

ISBN 978-602-5534-19-5



UPN "VETERAN" YOGYAKARTA



RISTEKDIKTI

PROSIDING

Seminar Nasional Ke-4

Call for Paper & Pameran

Hasil Penelitian dan Pengabdian
Kemenristekdikti RI

SAINS & TEKNOLOGI

“APLIKASI RISET

DALAM DUNIA INDUSTRI

UNTUK KEMAJUAN BANGSA”

Yogyakarta, 9 Oktober 2018

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” YOGYAKARTA
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

**PROSIDING SEMINAR NASIONAL TAHUN KE-4
DAN CALL FOR PAPER**

**APLIKASI RISET DALAM DUNIA INDUSTRI
UNTUK KEMAJUAN BANGSA**

Cetakan Tahun 2018

Katalog Dalam Terbitan (KDT):

Prosiding Seminar Nasional dan *Call For Paper*
Aplikasi Riset dalam Dunia Industri untuk Kemajuan Bangsa
LPPM UPNVY

934 hlm; 21 x 29.7cm.

ISBN: 9 78 - 6 0 2 - 5 5 3 4 - 1 9 - 5

LPPM UPNVY PRESS

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta
Kapuslitbang LPPM UPNVY
Rektorat Lantai 4, LPPM, Puslitbang
Jl. Padjajaran 104 (Lingkar Utara), Condong Catur, Yogyakarta 55283
Telpon (0274) 486733, ext 154
Fax. (0274) 486400

www.lppm.upnyk.ac.id
Email: lppm@upnyk.ac.id

Penata Letak : Dedi Fatchurohman Hermawanto
Desain Sampul : Ayu Ardhanariswari

Distributor Tunggal
LPPM UPNVY Rektorat Lantai 4, LPPM, Puslitbang
Jln. Padjajaran 104 (Lingkar Utara), Condong Catur, Yogyakarta 55283
Telpon (0274) 486733, ext 154
Fax. (0274) 486400

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun, termasuk fotokopi, tanpa izin tertulis dari penerbit.

DAFTAR REVIEWER
SEMINAR NASIONAL TAHUN KE-4, CALL FOR PAPER DAN PAMERAN
HASIL PENELITIAN & PENGABDIAN MASYARAKAT
KEMENRISTEKDIKTI RI
9 OKTOBER 2018
LPPM UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
YOGYAKARTA

1. Prof. Dr. Ir. Sari Bahagiarti K, M.Sc. (UPNVY)
2. Prof. Dr. Didit Welly Udjiyanto, M.S. (UPNVY)
3. Prof. Dr. Arief Subyantoro, M.S. (UPNVY)
4. Prof. Dr. Danisworo, M.Sc. (UPNVY)
5. Prof. Dr. Bambang Prastistho, M.Sc. (UPNVY)
6. Ptof. Dr. Suwardjono, M.Sc. (UGM)
7. Prof. Dr. Jogiyanto Hartono, M.Sc. (UGM)
8. Prof. Dr. Sucy Kuncoro, M.Si (UNNES)
9. Prof. Bambang Subroto, M.M. (Brawijaya)
10. Prof. Ahmad Sudiro (Brawijaya)
11. Prof. Idayanti, M.Si. (UNHAS)
12. Dr. Ardhito Bhinadi, M.Si. (UPNVY)
13. Dr. Ir. Heru Sigit Purwanto, M.T. (UPNVY)
14. Dr. Sri Suryaningsum, S.E., M.Si., Ak (UPNVY)
15. Dr. Mahreni, M.T. (UPNVY)
16. Dr. Hendro Widjanarko, S.E, M.M. (UPNVY)
17. Dr. Joko Susanto, M.Si. (UPNVY)
18. Dr. Rahmat Setiawan, M.Si. (UNAIR)
19. Dr. Rahmad Sudarsono, M.Si. (UNPAD)
20. Prayudi, S.I.P., M.A., Ph.D. (UPNVY)

Pengaruh Dosis Pupuk Kotoran Sapi Sebagai Pupuk Organic Terhadap Persentase Pengendalian Gulma Padi Dengan Herbisida Berbahan Aktif Penoxsulam	80
Abdul Rizal, Dyah Arbiwati dan Lelanti Peni Wiratri	
Studi Laboratorium dan Simulasi Reservoir Untuk Meningkatkan Perolehan Minyak Menggunakan Injeksi Polimer	86
Suranto, Boni Swadesi, Ratna Widyaningsih, Retno Ringgani	
Evaluasi Potensi Sumur Tua di Lapangan Banyubang serta Penerapan Teknologi untuk Sumur Tua yang Efisien dan Efektif	99
M. Irhas Effendy, Sudarmoyo, Sayoga Heru Prayitno	
Disain Deteksi dan Peringatan Dini Kawasan Rawan Bencana Tanah Longsor Menggunakan <i>Internet of Thing (IoT)</i>	109
Awang Hendriato Pratomo, Suharsono, Bambang Pratistho, Dessyanto Boedi Prasetyo, Yudha Agung Pratama, Basuki Purnawan	
<i>Trichoderma sp.</i> Sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah Di Lahan Pasir Pantai	121
Tuti Setyaningrum, Didik Inradewa, Achmadi Priyatmojo, Endang Sulistyaningsih	
Efektifitas Fitoremediasi Tanaman Air Dalam Menurunkan Kadar <i>Total Suspended Solid (TSS)</i> Air Lindi	130
Eni Muryani, Ika Wahyuning Widiarti	
Sistem Pakar Tes Kepribadian Untuk Mengetahui Cara Belajar Mahasiswa Menggunakan Metode <i>Fuzzy Logic</i>	140
Wilis Kaswidjanti, Azty Acbarrihfa Nour	
Perkiraan Temperatur Reservoir Panasbumi Menggunakan Persamaan Geotermometer di Baturaden Kabupaten Banyumas Provinsi Jawa Tengah	152
Intan Paramita Haty, Bambang Triwibowo, Yody Rizkianto	
Analisis Metode Geomagnetik dengan Menggunakan Filter <i>Total Horizontal Derivative</i> dan <i>Tilt Derivative</i> Untuk Memetakan Sumber Panas Sebagai Parameter Awal dalam Penentuan Potensi Panas Bumi Daerah Parangwedang, Bantul	161
Hafiz Hamdalah, Eko Wibowo	
Prediksi Terjadinya Scale Silika dengan menggunakan Software Geo SIS	170
Dewi Asmorowati; Bambang Bintarto; Allen Haryanto Lukmana	
Analisis Bawah Permukaan dengan Metode Dipole-Dipole di Desa Girijati Purwosari Kabupaten Gunungkidul	177
Ajimas Pascaning Setiahadwibowo, Firdaus Maskuri, Ardian Novianto, Wahyu Hidayat	
Penyetelan Parameter Pengendali Komposisi Menggunakan Metode On-Off Pada Tangki Pencampur Dengan Larutan Garam Sebagai Variabel Termanipulasi	183
Y. Deddy Hermawan, Mitha Puspitasari, Cahyo F. Prihantono, Syahadan M. Akbar	

PREDIKSI TERJADINYA SCALE SILIKA DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE GEO SIS

Dewi Asmorowati, Bambang Bintarto, Allen Haryanto Lukmana
Teknik Perminyakan, UPN "Veteran" Yogyakarta

ABSTRAK

Scale Silika di lapangan panas bumi merupakan salah satu masalah produksi yang sering dijumpai pada lapangan panas bumi terutama pada jenis reservoir panas bumi liquid dominated. Scale Silika merupakan salah satu masalah yang tergolong susah dalam penanganannya baik di lubang sumur maupun di peralatan produksi di permukaan. Perencanaan maintenance karena problem scale silika memerlukan data atau perhitungan prediksi dimana, kapan dan perkiraan ketebalan scale pada lokasi tertentu. Pada penelitian ini akan dilakukan prediksi lokasi dan ketebalan scale pada lubang sumur dengan menggunakan Software Geothermal Silica Scale (Geo SIS). Software ini dibuat dengan bahasa pemrograman visual basic. Dasar dari perhitungan perkiraan kedalaman terjadinya scale silika dan ketebalan scale silika pada lubang sumur didasarkan pada perubahan tekanan dan temperatur yang terjadi di lubang sumur selama proses produksi berlangsung. Perubahan tekanan dan temperatur ini mempengaruhi perubahan konsentrasi ion silika yang terlarut di fluida panas bumi. Perubahan konsentrasi ion Silika ini yang menjadi acuan perhitungan dalam memprediksi letak dan ketebalan Silika Scale yang terjadi di lubang sumur. Semakin tinggi konsentrasi ion silika yang terkandung didalam fluida panas bumi yang terproduksi ke permukaan, maka kemungkinan terjadinya scale silika semakin besar. Dari hasil running software, diprediksikan pada sumur X akan terjadi Silika scale pada kedalaman xx m dengan ketebalan xx in.

Keywords: silika, scale, Geo SIS

PENDAHULUAN

Scale didefinisikan sebagai pembentukan endapan atau kerak yang berasal dari mineral garam terlarut dalam air pada suatu media kontak tertentu. Salah satu penyebab terbentuknya scaling adalah adanya kandungan silika (SiO_2) yang terkandung dalam fluida [3]. Sifat-sifat yang memengaruhi konsentrasi kelarutan silika dalam pembentukan scale adalah temperatur, kadar garam (salinitas), dan nilai keasaman (pH). Ketika terjadi perubahan tekanan, temperatur, dan pH pada suatu sistem, keseimbangan ion-ion yang terkandung akan melebihi kelarutannya, sehingga terbentuk suatu endapan.

Scaling umumnya dapat dijumpai pada lobang sumur dan pada pipa permukaan. Pada pipa permukaan terdapat pada wellhead sampai separator, flasher, pipa liquid setelah separator (yang kemudian dibuang ke kolam penampungan) dan sumur reinjeksi sehingga dapat mengganggu proses operasional pemanfaatan geothermal pada pipelines, turbin, maupun sumur injeksi. Hal tersebut terjadi karena scaling dapat mengakibatkan penyumbatan pipa, sehingga mengurangi laju aliran dan dampak jangka panjangnya harus dilakukan penggantian. Oleh karena itu kajian tentang potensi scaling sangat diperlukan pada operasi lapangan panas bumi.

Penelitian ini bertujuan untuk Hubungan Konsentrasi Ion Silica dengan Kecepatan Reaksi Pembentukan Scale Silika pada Reservoir Panas Bumi pada pembangkit listrik tenaga panas bumi.

Diharapkan dengan mengetahui potensi silika scaling tersebut, maka dapat ditentukan kondisi operasi yang sesuai agar masalah silika scaling dapat dihindari.

TINJAUAN PUSTAKA

Metoda yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan penerapan parameter silica saturation index (SSI) yang dihitung berdasarkan data komposisi kimia fluida, temperatur, dan pH di separator dan flasher. Parameter SSI ini membandingkan konsentrasi silika dalam larutan dengan kelarutan silika amorf pada kondisi yang sama.

SSI > 1, fluida dalam kondisi supersaturated dan scaling dimungkinkan terjadi.

SSI = 1, fluida dalam kondisi saturated.

SSI < 1, fluida dalam kondisi undersaturated, sehingga tidak mungkin terjadi pengendapan.

$$SSI = \frac{Q(t_1,m)}{[s(T,m)(1-x_2)]} \tag{1}$$

Dengan

$Q(t_1,m)$ = kelarutan quartz pada temperatur reservoir (t_1) dan salinitas m

$s(T,m)$ = kelarutan amorf pada temperatur flashing dan salinitas m

x_2 = kualitas uap flashing

Pembentukan silika scaling meningkat seiring dengan penurunan temperatur dan kenaikan pH akibat flashing. laju penebalan silika scaling yang terjadi pada pipa produksi dan estimasi waktu silika scaling dapat menyumbat pipa hingga 25% dari diameter pipa semula dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$\dot{S}_t = \frac{Q(t_1,m)-s(T,m)}{1743 \times \rho_{silika}} \times 365 \tag{2}$$

$$t_{25\%} = \frac{D}{4 \times \dot{S}_t} \tag{3}$$

Dengan

\dot{S}_t = Laju penebalan silika scaling (inch/tahun)

ρ_{silika} = Densitas silika = 43,442 g/in³

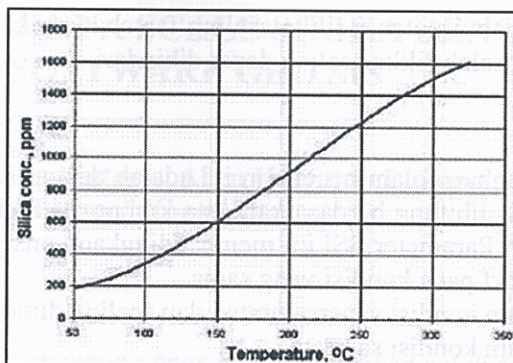
$Q(t_1,m)$ = kelarutan quartz pada temperatur reservoir (t_1) dan salinitas m

$s(T,m)$ = kelarutan amorf pada temperatur flashing dan salinitas m

D = Diameter pipa (inch)

Scaling silika pada jalur injeksi fluida dikontrol oleh sifat kimia dan termodinamika dari silika amorphous [7]. Proses transfer panas yang berlangsung bersifat eksotermis (sistem melepas panas ke lingkungan) dikarenakan suhu fluida lebih tinggi daripada suhu lingkungan. Proses transfer panas tersebut menyebabkan adanya distribusi temperature fluida selama mengalir di sepanjang jalur pipa.

Sifat kimia silika amorphous yang berpengaruh langsung terhadap proses pembentukan scaling adalah kelarutan jenuh (saturasi) sebagai fungsi suhu. Adanya distribusi temperatur fluida selama proses produksi atau injeksi menyebabkan kelarutan jenuh silika amorphous menurun di sepanjang jalur pipa.



Gambar 1. Grafik kelarutan jenuh silika amorphous [7]

Analisis Distribusi Temperatur Fluida

Untuk melakukan analisis distribusi temperatur fluida di sepanjang jalur pipa, hal yang pertama dilakukan adalah dengan melakukan analisis energi pada sistem. Dalam melakukan analisis energi ini, peneliti membagi control volume menjadi beberapa bagian dalam bentuk sel.

$$\text{Amorph Silika (ppm)} = -6E - 05T^3 + 0.0333T^2 - 0.0327T + 88.773 \quad (4)$$

Persamaan di atas merupakan persamaan yang dibentuk dari grafik kelarutan silika amorphous (Gambar 1). Langkah berikutnya adalah membandingkan fraksi terlarut dalam brine pada kondisi sebenarnya dengan kelarutan jenuh silika yang telah dihitung untuk tiap-tiap sel. Apabila syarat terjadinya reaksi pengendapan terpenuhi (fraksi silika terlarut > kelarutan jenuhnya pada kondisi yang sama) maka besarnya reaksi pengendapan yang terjadi dapat dihitung dengan memasukkan nilai Tn dan pH brine ke persamaan reaksi yaitu:

$$Rx \text{ rate } \left(\frac{mol}{m^2s} \right) = -10^{-5.7} \cdot 10^{\left(\frac{-26.9}{2.303RT} \right)} + 10^{(-13.7+1.9(pH))} \cdot 10^{\left(-8.15 \cdot \frac{pH}{2.303RT} \right)} \quad (5)$$

Laju Penebalan Scaling Besarnya laju penebalan scaling dapat dicari dengan mengasumsikan bahwa laju perubahan volume scaling yang terbentuk sebanding dengan laju massa silika yang mengendap dengan faktor pengali yaitu massa jenis silika itu sendiri.

$$\frac{dV_{sil}}{dt} = \frac{d_m}{dt} \cdot \frac{1}{\rho_{sil}} \quad (6)$$

Penebalan scaling dapat dinyatakan dalam bentuk :

$$\frac{d\theta}{dt} \left[A - B\theta + \frac{C_t}{\rho_{sil}} \right] = \frac{CR_{in}}{\rho_{sil}} \cdot \frac{C_\theta}{\rho_{sil}} \quad (7)$$

Dimana :

$$A = 2 \square R_{in} L$$

$$B = 2 \square L$$

$$C = M_{total} \cdot R_x \cdot MR \cdot 2 \square \square L$$

Metode Penelitian

Simulator yang digunakan untuk menentukan kehilangan tekanan di lubang sumur pada studi ini adalah berupa simulator analitis, yaitu dengan menggunakan persamaan matematis berupa korelasi. Dalam simulator ini digunakan korelasi Beggs & Brill untuk mendapatkan suatu harga tekanan, temperatur, fraksi uap, dan enthalpy penguapan terhadap selang kedalaman tertentu. Sedangkan sifat-sifat fluida seperti densitas, viskositas, temperatur, enthalpy, dan tegangan permukaan air dan uap air didekati dengan korelasi Tortike & Farouq Ali(6) (1989). Beberapa asumsi lain yang digunakan dalam simulator ini antara lain:

1. Inflow hanya terjadi di dasar sumur saja, tidak ada fluida yang masuk dari dinding sumur.
2. Tidak ada perpindahan dan kehilangan panas selama fluida mengalir di dalam sumur.

3. Aliran mengikuti rumus Darcy, dan distribusi karakter reservoir (permeabilitas, ketebalan, porositas) seragam.

Masukan dan Keluaran

Simulator yang dibuat dalam studi ini dimaksudkan untuk mempermudah penghitungan kehilangan tekanan pada sumur vertikal yang panjang dan memerlukan iterasi berulang-ulang. Simulator dibuat dalam program Macroexcel dengan bahasa visual basic.

Data yang diperlukan untuk menjalankan simulator adalah (Gambar 1):

1. Geometri sumur: kedalaman dan ukuran casing dan liner dalam meter; dan kekasaran dinding (roughness).
2. Tekanan kepala sumur (bara).
3. Laju alir Massa (kg/s).
4. Enthalpy produksi (kJ/kg)
5. Selang kedalaman (ft)

Data keluaran dari simulator berupa data hasil penghitungan tekanan. Data keluarannya berupa data perkedalaman yaitu data (Gambar 5.2):

1. Tekanan (bara)
2. Dryness (X)
3. Enthalpy (kJ/kg)
4. Pola aliran

Dengan diperolehnya data keluaran dryness (X) perkedalaman, maka dapat diketahui pada kedalaman berapa perubahan fasa fluida mulai terjadi. Selanjutnya dapat diperkirakan pada kedalaman berapa scale mulai terbentuk.

Penyelarasan Simulator

Simulator yang telah dibuat harus divalidasi dengan data lapangan dengan tujuan untuk mendapatkan keakuratan simulator. Data lapangan yang digunakan adalah data sumur panas bumi TM 1-5, Awibengkong Gunung Salak yang sebelumnya telah dianalisa keberadaan scaling oleh Hidayatus Sufyan (2009). Untuk memperoleh keselarasan dengan data lapangan, parameter simulator yang diubah adalah faktor friksi laminar (ϵ).

Pengujian sensitifitas Simulator

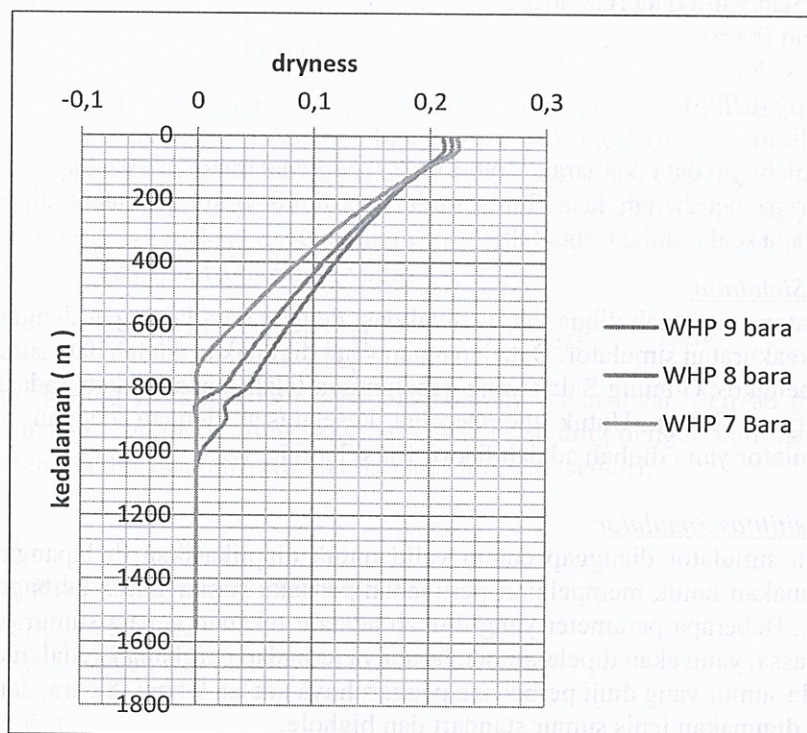
Setelah simulator dianggap cukup valid untuk diaplikasikan di lapangan, selanjutnya simulator digunakan untuk mempelajari perubahan perilaku sumur untuk berbagai kondisi atau uji sensitivitas. Beberapa parameter yang diubah adalah: tekanan kepala sumur, ukuran casing, dan laju alir massa, yang akan dipelajari pengaruhnya terhadap perubahan kedalaman Flash Point. Tekanan kepala sumur yang diuji perbedaan pengaruhnya adalah 9 bara, 8 bara, dan 7 bara; untuk ukuran casing digunakan jenis sumur standart dan bighole.

Studi Kasus Sumur

Tujuan pembuatan simulator ini adalah untuk mengetahui tekanan, temperatur, dryness perkedalaman tanpa harus melakukan pengujian sumur secara langsung. Setelah dianggap cukup valid, simulator ini akan digunakan untuk mengetahui informasi-informasi sumur seperti yang telah disebutkan diatas. Data yang diperoleh tersebut kemudian akan digunakan untuk menentukan rekomendasi optimasi dan penanganan masalah sumur. Sumur yang diuji dalam studi ini adalah sumur G-1

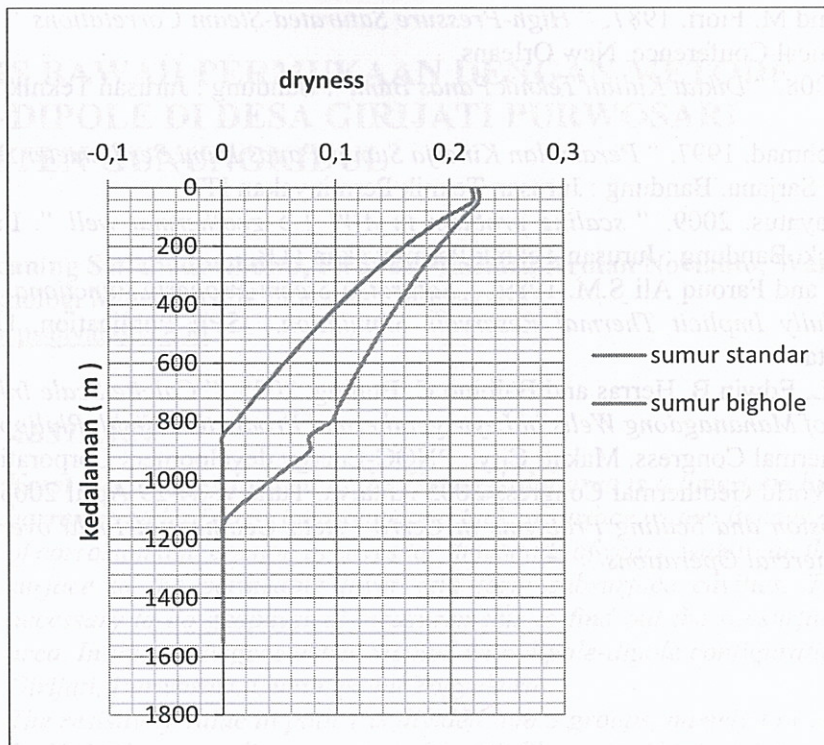
Tabel data sumur Sumur G-1 yang di uji

Lajur Alir Massa	:	27.5	27.5	27.5	kg/s
WHP/BHP	:	7	8	9	bara
Enthalpy	:	1500	1500	1500	Kj/Kg
Temperature	:	300	300	300	Celcius
Depth increase	:	100	100	100	meter
Kedalaman casing	:	400	400	400	meter
Diameter casing	:	13.375	13.375	13.375	in
Diameter Liner	:	9.625	9.625	9.625	in
Kedalaman Liner	:	750	750	750	meter
Diameter perf Liner	:	7	7	7	in
Kedalaman perf Liner	:	1600	1600	1600	meter



Gambar 2. Pengaruh Tekanan Kepala Sumur terhadap Kedalaman Flash Point

Dari hasil sensitifity tekanan kepala sumur, tekanan kepala sumur apabila dibuka pada tekanan besar akan menghasilkan kedalaman scaling pada sumur lebih dalam.



Gambar 3. Pengaruh Jenis Kombinasi Ukuran Sumur terhadap Kedalaman Flash Point.

Penggunaan standard hole pada sumur panas bumi yang diujikan, menghasilkan terbentuknya scaling pada kedalaman lebih dangkal dibandingkan su,ur berkonfigurasi big hole.

KESIMPULAN

1. Simulator dibuat dengan menggunakan program *Macroexcel* dengan bahasa *visual basic*, dengan menggunakan korelasi *Beggs & Brill*.
2. Setelah dilakukan pengujian sensitifitas, diperoleh kesimpulan sebagai berikut;
 - a. Semakin besar tekanan kepala sumur, maka semakin dalam kedalaman terjadinya *flashing*.
 - b. Semakin besar ukuran lubang sumur, semakin dalam letak kedalaman *flash point*.
 - c. Pada setiap sumur terdapat nilai laju alir massa optimum untuk letak *flash point* yang terdalam.
3. Nilai kekasaran lubang sumur tidak bisa dipastikan dalam studi ini karena kondisi sumur yang sudah berbeda dengan kondisi awal.

Pada sumur G-1 terjadi *flashing* di dalam sumur yang memungkinkan terjadinya *scaling* di dalam sumur.

REFERENSI

- Ashat, A.M. 1997. " *Pembuatan simulator untuk Perhitungan Kehilangan Tekanan pada Pipa Alir Dua Fasa Panas Bumi.*" Tugas Akhir Sarjana. Bandung : Jurusan Teknik Perminyakan ITB.
- BJ/Royce, T., 2007. " *Solubility Test of Scale Sample From TM 1-5 Well.*" BJ Laboratory Report S-020-03-07-Chevron-TM 1-5-Sol dated March 28, 2007

Ejiogu, G.C and M. Fiori. 1987. " *High-Pressure Saturated-Steam Correlations* ". SPE Annual Technical Conference. New Orleans.

Miryani, N. 2008. " *Diktat Kuliah Teknik Panas Bumi*". Bandung : Jurusan Teknik Perminyakan ITB.

Soendaroe, Achmad. 1997. " *Peramalan Kinerja Sumur Panas Bumi Berdiameter Besar*". Tugas Akhir Sarjana. Bandung : Jurusan Teknik Perminyakan ITB.

Syufyan, Hidayatus. 2009. " *scaling problem in AWI 1-5 geothermal well* ". Laporan Kerja Praktek. Bandung : Jurusan Teknik Perminyakan ITB.

Tortike, W.S. and Farouq Ali S.M. 1989. " *Saturated-Steam-Property Functional Correlations for Fully Implicit Thermal Reservoir Simulation.*" SPE Publication. University Of Alberta.

Siega, Farrel.L, Edwin B. Herras and Balbino C. Buning. 2005. " *Calcite Scale Inhibition : The Case of Mahanagdong Wells in Leyte geothermal Production Field, Philippines.*" World Geothermal Congress. Makati City : PNOC-Energy development Corporation.

Proceedings World Geothermal Congress 2005 Antalya, Turkey, 24-29 April 2005. " *Review of Corrosion and Scaling Problems in Cerro Prieto Geothermal Field over 31 Years of Commercial Operations*"



Gambar 3. Pengaruh jenis komposisi cairan sumur terhadap ketahanan flash point

Penggunaan standar hole pada sumur panas bumi yang diindikasikan menunjukkan terdapatnya scaling pada kebawah hole. Dengan demikian, scaling akan mempengaruhi laju aliran fluida di hole.

RESUME

1. Simulasi dibuat dengan menggunakan program Macroxt dengan basis simulasi dengan menggunakan korosi Bore & Well.

2. Setelah dilakukan pengujian sensitivitas, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Semakin besar tekanan kepala sumur, maka semakin dalam kedalaman terdapatnya scaling.
- Semakin besar ukuran lubang sumur, semakin dalam jarak kedalaman flash point.
- Pada setiap sumur terdapat tiga jenis erosi optimum untuk flash point yang terdapat.

3. Nilai ketahanan lubang sumur yang diperoleh dalam simulasi ini adalah kondisi awal sudah berbeda dengan kondisi awal.

Referensi

Ashari, A.M. 1997. " *Pembuatan simulator untuk Perhitungan Kestabilan Tekanan pada Pijin dan Dua Panas Bumi*". Tugas Akhir Sarjana. Bandung : Jurusan Teknik Perminyakan ITB.

Blroyce, T. 2007. " *Solubility Test of Scale Sample From TM 1-5 Well*". B1 Laboratorij Report 2-020-03-07-Chevron-TM 1-5-Sol dated March 28, 2007