



PERBANDINGAN LAJU KOROSI PAKU BETON PADA MEDIUM AIR PDAM DAN KONDENSAT AC (AIR CONDICIONER)

Suaib Tajudin, Rahmaniah, dan Ihsan

*Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar
email: rahmaniah.fisika@uin-alauddin.ac.id*

INFO ARTIKEL

Status artikel:

Diterima: 3 Juni 2020

Disetujui: 29 Juni 2020

Tersedia online: 30 Juni 2020

Keywords: *corrosion rate, nails, medium water taps, AC wastewater*

ABSTRACT

The purpose of this study was to compare the corrosion rate of concrete nails with the medium of PDAM water and AC wastewater. The method used is the weight loss method. Immersion of the sample is carried out for 30 days, and measurements are carried out, and corrosion rate analysis is carried out every ten days. Nail corrosion rate with PDAM water medium was obtained at 4.06×10^{-7} mm/year, while the corrosion rate of nails with AC wastewater medium based on variations in Paard Kracht (PK) size and emperature size regulation on each AC obtained the largest corrosion rate on AC PK 1 ½ with a temperature of 18°C, 4×10^{-7} mm /year, the temperature is 19 °C, 2.66×10^{-7} mm/year, 20°C, 5.77×10^{-7} mm/year and the temperature is 21°C, 5.88×10^{-7} mm/year. AC PK 2 with a temperature of 19°C, 5.26×10^{-7} mm/year, the temperature is 20°C, 7.97×10^{-7} mm/year, the temperature is 21°C, 4.95×10^{-7} mm/year and a temperature of 22oC, 3.49×10^{-7} mm / year. For AC PK 1 with the temperature is 20°C, 3.77×10^{-7} mm / year, a temperature of 21°C, 5.74×10^{-7} mm / year, the temperature is 22°C, 8.11×10^{-7} mm /year and the temperature is 23°C, 8.96×10^{-7} mm/year.

1. PENDAHULUAN

Baja merupakan salah satu benda terkuat di bumi karena terbuat dari besi. Besi berfungsi sebagai unsur utama yang dikombinasikan dengan karbon. Besi dan karbon sebagai campuran bahan utama. Baja termasuk dalam logam. Penggunaan karbon dimaksud agar baja keras (*hardness*) serta kekuatan tarikannya, tetapi ada titik kelemahan baja yaitu baja lebih rapuh atau memiliki sifat getas seperti gelas dan keras atau susah dibentuk (*ductility*). Banyaknya karbon yang digunakan dalam pembuatan baja sekitar 0,2% - 2,1% disesuaikan dengan *gradeny* (Agung, 2012). Baja merupakan salah satu unsur membuat

paku. Ada beberapa jenis paku dan paku terkuat adalah paku beton. Paku beton dinilai paling kuat secara pemanfaatannya dan proses pembuatannya. Banyak dijumpai penggunaan paku beton pada dinding rumah atau kamar. Tidak ketinggalan untuk konstruksi bangunan yang besar sangat membutuhkan paku beton untuk menyambung kayu besar dan kuat atau sekedar menggantung pakaian di kamar, toilet, ruang tamu, kamar pribadi, kantor dan sebagainya. Permasalahan utama dari besi dan baja adalah korosi, sebab korosi dapat menurunkan kualitas material. Tahun 1991 Trethewey memperkenalkan korosi sebagai suatu proses penurunan kualitas atau mutu suatu bahan dikarenakan proses elektrokimia bahan dan lingkungan.

Menurut Ibu Fatmawati, tinggal di Perumahan Japing Patalassang Kabupaten Gowa yang juga mengkonsumsi air dari PDAM Gowa. Kondisi air terkadang keruh, berbau, dan berwarna kekuningan yang merupakan masalah dalam mendapatkan air minum karena di dalam rumah terkadang memanaskan air sebagai air minum. Sedangkan untuk penelitian tentang kualitas air ini tidak pernah dilakukan. Artinya masyarakat tidak mengetahui kualitas air PDAM Gowa dan menyerahkan semua pada pemerintah yang mengatur penyaringan air dari sungai Jeneberang.

Kondensat Air *Conditioner* (AC) telah banyak dilakukan penelitian, diantaranya adalah Wahyu dkk (2006), menggunakan tiga sampel kondensat AC dengan hasilnya adalah parameter kimia untuk pH, jumlah zat padat dan Fe (besi) pada sampel I yaitu 7.26, 2,38 mg/l, 0.2, sampel II 6.75, 3.85 mg/l, 0.2 dan sampel III 7.61, 8 mg/l, 0.2. Penelitian kondensat AC selanjutnya berada di kota Bandung pada tahun 2014, Penelitian kali ini meneliti jumlah volume kondensat yang dapat dihasilkan pada bangunan komersil dengan menggunakan rentang 12 – 15 jam untuk mengetahui volumenya (Dyah, 2014). Penelitian yang dilakukan oleh Bambang Hari P, dkk 2016 tentang studi pemanfaatan kondensat (AC) menjadi air layak minum dengan metode penyaringan dan melalui karbon aktif mampu membuktikan bahwa kondensat AC bisa menjadi aquades dengan hasilnya sampel I (tanpa penyaringan) tidak berbau, TDS 14,3 mg/L, kekeruhan 0,77 NTU, tidak berasa, suhu 27°C, dan pH 7. Sedang sampel II (melalui karbon aktif) tidak berbau, TDS 14,3 mg/L, kekeruhan 0,38 NTU, tidak berasa, suhu 24°C, dan pH 6,8. Tahun 2017, Penelitian dilaksanakan Jurusan Kimia Universitas Negeri Surabaya (UNESA) menggunakan Resin Penukar Kation (RPK) dan Resin Penukar Anion (RPA) untuk mengetahui kualitas kondensat AC dijadikan air minum dengan melewati kondensat AC pada kolom yang terdapat RPK dan RPA, dengan hasilnya adalah konduktivitas kondensat AC sebelum melewati RPA dan RPK sebesar $3,96 \times 10^{-5}$ S, pH kondensat 7,73 dan TDS sebesar 1,28 ppm. Sedangkan untuk hasil konduktivitas kualitas kondensat AC setelah melewati RPA kemudian diteruskan untuk melewati RPK adalah $4,4 \times 10^{-6}$ S, pH air 7,62 dan nilai TDS 0,1 – 0,5 ppm.

Dari beberapa penelitian di atas, diperoleh nilai pH kondensat Air *Conditioner* yang berbeda dan bervariasi. Secara kerangka, air yang normal memiliki pH antara 6-8 sedangkan lebih kecil dari 6 tergolong asam dan lebih besar dari 8 tergolong basa. Penelitian di atas tidak satupun yang menentukan nilai laju korosi dari kondensat AC ini. Mengingat AC sekarang banyak digunakan masyarakat maka sebagai orang akademisi

penting mempunyai data untuk mengetahui laju korosi agar menjadi pegangan masyarakat dalam menggunakan AC.

2 METODE PENELITIAN

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah neraca analitik, termometer, pH meter, wadah kaca (13 buah), gelas kimia, mikrometer sekrup, gurinda, pinset, gelas cawan, dan mistar. Sedangkan bahan yang digunakan adalah kondensat AC 1 ½ PK, 2 PK dan 1 PK, air PDAM Gowa, larutan HCl teknis, paku beton hitam (13 buah), kertas amplas dan lakban hitam.

Preparasi sampel

Paku beton hitam tiga belas buah yang digurinda ujung dan kepalanya untuk mendapatkan paku berbentuk tabung kemudian diampelas hingga licin dan diukur panjang serta diameter menggunakan mistar dan mikrometer sekrup sebab mengalami perubahan setelah digurinda dan diampelas.

Preparasi Medium

Mengambil kondensat AC dari pipa pembuangan sebanyak 20 ml tiap PK dan suhu yaitu PK 1 ½ yaitu 18°C, 19°C, 20°C dan 21°C. PK 2 yaitu 19°C, 20°C, 21°C dan 22°C serta PK 1 yaitu 20°C, 21°C, 22°C dan 23°C. Kemudian mengukur pH dan suhu kondensat AC menggunakan pH meter dan Termometer, setelah diukur kondensat AC dimasukkan ke dalam wadah tertutup yang diikuti dengan menempatkan sampel (paku) ke dalam wadah berisi kondensat atau direndam dan ditutup dengan tutup plastik serta dilakban agar suhu lingkungan tidak mempengaruhi proses korosinya. Kemudian direndam selama 30 dengan setiap 10 hari diukur besar laju korosinya tiap sampel.

Pengujian perubahan massa, panjang dan diameter sampel

Setelah direndam selama 10 hari sampel diukur perubahan massa, panjang dan diameter. Sebelum diukur sampel terlebih dahulu dibersihkan menggunakan HCl agar karatan yang melekat hilang. Perendaman ini kurang lebih setengah menit agar unsur yang lain tidak ikut terlarut. Kemudian menggunakan neraca analitik untuk mengetahui massa yang hilang, mistar untuk mengetahui panjang yang hilang dan mikrometer sekrup untuk mengetahui diameter yang hilang selama perendaman. Sebelum sampel dimasukkan lagi ke dalam wadah, terlebih dahulu diukur pH dan suhu kondensat AC agar diketahui perubahan suhu dan pH selama perendaman. Setelah semua variabel diukur maka sampel direndam kembali dan dilapisi dengan lakban hitam. Proses ini dilakukan juga pada 20 hari perendaman dan 30 hari perendaman terhitung sejak pertama kali sampel direndam. Sedangkan pada 30 sampel tidak lagi direndam karena maksimal waktu penelitian hanya 30 hari. Setelah 30 hari sampel dibersihkan dan disimpan sebagai bukti penelitian.

Pengujian Laju Korosi

Setelah diketahui perubahan yang terjadi pada hari ke 10, ke 20 dan ke 30 perendaman sampel menggunakan kondensat AC dan ditulis ditabel pengamatan maka selanjutnya dilakukan pengujian menggunakan metode kehilangan massa. Metode

kehilangan massa adalah pengujian untuk mengetahui besar laju korosi selama perendaman yang bergantung pada perubahan massa, panjang dan diameter sampel. Pengujian dilakukan dengan ms. Excel yang sederhana. Dalam menghitung perubahan hari ke 10, 20 dan 30 dikurangi hari pertama sebelum perendaman.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi awal sampel

Berdasarkan penelitian Wahyu dkk (2006) dengan nilai pH kondensat AC dikondisi netral, dimungkinkan nilai laju korosi sangat kecil. Nilai laju korosi digambarkan oleh Ismail (2010) dimana laju korosi sangat baik jika $\leq 0,02$ mm/yr dan buruk sekali lebih besar sama dengan 5 mm/yr.

Tabel 1. Kondisi Fisik Sampel sebelum perendaman

Suhu AC (°C)	Tebal Sampel (mm)	Massa Sampel (gr)	Panjang Sampel (mm)
PK 1 ½			
18	3,46	2,29	4,2
19	3,03	2,56	4,3
20	3,03	2,50	4,3
21	3,05	2,48	4,1
PK 2			
19	3,02	2,39	4,1
20	3,47	2,47	4,2
21	3,08	2,51	4,3
22	3,03	2,45	4,2
PK 1			
20	3,49	2,50	4,7
21	3,46	2,57	4,5
22	3,47	2,33	4,2
23	3,47	2,37	4,2
Air	3,47	2,30	4,2
PDAM			

Tabel 1, menjelaskan kondisi tebal massa dan panjang sampel sebelum direndam. Perbedaan pada sampel padahal awalnya 5 cm karena pada proses gurinda dan pengamplasan yang kurang baik sehingga ukurannya berbeda-beda. Besi menjadi salah satu unsur yang mengalami korosi pada medium air, udara dan tanah sehingga kondisi awal ini mengalami perubahan nantinya setelah perendaman. Karena kondisi kondensat AC dan air PDAM Gowa yang baik maka laju korosi yang terjadi akan kecil atau sangat baik sekali.

Laju Korosi

Waktu perendaman yang dilakukan selama 10 hari, 20 hari dan 30 hari pada medium kondensat AC dan air PDAM Gowa. Nilai laju korosi pada tabel 2 berikut didapat dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

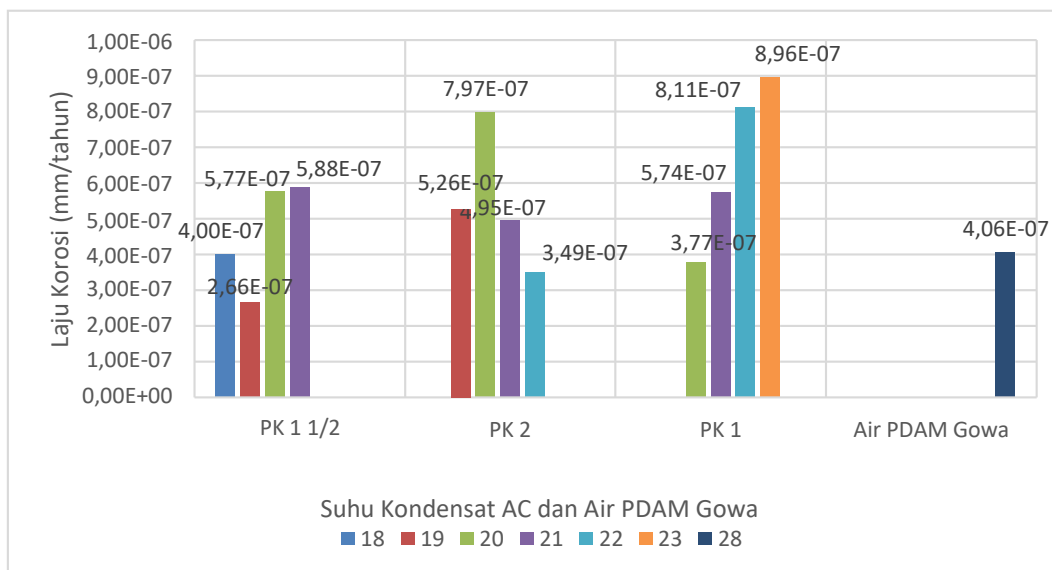
$$V = \frac{K \times \Delta m}{\rho \times A \times t} \quad (1)$$

Keterangan:

- V = Laju korosi (mm/tahun)
- K = Ketetapan ($8,76 \times 10^2$)
- Δm = Perubahan massa (gram)
- ρ = Massa Jenis (gram/mm^3)
- A = Luar Permukaan (mm^2)
- t = Waktu perendaman (detik)

Hasil pengamatan laju korosi paku beton menjelaskan laju korosi paku beton selama perendaman kondensat AC dan Air PDAM Gowa. Seperti pada PK 1 ½ suhu AC 18°C perendaman hari 10, 20 dan 30, luas permukaannya adalah $467,966917 \text{ mm}^2$, $472,245952 \text{ mm}^2$ dan $467,966917 \text{ mm}^2$ dengan laju korosinya hari 10, 20 dan 30 adalah $1 \times 10^{-7} \text{ mm/tahun}$, $2,93 \times 10^{-7} \text{ mm/tahun}$ dan $3,99 \times 10^{-7} \text{ mm/tahun}$. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa perubahan lama perendaman berbanding lurus dengan kenaikan laju korosi. Seperti pada kondensat AC, rendaman Air PDAM Gowa didapatkan semakin besar waktu perendaman maka semakin besar laju korosinya.

Hubungan variasi suhu AC terhadap laju korosi menggambarkan laju korosi rendaman sampel kondensat AC dan air PDAM Gowa selama 30 hari seperti gambar 1.



Gambar 1. Grafik hubungan variasi suhu terhadap laju korosi paku beton (H-30)

Pada gambar 1, memperlihatkan laju korosi 13 sampel yang direndam selama 30 hari dengan variasi suhu dan PK AC serta direndam dengan air PDAM Gowa. Pada PK 1 $\frac{1}{2}$, suhu 18°C laju korosi sebesar $4,00 \times 10^{-7}$ mm/tahun namun di suhu 19°C laju korosi menurun diangka $2,66 \times 10^{-7}$ mm/tahun dan naik terus di suhu 20°C dan 21°C yaitu $5,77 \times 10^{-7}$ mm/tahun dan $5,88 \times 10^{-7}$ mm/tahun. PK 2, suhu 19°C laju korosi sebesar $5,26 \times 10^{-7}$ mm/tahun. Naik di suhu 20 yaitu $7,97 \times 10^{-7}$ mm/tahun kemudian turun beruntun di suhu 21°C dan 22°C sebesar $4,95 \times 10^{-7}$ mm/tahun dan $3,49 \times 10^{-7}$ mm/tahun. Untuk PK 1 berbeda karena laju korosi berbanding lurus dengan besar suhu, laju korosi suhu 20°C yaitu $3,77 \times 10^{-7}$ mm/tahun, naik terus di suhu 21°C, 22°C dan 23°C yaitu $5,74 \times 10^{-7}$ mm/tahun, $8,11 \times 10^{-7}$ mm/tahun dan $8,96 \times 10^{-7}$ mm/tahun. Dan hal ini menjelaskan bahwa variasi suhu tidak berpengaruh pada laju korosi artinya suhu kondensat AC tidak mengikut pada suhu ruangan AC karena langsung terkontaminasi dengan suhu lingkungan. Karena suhu di AC berada dalam alat AC sedangkan kondensatnya dibuang langsung ke lingkungan, sehingga suhu kondensat mengikut pada suhu lingkungan sekitar. Suhu lingkungan inilah yang mempengaruhi suhu AC selama perendaman. Walaupun sangat sedikit waktu yang dibutuhkan kondensat AC berinteraksi dengan suhu lingkungan tapi dampaknya besar bagi laju korosinya. Naik dan turunnya suhu kondensat AC yang sudah berinteraksi dengan suhu lingkungan berpengaruh terhadap laju korosi. Suhu berbanding lurus dengan kenaikan laju korosi. Tetapi hal ini hanya berlaku pada PK 1 $\frac{1}{2}$ dan PK 2. Sedangkan PK 1 menampilkan hasil kebalikannya yaitu kenaikan suhu AC dan kondensat AC berbanding lurus dengan laju korosi. Laju Korosi PK 1 lebih stabil karena besarnya sesuai dengan pertambahan suhu AC dan kondensat AC. Melihat lebih teliti, yang membedakan laju korosi dari 3 PK ini adalah lama pemakaian AC, frekuensi pemakaian dan sistem AC.

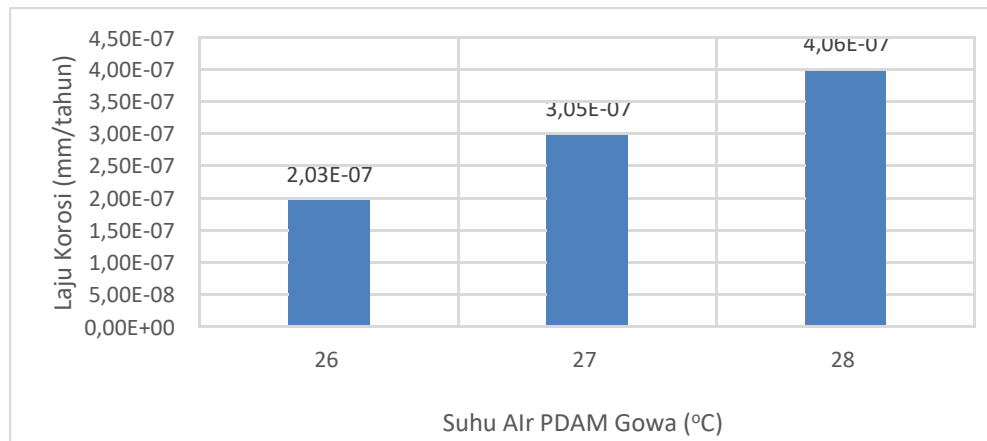
Lama pemakaian AC berpengaruh pada kualitas udara dan proses kerja AC. Seperti alat lainnya, keawetan tergantung pada lama pemakaian dan perawatan. AC PK 1 $\frac{1}{2}$ yang berada di Laboratorium Komputasi terhitung baru karena dipasang pada akhir tahun 2019. Selain pemakaian baru, frekuensi pemakaiannya terbilang hampir setiap hari kerja dan atau ketika ada perkuliahan. Dengan frekuensi pemakaian seperti ini AC tetap stabil karena setiap hari mesinnya tetap panas untuk memompakan udara. AC ini dilengkapi dengan sistem inverter yang tidak berpengaruh pada fluktuasi suhu. Sistem inverter memungkinkan AC bekerja dengan cepat untuk mendinginkan suhu serta lebih peka terhadap perubahan suhu. Jika suhu ruangan berubah akan langsung terbaca pada sensor kemudian menyesuaikan kembali. Hal ini memungkinkan AC lebih mudah bekerja dengan proses kompresor otomatis. Dengan pemakaian baru, frekuensi pemakaian standar dan sistem inverter, laju korosi yang dihasilkan pun terbilang stabil naik dan turunnya. Laju korosi tertinggi adalah $5,88 \times 10^{-7}$ mm/tahun.

Pada PK 2 di Laboratorium Elektronika, penggunaannya sejak tahun 2013 silam sekitar 7 tahun lamanya. Padahal standar yang dianjurkan oleh KEMENTERIAN KESEHATAN sekiap 2-4 tahun AC bekerja secara baik, jika digunakan lebih dari itu maka perawatannya setiap 6 bulan pemakaian karena kotoran yang melekat pada AC bisa menyebabkan kelambatan kerja dan kerusakan permanen. Frekuensi pemakaian terbilang sering dibandingkan AC di laboratorium komputasi. Keseringan pemakaian berdampak

pada kelelahan mesin dalam bekerja dan cepat mengalami kerusakan. Sistem AC ini tidak dilengkapi inverter yang berakibat pada mesin AC yang bekerja lambat dan kompresor harus menggunakan remot kontrol untuk menyesuaikan perubahan lingkungan. Pada saat penyesuaian ini kompresor berputar dengan cepat tapi lambat untuk penyesuaiannya. Hal ini berdampak pada laju korosi yang dihasilkan. Nilai tertinggi laju korosi PK ini adalah $7,97 \times 10^{-7}$ mm/tahun, Lebih besar dari AC komputasi (PK 1 ½)

AC PK 1 berada di Laboratorium Optik digunakan sekitar tahun 2015. AC ini jarang dinyalakan untuk pemakaiannya. Kondisi ruangan yang perlu diperhatikan dari cahaya karena alat yang didalamnya menyebabkan laboratorium ini jarang dikunjungi sehingga frekuensi pemakaian terbilang kecil. Mesin yang jarang digunakan setiap hari bahkan bulan maka mesin kaku dalam pengoperasiannya. Selain itu, AC ini tidak dilengkapi sistem inverter sehingga ketika rentang waktu on dan off kompresor dipaksa bekerja secara maksimal yang lambat. Karena faktor inilah laju korosi yang dihasilkan tertinggi dari 3 AC yang digunakan yaitu $8,96 \times 10^{-7}$ mm/tahun.

Dengan nilai laju korosi yang kecil dapat disimpulkan bahwa laju korosi pada rendaman Kondensat AC dengan variasi suhu dan Air PDAM Gowa dikategorikan sangat baik dengan melihat pada tabel 2.3 yang mana nilai 1-5 mpy sangat baik. Bukan hanya laju korosinya yang baik tapi ketahanan paku beton dalam menghambat laju korosi sangat baik. Hasil penelitian menunjukkan laju korosi tidak kurang dari satu dengan laju korosi tertinggi pada AC dengan PK 1 pada suhu 23°C dengan lamanya perendaman hari ke 30 sebesar $8,96 \times 10^{-7}$ mm/tahun. Sedangkan untuk laju korosi pada rendaman Air PDAM Gowa, nilai laju korosi tertinggi pada suhu 28°C hari 30 perendaman adalah $4,06 \times 10^{-7}$ mm/tahun terlihat pada gambar berikut.



Gambar 2. Grafik hubungan suhu air PDAM Gowa terhadap laju korosi

Dari gambar 2, besarnya suhu berbanding lurus dengan laju korosi. Pada dasarnya air PDAM Gowa berasal dari tanah yang mana memiliki unsur biologi dan kimia yang cukup besar. Proses penyaringan yang dilakukan PDAM bertujuan untuk menghilangkan atau mengurangi kadar pencemar di dalam air. Garam-garam terlarut dalam air dapat

menyebabkan bermacam-macam pengaruh seperti peningkatan laju korosi dan pembentukan kerak. Peningkatan suhu air dapat mempengaruhi laju korosi.

4 SIMPULAN

Adapun simpulan pada penelitian ini adalah jika kondisi AC dalam keadaan baik maka laju korosi berbanding lurus dengan kenaikan suhu. Faktor-faktor yang mempengaruhi naik turunnya laju korosi pada kondensat AC adalah lama pemakaian AC, frekuensi pemakaian, perawatan AC serta type AC yang digunakan (sistem inverter). Sedangkan faktor yang mempengaruhi laju korosi perendaman air PDAM Gowa adalah proses pemurnian air, pipa dan suhu lingkungan. Selama 30 hari perendaman, laju korosi perendaman sampel menggunakan kondensat AC PK 1 ½ dengan suhu 18°C adalah 4×10^{-7} mm/tahun, suhu 19°C adalah $2,66 \times 10^{-7}$ mm/tahun, 20°C adalah $5,77 \times 10^{-7}$ mm/tahun dan suhu 21°C adalah $5,88 \times 10^{-7}$ mm/tahun. AC PK 2 dengan suhu 19°C adalah $5,26 \times 10^{-7}$ mm/tahun, suhu 20°C $7,97 \times 10^{-7}$ mm/tahun, suhu 21°C $4,95 \times 10^{-7}$ mm/tahun dan suhu 22°C adalah $3,49 \times 10^{-7}$ mm/tahun. Sedangkan AC PK 1 dengan suhu 20°C adalah $3,77 \times 10^{-7}$ mm/tahun, suhu 21°C adalah $5,74 \times 10^{-7}$ mm/tahun, suhu 22°C adalah $8,11 \times 10^{-7}$ mm/tahun dan suhu 23°C adalah $8,96 \times 10^{-7}$ mm/tahun. Sedangkan laju korosi pada perendaman sampel menggunakan air PDAM Gowa adalah $4,06 \times 10^{-7}$ mm/tahun. Laju korosi tertinggi terjadi pada PK 1 pada suhu 23°C.

5 DAFTAR PUSTAKA

- ASTM International. (2004). ASTM G31-72: Standar Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing Of Metals. United State.
- Aulia Azizah. (2011). Analisis Kualitas Udara Ambien dengan Parameter Gas SO₂, NO₂ dan CO di Balai Hiperkes dan Keselamatan Kerja Provinsi Kalimantan Selatan : Banjarbaru.
- Azharuddin Sahil. (2007). Indeks Alquran. PT Mizan Pustaka. Bandung.
- Badan Pusat Statistik Jakarta Pusat. (2017). Data dan Informasi Penggunaan Air Conditioner (AC) di Indonesia. Badan Pusat Statistik: Jakarta.
- Bagotsky, V.S. (2006). Fundamental of Electrochemical. John Wiley and Sons : New York.
- Chamberlain J., Trethewey KR. (1991). Korosi (Untuk Mahasiswa dan Rekayasawan). PT Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- Dalimunthe, I.S. (2004). Kimia Dari Inhibitor Korosi. Skripsi : Universitas Sumatera Utara
- Davis, H, E. (1982). The Testing of Engineering Materials". Mc Graw Hill Inc : Auckland,
- Jamaluddin, Agus dkk. (2012). Analisis Kerusakan X-RAY FLUORESENCE (XRF): ISSN 1979-2409. Jakarta.
- Kawamura, S. (1991). Integrated Design of Water Treatment Facilities. John Willey and Sons.
- Kementerian Kesehatan RI. (2017). Permenkes RI. Nomor 23 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan: Kementerian Kesehatan RI.
- Madhifitri, Gapsari. (2017). Pengantar Korosi. Universitas Brawijaya Pres. Malang.
- M. Quraish Shihab. (2002). *Tafsir Al Misbah*. Vol 9,12,14; Jakarta. Lentera Hati.

- Sutrisno, C Totok. (2006). *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Rineke Cipta: Jakarta.
- Tiswan dan Djameluddin Ramlan. (2017). *Pemanfaatan Air Buangan Air Conditioner (AC) sebagai air bersih di Kampus 7 Poltekes Kemenkes*. Keslingmas Vol. 37. No. 4 : Semarang.
- Tanubrata M. (2015). *Bahan-bahan konstruksi dalam konteks sipil* : *Jurnal Teknik Sipil*, Universitas Sumatera Utara. Sumber-sumber Air. Medan : USU.
- Wahyu H. Piarah, dan Zuryati Djafar. (2006). *Analisa Kelayakan Kondensat Sistem Pengkondisian Udara dalam artikelra (AC) sebagai Air Minum*. Jurnal Vol. III, No. 2 Lembaga Penelitian Unhas : Buletin Penelitian.
- Widharto Sri. (2001). *Karat dan Pencegahannya*. Cetakan Kedua. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Yap K.H.F. (1999). *Konstruksi Kayu*. CV Trimitra Mandiri. Bandung.