

# ANALISA KOROSI ATAP ALUMINIUM TIPE KULIT JERUK TEBAL 0,8 mm

Bambang Riyanta & Ade Rahmatullah

Teknik Mesin FT Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Jl. Lingkar Barat, Tamantirto, Bantul, Yogyakarta 55183 Telp.0274-387656

## ABSTRACT

*Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kasus rusaknya atap plat aluminium gelombang tipe kulit jeruk dengan ketebalan 0,80 mm yang dipesan PT. Amann Jaya di Teluk Betung Selatan Lampung dari PT. Alka Jaya di Jakarta, Plat aluminium tersebut mengalami kerusakan yaitu timbulnya bercak abu-abu kehitaman yang diduga rusak dikarenakan tutup plastik robek sehingga basah oleh air hujan pada waktu pengiriman melalui cargo darat. Oleh karena itu diadakan beberapa pengujian untuk mengetahui timbulnya kerusakan yang terjadi pada pelat aluminium tersebut, pengujian yang dilakukan diantaranya adalah uji komposisi kimia, uji struktur mikro, uji visual, uji fraktografi, dan uji kelembaban. Setelah diadakan beberapa penelitian diatas dapat diketahui bahwa Jenis korosi yang terjadi adalah korosi sumuran . Plat aluminium tidak rusak karena air hujan pada waktu pengiriman melalui cargo darat melainkan akibat bahan baku terendam banjir sebelum plat mengalami proses pengerolan .*

**Kata kunci:** *plat aluminium, korosi*

## PENDAHULUAN

Penelitian ini berkaitan dengan kasus korosi pada permukaan pelat aluminium tipe kulit jeruk tebal 0,80 mm yang digunakan sebagai atap bangunan. Berdasarkan kronologis kejadian PT. Alkajaya Satria Perkasa ( Jakarta ) menerima pesanan atap aluminium bergelombang tipe kulit jeruk dengan ketebalan 0,80 mm dari PT. Aman Jaya Perdana ( Lampung ). Kemudian barang dikirim dengan menggunakan jasa ekspedisi CV. Panbers melalui jalur darat dengan menggunakan truck dan lama waktu perjalanan dua hari. Dalam pelaksanaan pengiriman pelat aluminium dari Jakarta ke Lampung, barang-barang tersebut telah diasuransikan kepada PT. Asuransi Raya oleh PT. Alkajaya. Setelah cargo sampai dilokasi dan dilakukan pembongkaran ditemukan adanya kerusakan yaitu tutup plastik robek, plat aluminium basah karena air hujan dan terdapatnya bercak-bercak putih kehitam-hitaman atau disebut *water stain* ( korosi akibat air ) pada tumpukan plat. Aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang baik. Logam aluminium didapat dari alumina dengan cara elektrolisa dari garam yang terfusi. (Surdia dan Saito, 1995).

Ketahanan korosi berubah menurut kemurnian, pada umumnya untuk kemurnian 99,0% atau diatasnya dapat dipergunakan diudara dan tahan dalam waktu bertahun-tahun. Masa jenis aluminium kira-kira sepertiga dari tembaga sehingga memungkinkan untuk memperluas penampangnya. Oleh karena itu dapat dipergunakan untuk kabel tenaga dan dalam berbagai bentuk umpamanya sebagai lembaran tipis (*foil*). Dalam hal ini dapat digunakan Al dengan kemurnian 99,0%. Untuk reflektor yang memerlukan reflektifitas yang tinggi juga untuk kondensor elektronik digunakan Al dengan angka sembilan empat. (Surdia dan Saito,1995)

Tabel 1. Beberapa paduan aluminium dan komposisinya ( Tretheway dan Chamberlain, 1991 )

| Spesifikasi     |      | % komposisi kira-kira |     |         |     |         |                |
|-----------------|------|-----------------------|-----|---------|-----|---------|----------------|
| UK              | USA  | Cu                    | Mg  | Si      | Mn  | Cr      | Lain-lain      |
| Panduan tempa : |      |                       |     |         |     |         |                |
|                 | 2011 | 5,5                   | -   | 0,4 max | -   | -       | 0,5 Pb, 0,5 Bi |
| H15             | 2014 | 4,4                   | 0,4 | 0,8     | 0,8 | 0,1 max | -              |
| L97             | 2024 | 4,5                   | 1,5 | -       | 0,6 | -       | -              |
|                 | 2218 | 4,0                   | 1,5 | 0,9 max | -   | -       | 2,0 Ni         |
| N3              | 3003 | -                     | -   | 0,6 max | 1,3 | -       | -              |
|                 | 4032 | 0,9                   | 1,0 | 12,5    | -   | -       | 0,9 Ni         |
|                 | 5050 | -                     | 1,2 | 0,4 max | -   | -       | -              |
| N4              | 5052 | -                     | 2,5 | 0,4 max | -   | 0,25    | -              |
| N8              | 5083 | -                     | 4,5 | -       | 0,7 | -       | -              |
|                 | 5086 | -                     | 4,0 | -       | 0,5 | -       | -              |
| N5              | 5154 | -                     | 3,5 | -       | -   | 0,25    | -              |
| H20             | 6061 | 0,25                  | 1,0 | 0,6     | -   | 0,25    | -              |
|                 | 6063 | -                     | 0,7 | 0,4     | -   | -       | -              |
|                 | 6101 | -                     | 0,5 | 0,5     | -   | -       | -              |
|                 | 6151 | -                     | 0,6 | 1,0     | -   | 0,25    | -              |
| DTD5074         | 7075 | 1,5                   | 2,5 | -       | -   | 0,3     | 5,5 Zn         |
|                 | 7079 | 0,6                   | 3,3 | -       | 0,2 | 0,2     | 4,3 Zn         |
|                 | 7178 | 2,0                   | 2,7 | -       | -   | 0,3     | 6,8 Zn         |
| Paduan tuang :  |      |                       |     |         |     |         |                |
|                 | 13   | -                     | -   | 12,0    | -   | -       | -              |
|                 | 43   | -                     | -   | 52      | -   | -       | -              |
|                 | 108  | 4.0                   | -   | 3.0     | -   | -       | -              |
|                 | A108 | 4.5                   | -   | 5.5     | -   | -       | -              |
|                 | D132 | 3.5                   | 0.8 | 9.0     | -   | -       | 0.8 Ni         |
|                 | 319  | 3.5                   | -   | 6.3     | -   | -       | -              |
|                 | 356  | -                     | 0.3 | 7.0     | -   | -       | -              |
|                 | 380  | 3.5                   | -   | 8.5     | -   | -       | -              |

Paduan aluminium diklasifikasikan dalam berbagai standar Oleh berbagai negara didunia. Klasifikasi yang sangat terkenal dan sempurna adalah standar Aluminum Association di Amerika (AA) yang didasarkan atas standar terdahulu dari Alcoa ( Aluminum Company of America ). Paduan tempaan dinyatakan dengan satu atau dua angka”S”,sedangkan paduan coran dinyatakan dengan tiga angka. Standar AA menggunakan penandaan dengan 4 angka, angka pertama menyatakan sistim paduan dengan unsur-unsur yang ditambahkan yaitu :

1: Aluminium murni, 2: Al-Cu, 3: Al- Mn, 4: Al- Si, 5: Al-Mg, 6: Al-Mg-Si, dan 7: Al-Zn. Sebagai contoh paduan Al- Cu, dinyatakan dengan angka 2000.

Angka pada tempat kedua menyatakan kemurnian dalam paduan yang dimodifikasi dari Al murni , sedangkan angka ketiga dan keempat dimaksudkan untuk tanda Alcoa terdahulu baru S, sebagai contoh 3S, sebagai 3003 dan 63S sebagai 6063. Klasifikasi paduan Alumunium tempaan ditampilkan pada tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2.Klasifikasi paduan Aluminium tempaan ( Surdia dan Saito,1995 )

| Standar AA  | Standar Alcoa terdahulu | Keterangan                    |
|-------------|-------------------------|-------------------------------|
| 1001        | 1S                      | Al murni 99,5% atau diatasnya |
| 1100        | 2S                      | Al murni 99,0% atau diatasnya |
| 2010 – 2029 | 10S – 29S               | Cu merupakan unsur utama      |
| 3003 –3009  | 3S – 9S                 | Mn merupakan unsur utama      |
| 4030 – 4039 | 30S – 39S               | Si merupakan unsur utama      |
| 5050 – 5086 | –                       | Mg merupakan unsur utama      |
| 6061 – 6069 | 50S – 60S               | Mg,Si merupakan unsur utama   |
| 7070 – 7079 | 70S – 79S               | Zn merupakan unsur utama      |

## Korosi

Korosi didefinisikan sebagai degradasi dari bahan padat yang disebabkan oleh karena pengaruh lingkungannya. Dalam hal ini yang dimaksud dengan bahan padat adalah semua zat padat yang termasuk didalamnya komponen teknik, konstruksi, struktur bangunan dan lain sebagainya. Yang dimaksud dengan lingkungannya dapat berbentuk lingkungan kimia, fisika dan biologi. Lingkungan kimia dapat berbentuk reaksi kimia biasa misalnya dilingkungan atmosfer temperatur tinggi. pada reaksi kimia ini tidak melibatkan reaksi perpindahan elektron, sedangkan reaksi elektro kimia ditandai dengan adanya perpindahan elektron dari satu tempat ketempat lain. Contoh reaksi kimia adalah  $2\text{Fe} + 3/2\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$  dan reaksi elektro kimia adalah  $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$  Peristiwa korosi yang telah disebutkan diatas merupakan reaksi elektrokimia, diekspresikan dengan persamaan berikut :



Reaksi korosi diatas merupakan reaksi oksidasi dan belum memenuhi prinsip *elektronetralitas* ( Setiap pembentukan ion positif selalu diikuti oleh terbentuknya ion negatif).

Korosi telah dibagi dalam banyak cara yang berbeda, satu metode membagi korosi kedalam temperatur korosi rendah dan temperatur korosi tinggi. Pemisahan korosi yang lain kedalam kombinasi langsung atau oksidasi dan korosi elektro kimia. Yang termasuk dalam klasifikasi korosi yaitu korosi basah dan korosi kering (*Corrosion management and advisory service,1997*). Fontana, membagi jenis korosi menjadi delapan yang diantaranya korosi merata, korosi sumuran, korosi celah dan lain sebagainya. (*Corrosion Engineering 3rd edition,1987*)

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Diagram Alir Penelitian**

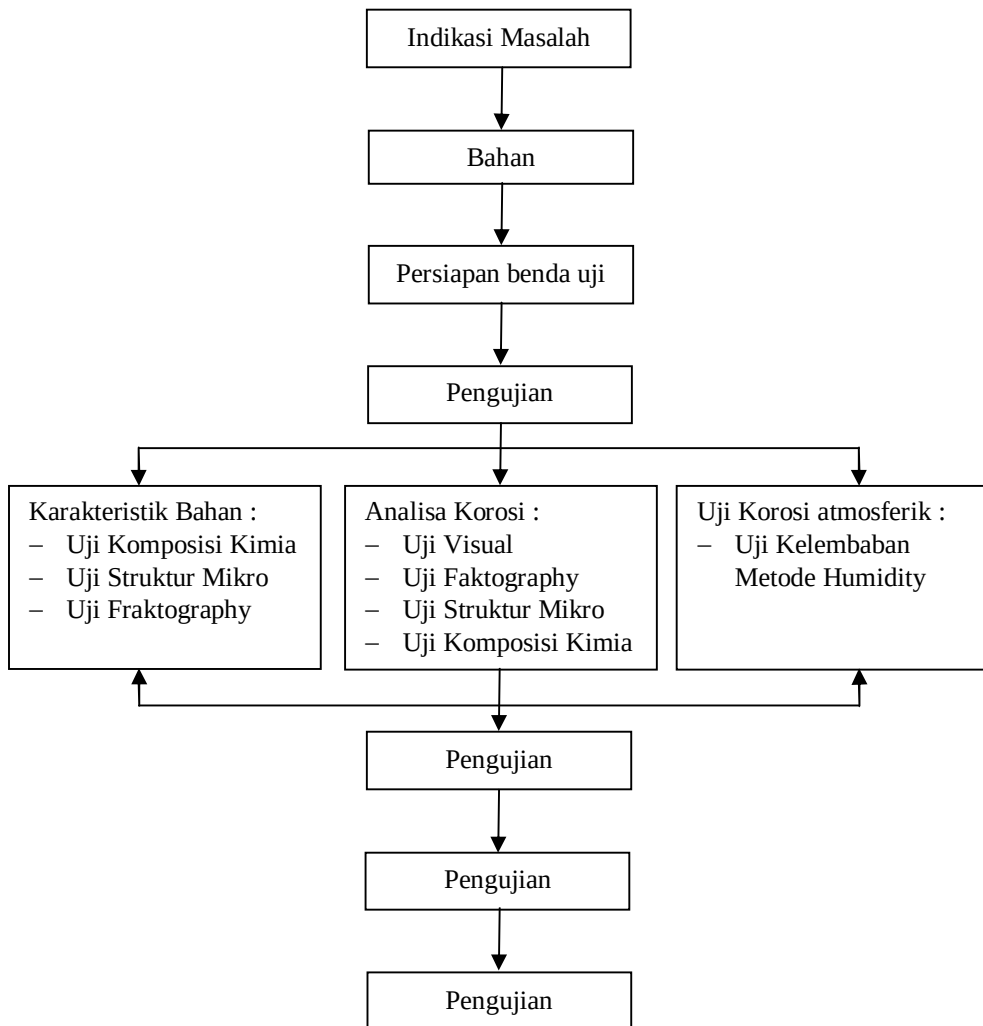
Langkah-langkah penelitian yang dilakukan pada analisa korosi atap aluminium tipe kulit jeruk tebal 0,80 mm, dikerjakan sesuai dengan urutan seperti dalam diagram alir penelitian seperti tampak pada Gambar di bawah ini : .

### **Bahan dan Alat**

#### **Bahan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Potongan pelat aluminium tipe kulit jeruk tebal 0,80 mm yang keadaannya belum terkena korosi dengan ukuran 80 cm x 50 cm, bahan yang akan di uji dipotong dengan ukuran 1x 2 cm dan 3x 3 cm.
2. Potongan pelat aluminium tipe kulit jeruk tebal 0,80 mm yang terkena korosi dengan endapan korosi yang tebal dan tipis dengan ukuran 80 cm x 50 cm, bahan yang akan diuji dipotong dengan ukuran 1x 2 cm, 2x 3 cm dan 3x 3 cm.
3. Fuji film asa 200
4. Kertas amplas tahan air Si C ukuran 80, 120, 220, 400, 600, 800, 1000, 1200, dan 1500 mesh ( # )
5. Air dan alcohol
6. Cairan NaCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan air hujan
7. Media poles alumina dengan kekasaran 5, 1, 0.5, 0.05  $\mu$ m
8. Kain beludru.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

#### Alat dan tempat penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Alat kerja bangku (gunting plat,ikir dan lain-lain)
2. Alat uji ARL Spark Spectrometer milik laboratorium Metalurgi PUSPIPTEK Serpong
3. Mkroskop optik merek Olympuss milik laboratorium Metalurgi PUSPIPTEK Serpong
4. Mesin poles milik laboratorium Metalurgi PUSPIPTEK Serpong
5. Kamera yang memiliki pembesaran

6. SEM – EDAX milik laboratorium Metalurgi PUSPIPTEK Serpong
7. Alat uji kelembaban HUMIDITY TEST milik laboratorium Metalurgi PUSPIPTEK Serpong

### Spesimen Penelitian

Spesimen penelitian diambil dari atap aluminium tipe kulit jeruk tebal 0,80 mm yang dipotong dengan ukuran lebar 80 cm panjang 50 cm (ukuran atap aluminium panjang 600 cm x lebar 80 cm), dimana pemotongan tersebut dilakukan di Lampung. Ukuran profil gelombang pada atap, mempunyai dimensi tinggi 4 cm, bidang lebar 6 cm, dan bidang sempit 2 cm .

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN PEMBAHASAN

### Hasil Uji Komposisi Kimia

Dari dokumen yang ada dipabrik pembuat pelat ( PT. Alka jaya ) tidak diketemukan ketentuan standar yang berlaku. Hasil uji komposisi kimia bahan plat gelombang aluminium tipe kulit jeruk ketebalan 0,80 mm dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Komposisi kimia plat gelombang aluminium tipe kulit jeruk

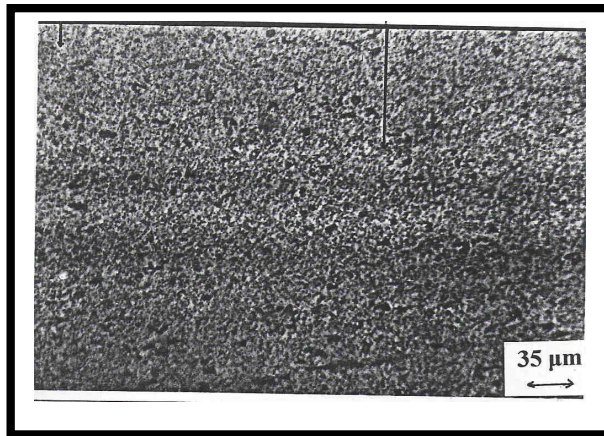
| Si      | Fe      | Cu      | Mn      | Mg      | Cr     | V       | Al       |
|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|----------|
| 0.14711 | 0.56497 | 0.13679 | 1.23924 | 0.03066 | 0.3478 | 0.01301 | Seimbang |

Data pada Tabel 3, merupakan data hasil uji komposisi kimia dari unsur-unsur terpenting yang terdapat pada logam dasar pelat aluminium.

Dari hasil uji komposisi kimia bahan pelat aluminium, dapat diketahui bahwa unsur paduan yang dominan adalah Mn (mangan dengan kadar kandungan 1,23924% berat, kandungan Fe (besi) sebesar 0,56497% berat, Si (silikon) 0,14711% berat, dan Cu (tembaga) 0,13679% berat. Mengacu pada standar internasional “Aluminum Assosiation” maka jenis bahan tersebut adalah alumunium seri 3003 yang merupakan aluminium padat (Al-Mn).

### Hasil Uji Struktur Mikro

Hasil uji struktur mikro logam dasar dari plat aluminium, dapat dilihat pada Gambar 3. dibawah ini.

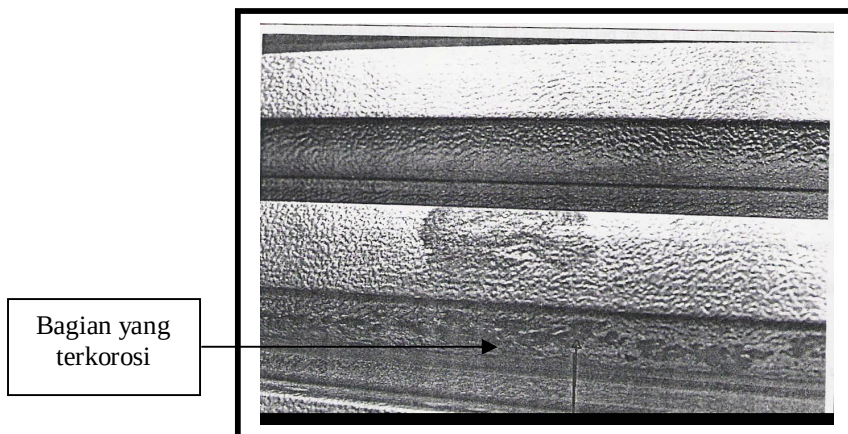


Gambar 3. Struktur mikro logam dasar plat aluminium

Dari Gambar 3. dari pembesaran 280 x dapat diketahui bintik-bintik hitam menunjukkan impuritis atau unsur-unsur paduan yang terdapat dalam logam aluminium.

### Hasil Uji Visual

Dari hasil uji visual dilapangan pada lembaran atap plat gelombang aluminium tipe kulit jeruk dengan ketebalan 0,80 mm diperoleh informasi bahwa semua plat mengalami korosi lokal yang berbentuk bercak-bercak dengan ukuran yang bervariasi. Bentuk korosi yang terjadi pada permukaan pelat dapat dilihat pada gambar 4 .dibawah ini.



Gambar 4. Foto visual pandangan dekat

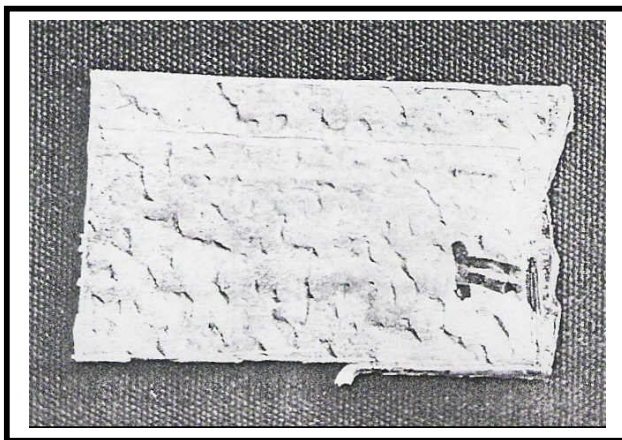
Dari Gambar 4. dapat diketahui bahwa warna produk korosi yang membentuk bercak-bercak adalah dari putih keabu-abuan hingga abu-abu kehitaman. Pada umumnya, lokasi terjadinya korosi ada di bagian pinggir dari lembaran pelat aluminium.

Pada pengamatan yang lebih seksama pada lembaran pelat, ditemukan adanya daerah yang bebas korosi. Daerah bebas korosi tersebut terletak pada profil lekukan ke tiga dan ke empat. Diduga koil atau gulungan pelat aluminium yang dibungkus plastik tersebut selanjutnya terendam banjir pada bulan November sampai Desember tahun 2001 karena banjir. Hal tersebut diperkuat dengan fakta bahwa PT.Alka jaya yang memproduksi pelat gelombang aluminium berlokasi di daerah banjir. Ditinjau dari warna produk korosi, yang berwarna dari putih keabu-abuan hingga abu-abu kehitaman menunjukkan senyawa aluminium oksida ( Pourbaix, 1994)

Dengan ditemukan daerah bebas korosi pada profil lekukan ketiga dan keempat di atas, menunjukkan bahwa air yang merendam gulungan koil pelat aluminium tidak sempurna. Ketidak sempurnaan tersebut bisa terjadi karena ada jebakan udara di sela-sela pelat yang tidak bisa keluar, sehingga udara tersebut berfungsi sebagai penghalang.

### **Hasil Uji Fraktografi**

Tindak lanjut hasil uji visual, perlu dilakukan uji fraktografi yang hasilnya ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Jejak rol yang melintas diatas produk korosi

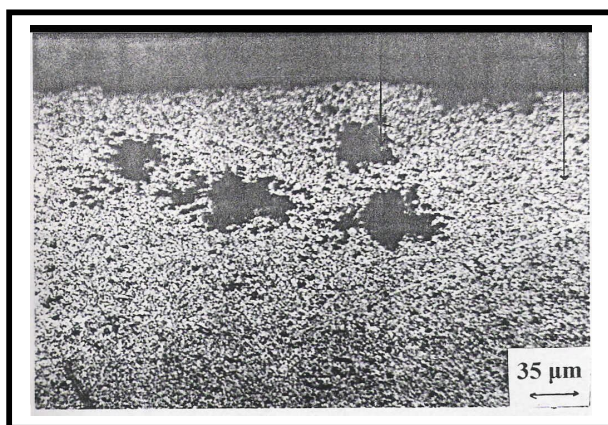
Dari hasil pengamatan foto pada Gambar 5. dapat dilihat dengan jelas bahwa produk korosi yang tergores lurus secara kuat dan posisinya terdapat di bawah lintasan rol. Hal tersebut menunjukkan bahwa proses korosi sangat dimungkinkan terjadi sebelum proses pengerolan dari lembaran pelat polos menjadi pelat



bergelombang. Fakta tersebut memperkuat dugaan bahwa proses korosi pada pelat tidak berlangsung pada saat pengiriman dari Jakarta ke Bandar Lampung.

### **Hasil Uji Struktur Mikro**

Hasil uji struktur mikro pelat aluminium yang mempunyai endapan produk korosi yang tebal, dimana bagian yang diamati merupakan potongan melintang, hasilnya di tunjukkan pada Gambar 6. Pengambilan foto difokuskan pada bagian tepi yang meliputi permukaan luar dan bagian tengah dengan pembesaran 280 x.



Gambar 6. Foto penampang melintang

Dengan mengacu pada hasil foto struktur makro pada Gambar 7, dapat diperkirakan bahwa serangan korosi telah melintasi jarak 4,0 cm dalam foto, yang berarti korosi tersebut telah merambat sejauh 0,14286 mm ke pusat logam dasar . Dari data-data tersebut menunjukkan bahwa pelat aluminium telah mengalami kerusakan sebesar 17,86 % dari ketebalan pelat 0.8 mm.

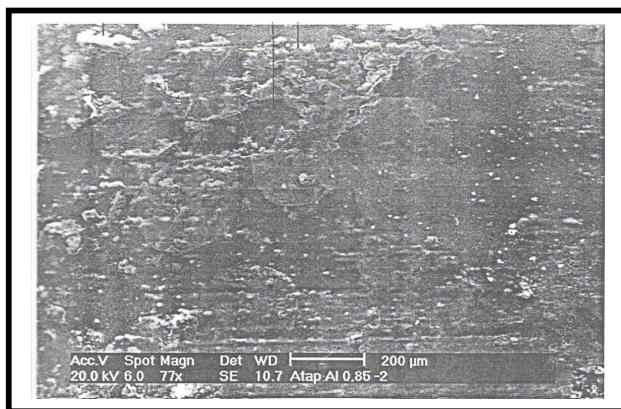
Berdasarkan pada hasil penemuan kedalaman korosi sumur yang telah mencapai 0,14286 mm ke pusat logam dasar tersebut, dapat diperkirakan bahwa waktu proses korosi membutuhkan waktu yang sangat lama. Waktu proses korosi dua atau tiga bulan dalam lingkungan yang korosif dapat membentuk kedalaman korosi sumur.

### **Hasil Pengujian Komposisi Kimia Produk Korosi**

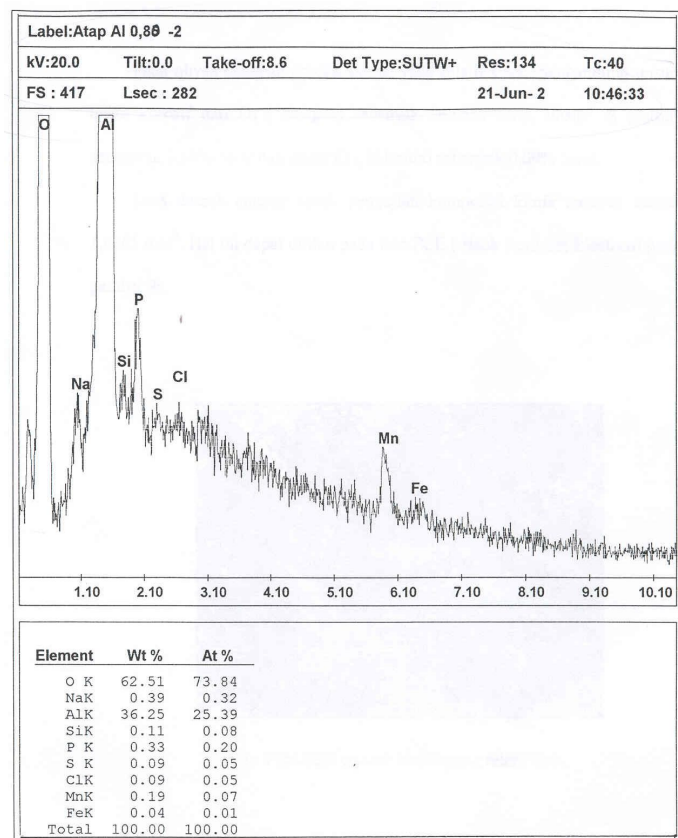
Untuk mendapatkan jenis unsur-unsur komposisi produk korosi pada endapan produk korosi plat aluminium menggunakan alat SEM-EDAX. Hasil-hasil pengujian dengan SEM-EDAX ditunjukkan pada Gambar 7,8,9 dan Gambar 10.

Gambar 7 dan 9, menunjukkan foto *Back Scatteret Electron (BSE)* yaitu foto visual objek amatan pada permukaan benda uji. Luas permukaan benda yang tercakup dalam foto tersebut seluas 1,6365 mm<sup>2</sup>. Pada foto BSE tersebut akan ditampilkan profil endapan produk korosi pada permukaan pelat. Profil endapan produk korosi pada Gambar 7 dan Gambar 9, merupakan dasar analisa komposisi kimia produk korosi yang hasilnya ditunjukkan pada Gambar 8 dan Gambar 10.

Dari obyek endapan produk korosi yang relatif tebal pada Gambar 7 dan Gambar 8, mengandung unsur-unsur korosif dari O<sub>2</sub> (oksigen) sebanyak 62,51% berat, unsur S (sulfur) sebanyak 0,09% berat dan unsur Cl (klorida) sebanyak 0,09% berat. Dari fakta tersebut, argumen adanya unsur Cl sebanyak 0.09 % berat dapat diartikan berasal dari air laut, tetapi jumlahnya sangat sedikit. Di pihak lain, juga diketemukan adanya unsur sulfur dengan jumlah 0,09 % berat. Adanya unsur sulfur sangat kecil kemungkinannya berasal dari air laut, tetapi dapat dipastikan berasal dari metabolisme dari organisme yang merubah unsur sulfur menjadi senyawa sulfat. Pada umumnya perombakan sampah rumah tangga dapat menghasilkan senyawa sulfur.



Gambar 7. Foto BSE (Back Scatteret Electron) produk korosi yang tebal

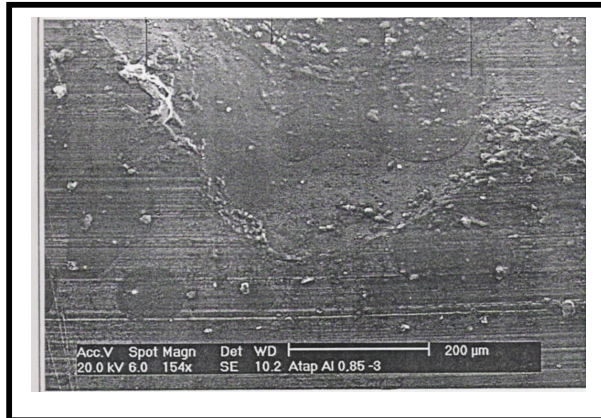


Gambar 8. Grafik EDAX ZAF produk korosi yang relatif tebal

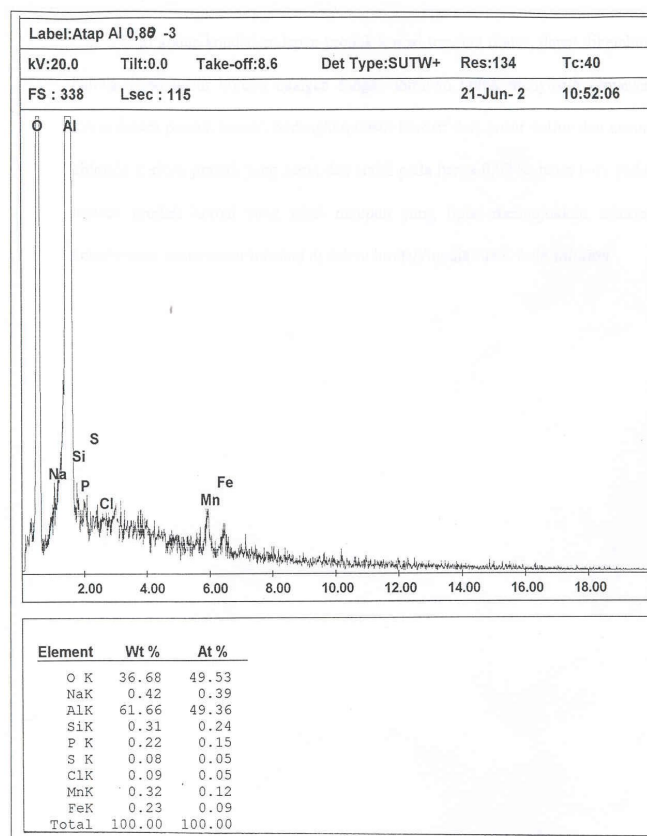
Demikian juga untuk mendapatkan jenis unsur-unsur penyusun produk korosi pada endapan produk korosi yang relatif tipis, hasil foto BSE ditunjukkan pada Gambar 9 dibawah ini

Dari Gambar 9. dengan luas daerah amatan untuk pengujian komposisi kimia tersebut adalah  $1,6365 \text{ mm}^2$ . Dari Gambar 9, dapat dipelajari bahwa hampir separuh luas foto merupakan permukaan pelat yang bebas korosi. Dari Gambar tersebut terlihat juga embrio korosi sumuran yang berbentuk bulat.

Hasil analisa unsur-unsur penyusun produk korosi pada Gambar 10 dengan alat EDAX dapat dihasilkan data-data seperti pada Gambar 10. Dari Gambar 10. Dapat diketahui bahwa dengan obyek endapan produk korosi yang relatif tipis, mengandung unsur-unsur korosif dari  $\text{O}_2$  ( oksigen) sebanyak 36,68% berat, unsur S (sulfur) sebanyak 0,08% berat dan unsur Cl (khlorida) sebanyak 0,09% berat.



Gambar 9. Foto BSE produk korosi yang relative tipis



Gambar 10. Grafik EDAX ZAF produk korosi yang relatif tipis

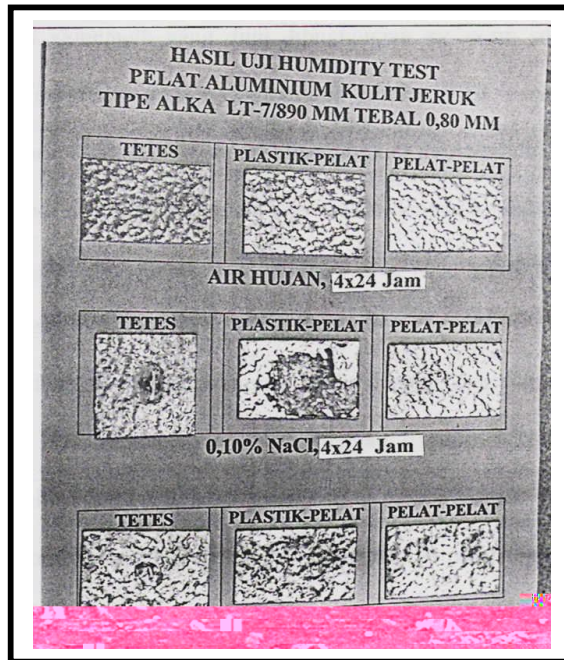
Apabila dibandingkan dengan hasil analisa pada Gambar 8 dan 10 maka jumlah unsur khlorida dan sulfur hampir mempunyai jumlah yang sama, yaitu sekitar 0,09 % berat. Dipihak lain oksigen sangat berbeda antara diendapan tebal dengan diendapan tipis yaitu 62,51 % berat pada produk korosi tebal yang menunjukkan aluminium turun dan oksida naik ,sedangkan pada produk korosi yang tipis.oksigen 36,68% berat ini membuktikan korosi yang sangat parah berada didaerah endapan yang tebal.

Dari kedua kondisi endapan produk korosi tersebut diatas, dapat diketahui bahwa peran unsur korosif oksigen sangat dominan untuk menyusun senyawa kimia dalam produk korosi. Sedangkan unsur korosif dari unsur sulfur dan unsur khlorida dengan jumlah yang sama dan stabil pada harga 0,09% berat baik pada lapisan produk korosi yang tebal maupun yang tipis, menunjukkan adanya keterbatasan unsur-unsur tersebut didalam larutan/media ruah "*bulk solution*".

### **Hasil Uji Kelembaban**

Uji kelembaban yang dilakukan untuk membuktikan apakah pada kondisi kelembaban maksimum dengan temperatur yang relevan dengan kondisi di lapangan, maka dirancang waktu pengujian selama 4 (empat) hari yang merupakan kelipatan dari waktu transport dari Jakarta ke Bandar Lampung yang memakan waktu 2 (dua) hari satu malam.

Pada Gambar 11. ditunjukkan alat uji kelembaban "*humidity test chamber*" bagian dalam dan tata cara peletakkan benda uji pada ruang uji. Pada Gambar 14. ditunjukkan foto pandangan dekat benda uji sesaat setelah selesai diuji kelembaban. Pengujian selama 4 hari, dimana setiap hari dikondisikan pada kelembaban 95% dengan siklus temperatur 60° C selama 8 (delapan) jam dan pada 27° C selama 16 jam. Benda uji untuk pengujian dalam media asam sulfat dan media garam dapur (NaCl). Harus diletakkan pada *beaker glass* yang ditutup dengan aluminium *foil* agar tidak merusak ruang alat uji kelembaban. Disekitar benda uji yang diletakkan dalam *beaker glass*, diberi larutan uji untuk menjamin tercapainya kondisi kelembaban maksimum.



Gambar 11. Foto visual benda uji yang telah diuji selama 4x24 jam dilingkungan air hujan, air garam dan larutan asam sulfat

Pada Gambar 11. menunjukkan hasil uji pelat aluminium dalam “ *humidity test*” selama 4x24 jam dilingkungan air hujan, air garam (NaCl) dan air asam sulfat. Dari gambar 15. bagian atas, dapat diketahui bahwa plat aluminium dilingkungan air hujan tidak ;mengalami kerusakan atau korosi. Ketidak rusakan pelat aluminium oleh media air hujan, ditunjukkan oleh hasil pengujian secara tetes, adanya media uji diantara plastik dengan pelat maupun adanya media uji antara pelat dengan pelat.

Pada plat aluminium yang diuji dilingkungan air asam sulfat 0,1% volume yang hasilnya ditunjukkan pada bagian bawah Gambar 11. , menunjukkan bahwa korosi yang terjadi relatif lebih tampak dibandingkan dengan dilingkungan air hujan. Korosi yang terjadi ditempat tetesan air asam sulfat dengan korosi yang terjadi disela-sela plastik dengan plat, kondisinya hampir sama, sedangkan korosi yang terjadi diantara plat dengan plat kondisinya paling ringan.

Dari hasil uji di lingkungan asam sulfat dengan konsentrasi 0,1 % volume NaCl hasilnya ditunjukkan pada bagian tengah Gambar 11., dimana hasilnya menunjukkan bahwa hasil uji tetes mempunyai akibat korosi yang paling parah. Tingkat keparahan korosi yang terjadi pada permukaan pelat tersebut, ditandai oleh warna produk korosi yang berwarna abu-abu kehitaman. Tingkat korosi yang tergolong sedang, terjadi pada permukaan pelat yang membentuk celah-celah dengan lembaran plastik (pada gambar ditunjukkan pada bagian tengah, plastik-



pelat). Sedangkan tingkat korosi yang teringan, terdapat pada permukaan pelat yang membentuk sistem celah-celah dengan pelat. Pada tingkat yang teringan ini hampir sama dengan yang terjadi pada media asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

Dari fakta tersebut di atas, rendahnya tingkat korosifitas di lingkungan 0,1 % berat Na Cl, bisa terjadi karena kondisi benda uji yang membentuk celah dengan kelembaban yang tinggi menjadikan lingkungan Na Cl lebih agresif dari pada lingkungan asam  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Fontana dan Grenee, menjelaskan bahwa terakumulasinya ion khlorida (Cl) didalam celah akan menciptakan reaksi korosi lokal yang bersifat otokatalitik (Berjalan sendiri).

Dari hasil survei di lapangan, pengamatan visual dan uji laboratorium yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa plat aluminium telah mengalami korosi lokal yang berwarna dari putih keabu-abuan hingga abu-abu kehitaman.

Berdasarkan pengamatan visual dan uji fraktografi, proses korosi terjadi sebelum pelat mengalami pengerolan untuk membentuk pelat gelombang. Hal ini ditunjukkan dengan adanya jejak rol yang menekan (menindas) produksi korosi.

Ditinjau dari segi mekanisme korosi pelat aluminium di media korosif berair, pada umumnya mengikuti mengikuti korosi lokal yang diantaranya korosi sumuran ("*Pitting corrosion*"), korosi celah ("*Crevice corrosion*"), korosi pengelupasan ("*Exfoliation corrosion*") dan korosi antara logam dasar dengan lapis lindung coating ("*Filiform corrosion*").

Mengacu pada mekanisme korosi aluminium diatas dan juga berdasarkan foto struktur mikro jejak rambatan korosi, maka mekanisme korosi yang terjadi di bawah endapan produk korosi adalah tipe korosi sumuran. Mekanisme korosi sumuran yang terjadi, dimulai dari perusakan lapis lindung pasif dari senyawa  $\text{Al}_2\text{O}_3$  oleh unsur-unsur khlorida.

Unsur khlorida ini tidak membentuk senyawa dengan logam aluminium, tetapi produk perusakannya yaitu ion aluminium akan bereaksi dengan oksigen dari udara yang jumlahnya sangat banyak. Fakta ini terbukti dari jumlah unsur oksigen dalam produk korosi yang sangat tinggi yaitu 62,51% berat pada produk korosi yang tebal dan 36,68% berat pada produk korosi yang tipis. Sebaliknya jumlah pada unsur khlorida maupun unsur korosif dari sulfur jumlahnya relatif sama atau konstan yaitu 0,09% berat. Keagresifan unsur khlorida ini, juga dibuktikan dari hasil uji banding korosi didalam alat uji "*humidity test chamber*", dimana dalam waktu 4 x 24 jam dengan kondisi ekstrim, unsur khlorida sangat merusak.

Dari hasil pengamatan visual pada atap pelat gelombang aluminium di lapangan (Lampung), ditemukan pada bagian tengah atap yaitu lekukan ke 3 (tiga) dan ke 4 (empat) tidak terjadi kerusakan atau korosi yang berarti. Hal ini dimungkinkan karena pada bagian tersebut tidak terekspos oleh media korosif. Dan hal tersebut dimungkinkan bisa terjadi karena pelat dalam keadaan tergulung. Demikian juga dengan adanya lokasi korosi yang tidak merata yaitu dengan jejak berbentuk bercak-bercak, menunjukkan adanya indikasi lembaran pelat tersebut dalam keadaan tergulung. Dengan tergulungnya pelat dalam jumlah yang banyak

(panjang) ada bagian yang renggang ada bagian yang rapat antara bagian pelat satu dengan pelat yang lainnya. Pada bagian yang rapat dimungkinkan akan terjadi korosi lokal jenis “*Crevice corrosion*”.

Dalam perjalanan waktu, korosi celah (“*crevice corrosion*”) ini akan berubah menjadi korosi sumuran (“*pitting corrosion*”), karena adanya produk korosi dipermukaan pelat yang memungkinkan terjadinya rekasi korosi yang bersifat otokatalitik. Pada umumnya laju korosi sumuran ini sulit untuk diprediksi, karena arah rambatannya mengikuti batas butir kristal.

Mengacu pada hasil pengukuran jarak rambatan korosi sumur yang telah mencapai jarak 0,14286 mm atau telah merusak pelat setebal 17,86% maka waktu yang dibutuhkan sangat lama, tidak mungkin terjadi dalam kurun waktu satu bulan. Hal ini didukung fakta bahwa sifat logam alumunium sangat stabil dan tidak mudah terkorosi, sehingga dalam keadaan sehari-hari logam alumunium terpilih untuk bahan kaleng makanan dan minuman.

Hasil uji banding dengan metode kelembaban, menunjukkan bahwa air hujan tidak ada pengaruhnya terhadap ketahanan korosi pelat alumunium, kecuali dilingkungan air garam dengan konsentrasi tinggi atau asam sulfat dengan konsentrasi tinggi..

## KESIMPULAN

Berdasarkan data-data pengujian, penelitian dan pembahasan diatas untuk kasus kerusakan plat aluminium gelombang tipe kulit jeruk dengan tebal 0,80 mm, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Plat aluminium tidak rusak karena air hujan, walaupun plat aluminium tersebut dalam keadaan basah dan dibungkus dengan plastik selama waktu sehari-hari.
2. Korosi yang terjadi merupakan jenis korosi lokal, yaitu korosi sumuran yang telah mencapai jarak 0, 14286 mm atau telah merusak plat setebal 17,86% dan diindikasikan proses korosi tersebut membutuhkan waktu berbulan-bulan.
3. Korosi terjadi pada saat pelat belum mengalami proses pengerolan yaitu sebelum pelat aluminium dibentuk menjadi atap gelombang
4. Unsur korosi yang memicu timbulnya korosi sumur adalah unsur khlorida yang jumlahnya sangat sedikit yaitu 0,09% berat, sedangkan unsur oksigen lebih berperan untuk mengkonsumsi ion aluminium hasil kerusakan unsur khlorida membentuk endapan produk korosi.



## **DAFTAR PUSTAKA**

- Anonim, 1999, Korosi Dalam Teknik , Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Anonim, 1990, Basic Metallurgy Course For Arco, Arco Building, Jakarta.
- Anonim, 1997, Corrosion Technology Fundamentals, Corrosion Management & Advisory Service.
- Surdia, T., dan Shinroku,S.,1995, Pengetahuan Bahan Teknik, P.T. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Tretheway, K.R., dan Chamberlain, J., 1991, Korosi Untuk Mahasiswa,
- Harsisto, 2002, Korosi Pada Aluminium, BATAN Serpong.
- Pourbaix,1974, Atlas of Electrochemical Equilibria in Aqueous Solution, Houston, USA
- Fontana, 1987, Corrosion engineering 3nd edition, Mc graw-Hill Book Co, New York