

Analisa Pengaruh Suhu Pada Sulfate Reducing Bacteria (SRB) yang Menyebabkan Korosi Internal di Pipa Minyak Chevron Duri

Hengky Darma Satria ¹⁾, Fajril Akbar ²⁾, Sri Rezeki Muria ²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Panam Pekanbaru 28293

ABSTRACT

Oil pipeline in PT. Chevron Pacific Indonesia has been periodically protected with scale inhibitor injection, scale remover, coating and pigging, however it was still found internal corrosion issues that caused by SRB (Sulfate Reducing Bacteria). In effort to control growth of SRB, the research was conducted to determine the correlation between temperature of crude oil to the growth of SRB population. Variations in crude oil samples from 20 production wells, which was the actual temperature directly measured in the field, then Bart Test was conducted in laboratory to measure SRB population in every day within 8 days. The results showed that SRB population was not found for crude oil sample from production well with temperature above 150°F, while with temperature under 150°F SRB population can be found in vary population. pH range of all samples was still stay in pH range for the SRB life.

Key words: *Bart Test, corrosion, crude oil, pipe, production well, SRB (Sulfate Reducing Bacteria).*

1. Pendahuluan

Dalam dunia industri perminyakan dan gas, jaringan pipa merupakan sarana transportasi yang sangat vital, mulai dari sumur minyak hingga ke tempat akhir pengiriman, karena pipa merupakan sarana penghubung dan transportasi yang utama.

PT. Chevron Pacific Indonesia, merupakan salah satu perusahaan minyak terbesar di Indonesia yang sangat peduli dan bertanggung jawab akan pegawai, lingkungan dan produksi. Untuk menjaga jaringan pipa tetap handal dan berfungsi sebagaimana yang diinginkan. Saat ini

PT. Chevron Pacific Indonesia (CPI) terus melakukan perawatan dan penanganan masalah pada jaringan pipanya.

Permasalahan yang sering di jumpai pada jaringan pipa adalah *scale* (kerak) dan korosi (pengikisan). PT. Chevron Pacific Indonesia telah memulai cara mencegah dan mengatasi sebelum dan sesudah terbentuknya kerak maupun korosi dengan cara meng-injeksikan *scale inhibitor*, *scale remover* dan melakukan *coating* (pelindung) untuk mencegah pengaruh kondisi lingkungan dan melakukan *pigging* (pembersihan pipa) secara berkala untuk pipa yang kritikal.

Meskipun sudah banyak hal yang dilakukan oleh PT. Chevron Pacific Indonesia untuk mengatasi kebocoran pada pipa, namun ternyata masih banyak kendala yang ditemukan di lapangan, salah satunya yang berasal dari SRB (*Sulfate Reducing Bacteria*) yang menyebabkan korosi internal (korosi bagian dalam pipa).

Chevron ETC (*Energy Technology Company*) telah mengembangkan Panduan

“*Microbiologically Influenced Corrosion (MIC) for Oil and Seawater Service*”, dengan pertimbangan bahwa mikroorganisme telah sejak lama diketahui memberikan pengaruh pada korosi yang terjadi.

Berdasarkan hasil kajian, Chevron ETC memberikan gambaran mengenai kondisi optimum untuk pertumbuhan SRB (*Sulfate Reducing Bacteria*), yaitu sebagai berikut:

Tabel 1.1 Kondisi Optimum Pertumbuhan SRB Versi Chevron ETC

Species	pH Tolerance	Temperature Tolerance
SRB General Properties	Grows in pH range 9.5–4.2	Mesophilic: Optimum = 25-40°C (77-104°F) Thermophilic: Optimum = 40-65°C (104-149°F) Some grow at temperatures over 100°C (212 °F)
Desulfovibrio desulfuricans	Optimum = 7.2 Grows in pH range 5.5–9.0	Optimum = 25–44°C (77-111°F)
Desulfotomaculum	Optimum = 6.6–7.4	Mesophilic: Optimum = 25–40°C (77-104°F) (Grows in range 10-70°C (50-158°F)) Thermophilic: Optimum = 40–65°C (104-149°F)
Desulfobulbus	Optimum = 6.6–7.5	Optimum = 25-40°C (77-104°F)
Desulfomicrobium	Optimum = 6.6– 7.5	Optimum = 25-40°C (77-104°F)
Desulfomonas	Optimum = 6.6–7.5	Optimum = 30-40°C (86-104°F)
Desulfoto nigrificans	-	Optimum = 55°C (131 °F) (Grows in range 30-70°C (86-158 °F))

Namun demikian, belum ada kajian yang mendalam tentang seberapa besar SRB berperan dalam populasi tersebut. Faktor-Faktor yang dapat mempengaruhi perkembangan SRB juga perlu diketahui sehingga dengan mengetahui faktor-faktor tersebut, perkembangan SRB dapat ditekan atau malah dihilangkan sehingga tidak menimbulkan masalah. Penelitian ini hanya akan melihat pengaruh pH dan Suhu.

Bart-test adalah salah satu metode yang digunakan oleh PT. CPI untuk mengukur keberadaan SRB, selain *Easicult Combi* dan *Sani-Check*.

Penelitian ini akan menggunakan metode *Bart-test* untuk mengukur populasi koloni SRB.

2. Metode Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak mentah dari lokasi sumur di Duri Field – CPI. Alat-alat yang digunakan adalah *PPE (Personal Protective Equipment)* seperti *safety glasses* dan sarung tangan, *Temperature Gun* untuk mengukur suhu sumur, pH Meter untuk mengukur pH sampel, dan *Bart-Test Agar Tube*.

Peubah yang akan diamati pada penelitian ini yaitu keberadaan koloni SRB (*Sulfate Reducing Bacteria*) pada sampel yang diambil dari 20 sumur

(well), masing-masing diamati setiap hari selama 8 hari inkubasi.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pengukuran pH dan suhu sampel di lapangan dan metode eksperimen di laboratorium dengan melakukan Analisa *Bart Tester* untuk mengukur jumlah koloni SRB (*Sulfate Reducing Bacteria*) di dalam sampel.

2.1 Persiapan Sampel

Dalam penelitian ini sampel yang dipakai berasal dari sumur yang terindikasi terkena internal korosi sebanyak 20 sumur. Setiap sumur akan diambil sampel sebanyak 2 kali, sehingga total ada 40 sampel yang akan di analisa.

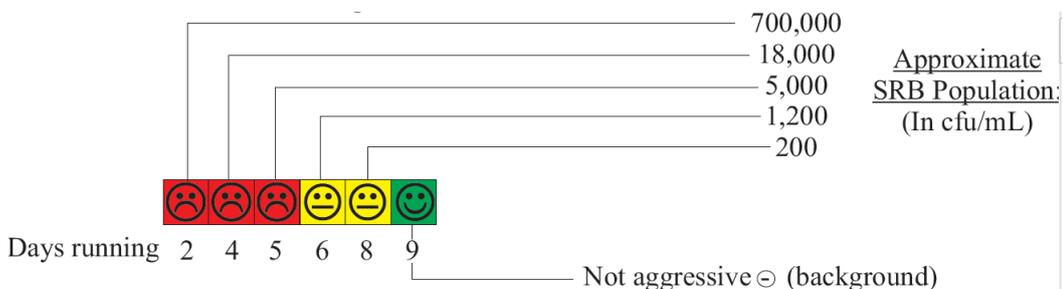
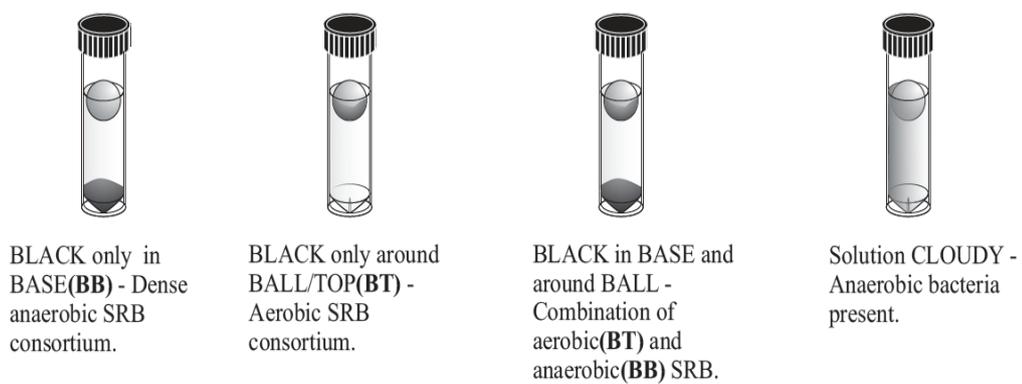
2.2 Pengukuran pH dan Suhu Sampel

pH dan suhu sampel di ukur di lapangan untuk mengetahui pH dan suhu aktual sampel.

2.3 Pengukuran Koloni SRB dengan *Bart Test*

Sampel kemudian dibawa ke laboratorium, untuk di analisa perkembangan SRB nya dengan cara :

1. Melepaskan *Inner Tube* dari *Outer Tube*-nya
2. Mengisi sampel menggunakan *Outer Tube* sekitar 20 ml
3. Mengisi *Inner Tube* dengan sampel sampai level yang ditentukan (lihat di botol)
4. Menutup *Capinner Tube*, dan memasukkan lagi ke dalam *Outer Tube*
5. Menulis nama sumur dan tanggal pengambilan
6. Mengamati setiap hari selama 8 hari



Gambar 2.1. Perhitungan Koloni SRB Bart-Test

3. Hasil dan Pembahasan

melakukan pengamatan setiap hari

3.1 Hasil Penelitian

selama 8 hari, didapatkan hasil sebagai

berikut ini:

Setelah dilakukan pengukuran SRB menggunakan Bart-Tester dan

Tabel 3.1. Hasil Penelitian

No	Asal Sampel		Tes di Tempat		SRB-BART		
	Nomor Well/Sumur	Area	Temp (F)	pH	Hari Inkubasi	Populasi (CFU/ml)	Interpretasi
1	8N-32B	A05NE	99	6.66	2	700,000	Ada
	8N-32B	A05NE	99	6.66	2	700,000	Ada
2	8N-16A	A05NE	129	6.45	2	700,000	Ada
	8N-16A	A05NE	128	6.45	2	700,000	Ada
3	7R-56A	A06SE	133	7.00	6	1,200	Ada
	7R-56A	A06SE	134	6.80	6	1,200	Ada
4	7N-83A	A05SE	121	6.29	6	1,200	Ada
	7N-83A	A05SE	121	6.29	6	1,200	Ada
5	7N-59B	A05NE	104	6.86	2	700,000	Ada
	7N-59B	A05NE	105	6.85	2	700,000	Ada
6	7N-16A	A05SE	108	6.08	5	5,000	Ada
	7N-16A	A05SE	108	6.06	5	5,000	Ada
7	6S-26C	A06SW	143	7.83	4	18,000	Ada
	6S-26C	A06SW	146	7.85	4	18,000	Ada
8	6Q-69A	A06NE	194	6.53	8	ND	Ada
	6Q-69A	A06NE	194	6.55	8	ND	Ada
9	5L-13A	A10SC	168	6.14	8	ND	Tidak Ada
	5L-13A	A10SC	167	6.10	8	ND	Tidak Ada
10	5K-47A	A10SE	152	6.35	8	ND	Tidak Ada
	5K-47A	A10SE	155	6.40	8	ND	Tidak Ada
11	5K-46B	A10SE	160	5.93	8	ND	Tidak Ada
	5K-46B	A10SE	160	5.94	8	ND	Tidak Ada
12	5K-21B	A10NC	154	6.82	8	ND	Tidak Ada
	5K-21B	A10NC	155	6.80	8	ND	Tidak Ada
13	4V-43A	A07SW	118	6.51	2	700,000	Ada
	4V-43A	A07SW	120	6.51	2	700,000	Ada
14	4U-15C	A07SW	84	6.54	7	200	Ada
	4U-15C	A07SW	85	6.55	7	200	Ada

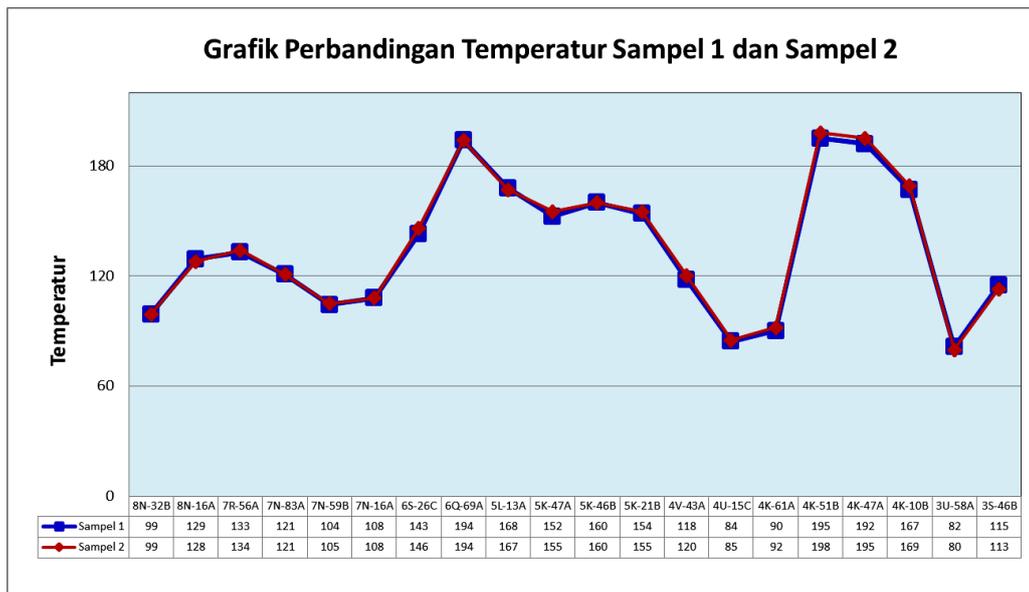
No	Asal Sampel		Tes di Tempat		SRB-BART		
	Nomor Well/Sumur	Area	Temp (F)	pH	Hari Inkubasi	Populasi (CFU/ml)	Interpretasi
15	4K-61A	A10SC	90	5.61	5	5,000	Ada
	4K-61A	A10SC	92	5.62	5	5,000	Ada
16	4K-51B	A10SC	195	6.13	8	ND	Ada
	4K-51B	A10SC	198	6.10	8	ND	Ada
17	4K-47A	A10SC	192	5.80	8	ND	Tidak Ada
	4K-47A	A10SC	195	5.75	8	ND	Tidak Ada
18	4K-10B	A10NC	167	6.88	8	ND	Tidak Ada
	4K-10B	A10NC	169	6.90	8	ND	Tidak Ada
19	3U-58A	A07SW	82	6.81	7	200	Ada
	3U-58A	A07SW	80	6.83	7	200	Ada
20	3S-46B	A09SE	115	6.72	7	200	Ada
	3S-46B	A09SE	113	6.69	7	200	Ada

3.2 Analisa Data Suhu Sampel

Sampel minyak mentah dari setiap sumur produksi diambil sebanyak 2 kali dan suhu sumur

produksi juga diukur menggunakan *Temperature Gun*.

Analisa perbandingan suhu antara sampel 1 dan sampel 2 dapat dilihat pada Gambar 3.1,



Gambar 3.1. Perbandingan Populasi Data Suhu antara Sampel 1 dan Sampel 2

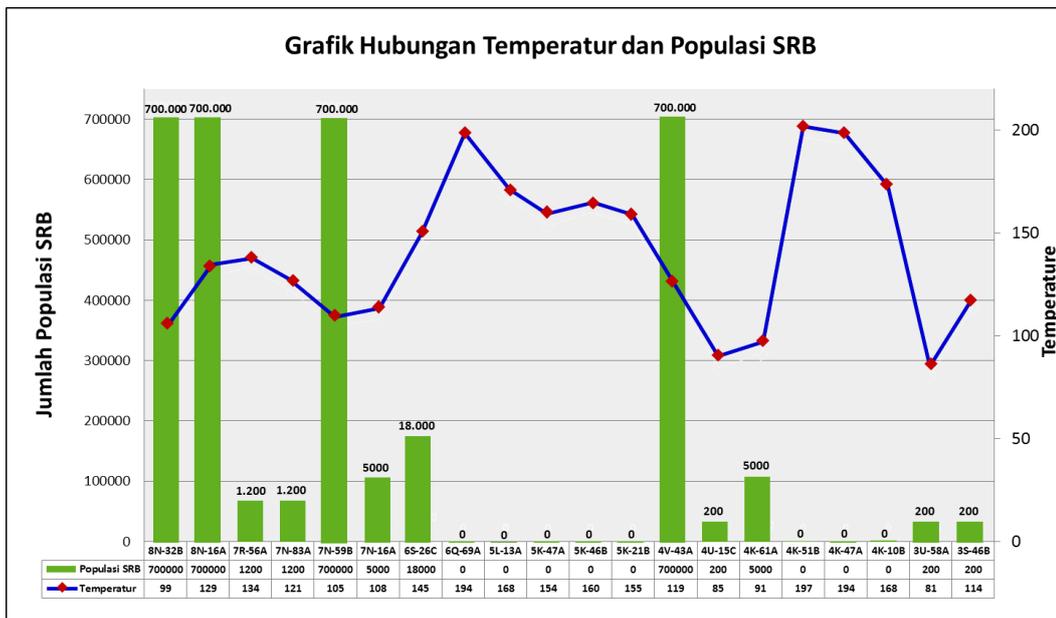
Gambar 3.1 menunjukkan bahwa variasi waktu pengambilan sampel terhadap temperatur sampel yang diukur oleh *Temperatur Gun* hasilnya relatif konstan, dimana nilai temperatur antara sampel 1 dan 2 untuk sumber sumur yang sama nilainya tidak jauh berbeda.

3.3 Analisa Hubungan Suhu dan Populasi SRB

Pengaruh suhu terhadap perkembangan populasi SRB dapat

dilihat dengan hari inkubasi terjadi pada Bart-tester. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 12 sampel yang terindikasi adanya populasi SRB, sedangkan 8 sampel tidak terindikasi adanya SRB di mana 8 sampel yang tidak terindikasi adanya SRB ini memiliki suhu sumur diatas 150°F.

Berikut adalah grafik yang memperlihatkan hubungan suhu dengan populasi SRB:



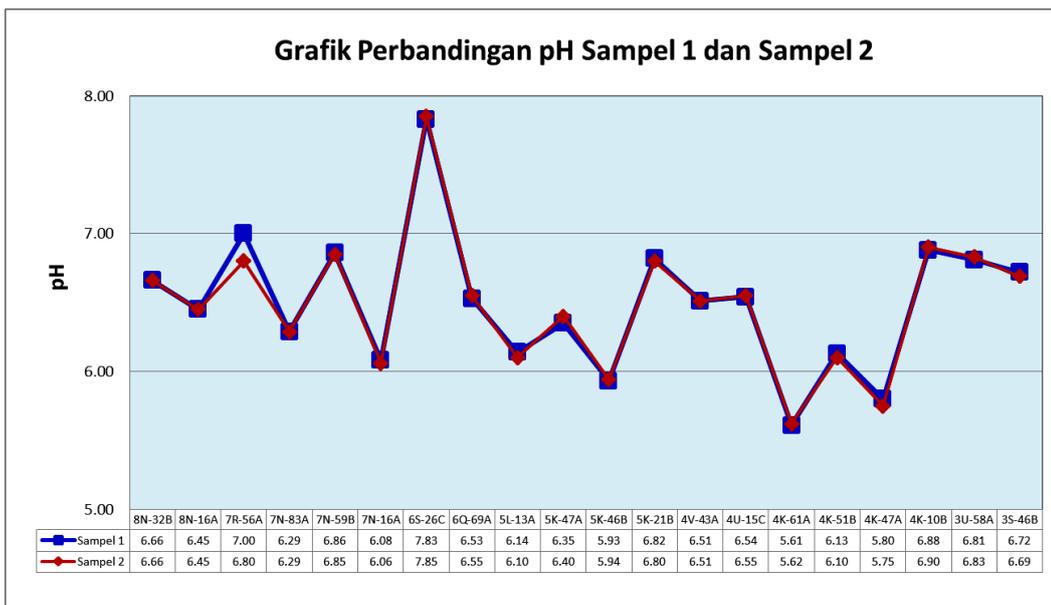
Gambar 3.2. Hubungan Temperatur dan Populasi SRB

3.4 Analisa Data pH Sampel

Sampel minyak mentah dari setiap sumur produksi diambil sebanyak 2 kali dan juga diambil data pH sampel yang diukur menggunakan pH Meter.

Analisa perbandingan pH antara sampel 1 dan sampel 2 dapat dilihat

pada Gambar 3.3, di mana variasi waktu pengambilan sampel terhadap pH sampel yang diukur oleh pH Meter hasilnya relatif konstan, dimana nilai pH antara sampel 1 dan 2 tidak jauh berbeda.



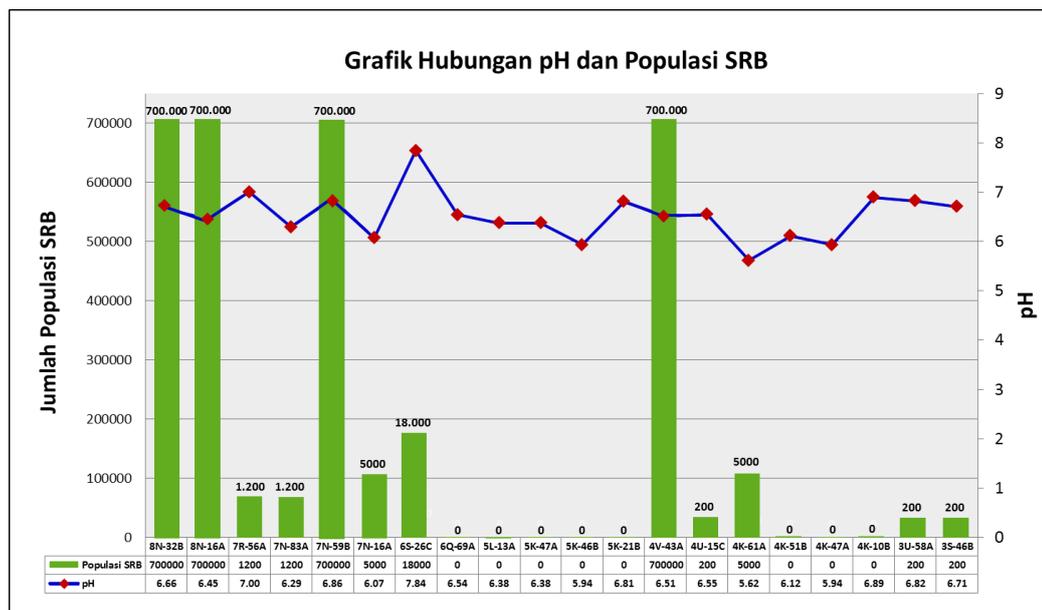
Gambar 3.3. Perbandingan Populasi pH Antara Sampel 1 dan Sampel 2

3.5 Analisa Hubungan pH dan Populasi SRB

Pengaruh pH terhadap perkembangan populasi SRB dapat dilihat dengan hari inkubasi terjadi pada Bart-tester. Hasil penelitian menunjukkan bahwa baik kelompok sampel yang terindikasi populasi SRB

maupun yang tidak terindikasi populasi SRB, keduanya memiliki rentang pH yang masih berada dalam rentang pH untuk hidup SRB (*Desulfovibrio Desulfuricans*) yaitu 5.5 – 9.

Berikut adalah grafik yang memperlihatkan hubungan pH dengan populasi SRB:



Gambar 3.4 Grafik Hubungan pH dengan Populasi SRB

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa,

1. Untuk data Suhu atau temperatur dari 2 sampel yang diambil datanya, baik sampel 1 maupun sampel 2 dengan lokasi sumur yang sama namun diambil dengan waktu yang berbeda didapatkan sebaran data dan populasi sampelnya relatif sama
2. Sampel sumur dengan suhu diatas 150°F tidak ditemukan populasi SRB, sedangkan dengan suhu dibawah 150°F dapat

ditemukan SRB dengan populasi SRB yang bervariasi

3. Populasi SRB tidak bersifat linier antara penurunan suhu dengan jumlah populasinya
4. Untuk data pH dari 2 sampel yang diambil datanya, baik sampel 1 maupun sampel 2 dengan lokasi sumur yang sama namun diambil dengan waktu yang berbeda didapatkan sebaran data dan populasi sampelnya relatif sama
5. Secara keseluruhan, 40 sampel yang berasal dari 20 sumur memiliki rentang pH 5.93-6.9,

dimana nilai ini masih berada di dalam rentang pH untuk pertumbuhan SRB, yaitu rentang pH 5.5-9.

6. Kondisi optimum populasi SRB (700.000 CFU/ml) ditemukan pada sampel yang berasal dari 4 sumur, dengan kondisi rentang temperatur sumur 99-128 oF, dan rentang pH 6.51-6.85.

5. Saran

Dengan diketahuinya kondisi optimum populasi SRB ditemukan pada sumur dengan rentang temperatur 99-128 °F, sedangkan pada temperatur sumur diatas 150 °F tidak ditemukan

populasi SRB, maka disarankan untuk mengoptimalkan sistem injeksi steam ke dalam reservoir untuk menjaga temperatur operasi sumur di atas 150 oF dengan memonitor laju steam yang di injeksikan.

6. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Dr. Fajril Akbar, Msi dan Ibu Sri Rezeki Muria, ST, MP, MSc yang telah membimbing dan memberikan ilmu-ilmu yang bermanfaat kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bayoumy E.L., A. Mahmoud, J.K. Bewtra, H.I. Ali, & N. Biswas. (1999). *Sulfide Production by Sulfate Reducing Bacteria with Lactate as Feed In unflow Anaerobic Fixed Film Reacto, Water, Air and Soil Pollute.*
- Bractova S., S. Groudev, & P. Georgiev. (2002). *The Effect Of Some Essential Environmental Factors On Microbial Dissimilatory Sulphate Reduction. Annual Of The University Of Mining And Geology St Ivan Ritski: Vol 44-45, Part II, Mining and Mineral Processing.*
- Cohen, R.R.H. (2005). *Use Microbes For Cost Reduction Of Metal Removal From metals And Mining Industry Waste Streams. J. Cleaner Prod.*
- Dexter, C.S. (1996). *General Biological Corrosion. ASM Handbook, Formerly 9th ed, Metals Handbook, Vol 13.*
- Gunawan, Adi, & Roeswati. (2004). *Tangkas Kimia. Kartika, Surabaya.*
- Odom J.M., & H.D. Peck Jr. (1981). *Hydrogen Cycling As A General Mechanism for Energy Coupling In The Sulfate-Reducing Bacteria, Desulfovibrio sp. FEMS Microbiology.*
- Hasan,H. (2004). *Production Modul 4. Duri: PT.Chevron Pacific Indonesia*
- Kent, B. (2004). *Biological Activity Reaction Test.* New York.
- Supardi, R. (1997). *Korosi. Penerbit Tarsito, Bandung.* Sulfat dan Poli Aluminium Klorida (PAC), *Jurnal Penelitian Sains*, Edisi khusus Desember 2009, 38-43.