

TINGKAT LAJU KOROSI KNALPOT KENDARAAN TYPE C 100 PRODUKSI INDUSTRI KECIL DI KABUPATEN PURBALINGGA

Paridawati¹⁾

¹⁾Dosen Program Studi Teknik Mesin - Universitas Islam "45", Bekasi

ABSTRAKSI

Dalam memproduksi komponen otomotif tentunya tidak lepas dari persoalan korosi. Korosi adalah penyebab bencana teknologi di Indonesia. Oleh karena itu peneliti tergugah untuk melakukan penelitian terhadap laju korosi knalpot kendaraan type C 100 produksi industri kecil di kabupaten Purbalingga. Agar kelak penelitian ini bisa menjadi sumbangan ilmu yang bermanfaat dalam memproduksi tabung gas buang yang tahan terhadap korosi, terutama terhadap air laut dan air hujan. Dari penelitian ini didapatkan nilai laju korosi daerah lasan tabung gas buang kendaraan type C 100 pada air hujan terbesar daerah lasan tabung gas buang kendaraan type C 100 di air hujan adalah pada air hujan Bekasi sebesar 7,57 mpy dan terendah adalah pada air hujan Bandung yaitu 4,65 mpy. Sedangkan nilai laju korosi daerah lasan tabung gas buang kendaraan type C 100 pada air garam 2%, terbesar didapat pada perendaman di air laut sebesar 6,54 mpy dan terkecil ada pada air dengan kadar garam 2% yaitu 4,19%. Dan Dari uji kekerasan pada perendaman air hujan kota bekasi didapatkan nilai kekerasan (Rockwell) adalah rata-rata 37, sedangkan specimen pada perendaman air laut mengalami sedikit penambahan kekerasan yaitu 45 dengan masing-masing pembebanan 100 kgf.

Kata kunci : laju korosi, korosi knalpot

1. Pendahuluan

Salah satu komponen yang penting dalam kendaraan bermotor adalah knalpot. Knalpot berfungsi sebagai saluran pembuangan dari sisa pembakaran yang terjadi di dalam mesin kendaraan. Selain itu, knalpot juga berfungsi memberikan daya dorong bagi kendaraan sehingga kendaraan dapat melaju secara maksimal. Sekarang ini industri knalpot mengalami kemajuan yang cukup pesat. Terbukti dengan digunakannya knalpot produksi Kabupaten Purbalingga oleh produsen mobil dari Jerman, Mercedes Benz. Pada tahun 2007, total nilai produksi dalam industri knalpot di Purbalingga mencapai Rp 9.956.633.000,- (Data Base IKM Purbalingga, 2007). Menurut berita dari REPUBLIKA.Co.id (Senin, 30 Mei 2011 17:42 WIB), Jakarta, bahwa Jet Hot Auto Muffler produsen knalpot (*muffler*) lokal asal Purbalingga Jawa Tengah berhasil menembus pasar global.

Seperti kita ketahui bahwa air laut memiliki agresivitas terhadap logam yang sangat tinggi karena memiliki kandungan ion Cl yang sangat tinggi, dimana ion dapat merusak lapisan pasif pada logam sehingga dapat mempercepat proses korosi. Menurut Lukman, Agustus 2009 bahwa baja karbon rendah mudah mengalami korosi terhadap lingkungan air yang mengandung unsur kimia yang bersifat korosif. Faktor-faktor yang mempengaruhi perilaku korosi pada air hujan ada bermacam-macam seperti temperatur, keasaman (pH), kadar garam (NaCl), kadar klorida (Cl), kadar sulfat (SO_4^{2-}) dan juga oksigen terlarut sehingga menyebabkan baja karbon rendah terkorosi [4].

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Keadaan Air Hujan Bekasi dan Bogor

Semua pH air hujan musim hujan di Kabupaten Bogor mempunyai pH diatas 5,6, terkecuali Kecamatan Ciomas (pH = 5,38) sedangkan kecamatan Citeureup dengan pH = 7,03 (mendekati netral) Pada contoh pengamatan air hujan pada musim hujan tahun berikutnya di kecamatan Ciomas mempunyai rata-rata pH 6,21 dengan jarak pengamatan 5 dan 8 hari hujan (Tabel 5). Begitu pula untuk data pH air hujan di musim kemarau menunjukkan hampir semua kecamatan mempunyai pH dibawah 5,6 (Tabel 5); kecuali Kecamatan Mega Mendung (pH = 6). Hal yang sama terjadi pada Kecamatan Mega Mendung yang mempunyai jarak hari pengamatan relatif lebih cepat dibandingkan dengan kecamatan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa walaupun terjadi pada musim hujan, apabila jarak hari hujan relatif lebih lama, akan mendapatkan pH air hujan relatif lebih rendah. Hal ini terjadi mengingat semakin lama tidak hujan semakin banyak bahan dasar prekursor hujan asam terakumulasi di udara. Begitu pula sebaliknya, walaupun terjadi pada musim kemarau apabila jarak hujan yang teramati relatif lebih cepat akan menunjukkan pH air hujan relatif tinggi atau mendekati netral. Dengan kata lain pada musim hujan volume air hujan sangat banyak, sehingga konsentrasi asam menjadi rendah atau mendekati pH netral. Sebaliknya pada musim kemarau volume air sangat sedikit, sehingga konsentrasi asam menjadi tinggi dan menyebabkan pH air hujan menjadi rendah.

Sebenarnya bahan prekursor pembentuk asam baik pada musim hujan maupun pada musim kemarau terkonsentrasi relatif sama, karena jumlah industri dan transportasi sumber pencemar asam relatif sama dan yang membedakan adalah jumlah air hujannya saja. Peningkatan jumlah industri sebanyak 425 buah dan jumlah transportasi 91 buah pada tahun 1988 di Kabupaten Bogor (Kantor Statistik Kabupaten Bogor, 1989) hingga menjadi 31.349 buah industri dan 1.762 buah transportasi pada tahun 2007 di kabupaten yang sama (Badan

Pusat Statistik Kabupaten Bogor, 2007) mempercepat terjadinya hujan asam. Data rata-ran pH air hujan di Kabupaten Bogor pada musim hujan menunjukkan angka sebesar 6,05. Hasil pengujian secara statistik menunjukkan bahwa besarnya pH berbeda nyata dengan batas ambang hujan asam sebesar 5,6. Dengan demikian pada musim hujan di Kabupaten Bogor belum terjadi hujan asam (nilai $P = 0,0029$). Menurut Saeni (1989) bahwa air hujan akan menjadi hujan asam kalau mempunyai pH lebih rendah dari 5,6; sehingga pada musim hujan tidak ada peluang atau peluangnya sangat kecil untuk mendapatkan pH air hujan lebih rendah dari 5,6. Data pH air hujan di Kabupaten Bogor pada musim kemarau menunjukkan angka 5,09. Hasil pengujian secara statistik menunjukkan bahwa besarnya pH ini berbeda nyata dengan batas ambang hujan asam sebesar 5,6. Dengan demikian pada musim kemarau sudah terjadi hujan asam di Kabupaten Bogor (nilai $P = 0,0013$), sehingga peluang untuk mendapatkan pH air hujan lebih tinggi dari 5,6 sangat kecil pada musim kemarau di Kabupaten Bogor

Tabel 5. Derajat Keasaman (pH) Air Hujan Musim Hujan dan Kemarau Beberapa Kecamatan di Kabupaten Bogor dan 1 Kecamatan di Depok dan Bekasi

Kecamatan	Musim Hujan	Musim Kemarau	Rataan
	pH± Sd	pH±Sd	pH±Sd
Dramaga	6,02±0,34	4,85±0,19	5,44±0,29
Citeureup	7,03±0,32	5,37±0,56	6,20±0,60
Bojong Gede	5,76±0,55	4,68±0,30	5,23±0,50
Ciomas	5,38±0,59	4,17±0,26	4,78±0,46
Ciawi	6,55±0,35	4,95±0,54	5,75±0,51
Jasinga	6,00±0,52	5,45±0,20	5,70±0,39
Megamendung	6,06±0,20	6,00±0,83	6,02±0,51
Cisarua	5,62±0,34	5,22±0,68	5,48±0,56
Rataan Kab.Bogor	6,05±0,40	5,09±0,44	5,57±0,42
Bekasi	7,52±0,20	5,98±0,20	6,75±0,20
Depok	6,93±0,23	4,40±0,20	5,67±0,21
Rataan Bekasi & Depok	7,20±0,21	5,19±0,20	6,20±0,21

Berdasarkan data rata-ran pH air hujan pada musim hujan dan kemarau sebesar 5,57. dan tidak berbeda nyata dengan batas ambang hujan asam sebesar 5,6 (nilai $P = 0,4013$),. Dengan demikian pada sepanjang tahun di Kabupaten Bogor terjadi hujan asam pada musim kemarau dan tidak terjadi hujan asam pada musim hujan, dan secara rata-ran antara musim kemarau dan hujan sudah terjadi hujan asam walaupun peluang terjadinya hujan asam pada sepanjang tahun relatif rendah terutama pada musim hujan. Hal ini dimungkinkan mengingat musim hujan yang panjang sampai hampir 9 bulan dalam 1 tahun dengan pH air hujan musim hujan 6,05 dan musim kemarau hanya 3 bulan dalam 1 tahun, dengan rata-ran pH air hujan musim kemarau 5,09. Dengan kata lain di Kabupaten Bogor sudah terjadi hujan asam apabila sudah terjadi musim kemarau panjang, seperti terjadi beberapa tahun sebelumnya.

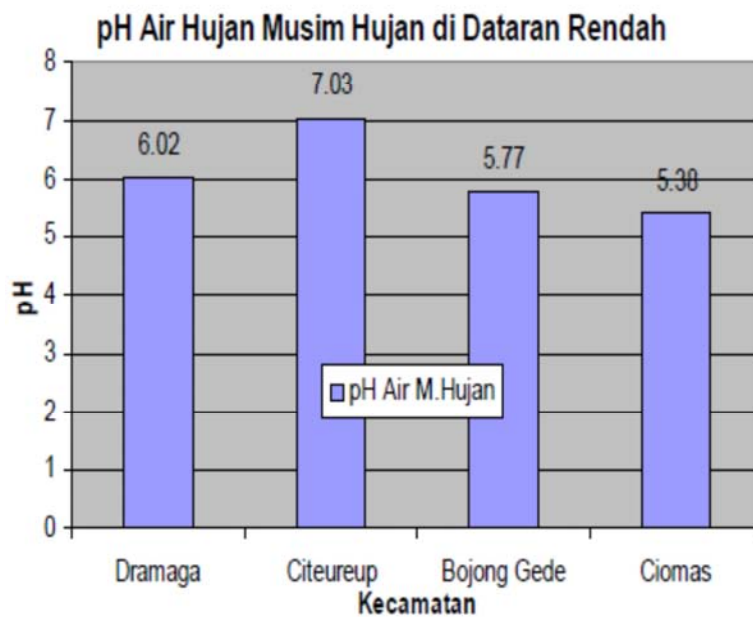
Secara umum rata-ran pH air hujan baik pada musim hujan maupun kemarau yang terjadi di Kabupaten Bogor relatif lebih rendah daripada di luar kabupaten Bogor yang dalam hal ini hanya dibandingkan dengan Depok dan Bekasi. Hal ini dimungkinkan karena baik Depok maupun Bekasi merupakan daerah yang berdekatan dengan daerah industri, termasuk pabrik semen sedang Kabupaten Bogor merupakan daerah yang dilalui transportasi lebih dominan dibandingkan dengan daerah industri. Secara umum daerah yang berdekatan dengan pabrik semen akan banyak mengandung kalsium (Ca) yang menyebabkan pH air hujan meningkat. Kecamatan-kecamatan yang ada di Kabupaten Bogor yang dekat dengan daerah industri hanya Kecamatan Citeureup, sedang kecamatan lainnya seperti: Kecamatan Dramaga, Bojong Gede, Ciomas, Ciawi, Jasinga, Mega Mendung dan Cisarua merupakan daerah yang relatif jauh dari industri. Itulah sebabkan pH air hujan pada musim hujan di Kecamatan Citeureup relatif tinggi yaitu 7,03 atau mendekati netral.

Berbeda dengan kecamatan-kecamatan seperti: Ciawi, Mega Medung dan Cisarua merupakan daerah yang lebih banyak dilalui transportasi. Banyaknya transportasi yang melalui Kecamatan-kecamatan yang ada dalam Kabupaten Bogor, disebabkan karena Kabupaten Bogor dari segi letak geografisnya merupakan kota penghubung antara kota Jakarta dan Bandung juga antara Jakarta dan Sukabumi. Banyaknya transportasi memungkinkan Kabupaten Bogor cenderung mempunyai hujan yang cenderung lebih asam daripada kota atau Kabupaten yang mempunyai banyak industri. Hal ini bisa dijelaskan karena penentuan rendahnya pH air hujan

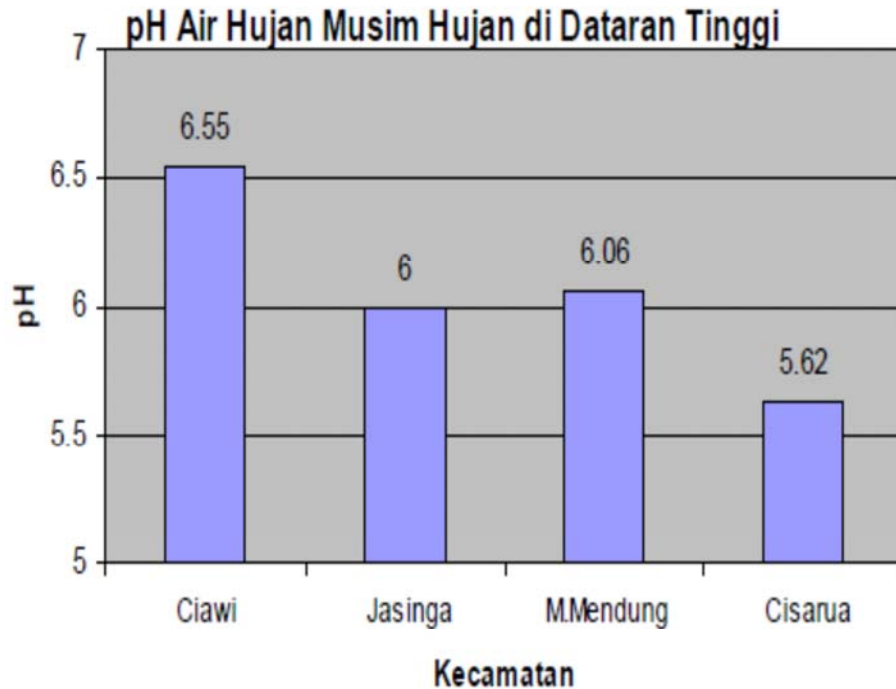
tidak hanya ditentukan dari banyaknya industri yang ada, akan tetapi ditentukan oleh banyaknya sumber pembentuk gas-gas asam (seperti SOX dan NOX serta hydrogen sulfida). Sumber pembentuk gas-gas asam relatif lebih sedikit pada industri apalagi industri yang menggunakan batubara dibandingkan dengan transportasi. Rendahnya gas-gas asam hasil polusi pembakaran industri, disebabkan karena gas-gas yang dihasilkan oleh industri tidak hanya gas karbon monoksida (CO), akan tetapi logam kation seperti As, Cd, Pb dan Hg (ion pembentuk basa) lebih banyak dihasilkan daripada hasil pembakaran transportasi yang lebih dominan pada produksi gas CO, sedang As, Cd, Pb, dan Hg relatif sedikit. Hal ini bisa dilihat pada Tabel 1 yang menunjukkan industri (pabrik dan industri energi listrik yang menggunakan batubara) menghasilkan As, Cd, Pb dan Hg yang lebih banyak daripada kelompok industri yang menggunakan bahan bakar minyak (Darmono, 1995). Dengan kata lain banyaknya industri tidak lebih dominan dalam penentuan hujan asam dibandingkan dengan banyaknya transportasi, sehingga Kota Depok dan Bekasi mempunyai keasaman yang relatif tinggi dibandingkan dengan Kabupaten Bogor.

Seperti halnya Kecamatan Citeureup yang mempunyai pH air hujan baik pada musim hujan maupun kemarau relatif lebih tinggi daripada kecamatan lainnya di Kabupaten Bogor. Derajat keasaman (pH) air hujan pada musim hujan di dataran rendah (Kecamatan Dramaga, Citeureup, Bojong Gede dan Ciomas) tidak menunjukkan perbedaan yang mencolok, kecuali Kecamatan Ciomas, karena mempunyai pH diatas 5,6. Rendahnya pH air hujan di Kecamatan Ciomas karena jarak hujan pada waktu pengambilan contoh air hujan lebih lama, sehingga prekursor pembentuk hujan asam terkonsentrasi lebih tinggi yang menyebabkan rendahnya pH. Kecamatan Citeureup mempunyai pH air hujan musim hujan relatif lebih tinggi daripada kecamatan lainnya, karena Kecamatan Citeureup berdekatan dengan pabrik semen yang mempunyai cemaran kalsium (Ca) lebih tinggi. Sifat dari kalsium yang bersifat basa memungkinkan pH air hujan lebih tinggi. Dengan demikian perbedaan topografi di dataran rendah tidak mempengaruhi keasaman air hujan baik pada musim hujan maupun musim kemarau, akan tetapi perbedaan musim yang mempengaruhi keasaman air hujan. Bila diperhatikan kecenderungan tingginya diagram batang antara pH air hujan musim hujan di dataran rendah (Gambar 5) dan pH air hujan musim kemarau di dataran rendah (Gambar 6), seolah-olah ada kemiripan, karena diawali dengan pH rendah di Kecamatan Dramaga, menaik di Kecamatan Citeureup, kemudian menurun di Kecamatan Bojong Gede dan Ciomas. Sebenarnya pH air hujan pada musim hujan dan musim kemarau di Kecamatan Dramaga dan Bojong Gede relative sama, yang berbeda adalah tingginya pH air hujan di Kecamatan Citeureup dan lebih rendahnya pH air hujan di Kecamatan Ciomas.

Hal yang berbeda dengan pH air hujan pada musim hujan di kecamatan dataran tinggi (Kecamatan Ciawi, Jasinga, Mega Mendung dan Cisarua). Perbedaan Ketinggian tempat menyebabkan pH air hujan musim hujan menjadi lebih rendah.



Gambar 2.1. Derajat Keasaman (pH) Air Hujan pada Musim Kemarau di Dataran Rendah.



Gambar 2.2. Derajat Keasaman (pH) Air Hujan pada Musim Hujan di Dataran Tinggi.

2.2. Keadaan Keasaman Air Hujan Jakarta

Keadaan keasaman air hujan Jakarta dari tahun 1993 sampai tahun 1995 cenderung bertambah dari pH 5,49 hingga pH 5,37 dengan pH rata-rata pH 5,39. Yang menjadikan keasaman bertambah kemungkinan disebabkan oleh konsentrasi ion sulfat dan nitrat cenderung bertambah dan konsentrasi ion magnesium yang cenderung menurun.

Dari tahun 1993 sampai dengan tahun 1994 ambient NO_x dan SO₂ mengikuti jumlah kendaraan bermotor tetapi dari tahun 1994 sampai dengan 1995 NO_x dan SO₂ menurun. Ini kemungkinan disebabkan distribusi kendaraan bermotor di seluruh kecamatan di Jakarta tidak tetap tiap tahun. Sehingga ada daerah yang jumlah kendaraan bermotornya kurang tetap atau berkurang.

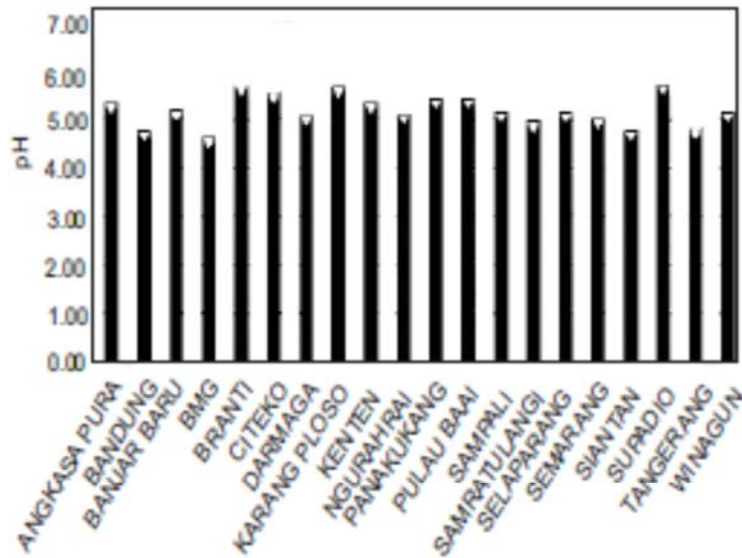
Pada bulan Februari dan Maret selama periode 1993-1995 selalu terjadi hujan asam. Ini diduga ada kaitannya dengan arah angin yang bertiup yang dominan dari arah barat dan utara. Sedangkan bulan Juni selama periode ini selalu terjadi hujan non asam. Ini diduga ada kaitannya dengan arah angin yang dominan berasal dari timur.

2.3. Keadaan Air Hujan Bandung

Hasil pengukuran pH contoh air hujan di Bandung dan sekitarnya menunjukkan bahwa nilai pH rendah antara 6,10-6,48 terjadi pada bulan Januari, Maret, dan Mei 2009. Nilai pH normal antara 6,52-7,99 terjadi pada bulan Februari, Juni, dan Juli 2009. Nilai pH antara 5,00-5,66 terjadi pada bulan Desember 2008 dan April 2009 disebut sebagai hujan asam [5]

Menurut informasi Badan Meteorologi dan Geofisika, Laboratorium Kualitas Udara telah menganalisa kandungan kimia contoh air hujan khususnya nilai pH yang telah masuk dari beberapa stasiun pengamatan di seluruh Indonesia, sejak bulan Januari sampai dengan April 2009 menunjukkan tingkat keasaman yang umumnya tinggi yaitu pH 5,6. Tingkat

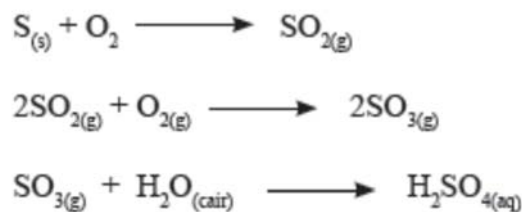
Di Kota Bandung telah terjadi hujan asam (Koran Republika tanggal 23 April 2009), yang dapat menyebabkan pohon dan bangunan menjadi lebih rapuh. Menurut Dr. Thomas Djameluddin, Kepala Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim, indikator yang bisa dilihat dari terjadinya hujan asam di Kota Bandung adalah bercak-bercak berwarna kehijauan pada patung-patung yang terbuat dari tembaga yang banyak tersebar di Kota Bandung, diantaranya adalah patung pemain bola di pertigaan Jalan Tamblong dan Jalan Sumatera (DETIK, 22 April 2009).



Gambar 3.3. Nilai pH air hujan pada beberapa stasiun pengamatan di seluruh Indonesia. Sumber: BMKG

Secara alami hujan asam dapat terjadi akibat emisi gas dari gunung api dan dari proses biologis di tanah, rawa, dan laut. Tumbuhan yang membusuk dan letusan gunung api melepaskan bahan-bahan kimia yang dapat menyebabkan hujan asam, tetapi umumnya hujan asam yang banyak terjadi disebabkan oleh aktivitas manusia. Penyebab terbesar hujan asam adalah pembakaran batu bara sebagai pembangkit tenaga listrik, kegiatan industri, kendaraan bermotor dan industri pengolahan pupuk untuk pertanian terutama amonia. (*National Geographic, 2007*).

Ketika manusia menggunakan bahan bakar, maka sulfur dioksida (SO₂) dan nitrogen oksida (NO) dilepaskan ke atmosfer dan kemudian bereaksi dengan air, oksigen, dan senyawa lainnya membentuk asam sulfat dan asam nitrat yang mudah larut dan jatuh bersama air hujan.



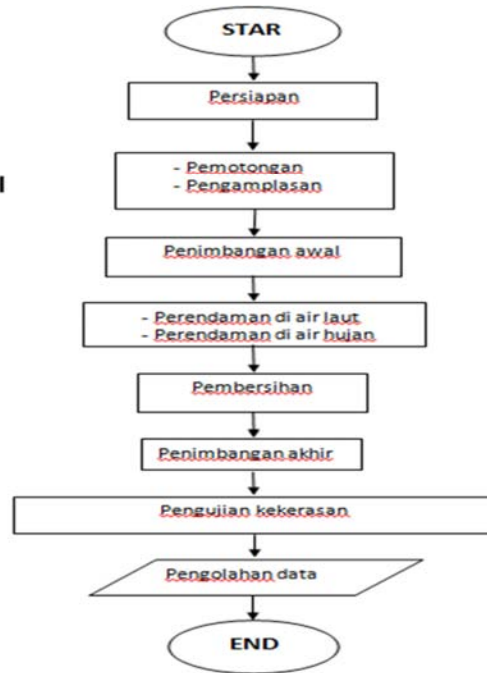
Masalah hujan asam tidak hanya meningkat sejalan dengan pertumbuhan populasi dan industri tetapi telah berkembang menjadi lebih luas. Penggunaan cerobong asap yang tinggi untuk mengurangi polusi lokal berkontribusi.

2.4. Keadaan Air Laut

Air laut merupakan lingkungan yang mengandung kadar chlorida yang cukup tinggi. Lingkungan yang seperti ini merupakan lingkungan yang sangat korosif terhadap baja dan baja paduan. Air laut umumnya mengandung 3,5 % garam-garam, sedangkan garam utamanya adalah klorida (55%), natrium (31%), sulfat (8%), magnesium (4%), kalsium (1%), potasium (1%) dan sisanya (kurang dari 1%) terdiri dari bikarbonat, bromida, asam borak, strontium dan florida. Ion klorida termasuk ion agresif yang dapat menyerang lapisan pasif baja dan meningkatkan laju korosi. Salah satu jenis korosi yang sering terjadi ketika baja berada di lingkungan air laut adalah korosi sumuran. penelitian menyatakan bahwa salah satu penyebab terjadinya korosi sumuran adalah ion-ion Cl⁻ (Fontana.,M.G, 1987).

3. Metodologi

Metodologi penelitian di sajikan dalam bentuk diagram alir :



Gambar 4.1. Diagram Alir Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dibatasi pada Knalpot type mesin C100 dengan spesifikasi universal dan Uji Korosi hanya pada specimen hasil pencelupan di air garam konsentrasi 2% – 5 % (mengacu pada garam air laut mengandung 3,5% garam, maka kami membagi perendaman pada 3 kadar garam yaitu : 2 %, 3,5% dan 4,5% dan air laut Tanjung Priok) dan di air hujan daerah Bekasi, Bandung Pegunungan, Bogor dan air hujan Tanjung Priok serta uji kekerasan. Dari penelitian ini didapatkan nilai laju korosi daerah lasan tabung gas buang kendaraan type C 100 pada air hujan Bekasi adalah 7,57 mpy, air hujan Bogor 6,45mpy, air hujan Bandung 4,65 mpy dan air hujan Tanjung Priok adalah 6,54 mpy. Sedangkan nilai laju korosi daerah lasan tabung gas buang kendaraan type C 100 pada air garam 2% adalah 4,19 mpy, pada 3,5% adalah 5,64%, pada 4,5% adalah 5,87mpy dan pada air laut adalah 6,54 mpy.

5.

6. Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa nilai laju korosi terbesar daerah lasan tabung gas buang kendaraan type C 100 di air hujan adalah pada air hujan Bekasi sebesar 7,57 mpy dan terendah adalah pada air hujan Bandung yaitu 4,65 mpy. sehingga dapat dikatakan bahwa nilai laju korosi daerah lasan tabung gas buang kendaraan type C 100 pada air garam terbesar didapat pada perendaman di air laut sebesar 6,54 mpy dan terkecil ada pada air dengan kadar garam 2% yaitu 4,19%. Dan Dari uji kekerasan pada specimen dengan kecepatan korosi tertinggi yaitu specimen pada perendaman air hujan bekasi didapatkan nilai kekerasan (Rockwell) adalah rata-rata 37, specimen pada perendaman air laut mengalami sedikit penambahan kekerasan yaitu 45 dibandingkan dengan specimen normal yaitu 41 (dengan masing-masing pembebanan 100 kgf.

7. Daftar Pustaka

1. Ardjo, Durban Latief, Korosi dan Prinsip-Prinsip Korosi Bandung : Institut Teknologi Bandung : 1986
2. Budiman, Frans. Korosi Majalah Ilmiah dan Teknologi Vol. 1 no.2 Jakarta Pusat : PT Zindo Utama 1979.
3. Fontana, Mars G. Corrosion Engineering Mc Graw Hill New York 1978
4. Lukman, Triwikantoro, Pengaruh Unsur Korosif Pada Air Hujan Terhadap Perilaku Korosi Baja Karbon Rendah, Seminar Nasional Pascasarjana IX – ITS, Surabaya 12 Agustus 2009
5. Bethy C. Matahelumual, Potensi terjadinya hujan asam di Kota Bandung, Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi, Vol. 1 No. 2 Agustus 2010: 59–70