

PENGARUH CAMPURAN ASAM SITRAT DAN ASAM SULFAMAT SEBAGAI ALTERNATIF PEMBERSIHAN KERAK PADA PIPA MATERIAL CARBON STEEL

Rival Ekananda^{1*}, Ir. Endah Wismawati², Ekky Nur Budiyan³

Program Studi D-IV Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia^{1,2,3}

Email: rivalekananda@gmail.com^{1*}

Abstract - The scale is a deposit of inorganic compounds that settles and forms crystal deposits on the surface of a substrate. The scale in the pipe will inhibit the flow inside the pipe, so the pipe will likely break because of overheating. This study uses SEM (scanning electron microscopy) testing to determine the morphological shape and content of chemical compounds in the scale. To remove the scale, tested 18 pipes using a solution of citric acid and sulfamic acid with variations in concentration, debit, temperature and time. After the testing is done, the biggest weight loss results were obtained 1.6 grams and the smallest 0.5 grams. The diameter of the pipe increases with the largest value which is 0.36 mm and the smallest is 0.16 mm. The visual form between before and after is different because the higher concentration, debit, time, and temperature, the faster scale dissolves. Based on economical calculations if before cleaning there is a scale on the Carbon Steel A106 Grade B material pipe equipment production value every year which is Rp.649.496.323. After cleaning the Carbon Steel material pipe equipment, the annual production value is Rp.653.974.748, then the estimated value of production in one year increased by Rp.4.478.425.

Keyword: Scale, SEM, Concentration, Debit, Time, Temperature, Economic

Nomenclature:

c = Concentration [%]

d = Debit [L/h]

t = Time [s]

T = Temperature [°C]

M = Massa [g]

V = Volume [L]

ID = Inside diameter [mm]

1. PENDAHULUAN

Proses pengendapan beberapa senyawa anorganik biasa terjadi pada peralatan-peralatan industri yang melibatkan air garam seperti industri minyak dan gas, proses desalinasi dan ketel serta industri kimia. Terakumulasinya endapan-endapan dari senyawa anorganik tersebut dapat menimbulkan masalah seperti kerak. Pengerakan (scaling) merupakan masalah yang kompleks dan selalu terjadi di dalam suatu kegiatan industri terutama pada alat-alat seperti water reservoir, boiler, heat exchanger, dan condenser.

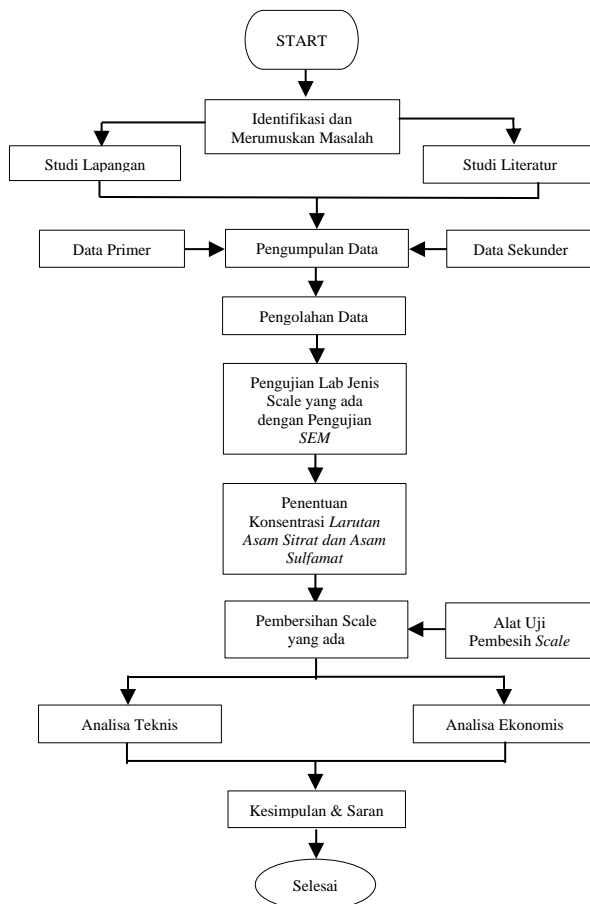
Kerak juga dapat terjadi pada industri perminyakan misal pada lubang sumur, rangkaian pompa dalam sumur, casing, flow line, manifold, separator, tangki, dan peralatan produksi lainnya. Kerak merupakan suatu deposit dari senyawa-senyawa anorganik yang mengendap dan membentuk timbunan kristal pada permukaan suatu substrat. Pengerakan adalah proses alami yang terjadi karena adanya reaksi kimia antara beberapa kandungan

yang tidak dikehendaki di dalam air. Kandungan yang dimaksudkan meliputi alkalin, kalsium, klorid, sulfat, nitrat, besi, seng, tembaga, fosfat, aluminium dan lain lain. Pembentukan kerak pada dasarnya merupakan fenomena pengkristalan yang dipengaruhi oleh berbagai faktor.

Dengan adanya timbunan kerak di dalam pipa maka akan menghambat laju aliran yang melewatinya sehingga aliran akan berkurang serta dapat menghambat perpindahan panas dan apabila tidak segera diatasi akan terjadi overheating juga menurunkan efisiensi. Selain itu, tekanan pada pipa menjadi semakin tinggi, sehingga kemungkinan pipa akan pecah dan rusak. Timbunan kerak juga memperkecil diameter pipa, sehingga untuk mempertahankan kecepatan transfer tetap seperti semula diperlukan tenaga pemompaan yang lebih besar. Pada studi ini akan melakukan 18 kali pengujian pembersihan kerak didalam pipa menggunakan larutan asam sitrat. Dalam percobaan tersebut menggunakan 3 variasi yaitu konsentrasi, debit, dan waktu.

2. METODOLOGI.

2.1. Diagram Alir



Gambar 1.1 Diagram alir penelitian

2.2. Langkah Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan hasil data pengujian *scanning electron microscopy* (SEM), data pengujian pembersihan kerak, dan analisa ekonomis terhadap material *Carbon Steel A106 Gr. B*. Pengujian pembersihan kerak pada pipa menggunakan variasi konsentrasi (3%, 4%, 5%), debit (200 L/h, 400 L/h, 600 L/h), waktu (5 menit, 10 menit). Setelah pengujian pembersihan kerak pada pipa selesai didapatkan hasil bentuk visual perubahan diameter dan berat pada pipa sebelum dan sesudah. Setelah pengujian semua selesai menghitung perhitungan nilai ekonomis pada pembersihan kerak pada pipa.

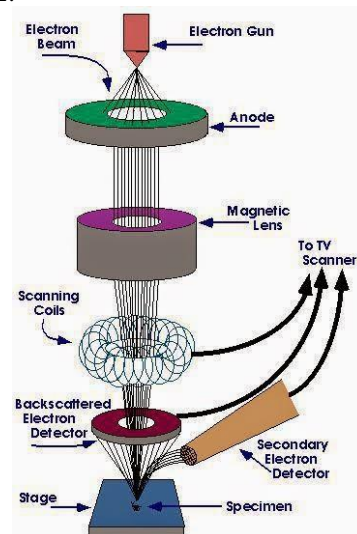
A. Variasi Pengujian

Variasi pengujian pembersihan kerak terdiri dari 3 variasi yaitu konsentrasi, debit, dan waktu. Dengan konsentrasi (3%, 4%, 5%), debit (200 L/h, 400 L/h, 600 L/h), waktu (5 menit, 10 menit).

B. Pengujian SEM

Pengujian SEM dilakukan untuk mengetahui bentuk morfologi dari kerak pada pipa, dan untuk mengetahui kandungan senyawa kimia dari kerak

pada pipa. Berikut skema alat pengujian SEM pada gambar 1.2:

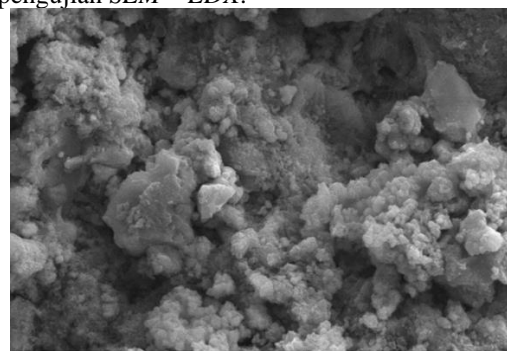


Gambar 2.5 Skema alat pengujian SEM

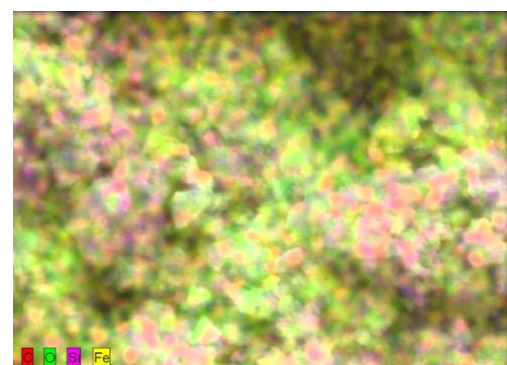
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian SEM

Setelah melakukan pengujian SEM – EDX di Laboratorium pada kerak yang berada di dalam Pipa dengan pembesaran 5000x pada Gambar 3.1, dan didapatkan beberapa komposisi. Komposisi tersebut diantaranya C, O, Si, Fe. Untuk C berwarna merah, dan O berwarna hijau, Si berwarna ungu, dan Fe berwarna kuning pada Gambar 3.2. Berikut gambar dari pengujian SEM – EDX:



Gambar 3.1: Kerak Pada Pipa dengan pembesaran 5000 x



Gambar 3.2: Komposisi Kerak Pada Pipa

3.2 Hasil Pengujian Pembersihan Kerak Pada Pipa

A. Perhitungan Konsentrasi Scale Removal

Perhitungan dilakukan secara manual untuk mendapatkan larutan scale removal dengan konsentrasi 3 %, 4 %, dan 5 %. Berikut langkah-langkah perhitungan :

- Scale Removal Konsentrasi 3 %

Diketahui:

Massa = 13 Kg = 13000 gram

Mr = 455

V = 30 L

Menghitung molaritas:

$$n = \text{gr}/\text{Mr} = 13000/455 = 28,57 \text{ mol}$$

Molaritas (3% dari 30 L)

$$= n/V = 28,57/0,9 = 31,74 \text{ Molaritas}$$

$$n \text{ (3% dari 13 Kg)} = \text{gr}/\text{Mr} = 390/455 = 0,86 \text{ mol}$$

Molaritas (3% Asam Sitrat dan Asam Sulfamat)

$$= n/V = 0,86/0,9 = 0,96 \text{ Molaritas}$$

Menghitung volume scale removal:

M1 = 31,74 Molaritas

M2= 0,96 Molaritas

V1= ?

V2= 6000 ml

$$\text{Pengenceran} = M1 \cdot V1 = M2 \cdot V2$$

$$31,74 \cdot V1 = 0,96 \cdot 6000$$

$$V1 = (0,96 \times 6000)/31,74$$

$$V1 = 181,47 \text{ ml}$$

Jadi Scale Removal dengan konsentrasi 3% sebanyak 181,47 ml dilarutkan dengan 6000 ml air.

- Scale Removal Konsentrasi 4 %

Diketahui:

Massa = 13 Kg = 13000 gram

Mr = 455

V = 30 L

Menghitung molaritas:

$$n = \text{gr}/\text{Mr} = 13000/455 = 28,57 \text{ mol}$$

Molaritas (4% dari 30 L)

$$= n/V = 28,57/1,2 = 23,81 \text{ Molaritas}$$

$$n \text{ (4% dari 13 Kg)} = \text{gr}/\text{Mr} = 520/455 = 1,14 \text{ mol}$$

Molaritas (4% Asam Sitrat dan Asam Sulfamat)

$$= n/V = 1,14/1,2 = 0,95 \text{ Molaritas}$$

Menghitung volume scale removal:

M1 = 23,81 Molaritas

M2= 0,95 Molaritas

V1= ?

V2= 6000 ml

$$\text{Pengenceran} = M1 \cdot V1 = M2 \cdot V2$$

$$23,81 \cdot V1 = 0,95 \cdot 6000$$

$$V1 = (0,95 \times 6000)/23,81$$

$$V1 = 239,4 \text{ ml}$$

Jadi Scale Removal dengan konsentrasi 4% sebanyak 239,4 ml dilarutkan dengan 6000 ml air.

- Scale Removal Konsentrasi 5 %

Diketahui:

Massa = 13 Kg = 13000 gram

Mr = 455

V = 30 L

Menghitung molaritas:

$$n = \text{gr}/\text{Mr} = 13000/455 = 28,57 \text{ mol}$$

Molaritas (5% dari 30 L)

$$= n/V = 28,57/1,5 = 19,05 \text{ Molaritas}$$

$$n \text{ (5% dari 13 Kg)} = \text{gr}/\text{Mr} = 650/455 = 1,43 \text{ mol}$$

Molaritas (5% Asam Sitras dan Asam Sulfamat)

$$= n/V = 1,43/1,5 = 0,953 \text{ Molaritas}$$

Menghitung volume scale removal:

M1 = 19,05 Molaritas

M2= 0,953 Molaritas

V1= ?

V2= 6000 ml

$$\text{Pengenceran} = M1 \cdot V1 = M2 \cdot V2$$

$$19,05 \cdot V1 = 0,953 \cdot 6000$$

$$V1 = (0,953 \times 6000)/19,05$$

$$V1 = 300,16 \text{ ml}$$

Jadi Scale Removal dengan konsentrasi 5% sebanyak 300,16 ml dilarutkan dengan 6000 ml air.

B. Tabel dan Grafik Pembersihan Kerak Pada Pipa

Tabel 3.1 Hasil Pengujian Pembersihan Kerak Pada Pipa

Konsentrasi	Suhu (°C)	Waktu (menit)	Debit (L/h)	Pengurangan berat (g)	Penambahan diameter dalam (mm)	Kode (pipa)
3	30	5	200	0,5	0,16	1
			400	0,6	0,18	2
			600	0,6	0,19	3
		10	200	0,6	0,18	7
			400	0,7	0,19	8
			600	0,7	0,2	9
4	30	5	200	0,7	0,23	13
			400	0,7	0,24	14
			600	0,8	0,25	15
		10	200	1	0,27	19
			400	1,2	0,28	20
			600	1,3	0,29	21
5	30	5	200	1,3	0,31	25
			400	1,3	0,32	26
			600	1,4	0,33	27
		10	200	1,5	0,34	31
			400	1,6	0,35	32
			600	1,6	0,36	33

3.3 Perhitungan Ekonomis

Perhitungan ekonomis terhadap perbaikan equipment material carbon steel A106 Gr. B didapatkan nilai seperti pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.8 Harga Total Pengerjaan Pemberihan Pipa

Material	Harga Total Keseluruhan
Carbon Steel	Rp. 2.232.576

Pada Tabel 4.8 di atas adalah harga total dari pengerjaan pembersihan pipa senilai Rp.2.232.576 dengan material Carbon Steel A106 Gr. B. Nilai produksi ada kerak (*scale*) sebesar Rp.649.496.323 dan setelah pengujian pembersihan kerak pada pipa sebesar Rp.653.974.748. Sehingga apabila dilakukan pembersihan kerak pada pipa untuk produksi service water, maka perkiraan nilai ekonomis produksi bertambah dalam 1 tahun sebesar Rp.4.478.425.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan, dapat menjadi kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengaruh konsentrasi larutan pada pembersihan kerak pada pipa dengan material *Carbon Steel* A106 Grade B menunjukkan jika semakin tinggi konsentrasi larutan asam sitrat dan asam sulfamat maka akan banyak kerak yang terlarut.
2. Pengaruh debit pada pembersihan kerak pada pipa dengan material *Carbon Steel* A106 Grade B menunjukkan jika semakin tinggi debit maka kerak akan semakin cepat terlarut.
3. Pengaruh waktu pada pembersihan kerak pada pipa dengan material *Carbon Steel* A106 Grade B menunjukkan jika semakin tinggi waktu maka akan banyak kerak yang terlarut.
4. Pengaruh konsentrasi larutan asam sitrat dan asam sulfamat untuk pembersihan kerak pada pipa material *Carbon Steel* A106 Grade B menunjukkan perubahan bentuk visual dari pipa sebelum dan sesudah pembersihan yaitu pada diameter dalam pipa berubah.
5. Hasil nilai perhitungan ekonomis pada material *Carbon Steel* A106 Grade B apabila dilakukan pembersihan kerak pada pipa untuk produksi service water, maka perkiraan nilai ekonomis produksi bertambah dalam 1 tahun sebesar Rp.4.478.425.

5. SARAN

Selanjutnya dari pembahasan penelitian ini, dapat dirangkum beberapa saran yang berkaitan dengan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Untuk perusahaan proses jika ingin mengetahui nilai produksi, sebaiknya membandingkan dan menghitung ulang dengan material sebelumnya atau dengan material lain pada sistem service water.
2. Untuk peneliti yang akan melakukan penelitian selanjutnya berdasarkan penelitian ini sebaiknya juga menggunakan metode celup agar

mendapatkan perbandingan dan hasil yang maksimal.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari penyelesaian jurnal ini tidak terlepas dari bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak, penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT atas berkat, rahmat dan hidayah-Nya Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan lancar dan tepat waktu.
2. Kedua orang tua yang telah memberikan begitu banyak nasehat hidup, kasih sayang, doa, dukungan moril serta materil, dan segalanya bagi penulis.
3. Bapak Ir. Eko Julianto, M.Sc, M.RINA selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
4. Bapak Ir. Endah Wismawati, M.T, selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama penyelesaian jurnal tugas akhir.
5. Bapak Ekky Nur Budiyo, S.ST., MT, selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama penyelesaian jurnal tugas akhir.
6. Seluruh staf pengajar Program Studi Teknik Perpipaan yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis selama masa perkuliahan.
7. Semua teman-teman *piping engineering* 2015, yang telah memberikan semangat, keceriaan, dan ilmu selama penulisan tugas akhir.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ali, R. (2016). Penanggulangan Scale Dalam Pipa Distribusi Minyak Mentah Dari Sumur Produksi Ke Mani Fold Secara Kimiawi Pada Lapangan Minyak Dan Gas Job Pertamina Talisman (Ogan Koming) Ltd Di Desa Metur Kabupaten Oku Sumatera Selatan.
- [2] Amin, M. (2013). *PK Teknik Produksi Migas* (1st ed.). Jakarta.
- [3] Aragonit. <http://id.wikipedia.org>. (21 Desember 2018).
- [4] Hempel, S. 2011. <http://www.alamy.com>. (23 February 2011).
- [5] Houston, P. 2019. Barium Sulfate Scale. <https://fqcchemicals.com>.
- [6] Majeed, N. s. (2010). Study The Performace Of Sulfamic Acid And Citric Acid In Removal The Scale Deposited On The Dura Refinery. *Engineering College*, 16(march).
- [7] Mangestiyono, W. (2015). Pengaruh Temperatur Terhadap Pertumbuhan Kerak CaCO₃ Di Dalam Pipa Beraliran Laminer. *Science And Engineering*, 1(Sens1), 108–114.
- [8] Rocky, R. 2019. <https://rockyroadminerals.com>.

- [9] Septiani, M. (2019). Efektivitas Asam Nitrat (HNO₃) Sebagai Pelarut Alternatif Pada Proses Acid Wash Terhadap Plate Electrolyzer Di PT. Kaltim Nitrate Indonesia. *Journal of Chemical Process Engineering*, 3(2), 17. <https://doi.org/10.33536/jcpe.v3i2.258>
- [10] Setiawan, A. (2017). Analisis Removal Scaling Silika Pada Jalur Re-Injeksi Brine Pembangkit Listrik Energi Panas Bumi Dengan Menggunakan Asam Fluorida. *Journal of Research and Technology*, 3(1).
- [11] Setiososari, Eka. 2018. Penggunaan Asap Cair. <https://docplayer.info>.
- [12] Shalahuddin, iqbal. 2018. Jenis-jenis Silika. <https://iqshalahuddin.wordpress.com>.
- [13] Sugeng, M. 2015. Cara Mengatasi Kerak/lumut Pada Pipa Air Bersih. <http://ahlisumur-professional.blogspot.com>. (1 Januari 2015).
- [14] Suharso, P., & Buhani, D. (2015). *Penanggulangan Kerak* (2nd ed.).
- [15] Syahri, M., & Sugiarto, B. (n.d.). Scale Treatment Pada Pipa Distribusi Crude Oil Secara Kimiawi, *104(0274)*, 33–37.
- [16] Zahroh, Q. (2017). Pengaruh Proses Penambahan Scale Removal Terhadap Pengurangan Kerak Pada Pipa 4" Di SP 1 Ledok KSO PT. Pertamina EP - PT. Geo Cepu Indonesia. *2nd Conference On Piping Engineering And It's Application*.

(HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN)