

## PERILAKU KOROSI PADA SAMBUNGAN PLAT PEMBENTUK BODI MOBIL

Ellyawan S. Arbintarso<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin FTI – Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Masuk: 27 Maret 2009, revisi masuk: 15 Juli 2009, diterima: 19 Juli 2009

### ABSTRACT

*Effect of plate joint on automobile body which susceptible to corrosion has been investigated also corrosion rate on automobile plate when the coating has impacted. Rain and sea water was used as corossion medium as normally affected on automobile plate. Low carbon steel has been choosed as standart plate. The forming of plate as a joint which folding and welding used a standart manufacture of automobile industry. The results have shown the losses weight of plate faster on the sea water environment. After immersed in the sea water for 627 hours the corrosion rate of folding plate joint has 0.000806 mpy, although it was at a standstill outstanding level. Coating paint can decreased 20% corrosion rate, but still need attention to care if the automobile body was impacted.*

**Keywords:** Corrosion Rate, Plate Joint, Low Carbon Steel, Automobile Body

### INTISARI

Pengaruh model penyambungan pada plat bodi mobil yang rentan terhadap korosi telah diteliti begitu juga dengan laju tingkat korosi yang terjadi pada plat bodi mobil apabila lapisan pelindung terkena regangan (benturan). Media korosi yang digunakan adalah air hujan dan air laut yang diasumsikan sering terpapar pada plat bodi mobil. Baja karbon rendah dipilih sesuai standard bahan plat untuk bodi mobil sedangkan proses pembentukan sambungan menggunakan lipatan dan las yang digunakan pada industri karoseri mobil. Dari hasil pengujian tampak bahwa plat mengalami penurunan berat yang lebih tajam pada lingkungan air laut. Penurunan berat plat setelah direndam selama 672 jam yaitu diperoleh laju korosi plat dalam MPY (mils per year) terendah pada sambungan plat tipe lipatan yaitu 0,000806 mpy, namun secara umum masih dalam batas tahan korosi (*Outstanding level*). Cat pelindung mampu menurunkan laju korosi sebesar 20%, namun perlu diberi perhatian khusus bila terjadi regangan (benturan) yang dapat menjadi pemicu sel korosi.

**Kata Kunci :** Laju Korosi, Sambungan Plat, Baja Karbon Rendah, Bodi Mobil

### PENDAHULUAN

Pembentukan bodi kendaraan ini (mobil) dengan proses press tentunya banyak terjadi bengkokan-bengkokan dengan jari-jari tertentu sesuai desain dari perusahaan masing-masing. Dari bengkokan tersebut menyebabkan terjadinya perubahan struktur mikro dan tegangan sisa, dimana pada akhirnya berpengaruh terhadap sifat mekanis dan laju korosi. Kendaraan memiliki resiko karat cukup besar. Kelembaban udara, cipratan air hujan, lumpur, benturan atau gesekan dengan benda lain yang menyebabkan lapisan pelindung terkelupas. Rusaknya pelindung metal akan mempercepat pro-

ses korosi dan menjalarnya karat. Karat timbul akibat reaksi oksidasi antara material logam dengan oksigen. Jadi, selama material logam terlindungi oleh cat atau lapisan di atasnya, maka proses oksidasi akan sulit terjadi. Dan seluruh produsen mobil telah melapisi produknya dengan cairan antirarat dan cat. Pemicu timbulnya karat ini biasanya terjadi akibat kesalahan pemilik dalam merawat, seperti ketika mencuci mobil yang mengakibatkan adanya sisa air ini yang tidak terlihat sehingga mengendap lama dibagian bodi mobil dan membiarkan terlalu lama mobil dalam keadaan kotor setelah terkena hujan. Bagian yang sering terlewatkan dan

<sup>1</sup>arbintarso@yahoo.co.uk

sulit untuk dilakukan pengecekan adalah pada bagian body yang tertutupi karet atau karpet, seperti celah body, bagian bawah/ spakbor, rantai, engsel pintu dan jika mobil menggunakan *roof rack*, bagian bodi mobil yang tertutupi atau dijepit pemegangnya juga menjadi titik yang rawan terkena karat. Karat muncul disebabkan permukaan besi/ bagian yang mengandung unsur logam bersentuhan langsung dengan air yang mengandung asam sehingga mengalami proses oksidasi oleh udara. Semakin dibiarkan air dan kotoran menempel pada besi semakin banyak pula zat asam bereaksi terhadap besi yang menjadikannya karat.

Adapun tujuan penelitian yang diharapkan adalah: untuk mengetahui pengaruh model penyambungan pada plat bodi mobil yang rentan terhadap korosi dan untuk mengetahui laju tingkat korosi yang terjadi pada plat bodi mobil apabila lapisan pelindung terkena regangan (benturan). Pengelasan maupun pelipatan plat dapat mengakibatkan tegangan sisa ini yang dapat memicu SCC (*Stress Corrosion Cracking*), selain itu faktor eksternal berupa benturan dapat juga menyebabkan terkelupasnya lapisan pelindung dan menambah tegangan sisa yang telah ada. Media korosi yang digunakan adalah air hujan dan air laut dimana kedua media ini dipilih karena mobil sering mendapatkan paparan dari media ini.

Mengingat besar efek deformasi plastis yang terjadi pada bahan struktur, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada bahan yang diaplikasikan pada lingkungan korosif terutama perilakunya terhadap korosi retak tegang (SCC). Korosi retak tegang (SCC) adalah peristiwa pembentukan dan perambatan retak dalam logam yang terjadi secara simultan antara tegangan tarik yang bekerja pada bahan tersebut dengan lingkungan korosif. Proses korosi retak tegang (SCC) dapat terjadi dalam beberapa menit jika berada pada lingkungan korosif atau beberapa tahun setelah pemakaiannya. Hal ini terjadi karena adanya serangan korosi terhadap bahan. Korosi yang retak tegang (SCC) merupakan kerusakan yang paling berbahaya, karena tidak ada tanda-tanda sebelumnya.

Tercatat beberapa peneliti yang telah melakukan penelitian menyangkut korosi retak tegang, diantaranya; Badaruddin, dkk., (2005) yang menyimpulkan bahwa korosi intergranular terjadi pada baja karbon rendah dalam lingkungan air laut, kondisi tersebut terjadi pada pembebanan 70% di atas tegangan luluh bahan. Sedangkan Fritz, dkk. (2001), telah melakukan penelitian terhadap baja paduan 6% Mo (UNS NO8367), pada lingkungan air laut menggunakan temperatur yang berbeda dengan specimen uji Ubend. Hasil pengujian yang didapat menunjukkan bahwa pada temperatur di atas 1200°C, SCC terjadi hanya bergantung dari kandungan khloridanya, dengan bentuk perpatahan yang diketahui adalah transgranular yang bercabang. Kirk, dkk (2001), melakukan penelitian pada *stainless steel* fasa austenit. Kesimpulan yang dihasilkan menunjukkan bahwa ketahanan material ini terhadap korosi retak tegang yang terjadi sangat signifikan terhadap beban yang diberikan, dimana waktu proses pencelupan pada larutan 42% MgCl<sub>2</sub> pada temperatur 1450°C, dapat memperpanjang umur korosi retak tegang dari 33 jam menjadi 1000 jam pada pembebanan 70% dari tegangan luluh bahan, sedangkan pada beban 90% peningkatan yang terjadi tidaklah signifikan.

Mursid (1994) melakukan penelitian tentang pengaruh proses *press fanel roof* (salah satu bagian dari bodi kijang) di Toyota Astra Motor, yaitu melakukan pengepressan lembaran plat SPCD dengan merubah arah roll Ø 25; Ø 90 dan jari-jari bengkokan yang terbentuk adalah 0 mm; 15,6 mm; 22 mm; 27,8 mm; 38 mm. Didapatkan hasil bahwa pada arah roll Ø 25 kekuatan tarik, kekuatan luluh dan kekerasannya paling tinggi juga diikuti dengan meningkatnya laju korosi. Untuk jari-jari kelengkungan 27,8 mm; 38 mm didapatkan kekerasan dan kekuatan tarik yang tinggi dan laju korosinya rendah yaitu 0,0835 mpy.

Afolabi, dkk. (2007) menyimpulkan bahwa baja karbon menengah rentan terhadap SCC apabila terpapar soda api (*Caustic*) maupun media basa lainnya, sehingga keuletan baja karbon tersebut menurun. Baja nirkarat juga mengalami korosi yang tinggi bila me-

ngalami SCC khususnya pada media asam klorida, seperti yang diutarakan oleh Huang (2002), sehingga perlu dilakukan pemberian inhibitor untuk mengurangi laju korosi yang terjadi. Inhibitor akan mempengaruhi efek proses anodik yang terjadi. Yamane dkk. (2006) melakukan penelitian tentang korosi titik maupun korosi seragam terhadap baja yang dipres maupun ditekuk dalam lingkungan air laut, mendapatkan bahwa tegangan sisa pada baja tersebut memicu kenaikan laju korosi yang pada kedua permukaan baik yang mengalami tegangan tarik ataupun tekan.

Sambungan las, pada pemakaiannya akan selalu mendapat tegangan baik dari beratnya sendiri ataupun gaya-gaya luar yang bekerja. Suatu ciri retak korosi tegangan akibat gabungan tegangan tarik statik dan lingkungan biasanya terjadi secara mendadak tanpa adanya gejala awal serta tidak dapat diduga (Trethewey, dkk., 19-91)

Pada kebanyakan struktur *engineering*, titik paling lemah adalah kurangnya perhatian pada pengendalian korosi selama tahapan perancangan. Memang tidaklah ekonomis bila umur sebagian komponen pabrik mempunyai umur jauh lebih panjang dibanding umur pabrik secara keseluruhan. Memasang knalpot dari baja nirkarat mungkin tidak efektif dari segi biaya apabila umur knalpot itu akan jauh lebih panjang dibanding umur kendaraannya sendiri. Sebaliknya, kalau knalpot terbuat dari baja lunak yang hanya akan bertahan dua atau tiga tahun, hal ini menimbulkan korosi. Sehingga harus merancang struktur yang bias mengantisipasi hal tersebut.

Sesudah menetapkan umur yang diharapkan untuk sebuah komponen atau struktur, umur ini harus diperbandingkan dengan umur sistem pengendalian korosi yang akan digunakan. Jika umur sistem pengendalian lebih pendek dari umur struktur, maka metode pembaharuan harus sudah dipikirkan sejak tahapan perancangan, dan perancang harus merencanakan akses khusus yang akan diperlukan untuk pemeriksaan, perawatan, dan penggantian. Seandainya sistem pengendalian di suatu bagian struktur gagal karena sesuatu yang belum jelas se-

belum mencapai umur yang diharapkan untuk struktur keseluruhan.

Metode pelindungan logam terhadap serangan korosi adalah dengan pelapisan. Prinsip umum dari pelapisan yaitu melapiskan logam induk dengan suatu bahan atau material pelindung. Jenis-jenis pelapisan sebagai pelindung proses korosi dapat dibagi secara umum tiga bagian yaitu pelapisan organik, non organik dan logam.

Pelapisan logam dan non organik yaitu pelapisan dengan ketebalan tertentu material logam dan non organik dapat memberikan pembatas antara logam dan lingkungannya. Metode pelapisan dengan logam :

- *Electroplating* (Penyepuhan listrik): dengan cara komponen yang akan dilapis dan batangan atau pelat logam direndam dalam suatu larutan elektrolit yang mengandung garam-garam logam bahan penyepuh. Kemudian suatu potensial diberikan ke dalam sel sehingga komponen sebagai katoda dan batangan logam penyepuh menjadi anoda, ion-ion logam penyepuh dari larutan akan mengendap ke permukaan komponen sementara dari anoda ion-ion terlarut.
- *Hot dipping* (Pencelupan panas): dengan cara komponen dicelupkan ke dalam wadah besar berisi logam pelapis yang meleleh (dalam keadaan cair). Antara logam pelapis dan logam yang dilindungi terbentuk ikatan secara metalurgi yang baik karena terjadinya proses perpaduan antarmuka (*interface alloying*).
- *Flame spraying* (Penyemprotan dengan semburan api): Logam pelapis berbentuk kawat diumpungkan pada bagian depan penyembur api dan meleleh kemudian segera dihembuskan dengan tekanan yang tinggi menjadi butiran-butiran halus. Butiran-butiran halus dengan kecepatan 100-150 m/s menjadi pipih saat menumbuk permukaan logam dan melekat.
- *Cladding*: Lapisan dari logam tahan korosi dilapiskan ke logam lain yang tidak mempunyai ketahanan korosi terhadap lingkungan kerja yang kurang baik namun dari segi sifat mekanik, dan fisik cukup baik.

- *Diffusion* (pelapisan difusi) : Teknik mendifusikan logam pelapis atau pelapis bukan logam ke dalam lapisan permukaan logam yang dilindungi dengan membentuk selapis logam paduan pada komponen

Pelapisan Organik yaitu pelapisan ini memberikan batasan-batasan antara material dasar dan lingkungan. Pelapisan organik antara lain cat, vernis, enamel dan selaput organik dan sebagainya.

Laju korosi dihitung menggunakan percobaan korosi dalam kurun waktu tertentu dimana diketahui perubahan berat suatu material akibat korosi, kemudian dihitung dengan persamaan berikut (Fontana, 19-82):

$$MPY = \frac{534 W}{D A T} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

W = kehilangan berat (mg)

D = berat jenis ( $gr/cm^3$ )

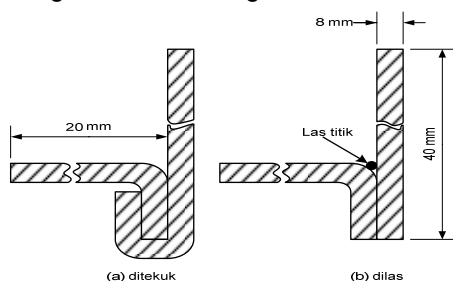
A = luas benda uji ( $cm^2$ )

T = Waktu (jam)

Laju korosi diekspresikan sebagai massa yang hilang persatuan luas, dimana dianggap merata dalam satuan luas tersebut. Laju korosi juga diekspresikan sebagai kedalaman penetrasi korosi ke dalam logam induk.

Bahan komponen yang banyak dipa-kai pada bodi kendaraan adalah plat baja karbon rendah dengan ketebalan 8 mm. Sampel dibentuk dalam bentuk dan ukuran tertentu. Sampel diolah menjadi beberapa spesimen dengan desain seperti pada gambar 1.

Model plat bodi mobil dirancang se-suai dengan keadaan sesungguhnya dengan desain sebagai berikut :



Gambar 1. Desain plat spesimen untuk a) sambungan ditekuk, b) sambungan dilas titik

Spesimen dibuat sebanyak 24 buah dengan perincian: kelompok I (12 buah) dicelupkan pada lingkungan air laut dan kelompok II (12 buah) dicelupkan pada lingkungan air hujan. Ukuran plat yang digunakan adalah tebal 8 mm dan memiliki lebar 20 mm. Proses pelipatan/penekukan, pengelasan, dan pengecatan serta pendempulan dilakukan di salah satu pabrik karoseri di Yogyakarta, dengan demikian mutu sesuai dengan kondisi yang sebenarnya.

Lingkungan air merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi laju korosi, pada lingkungan air yang memiliki pH tinggi, laju korosi secara umum akan menjadi lebih cepat. Dengan asumsi bahwa jika laju korosi plat baja karbon rendah pada lingkungan air yang memiliki pH tinggi, maka laju korosi plat baja karbon rendah pada lingkungan air hujan, dan air laut diperkirakan juga tinggi. Pengkajian dilakukan pada suhu kamar, asumsi ini diambil berdasarkan pada kenyataan bahwa saat proses korosi pada plat mobil secara umum terjadi pada temperatur ruang.

Proses awal pengujian laju korosi dengan cara benda uji mula-mula ditimbang untuk mengetahui berat awalnya. Kemudian benda-benda uji kelompok I (12 buah) dicelupkan pada lingkungan air laut dan kelompok II (12 buah) dicelupkan pada lingkungan air hujan. Setelah 168 jam, benda-benda uji diangkat dan dibersihkan dari karat selanjutnya ditimbang dan penurunan berat yang terjadi dicatat, penimbangan ini dilakukan setiap 168 jam. Adapun langkah-langkah dalam pengujian korosi adalah sebagai berikut:

- Menyiapkan benda uji sebersih mungkin
- Menyiapkan peralatan yang akan digunakan dalam pengujian
- Memberi perlakuan pada masing-masing benda uji sesuai dengan rancangan penelitian yaitu tanpa pelindung, dan dipukul, dicat, dicat (dipukul), didempul dan cat, didempul dan dicat (dipukul)
- Benda uji dipukul untuk menyesuaikan dengan kondisi sebenarnya pada plat bodi mobil yang mengalami benturan.

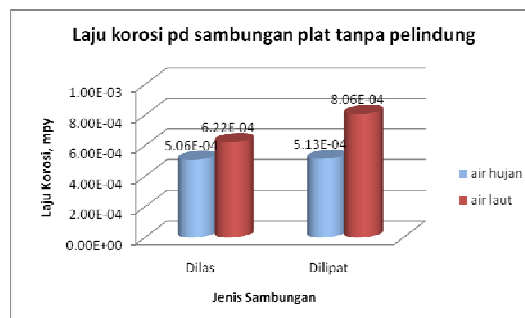
- Memberi pengkodean pada masing-masing benda uji.
- Penimbangan awal benda uji sebelum benda uji dicelup ke dalam fluida air hujan, dan air laut.
- Mencelupkan benda uji kedalam fluida yang digunakan dalam pengujian yaitu air hujan, dan air laut.
- Menimbang semua benda uji yang telah direndam selama 7 hari dan kelipatannya sebanyak 4 kali.
- Melakukan pencatatan setelah selesai penimbangan.

### PEMBAHASAN

Pada gambar 2 terlihat benda uji tanpa lapisan pelindung setelah menjalani perlakuan pencelupan proses korosi. Model plat dengan las, laju korosi yang terjadi tidak menunjukkan perbedaan yang besar untuk media korosi air hujan dan air laut sedangkan untuk model plat dengan lipatan mengalami perbedaan yang cukup signifikan antara media air hujan maupun air laut. Air hujan adalah media korosi paling lambat dalam proses pengkorosian, terlihat untuk kedua macam sambungan mempunyai laju korosi sebesar kurang lebih  $5.10^{-4}$  mpy atau lebih kecil dibandingkan dengan media air laut berkisar antara  $6,22.10^{-4}$  mpy sampai  $8,06.10^{-4}$  mpy untuk kedua jenis sambungan tersebut. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Yamane dkk. (2006) dimana korosi meningkat akibat terjadinya SCC pada plat baja yang dipres dan ditebuk pada lingkungan air laut.

Kemampuan suatu lingkungan dalam kondisi tertentu menjadi penyebab proses korosi dengan laju tertentu. Faktor-faktor yang mempengaruhi korosivitas lingkungan air adalah karakteristik fisik meliputi kecepatan aliran dan temperatur air, karakteristik kimia meliputi pH, konsentrasi karbon dioksida dan alkalinitas air, karakteristik biologi meliputi jumlah mikroorganisme aerob maupun anaerob dalam lingkungan air.

Laju kimia termasuk reaksi korosi akan semakin membesar dengan naiknya temperatur sehingga mendorong terjadinya reaksi oksidasi pada logam atau meningkatkan kemampuan lingkungan untuk mengoksidasi logam.

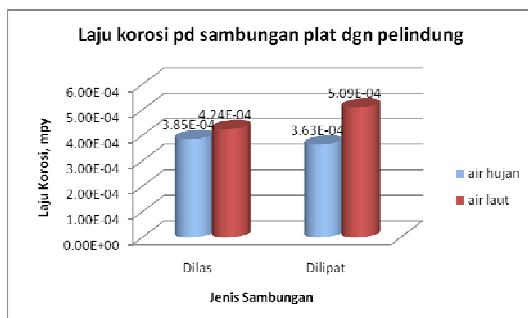


Gambar 2. Laju korosi pada sambungan plat tanpa lapisan pelindung (cat)

Dari gambar 2 juga memperlihatkan sambungan lipat mengalami korosi yang lebih cepat dibandingkan pengelasan. Faktor tegangan sisa pada proses pelipatan plat memicu terjadinya SCC, sehingga laju korosi meningkat.

Mengacu pada penelitian Suriadi (20-07), laju korosi semakin meningkat seiring dengan semakin meningkatnya derajat deformasi. Tanpa adanya perubahan plastis dari material sampai terjadi deformasi 20% dengan rata-rata laju korosi  $0,0627 \text{ mm/th}$  ( $3,984.10^{-4}$  mpy) pada media air laut. Dari perbedaan media pengkorosi maka terlihat bahwa media udara memberikan laju korosi lebih rendah dari air tawar dan begitu pula media air laut. Dari hasil perhitungan statistik menunjukkan bahwa temperatur pemanasan dan media pengkorosi memiliki interaksi yang nyata terhadap laju korosi AISI 3215. Laju korosi yang tertinggi yaitu rata-rata  $0,0627 \text{ mm/th}$  ( $3,984.10^{-4}$  mpy) pada media air laut dan laju korosi yang terendah pada hasil penelitian adalah  $0,0333 \text{ mm/th}$  ( $2,68.10^{-4}$  mpy) pada media udara. Bila dibandingkan hasil korosi pada sambungan plat, ternyata lebih tinggi laju korosinya lebih dua kali lipatnya terutama pada sambungan lipat. Hal ini menunjukkan perubahan deformasi plastis sambungan ini lebih tinggi dari 20%.

Untuk benda uji dengan lapisan pelindung, laju korosi menurun dibanding tanpa pelindung, baik untuk sambungan las maupun dilipat. Untuk media air hujan, turun hanya kisaran  $3.10^{-4}$  mpy dan untuk air laut antara  $4.10^{-4} - 5.10^{-4}$  mpy seperti terlihat pada Gambar 3.

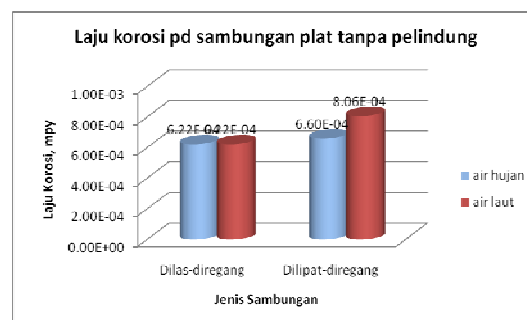


Gambar 3. Laju korosi pada sambungan plat dengan lapisan pelindung (cat)

Cacat-cacat (*holidays*) pada cat atau coating biasanya disebabkan karena terlewat oleh alat pelapis, *pinholes* (lobang) yang ditinggalkan oleh *solvent* yang menguap saat pengeringan cat, retakan akibat tegangan mekanik / thermal yang berlebihan, penetrasi akar tumbuhan, pelarut yang ada dalam tanah, kegiatan bakteri dalam tanah, kondisi lingkungan yang korosif (mis: lingkungan air laut), dsbnya. Cat biasanya terdiri dari cat dasar (primer) dan pelapisan (cat) lanjutan. Cat primer dipakai sebagai pengikat antara baja dan cat, sedangkan pelapisan selanjutnya dilakukan setelah (cat) primer kering. Namun dengan berkembangnya teknologi cat saat ini, cat primer telah ditambah dengan pelarut dan inhibitor pasivator, dan pelapisan selanjutnya tidak perlu menunggu primer kering (*curing time* dan *top coat* dilakukan bersama-sama).

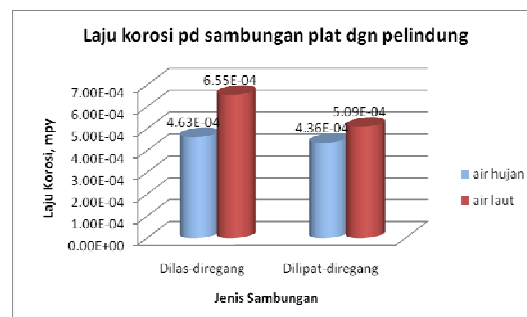
Untuk memenuhi syarat-syarat tersebut di atas maka di dalam cat terkandung zat-zat yang disebut *Binder* (pengikat), *Pig-ment* (bahan cat), *Extender / filler* (bahan pengisi), *Solvent* (pelarut), dan *Additives* (bahan penambah). *Additives* berfungsi meningkatkan kelenyutan, kelarutan, kecepatan pengeringan, kekerasan cat, mencegah oksidasi, pembentukan kulit di permukaan, dan sebagainya. Bila cat yang kita pakai dan kita beli telah memenuhi syarat tersebut di atas, hal terpenting yang harus diperhatikan adalah persiapan permukaan logam yang akan dicat. Karena tahap inilah yang menentukan hasil akhir pengecatan. Apakah cat tersebut tahan lama atau cepat terkelupas.

Dengan demikian dari Gambar 3, dapat dipastikan bahwa lapisan pelindung telah bekerja dengan baik pada spesimen ini. Kemudian pada pengujian berikutnya akan diperlihatkan pengaruh adanya tegangan yang diwakili dengan diberikan pres/pukulan ke spesimen. Diharapkan hal ini dapat memperlihatkan karakteristik sambungan tersebut apabila menerima beban yang menyebabkan pecahnya selaput pelindung.



Gambar 4. Laju korosi pada sambungan plat tanpa lapisan pelindung (cat) yang dikenai tegangan

Gambar 4 memperlihatkan, pengaruh perlakuan meningkatkan laju korosi khususnya dengan media air hujan, dari kisaran  $5.10^{-4}$  mpy menjadi  $6,2.10^{-4}$  mpy. Namun untuk media air laut tidak menunjukkan perubahan laju korosi, tetap di kisaran  $6,2.10^{-4}$  sampai  $8.10^{-4}$  mpy. Hal ini dirasa meragukan mengingat pemukulan pada bagian benda uji akan menyebabkan bertambahnya tegangan sisa yang seyogyanya memicu korosi lebih cepat.

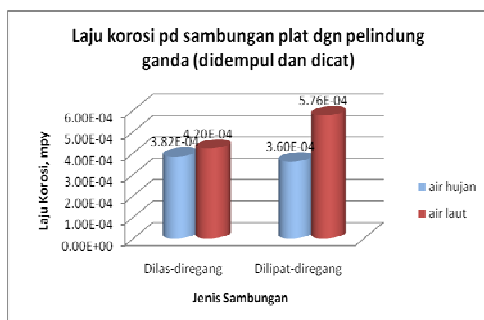


Gambar 5. Laju korosi pada sambungan plat dengan lapisan pelindung (cat) yang dikenai tegangan

Korosi yang berinteraksi dengan lingkungannya diantaranya adalah *stress Corrosion* yaitu korosi yang timbul sebagai akibat bekerjanya tegangan dan media korosif. Korosi ini menyebabkan terjadinya keretakan. Tegangan yang bekerja pada material logam adalah tegangan tekan yang merupakan tegangan sisa.

Pada spesimen dengan lapisan pelindung juga mengalami peningkatan laju ko-rosi setelah mengalami perlakuan tegangan. Terlihat pada gambar 5, spesimen mengalami kenaikan antara  $1.10^{-4}$  sampai  $2.10^{-4}$  mpy, khusus untuk model plat yang dilas mengalami kenaikan laju korosi yang tinggi. Bila dicermati lebih dalam pada bagian las titik, cat mengalami keretakan sewaktu menerima tegangan, sehingga korosi banyak terjadi di daerah ini. Sedang pada model plat dilipat hampir tidak terjadi keretakan pada catnya.

Sedangkan gambar 6 memperlihatkan laju korosi pada sambungan plat dengan pelindung ganda yaitu dilakukan pelapisan dempul kemudian baru dilakukan pengecatan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dempul sebagai lapisan awal pada pelapisan pelindung mobil yang biasa digunakan pada pabrik karoseri mobil.



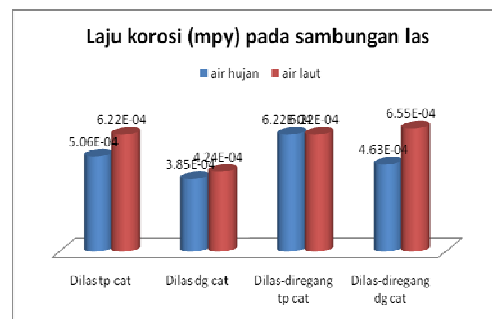
Gambar 6. Laju korosi pada sambungan plat dengan lapisan pelindung ganda (cat dan dempul) yang dikenai tegangan

Pada spesimen model plat yang dilas menunjukkan kemajuan dengan pemberian dempul, lapisan pelindung lebih bertahan ketika diberi tegangan dibandingkan hanya diberi cat saja. Dari pengamatan pada bagian las titik tidak ditemukan suatu retakan-retakan halus

sehingga laju korosi menurun dibandingkan pada gambar 5. Hampir semua keseluruhan spesimen mengalami penurunan laju korosi berkisar  $1.10^{-4}$  mpy. Pemberian lapisan awal berguna untuk menahan terjadinya benturan yang dapat menyebabkan mengelupasnya lapisan pelindung.

Untuk baja, pemanasan di atas suhu kamar meningkatkan laju korosi, tetapi juga mengurangi kelarutan oksigen (Jones, 19-92). Sebuah system yang tertutup, laju korosi terus bertambah meskipun di atas suhu  $80^{\circ}\text{C}$  karena walaupun kelarutannya berkurang tetapi oksigen tidak dapat keluar dari system.

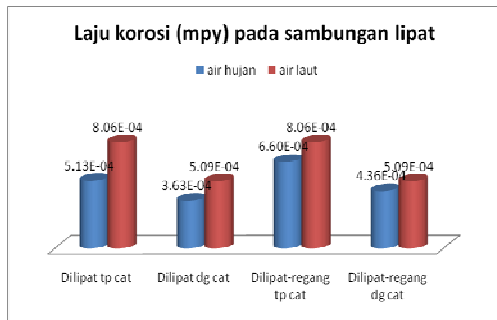
Pada proses penyambungan dengan las mengakibatkan pemanasan pada logam. Daerah berwarna hitam akibat pemanasan las dapat menyebabkan masalah korosi (Avery, dkk., 1999). Daerah tersebut adalah HAZ yang banyak mengandung kerak kromium bercampur dengan besi, nikel dan oksida-oksida lainnya. Kromium ini berdifusi keluar dari *base metal* ketika kerak hitam tersebut terbentuk.



Gambar 7. Laju korosi pada sambungan las

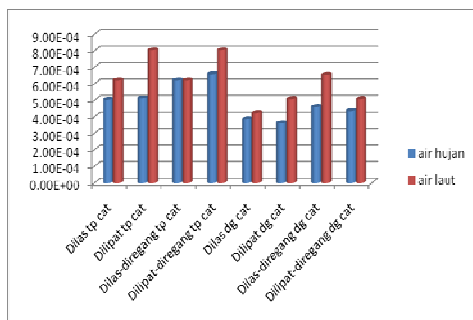
Gambar 7 memperlihatkan laju korosi pada sambungan las. Secara umum media air laut lebih korosif, namun tidak signifikan hasilnya. Penggunaan cat menunjukkan pengurangan korosi, namun adanya retak pada lapisan pelindung justru meningkatkan laju korosi mencapai  $0,000655$  mpy. Konsentrasi air laut pada retakan cat menyebabkan meningkatnya laju korosi, dalam hal ini terjadi korosi sumuran pada beberapa tempat namun secara umum korosi merata lebih dominan.





Gambar 8. Laju korosi pada sambungan lipat

Laju korosi pada sambungan lipat lebih tinggi dibandingkan dengan laju korosi pada sambungan las. Gambar 8 memperlihatkan laju korosi pada sambungan lipat dimana media korosi air laut lebih dominan dibandingkan media air hujan. Laju korosi terjadi tertinggi sebesar 0,000806 mpy terjadi untuk sambungan lipat tanpa cat baik yang diregang maupun tidak. Akibat pengerjaan dingin suatu benda akan mengalami deformasi, dimana akan timbul *stress cell*. *Stress cell* terjadi karena ada bagian yang mengalami tegangan yang berbeda dengan bagian lainnya. Bagian yang mengalami tegangan yang lebih besar akan menjadi anoda dan akan terkorosi lebih hebat. Seperti contoh batang logam yang ditekek, korosi lebih cepat terjadi pada daerah tekukannya karena telah mengalami deformasi berupa tegangan.



Gambar 9. Laju korosi sambungan plat dengan dan tanpa cat

Gambar 9 menunjukkan perbandingan laju korosi pada semua jenis sambungan dan perlakuannya. Terlihat media air laut cukup signifikan meningkatkan laju korosi. Pemberian lapisan cat cukup efektif menurunkan laju korosi

namun perlu diingat apabila terjadi rtakan pada pelindungnya, dapat menjadi subur terjadinya korosi sumuran yang menyebabkan penetrasi korosi lebih dalam.

Secara umum korosi yang terjadi adalah korosi merata, terjadi disekitar lipatan dan daerah lasan. Korosi merata adalah jenis korosi dimana pada korosi tipe ini laju korosi yang terjadi pada seluruh permukaan logam atau paduan yang terpapar atau terbuka ke lingkungan berlangsung dengan laju yang hampir sama. Hampir seluruh permukaan logam menampakkan terjadinya proses korosi.

Korosi merata terjadi karena proses anodik dan katodik yang berlangsung pada permukaan logam terdistribusi secara merata. Ini terjadi karena adanya pengaruh dari lingkungan sehingga kontak yang berlangsung mengakibatkan seluruh permukaan logam terkorosi. Korosi seperti ini umumnya dapat ditemukan pada baja di atmosfer dan pada logam atau paduan yang aktif terkorosi (potensi korosinya berada pada daerah kestabilan ionnya dalam diagram potensial pH, Fontana, 1987). Kerusakan material oleh diakibatkan oleh korosi merata umumnya dinyatakan dengan laju penetrasi yang ditunjukkan tabel sebagai berikut :

Tabel 1. Tingkat ketahanan relatif korosi terhadap laju penetrasi

Ketahanan Relatif Korosi	mpy	mm/yr	µm/yr	nm/h
Outstanding	< 1	< 0.02	< 25	< 2
Excellent	1-5	0.02-0.1	25-100	2-10
Good	5-20	0.1-0.5	100-500	10-150
Fair	20-50	0.5-1	500-1000	50-150
Poor	50-200	1-5	1000-5000	150-500
Unacceptable	200+	5+	5000+	500+

(Jones, 1992)

Dari Tabel 1 tersebut dapat diukur ketahanan relatif korosi untuk sambungan plat yang tidak melebihi dari 1 mpy. Berarti sambungan plat tersebut masih termasuk dalam kategori *Outstanding* yaitu tahan terhadap korosi.

## KESIMPULAN

Model sambungan plat dilipat mempunyai laju korosi yang lebih tinggi dibandingkan dengan sambungan las titik. Korosi terjadi pada tekukan dengan



perlakuan pengerjaan dingin pada benda uji yaitu mendapat perlakuan *bending* sebesar  $180^{\circ}$  ini menyebabkan terjadinya keretakan. Selain itu pada proses penyambungan terjadi pemanasan pada logam yang dapat menyebabkan efek korosi yang semakin cepat. Temperatur pemanasan dan media pengkorosi memiliki interaksi yang nyata terhadap laju korosi. Hal ini ditunjukkan pada nilai laju korosi pada benda uji yang tidak mendapat perlakuan tanpa cat cukup tinggi mencapai 0,0008 mpy.

Penggunaan cat cukup efektif menurunkan laju korosi berkisar 20%. Namun perlu diingat apabila terdapat keretakan pada lapisan pelindung maka akan rentan terhadap korosi jenis konsentrasi (setempat) yang biasanya mempunyai penetrasi lebih dalam.

Secara umum, ketahanan korosi sambungan ini masuk dalam kategori *Out-standing* yang berarti tahan korosi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Afolabi, A.S., and Borode, J.O., 2007, Stress Corrosion Cracking Susceptibility of Medium Carbon Steel in Caustic and Potash Media, *AU J.T.* 10(3):165-170 (Jan. 2007)
- Avery, SE., Lamb, S., Powell, CA., Tuthill, AH., 1999, Stainless Steel for Portable Water Treatment Plants, [http://www.stainlesswater.org/index.cfm/ci\\_id/11841.htm](http://www.stainlesswater.org/index.cfm/ci_id/11841.htm)
- Badaruddin M, dan Sugiyanto, 2005, Efek Shot Peening Terhadap Korosi Retak Tegang (Scc) Baja Karbon Rendah Yang Di Milling Dan Tempering Dalam Lingkungan Air Laut, *Jurnal Teknik Mesin Univ. Kristen Petra Surabaya*, 11-14.
- Fontana, M. G., 1987, *Corrosion Engineering*, 3<sup>rd</sup> edition, McGraw-Hill Inc., Si-ngapore.
- Fritz, D.J., Ronald. J. Gerlock, 2001, J. Desalination, 13/5, 93-97.
- Huang, Y., 2002, *Stress Corrosion Cracking Of AISI 321 Stainless Steel In Acidic Chloride Solution*, Bull. Mater. Sci., Vol. 25, No. 1, February 2002.
- Jones, DA., 1992, *Principles and Prevention of Corrosion*, Macmillan Publishing Company, New York, USA.
- Kalpakjian, S., 2001, *Manufacturing Engineering and Technology*. Prentice-hall, inc, New Jersey
- Kirk, D. Render, PE., 2001, Effects of Peening on Stress Corrosion Cracking in Carbon Steel, *International Conference Of Shot Peening 7th*, Institute Precision Mechanics Warsaw Poland, 142-147.
- Mursid, M., 1994, *Pengaruh Arah Roll Dan Jari-jari Kelengkungan Pada Proses Press (Bodi Kijang) Terhadap Sifat Mekanis Dan Laju Korosi*, Skripsi S1, Jurusan Ilmu Bahan, Universitas Indonesia (tidak dipublikasikan).
- Suriadi, I.G.A.K. dan Suarsana, I.K., 2007, Prediksi Laju Korosi dengan Perubahan Besar Derajat Deformasi Plastis dan Media Pengkorosi pada Material Baja Karbon. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakram Vol 1 No. 1 Desember 2007 hal. 1-8*.
- Threthewey, KR., dan Chamberlain., J., 1991, *Korosi Untuk Mahasiswa dan Rekayasawan*, Penerjemah Alex Tri kantjono Widodo, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Yamane, M., Tanaka, K., Matsuda, B., Fuji-kubo, M., Yanagihara, D., and Iwao, N., 2006, Residual Strength Evaluation of Corroded Steel Members in Marine Environments, *Proceedings of the Sixteenth (2006) International Offshore and Polar Engineering Conference San Francisco, California, USA, May 28-June 2, 2006*, ISBN 1-880653-66-4.