

## PENGARUH KOROSI TERHADAP KEKUATAN TARIK MACARONI TUBING P110 1.900" x 4.19 lbs/ft

<sup>1)</sup>Hb. Sukarjo, <sup>2)</sup>Adi Surahman,

<sup>1,2)</sup>Prodi Teknik Mesin Universitas Proklamasi 45 Yogyakarta

<sup>1)</sup>Email: Heribertus.sukarjo@yahoo.com

Jl. Proklamasi No.1 Babarsari Yogyakarta

### ABSTRACT

*Macaroni Tubing P110 1.900" x 4.19 lbs/ft which applied at Snubbing and Oil and Gas industry, exposed to Corrosive fluids such as NH<sub>4</sub>Cl, KCl and Sea Water. Macaroni Tubing P110 1.900" x 4.19 lbs/ft also has mechanical treatment especially Tensile force. That's why effects of NH<sub>4</sub>Cl, KCl and Sea Water fluid to Corrosion Rate and Tensile strength Macaroni Tubing P110 1.900" x 4.19 lbs/ft shall be known. Starting from those issue, Immersion corrosion testing using NH<sub>4</sub>Cl, KCl and sea water instruments is conducted, and Tension testing is performed to the material after exposed to those corrosive fluids. Immersion corrosion testing method is used to analyze corrosion rate and Tension testing is used to analyze the tensile strength. The result shown that the fastest Corrosion rate is material which immersed to 6% NH<sub>4</sub>Cl with average corrosion rate value 0,210 mm/year. In second position is material which immersed to 3% KCl with average corrosion rate value 0.132 mm/year and the latest is material which immersed to sea water with average corrosion rate value 0.095 mm/year. Meanwhile, tensile strength test shown 676.53 Mpa for Raw Material specimens, 664.19 Mpa for specimens which immersed to 3% KCl, 653.51 Mpa for specimens which immersed to 6% NH<sub>4</sub>Cl and 669.55 Mpa for specimens which immersed to sea water. From those three specimens which immersed to corrosive fluid shown tensile strength decreased than Raw Material tensile strength and Specimen which immersed to 6% NH<sub>4</sub>Cl shown the biggest value.*

*Keywords: macaroni tubing, corrosion, tension testing.*

### I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang digunakan pada dunia pertambangan minyak dan gas bumi baik di laut (*Off Shore*) ataupun di darat (*On Shore*) saat ini mengalami perkembangan yang cukup pesat, baik dari metode maupun peralatan yang digunakan. Peralatan dalam Industri Minyak dan Gas tidak lepas dari material besi dan baja, salah satunya adalah *Snubbing Unit*. *Snubbing* adalah proses pekerjaan memasukan atau mencabut rangkaian batang Pipa Makaroni (*Macaroni Tubing*) ke dalam sumur minyak atau gas yang masih hidup (bertekanan) dengan jalan menekan/mendorong ke bawah dengan tanpa ada semburan dari dalam sumur melalui anulus atau dalam pipa. *Snubbing* diaplikasikan di dunia *service oil and gas* sebagai penghantar ke kedalaman tertentu sesuai dengan yang diharapkan. Media yang digunakan sebagai penghantar dalam

pekerjaan *snubbing* itu sendiri disebut dengan Pipa Makaroni (*Macaroni tubing*). *Snubbing* sering dipakai untuk pekerjaan *cementing* (Penyemenan), Pengangkatan cairan menggunakan Nitrogen, *resin job* (Pekerjaan menggunakan resin), pekerjaan pengangkatan peralatan yang tertinggal dari dalam sumur dan *milling* pada *tubing*, membersihkan sumbatan dan *acidizing* (Pengasaman), mengebor kembali semen dan *bridge plug*, membersihkan material perekah formasi, mengontrol tekanan atau mematikan sumur, mensirkulasikan lumpur berat atau *killing fluid* (Cairan untuk mematikan sumur), masuk dan cabut keluar *retrieveable plugs*, mengeluarkan kristal-kristal hidrat dari *christmas tree* (Kepala sumur), dan lain –lain. Pipa Makaroni (*Macaroni Tubing*) adalah pipa baja dengan panjang rata-rata antara 9 – 10 meter dengan diameter luar bervariasi antara 1.315" – 1.900" yang dapat

disambung satu sama lain. Pipa Makaroni (*Macaroni Tubing*) ini tersedia beberapa variasi ukuran dan kelas (*grade*). Penyebutan Pipa Makaroni (*Macaroni Tubing*) mengacu pada spesifikasi dari Pipa Makaroni (*Macaroni Tubing*) itu sendiri. Sebagai contoh, salah satu jenis Pipa Makaroni (*Macaroni Tubing*) yang sering digunakan yaitu *Macaroni Tubing P110 1.900" x 4.19 lbs/ft*. Yang berarti Pipa Makaroni (*Macaroni Tubing*) tersebut memiliki *grade* P110 dengan *Yield Strength* 110.000 Psi, diameter luar (*Outer diameter*) 1,900" dan memiliki berat 4,19 *lbs per feet*. Pada saat Pipa Makaroni (*Macaroni Tubing*) diaplikasikan sebagai media kerja maka akan terpengaruh oleh fluida-fluida diantaranya NH<sub>4</sub>Cl (*Ammonium Chloride*), KCl (*Potassium chloride*) dan tentunya akan terpengaruh air laut (*Sea Water*) yang bersifat korosif. Di samping terpengaruh dengan fluida yang korosif, Pipa Makaroni (*Macaroni Tubing*) juga mendapatkan perlakuan mekanis pada saat di gunakan sebagai media kerja, diantara perlakuan mekanis itu adalah gaya tekan, gaya tarik pada saat di masukan ke dalam sumur (*Running*) atau pun di tarik (*Pooling*). Pipa Makaroni (*Macaroni Tubing*) dibuat menggunakan campuran baja karbon rendah yang mengandung berbagai komponen material seperti Silikon (Si), Mangan (Mn), Fosfor (P), Sulfur (S), Krom (Cr), Nikel (Ni), Cuprum (Cu) dan Aluminium (Al) dengan komposisi sebagai berikut. Tabel 1. *Product analysis Of Macaroni Tubing P110 1.900" x 4.19 lbs/ft*.

Tabel 1. Komposisi kimia pipa macaroni

Item No.	Heat No.	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Al
1	85311	0.2	0.2	1.37	0.014	0.002	1.12	0.09	0.22	0.036

Sumber: Mill Test Certificate Of Macaroni Tubing P110 1.900" x 4.19 lbs/ft, TPS Technitube, 2013.

Pada saat Pipa Makaroni (*Macaroni Tubing*) diaplikasikan sebagai media kerja akan mengalami beban berulang-ulang, sehingga Pipa Makaroni (*Macaroni Tubing*) tersebut harus mendapatkan jaminan terhadap kerusakan akibat beban

yang diterima sehingga aman digunakan dan bahkan mempunyai umur (*Life time*) yang panjang. Semua kerusakan bahan yang disebabkan oleh korosi dan juga di sebabkan kelelahan ini akan melalui tahapan proses: terjadinya retak – perambatan leleh – patahan, oleh karenanya perlu dilakukan pencegahan pada setiap tahapan proses di bagian yang paling efektif. Sebagian besar kerusakan konstruksi di sebabkan beban yang berulang-ulang, kegagalan struktur dapat terjadi walaupun tegangan maksimal yang terjadi pada elemen struktur tersebut lebih kecil dibandingkan dengan kekuatan materialnya. Kegagalan ini sebagai kelelahan. Jadi kelelahan menyebabkan proses peretakan kemudian merambat di bawah beban yang berulang dan bervariasi. Berdasarkan ulasan di atas penulis tertarik untuk melakukan analisa mengenai Pengaruh korosi terhadap kekuatan tarik *Macaroni Tubing P110 1.900" x 4.19 lbs/ft*. Tujuan yang hendak dicapai pada penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh korosi terhadap kekuatan tarik *Macaroni Tubing P110 1.900" x 4.19 lbs/ft* setelah dipengaruhi oleh 3 fluida korosif yaitu 6% Larutan NH<sub>4</sub>Cl (*Ammonium Chloride*), 3% Larutan KCl (*Potassium Chloride*) dan Air Laut (*Sea Water*). Korosi merupakan proses terjadinya degradasi material logam akibat adanya interaksi dengan lingkungan secara elektrokimia. Degradasi material logam meliputi sifat fisik, sifat kimia, dan sifat mekanik. Selama proses korosi, reaksi yang terjadi adalah reaksi oksidasi logam, reaksi reduksi lingkungan, dan reaksi pembentukan oksida logam atau produk korosi (Erwin Ferdian, Rizaly Arifin, ITNas, Bandung, 2011). Selanjutnya *ASM Materials Engineering Dictionary* menyatakan korosi sebagai reaksi kimia atau elektrokimia antara anoda dan katoda baja dengan lingkungan elektrolit yang berakibat pada penurunan mutu material dan sifat kimianya. Secara prinsip bahwa fenomena korosi hanya akan terjadi jika memenuhi keempat faktor berikut (Athanasius P. Bayuseno, 2009):

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian laju korosi dilakukan di *Well Intervention Workshop, South Processing Unit (SPU), Total E&P Indonesia, Kalimantan Timur*. Sampel adalah sebagian dari populasi yang karakteristiknya hendak diselidiki dan dianggap mewakili populasi (jumlahnya lebih sedikit dari populasi). Dalam penelitian teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling*, yaitu penentuan sampel untuk tujuan tertentu. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah potongan *Macaroni Tubing P110 1.900" x 4.19 lbs/ft* dan kemudian dibelah menjadi beberapa bagian dan dibentuk menjadi 12 spesimen untuk uji korosi dan 12 spesimen untuk uji tarik. Dari 12 spesimen uji korosi dibagi menjadi 4 bagian, sehingga 3 spesimen dimasukkan ke dalam larutan 6% NH<sub>4</sub>Cl, 3 spesimen dimasukkan ke dalam 3% KCl, 3 spesimen dimasukkan ke dalam Air laut dan 3 spesimen *Raw material*. Sedangkan 12 spesimen uji tarik ini di bagi menjadi 4 bagian yaitu 3 spesimen sebagai bahan uji tarik *Raw material*, 3 spesimen dicelupkan ke dalam larutan 6% NH<sub>4</sub> Cl, 3 spesimen dicelupkan ke dalam larutan 3% KCl, dan 3 spesimen dicelupkan ke dalam Air laut. Spesimen uji tarik yang dicelupkan ke dalam larutan korosif ini akan mempresentasikan hasil kekuatan tarik sesudah dipengaruhi oleh 3 media korosif.

### A. Alat Penelitian

Tiga buah kotak plastik digunakan untuk menampung masing-masing 1 liter larutan elektrolit yaitu 3% KCl, 6% NH<sub>4</sub> Cl dan air laut. Larutan 10% NaOH digunakan sebagai bahan pembersih sesuai dengan standar ASTM G1-03 ( ASTM G1-03: 8 ).

### B. Bahan Penelitian

Material uji yang digunakan pada penelitian ini adalah *Macaroni Tubing P110 1.900" x 4.19 lbs/ft*. Berdasarkan *Mill Test Certificate EN 10204 – 32 TPS Technitube Germany*, komposisi *Macaroni*

*Tubing P110 1.900" x 4.19 lbs/ft* yang digunakan sebagai berikut:

Tabel 2. Komposisi Kimia *Macaroni Tubing P110 1.900" x 4.19 lbs/ft*.

Chemical Composition	Product Analysis (%)
Carbon	0,22
Manganese	1,37
Phosphorus	0,014
Sulfur	0,002
Silicon	0,26
Chromium	1,12
Cuprum	0,22
Aluminum	0,036
Nickel	0,09

Sumber : Mill Test Certificate EN 10204 – 32 TPS Technitube Germany



Gambar 1. *Macaroni Tubing P110 1.900" x 4.19 lbs/ft*

Ukuran dan bentuk dari spesimen banyak variasinya tergantung dari tujuan pengelasan, kondisi keaslian dari material dan apparatus yang digunakan. Untuk uji korosi kali ini dibentuk dengan tujuan agar spesimen-spesimen tercelup semuanya ke dalam larutan korosif. Berikut dimensi dari spesimen uji korosi:

Tabel 3. Dimensi spesimen untuk larutan 6% NH<sub>4</sub>Cl

Spesimen	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Berat (gram)	Luas tercelup (mm <sup>2</sup> )	Luas tercelup (cm <sup>2</sup> )
1	29,0	10,35	3,80	8,78	899,36	8,994
1	28,90	10,40	3,80	8,70	899,80	8,998
1	29,60	10,40	3,80	9,05	919,68	9,197

Sumber: Dokumentasi Data Penelitian

Tabel 4. Dimensi spesimen untuk larutan  
3% KCl.

Spesimen	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Berat (gram)	Luas tercelup (mm <sup>2</sup> )	Luas tercelup (cm <sup>2</sup> )
1	29,30	9,95	3,80	8,65	881,37	8,814
1	29,20	10,45	3,80	8,72	900,18	9,002
1	29,60	10,25	3,80	8,88	909,66	9,097

Sumber: Dokumentasi Data Penelitian

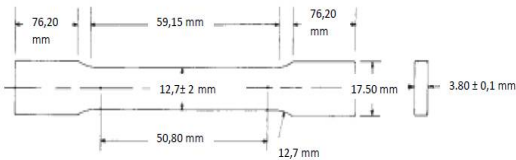
Tabel 5. Dimensi spesimen untuk media  
Air Laut

Spesimen	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Berat (gram)	Luas tercelup (mm <sup>2</sup> )	Luas tercelup (cm <sup>2</sup> )
1	29,10	10,60	3,80	8,68	912,32	9,123
1	29,50	10,30	3,80	8,85	910,18	9,102
1	29,60	10,50	3,80	9,10	926,36	9,264

Sumber: Dokumentasi Data Penelitian

### Dimensi Spesimen Uji Tarik

Sesuai ASTM *Standard* E8-04, untuk pipa dengan ukuran lebih besar dari 1 inch maka spesimen dibentuk seperti Gambar 2 di bawah ini:



Gambar 2. Bentuk spesimen uji tarik  
Sumber: ASTM E8-04: 9

### C. Pembuatan Spesimen uji Korosi

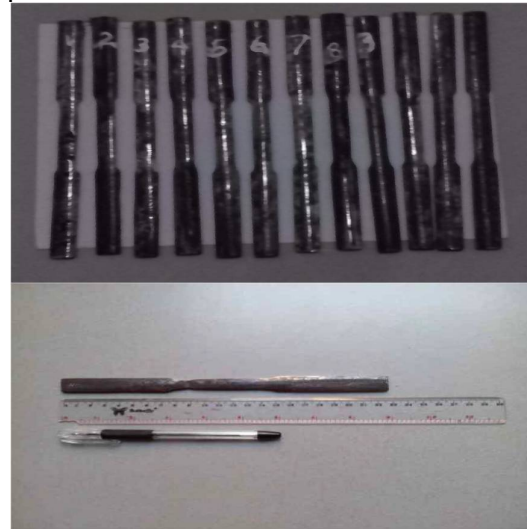
Dalam membuat spesimen uji korosi ini sangat sederhana prosesnya. Pembuatan spesimen dengan memotong *Macaroni Tubing P110 1.900" x 4.19 lbs/ft*, kemudian dibelah menjadi beberapa bagian menggunakan gergaji besi, dan kemudian dibentuk sesuai dengan ukuran, seperti disajikan Gambar 3 di bawah ini:



Gambar 3. Foto spesimen uji Korosi  
Sumber: Dokumentasi Pribadi

### D. Pembuatan Spesimen Uji Tarik

Untuk membuat spesimen uji tarik, prosesnya adalah dengan cara membelah pipa baja menggunakan gergaji besi menjadi beberapa bagian yang kemudian dibentuk sesuai dengan Gambar 4. Bentuk spesimen uji tarik ini mengacu pada ASTM *standard* E8-04.



Gambar 4. Foto Spesimen uji Tarik  
Sumber: Dokumentasi Pribadi

### E. Pengujian Korosi

Dalam penelitian ini pengujian korosi pada *Macaroni Tubing P110 1.900" x 4.19 lbs/ft* dilakukan dengan cara dicelup. Cara pengujian korosi tersebut memiliki tahap persiapan material, yang antara lain: Pembuatan material uji berjumlah 12 spesimen, pengampelasan material uji, pembersihan material uji dari kotoran (lemak dan debu) dan karat-karat dipermukaan logam dengan larutan NaOH 10% sebagai bahan pembersih sesuai dengan standard ASTM G1-03.

**F. Susunan Benda Uji**

Dalam pengujian ini susunan spesimen dibagi dalam 3 bak air (kotak plastik), masing-masing spesimen dicelupkan secara keseluruhan seperti Gambar 5. berikut:



Gambar 5. Pengujian Korosi

**G. Pengambilan Data**

Pengambilan data korosi dengan jalan penimbangan spesimen (pelat baja) dengan periode : 0, 10, 20 dan 30 hari. Sebelum penimbangan spesimen terlebih dahulu dibersihkan. Perlakuan selama pembersihan adalah dengan jalan mencelupkan spesimen dalam larutan NaOH selama 30 menit, kemudian diangkat dan dikeringkan dengan suhu 90°C, baru dilakukan penimbangan dan data dicatat dalam Tabel berikut :

Tabel 6. Data uji korosi celup pada 6% NH<sub>4</sub> Cl

No	Periode	6% NH <sub>4</sub> Cl		
		1	2	3
1	T 0	WT 0	WT 0	WT 0
2	T 10	WT 10	WT 10	WT 10
3	T 20	WT 20	WT 20	WT 20
4	T 30	WT 30	WT 30	WT 30

Sumber: Dokumentasi Penelitian

Tabel 7. Data uji korosi celup pada 3% KCl

No	Periode	6% NH <sub>4</sub> Cl		
		1	2	3
1	T 0	WT 0	WT 0	WT 0
2	T 10	WT 10	WT 10	WT 10
3	T 20	WT 20	WT 20	WT 20
4	T 30	WT 30	WT 30	WT 30

Sumber: Dokumentasi Penelitian

Tabel 8. Data uji korosi celup pada Air laut

No	Periode	6% NH <sub>4</sub> Cl		
		1	2	3
1	T 0	WT 0	WT 0	WT 0
2	T 10	WT 10	WT 10	WT 10
3	T 20	WT 20	WT 20	WT 20
4	T 30	WT 30	WT 30	WT 30

Sumber: Dokumentasi Penelitian

**H. Teknis Analisa Data**

Penarikan kesimpulan data yang dihasilkan menggunakan statistik yang memiliki kadar komunikabilitas yang tinggi, analisa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah statistik deskriptif (Distribusi Frekuensi) dengan menggunakan program software Microsoft Windows Excel.

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Hasil Penelitian**

Setelah dilakukan penelitian, maka diperoleh adanya data yang berupa hasil analisa laju korosi dari *Macaroni Tubing P110 1.900" x 4.19 lbs/ft* dan hasil pengujian tarik. Pada sebuah penelitian tentu saja harus mengetahui data awal spesimen yang akan diteliti atau yang akan mendapatkan perlakuan pengujian. Data ini mutlak diperlukan untuk memperlancar atau mempermudah pada saat dilakukan pengujian.

**1) Data Spesimen Pengujian Korosi Metode Celup.**

Pada pengujian korosi dilakukan dengan mencelupkan spesimen ke dalam 6% NH<sub>4</sub>Cl, 3% KCl dan Air Laut. Tiap-tiap larutan menggunakan 3 (tiga) sampel sehingga total jumlah spesimen yang tercelup adalah 9 (Sembilan) buah. Data uji celup diperoleh dengan jalan menimbang spesimen waktu ekspose hari ke-10 (T10), hari ke-20 (T20) dan hari ke-30 (T30).

Tabel 9. Data uji korosi pada larutan 6% NH<sub>4</sub>Cl

Hari Ke-	Spesimen 6% NH <sub>4</sub> Cl		
	1	2	3
	$\Delta W$ (gram)	$\Delta W$ (gram)	$\Delta W$ (gram)
0	0,00	0,00	0,00
10	0,04	0,02	0,04
20	0,12	0,08	0,06
30	0,16	0,14	0,12

Sumber: Dokumentasi Penelitian

Tabel 10. Data uji korosi pada larutan 3% KCl

Hari Ke-	Spesimen 3% KCl		
	1	2	3
	$\Delta W$ (gram)	$\Delta W$ (gram)	$\Delta W$ (gram)
0	0,00	0,00	0,00
10	0,02	0,02	0,02
20	0,06	0,04	0,04
30	0,08	0,06	0,10

Sumber: Dokumentasi Penelitian

Tabel 11. Data uji korosi pada media Air Laut

Hari Ke-	Spesimen Air Laut		
	1	2	3
	$\Delta W$ (gram)	$\Delta W$ (gram)	$\Delta W$ (gram)
0	0,00	0,00	0,00
10	0,01	0,02	0,02
20	0,04	0,03	0,04
30	0,06	0,06	0,07

Sumber: Dokumentasi Penelitian

## 2) Data Spesimen Pengujian Tarik

Pada pengujian tarik masing-masing sampel dilakukan 3 kali, karena pada penelitian kali ini menggunakan 4 sampel dan masing-masing sampel dilakukan pengujian 3 (tiga) kali maka jumlah total pengujian adalah 12 (dua belas) kali.

Tabel 12 Data spesimen Uji Tarik

No	Kode spesimen	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Lo (mm)
1	Raw-1	12,25	3,80	46,55	60,50
2	Raw-2	12,20	3,80	46,36	60,45
3	Raw-3	11,90	3,80	45,22	59,70
4	KCl-1	12,45	3,68	45,81	59,65
5	KCl-2	12,62	3,70	46,70	60,05
6	KCl-3	12,02	3,70	44,49	59,90
7	NH <sub>4</sub> Cl -1	11,85	3,65	43,25	60,85
8	NH <sub>4</sub> Cl -2	12,17	3,50	42,60	60,10
9	NH <sub>4</sub> Cl -3	12,15	3,55	43,13	59,70
10	Air Laut-1	11,99	3,75	44,98	60,10
11	Air Laut-2	12,38	3,70	45,82	59,40
12	Air Laut-3	12,12	3,75	45,46	60,20

Sumber: Dokumentasi Penelitian

## 3) Hasil Uji Korosi

Laju korosi pada larutan 6% NH<sub>4</sub>Cl disajikan Tabel 12 sebagai berikut:

Tabel 12 Laju Korosi pada larutan 6% NH<sub>4</sub>Cl

Hari Ke-	Spesimen 6% NH <sub>4</sub> Cl						Rata rata C <sub>R</sub> (mm/th)
	1		2		3		
	$\Delta W$ (gram)	C <sub>R</sub> (mm/th)	$\Delta W$ (gram)	C <sub>R</sub> (mm/th)	$\Delta W$ (gram)	C <sub>R</sub> (mm/th)	
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,04	0,205	0,02	0,103	0,04	0,202	0,170
20	0,12	0,309	0,08	0,206	0,06	0,151	0,222
30	0,16	0,275	0,14	0,240	0,12	0,202	0,239

Sumber: Dokumentasi Penelitian

Dari hasil perhitungan laju korosi pada larutan 6% NH<sub>4</sub>Cl seperti Tabel 12, dapat diperjelas dengan grafik di bawah ini:



Gambar 6 Grafik Laju Korosi Pada Larutan 6% NH<sub>4</sub>Cl

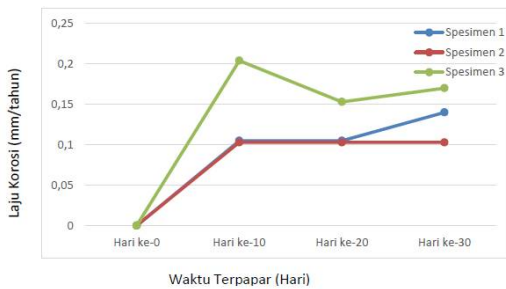
Hasil perhitungan laju korosi yang dicelupkan ke dalam larutan 3% KCl spesimen 1, 2 dan 3 pada kondisi hari ke-10, 20 dan 30 dapat di tampilkan dalam Tabel 13.

Tabel 13. Laju korosi pada larutan 3% KCl

Hari Ke-	Spesimen 3% KCl						Ratarata C <sub>R</sub> (mm/th)
	1		2		3		
	ΔW (gram)	C <sub>R</sub> (mm/th)	ΔW (gram)	C <sub>R</sub> (mm/th)	ΔW (gram)	C <sub>R</sub> (mm/th)	
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,02	0,105	0,02	0,103	0,02	0,204	0,137
20	0,06	0,105	0,04	0,103	0,04	0,153	0,120
30	0,08	0,140	0,06	0,103	0,10	0,170	0,138

Sumber: Dokumentasi Penelitian

Dari hasil perhitungan laju korosi pada larutan 3% KCl seperti Tabel 13. dapat diperjelas dengan grafik di bawah ini :



Gambar 7 Grafik Laju Korosi Pada Larutan 3% KCl

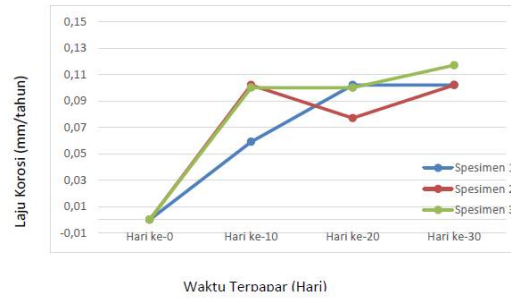
Sedangkan hasil perhitungan laju korosi yang dicelupkan ke dalam Air Laut untuk spesimen 1, 2 dan 3 pada kondisi hari ke-10, 20 dan 30 dapat ditampilkan dalam Tabel 14.

Tabel 14 Laju korosi pada media Air Laut

Hari Ke-	Spesimen Air Laut						Ratarata C <sub>R</sub> (mm/th)
	1		2		3		
	ΔW (gram)	C <sub>R</sub> (mm/th)	ΔW (gram)	C <sub>R</sub> (mm/th)	ΔW (gram)	C <sub>R</sub> (mm/th)	
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,01	0,0509	0,02	0,102	0,02	0,100	0,084
20	0,04	0,102	0,03	0,077	0,04	0,100	0,093
30	0,06	0,102	0,06	0,102	0,07	0,117	0,107

Sumber: Dokumentasi Penelitian

Dari hasil perhitungan laju korosi pada Air Laut seperti Tabel 14 dapat diperjelas dengan grafik di bawah ini:



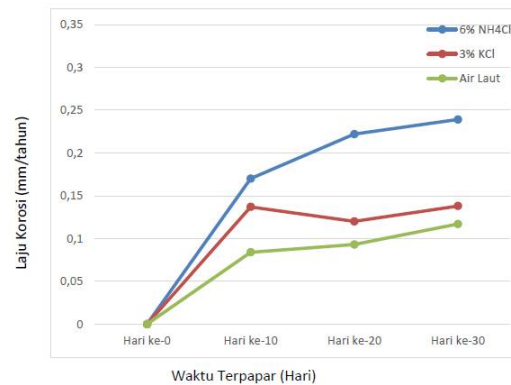
Gambar 8. Grafik Laju Korosi Pada Air Laut

Dari tiga proses analisa diatas dapat dibandingkan laju korosi yang terjadi antara spesimen yang dicelup ke dalam larutan 6% NH<sub>4</sub>Cl, 3% KCl dan Air laut seperti Tabel 15 dibawah ini :

Tabel 15 Perbandingan Laju Korosi

Spesimen	hari Ke-0	Hari ke-10	Hari ke-20	Hari ke-30	Rata-rata C <sub>R</sub> (mm/th)
Spesimen 6% NH <sub>4</sub> Cl	0,00	0,170	0,222	0,239	0,210
Spesimen 3% KCl	0,00	0,137	0,120	0,138	0,132
Spesimen Air Laut	0,00	0,084	0,093	0,107	0,095

Dari Tabel 15 di atas dapat disimpulkan bahwa proses korosi yang terjadi karena terpengaruh 6% NH<sub>4</sub>Cl mempunyai laju korosi paling tinggi yaitu 0,210 mm/tahun dibandingkan dengan laju korosi yang dipengaruhi oleh larutan 3% KCl yang mempunyai laju korosi 0,132 mm/tahun dan yang dipengaruhi air laut yang hanya memiliki laju korosi sebesar 0,095 mm/tahun.



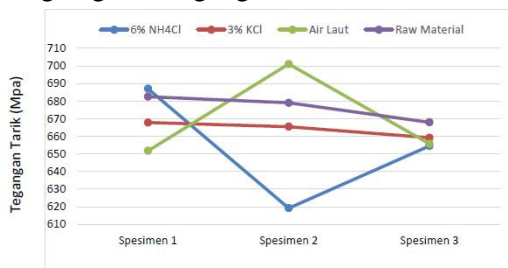
Gambar 9. Perbandingan Laju Korosi Dari Tiga Media Uji

Gambar grafik 9 di atas mempertegas bahwa laju korosi yang paling tinggi

terjadi pada larutan 6%  $\text{NH}_4\text{Cl}$  dibandingkan dengan larutan 3%  $\text{KCl}$  dan air laut. Dilihat dari hasil uji korosi, *Macaroni Tubing P110 1.900" x 4.19 lbs/ft* paling cepat laju korosinya adalah 0,210 mm/tahun yaitu yang di pengaruhi oleh 6%  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

#### 4) Hasil Uji Tarik

Setelah dilakukan pengujian tarik pada spesimen *raw material* yang telah dicelupkan ke dalam 6%  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , 3%  $\text{KCl}$  dan Air laut selama kurun waktu 30 hari akan didapat data tegangan tarik. Hasil pengujian tarik dapat diperjelas atau dapat diketahui perbedaan hasil tegangan tarik antara satu sampel dengan sampel lainnya dengan grafik tegangan tarik di bawah ini:



Gambar 10. Grafik tegangan tarik sebelum dan setelah mengalami uji korosi

Dilihat dari grafik tegangan tarik, spesimen yang di pengaruhi oleh larutan 6%  $\text{NH}_4\text{Cl}$  memiliki tegangan tarik paling rendah rata-rata yaitu 653,51 Mpa dibanding dengan tiga spesimen yang lain, bahkan jika di bandingkan dengan *Raw Material*, pengaruh 6%  $\text{NH}_4\text{Cl}$  terhadap kekuatan tarik baja untuk kurun waktu tertentu akan mengurangi kekuatan tarik, hal ini berkaitan dengan berkurangnya ketebalan material setelah mengalami korosi.

#### B. Pembahasan

Setelah dilakukan pengujian korosi dengan menggunakan tiga variabel pembanding yaitu 6%  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , 3%  $\text{KCl}$  dan Air Laut serta pengaruhnya terhadap kekuatan tarik material dapat dilihat bahwa 6%  $\text{NH}_4\text{Cl}$  adalah menempati urutan pertama yang paling cepat menyebabkan terjadinya

korosi pada baja yaitu dengan nilai rata-rata laju korosi 0,210 mm/tahun, ini sesuai dengan sifat fisik dan sifat kimianya bahwa  $\text{NH}_4\text{Cl}$  adalah sangat korosif terhadap baja. Sedangkan hasil uji tarik spesimen yang dicelupkan pada larutan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  yaitu rata-rata sebesar 653,51 Mpa. Ditinjau dari pengaruh terhadap kekuatan tariknya, dalam kurun waktu 30 hari  $\text{NH}_4\text{Cl}$  menyebabkan penurunan terhadap kekuatan tarik baja sebesar 23,02 Mpa (3,4%) jika dibandingkan dengan nilai kekuatan tariknya terhadap *Raw Material* yang sebesar 676,53 Mpa. Hal ini disebabkan karena adanya pengurangan ketebalan dari material baja yang cukup signifikan, rata-rata sebesar 6% dalam kurun 30 hari.

Di urutan kedua adalah 3%  $\text{KCl}$  yang menyebabkan terjadinya korosi yaitu dengan nilai rata-rata laju korosi 0,132 mm/tahun. Sedangkan hasil uji tarik spesimen yang dicelupkan pada larutan 3%  $\text{KCl}$  yaitu rata-rata sebesar 664,19 Mpa. Sehingga pengaruhnya terhadap kekuatan tarik baja, 3%  $\text{KCl}$  menunjukkan penurunan sebesar 12,34 Mpa (1,8%) dan pengurangan ketebalan dari material baja rata-rata sebesar 2,9% dalam kurun 30 hari.

Laju korosi rata-rata spesimen yang dicelupkan pada air laut adalah 0,095 mm/tahun, ini adalah laju korosi yang paling rendah jika di bandingkan dengan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  dan  $\text{KCl}$ . Di tinjau dari pengaruhnya terhadap kekuatan mekanis baja khususnya kekuatan tarik, hasil uji tarik spesimen yang dicelupkan pada Air Laut yaitu rata-rata sebesar 669,55 Mpa. Air laut sedikit memberikan pengaruh penurunan terhadap kekuatan tarik yaitu sebesar 6,98 Mpa (1,03%) dibandingkan dengan kekuatan tarik *raw material* yang sebesar 676,53 Mpa, sedangkan pengurangan ketebalan dari material baja rata-rata sebesar 1,8% dalam kurun 30 hari.

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan,



maka didapatkan beberapa hasil kesimpulan diantaranya adalah sebagai berikut:

- 1) Kekuatan tarik *Raw Material Macaroni Tubing P110 1.900" x 4.19 lbs/ft* sebesar 676,53 Mpa.
- 2) Larutan NH<sub>4</sub>Cl dengan konsentrasi 6% menimbulkan korosi pada *Macaroni Tubing P110 1.900" x 4.19 lbs/ft* sebesar rata-rata 0,210 mm/tahun dan hasil uji tarik spesimen yang dicelupkan pada larutan NH<sub>4</sub>Cl yaitu rata-rata sebesar 653,51 Mpa. Sehingga larutan NH<sub>4</sub>Cl memberikan penurunan kekuatan tarik pada baja sebesar 23,02 Mpa (3,4%) dalam kurun waktu 30 hari pencelupan.
- 3) Larutan KCl dengan konsentrasi 3% menimbulkan korosi pada *Macaroni Tubing P110 1.900" x 4.19 lbs/ft* sebesar rata-rata 0,132 mm/tahun dan hasil uji tarik spesimen yang dicelupkan pada larutan 3% KCl yaitu rata-rata sebesar 664,19 Mpa. Sehingga larutan 3% KCl memberikan penurunan kekuatan tarik pada baja sebesar 12,34 Mpa (1,8%) dalam kurun waktu 30 hari pencelupan.
- 4) Air laut menyebabkan korosi terhadap *Macaroni Tubing P110 1.900" x 4.19 lbs/ft* dengan besaran rata-rata 0,095 mm/tahun dan hasil uji tarik spesimen yang dicelupkan pada Air Laut yaitu rata-rata sebesar 669,55 Mpa. Sehingga Air Laut memberi pengaruh penurunan kekuatan tarik pada baja sebesar 6,98 Mpa (1,03%) dalam kurun waktu 30 hari pencelupan.

## V. DAFTAR PUSTAKA

- ASTM International., 2004, "*Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals*", Harbor Drive, United Sates.
- ASTM International., 2004, "*Standard Terminology Relating to Corrosion and Corrosion Testing*", Designation G 15- 04, Harbor Drive, United States.
- ASTM International., 2003, "*Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens*", Harbor Drive, United States.
- ASTM International., 2004, "*Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials*", Harbor drive, United States.
- Direktorat Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional., 2003, "*Proses Pembuatan Besi dan Baja*", Jakarta.
- Ferdian, E., Arifin, R., 2011, Pengendalian Korosi Dengan Metoda Inhibitor Pada Tangki Penampung Kondensat LNG, *Tugas Akhir Teknik Kimia*, Institut Teknologi Nasional, Bandung.
- Harsono, C. S., 2006, Karakteristik Kekuatan Fatik Pada Paduan Aluminium Tuang, Skripsi Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Threthewey., Chamberlain., 1991, Korosi Untuk Mahasiswa Dan Rekasayawan, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Mars, G. Fontana., Norbert, D. Greene., 1983, *Corrosion Engineering*, Tokyo, Japan: McGraw-Hill Book Company Japan.
- NACE International, *The Corrosion Society.*, 1999, "*Standard Recommended Practice Preparation, Installation, Analysis, and Interpretation of Corrosion Coupons in Oilfield Operations*" , Houston, Texas.
- Rusmardi, 2006, Analisa Persentase Kandungan Karbon Pada Logam Baja, Jurnal Teknik Mesin, Politeknik Negeri Padang, Padang.
- Sciencelab.com, Inc, 2010, "*Material Safety Data Sheet Potassium Chloride MSDS*" Houston, Texas.

Jurnal ENGINE Vol.1 No.1, Mei 2017, pp 1-10  
e-ISSN: 2579-7433

Sciencelab.com, Inc, 2010., "*Material Safety Data Sheet Ammonium Chloride MSDS*" Houston, Texas.

Sulaiman, 2010, Pengaruh Proses Pelengkungan dan Pemanasan Garis Pelat Baja Kapal AISI E 2512 Terhadap Nilai Kekerasan dan Laju Korosi, *Tesis Teknik Mesin*, Universitas Diponegoro, Semarang.

TPS Technitube, 2013, "*Certificate Of Conformance Macaroni Tubing P110 1.900" x 4.19 lbs/ft*" Daun, Germany.

TPS Technitube, 2013, "*Mill Test Certificate*" Daun, Germany.