

Bidang: Teknik Kimia Mineral Topik: Termodinamika, Energi dan Pengendalian Proses

**PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP PEMBENTUKAN SILIKA (SiO_2)
SCALING PADA JALUR PIPA *BRINE SEPARATOR* PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA PANAS BUMI**

Akbar Nugraha Syam¹, Hartini Husain², Monita Pasaribu³
^{1,2,3}Politeknik ATI Makassar
**akbarsyam1115@gmail.com¹, hartini@atim.ac.id²,
monitapasaribu@gmail.com³**

ABSTRAK

Silika *scaling* adalah permasalahan pada pipa jalur produksi di pembangkit listrik panas bumi. Berupa pengendapan senyawa silika yang disebabkan oleh adanya penurunan temperatur brine pada pipa. Apabila terjadi pengendapan secara berkala maka dapat menyebabkan volume aliran pipa menjadi kurang hingga berakibat penyumbatan pada pipa. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh temperatur terhadap pembentukan silika *scaling* pada jalur pipa brine separator. Jenis penelitian merupakan deskripsi kuantitatif. Data diperoleh melalui observasi secara langsung baik di lapangan maupun dalam laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *Silica Saturation Index* selama 4 bulan melebihi standar yang berlaku yakni 2,1; 1,9; 2,2; dan 2,3. Hal tersebut dipengaruhi oleh nilai kelarutan silika hasil perhitungan dari nilai temperatur *brine* di *inlet* maupun *outlet*. Sehingga pada temperatur 170°C kemungkinan terbentuknya silika *scaling* makin sedikit. Pada penelitian ini juga dihitung nilai laju pengendapan silika dan laju penuh scale di pipa. Nilai laju pengendapan silika beruruturut yaitu 613.041,5 cm³/jam; 562.958,4 cm³/jam; 640.301,8 cm³/jam; dan 683.411,3 cm³/jam. Sedangkan nilai laju penuh scale terjadi selama 4 bulan dan dipengaruhi oleh nilai konsentrasi silika dalam brine. Semakin tinggi konsentrasi silika maka laju pengendapan silika dan laju penuh scale di pipa semakin cepat. Sehingga dapat diketahui kapan penentuan jadwal pembersihan *scale* pada pipa.

Kata kunci: *Silica scaling, brine, separator, silica saturation index, scale.*

ABSTRACT

Silica Scaling is a problem in production line pipelines in geothermal power plant. Precipitation of silica compounds caused by decreasing temperature of brine in the pipe. If there is regular deposition, it can cause the volume of pipe flow to decrease, resulting in blockage of the pipe. The object of research is to determine how the effect of temperature on the formation of Silica Scaling in the brine separator pipeline. This type of research is descriptive quantitative. Data were obtained through direct observation both in the field and in the laboratory. The results showed that the Silica Saturation Index value for 4 months exceeded the applicable standard, with value 2.1; 1.9; 2.2; and 2.3. This is influenced by the silica solubility value calculated from temperature of brine at the inlet and outlet. When temperature is 170°C the possibility of the formation of silica scaling is getting smaller. In this research also calculated the value of the silica deposition rate and the full rate of scale in the pipe. The value of the silica deposition rate was 613,041.5 cm³/hour, respectively; 562,958.4 cm³/hour; 640,301.8 cm³/hour; and 683,411.3 cm³/hour. While the value of rate scale full occurs for 4 months and is influenced by the value of the silica concentration in the brine. Higher silica concentration made silica deposition rate and rate scale full in the pipe faster. Then it can be known when the schedule for pipe scale cleaning.

Keywords: Silica scaling, brine, separator, silica saturation index, scale.

PENDAHULUAN

Perkembangan energi panas bumi menjadi salah satu konsen utama dalam hal pemanfaatan energi yang dapat diperbaharui dan berkelanjutan. Pemanfaatan energi panas bumi di Indonesia sendiri secara umum belum dilakukan

secara maksimal. Indonesia memiliki potensi panas bumi sebagai sumber energi alternatif untuk sektor pembangkit listrik [4]. Panas bumi (*geothermal*) merupakan energi 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 (uap dan brine), atau air panas [3]. Pembangkit listrik tenaga panas bumi memiliki energi yang memanfaatkan uap sebagai penggerak turbin. Namun pada pembangkit listrik panas bumi masih banyak terdapat masalah salah satunya silika scaling atau pengendapan silika. Brine di lapangan panas bumi mengandung silika yang terdeposisi ketika mengalami penurunan temperatur. Sehingga pemodelan penurunan tekanan sepanjang pipa alir injeksi brine akan membantu teknisi dan ilmuwan dalam memprediksi gejala fisis maupun deposisi silika sepanjang pipa injeksi [4]. Apabila fluida dua fasa yang dihasilkan sumur-sumur produksi masuk ke dalam separator, fluida tersebut akan mengalami pemisahan menjadi uap dan air (brine). Komponen-komponen non-volatil seperti silika cenderung akan berada dalam air. Oleh karena itu kemungkinan terjadinya silika scaling di jalur brine relatif besar, sebaliknya di jalur uap kemungkinan tersebut relatif sangat kecil [5].

Silika *scaling* yang terjadi pada fasilitas produksi merupakan salah satu masalah serius yang sering ditemukan pada lapangan panas bumi. Silika *scaling* pada pipa produksi berakibat mengurangi diameter pipa, sehingga mengurangi laju alir dan bahkan pipa dapat tersumbat sehingga harus diganti. Potensi silika *scaling* pada pipa produksi pembangkit listrik tenaga panas bumi dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya ialah penurunan temperatur pada aliran brine [3]. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh dari temperatur pada pembentukan silika *scaling* jalur pipa *brine separator*.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan ialah penelitian deskriptif kuantitatif yakni data yang diperoleh melalui observasi langsung di lapangan maupun dalam laboratorium. Pengambilan data pengamatan laboratorium berupa data analisa kadar silika pada jalur *brine* dan data *flowrate brine*, ukuran pipa serta suhu *inlet* dan *outlet* pada pipa jalur *brine*. Selanjutnya dilakukan evaluasi sistem kerja pada pipa jalur brine separator untuk mengetahui proses pembentukan silika scaling. SSI atau Silica Saturation Index merupakan parameter utama dalam penelitian ini karena digunakan untuk mengetahui apakah silika scaling terbentuk atau tidak. Cara memperoleh nilai SSI ialah dengan membandingkan konsentrasi silika dari analisa dengan konsentrasi silika dari perhitungan yang ditinjau dari nilai temperatur *brine*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil perhitungan menunjukkan data kelarutan silika, laju alir massa silika, laju pengendapan silika, laju penuh scale dan data *Silica Saturation Index* atau SSI. Yang menjadi fokus utama dari penelitian ini ialah seberapa besar nilai SSI yang dihasilkan yang ditinjau dari nilai kelarutan silika berdasarkan tingginya temperatur brine [3].

$$\text{Sol SiO}_2 \frac{-731}{10(T^{\circ}\text{C}+273)} + 452 \quad (1)$$

$$\text{Lajur Alir Massa Silika} = \frac{\text{Kelarutan Silika}}{10^6} \times M \quad (2)$$

$$V_s \frac{C \times M}{p} \quad (3)$$

$$V_p = \frac{\text{Volume Pipa Jalur Brine}}{V_s} \quad (4)$$

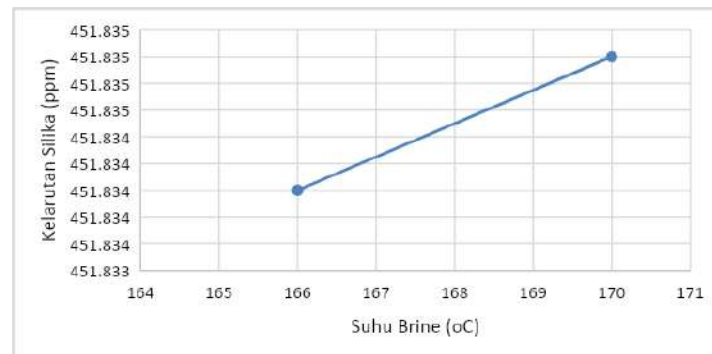
$$SSI = \frac{\text{Konsentrasi Silika dari Analisa}}{\text{Konsentrasi Silika dari Perhitungan}} \quad (5)$$

Dari hasil perhitungan didapatkan data sebagai berikut

Tabel 1. Hasil Perhitungan *silica saturation index* (SSI)

Bulan	Silica Saturation Index (SSI)	
	Inlet	Outlet
Januari	2,1	2,1
Februari	1,9	1,9
Maret	2,2	2,2
April	2,3	2,3

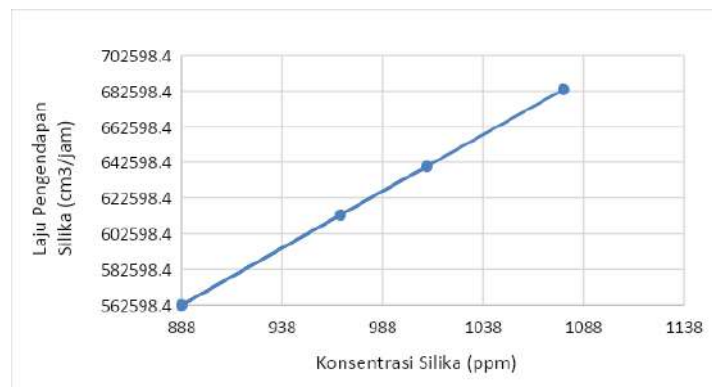
Dari data yang telah diperoleh, didapatkan grafik hubungan sebagai berikut:



Gambar 1. Grafik hubungan antara temperatur dengan kelarutan silika



Gambar 2. Grafik hubungan antara kelarutan silika dengan laju alir massa silika



Gambar 3. Grafik hubungan antara konsentrasi silika dengan laju pengendapan silika



Gambar 4. Grafik hubungan antara laju pengendapan silika dengan laju penuh scale

Pembahasan

Silika *scaling* merupakan salah satu permasalahan yang sangat serius dalam operasi lapangan panas bumi. Silika *scaling* pada *brine* bisa mengurangi lajur fluida pada pipa hingga mengalami penyumbatan. Cara yang paling efektif untuk mencegah terjadinya penyumbatan pipa akibat dari silika *scaling* ialah dengan memperkirakan waktu pembersihan pipa dengan ditinjau dari nilai kelarutan silika dan kecepatan penuh scale. Gambar 1 menunjukkan temperatur berbanding lurus dengan kelarutan silika. Semakin tinggi temperatur brine maka nilai dari kelarutan silika akan semakin besar sehingga pada suhu 170°C kemungkinan terbentuknya silika *scaling* makin sedikit. Pada Gambar 2 menunjukkan hubungan antara kelarutan silika dengan laju alir massa silika. Semakin besar nilai kelarutan silika maka semakin tinggi laju alir massa silika dalam brine sehingga kemungkinan silika untuk mengendap sedikit. Apabila terjadi *scaling* pada pipa dapat menyebabkan laju alir semakin rendah sehingga akan menimbulkan penyumbatan pada pipa bahkan dapat menyebabkan ledakan pada aliran pipa. Pada Gambar 3 dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai konsentrasi silika maka laju pengendapan silika dalam *brine* akan semakin tinggi dengan memperhatikan beberapa faktor yaitu densitas silika dan laju alir dalam brine. Konsentrasi yang tinggi menyebabkan tingginya laju pengendapan silika dikarenakan struktur molekul dari silika yang memadat dan menggumpal sehingga pada konsentrasi paling tinggi silika lebih cepat untuk mengendap. Pada Gambar 4 dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi laju pengendapan silika maka waktu atau laju penuh scale akan semakin kecil.

Variabel penting lainnya ialah SSI atau *Silica Saturation Index*. SSI sering digunakan untuk mengindikasikan potensi pembentukan silika *scaling*. Apabila nilai SSI > 1, maka silika *scaling* kemungkinan akan terjadi, sedangkan nilai SSI < 1, maka silika *scaling* tidak mungkin terjadi.

Nilai SSI dihitung dengan membandingkan nilai konsentrasi dari hasil analisa laboratorium dan nilai konsentrasi silika dari hasil perhitungan. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai SSI di *inlet* dan *outlet* dalam kurun waktu 4 bulan terakhir sama yaitu 2,1; 1,9; 2,2; 2,3. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pada pipa jalur brine separator kemungkinan akan terjadi silika *scaling*.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa, pembentukan silika *scaling* dipengaruhi oleh temperatur dalam brine yang ditinjau dengan nilai kelarutan silika yang dihasilkan. Semakin tinggi temperatur pada brine maka nilai kelarutan silika akan semakin besar sehingga pada suhu 170°C silika *scaling* yang terbentuk makin sedikit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Barnett, P.R., dan Garcia, S.E. (1993). Approaches to Controlling Silica Deposition in Geothermal Production Operations. In Proceedings 15th Geothermal Workshop (pp. 107-111).
- [2] Fournier R.O. dan Rowe. J.J. (1977). The Solubility of Amorphous Silica in Water At High Temperatures and Pressures. American Mineralogist, v. 62, p. 1052-1056.
- [3] Permana, M. I. (2017). Kajian Potensi Silica Scaling Pada Pipa Produksi Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi. Jurnal Material dan Energi Indonesia, 07. No. 01, 38-43.
- [4] Polii, J. (2021). Analisis Terjadinya Scaling Silica Pada Condenser dan Cooling Tower. Jurnal Fisika dan Terapannya, vol. 2 No 1, E-ISSN: 2747-1691.
- [5] Sapto, C. (2001). Evaluasi Potensi Silica Scaling Pada Pipa Produksi Lapangan Panas Bumi Lahendong SULUT. Proceeding of The 5th INAGA Annual Scientific Conference & Exhibitions. Yogyakarta.