

DOI: doi.org/10.21009/03.SNF2017.02.ERE.09

# PERLAMBATAN LAJU PENGENDAPAN SILIKA DENGAN MEMANFAATKAN ASAM KUAT SEBAGAI ANTI-KATALISATOR POLIMERISASI

Naufal Nandaliarasyad<sup>1,a)</sup>, Moch. Aril Indra Permana<sup>1,b)</sup>, Ahmad Qosam<sup>1,c)</sup>,  
Mutiaranawansari<sup>1,d)</sup>, Cukup Mulyana<sup>1,e)</sup>

<sup>1</sup>*Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran. Jl. Raya Bandung – Sumedang Km.21, Jatinangor, Sumedang, Indonesia*

Email: <sup>a)</sup>naufaln28@gmail.com, <sup>b)</sup>arilindra21@gmail.com, <sup>c)</sup>ahmadqosam@gmail.com,  
<sup>d)</sup>mutiaranwnsr@gmail.com, <sup>e)</sup>c.mulyana55@yahoo.com

## Abstrak

Beberapa sumur geothermal di Indonesia memiliki kondisi sumur yang basa, atau memiliki nilai pH di atas 6. Sementara kondisi nilai pH pada rentang 6-9 merupakan kondisi optimal bagi silika untuk terjadi polimerisasi. Maka dari itu apabila sumur tersebut digunakan untuk pembangkit listrik geothermal flash system akan berpotensi terjadinya pengendapan silika pada pipa sumur. Pengendapan silika pada pipa mengakibatkan penurunan laju brine yang mengalir melalui pipa tersebut. Untuk mencegah terjadinya polimerisasi silika, maka kondisi pH dari brine pada pipa sumur tersebut harus diubah, yaitu menjauhi dari rentang optimal terjadinya polimerisasi silika. Pada penelitian ini senyawa yang bersifat asam kuat digunakan untuk memodifikasi kondisi brine pada pipa sumur menjadi memiliki nilai pH dibawah 6. Nilai pH yang diharapkan dengan penggunaan asam kuat ini adalah 5,5. Dengan mengeluarkan kondisi brine dari rentang pH 6-9 maka laju polimerisasi dari silika dapat diperlambat sehingga pipa dapat digunakan lebih lama.

**Kata-kata kunci:** geothermal, brine, laju polimerisasi, silica scaling

## Abstract

Some geothermal wells in Indonesia have basic well conditions, or have a pH value above 6. Meanwhile, the pH value conditions in the range 6-9 are the optimal conditions for silica for polymerization. Therefore, if the well is used for geothermal flash steam power plant will potentially lead to deposition of silica in the well pipe. The precipitation of silica on the pipe resulted in a decrease in the rate of brine flowing through the pipe. To prevent the occurrence of silica polymerization, the pH condition of brine on the well pipe should be changed that is to stay away from the optimal range of silica polymerization. In this study, strong acid compounds were used to modify the brine conditions of the well tube to have a pH value below 6. The expected pH value with the use of this strong acid is 5.5. By removing the brine condition from the pH range 6-9, the polymerization rate of silica can be slowed so that the pipe can be used for longer.

**Keywords:** geothermal, brine, polimerization, silica scaling.

## PENDAHULUAN

Energi panas bumi (*geothermal*) merupakan energi panas yang berasal dari dalam bumi yang dapat diperbaharui (*renewable energy*) dan merupakan energi panas yang tersimpan dalam rekahan batuan atau fluida yang terkandung di bawah permukaan bumi. Energi ini dapat dimanfaatkan untuk mengurangi konsumsi bahan bakar fosil yang semakin menipis. Hasil produksi dari panas bumi dapat berupa uap kering (*superheated steam*), uap jenuh (*saturated steam*), dua fasa (*brine*), atau air panas[1].

Di Indonesia, sumber panas bumi yang banyak digunakan adalah fluida dua fasa (*brine*) dengan dominasi cair. Kandungan utama *brine* adalah larutan NaCl sebesar 80% dan kalium, kalsium, silika, dan nikarbonat yang merupakan unsur utama lainnya[2]. Untuk memisahkan kedua fasa tersebut, dilakukan *flashing* yang biasa terjadi di dalam reservoir saat fluida mengalir melalui formasi lapisan permeabel, pada sumur produksi menuju *wellhead*, *throttle valve*, *separator* dan *flasher*[3]. *Flashing* yang terjadi akan mempengaruhi komposisi *brine* yaitu semakin pekatnya konsentrasi silika karena kehilangan sejumlah air yang berubah menjadi uap akibat penurunan tekanan dan temperatur, dan terjadinya pelepasan gas seperti CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S yang akan mempengaruhi pH *brine*[2]. Sehingga timbul suatu masalah proses produksi sumber energi *geothermal* pada sistem *flash steam* ini yaitu terbentuknya *scaling*.

*Scaling* 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<sub>2</sub>) yang terkandung dalam *brine*[4]. *Scaling* umumnya dapat dijumpai pada pipa antara daerah *wellhead* dengan *separator*, *flasher*, pipa *brine* setelah separator (yang kemudian dibuang ke kolam penampungan) dan sumur reinjeksi sehingga dapat mengganggu proses operasional pemanfaatan *geothermal* pada pipa, turbin, maupun sumur injeksi. Hal tersebut terjadi karena *scaling* dapat mengakibatkan penyumbatan pipa, sehingga mengurangi laju aliran dan dampak jangka panjangnya harus dilakukan penggantian. Sifat-sifat yang mempengaruhi konsentrasi kelarutan silika dalam pembentukan *scaling* 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. Dalam larutan lewat jenuh, asam silikat berpolimer dengan cara menghilangkan air dan membentuk asam disilikat yang kemudian membentuk polimer yang lebih tinggi.

Kinetika polimerisasi asam silikat sangat dipengaruhi oleh pH dan temperatur. Laju reaksi akan meningkat seiring dengan naiknya temperatur sehingga polimerisasi dan pengendapan akan berlangsung lebih cepat. Laju pembentukan gel sangat dipengaruhi oleh pH larutan. Banyak peneliti telah menemukan bahwa pada kondisi asam, kestabilan maksimum dicapai pada rentang pH 2-5. Kestabilan maksimum disini berarti kemungkinan terkecil terjadinya endapan larutan asam silika lewat jenuh. Laju maksimum pembentukan gel terjadi pada rentang pH 6-9. Oleh karena itu, salah satu pencegahan terbentuknya *silica scaling* adalah dengan penginjeksian asam kuat untuk menurunkan pH *brine* menjadi kurang dari 6

## METODE PENELITIAN

Parameter penting dalam hubungannya dengan pengendapan silika adalah *silica saturation index* (SSI) atau indeks pengendapan silika yang merupakan perbandingan antara konsentrasi silika dalam larutan dengan kelarutan *amorphous silica* pada kondisi yang sama.

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

Dengan

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

$s(T, m)$  = kelarutan amorf pada temperatur flashing  
 $x_2$  = kualitas uap flashing

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data hasil lapangan didapat bahwa temperatur reservoir berada dikisaran 210°C dan ketika terjadi pemisahan di separator, temperatur menjadi kisaran 175°C.

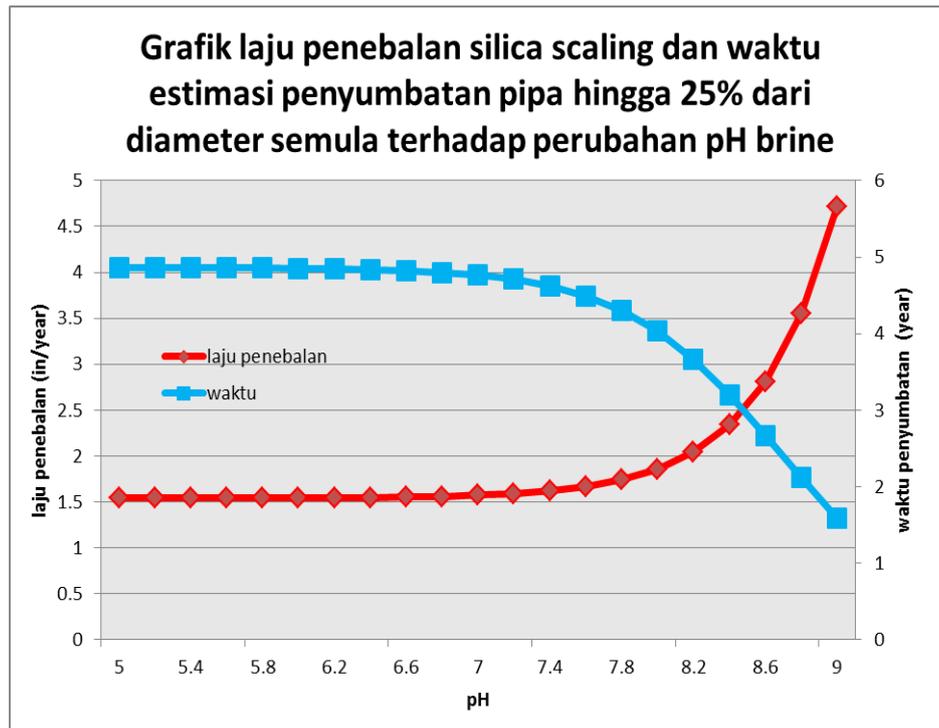
TABEL 1. Hasil Perhitungan SSI di lapangan.

Source	T <sub>cluster</sub> (°C)	Cl <sub>surf</sub> (ppm)	SiO <sub>2 surf</sub> (ppm)	pH <sub>cluster</sub>	T <sub>sep</sub> (°C)	pH <sub>separator</sub>	SSI
C	209,99	879,00	589,00	6,40	175,7	8,60	1,27
D	209,99	1057,00	680,00	6,25	178,3	8,84	1,38

Berdasarkan hasil perhitungan SSI, pada cluster C dan D pada pembangkit berpotensi terbentuk *silica scaling* yang ditandai nilai SSI > 1 yaitu berturut turut 1,27 dan 1,38. Faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan *silica scaling* ini adalah salinitas, peningkatan pH, penurunan tekanan dan temperatur akibat *flashing*.

Untuk pengaruh salinitas, dapat dihindari dengan pemilihan daerah sumur yang akan digunakan sebagai sumur produksi. Namun pemilihan daerah dengan salinitas yang rendah berakibat pada sumber panas bumi yang tergolong rendah juga. Pencegahan lainnya dapat dilakukan dengan penambahan pemanas untuk menjaga temperatur brine sehingga kelarutan silika dapat di kontrol. Namun penambahan pemanas ini membutuhkan daya tambahan dalam penggunaannya sehingga kurang efektif untuk digunakan. Sehingga, langkah yang paling tepat dalam mencegah terbentuknya *silica scaling* adalah dengan mereduksi pH *brine* pada jalur aliran brine dimana potensi *silica scaling* ditemukan dengan injeksi inhibitor asam. Hal ini bertujuan untuk menghambat laju polimerisasi dari silika.

Gambar 1 menjelaskan mengenai hubungan antara laju penebalan dari *silica scaling* terhadap nilai pH dari *brine* tersebut juga hubungan antara waktu yang diperlukan bagi *silica scaling* untuk menyumbat pipa hingga 25% dari diameter semula terhadap perubahan pH *brine*. Diameter pipa pada penelitian ini diasumsikan sebesar 15 inch. Hal yang menyebabkan terjadinya penurunan laju pengendapan silika ketika nilai pH rendah adalah akibat laju polimerisasi dari unsur silika menurun sehingga akan menghambat terjadinya pengendapan, dan dengan demikian waktu penyumbatan pipa pun akan semakin lama.



**GAMBAR 1.** Grafik Laju Penebalan Silica Scaling Dan Waktu Estimasi Penyumbatan Pipa Hingga 25% Dari Diameter Semula Terhadap Perubahan pH Brine.

### SIMPULAN

Potensi *silica scaling* semakin meningkat seiring dengan meningkatnya kadar pH, besarnya salinitas *brine*, dan penurunan temperatur akibat *flashing*. Pada keadaan asam ( $\text{pH} < 7$ ), laju polimerisasi silika pada keadaan minimum dan potensi terbentuknya *silica scaling* akan menurun. Sehingga laju penebalan menjadi menurun dan waktu estimasi penyumbatan akan semakin lama. Sehingga produksi dari pembangkit akan semakin baik. Untuk memperpanjang umur dan efisiensi yang dihasilkan dari pipa produksi pembangkit, disarankan untuk dilakukan treatment berupa injeksi asam untuk menjaga pH *brine* tetap dalam keadaan asam.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Tuhan Yang Maha Esa. Kedua orang tua yang selalu mendukung penulis. Serta kepada berbagai pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

### REFERENSI

- [1]. Irawan, Sudra., Ratnaningsih, W.E., Nurmabruroh, Siti., Anggraini, F.E. *Pemboran Sumur Eksplorasi dan Pengembangannya*. UGM Yogyakarta, 2011.
- [2]. DiPippo, R., *International Development in Geothermal Power Production*, Geothermal Resource Council Bulletin, 1988
- [3]. Edward, F.W. *Geothermal Energy Utilization*. John Wiley & Sons, 1997
- [4]. Lestari, dkk. *Problema "Scaling" di Beberapa Lapangan Migas*. UPN "Veteran" Yogyakarta, 2007.