

Studi korosi naftanik pada material yang diimersi dalam media minyak nabati (PFAD)

Abstrak

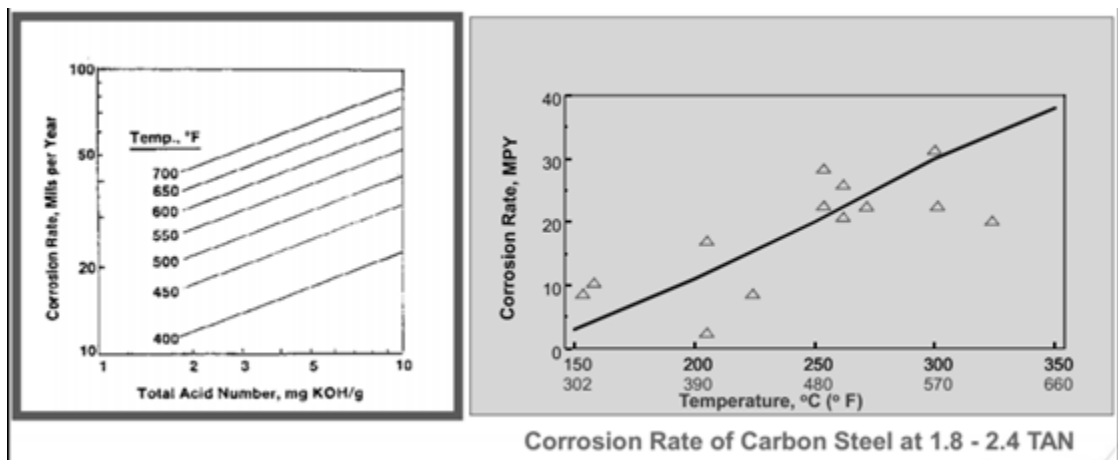
Salah satu indikasi potensi korosi naftanik pada material kilang pemurnian migas adalah nilai TAN dari bahan baku^[1-10]. Dalam penelitian ini diselidiki pengaruh temperatur, tekanan, nilai TAN media, kadar air media dan jenis material terhadap korosi material. Material uji yang akan digunakan adalah baja karbon A53, baja chromoly A335, baja tahan karat martensitik SS 410, baja tahan karat feritik SS 430 dan baja tahan karat austenitik SS 316. Media uji yang akan digunakan adalah Poly Fatty Acid Destilate (PFAD). Pengujian ini dilakukan dengan metode imersi dalam autoclave dengan kondisi atmosfer adalah gas nitrogen 99%. Pelaksanaan pengujian berkisar pada tekanan 2 kg/cm² s/d 30 kg/cm², temperatur 140°C s/d 300°C, kadar TAN 45 s/d 169 mg KOH/ml sampel dan kadar air (Tanpa penambahan aquadest s/d 10 ml). Perkiraan jenis korosi berdasarkan pengamatan dengan mikroskop optik. Berdasarkan hasil uji imersi, parameter tekanan, temperatur, nilai TAN dan kadar air tidak berpengaruh signifikan terhadap laju korosi ketika temperatur kerja dan tekanan kerja dibawah 300°C dan 30 Kg/cm². Pada saat temperatur dan tekanan kerja 300°C dan 30 Kg/cm², laju korosi mengalami kenaikan yang signifikan sebagai tanda bahwa parameter tekanan, temperatur dan nilai TAN menunjukkan kontribusi terhadap signifikansi kenaikan laju korosi, sementara itu peningkatan kadar air memberikan efek sebaliknya. SS 316 menunjukkan ketahanan korosi yang lebih baik dari pada material lain. Berdasarkan hasil pengamatan visual, korosi yang terjadi adalah korosi merata.

Kata kunci : TAN, PFAD, uji imersi, laju korosi

Pendahuluan

Dalam operasi suatu kilang pemurnian migas, bahan baku harus memenuhi kualifikasi teknis dan ekonomi. Salah satu kualifikasi teknis yang dimaksud yaitu korosivitas bahan baku yang terkait dengan mampu-olah peralatan kilang. Korosivitas bahan baku umumnya diindikasikan oleh bilangan asam / TAN (total acid number). Korosivitas bahan baku yang tinggi berdampak pada peningkatan biaya produksi yang disebabkan oleh peningkatan upaya untuk mengendalikan korosi dan biaya pemeliharaan peralatan kilang. Disisi lain, manajemen kilang membutuhkan bahan baku dengan harga terjangkau untuk menjaga kontinuitas produksi. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga produktivitas, khususnya dalam memproduksi bahan bakar solar yaitu dengan mem'blending' bahan baku dari fosil dengan sumber rantai karbon dari minyak nabati^[1]. Upaya ini dinilai efektif terkait dengan ketersediaan sumber minyak nabati yang melimpah, terbarukan dan biodegradable. Disamping itu, upaya ini dapat langsung dilakukan dengan menggunakan unit *hydrotreating* yang sudah ada disemua kilang pemurnian migas.

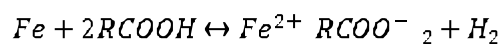
Minyak nabati memiliki angka asam tinggi sekitar 198 mg KOH/ ml sampel. Angka ini sangat tinggi dibandingkan dengan bilangan asam minyak mentah yang hanya berkisar antara 0.5 s/d 5 mg KOH / ml sample. Lihat gambar pengaruh TAN terhadap korosi pada gambar berikut :



Gambar pengaruh TAN terhadap korosi:^[10]

Berdasarkan gambar diatas, penggunaan minyak nabati sebagai campuran bahan baku dalam produksi solar harus didasari oleh penelitian korosi untuk memastikan pengaruh nilai TAN-nya terhadap korosi material.

Nilai TAN merupakan nilai total dari asam yang terdapat dalam minyak baik yang organik maupun yang inorganik. Asam organik yang menyebabkan korosi yang signifikan yaitu asam naftanik, persamaan reaksi korosinya adalah sebagai berikut :

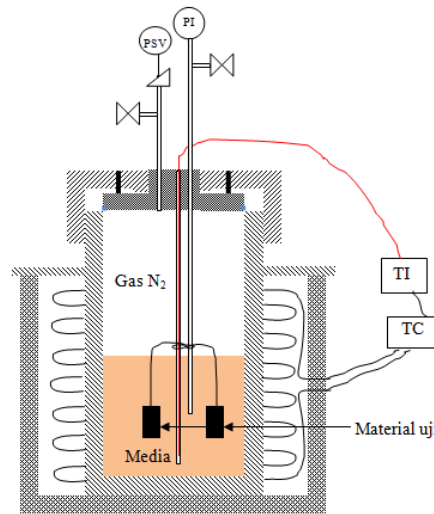


Reaksi diatas menunjukkan bahwa asam naftanik menyerang logam menghasilkan besi naftanik yang larut dalam minyak dan gas hidrogen^[3].

Metodologi

Setelah memperoleh material uji dari vendor, material tersebut diuji OES untuk memastikan kualifikasi material tersebut. Kemudian dipotong menjadi kupon dengan dimensi 2 cm X 5 cm sesuai dengan standar ASTM G1. Untuk mendapat profil permukaan yang homogen, kupon tersebut diampelas hingga grid 1000. Supaya kupon tidak terkontaminasi oleh udara atmosfer, kupon selalu disimpan dalam wadah kedap udara dengan silica-gel. Kemudian, media yang digunakan adalah PFAD. PFAD merupakan produk samping dalam proses pemurnian minyak sawit menjadi bahan baku minyak goreng.

Metode imersi merupakan metode utama yang digunakan dalam penelitian ini untuk menentukan laju korosi. Untuk mencegah aerasi udara atmosfer selama pengujian, maka alat yang digunakan adalah autoclave yang didesain khusus dan di'purging' dengan gas nitrogen.



Gambar skema autoclave

Rincian uji parameter dilakukan seperti dijabarkan dalam tabel dibawah ini:

Uji parameter tekanan				
Parameter uji	Uji imersi 1	Uji imersi 2	Uji imersi 3	Uji imersi 10
Tekanan	19	20	23	30-35
Temperatur	230	230	230	230
TAN	Pfad murni	Pfad murni	Pfad murni	Pfad murni
Kadar air	Aquadest 50 ml	Aquadest 50 ml	Aquadest 50 ml	Aquadest 50 ml
Uji parameter Temperatur				
	Uji imersi 1	Uji imersi 4	Uji imersi 5	Uji imersi 11
Tekanan	22	22	22	22
Temperatur	230	205	170	140
TAN	Pfad murni	Pfad murni	Pfad murni	Pfad murni
Kadar air	Aquadest 50 ml	Aquadest 50 ml	Aquadest 50 ml	Aquadest 50 ml
Uji parameter TAN				
	Uji imersi 1	Uji imersi 6	Uji imersi 7	Uji imersi 12
Tekanan	22	22	22	22
Temperatur	230	230	230	230
TAN	169,19	118,89	106,45	45,32
Kadar air	Aquadest 50 ml	Aquadest 50 ml	Aquadest 50 ml	Aquadest 50 ml
Uji parameter Kadar air				
	Uji imersi 1	Uji imersi 8	Uji imersi 9	Uji imersi 13
Tekanan, Kg/cm ²	22	22	22	22
Temperatur, °C	230	230	230	300
TAN, mg KOH/ml sample	Pfad murni	Pfad murni	Pfad murni	Pfad murni

Kadar air	Aquadest 50 ml	Aquadest 25 ml	Aquadest 10 ml	Tanpa aquadest
-----------	----------------	----------------	----------------	----------------

Durasi imersi = 24 jam

Gambar Tabel uji parameter tekanan, temperatur, nilai TAN media dan kadar air media terhadap laju korosi

Penghitungan laju korosi ditentukan dengan mengukur perubahan berat sampel setelah pengujian imersi, maka laju korosi dari setiap jenis material dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut ini:

$$V_c = \frac{8760 \times \Delta m}{S \times T \times D}$$

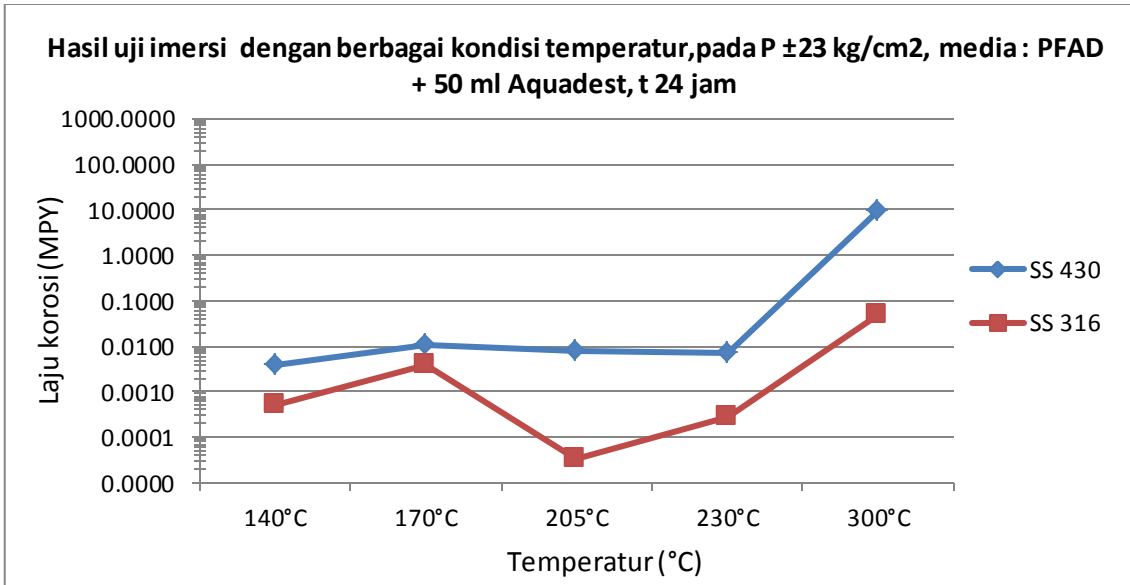
Dimana Δm (g) adalah perubahan berat sampel sebelum dan sesudah mengalami korosi, S adalah luas area (mm^2) yang mengalami korosi, T adalah lamanya waktu (jam) pengujian korosi dan D adalah masa jenis (gr/mm^3) dari material yang digunakan sebagai sampel. Pengukuran berat dilakukan sebanyak 3 kali, dan nilai rata-ratanya yang akan digunakan untuk perhitungan.

Analisa data dan pembahasan

4.1. Uji parameter tekanan, temperatur, kadar TAN dan kadar air terhadap laju korosi

4.1.1. Pengaruh parameter temperatur terhadap laju korosi

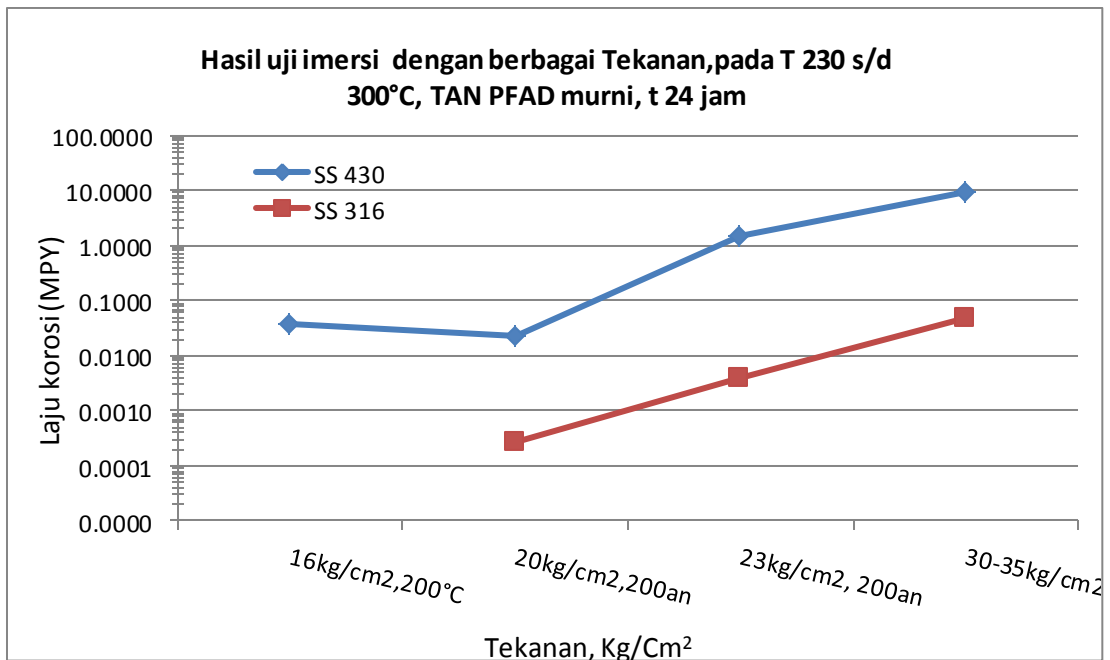
Berdasarkan gambar berikut, parameter temperatur tidak berpengaruh terhadap laju korosi ketika temperatur kerja kurang dari 230C. Namun, ketika temperatur kerja mencapai 300C terjadi kenaikan laju korosi yang signifikan. Kenaikan laju korosi ini mengindikasikan proses korosi yang meningkat terkait dengan kenaikan temperatur.



Gambar grafik temperatur, °C vs laju korosi, Mpy

4.1.2. Pengaruh parameter tekanan terhadap laju korosi

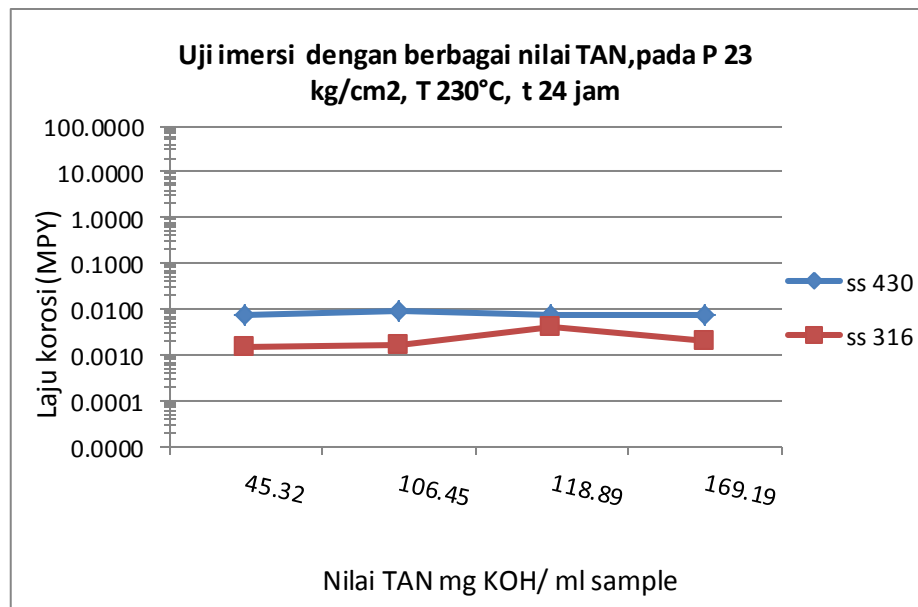
Berdasarkan grafik dibawah ini, parameter tekanan menggambarkan pengaruh yang konsisten terhadap korosi dari kondisi tekanan 16 Kg/cm² hingga 30-35 Kg/cm². Hal ini menunjukkan bahwa seiring meningkatnya tekanan, maka komponen – komponen korosif yang terhambat menguap dari media (fasa cair) juga meningkat.



Gambar grafik tekanan, Kg/cm² vs laju korosi, Mpy

4.1.3. Pengaruh Kadar TAN dalam Media terhadap laju korosi

Berdasarkan hasil uji imersi parameter TAN pada T 239C, perubahan TAN tidak berpengaruh secara signifikan terhadap laju korosi SS 316 maupun SS 430, sebagaimana ditunjukkan oleh grafik berikut ini :

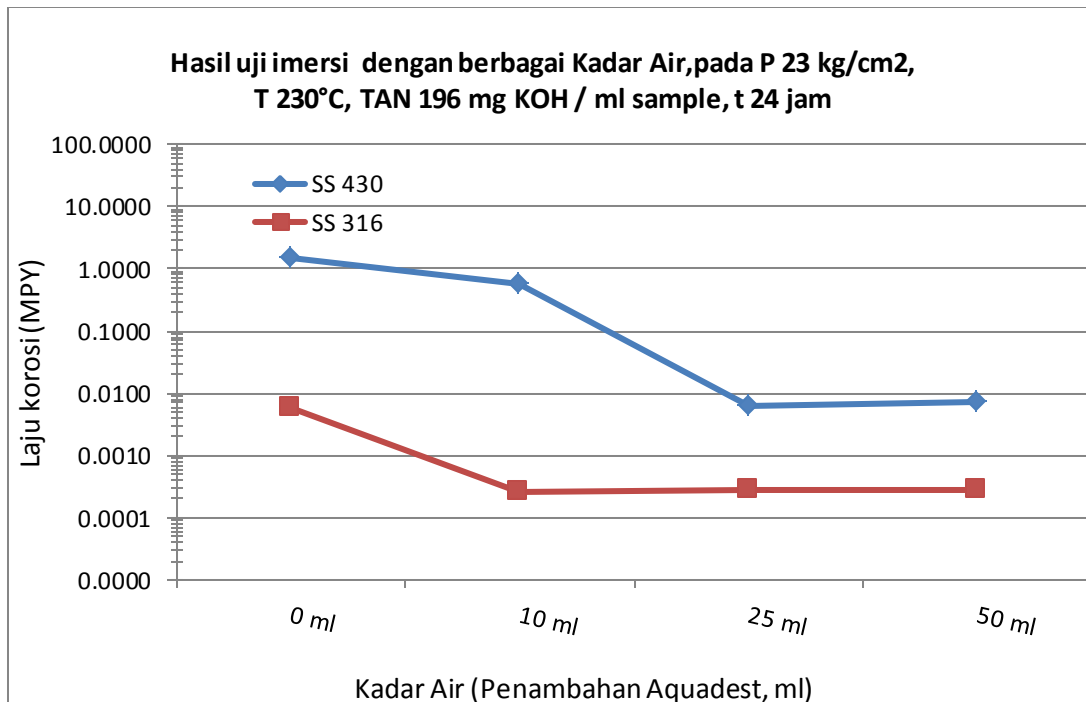


Gambar grafik nilai TAN media, mg KOH/ml sampel vs laju korosi, Mpy

Namun jika mengaju pada hasil imersi pada T 300°C dan tekanan 30 kg/cm², laju korosi meningkat signifikan menjadi 9 MPY pada SS 430. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai TAN tidak berpengaruh signifikan terhadap proses korosi SS 316 dan SS 430 pada temperatur dibawah 230°C. Hal lain yang bisa disimpulkan dalam hal ini adalah SS 316 masih memiliki ketahanan korosi yang baik pada nilai TAN 169 mg KOH / ml sampel ketika temperatur dan tekanan kerja 300C.

4.1.4. Pengaruh Kadar Air dalam media terhadap laju korosi

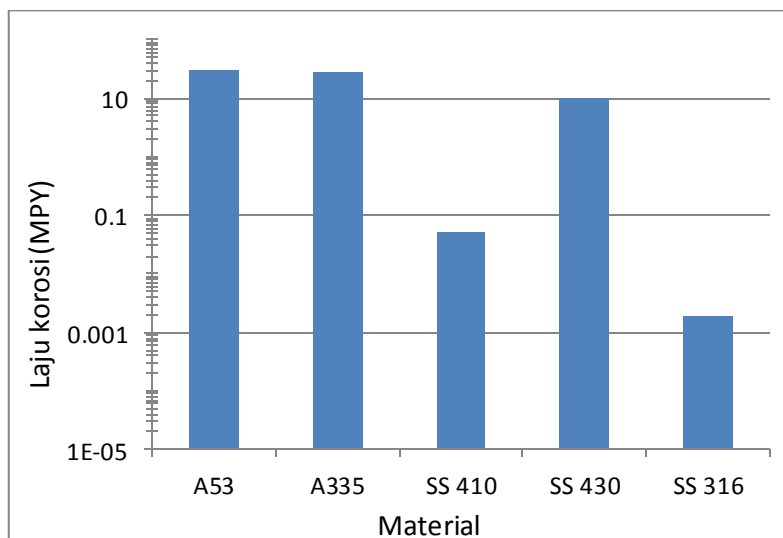
Berdasarkan grafik uji parameter kadar dengan laju korosi dibawah ini, peningkatan kadar air menyebabkan turunya laju korosi, hal tersebut mengindikasikan bahwa peningkatan kadar air menyebabkan peningkatan komponen - komponen korosif yang larut dan terbawa bersama air dalam proses penguapan.



Gambar grafik Kadar Air media, ml vs laju korosi, Mpy

4.2. Ketahanan material terhadap korosi naftanik

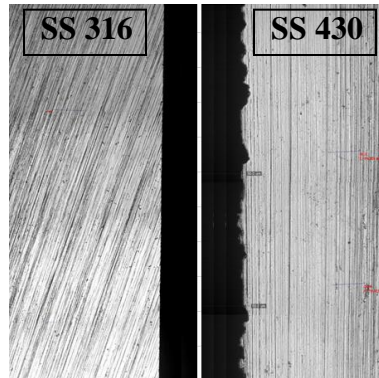
Berdasarkan diagram berikut, nampak bahwa SS 316 memiliki ketahanan korosi yang paling baik diantara seluruh material uji. Data laju korosi ini merupakan laju korosi yang paling kritis yang terjadi selama penelitian ini. Ketahanan korosi SS316 didukung oleh komponen paduan yang lengkap seperti chrom, nickel dan molybdenum serta kadar karbon yang sangat rendah.



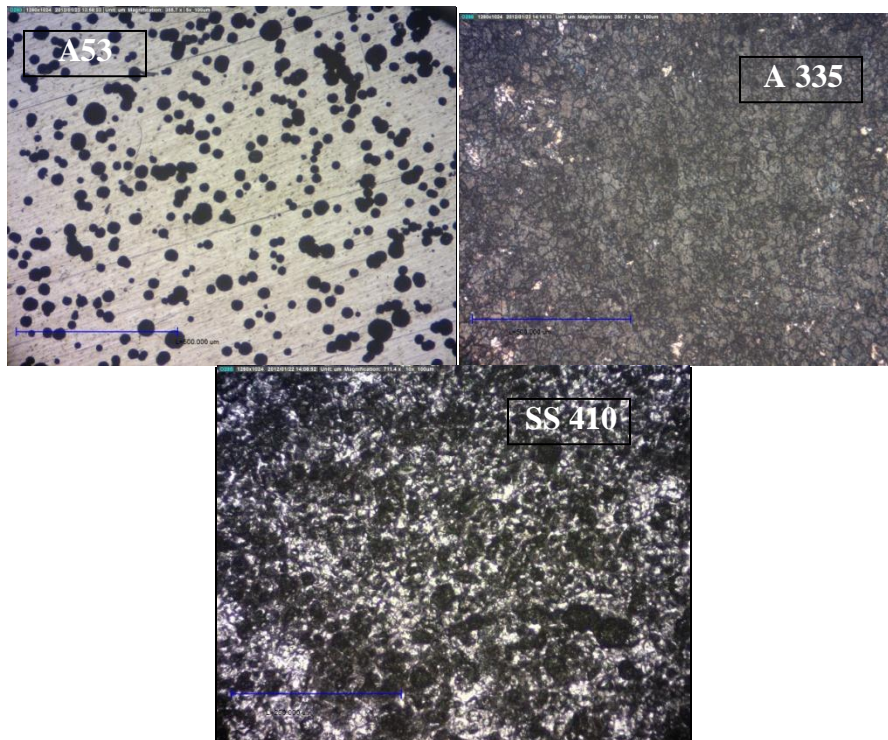
Gambar Diagram ketahanan material terhadap korosi

4.3. Foto mikroskop optik

Berdasarkan pengamatan permukaan dan potongan melintang material setelah uji imersi, jenis korosi yang terjadi adalah korosi merata.



Gambar perbandingan potongan melintang SS 316 dan SS 430 hasil pengamatan dengan mikroskop optik setelah uji imersi pada Tekanan 30 kg/cm², T 300°C, media PFAD, durasi 24 jam



Gambar permukaan A35, A35 dan SS 410

Kesimpulan

1. Pada temperatur kerja kurang dari 230C, tekanan 23 kg/cm², parameter temperatur, kadar TAN tidak berpengaruh signifikan terhadap laju korosi material yang berada (terendam) dalam media asam karboksilat.
2. Parameter tekanan secara konsisten mempengaruhi laju korosi material yang berada dalam media asam karboksilat
3. Parameter kadar air bersifat pencegah korosi material yang berada dalam media asam karboksilat ketika membantu membawa komponen korosif dalam proses penguapan. Sebaliknya parameter tekanan berperan menghambat penguapan.
4. SS 316 memiliki ketahanan korosi yang paling baik dibandingkan dengan baja tahan karat feritik, martensitik, baja chromoly dan baja karbon biasa
5. Berdasarkan pengamatan dengan mikroskop optik, korosi material yang terjadi adalah korosi merata

Daftar pustaka

- 1) Jostein Gabrielsen, Rasmus G. Egeberg, and Kim G. Knudsen, Hydrotreating of Triglycerides to Make Aviation Biofuels, Biomass 2011, National Harbour – Maryland, 27th July 2011
- 2) Fernanda Hass, Ana C.T.G. Abrantes, Alysson N.Diogenes, Haroldo A.Ponte, TAN influence analysis at the stainless steel corrosion behavior – electrochemical noise technic, Petrobrass,
- 3) Gheorghe M. Bota, Corrosion of Steel at High Temperature in Naphthenic Acid and Sulfur Containing Crude Oil Fractions, Russ College of Engineering and Technology of Ohio University, November 2010
- 4) R.D. Kane and M.S. Cayard, A Comprehensive Study On Naphthenic Acid Corrosion, NACE International, 2002
- 5) Chen Wang, Yinpei Wang, Jin Chen, Xiaoming Sun, Zengdian Liu, Qian Wan , Yanxia Dai, Wenbing Zheng, anadian Journal on Mechanical Sciences and Engineering Vol. 2, No. 2, February 2011
- 6) Vijaya Kanukuntla, FORMATION OF SULFIDE SCALES AND THEIR ROLE IN NAPHTHENIC ACID, Russ College of Engineering and Technology of Ohio University, March 2008
- 7) Vijaya. Kanukuntla, Dingrong Qu, Srdjan Nesic, Experimental Study of Concurrent Naphthenic Acid and Sulfidation Corrosion, 17th International Corrosion congress,
- 8) Heinz Zuk, David Johnson and Gregg R McAteer, Mitigating corrosion from naphthenic acid streams, Ondeo Nalco Energy Services & Norsk Hydro AS, PTQ, 2003
- 9) Crude Unit Corrosion and Corrosion Control, General Electric, 2010
- 10) Thomas Lu, Challenges in Opportunity Crude Processing, Ecolab, April, 2012