



## Pengaruh Tegangan Dalam Akibat Puntiran Terhadap Ketahanan Korosi

Dodi Ari Kuncahyo dan Jumiadi Jumiadi\*

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang, Jalan Taman Agung No. 1 Malang, Indonesia 65156

\*Corresponding author email: [jumiadi@unmer.ac.id](mailto:jumiadi@unmer.ac.id)

### INFORMASI ARTIKEL

### ABSTRACT

Diterima: 11 Agustus 2021  
 Direvisi: 18 Agustus 2021  
 Disetujui: 29 Agustus 2021  
 Tersedia online: 1 September 2021

This study uses concrete steel material length 100 mm, diameter 6 mm. The corrosion process is carried out by soaking for 24 hours the steel concrete with  $H_2SO_4$  solution. The purpose of this study was to analyze the effect of torsional internal stress on the corrosion resistance of steel concrete soaked in  $H_2SO_4$  solution. Several variations of the torsional angle are  $30^0, 60^0, 90^0, 120^0$  and  $180^0$ . In the test results of this study, the most influential value is the torsional radian value. From the corrosion rate values obtained, there is a relationship that the greater the radian value of the torsional angle, the greater the value of the corrosion rate. Otherwise, the smaller the torsion angle radian, the smaller the corrosion rate will be obtained. From the calculation of the corrosion rate, the highest result was the torsional radiance of 31.4 rad and the corrosion rate value was 13,167.9 milliperyear. While the lowest result of the corrosion rate was the torsional radiance of 5.2 rad, namely 8,412.8 milliperyear.

*Keywords: concrete steel, corrosion,  $H_2SO_4$ , torsion angle*

### ABSTRAK

Pada penelitian ini bahan yang di gunakan adalah baja beton dengan panjang 100 mm dan diameter beton 6 mm. Pada proses korosi di lakukan dengan cara perendaman baja beton pada larutan  $H_2SO_4$  selama 240 jam. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh tegangan dalam akibat puntiran terhadap ketahanan korosi pada baja beton yang di rendam pada larutan  $H_2SO_4$  dengan variasi sudut puntir  $30^0, 60^0, 90^0, 120^0$  dan  $180^0$ . Pada hasil pengujian dan perhitungan penelitian ini, nilai yang paling berpengaruh adalah nilai radian puntir. Dari nilai – nilai laju korosi yang didapatkan, terdapat hubungan bahwa semakin besar nilai radian sudut puntiran, maka semakin besar pula nilai laju korosinya. Begitu pula sebaliknya, semakin kecil radian sudut puntir, maka semakin kecil pula nilai laju korosi yang didapatkan. Dari pengujian dan perhitungan laju korosi didapatkan hasil tertinggi pada radian puntir 31,4rad dan nilai laju korosinya sebesar 13.167,9miliperyear.. Sedangkan hasil terendah laju korosi terdapat pada radian puntir 5,2rad yaitu 8.412,8miliperyear

DOI: 10.26905/jtmt.v17i2.6705

Kata Kunci: baja beton, korosi,  $H_2SO_4$ , sudut puntir

### 1. Pendahuluan

Industri logam di dunia pada umumnya dan di Indonesia pada khususnya saat masa sekarang ini telah menjadi salah satu bidang pekerjaan yang mengalami perkembangan dan kemajuan yang sangat pesat mulai dari jenis-jenis bahan yang digunakan, ketahanan bahan yang digunakan hingga hasil lapisan yang juga bermacam-macam. Ketersediaan material logam yang mempunyai kekuatan sangat dibutuhkan untuk menjadi bahan dasar dari suatu komponen logam tersebut, padahal kebutuhan industri logam menuntut ketersediaan material yang tidak hanya memiliki kekuatan

tetapi juga tahan terhadap korosi, keindahan penampilan suatu permukaan serta yang tidak kalah penting yaitu mempunyai nilai ekonomis yang tinggi.

Dalam aplikasi penggunaan di kehidupan sehari hari, sering kita temukan berbagai kasus yang berkaitan dengan kekuatan suatu logam. Dengan perlakuan tertentu sehingga kekuatan logam tersebut terpengaruh dari berbagai gejala sebagai contoh ketahanan terkorosi . Logam yang di bebani nomen puntir dengan waktu yang bersamaan terkontaminasi zat kimia akan mempengaruhi variasi tingkat korosinya. Peran akademis dan praktisi dibidang teknik mesin dituntut

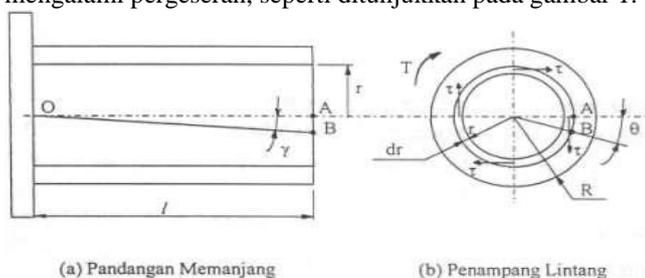
usaha dan perannya dalam upaya memecahkan dan mencari solusi dari berbagai permasalahan yang timbul tersebut.

Korosi merupakan suatu proses degradasi material dan penurunan kualitas suatu material akibat pengaruh reaksi kimia dan elektrokimia dengan lingkungannya (Jones, 1992). Lingkungan yang dapat menyebabkan suatu logam mengalami korosi adalah lingkungan yang mengandung air, lingkungan yang mengandung ion Cl<sup>-</sup>, dan lingkungan yang mengandung asam (Tjitro, 2003). Korosi juga dapat menimbulkan kerugian. Kerugian yang di sebabkan oleh korosi adalah berupa biaya perawatan, biaya penggantian material, *plant shutdown*, *loss production*, dan lain-lain. Korosi juga merupakan proses perusakan dimensi dan kekuatan suatu material yang disebabkan karena adanya reaksi dengan lingkungannya. Proses pengendalian korosi merupakan suatu upaya yang bertujuan untuk memperpanjang umur suatu logam.

Di Indonesia permasalahan korosi perlu mendapat perhatian serius mengingat dua pertiga wilayah nusantara terdiri dari lautan dan terletak di daerah tropis dengan curah hujan tinggi dan kandungan senyawa klorida yang tinggi (Asdim, 2012).

Menurut Trethewey (2016), salah satu faktor yang mempengaruhi korosi dalam lingkungan air adalah keberadaan elektrolit. Contohnya adalah asam sulfat ,senyawa tersebut merupakan elektrolit kuat. Dan jenis logam yang banyak digunakan untuk bahan konstruksi bangunan adalah baja.

Puntiran adalah suatu pembebanan yang penting. Sebagai contoh, kekuatan puntir menjadi permasalahan pada poros-poros, karena elemen deformasi plastik secara teori adalah slip (geseran) pada bidang slip, modulus kekakuan adalah konstanta yang penting, yang diperoleh dari pengujian puntir (dalam banyak kasus). Bila sebatang material mendapat beban puntiran, maka serat-serat antara suatu penampang lintang dengan penampang lintang yang lain akan mengalami pergeseran, seperti ditunjukkan pada gambar 1.



**Gambar 1** Batang silindris dengan beban puntiran

Laju korosi pada umumnya dapat diukur dengan menggunakan dua metode yaitu: metode kehilangan berat dan metode elektrokimia. Metode kehilangan berat adalah menghitung kehilangan berat yang terjadi setelah beberapa waktu pencelupan. Pada penelitian ini, digunakan metode kehilangan berat dimana dilakukan perhitungan selisih antara berat awal dan berat akhir. Satuan laju korosi:

1. Pengurangan berat = g atau mg
2. Berat/satuan luas permukaan logam = mg/mm<sup>2</sup>
3. Berat perluas perwaktu = mg/dm<sup>2</sup>day (mdd), g/dm<sup>2</sup>.day.g/cm<sup>2</sup>.hour, g/m<sup>2</sup>.h, moles/cm<sup>2</sup>.h
4. Dalam penetrasi per waktu : inch/year, inch/month, mm/year, miles/year (mpy), 1 milli =0,001inch
5. Satuan mpy (miles/year) biasa dihitung dengan rumus:

$$Mpy = 534W/DAT$$

dimana:

- W = berat yang hilang (mg)
- D = density benda uji korosi (g/cm<sup>3</sup>)
- A = luas permukaan (in<sup>2</sup>)
- T = waktu, *hour* (jam) (J. Pattireuw, Kevin,2013)

Korosi retak tegang dapat terjadi karena adanya factor tegangan pada logam. Kriteria tegangan adalah tegangan. Korosi tegangan adalah perkembangan pembentukan korosi pada titik di mana konduktor logam terkena gaya tarik yang lebih tinggi, terutama pada suhu tinggi, yang biasanya ada ketika bahan terkena tegangan. Hal ini sering dikaitkan dengan logam besi yang sering terkena korosi tegangan. Penggunaan banyak paduan besi, terutama aluminium, besi, dan baja, dalam konstruksi saat ini telah menyebabkan peningkatan paparan korosi tegangan. Beberapa logam yang umumnya terkena stres yang lebih tinggi termasuk paduan, baja tahan karat, besi tuang, dan baja tahan karat. Pembentukan korosi tegangan bukanlah kejadian yang tidak biasa; namun, hal itu lebih sering terjadi pada material yang terkena tegangan besar.

Berdasarkan uraian di atas maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang pengujian logam dengan perlakuan momen puntir pada sudut tertentu dan di rendam larutan kimia H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> terhadap ketahanan korosi pada baja beton 10mm, dan penulis mengambil judul “*Pengaruh Tegangan Dalam Akibat Puntiran Terhadap Ketahanan Korosi*”. Berdasarkan latar belakang masalah, perumusan masalah pada penelitian ini adalah :

- a. Bagaimanan pengaruh tegangan dalam akibat puntiran terhadap ketahanan korosi pada baja beton yang di rendam pada larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- b. Bagaimana produksi korosi setiap sudut puntiran yang berbeda.

Kesalahan penafsiran yang mungkin terjadi pada penelitian ini, dibatasi dengan ruang lingkup penelitian sebagai berikut:

- a. Peneliti menganalisa laju korosi pada bahan baja beton.
- b. Penelitian ini hanya meninjau pada bahan baja beton diameter 6mm dengan panjang 10 cm SNI.
- c. Penelitian ini ditentukan pada baja beton dengan puntir 30<sup>0</sup>, 60<sup>0</sup>, 90<sup>0</sup>, 120<sup>0</sup>, 180<sup>0</sup>
- d. Proses untir menggunakan tang jepit, ragum dan busur derajat.
- e. Penelitian ini direndam menggunakan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

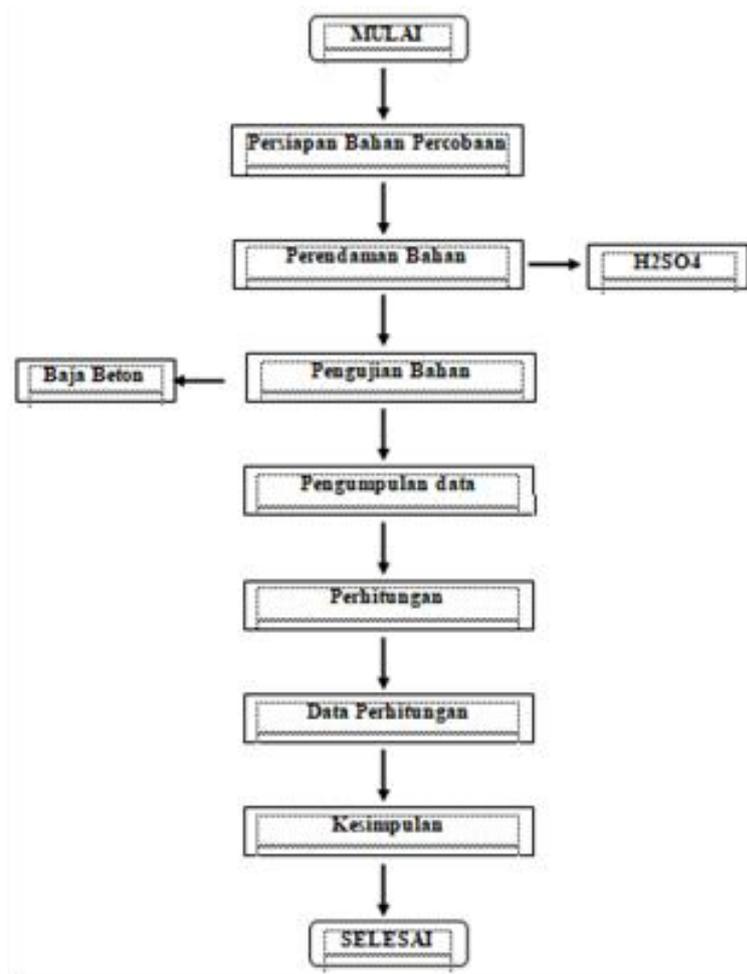
## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Variabel penelitian

Dalam penelitian ini terdapat dua variabel yang akan peneliti gunakan yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas merupakan suatu variable yang dipilih serta diukur oleh peneliti dalam penelitian ini yaitu beda sudut putar. Variabel ini dapat mempengaruhi variable terikat. Variabel terikat merupakan suatu variable yang diteliti apakah menunjukkan adanya pengaruh dari perlakuan variabel bebas atau tidak, yaitu laju korosi yang terjadi

### 2.2 Rancangan penelitian

Rancangan penelitian dilakukan untuk mempersiapkan apa saja yang akan dibutuhkan dan dilakukan mulai tahap awal hingga akhir dalam penelitian. Ada beberapa urutan dari rancangan penelitian tersebut akan diketahui seperti terlihat pada gambar berikut ini



**Gambar 1.** Diagram Alur Penelitian

### 2.3 Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2020. Adapun lokasi penelitian adalah di Laboratorium otomotif SMK Muhammadiyah 6 Donomulyo dan Laboratorium Pengujian Material Universitas Merdeka Malang.

### 2.4 Alat dan bahan

Agar penelitian dapat dilaksanakan dengan baik, maka dalam hal ini dibutuhkan beberapa alat uji dan bahan yang dapat mendukung jalannya penelitian. Adapun alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

#### Alat

1. Cawan untuk mereaksikan baja yg terpuntir dengan larutan  $H_2SO_4$



**Gambar 1** Timbangan digital

2. Timbangan Digital untuk menimbang masa jenis baja beton



**Gambar 2** Timbangan digital

3. Busur derajat untuk menentukan besar sudut puntir pada baja beton



**Gambar 3** Busur derajat

4. Tang jepit untuk memuntir baja ke dalam ukuran derajat yang ditentukan



Gambar 4 Tang jepit

5. Ragum penjepit untuk menjepit baja beton



Gambar 5 Ragum penjepit

6. Gerinda potong untuk memotong baja beton sesuai ukuran yang ditentukan



Gambar 6 Gerinda potong

### Bahan

Pada penelitian ini, terdapat beberapa bahan yang diperlukan selama proses penelitian berlangsung. Sementara itu masing-masing bahan yang diperlukan tersebut akan disebutkan di bawah ini.

1. Baja beton ukuran 8 mm dengan panjang 10 cm.
2. Larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> untuk merendam baja beton.

### 2.5 Penyediaan material uji

Tahapan awal yang harus di lakukan dalam pengujian korosi adalah mendapatkan bahan uji material yang akan di gunakan berupa material baja beton dengan ukuran panjang 100 mm dan diameter baja beton sebesar 8 mm.

### 2.6 Prosedur penelitian

- a. Tahap Persiapan
  - ✓ Merancang metode penelitian
  - ✓ Memilih bahan untuk penelitian
  - ✓ Menyiapkan pengukuran
  - ✓ Survey tempat penelitian

- b. Tahap Pelaksanaan

Dalam pelaksanaan penelitian ini, baja di ukur beratnya dan peneliti melakukannya dengan 5 (lima) perlakuan berbeda.

Yaitu dengan sudut puntir 30<sup>0</sup>, 60<sup>0</sup>, 90<sup>0</sup>, 120<sup>0</sup>, 180<sup>0</sup> dan di rendam pada larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> selama 10 hari.

- c. Prosedur pelaksanaan :

- ✓ Sebelum melakukan penelitian terlebih dahulu permukaan baja di bersihkan dari lapisan oksida maupun kotoran yang menempel, dengan menggunakan amplas grade 1000.
- ✓ Setelah baja benar-benar bersih, dilanjutkan dengan menimbang baja sebelum melakukan percobaan dengan tingkat ketelitian sampai dengan 0,001.
- ✓ Kemudian menyiapkan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ke dalam bejana sesuai volume rendam.
- ✓ Baja dimasukan ke dalam larutan korosif yaitu H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
- ✓ Percobaan perendaman tersebut dilakukan selama 10 hari.
- ✓ Setelah 10 hari, kemudian keringkan baja sampai benar-benar tidak mengandung air.
- ✓ Bersihkan baja menggunakan bahan yang halus seperti tisu dan kain sampai benar - benar tidak ada kotoran yang menempel.
- ✓ Timbang kembali baja yang sudah dibersihkan.
- ✓ Kemudian dilanjutkan dengan pencatatan hasil penimbangan baja yang telah mengalami korosi ataupun pengurangan berat dari berat sebelum mengalami korosi dengan berat sesudah terkorosi.
- ✓ Pengumpulan data pengamatan.
- ✓ Perlakuan yang sama untuk media korosi yang lain.

### 2.7 Tahapan pengumpulan data

Penelitian akan menghasilkan data-data yang dalam peceatannya di masukkan dalam lembar penelitian. Lembar penelitian ini di kelompokkan berdasarkan jenis pengujian baja, dengan menggunakan lembar pengamatan tersebut di harapkan penelitian yang di lakukan berjalan tertib dan data yang di dapat tercatat dengan baik. Lembar penelitian yang di gunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

### 2.8 Perhitungan laju korosi

Perhitungan laju korosi dapat di lakukan dengan melihat rumus laju korosi secara umum.

$$W = ( W_o - W_a )$$

W = kehilangan berat (gram)

W<sub>o</sub> = berat awal (gram)

W<sub>a</sub> = berat akhir (gram)

$$\text{Laju korosi (CR)} = \text{mpy} = \frac{K \cdot W}{D \cdot A \cdot t}$$

mpy = miliperyear

CR = laju korosi (mpy)

W = Kehilangan logam ( gram )

D = Densitas logam ( 7,86 gr/cm<sup>3</sup> )

A = Luas permukaan logam ( cm<sup>2</sup> )

K = Konstanta Factor ( 3,45x10<sup>6</sup> )

t = Waktu( jam )

### 2.9 Perhitungan tegangan puntir

$$1^{\circ} \times \pi/180 = 1^{\circ} \times 3,14/180 \\ = 0,0174533 \text{ Rad}$$

$$\tau = G \frac{r \cdot \theta}{L}$$

Dimana :

$\tau$  = tegangan geser (Kg/mm<sup>2</sup>)

G = modulus geser (Kg/mm<sup>2</sup>)

R = jari jari (mm)

$\Theta$  = sudut puntir (radian)

L = panjang batang (mm)

Harga modulus geser (G) untuk baja =  $8 \cdot 10^{10}$  (N/m<sup>2</sup>)

Sudut puntir satuan derajat dijadikan radian

$1^{\circ} = 0,0174533$  radian

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Analisis korosi baja pada rendaman H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Pengujian analisis dilakukan untuk mengetahui perilaku korosi dan laju korosi baja beton dengan variabel sudut puntir yang berbeda dalam suatu larutan. Pengujian ini dilakukan dengan merendam pada larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, dan dalam rentang waktu 10 hari (240 jam). Berikut hasil penelitian yang disajikan dengan tabel yang menunjukkan rata-rata berat setelah direndam dengan cairan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> selama 10 hari (240 jam).

**Tabel 1.** Hasil uji laju korosi

Derajat Puntir	Baja Beton	Berat Awal (gram)	Berat Akhir (gram)	Waktu Perendaman	Selisih Berat (gram)	Rata-rata (gram)
30°	A	25	23	240	2	2,3
	B		22		3	
	C		23		2	
60°	A		22		3	2,6
	B		23		2	
	C		22		3	
90°	A		22		3	3
	B		22		3	
	C		22		3	
120°	A	21	4	3,3		
	B	22	3			
	C	22	3			
180°	A	21	4	3,6		
	B	21	4			
	C	22	3			

Pada hasil perhitungan Laju korosi minimum terjadi pada besi dengan puntiran 30° dengan memiliki laju korosi sebesar 8.412,8 mmpy dan laju korosi maksimum terjadi pada besi

dengan puntiran 180° dengan memiliki lju korosi sebesar 13.167,9 mpy

**Tabel 2.** Hasil perhitungan

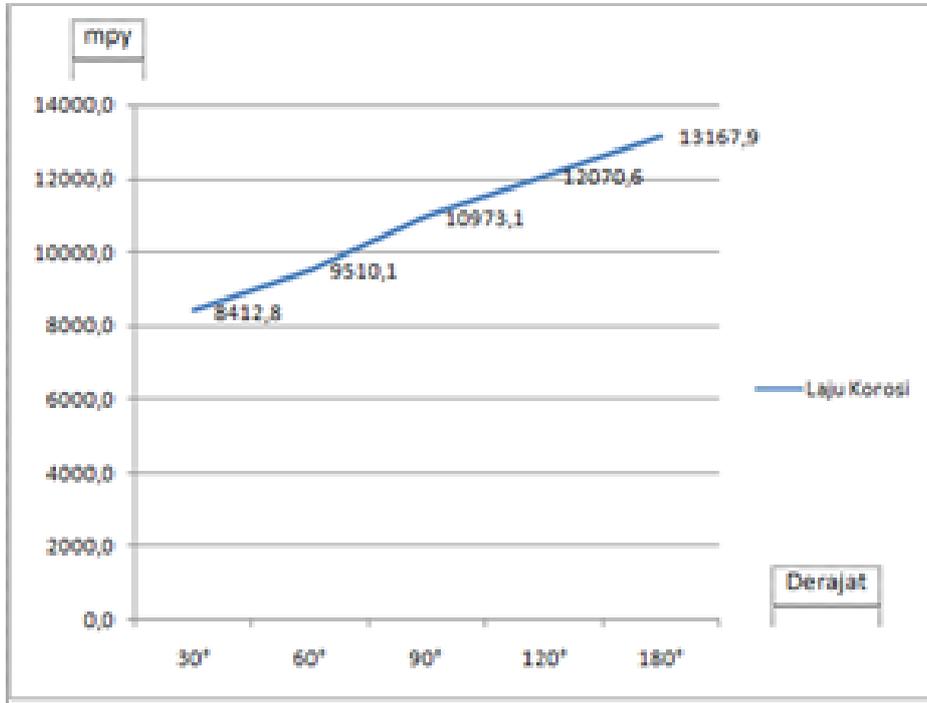
AW	Waktu (jam)	Mpy
30°	240	8.412,8
60°		9.150,1
90°		10.973,1
120°		12.070,6
180°		13.167,9

Pada grafik tersebut , nilai laju korosi yang paling berpengaruh adalah nilai sudut putiran. Dari nilai – nilai laju

korosi yang didapatkan, terdapat hubungan bahwa semakin besar nilai sudut puntiran, maka semakin besar pula nilai laju

korosinya hal ini disebabkan semakin tingginya sudut punter maka tegangan yang terjadi semakin besar hal ini menyebabkan terjadinya konsentrasi tegangan yang menyebabkan terbukanya pori-pori terpuntir memberi

kesempatan cairan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> untuk mempermudah terjadinya korosi, begitu pula sebaliknya, semakin kecil sudut puntiran, maka semakin kecil pula nilai laju korosi yang didapatkan.



Gambar 7 Grafik laju korosi

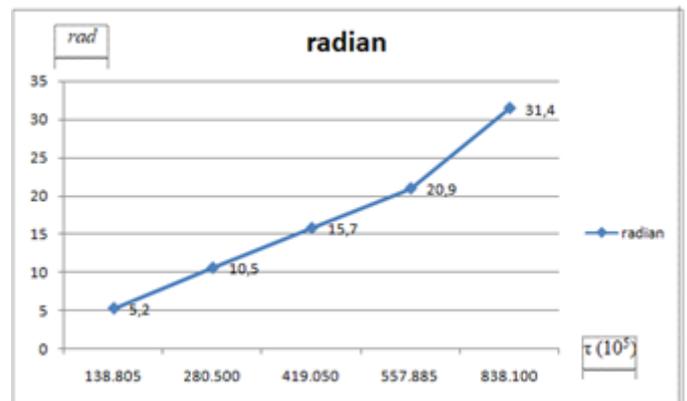
3.2. Puntiran

Pada perhitungan tegangan puntir di dapatkan hasil tertinggi pada radian puntir 31,4rad dan nilai laju korosinya sebesar 13.167,9 miliperyear.. Sedang kan hasil terendah laju korosi terdapat pada radian puntir 5,2rad yaitu 8.412,8 miliperyear.

Pada grafik tersebut menunjukkan semakin tinggi sudut radian maka semakin tinggi pula tegangan geser

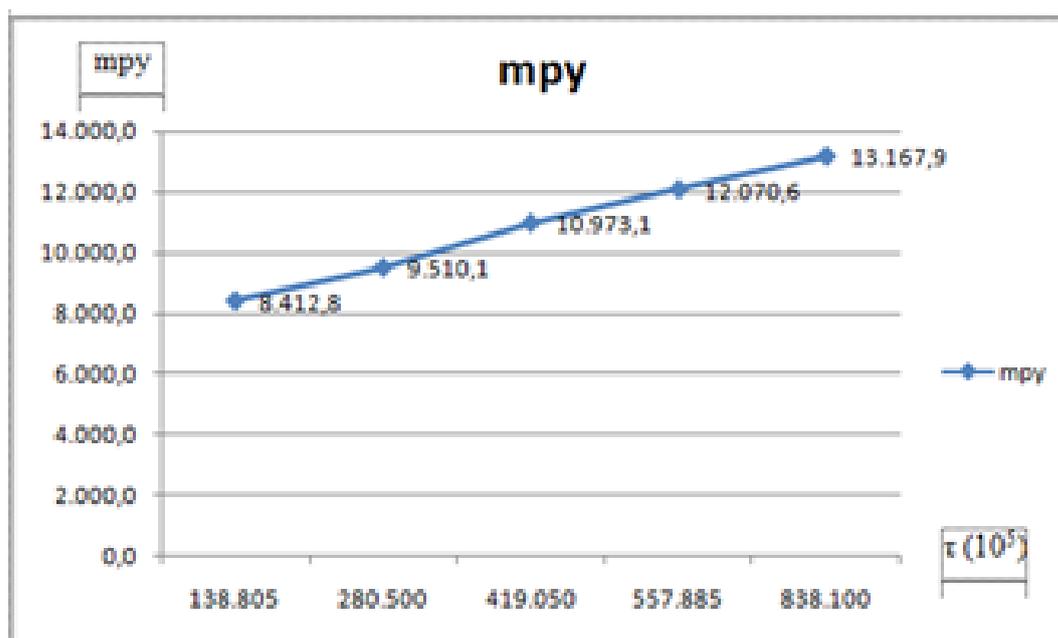
Tabel 3 Data tegangan puntir

NO	Sudut θ	Sudut (rad)	τ	mpy
1	30°	5,2	138.805 x 10 <sup>5</sup>	8.412,8
2	60°	10,5	280.500 x 10 <sup>5</sup>	9.510,1
3	90°	15,7	419.050 x 10 <sup>5</sup>	10.973,1
4	120°	20,9	557.885 x 10 <sup>5</sup>	12.070,6
5	180°	31,4	838.100 x 10 <sup>5</sup>	13.167,9



Gambar 8. Grafik sudut radian

Pada grafik tersebut menunjukkan semakin besar sudut raadian semakin tinggi nilai laju korosi



Gambar 9. Grafik nilai mpy

Korosi ini disamping disebabkan karena adanya konsentrasi tegangan akibat puntiran dimana semakin besar sudut puntir yang terjadi semakin besar pula intensitas tegangan yang terjadi, disamping itu juga disebabkan karena terjadi reaksi kimia secara langsung dengan lingkungannya, dalam hal ini yang dimaksud dengan lingkungannya dapat berupa  $H_2SO_4$ , semakin tinggi konsentrasi tegangan yang disebabkan semakin besarnya puntiran akan memberikan pori-pori bagian permukaan baja terbuka dan memberikan kesempatan cairan  $H_2SO_4$  terserap semakin besar, hal inilah yang menimbulkan besarnya korosi.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan dari data hasil pengujian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada hasil pengujian dan perhitungan penelitian ini, nilai yang paling berpengaruh adalah nilai radian puntir. Dari nilai – nilai laju korosi yang didapatkan, terdapat hubungan bahwa semakin besar nilai radian sudut puntiran, maka semakin besar pula nilai laju korosinya. Begitu pula sebaliknya, semakin kecil radian sudut puntir, maka semakin kecil pula nilai laju korosi yang didapatkan.
2. Dari pengujian dan perhitungan laju korosi didapatkan hasil tertinggi pada radian puntir  $31,4rad$  dan nilai laju korosinya sebesar  $13.167,9 miliperyear$ . Sedangkan hasil terendah laju korosi terdapat pada radian puntir  $5,2rad$  yaitu  $8.412,8 miliperyear$

#### Referensi

- [1] Anggaretno, Gita, Imam Rochani, dan Heri Supomo. 2012. “Analisa Pengaruh Jenis Elektroda Terhadap Laju Korosi Pada Pengelasan Pipa API 5L Grade X65 Dengan Media Korosi  $FeCl_3$ ,” JURNAL TEKNIK ITS, 1 (September).
- [2] Aristia, Gabriela Amanda Gita. 2012. “Sifat Korosi Komposit PANI/SiO<sub>2</sub>-Bervariasi-Struktur Pada Larutan Salinitas Tinggi.” Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [3] Budianto,A, Purwantini,K, Sujitno, B.T, N.D.2009. Pengamatan Struktur Mikro Pada Korosi Antar Butir Dari Material Baja Tahan Karat. BATAN; Yogyakarta.Vol 3 No. 2 , ISSN 1978- 8738
- [4] Mulyaningsih, N., dkk. 2014. Analisis Perbandingan Laju Korosi material SS 304 lapis Ni-Cr dengan SS 316 l terhadap pengaruh cairan tubuh. Jurusan teknik mesin Universitas Gajah Mada; Yogyakarta.
- [5] Permana,A., Darminto,D. 2012. “Fabrikasi Polianilin-TiO<sub>2</sub> dan Aplikasinya sebagai Pelindung Anti Korosi pada Lingkungan Statis, Dinamis dan Atmosferik”. Jurnal Fisika dan Aplikasinya Vol 8 Isu 1.
- [6] Putri, Agustin Leny. 2016. “Identifikasi Produk Korosi Baja SS304 Coating PANi/SiO<sub>2</sub> Pada Larutan Salinitas Tinggi NaCl 3,5 M.” Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [7] Sari, Desi Mitra dkk 2016. “Pengendalian Laju Korosi Baja St-37 dalam Medium Asam Klorida dan Natrium Klorida Menggunakan Inhibitor Ekstrak Daun The

(Camelia sinensis)". Universitas Andalas : Jurnal Fisika  
Undand

[8] Wahyuni, Mega dkk. 2017. "Pengaruh Waktu Perendaman Baja dengan Ekstrak Buah Pinang dan HCl Terhadap Laju Korosi dan Potensial Logam". Universitas Negeri Padang: Pillar Of Physics, Vol 2.

[9] <https://media.neliti.com/media/publications/212936-analisa-laju-korosi-pada-pelat-baja-karb.pdf>