



EVALUASI *PLUGGING* PADA PIPA DISEBABKAN *SCALE PROBLEM* DAN *DEPOSIT WAX* PADA LAPANGAN KAWENGAN

Husein Abdullah^{1*}, Diyah Rosiani²

¹PT. Pertamina EP Field Cepu, Jl. Gajah Mada PO BOX 1 Cepu, Jawa Tengah, Indonesia

²Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Jl. Gajah Mada 38 Cepu, Jawa Tengah, Indonesia

*E-mail: huseinabdullah55@gmail.com

ABSTRAK

Lapangan Kawengan memiliki 42 sumur produksi. Namun, *plugging* masalah yang sering terjadi di Lapangan Kawengan yang dapat menyebabkan turunnya pencapaian produksi. Well X dan Well Y adalah sumur dengan indikasi yang dapat menyebabkan terjadinya *plugging*/kebuntuan di jalur *trunkline* sehingga dapat mengakibatkan tidak optimalnya hasil produksi di Stasiun Pengumpul VI ke Stasiun Pengumpul V. Oleh sebab itu perlu dilakukan analisa perhitungan dan laboratorium untuk mengetahui kandungan mineral pada air formasi di sumur tersebut. Hasil analisa menunjukkan kecenderungan kandungan Ca^{2+} yang tinggi. Analisa perhitungan dengan metode Stiff dan Davis didapatkan nilai *Stability Index* sebesar 0.69 sehingga terjadi pembentukan scale CaCO_3 . Berdasarkan uji laboratorium dengan sample scale 5 gram, volume HCl 5%-15%, dan volume pelarut 100 ml hasilnya scale tersebut dapat terlarut kecuali pasir yang terikut dalam scale. Produksi yang dihasilkan dari Well X dan Well Y terkendala masalah *scaling* sehingga dapat mengganggu operasi transfer fluida dari Stasiun Pengumpul VI. Untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu dilakukan *chemical injection* seperti *acidizing* untuk melarutkan scale yang sudah terbentuk dalam pipa. Untuk mencegah terbentuknya scale dapat melakukan injeksi scale inhibitor untuk mencegah pertumbuhan scale agar pipa tetap terjaga dan dapat mencapai *operational excellent*.

Kata kunci: *scale, plugging, acidizing, scale inhibitor*

ABSTRACT

The Kawengan Field has 42 production wells. However, *plugging* issues frequently occur in the Kawengan Field, which can lead to a decrease in production achievement. Well X and Well Y are wells with indications that may cause *plugging*/blockage in the *trunkline*, resulting in unoptimal production outcomes from Gathering Station VI to Gathering Station V. Therefore, it is necessary to conduct analytical calculations and laboratory tests to determine the mineral content in the formation water of these wells. The analysis results indicate a tendency for high Ca^{2+} content. Calculations using the Stiff and Davis method yield a *Stability Index* value of 0.69, leading to the formation of CaCO_3 scale. Based on laboratory tests with a 5-gram scale sample, a 5%-15% HCl volume, and a 100-ml solvent volume, the results indicate that the scale can be dissolved, except for the sand included in the sample. The production generated from Well X and Well Y is hindered by scaling issues, which can disrupt fluid transfer operations from Collector Station VI. To address this problem, chemical injection such as *acidizing* is required to dissolve the scale that has already formed in the pipes. To prevent scale formation, scale inhibitor injection can be performed to avert scale growth, ensuring that the pipes remain safeguarded and operational excellence can be achieved.

Keywords: *scale, plugging, acidizing, scale inhibitor*

1. PENDAHULUAN

Field Cepu memiliki sumur produksi yang sebagian besar merupakan peninggalan Belanda sejak tahun 1893. Distrik I termasuk dalam dengan sumur tua yang cukup banyak. Distrik I terletak pada 2 Kabupaten yaitu Tuban dan Bojonegoro yang meliputi area Kawengan, Tapen, dan Dandangilo. Saat ini pada Distrik I terdapat 42 sumur produksi Kawengan, 1 sumur produksi Dandangilo, 5 sumur produksi Tapen, dan 10 sumur injeksi.

Produksi minyak dan gas pada Distrik I mencapai 650 BOPD dan 0,8 MMSCFD.

Crude oil dimaknai sebagai campuran dari hidrokarbon kompleks, yang mencakup aromatik, parafin, nafta, resin, aspal, merkaptan, dan yang lainnya [1]. Sumur produksi di Distrik I Kawengan sebagian besar memiliki karakteristik minyak parafinik. Minyak parafinik merupakan minyak dengan suhu di bawah *pour point*-nya [2]. Secara visual minyak berat ditandai dengan adanya gumpalan minyak pada sample ketika berada pada suhu ruang seperti pada **Gambar 1** dibawah ini.



Gambar 1. Sample fluida Distrik I Kawengan

Di samping itu, *produced water* di lapangan Kawengan memiliki kandungan Ca^{2+} tinggi yang dapat menyebabkan scale pada pipa [3,4]. Pola operasi pengiriman fluida yang berjalan dari Stasiun Pengumpul ke Stasiun Pengumpul Utama dilakukan secara *intermittent* sesuai jadwal pemompaan dan tidak secara kontinyu. Pola operasi tersebut yang menyebabkan terbentuknya *scale* dan deposit wax pada *trunkline*.

Selain itu, diperkuat dengan kondisi pipa yang tidak standar dan elevasi yang extreme sehingga menyebabkan *pressure drop* di sepanjang pipa. Apabila hal ini tidak segera ditangani maka dapat mengakibatkan *plugging* dan menjadi salah satu kendala dalam operasional produksi serta menyebabkan kerugian yang cukup signifikan. *Plugging* atau sumbatan diakibatkan karena padatan yang terjadi pada permukaan dari formasi di perforasi maupun di fasilitas produksi [5]. Berdasarkan

historical report yang diperoleh, dalam kurun waktu 6 tahun terakhir terjadi 3 kali *plugging* pada tahun 2018, 2021, dan 2023. Sebelumnya masalah *plugging* di Distrik I Kawengan dapat diminimalisir dengan adanya peralatan *steamer* dan *flushing unit*. Namun, pada tahun 2022 – 2023 unit tersebut mengalami kerusakan.

Pada *paper* ini akan dibahas evaluasi *plugging* yang dilakukan untuk mengatasi masalah *scaling* dan *deposit wax* pada pipa di Distrik I Kawengan. Sebagai penentu adanya kemungkinan pembentukan *scale*, beberapa metode kalkulasi bisa dipakai yaitu penentuan nilai *Stability Index* atau *Scaling Index*. Adapun untuk jenis-jenis *scale* adalah sebagai berikut [6]:

- a. Scale Calcium Sulfate (CaSO_4), yang terbentuk dari reaksi ion kalsium dan ion sulfat..

- b. Scale Barium Sulfate (BaSO_4) yang dibentuk oleh kombinasi ion barium dan ion sulfat.
- c. Scale Kalsium Karbonate (CaCO_3), yang terbentuk dari kombinasi ion kalsium dan ion karbonat atau bikarbonat.

Salah satu cara yang bisa digunakan untuk menganalisa pembentukan *scale* dan identifikasi jenis *scale* yang terbentuk yaitu metode Stiff dan Davis. Pada metode ini, digunakan parameter *ionic strength* atau umum dikenal dengan istilah kekuatan ion Ca sebagai sebuah koreksi pada keseluruhan konsentrasi garam dan suhu. Stiff dan Davis memakai persamaan :

$$\text{SI} = \text{pH} - \text{pHs} \quad (1)$$

$$\text{pHs} = K + \text{pCa} + \text{pAlk} \quad (2)$$

Jika Persamaan 2 disubstitusikan ke Persamaan 1, maka akan dihasilkan persamaan berikut:

$$\text{SI} = \text{pH} - K + \text{pCa} + \text{pAlk} \quad (3)$$

$$\text{Total alkalinitas} = (\text{CO}_3^{2-}) + (\text{HCO}_3^-) \quad (4)$$

Selain melalui grafik, harga pCa dan pAlk bisa juga dikalkulasikan melalui persamaan:

$$\text{pCa} = 4,5997 - 0,4327 \ln (\text{Ca}^{2+}) \quad (5)$$

$$\text{pAlk} = 4,8139 - 0,4375 \ln (\text{CO}_3 + \text{HCO}_3) \quad (6)$$

Apabila didapatkan nilai SI dengan harga positif, mengindikasikan adanya kecenderungan air untuk memicu timbulnya *scale*,

sedangkan bila mempunyai harga negatif mengindikasikan air ada di bawah saturasi CaCO_3 dan *scale* tidak akan terbentuk [7]. Maka, untuk kalkulasi *Stability Index* CaCO_3 , meninjau dari metode ini perlu diketahui data dari konsentrasi ion-ion pada air formasi, pH air, dan suhu. Merujuk pada hasil kalkulasi bisa ditentukan [8]:

- a) $\text{SI} > 0$: air sangat jenuh dengan CaCO_3 sehingga *scale* terbentuk.
- b) $\text{SI} = 0$: air berada pada titik jenuh.
- c) $\text{SI} < 0$: air tidak jenuh dan *scale* CaCO_3 tidak terbentuk.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan di Lapangan Kawengan Tahun 2024. Metode yang digunakan untuk penelitian ini dimulai dengan melakukan studi literatur, survei lapangan, pengambilan data lapangan, dan yang terakhir adalah melakukan pengolahan data laboratorium yang sudah dikumpulkan. Rumus yang diperlukan yaitu perhitungan *Scale Index* dengan analisa Stiff Davis seperti yang dibahas pada pendahuluan.

Dalam mendukung penulisan jurnal ilmiah yang disusun oleh penulis dalam membahas masalah *plugging pada trunkline* maka data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

- a. *Data well test*, untuk menghitung potensi LPO saat terjadi *plugging*.
- b. Data pemompaan Stasiun Pengumpul (SP), untuk mengetahui pola operasi yang berjalan.
- c. *Data oil content*, untuk mengetahui titik tuang minyak sebagai analisa penyebab terjadinya *plugging* seperti pada **Tabel 1** dibawah ini.

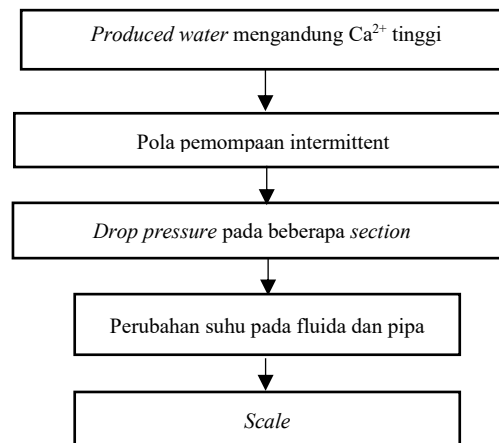
Tabel 1 Data well oil content

Lokasi	Lapisan	Interval (m)	Density	Gravity		Viscositas Kinematik	Titik Tuang ° F
				SG	°API	100° F	
				60 °F	60 °F	CST	
Well X	L1-3/4	762.5 - 816	0.8670	0.8675	31.62	6.9041	82
Well Y	K 3, L1	782 - 787	0.8660	0.8660	31.81	9.3672	88
SP VI Kawengan			0.8682	0.8687	31.38	9.1900	33.8

3. PEMBAHASAN

Pola operasi yang berjalan yaitu sumur X dan Y masuk ke Stasiun Pengumpul VI selanjutnya dikirim ke Stasiun Pengumpul V untuk dilanjutkan ke Stasiun Pengumpul Utama. Pola pemompaan dilakukan secara *intermittent* selama 4 jam sekali menyesuaikan level fluida dan jadwal pemompaan yang sudah dibuat. Kondisi elevasi yang cukup ekstrim

menyebabkan *pressure drop* sepanjang *trunk-line* sehingga terbentuk *scale* [9]. Apabila meningkatnya *pressure drop* linear dengan penurunan laju alir produksi, maka diindikasikan adanya *scale* yang terbentuk pada bagian pipa tersebut [10]. Untuk lebih jelasnya terkait analisa terbentuknya *scale* dijelaskan pada **Gambar 2** dibawah ini.



Gambar 2. Diagram Alir Identifikasi Adanya *Scaling*

Pada **Tabel 2** dapat tampak bahwa minyak yang terproduksi termasuk *High Pour Point Oil* (HPPO) sehingga dapat menyebabkan terbentuknya deposit wax pada pipa. Uji laboratorium juga dilakukan pada sample air formasi dan *scale* yang terbentuk pada pipa. Berdasarkan uji laboratorium air formasi di-

dapatkan kandungan mineral yang dapat bereaksi membentuk *scale* secara bertahap. Air formasi pada Well-X dan Well-Y mengandung ion Ca^{2+} yang tinggi. Untuk memastikan bahwa air formasi tersebut menyebabkan *scale* dapat dilakukan analisa Stiff Davis untuk mengetahui *scale index*-nya.

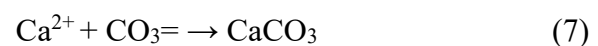
Tabel 2 Hasil Uji Laboratorium Air Formasi

Parameter	Well X (mg/ltr)	Well X (meq/l)	Well Y (mg/ltr)	Well Y (meq/l)
Na^+	8915	387,8025	8828	384,018
Ca^{2+}	131	6,5369	136	6,7864
Mg^{2+}	22	1,81038	20	1,6458
Cl^-	11632	328,13872	11768	331,97528
HCO_3^-	3904	63,98656	3403	55,77517
SO_4^{2-}	200	4,164	240	4,9968
CO_3^{2-}	0	0	0	0

A. Analisa terbentuknya CaCO_3 pada Well-X

CaCO_3 endapan kalsium karbonat yang terbentuk oleh persenyawaan ion karbonat a-

tau bikarbonat dengan ion kalsium yang terdapat dalam air formasi.





Selanjutnya harus dicari nilai Scale Index Well-X, hasil perhitungan *ionic strength* total (μ) dan temperatur digunakan untuk mencari nilai K menggunakan **Tabel 3** dan didapat nilai K 3.2.

Nilai pCa dicari berdasarkan konsentrasi Ca^{++} (mg/liter), dengan Pers. (5) didapat 2.46. Sedangkan nilai pAlk didapatkan berdasarkan konsentrasi CO_3^{2-} dan HCO_3^- dengan Pers. (6) didapat 1.19. Kemudian hitung *Scale Index* dengan Pers. (3) didapat nilai SI sebesar 8.02 yang artinya akan terbentuk endapan *scale* CaCO_3 .

Tabel 3 Total Ionic Strength Well-X

Ion	Konsentrasi	Faktor Konversi	<i>Ionic Strength</i>
Na	8915	0,000022	0,194216
Ca	131	0,00005	0,0068
Cl	11632	0,000014	0,164752
So4	200	0,000021	0,00504
HCO3	3904	0,000033	0,112299
<i>Total Ionic Strength</i>			0,49856

B. Analisa terbentuknya CaCO_3 Well-Y.

CaCO_3 endapan kalsium karbonat terbentuk oleh persenyawaan ion karbonat atau bikarbonat dengan ion kalsium yang terdapat dalam air formasi. Menggunakan nilai *total ionic strength* pada **Tabel 4** dihitung nilai pCa dan pAlk. Nilai pCa dicari berdasarkan konsentrasi Ca^{++} (mg/liter), dengan Pers. (5)

didapat 2.44.

Nilai pAlk didapatkan berdasarkan konsentrasi CO_3^{2-} dan HCO_3^- dengan Pers. (6) didapatkan nilai sebesar 1.25. Kemudian hitung *Scale Index* dengan Pers. (3) didapat nilai SI sebesar 8.06 yang artinya akan terbentuk endapan *scale* CaCO_3 .

Tabel 4 Total Ionic Strength Well-Y

Ion	Konsentrasi	Faktor Konversi	<i>Ionic Strength</i>
Na	8828	0,000022	0,194216
Ca	136	0,00005	0,0068
Cl	11768	0,000014	0,164752
So4	240	0,000021	0,00504
HCO3	3403	0,000033	0,112299
<i>Total Ionic Strength</i>			0,49856

C. Alternatif Penyelesaian

Metode yang saat ini digunakan untuk mengatasi *scale* tersebut yaitu dengan *flushing trunkline*. Namun, metode penanggulangan tersebut dinilai kurang efektif karena

membutuhkan waktu yang lama dan berpotensi menimbulkan *Lost Production Opportunity* (LPO) yang cukup besar. Di samping itu, saat ini *flushing unit* yang dimiliki PT Pertamina EP Field Cepu memiliki performa

yang kurang optimal. Oleh karena itu, sebagai alternatif dapat dilakukan *acidizing job* pada *trunkline*. *Acidizing job* dapat dilakukan pada *trunkline* yang memiliki riwayat *scalling* dan tidak bisa diselesaikan dengan *flushing* karena *scale* tersebut tidak dapat larut. Selain itu, yang cocok menggunakan

HCl yaitu *scale* dengan jenis CaCO_3 . Untuk melakukan pekerjaan tersebut perlu adanya uji analisa laboratorium untuk memastikan efektifitas penyelesaiannya. **Tabel 5** berikut hasil dari uji coba yang dilakukan dengan sample *scale* 5 gram dan volume pelarut 100 mL.

Tabel 5. Konsentrasi Pelarutan *Scale* dengan HCl

No	Konsentrasi HCl	Waktu	Keterangan
1	8%	30 menit	Larut sempurna (except: sand, clay, etc)
2	10%	24 menit	
3	15%	12 menit	

Berdasarkan **Tabel 5** di atas dapat dilihat bahwa semakin tinggi presentase konsentrasi HCl maka waktu yang dibutuhkan untuk melarutkan semakin cepat, begitu juga sebaliknya. Pada **Gambar 3** terdapat hasil dari pelarutan *scale* menggunakan HCl dalam waktu tertentu seperti tabel diatas. Hasil dari uji coba menunjukkan *scale* terlarut sempurna kecuali pasir yang ada dalam *scale*. Hasil

reaksi HCl dan *scale* harus dipertimbangkan karena terdapat padatan seperti pasir yang tidak dapat larut. Untuk tahap awal *acidizing wash* bisa dilakukan dengan menginjeksikan fluida sebesar 50% dari volume total pipa dengan pedoman konsentrasi HCl seperti hasil uji coba laboratorium, sehingga tidak terjadi reaksi asam HCl yang cukup tinggi untuk menjaga padatan yang tidak bisa larut.



Gambar 3. Sample scale

4. SIMPULAN

Dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa *scale* yang terbentuk pada *trunkline* Distrik I Kawengan adalah *scale* CaCO_3 atau kalsium karbonat berdasarkan hasil uji laboratorium dan analisa perhitungan metode *stiff davis* dengan nilai *scale index* sebesar

0.69. Metode *existing* yang digunakan untuk mengatasi *plugging* karena *scale* pada *trunkline* menggunakan *flushing unit* dengan waktu penyelesaian 14 hari yang menimbulkan kehilangan produksi. Alternatif penyelesaian yang terpilih yaitu *acidizing* dengan nilai konsentrasi HCl 10%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ningsih, Y. K. (2019). ANALISA CRUDE OIL DAN PENGARUH INJEKSI SOLVENT TERHADAP LAJU PRODUKSI PADA SUMUR NCT-127 LAPANGAN DREAM. Bandung: ITSB. (6)
- [2] Yudandhiss, C. S. (2022). Quality Assurance on Pour Point ASTM D-97, Flash Point ASTM D-93 and Kinematic Viscosity ASTM D-445 at PPSDM Migas Cepu Petroleum Laboratory. *IJCR (Indonesian Journal of Chemical Research)*, 17–26.
- [3] Pertamina EP Sukowati. (2024). *Analisa Produced Water dan Scale*. Tuban: Pertamina EP.
- [4] Gusfarozzi, A. (2021). *Analisa Penyebab Terbentuknya Scale Pada Pipa Produksi Di Lapangan X dengan Metode Stiff & Davis dan Metode Skillman, McDonald, Davis*. Riau: Universitas Riau.
- [5] Ulung, I. A. (2021). *EVALUASI PELAKSANAAN STIMULASI MATRIX ACIDIZING AKIBAT ADANYA PROBLEM SCALE CaCO_3 PADA SUMUR ABC-123 PT. PERTAMINA EP ASSET 2 LAPANGAN LIMAU*. Yogyakarta: UPN Veteran Yogyakarta.
- [6] Prakarsa, M. Y. (2022). *ANALISIS KEBOCORAN PIPA PEMBENTUKAN UAP KETEL BANTU DI MV KT.5*. Semarang: PIP Semarang.
- [7] Nasirudin Mahmud Ahmad, L. S. (2015). ANALISA AIR FORMASI DALAM MENENTUKAN KECENDERUNGAN. *Jurnal Seminar Nasional Cendekiawan 2015*, 317-325.
- [8] Akhdan W Setiaprjadi, S. d. (2010). Studi Penyebab Scale di Lapangan Minyak Sumatra. *Journal Lemigas*, 227-245.
- [9] Antoni Irawan, d. A. (2016). EVALUASI PENANGGULANGAN PROBLEM SCALE PADA FLOWLINE SUMUR TLJ-XXX DI PT. PERTAMINA EP ASSET II FIELD PRABUMULIH SUMATERA SELATAN. *Jurnal ITNY ReTIII*.
- [10] Fasya, D. P. (2022). *Perkiraan Pertumbuhan Scale di Surface Facility pada Gas Boot dan Water Cleaning Plant di Lapangan #PDD Menggunakan Simulasi Numerical Modeling*. Riau: Universitas Riau.

DAFTAR SIMBOL

SI	= indeks stabilitas <i>scale</i>
pH	= pH air sebenarnya
pHs	= nilai pH di mana air akan tersaturasi dengan CaCO_3
K	= konstanta, fungsi dari kadar garam, konsentrasi dan temperatur
pCa	= konversi ppm Ca
pAlk	= konversi ppm alkalinitas,