

Atmospheric Corrosion Analysis On Carbon Steel Low Profile Strip and Reinforcing steel in Industrial Area

Affandi¹, Arya Rudi¹, S. Fonna² dan S. Huzni^{2*}

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

²Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

*Corresponding author: syifaul@unsyiah.ac.id

Abstract. Medan Industrial Area (KIM) is the center of industrial activities in North Sumatera. Along with the increasing development of the industry, it is increasing also air pollution and land caused by industrial waste on industrial area or city areas of Medan. Thus, the greater the potential for atmospheric corrosion in the environment of Medan Industrial area. To date, the corrosive data in the KIM region is not yet available, therefore it is necessary to do a corrosion rate analysis to determine the level of corrosive in the KIM region. The aim of this research is to perform an atmospheric corrosion rate analysis of several low carbon steel profiles and to create an atmospheric corrosion map in the Medan industrial area. Data collection is carried out using the weight loss method and refers to ASTM – G1. The specimen dimensions and test racks are based on the ASTM – G50 standard. This research is conducted in five locations of Medan industrial area namely KIM A, B, C, D and KIM E. Specimen of low carbon steel test with strip profile and reinforcement. Testing was conducted for six months with data retrieval every two weeks. Based on the research results, the average corrosion rate of profile strips in sequence at the locations of KIM A, B, C, D and KIM E are 0.775 mpy, 1.70 mpy, 1.153 mpy, 1.473 mpy and 5.401 mpy. For the reinforcement profile the average rate of corrosion is 0.178 mpy, 0.591 mpy, 0.607 mpy, 0.309 mpy and 0.615 mpy sequentially. These results indicate that low carbon steel corrosion rates in the area of Medan industrial areas are still relatively low. Furthermore, the atmospheric corrosion rate data has been made to map the atmospheric corrosivity for each location.

Abstrak. Kawasan Industri Medan (KIM) merupakan pusat kegiatan industri di Sumatera Utara. Seiring dengan meningkatnya perkembangan industri, maka semakin meningkat pula pencemaran udara dan tanah yang disebabkan oleh hasil buangan industri terhadap lingkungan kawasan industri ataupun kawasan kota Medan. Dengan demikian, semakin besar potensi adanya korosi atmosferik pada lingkungan Kawasan Industri Medan. Sampai saat ini, data korosivitas di kawasan KIM belum tersedia, oleh karena itu perlu dilakukan analisis laju korosi untuk mengetahui tingkat korosivitas di kawasan KIM. Tujuan penelitian ini adalah melakukan analisis laju korosi atmosferik beberapa profil baja karbon rendah dan membuat peta korosi atmosferik di Kawasan Industri Medan. Pengumpulan data dilakukandengan menggunakan metode kehilangan berat dan mengacu pada ASTM–G1. Dimensi spesimen dan rak pengujian di desain berdasarkan standar ASTM–G50. Penelitian ini dilakukan di lima lokasi Kawasan Industri Medan yaitu KIM A, B, C, D dan KIM E. Spesimen uji berupa baja karbon rendah dengan profilstrip dan tulangan. Pengujian dilakukan selama enam bulan dengan pengambilan data setiap dua minggu. Berdasarkan hasil penelitian, nilai laju korosi rata-rata profil strip secara berurutan pada lokasi KIM A, B, C, D dan KIM E adalah 0,775 mpy, 1,70 mpy, 1,153 mpy, 1,473 mpy dan 5,401 mpy. Untuk profil tulangan nilai rata-rata laju korosi adalah 0,178 mpy, 0,591 mpy, 0,607 mpy, 0,309 mpy dan 0,615 mpy secara berurutan. Hasil ini menunjukkan bahwa laju korosi baja karbon rendah di wilayah Kawasan Industri Medan masih tergolong rendah. Selanjutnya data-data laju korosi atmosferik tersebut telah dibuat peta korosivitas atmosferik untuk masing-masing lokasi.

Kata kunci: korosi atmosferik, laju korosi, baja karbon rendah, Kawasan Industri Medan

© 2019. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

Pendahuluan

Kondisi alam Indonesia yang beriklim tropis, dengan tingkat humiditas dan dekat dengan laut adalah faktor yang dapat mempercepat proses korosi. Iklim di Sumatera Utara termasuk iklim

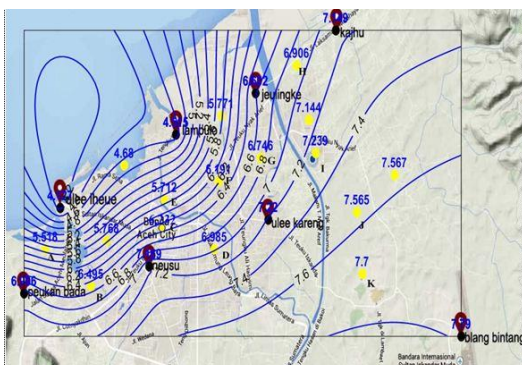
tropis yang dipengaruhi oleh angin Passat dan angin Muson. Kota Medan mempunyai iklim tropis dengan suhu minimum berkisar antara 23,0 °C – 24,1 °C dan suhu maksimum berkisar antara 30,6 °C – 33,1 °C serta pada malam hari berkisar 26 °C

– 30,8 °C. Selanjutnya mengenai kelembaban udara di wilayah Kota Medan rata-rata 78% - 82%. [1]

Kota Medan dalam beberapa tahun terakhir telah berubah menjadi daerah yang sangat berpotensi untuk mengembangkan kegiatan industri. Hal ini ditandai dengan terdapatnya suatu pusat kegiatan industri yang dinamakan Kawasan Industri Medan (KIM) yang terletak di Kelurahan Mabar Kecamatan Medan Deli dengan luas 514 Ha. [1]. Namun dengan semakin meningkatnya perkembangan industri, baik industri migas, pertanian maupun non migas lainnya terkhusus di kawasan industri sekitarnya. Maka semakin meningkat pula pencemaran pada udara dan tanah yang disebabkan oleh hasil buangan industri terhadap lingkungan kawasan industri ataupun kota Medan.

Beberapa negara sudah melakukan penelitian dan menyusun peta laju korosi atmosferik. Perkembangan tentang penelitian korosi atmosferik dan peta korosi atmosferik di Indonesia sebelumnya sudah pernah dilakukan di beberapa wilayah Indonesia seperti di Banda Aceh dan Sumatera Utara. Penelitian dan pemetaan laju korosi atmosferik di Sumatera Utara telah tersedia dengan bentuk konstruksi baja plat dan siku. Namun untuk baja konstruksi lainnya belum dilakukan pengukuran laju korosi. Gambar 1 menunjukkan peta sebaran laju korosi di wilayah Banda Aceh dan Aceh Besar [2.3.4.5.6.7]

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis laju korosi atmosferik baja karbon rendah profil strip dan tulangan di Kawasan Industri Medan. Analisis ini difokuskan untuk mendapatkan laju korosifitas atmosferik baja dengan profil strip dan tulangan yang banyak digunakan untuk kebutuhan pembangunan konstruksi berbagai infrastruktur di Kawasan Industri Medan. Selanjutnya data-data laju korosi atmosferik tersebut dibuat peta korosivitas atmosferik untuk masing-masing lokasi.

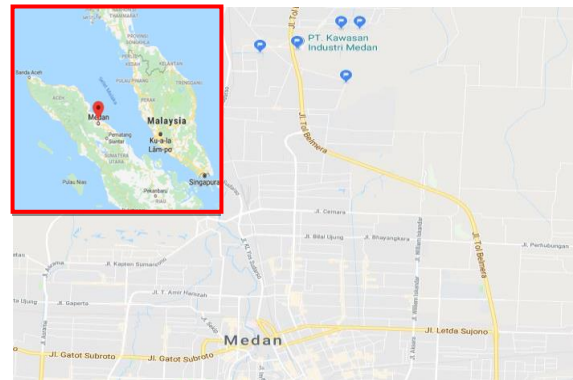


Gambar 1. Peta sebaran laju korosi Banda Aceh

Metode Penelitian

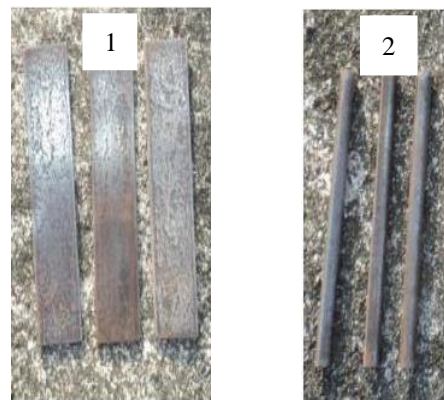
Lokasi dan Bahan

Penelitian ini dilakukan di Kawasan Industri Medan (KIM) adalah suatu kawasan industri yang terletak di Kelurahan Mabar, Kecamatan Medan Deli. Untuk pengambilan data laju korosi pada penelitian ini dilakukan selama enam bulan. Gambar 2 menunjukkan lokasi penelitian.



Gambar 2. Lokasi penelitian

Bahan yang digunakan untuk specimen uji adalah baja karbon rendah dengan profil strip dan tulangan, dengan bentuk, dimensi, dan ukuran berdasarkan ASTM G – 50. [8]. Gambar 3 dibawah ini menunjukkan profil dari bahan.



1. Profil baja strip; 2. Profil baja tulangan

Gambar 3. Profil spesimen

Hasil pengujian analisa komposisi spesimen yang dilakukan menyatakan bahwa bahan adalah baja karbon rendah dengan hasil pengujian analisis seperti terlihat pada Tabel 1 di bawah ini :

Tabel 1. Komposisi spesimen

| Spesimen | C | Si | S | P | Mn | Ni | Cr | Mo | Cu | Al |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Baja Strip | 0,219 | 0,7754 | 0,0074 | 0,0013 | 0,5047 | 0,0437 | 0,1716 | 0,0133 | 0,067 | 0,0155 |
| Baja Tulangan | 0,1651 | 0,2302 | 0,0227 | 0,0135 | 0,5283 | 0,0653 | 0,0523 | 0,0148 | 0,1585 | 0,0029 |

Prosedur

Penelitian dilakukan selama 6 (enam) bulan dalam periode Oktober 2017 sampai Maret 2018. Penelitian dimulai dengan studi literatur mengenai korosi atmosferik, faktor-faktor yang mempengaruhinya, bahaya dan kerugian, yang dapat ditimbulkannya serta metode pengukurannya. Kemudian dilakukan survey lapangan untuk menentukan dan proses pembuatan spesimen uji, pembuatan rak uji, dan lokasi penelitian yang tepat untuk pengujian ekspos (ASTM G – 50). Sebelum dilakukan ekspos (pemaparan), terlebih dahulu setiap spesimen ditimbang untuk mendapatkan data berat awalnya.

Pengambilan data dilakukan dua minggu sekali selama enam bulan untuk semua lokasi. Setiap spesimen diekspos dan pada setiap periode dua minggu sekali akan dilakukan pengujian kehilangan berat (*weight loss*). Mula-mula spesimen dibersihkan dari produk korosi, sesuai dengan standar ASTM G – 1 [9]. Kemudian berat spesimen pada saat itu ditimbang menggunakan timbangan digital untuk menjamin keakuratan data. Tahap selanjutnya melakukan perhitungan dan analisis data setiap selesai penimbangan spesimen. Tahap akhir merekapitulasi semua data yang telah didapat untuk melakukan pengolahan data.

Data yang akan di record adalah data kehilangan berat, dan data perhitungan laju korosi. Laju korosi atmosferik ditentukan dari data kehilangan berat tersebut, sesuai dengan ASTM G1 – 03 [9]. Tahap terakhir merekapitulasi data laju korosi atmosferik, pengolahan data dan analisis. Teknik dan fasilitas yang digunakan nantinya untuk membuat peta korosifitas yang merujuk pada penelitian sebelumnya[5].

Pengukuran Laju Korosi Atmosferik

Metode ini melibatkan proses eksposur, pengujian eksposur hanya mempertimbangkan variabel kehilangan massa, dengan mengasumsikan bahwa semua faktor-faktor korosi atmosferik direpresentasikan dalam bentuk kehilangan massa. Pengambilan data dilakukan dua minggu sekali dengan melakukan pengujian kehilangan berat selama enam bulan untuk semua lokasi. Spesimen uji korosi atmosferik di ekspos di udara terbuka diletakkan diatas rak uji merujuk pada standar ASTM G – 50, seperti terlihat pada Gambar 4. Spesimen dibersihkan dari produk korosi, sesuai dengan standar ASTM G – 1. Kemudian berat spesimen ditimbang menggunakan timbangan digital untuk menjamin keakuratan data. Tahap selanjutnya melakukan perhitungan dan analisa data setiap selesai penimbangan

spesimen. Tahap akhir merekapitulasi semua data yang telah didapat untuk melakukan pengolahan data. Selanjutnya untuk bahan logam yang diuji, dapat ditentukan dan direpresentasikan dalam satuan penetrasi per tahun (seperti mils per tahun atau milimeter per tahun), dengan persamaan sebagai berikut (ASTM G – 1) :

$$\text{Laju korosi} = \frac{K \cdot W}{A \cdot T \cdot D} \tag{1}$$

Dimana :

K = konstanta konversi satuan laju korosi

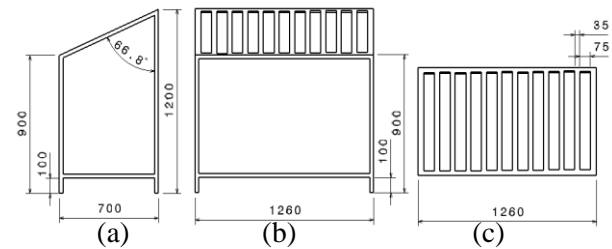
(3.45 x 10..)

W = kehilangan massa, gram

A = luas permukaan, cm²

T = waktu eksposur, jam

D = massa jenis, g/cm³



Gambar 4. Rak pengujian (a.pandangan samping, b.pandangan depan, c.pandangan atas) [6]

Selanjutnya, berdasarkan data laju korosi yang didapat dari persamaan (1), akan dapat ditentukan tahanan korosi relatif (*relative corrosion resistance*) untuk setiap spesimen uji dengan merujuk pada Tabel 2 dibawah ini [10].

Tabel 2. Kriteria laju korosi pada baja dan nikel paduan

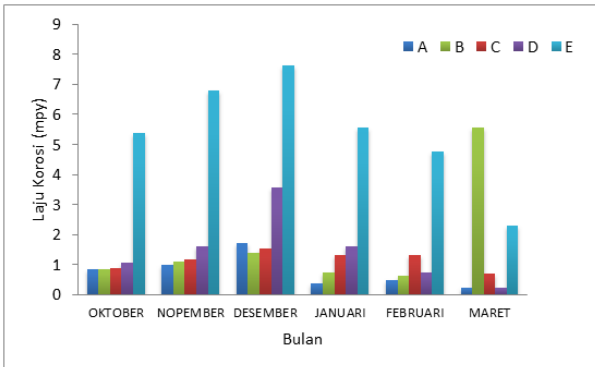
| Relative Corrosion Resistance | Approximate metric equivalent | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|----------|-----------|---------|--------|
| | Mpy | mm/yr | µm/yr | nm/hr | µm/sec |
| Outstanding | <1 | <0.02 | <25 | <2 | <1 |
| Excellent | 1-5 | 0.02-0.1 | 25-100 | 2-10 | 1-5 |
| Good | 5-20 | 0.1-0.5 | 100-500 | 10-50 | 5-20 |
| Fair | 20-50 | 0.5-1 | 500-1000 | 50-150 | 20-50 |
| Poor | 50-200 | 1-5 | 1000-5000 | 150-500 | 50-200 |
| Unacceptable | 200+ | 5+ | 5000+ | 500+ | 200+ |

Hasil Dan Pembahasan

Laju Korosi

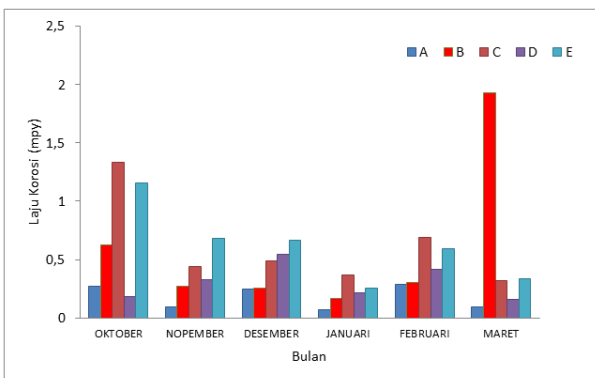
Gambar 4 menunjukkan grafik laju korosi baja strip di semua lokasi titik penelitian Kawasan Industri Medan yang terdiri dari KIM A, B, C, D

dan E. Dengan pengukuran yang dilakukan selama enam bulan. Terlihat dari grafik bahwa selama waktu pengukuran menunjukkan di lokasi KIM E secara keseluruhan laju korosi relatif tinggi walaupun tidak signifikan, dengan laju korosi rata-rata mencapai 5,401 mpy. Lokasi KIM D laju korosi juga relatif tinggi mencapai 1,473 mpy rata-rata, di susul pada lokasi KIM B dengan rata-rata laju korosi mencapai 1,709 mpy.



Gambar 4. Laju korosi baja strip

Gambar 5 menunjukkan grafik laju korosi baja tulangan di semua lokasi titik penelitian Kawasan Industri Medan yang terdiri dari KIM A, B, C, D dan E. Dengan pengukuran yang dilakukan selama enam bulan. Terlihat dari grafik bahwa selama waktu pengukuran menunjukkan di lokasi KIM E laju korosi relatif tinggi walaupun tidak signifikan, dengan laju korosi mencapai 0,615 mpy rata-rata. Kemudian di lokasi KIM C juga relatif tinggi mencapai 0,607 mpy dan lokasi KIM B sama halnya mencapai 0,591 mpy.

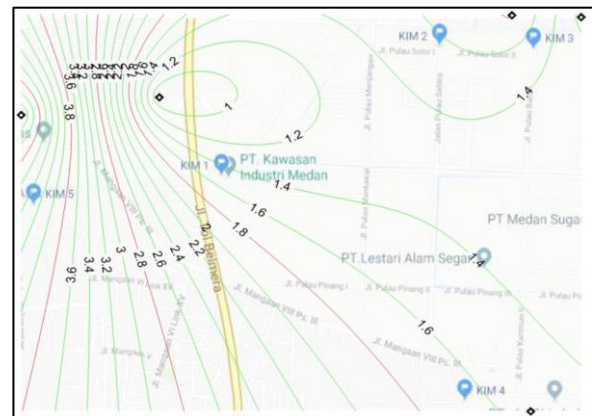


Gambar 5. Laju korosi baja tulangan

Peta Korosi

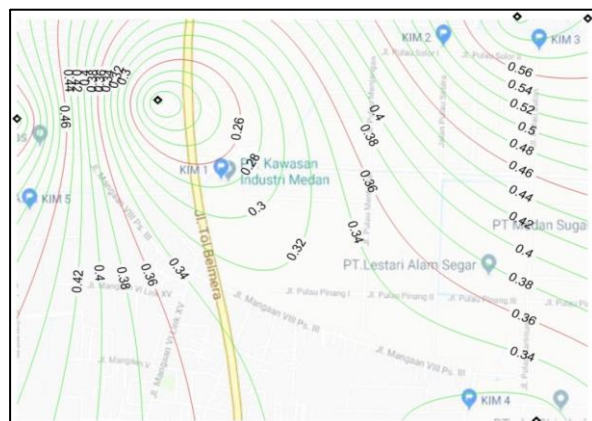
Gambar 6 menunjukkan peta laju korosi untuk baja strip yang selama enam bulan dilakukan pemaparan di Kawasan Industri Medan (KIM). Dengan merujuk Tabel 1 kriteria tingkat laju korosi, tingkat laju korosi

yang terjadi di lokasi KIM E dan KIM B tergolong dalam kategori *excellent*, yaitu nilai rata-rata laju korosi diatas 1 mpy. Sama halnya untuk lokasi KIM D, C dan A tergolong dalam kategori *excellent* dengan rata-rata laju korosi di atas 1 mpy. Untuk daerah laju korosi di lima lokasi menunjukkan nilai rata-rata laju korosi di atas 1 mpy, tergolong dalam kategori *excellent*. Maka dari hasil yang di dapat menunjukkan bahwa tingkat laju korosi masih dalam kategori sangat aman digunakan untuk kebutuhan konstruksi pada wilayah dan lokasi sekitarnya.



Gambar 6. Peta korosivitas baja strip

Gambar 7 menunjukkan peta laju korosi pada baja tulangan yang selama enam bulan dilakukan pemaparan di Kawasan Industri Medan (KIM). Dengan merujuk Tabel 1 kriteria tingkat laju korosi, tingkat laju korosi yang terjadi di lima lokasi pada baja tulangan masih dalam kategori *outstanding*, yaitu nilai rata-rata laju korosi di bawah 1 mpy. Maka dari hasil yang di dapat menunjukkan bahwa tingkat laju korosi masih dalam kategori sangat aman digunakan untuk kebutuhan konstruksi pada wilayah dan lokasi sekitarnya.



Gambar 7. Peta korosivitas baja tulangan

Kesimpulan

Hasil pemetaan laju korosi dari dua bentuk profil baja strip dan tulangan yang di ekspos pada lokasi KIM A, B, C, D dan E. Laju korosi yang terjadi selama enam bulan dengan rata-rata mencapai antara 0,775 – 5,401 mpy untuk profil baja strip. Sedangkan untuk profil baja tulangan rata-rata mencapai 0,178 – 0,616 mpy. Tingkat ketahanan korosi yang di dapat menunjukkan bahwa tingkat laju korosi masih dalam kategori sangat aman digunakan untuk kebutuhan konstruksi pada wilayah dan lokasi sekitarnya. Dari hasil pengukuran laju korosi atmosferik disemua lokasi sudah tersedia peta korosi di masing-masing lokasi. Namun demikian, perlu penelitian lanjutan untuk pengukuran laju korosi yang melebihi data bulanan, serta lokasi ekspos yang lebih luas untuk pemetaan korosi atmosferik.

Referensi

- [1] Geografiana. 2011, Gambaran Umum Sumatera Utara dan Kota Medan, www.geografiana.com. (diakses pada 31 Maret 2017)
- [2] M. Ridha, S. Fonna, S. Huzni, Israr, J. Maulana and A.K. Ariffin. 2011. Atmospheric Corrosion of Carbon Steel in Tsunami Affected Area of Banda Aceh and Aceh Besar District after Six Months Exposure. Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin X (SNTTM X)
- [3] M. Ridha, S. Fonna, J. Supardi, R. Suvera, dan S. Huzni. 2013. Pengaruh Lokasi Eksposur dari Garis Pantai terhadap Laju Korosi Atmosferik Baja Konstruksi. Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XII (SNTTM XII)
- [4] M. Ridha, S. Fonna, S. Huzni, J. Supardi, A.K. Ariffin. 2013. Atmospheric Corrosion of Structural Steels Exposed Into The 2004 Tsunami Affected Areas in Aceh. *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering (IJAME)*, 7, 1014-1022, 2229-8649 (Print), 2180-1606 (Online)
- [5] Syahrizal Fonna, Syifaul Huzni, M. Ridha, Saiful, B. Corrosion Computational Research Group (CCRG)
- [6] S Huzni, Affandi, I Tanjung, S Fonna. 2019. Atmospheric corrosion map of structural steel in industrial area: a preliminary investigation. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 602 (2019) 012075.
- [7] Li Y, Wei Y, Hou L, and Han P 2012 Atmospheric corrosion of AM60 Mg alloys in an industrial city environment *Corrosion Science* 69 67-76.
- [8] ASTM G 50 – 76. 2003. Standard practice for conducting atmospheric corrosion tests on metals, ASTM Standards, Vol. 03.02
- [9] ASTM G 1 – 03, ASTM Standards. 1999. Vol. 03.02, Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens
- [10] Fontana, M. G & Greene, N. D. 1983. *Corrosion Engineering*, 2nd eds, McGraw-Hill Internasional.