

EFEK PENAMBAHAN ION TARTRATE TERHADAP ELEKTRODEPOSISI Mn-Cu PADA PIPA BAJA KARBON

Warlinda Eka Triastuti, Dedi Budi Purwanto
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

Sistem perpipaan pada kapal laut menunjang seluruh sistem dalam kapal. Pipa-pipa ini merupakan tempat mengalirnya uap ataupun cairan yang berupa air, bahan bakar ataupun minyak pelumas. Tekanan, temperatur dan jenis fluida yang mengalir dalam pipa dapat mengakibatkan korosi yang akhirnya mempengaruhi kekuatan dan umur pipa. Salah satu metode untuk menurunkan laju korosi yaitu penggunaan anoda korban. Jenis anoda korban yang digunakan dalam penelitian ini adalah paduan mangan-tembaga. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui morfologi dan karakter korosi elektrodeposisi Mn-Cu pada baja AISI 1020. Proses elektroplating dilakukan dengan dan tanpa penambahan surfaktan potassium sodium tartrate. Hasil penelitian menunjukkan bahwa elektrodeposisi Mn-Cu yang dihasilkan dari proses pelapisan pada baja AISI 1020 dengan penambahan potassium sodium memiliki performance yang lebih baik karena logam Mn-Cu menempel pada permukaan baja lebih merata. Laju korosi terendah sebesar 1.116 mpy pada waktu deposisi 180 detik.

1. Pendahuluan

Pipa merupakan suatu peralatan yang berfungsi untuk memindahkan fluida dan gas dari satu tempat ke tempat yang lain dengan menggunakan power. Pipa di atas kapal yaitu sebagai tempat mengalirnya suatu cairan atau gas dari satu tempat ke tempat lain. Fungsi utama dari Sistem perpipaan di dalam kapal adalah untuk menunjang seluruh sistem dalam kapal. Sistem-sistem ini mengirimkan uap, bahan bakar, minyak pelumas, air pendingin, transport muatan dan balast, serta memberikan kemudahan dan kenyamanan bagi orang di atas kapal. Dewasa ini bahan untuk membuat pipa mengalami banyak perkembangan, bahan pipa yang banyak digunakan antara lain pipa plastik (*plastic pipe*), *polyvinyl (PVC) pipe*, *polyethylene (PE) pipe*, *acrylonitrile butadiene styrene (ABS)*, dan *steel pipe* (pipa baja). Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam pemilihan bahan untuk sistem perpipaan antara lain temperatur, tegangan, dan fluida yang mengalir. Umumnya instalasi pipa baja digunakan untuk tekanan sangat tinggi (BKI,1996). Salah satu baja yang sering digunakan adalah baja karbon (*carbon steel*), yaitu baja yang merupakan paduan besi, karbon dan mengandung unsur bukan besi dengan persentasi maksimum selain besi yaitu 1,70% karbon, 1,65% mangan 0,60% silikon, dan

0,60% tembaga (Oentoeng, 2004). Pipa baja karbon biasanya digunakan pada instalasi *Sea water (dry fire-main, bilge, ballast)*, *Freshwater cooling, Lube Oil, Fuel (diesel engine, boiler)*, *Cargo Oil, steam, condensate, Feed water*, dan beberapa bagian lainnya (BKI, 1996). Baja karbon mudah sekali mengalami korosi hampir pada semua lingkungan atmosfer bila kelembaban relatif melebihi 60 persen. Salah satu cara pengendalian korosi yaitu dengan pelapisan logam atau plating. Korosi merupakan penurunan mutu logam akibat reaksi yang terjadi secara elektrokimia antara logam dengan lingkungannya. Laju korosi dipengaruhi beberapa faktor antara lain temperatur, pH, pemasokan oksigen, kandungan dan sifat fisik logam serta hadirnya ion-ion agresif seperti oksida-oksida belerang dan klorida. Salah satu cara pengendalian korosi yaitu dengan pelapisan logam atau plating. Metode pelapisan logam lebih efektif daripada pelapisan dengan cat atau pelapisan dengan plastik (Trethewey dan Chamberlain, 1991).

Elektroplating berfungsi sebagai pelindung terhadap serangan korosi dan dapat memperbaiki penampakan logam yang dilindunginya (Lowenheim, 1985). Salah satu

jenis pelapisan logam yaitu pelapisan logam dengan menggunakan anoda tumbal (Uhlig, 1985). Logam mangan merupakan logam yang sangat elektronegatif karena mempunyai potensial reduksi standar yang sangat kecil ($E^{\circ}_{Mn^{2+}/Mn} = -1,421 \text{ V}$), sehingga dapat digunakan sebagai anoda tumbal dari baja. Logam mangan juga memiliki beberapa keunggulan, diantaranya ialah : memiliki sifat yang ramah lingkungan (*environmentally friendly nature*), memiliki perilaku *tribological* yang baik (koefisien gesekan yang rendah, sifat mekanik yang baik), cukup reaktif dan harganya relatif murah. Akan tetapi mangan murni secara kimia mempunyai kereaktifan tinggi dan pelapisan dari material ini hanya memberikan perlindungan dalam waktu terbatas ketika dicelupkan dalam elektrolit atau ditempat terbuka (Jie Gong, 2002). Oleh karena itu, Mn perlu di-alloykan dengan logam yang lebih nobel seperti Sn, Zn atau golongan logam besi yang bisa mengurangi reaktivitas Mn. Sifat rapuh dari mangan akibat adanya transformasi dari fase *ductile* γ -Mn menuju ke fase *brittle* α -Mn. Pada penelitian ini menggunakan logam Mn dikodeposisi dengan logam Cu dan Sn untuk mengurangi sifat rapuh mangan hasil pelapisan (Jie Gong, 2004).

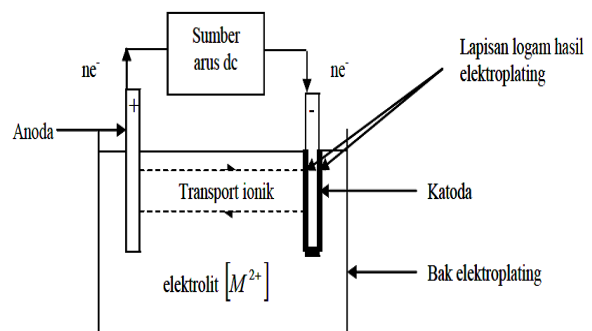
Kualitas lapisan yang dibuat dari proses *plating* dapat dipengaruhi oleh adanya surfaktan atau zat aktif permukaan yang berfungsi sebagai zat pembasah atau *wetting agent*. Surfaktan jenis anionik mampu mencegah terbentuknya gelembung hidrogen pada katoda. Gelembung ini menyebabkan terjadinya *pitting* pada endapan (Adamson, 1990). Salah satu jenis surfaktan organik golongan anionik yaitu *potassium sodium tartrate* yang mampu mereduksi tegangan permukaan pada proses pelapisan logam dan juga dapat mereduksi peretakan yang terjadi pada lapisan *plating* (Cullum, 1994). Penggunaan *potassium sodium tartrate* pada pelapisan Cu-Sn pada logam platina menunjukkan hasil yang memuaskan. *Potassium sodium tartraet* mampu mempercepat pertumbuhan kristal lapisan Cu-Sn. Efisiensi arus deposit mencapai 70 % pada densitas arus sebesar 11 mA/ cm² ketika ditambahkan *potassium sodium tartrat* 0,25 M (Carlos, 2002).

Pada penelitian ini akan diteliti pengaruh *potassium sodium tartrate* terhadap

2. Metodologi Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : Baja AISI 1020, (NH₄)₂SO₄, CuSO₄.5H₂O, H₂SO₄, Serbuk mangan, *potassium sodium tartrate*, aseton, MnSO₄.H₂O, dan aquabidest

Rangkaian alat elektroplating ditunjukkan dalam gambar berikut :



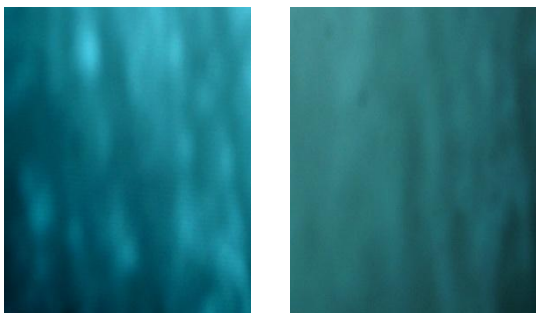
Gambar 1. Rangkaian alat elektroplating

Rangkaian alat elektroplating terdiri atas :

1. Bath elektroplating yang mengandung garam penghantar, senyawa pengompleks yang mengandung unsur yang sama dengan logam yang akan diplating dalam bentuk terlarut , buffer, zat aditif.
2. Katoda (logam yang akan diplating)
3. Anoda , yang sifatnya *soluble* (mudah larut) ataupun *insoluble* (tak mudah larut)
4. Sumber arus DC

3. Hasil Penelitian

Morfologi permukaan baja yang telah dilapisi Cu-Mn yang diambil dengan foto mikro perbesaran 100x. Penambahan *Potassium sodium tartrat* pada konsentrasi relatif rendah ke dalam bak elektroplating untuk memodifikasi struktur, morfologi dan sifat deposit katodanya. Pada gambar 2 terlihat bahwa penambahan *potassium sodium tartrate* dapat memperbaiki morfologi permukaan baja hasil pelapisan.



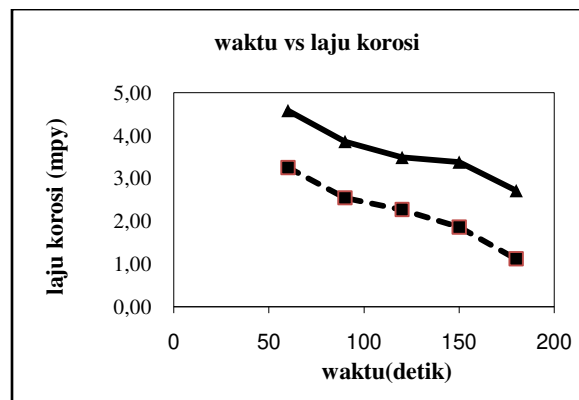
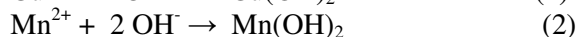
(a) (b)

Gambar 2 (a) foto mikro hasil elektrodeposisi Mn-Cu pada baja karbon tanpa penambahan *potassium sodium tartrate* (b) foto mikro hasil elektrodeposisi Mn-Cu pada baja karbon dengan penambahan *potassium sodium tartrate*

Surfaktan sebagai bahan aktif umumnya digunakan sebagai zat pembasah (*wetting agent*) pada proses pelapisan. Sebagai zat pembasah, surfaktan dapat masuk sampai kedalam pori - pori terkecil dari bahan yang akan dilapisi. Oleh karena itu partikel - partikel logam yang akan melapisi akan menempel pada permukaan logam secara lebih merata. Hal inilah yang akan meningkatkan “coverage” logam yang dilapiskan.

Laju korosi ditentukan dari hasil pengukuran potensiodinamik pada range potensial -1,5 V sampai +1,5 V dengan menggunakan potensiostat yang dilengkapi dengan *software Gamry Frame Work 3.20*. Hasil penentuan laju korosi hasil elektrodeposisi Mn-Cu tanpa dan dengan penambahan surfaktan ditunjukkan pada gambar 3. Dari gambar 3 terlihat bahwa laju korosi menurun dengan bertambahnya waktu. Hal ini disebabkan oleh adanya zat aditif Cu^{2+} yang memperbaiki ketahanan korosi Mn hasil pelapisan. Dengan meningkatnya waktu maka konduktivitas dan mobilitas ion (Cu^{2+} dan Mn^{2+}) menurun. Konduktivitas dan mobilitas ion sebanding dengan densitas arus. Atom Cu memiliki jari-jari yang lebih kecil dari atom Mn sehingga ion Cu^{2+} lebih mudah bergerak dan menempel terlebih dahulu pada katoda. Densitas arus korosi lapisan mangan dengan adanya zat aditif Cu^{2+} lebih kecil dari densitas arus korosi lapisan mangan tanpa penambahan zat aditif Cu^{2+} . Hal ini disebabkan karena semakin banyak ion Cu^{2+}

yang terendapkan menjadi Cu pada permukaan baja. Reaksi yang terjadi selama pelapisan sebagai berikut :



Gambar 3. Grafik laju korosi Mn-Cu hasil pelapisan terhadap waktu tanpa penambahan ion tartrate

Adanya penambahan ion tartrate, laju korosi Cu-Mn hasil elektrodeposisi lebih rendah dibandingkan dengan Cu-Mn hasil pelapisan tanpa penambahan ion tartrate pada semua variasi waktu yang digunakan. Surfaktan *potassium sodium tartrate* ($\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) merupakan salah satu surfaktan jenis anionik. Surfaktan jenis anionik memiliki karakteristik yang berbeda dengan jenis surfaktan yang lain. Surfaktan anionik akan terionisasi dalam larutan berair dan mengabsorpsi ion negatif pada permukaan sehingga gaya tolak elektrostatik antara kedua permukaan menghasilkan muatan yang teradsorpsi pada daerah antar muka. Hal ini terjadi karena surfaktan dapat digunakan untuk mencegah gelembung - gelembung gas hidrogen yang terbentuk selama proses elektrolisis dan ikut terendapkan pada katoda yang menyebabkan *pitting*. Selain itu, surfaktan dapat menurunkan tegangan permukaan suatu fase gas - cair, sehingga gelembung - gelembung gas hidrogen tidak dapat menempel pada permukaan logam dasar. Oleh karena itu tidak ada gas hidrogen yang terkonsentrasi pada suatu tempat sehingga *pitting* dapat dihindari. Dari grafik diperoleh hasil laju korosi terendah baja karbon

hasil pelapisan Mn-Cu dengan penambahan *potassium sodium tartrate* sebesar 1.116 mpy dengan waktu deposisi 180 detik.

5. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *potassium sodium tartrate* pada pelapisan Mn-Cu pada baja karbon dapat memperbaiki *performance* hasil pelapisan. Sebagai zat pembasah, *potassium sodium tartrate* dapat masuk sampai kedalam pori - pori terkecil dari bahan yang akan dilapisi. Oleh karena itu partikel - partikel logam yang akan melapisi akan menempel pada permukaan logam secara lebih merata. Laju korosi baja karbon hasil pelapisan Mn-Cu dengan penambahan *potassium sodium tartrate* sebesar 1.116 mpy.

6. Daftar Pustaka

- Adamson, A.W., (1990), *Physical Chemistry of Surface*, 5th edition, New York, John Wiley & Sons Inc.
- Armanto, Hari dan Daryanto, (1997), *Ilmu Bahan*, P.T. Bumi Aksara, Jakarta
- Cullum, D.C., (1994), *Introduction to Surfactant Analysis*, Blackie Academic and Professional, London
- Jie Gong, Giovanni, Z. (2002), Electrodeposition and Characterization of Manganese Coatings, *Journal of Electrochemical Society*, 149, hal 209 – 217
- Jie Gong, Giovanni, Z. (2004), Electrodeposition and Characterization of Sacrificial Copper-Manganese Alloy Coatings, *Journal of Electrochemical Society*, 151, hal 297-306
- Lowenheim, Frederick A., (1985), *Modern Electroplating*, 3rd edition, New York, John Wiley & Sons Inc, New York
- Uhlig, Herbert H. And Revie R. Winston, (1985), *Corrosion and Corosion Control*, John Wiley & Sons, New York
- Oentoeng, (2004), *Konstruksi Baja*, Andi Offset, Yogyakarta
- PT. Biro Klasifikasi Indonesia, 2006, *Rules for The Classification and Construction of Waterway Vessels, Chapter II, Machinery Installions*, 1996, BKI, Jakarta
- Trethwey, Kenneth R. dan Chamberlain, John, (1991), *Korosi Untuk Mahasiswa, Sains dan Rekayasa*, P.T. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta