikasi) atau air reinjeksi dimasukkan pada lapisan dangkal dan mengalir ke bawah karena perbedaan tekanan (D'Amore,1987).

### 2. KONDISI RESERVOIR.

Fluida panasbumi menghasilkan gas yang konstan selama aktivitas panasbumi konstan demikian juga halnya dengan konsentrasi gas terlarut didalam fluida reservoir selama temperatur reservoir konstan. Sehingga jika terjadi perubahan massa di reservoir dapat diketahui dari monitoring gas. Penurunan produksi disuatu lapangan panasbumi tidak selalu disebabkan oleh berkurangnya massa direservoir tetapi juga dapat disebabkan oleh *scaling* disepanjang kolom sumur. Untuk membedakan penyebab penurunan produksi dibutuh data pengukuran p&t di *feed zone*.

Hasil monitoring geokimia gas dan monitoring p&t memperlihatkan kenaikan konsentrasi gas terhadap uap dan penurunan produksi, pada waktu bersamaan terjadi penurunan tekanan di *feed zone* yang mengakibatkan fluida menjadi *superheat* (**Gambar-1**).

Hal ini terjadi pada hampir semua sumur baik sumur, bedanya pada zona permeabilitas rendah slopnya lebih tajam dibanding permeabilitas tinggi. Fenomena ini mengindikasikan kekurangan massa di reservoir lapangan panasbumi Kamojang, pengurangan tercepat terjadi pada daerah permeabilitas rendah. Hasil evaluasi reinjeksi di lapangan panasbumi Kamojang memperlihatkan reinjeksi melalui sumur KMJ-15 merupakan penyebab kecilnya penurunan produksi sumur-sumur di blok kluster KMJ-14.

### 3. METODOLOGI

Penurunan produksi yang disebabkan oleh berkurangnya massa di reservoir merupakan hal yang sudah umum di lapangan panasbumi, untuk mengatasinya digunakan teknik reinjeksi.

Pelaksanaan reinjeksi ini harus ekstra hati-hati karena laju alir air reinjeksi yang terlalu besar dapat merusak sistem kesetimbangan panas direservoir, namun laju alir yang terlalu kecil tidak dapat menyeimbangkan massa direservoir. Untuk itu diperlukan monitoring dan pengaturan laju alir air reinjeksi secara *trial and error*.

Monitoring gempa mikro (MEQ) digunakan untuk mengetahui arah aliran air reinjeksi, *tracer test* untuk mengetahui waktu tempuh fluida dari sumur reinjeksi ke sumur produksi dan monitoring kimia fluida untuk mengetahui pengaruh air reinjeksi terhadap perubahan sifat kimia fisika reservoir. Dengan asumsi air reinjeksi dapat mencapai reservoir, cadangan air reinjeksi cukup dan air reinjeksi dapat diproduksikan dalam waktu sekitar 3 tahun, maka penurunan produksi dapat ditekan.

#### 4. HASIL DAN DISKUSI

Perubahan kondisi reservoir akibat kekurangan massa merupakan hal yang normal dan terjadi diseluruh lapangan panasbumi, hanya saja tidak boleh dibiarkan berlarut-larut dan ditanggani dengan cepat dan benar. Berdasarkan pengalaman reinjeksi sumur KMJ-15 yang sukses, maka diharapkan kekurangan massa dan penurunan tekanan *feed zone* direservoir Kamojang ini akan dapat diatasi dengan metoda reinjeksi.

##### 4.1. Penurunan produksi

Monitoring produksi yang dilakukan dari tahun ke tahun memperlihatkan penurunan produksi yang sangat bervariasi (**Gambar-2**). Penurunan produksi terbesar umumnya terjadi pada zona permeabilitas rendah. Blok kluster KMJ-13 memperlihatkan penurunan produksi terbesar kemudian blok kluster KMJ-26 dan blok kluster KMJ-14 yang terkecil.

Penurunan tekanan *feed zone* dari tahun ke tahun memperlihatkan dua kelompok anomali yaitu blok kluster KMJ-13 (permabilitas rendah) dan blok kluster KMJ-26 (permabilitas tinggi) (**Gambar-3**). Pada blok kluster KMJ-26 terjadi perluasan anomali ke arah relatif Utara, sedangkan blok kluster KMJ-13 tidak mengalami perubahan yang berarti. Memperhatikan hal diatas terlihat blok kluster KMJ-26 mempunyai penurunan produksi sedang tetapi mengalami penurunan tekanan *feed zone* yang sangat signifikan, sehingga blok ini diinterpretasikan blok yang berada diambang krisis kekurangan air.

Blok kluster KMJ-13 memperlihatkan hal krisis kekurangan air bahkan beberapa sumur tidak ekonomis untuk di produksikan (KMJ-24, KMJ-25 dan KMJ-39). Blok kluster KMJ-14 memperlihatkan kelakuan yang normal, hal diinterpretasikan karena pengaruh air reinjeksi dari sumur KMJ-15

##### 4.2. Penempatan sumur reinjeksi

Monitoring Tritium yang telah dilakukan memperlihatkan pergerakan fluida reinjeksi dari sumur KMJ-15 ke blok Kluster KMJ-14 (3-4 tahun) dan blok Kluster KMJ-26 (7-8 tahun) (**Gambar-4**). Distribusi permeabilitas pada kedalaman +400m dpl (**Gambar-5**) memperlihatkan sumur KMJ-15 berada pada daerah permeabilitas rendah (sukses sebagai sumur reinjeksi). Memperhatikan hal diatas, jalur air reinjeksi dari KMJ-15 melalui KMJ-35 dan posisi sumur KMJ-35 berada pada zona permeabilitas rendah (**Gambar-5**), maka untuk blok kluster

KMJ-26 disarankan menggunakan sumur KMJ-35 sebagai sumur reinjeksi, dan diharapkan waktu tempuh air reinjeksi dari KMJ-35 ke blok kluster KMJ-26 dapat lebih cepat. Memperhatikan pembahasan diatas, tidak adanya indikasi air reinjeksi mangalir kearah blok kluster KMJ-13 dan posisi sumur KMJ-13 berada pada zona permeabilitas rendah (**Gambar-5**)

Sehingga kemungkinan natural recharge sangat kecil maka disarankan untuk menggunakan sumur KMJ-13 sebagai sumur reinjeksi.

Dengan menempatkan sumur reinjeksi seperti diatas diharapkan laju penurunan produksi lapangan Kamojang menjadi rata-rata 1.5 %/thn (setara dengan penuruan blok kluster KMJ-14).

##### 4.3. Rencana pengoperasian.

Dengan ditekannya laju penurunan produksi maka diusulkan skenario pengoperasian lapangan panasbumi Kamojang seperti pada **Gambar-6**. Untuk mempertahankan suplai uap 1100 ton/jam (140 Mwe) di perlukan 2 cara. Cara pertama yaitu dengan melakukan penambahan *make-up wells* (MW) setiap terjadi kekurangan suplai uap tanpa memperbaiki fungsi sumur reinjeksi untuk itu dibutuhkan 14 MW sampai dengan 2013 (1MW/thn), namun cara ini belum mempertimbangkan jarak serapan antar sumur. Cara kedua membenahi fungsi dan posisi sumur reinjeksi sehingga penurunan produksi dapat ditekan dari 7%/thn menjadi rata-rata 1.5%/thn dan dibutuhkan 4MW sampai dengan tahun 2013 (1MW/3thn).

##### 4.4. Analisa cost and benefit

Dengan difungsikannya sumur KMJ-35 dan sumur KMJ-13 sebagai sumur reinjeksi, maka sarana reinjeksi (pompa dan pipa) untuk sumur KMJ-32 dan KMJ-21 dapat dialihkan ke sumur KMJ-35 dan KMJ-13. Jarak *Water pump Station* (WPS) kesumur KMJ-32 dan KMJ-21 lebih jauh dibanding jarak ke sumur KMJ-35 dan KMJ-13 sehingga biaya pengadaan pipa reinjeksi tidak diperlukan lagi untuk jangka waktu dekat ini (sekitar 3 atau 4 tahun). Biaya yang dibutuhkan hanya berupa tenaga kerja, sewa peralatan material untuk penyambungan pipa reinjeksi dan transportasi peralatan untuk pemindahan material. Biaya diatas sangat kecil dibanding harga jual uap yang akan diperoleh.

Dengan melanjutkan reinjeksi dari sumur KMJ-15 dan asumsi reinjeksi di sumur KMJ-35 dan KMJ-13 ini sukses sehingga penurunan produksi di blok kluster KMJ-26 dan blok kluster KMJ-13 dapat ditekan (sama dengan penurunan blok kluster KMJ-14), maka diperoleh keuntungan berupa perpanjangan periode penjualan uap turbin unit I (30Mwe) dari tahun 2007 sampai dengan tahun 2013 dan berkurangnya kebutuhan *make-up well* (MW) dari 1 MW/thn menjadi 1MW/3thn sampai akhir kontrak turbin unit II dan III.

##### 4.5. Kemungkinan kendala

Memperhatikan luas dan *output* blok kluster KMJ-26 dua kali lebih besar dari luas blok kluster KMJ-14 dan blok kluster KMJ-14 selama ini disuplai tambahannya dari sumur reinjeksi KMJ-15, maka dikuatirkan sumur KMJ-35 tidak mampu menyuplai air ke blok kluster KMJ-26. Untuk itu perlu diantisipasi dengan rencana penambahan satu sumur reinjeksi lagi. Penetuan posisi sumur reinjeksi yang akan datang dapat dilakukan setelah evaluasi data yang ada, data *tracer test*

dengan menggunakan SF6 (sukses di Darajat) atau Freon R-12 (sukses di The Geyser). *Tracer test* ini dapat dilakukan bersamaan dengan reinjeksi dari sumur KMJ-35 atau sumur lain. Untuk lebih mayakinkan arah aliran air reinjeksi diperlukan pemantauan MEQ.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dengan fungsikannya sumur KMJ-35, KMI-13 dan KMJ-15 sebagai sumur reinjeksi maka laju penurunan produksi lapangan panasbumi Kamojang menjadi 0.5-3 %/thn (rata-rata 1.5%/thn). Sehingga diperoleh keuntungan buat perusahaan berupa perpanjangan masa penjualan uap unit I (30 Mwe) dari tahun 2007 sampai dengan 2012 dan keuntungan lain adalah berupa penghematan biaya pemboran *make-up wells* (sumur standar) dari 1MW/thn menjadi 1MW/3thn sampai akhir masa kontrak.

Disarankan untuk melaksanakan monitoring MEQ, *tracer test* dan kimia fluida bersamaan dengan dimulainya reinjeksi.

## 6. Referensi

D'Amore.F, Fancelli.R, and Panichi, 1987, "Stable isotope study of re-injection processes in The Larderello Geothermal field", *Geochimica et Cosmochimica Acta*, vol 51.

Simatupang.R, 1993,"Perkiraan penurunan produksi lapangan panasbumi Kamojang", EPT-Lapangan Kamojang.

Sudarmen. S, Satyajit. D, Guntur, B, and Sumantri. Y, 2000 , "Mapping reservoir permeability with geo-electrical , FMS and spinner data", WGC, Jepang.

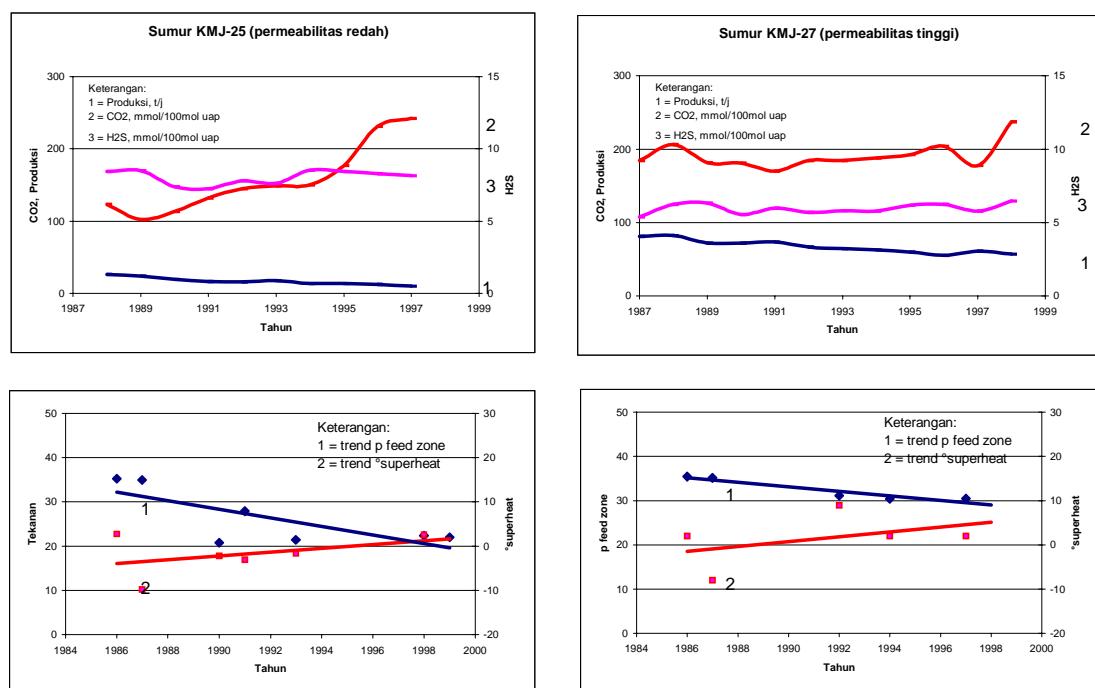
Yunis, 2000, "Hidrologi lapangan panasbumi Kamojang dilihat dari aspek Geokimia (SMK)", Pertamina-divisi panasbumi.

Yunis, 2000, "Optimalisasi fungsi sumur reinjeksi lapangan panasbumi Kamojang (SMK)", Pertamina-Divisi panasbumi.

EPT- Kamojang, 1998, "Perkiraan penurunan produksi uap di Lapangan panasbumi Kamojang", Area panasbumi Kamojang.

## Ucapan terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada manajemen Divisi Panasbumi dan juga Lapangan panasbumi Kamojang yang telah memberikan waktu, kesempatan dan sumbang saran serta teman-teman sekerja yang telah membantu penyediaan data dan diskusi sehingga tulisan ini dapat diselesaikan.



Gbr. 1. Grafik produksi, kimia gas, p&t feed zone sumur KMJ-25 (permeabilitas rendah) dan sumur KMJ-27 (permeabilitas tinggi)

