

TUGAS AKHIR

ANALISIS LAJU KOROSI ATMOSFERIK BAJA KONSTRUKSI DI KABUPATEN BATU BARA

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelara Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

MUHAMMAD IBNU MANDA
1507230250



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

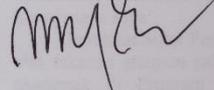
Nama : M. Ibnu Manda
NPM : 1507230250
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisis Laju Korosi Atmosferik Baja Konstruksi Di
Kabupaten Batu Bara
Bidang ilmu : Konstruksi dan Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 19 Maret 2022

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



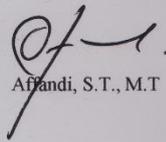
M. Yani, S.T., M.T

Dosen Penguji II



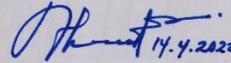
H. Muhanif, S.T., M.Sc

Dosen Penguji III



Affandi, S.T., M.T

Dosen Penguji IV



Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin
Kelas
Chandra A Siregar, S.T., M.T



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini: *

Nama Lengkap : Muhammad Ibnu Manda
Tempat /Tanggal Lahir : Indrapura / 29 Oktober 1997
NPM : 1507230250
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Analisis Laju Korosi Atmosferik Baja Konstruksi Di Kabupaten Batu Bara”,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil/Mesin/Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 19 Maret 2022

Saya yang menyatakan,



Muhammad Ibnu Manda

ABSTRAK

Korosi merupakan penurunan sifat dan massa dari suatu bahan terutama logam seiring waktu yang disebabkan oleh pengaruh lingkungan sekitarnya. Dampak yang terjadi akibat korosi pada kehidupan sehari-hari sangat nyata, namun masih banyak yang belum menyadari bahaya dari korosi ini terhadap kehidupan manusia. Indonesia merupakan negara yang beriklim tropis dengan tingkat curah hujan dan kelembaban yang tinggi serta intensitas sinar matahari yang tinggi pula, dan sebagai negara berkembang, di Indonesia juga banyak bermunculan industri-industri yang mempunyai pengaruh cukup besar terhadap tingkat pencemaran pada lingkungan. Dengan menggunakan spesimen uji berupa baja konstruksi dengan jenis baja plat, baja siku, baja strip, baja segiempat, dan baja tulangan. Metode yang dipilih pada penelitian ini menggunakan metode kehilangan berat di enam titik lokasi sebaran dalam waktu pemaparan yang dilakukan selama bulan Februari, Maret, April, Mei, Juni, dan Juli. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui laju korosi atmosferik yang terjadi di Kawasan Industri Kuala Tanjung, dengan adanya penelitian ini maka dapat dimanfaatkan sebagai rujukan untuk kota-kota lain yang akan melakukan penelitian yang sama tentang korosi atmosferik. Penelitian ini telah sukses dilakukan dan telah mendapatkan hasil dari penelitian berupa 0,138 mpy untuk baja plat, 0,281 mpy baja siku, 2,906 mpy baja strip, 4,662 mpy baja segiempat dan 2,065 mpy baja tulangan. Hasil tersebut merupakan hasil perhitungan laju korosi atmosferik yang dilakukan pada salah satu lokasi yang dipilih dari Kecamatan Sei Suka.

Kata kunci : korosi atmosferik, laju korosi, kehilangan berat, baja konstruksi

ABSTRACT

Corrosion is a decrease in the properties and mass of a material, especially metal over time caused by the influence of the surrounding environment. The impact that occurs due to corrosion in everyday life is very real, but there are still many who are not aware of the dangers of this corrosion to human life. Indonesia is a country with a tropical climate with high levels of rainfall and humidity as well as high sunlight intensity, and as a developing country, in Indonesia there are also many emerging industries that have a considerable influence on the level of pollution in the environment. By using test specimens in the form of construction steel with the types of plate steel, angle steel, strip steel, rectangular steel, and reinforcing steel. The method chosen in this study used the method of losing weight at six distribution points in the exposure time which was carried out during February, March, April, May, June, and July. This research was conducted to determine the rate of atmospheric corrosion that occurred in the Kuala Tanjung Industrial Estate, with this research, it can be used as a reference for other cities that will conduct the same research on atmospheric corrosion. This research has been successfully carried out and has obtained results from research in the form of 0.138 mpy for plate steel, 0.281 mpy for elbow steel, 2,906 mpy for strip steel, 4,662 mpy for rectangular steel and 2,065 mpy for reinforcing steel. These results are the results of the calculation of the atmospheric corrosion rate carried out at one of the selected locations from the Sei Suka District.

Keywords : atmospheric corrosion, corrosion rate, weight loss, construction steel

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Laju Korosi Atmosferik Baja Konstruksi Di Kabupaten Batu Bara” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Affandi, ST., MT selaku Dosen Pembimbing I sekaligus sebagai Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, ST., MT, selaku Dosen Pembimbing II sekaligus sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak M. Yani, ST., MT, selaku Dosen Penguji I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak H. Muharnif, ST., MSc, selaku Dosen Penguji II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Chandra A Siregar ST., MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Munawar Alfansury Siregar ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu teknik mesin kepada penulis.

8. Orang tua penulis: Suratman Sarji dan Safrida Yani, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
9. Sahabat-sahabat penulis: M. Putra Wiranda, M. Yudha Permana, S.T, Suwanda, Eri Tohaga, Sudarsono, Ahmad Ridwan, dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi dan maufaktur teknik mesin.

Medan, 19 Maret 2022

Muhammad Ibnu Manda

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	4
1.3. Ruang lingkup	4
1.4. Tujuan	4
1.5. Manfaat	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Korosi	6
2.2. Penyebab Korosi	6
2.3. Jenis-Jenis Korosi	7
2.4. Atmosferik <i>Corrosion</i> (korosi atmosferik)	12
2.4.1. Faktor Yang Mempengaruhi Korosi Atmosferik	14
2.5. Kerugian Akibat Korosi	15
2.6. Pengendalian Korosi	16
2.7. Teori Laju Korosi	18
2.8. Perkembangan Laju Korosi	21
BAB 3 METODE PENELITIAN	22
3.1. Tempat dan Waktu	22
3.1.1. Tempat	22
3.1.2. Waktu	23
3.2. Alat dan Bahan	24
3.2.1. Alat	24
3.2.2. Bahan	27
3.3. Bagan Alir Penelitian	29
3.4. Rancangan Alat Penelitian	30
3.5. Prosedur Pengujian	31
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1. Hasil Penelitian	32
4.2. Hasil Laju Korosi Spesimen	35
4.2.1. Laju Korosi Baja Plat	35
4.2.2. Laju Korosi Baja Siku	36
4.2.3. Laju Korosi Baja Strip	36

4.2.4. Laju Korosi Baja Segiempat	37
4.2.5. Laju Korosi Baja Tulangan	38
4.3 Pembahasan	38
4.3.1 Hubungan Laju Korosi Pada Lokasi A	42
4.3.2 Hubungan Laju Korosi Pada Lokasi B	45
4.3.3 Hubungan Laju Korosi Pada Lokasi C	48
4.3.4 Hubungan Laju Korosi Pada Lokasi D	51
4.3.5 Hubungan Laju Korosi Pada Lokasi E	54
4.3.6 Hubungan Laju Korosi Pada Lokasi F	57
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	62
5.1. Kesimpulan	62
5.2. Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	
LEMBAR ASISTENSI	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai K Untuk Persamaan (ASTM G-1)	20
Tabel 2.2 Kriteria Laju Korosi Pada Baja	20
Tabel 3.1 Rencana Pelaksanaan Penelitian	23
Tabel 3.2 Bentuk, Dimensi, Jumlah Spesimen Uji Dan Berat Awal	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Uniform Attack</i> (Korosi Seragam) Pada Pipa <i>Ballast</i>	7
Gambar 2.2 <i>Pitting Corrosion</i> (Korosi Sumur)	8
Gambar 2.3 <i>Errosion Corrosion</i> (Korosi Erosi)	8
Gambar 2.4 <i>Galvanic Corrosion</i> (Korosi Galvanis)	9
Gambar 2.5 <i>Stress Corrosion</i> (Korosi Tegangan)	9
Gambar 2.6 <i>Crevice Corrosion</i> (Korosi Celah)	10
Gambar 2.7 <i>Fatigue Corrosion</i> (Korosi Lelah)	10
Gambar 2.8 <i>Intergranular Corosion</i> (Korosi Antar Batas Butir)	11
Gambar 2.9 <i>Fretting Corrosion</i>	11
Gambar 2.10 <i>Filiform Corrosion</i>	12
Gambar 2.11 Serangan Korosi Atmosferik	13
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Korosi	22
Gambar 3.2 Rak Pengujian	24
Gambar 3.3 Neraca Digital	24
Gambar 3.4 Rolen Listrik	25
Gambar 3.5 Baut dan Mur	25
Gambar 3.6 Sikat Kawat	26
Gambar 3.7 Cairan Aseton	26
Gambar 3.8 Mesin Gerinda Potong	27
Gambar 3.9 Spesimen Uji	28
Gambar 3.10 Bagan Alir Penelitian	29
Gambar 3.11 Rancangan Alat Penelitian	30
Gambar 4.1 Grafik Laju Korosi Rata-Rata Lokasi A	32
Gambar 4.2 Grafik Laju Korosi Rata-Rata Lokasi B	33
Gambar 4.3 Grafik Laju Korosi Rata-Rata Lokasi C	33
Gambar 4.4 Grafik Laju Korosi Rata-Rata Lokasi D	34
Gambar 4.5 Grafik Laju Korosi Rata-Rata Lokasi E	34
Gambar 4.6 Grafik Laju Korosi Rata-Rata Lokasi F	35
Gambar 4.7 Laju Korosi Baja Plat	35
Gambar 4.8 Laju Korosi Baja Siku	36
Gambar 4.9 Laju Korosi Baja Strip	37
Gambar 4.10 Laju Korosi Baja Segiempat	37
Gambar 4.11 Laju Korosi Baja Tulangan	38
Gambar 4.12 Grafik Laju Korosi Rata-Rata Lokasi A	39
Gambar 4.13 Grafik Laju Korosi Rata-Rata Lokasi B	39
Gambar 4.14 Grafik Laju Korosi Rata-Rata Lokasi C	40
Gambar 4.15 Grafik Laju Korosi Rata-Rata Lokasi D	40
Gambar 4.16 Grafik Laju Korosi Rata-Rata Lokasi E	41
Gambar 4.17 Grafik Laju Korosi Rata-Rata Lokasi F	41
Gambar 4.18 Grafik Laju Korosi Selama 6 Bulan Pengujian Di 6 Titik Lokasi	42
Gambar 4.19 Grafik Laju Korosi Baja Plat Pada Lokasi A	42
Gambar 4.20 Grafik Laju Korosi Baja Siku Pada Lokasi A	43
Gambar 4.21 Grafik Laju Korosi Baja Strip Pada Lokasi A	44
Gambar 4.22 Grafik Laju Korosi Baja Segiempat Pada Lokasi A	44
Gambar 4.23 Grafik Laju Korosi Baja Tulangan Pada Lokasi A	45
Gambar 4.24 Grafik Laju Korosi Baja Plat Pada Lokasi B	45

Gambar 4.25 Grafik Laju Korosi Baja Siku Pada Lokasi B	46
Gambar 4.26 Grafik Laju Korosi Baja Strip Pada Lokasi B	47
Gambar 4.27 Grafik Laju Korosi Baja Segiempat Pada Lokasi B	47
Gambar 4.28 Grafik Laju Korosi Tulangan Pada Lokasi B	48
Gambar 4.29 Grafik Laju Korosi Baja Plat Pada Lokasi C	48
Gambar 4.30 Grafik Laju Korosi Baja Siku Pada Lokasi C	49
Gambar 4.31 Grafik Laju Korosi Baja Strip Pada Lokasi C	50
Gambar 4.32 Grafik Laju Korosi Baja Segiempat Pada Lokasi C	50
Gambar 4.33 Grafik Laju Korosi Baja Tulangan Pada Lokasi C	51
Gambar 4.34 Grafik Laju Korosi Baja Plat Pada Lokasi D	51
Gambar 4.35 Grafik Laju Korosi Baja Siku Pada Lokasi D	52
Gambar 4.36 Grafik Laju Korosi Baja Strip Pada Lokasi D	53
Gambar 4.37 Grafik Laju Korosi Baja Segiempat Pada Lokasi D	53
Gambar 4.38 Grafik Laju Korosi Baja Tulangan Pada Lokasi D	54
Gambar 4.39 Grafik Laju Korosi Baja Plat Pada Lokasi E	54
Gambar 4.40 Grafik Laju Korosi Baja Siku Pada Lokasi E	55
Gambar 4.41 Grafik Laju Korosi Baja Strip Pada Lokasi E	56
Gambar 4.42 Grafik Laju Korosi Baja Segiempat Pada Lokasi E	56
Gambar 4.43 Grafik Laju Korosi Baja Tulangan Pada Lokasi E	57
Gambar 4.44 Grafik Laju Korosi Baja Plat Pada Lokasi F	57
Gambar 4.45 Grafik Laju Korosi Baja Siku Pada Lokasi F	58
Gambar 4.46 Grafik Laju Korosi Baja Strip Pada Lokasi F	59
Gambar 4.47 Grafik Laju Korosi Baja Segiempat Pada Lokasi F	59
Gambar 4.48 Grafik Laju Korosi Baja Tulangan Pada Lokasi F	60
Gambar 4.49 Spesimen Uji Sebelum Di Ekspos	61
Gambar 4.50 Spesimen Uji Setelah Di Ekspos Selama 6 Bulan	61

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
Fe	Ferro	
H ₂ SO ₄	Asam Sulfat	
SO ₂	Sulfur Dioksida	
H ₂ O	Hidrogen	
O ₂	Gas Oksigen	
F _e O	Ferroxide	
%	Persen	
Km ²	Kilometer Persegi	
NO _x	Nitrogen Oksida	
SO _x	Sulfur Oksida	
C	Carbon	
Si	Silikon	
S	Belerang	
P	Fosfor	
Mn	Mangan	
Ni	Nikel	
Cr	Krom	
Mo	Molibden	
Cu	Tembaga	
Al	Alumunium	
K	Konstanta	mpy
W	Kehilangan Berat	mgr
A	Luas Permukaan	cm ²
T	Waktu Ekspose	jam
D	Densitas	g/cm ³
CR	Tingkat Korosi	mpy
a	Berat Spesimen	mgr
i	Densitas Arus	μA/cm ²

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Secara geografis, Indonesia terletak di antara benua Australia dan Asia, serta di antara Samudera Hindia dan Samudera Pasifik. Sedangkan secara astronomis, Indonesia terletak di 6° LU (Lintang Utara) – 11° LS (Lintang Selatan) dan 95° BT (Bujur Timur) – 141° BT (Bujur Timur) dengan kepulauan terbesar di dunia yang terdiri dari 17.504 pulau. Indonesia merupakan negara yang beriklim tropis dengan tingkat curah hujan dan kelembaban yang tinggi serta intensitas cahaya matahari yang tinggi pula, dan sebagai negara berkembang, di Indonesia juga banyak bermunculan industri-industri yang mempunyai pengaruh cukup besar terhadap tingkat pencemaran pada lingkungan.

Sumatera Utara adalah salah satu provinsi dari sekian banyak provinsi yang ada di Indonesia yang terletak di bagian utara pulau Sumatera dengan luas wilayah 72.981 Km^2 . Kabupaten Batubara menjadi salah satu daerah yang memiliki kawasan industri dan pantai yang cukup besar, hal ini merupakan salah satu faktor terjadinya korosi, berdasarkan ISO 12944-2 laju korosi atmosferik tertinggi adalah pada lingkungan industri (C51) dan lingkungan *marine* (C5M) dengan laju korosi $200 \mu\text{m}/\text{year}$.

Kabupaten Batu Bara Secara geografis kabupaten ini terletak antara $2^{\circ}03'00''$ - $3^{\circ}26'00''$ Lintang Utara dan $99^{\circ}01'$ - $100^{\circ}00'$ Bujur Timur, berada di kawasan pantai timur Sumatera Utara yang berbatasan dengan Selat Malaka. Kabupaten Batu Bara yang terdiri dari 7 kecamatan memiliki luas $904,96 \text{ km}^2$ (90.496 Ha) (BPS Kabupaten Batu Bara, 2021). Kabupaten Batu Bara ini memiliki ketinggian 13 m di atas permukaan laut.

Seperti pada umumnya daerah-daerah lainnya yang berada di kawasan Sumatera Utara, Kabupaten Batu Bara termasuk daerah yang beriklim tropis dan memiliki dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan. Menurut catatan Pos Pengukuran PT. PP LONSUM Indonesia Tbk pada tahun 2020 terdapat 156 hari hujan dengan volume curah hujan sebanyak 2408 mm^3 . Curah hujan terbesar terjadi pada bulan Nopember yaitu 419 mm^3 dengan hari hujan sebanyak 28 hari,

sedangkan curah hujan paling kecil terjadi pada bulan Maret sebesar 24 mm³ dengan hari hujan 3 hari. Rata-rata curah hujan tahun 2020 mencapai 200,67 mm³ / bulan.

Korosi merupakan penurunan sifat dan massa dari suatu bahan terutama logam seiring waktu yang disebabkan oleh pengaruh lingkungan sekitarnya (Schweitzer, 2007). Secara umum, korosi lebih dikenal dengan istilah karat. Contoh produk korosi pada bahan berbasis besi adalah produk reaksi berwarna coklat, yang terdiri dari campuran besi oksida terhidrasi dan besi hidroksida. Dampak yang terjadi akibat korosi pada kehidupan sehari-hari sangat nyata, namun masih banyak yang belum menyadari bahaya dari korosi ini terhadap kehidupan manusia. Peristiwa korosi terjadi diberbagai sektor kehidupan, terutama sektor industri yang sangat banyak menggunakan bahan logam untuk konstruksi infrastruktur. Korosi merupakan faktor penyebab utama kegagalan pada peralatan dan infrastruktur akibat berada dalam lingkungan yang korosif (Broomfield, J.P., 1997).

Korosi dapat kita jumpai terjadi pada berbagai jenis logam. Bangunan-bangunan maupun peralatan elektronik yang menggunakan komponen logam seperti seng, tembaga, besi-baja dan sebagainya semuanya dapat terserang oleh korosi ini. Seng untuk atap dapat bocor karena termakan korosi. Demikian juga besi untuk pagar tidak dapat terbebas dari masalah korosi. Jembatan dari baja maupun badan mobil dapat menjadi rapuh karena peristiwa alamiah yang disebut korosi. Selain pada perkakas logam ukuran besar, korosi ternyata juga mampu menyerang logam pada komponen-komponen renik peralatan elektronik, mulai dari jam digital hingga komputer, serta peralatan-peralatan canggih lainnya yang digunakan dalam rumah tangga.

Dampak yang terjadi akibat korosi pada kehidupan sehari-hari sangat nyata, namun masih banyak yang belum menyadari bahaya dari korosi ini terhadap kehidupan manusia. Peristiwa korosi terjadi di berbagai sektor kehidupan, terutama sektor industri yang sangat banyak menggunakan bahan logam untuk konstruksi infrastruktur. Korosi merupakan faktor penyebab utama kegagalan pada peralatan dan infrastruktur akibat berada dalam lingkungan yang korosif (Broomfield, J.P., 1997). Kerugian akibat serangan korosi tidak hanya terdapat pada kerugian moril dan materil, namun juga kerugian akibat kecelakaan kerja yang merenggut korban

jiwa. Peristiwa meledaknya sebuah tangki industri kimia di Gersik dan melayangnya *disk* rotor turbin uap di sebuah pabrik gula di Kediri, merupakan salah satu contoh kecil kerugian korosi pada kecelakaan kerja (Sulistino, 2007).

Korosi atmosferik merupakan hasil interaksi logam dengan atmosfer di sekitarnya, yang terjadi akibat kelembaban dan oksigen di udara, dan diperparah dengan adanya polutan seperti gas-gas atau garam-garam yang terkandung di udara (Uhlig, H.H., 1971). Pada iklim tropis umumnya memiliki kombinasi suhu tinggi, kelembaban tinggi dan curah hujan yang cukup, sehingga waktu basah sering sangat tinggi (Castano, dkk, 2010). Tingkat korosi atmosferik cenderung bervariasi di lokasi yang berbeda dan dapat diklasifikasikan sesuai lingkungan antarlain perdesaan, perkotaan, industri, pantai, atau kombinasi dari ini.

Permasalahan korosi di Indonesia khususnya Sumatera Utara perlu mendapat perhatian serius, mengingat dua pertiga wilayah Nusantara terdiri dari lautan dan terletak pada daerah tropis dengan curah hujan tinggi, kandungan senyawa klorida yang tinggi menyebabkan sangat korosi. Hal ini dipengaruhi pula oleh adanya gas limbah (sulfur dioksida, hidrogen disulfida, klorida) yang terdapat kandungan O_2 , *pH* larutan, temperatur, kelembaban, kecepatan aliran air, dan aktifitas mikroba (Asdim, 2007).

Kabupaten Batu Bara merupakan daerah potensial untuk berkembang menjadi daerah industri. Betapa tidak, daerah Kuala Tanjung, salah satu desa di Kab. Batubara, telah ditetapkan menjadi Daerah Ekonomi Khusus. Ini merupakan pengembangan wilayah industri dari KIM (Kawasan Industri Medan). Namun dengan semakin meningkatnya pengembangan kota dan pembangunan industri di daerah tersebut, maka semakin perlu dilakukan penelitian laju korosi atmosferik. Kondisi ini diperparah dengan Kondisi ini diperparah lagi dengan sudah terserang oleh korosi jembatan dan bangunan - bangunan konstruksi atau komponen logam seperti seng, tembaga serta besi-baja yang ada di daerah tersebut.

Penelitian korosi atmosferik di Indonesia sebelumnya sudah pernah dilakukan di beberapa wilayah Indonesia seperti di Banda Aceh dan Sumatera Utara. Penelitian laju korosi yang dilakukan oleh (Affandi, 2019) selama enam bulan di kawasan industri Medan dan Kecamatan Medan Belawan dengan

pengambilan data setiap dua minggu dengan nilai rata-rata laju korosi baja strip dan baja tulangan di lima titik Kawasan Industri Medan 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. Namun, terkhusus pada daerah Kabupaten Batu Bara Kecamatan Sei Suka Sumatera Utara penelitian ini belum pernah dilakukan.

Dengan latar belakang ini, maka dilakukan penelitian sebagai tugas sarjana dengan judul: **“Analisis Laju Korosi Atmosferik Baja Konstruksi Di Kabupaten Batu Bara”**.

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang masalah, dapat di rumuskan masalahnya yaitu :

Bagaimana menganalisa laju korosi atmosferik baja konstruksi di Kabupaten Batu Bara.

1.3. Ruang Lingkup

Agar pembahasan tidak terjebak dalam pembahasan yang tidak perlu maka dibuat batasan masalah yang meliputi :

- a Penelitian dilakukan di Kabupaten Batubara desa Kuala Tanjung Kecamatan Sei Suka pada enam titik lokasi yang berbeda.
- b Bahan yang digunakan dalam pengujian ini adalah baja konstruksi dengan jenis baja plat, baja siku, baja strip, baja segiempat dan baja tulangan.
- c Waktu pemaparan spesimen uji dilakukan selama enam bulan pada bulan Februari, Maret, April, Mei, Juni, dan Juli tahun 2021.

1.4. Tujuan

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisa nilai laju korosi di Kabupaten Batubara khususnya kawasan Kuala Tanjung Kecamatan Sei Suka.

1.5. Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

- Mengetahui tingkat korosifitas yang terjadi pada Kabupaten Batubara
1. Dapat dijadikan sebagai rujukan dalam penelitian korosi pada kota-kota lain yang akan melakukan penelitian tentang korosifitas atmosferik.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Korosi

Korosi merupakan penurunan sifat dan massa dari suatu bahan terutama logam, seiring waktu yang disebabkan oleh pengaruh lingkungan sekitarnya (Schweitzer, Phillip A, 2007). Secara umum, korosi di kenal dengan istilah karat. Contoh produk korosi pada bahan berbasis besi adalah produk reaksi berwarna coklat, yang terdiri dari campuran oksida terhidrasi dan besi hidroksida. Indonesia merupakan negara yang beriklim tropis dengan tingkat curah hujan dan kelembaban yang tinggi serta intensitas sinar matahari yang tinggi.

Korosi suatu logam dalam lingkungan elektrolit (air) adalah proses elektrokimia. Proses ini terjadi bila ada reaksi setengah sel yang melepaskan elektron dan reaksi setengah yang menerima elektron tersebut. Kedua reaksi ini akan terus berlangsung sampai terjadi kesetimbangan dinamis dimana jumlah elektron yang dilepas sama dengan jumlah elektron yang diterima.

2.2 Penyebab Korosi

Peristiwa korosi berdasarkan proses elektrokimia yaitu proses (perubahan / reaksi kimia) yang melibatkan adanya aliran listrik. Bagian tertentu dari besi berlaku sebagai kutub negatif (elektroda negatif, anoda), sementara bagian yang lain sebagai kutub positif (elektroda positif, katoda). Elektron mengalir dari anoda ke katoda, sehingga terjadilah peristiwa korosi. Korosi dapat terjadi di dalam medium kering dan juga medium basah. Sebagai contoh korosi yang berlangsung di dalam medium kering adalah penyerangan logam besi oleh gas oksigen (O_2) atau oleh gas belerang dioksida (SO_2).

Medium basah, korosi dapat terjadi secara seragam maupun secara terlokalisasi. Contoh korosi seragam di dalam medium basah adalah apabila besi terendam di dalam larutan asam klorida (HCl). Korosi di dalam medium basah yang terjadi secara terlokalisasi ada yang memberikan rupa makroskopis, misalnya peristiwa korosi galvanik sistem besi-seng, korosi erosi, korosi retakan, korosi lubang, korosi pengelupasan, serta korosi pelumeran, sedangkan rupa yang

mikroskopis dihasilkan misalnya oleh korosi tegangan, korosi patahan, dan korosi antar butir. Walaupun demikian sebagian korosi logam khususnya besi, terkorosi di alam melalui cara elektrokimia yang banyak menyangkut fenomena antar muka. Hal inilah yang banyak dijadikan dasar utama pembahasan mengenai peran pengendalian korosi.

2.3 Jenis-jenis korosi

1. *Uniform Attack* (Korosi Seragam)

Uniform Attack (korosi seragam) adalah korosi yang terjadi pada permukaan logam akibat reaksi kimia karena pH air yang rendah dan udara yang lembab, sehingga makin lama logam makin menipis. Biasanya ini terjadi pada pelat baja atau profil, logam homogen seperti yang terlihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 *Uniform Attack* (Korosi Seragam) pada pipa *ballast* (Utomo, 2009)

2. *Pitting Corrosion* (Korosi Sumur)

Pitting Corrosion (korosi sumur) adalah korosi yang disebabkan karena komposisi logam yang tidak homogen dimana pada daerah batas timbul korosi yang berbentuk sumur seperti yang terlihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 *Pitting Corrosion* (Korosi Sumur) (C. Merola, 2017)

3. *Errosion Corrosion* (Korosi Erosi)

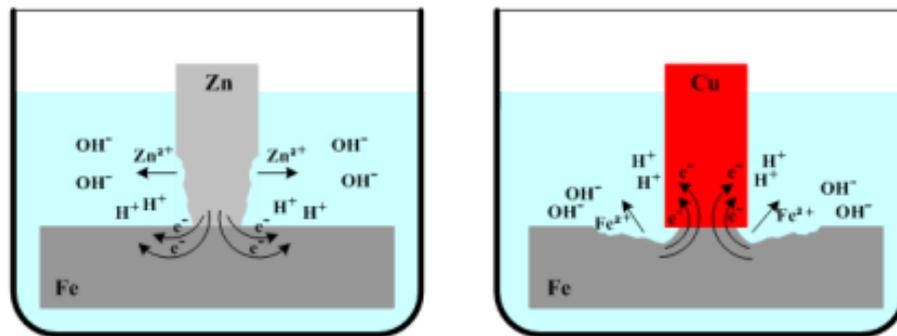
Errosion Corrosion (korosi erosi) adalah korosi yang terjadi karena keausan dan menimbulkan bagian – bagian yang tajam dan kasar, bagian – bagian inilah yang mudah terjadi korosi dan juga diakibatkan karena fluida yang sangat deras dan dapat mengikis film pelindung pada logam seperti yang terlihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 *Errosion Corrosion* (Korosi Erosi) (Roshan Kuruvila. Dkk, 2018)

4. *Galvanic Corrosion* (Korosi Galvanis)

Galvanic Corrosion (korosi galvanis) adalah korosi yang terjadi karena adanya 2 logam yang berbeda dalam satu elektrolit sehingga logam yang lebih anodic akan terkorosi seperti yang terlihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 *Galvanic Corrosion* (Korosi Galvanis) (Kopeliovich, 2015)

5. *Stress Corrosion* (Korosi Tegangan)

Stress Corrosion (korosi tegangan) terjadi karena butiran logam yang berubah bentuk yang diakibatkan karena logam mengalami perlakuan khusus (seperti diregang, ditekuk, dll) sehingga butiran menjadi tegang dan butiran ini sangat mudah bereaksi dengan lingkungan seperti yang terlihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 *Stress Corrosion* (Korosi Tegangan) (Finchen Parsons, 2020)

6. *Crevice corrosion* (korosi celah)

Crevice corrosion (korosi celah) adalah korosi yang terjadi pada logam yang berdempetan dengan logam lain diantaranya ada celah yang dapat menahan kotoran dan air sehingga konsentrasi O_2 pada mulut kaya dibanding pada bagian dalam, sehingga bagian dalam lebih anodic dan bagian mulut jadi katodik seperti yang terlihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 *Crevice corrosion* (korosi celah) (Wibowo, 2012)

7. *Fatigue Corrosion* (korosi lelah)

Fatigue corrosion (korosi lelah) Korosi ini terjadi karena logam mendapatkan beban siklus yang terus berulang sehingga semakin lama logam akan mengalami patah karena terjadi kelelahan logam. Korosi ini biasanya terjadi pada turbin uap, pengeboran minyak dan propeller kapal. seperti yang terlihat pada gambar 2.7.

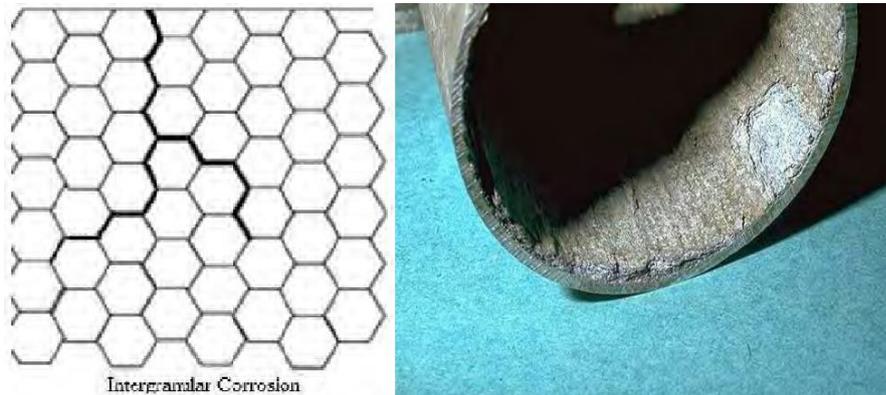


Gambar 2.7 *Fatigue Corrosion* (korosi lelah)

8. Intergranular Corrosion (Korosi antar Batas Butir)

Intergranular corrosion (korosi antar batas butir) adalah bentuk korosi terlokalisasi dalam daerah yang sempit dan terjadi di batas butir. Terjadinya korosi ini selalu diikuti dengan adanya segregasi kimiawi atau presipitat fase tertentu di batas butir. Presipitat ini menghasilkan zona yang resistansi

korosinya menurun karena kekosongan tersebut. Contoh yang paling sederhana adalah sensitivitas pada stainless steel, seperti yang terlihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Intergranular Corrosion (Korosi antar Batas Butir) (Furqon, 2013)

9. *Fretting Corrosion*

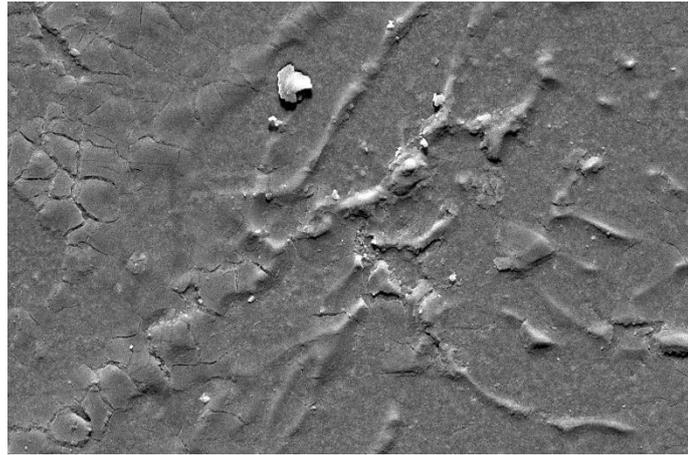
Fretting corrosion adalah korosi yang terjadi pada konstruksi yang bergerak dengan mengalami gesekan. Jenis korosi ini biasa terjadi pada sumbu yang berputar dan bergesekan. Material logam yang berputar dan tergesek tersebut mengalami keausan akibat gesekan dan mengalami korosi secara bersamaan. Karena sempitnya *clearance* maka *corrosion product* ikut berputar bersama logam yang terkorosi. Korosi jenis ini mengakibatkan konstruksi menjadi longgar, menambah *clearance* ataupun mengurangi tingkat kedapnya *packing* atau *sealing* seperti yang terlihat pada gambar 2.9



Gambar 2.9 *Fretting Corrosion*

10. *Filiform Corrosion*

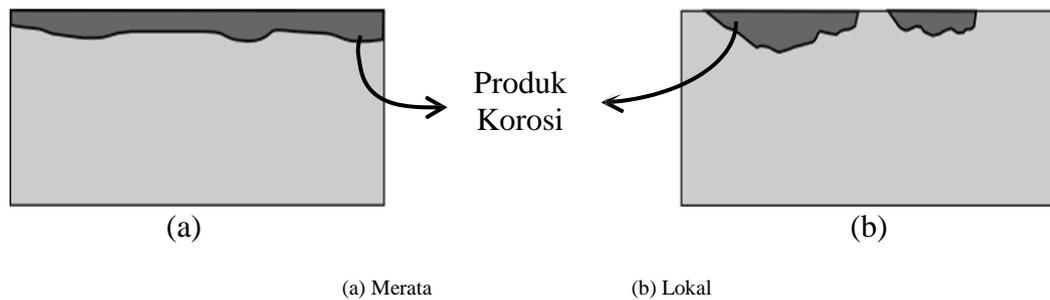
Filiform corrosion adalah korosi yang berbentuk seperti cabang-cabang di permukaan logam yang tertutupi cat. Karakteristik korosi jenis ini ialah bentuknya yang menyebar di permukaan logam dengan arah perkembangan korosi horizontal sepanjang permukaan logam dan tidak mengarah ke kedalaman logam seperti yang terlihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 *Filiform Corrosion*

2.4 *Atmospheric Corrosion* (korosi atmosferik)

Korosi atmosferik dapat dikatakan merupakan proses yang rumit yang ditentukan oleh banyak variabel, terutama variabel-variabel yang berkaitan dengan cuaca. Karena itu, laju korosi atmosferik sangat ditentukan oleh kondisi iklim lokal yang akan berubah baik secara alami (misalnya musim), ataupun karena faktor manusia (misalnya pembangunan). Serangan korosi atmosferik yang bersifat merata biasanya terjadi pada baja dan tembaga. Sedangkan pada material seperti aluminium dan paduannya, zinc (termasuk pelapis zinc pada baja seperti pada “seng” yang digunakan sebagai atap rumah), baja tahan karat dan nikel, serangan korosi atmosferik biasanya bersifat local seperti yang dapat dilihat pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Serangan korosi atmosferik (ASM International)

Korosi atmosferik merupakan hasil interaksi logam dengan atmosfer di sekitarnya, yang terjadi akibat kelembaban dan oksigen di udara, dan diperparah dengan adanya polutan seperti gas-gas atau garam-garam yang terkandung di udara (Uhlig, H.H., 1971). Pada iklim tropis umumnya memiliki kombinasi suhu tinggi, kelembaban tinggi dan curah hujan yang cukup, sehingga waktu basah sering sangat tinggi (Castano, dkk, 2010). Tingkat korosi atmosferik cenderung bervariasi di lokasi yang berbeda dan dapat diklasifikasikan sesuai lingkungan antarlain pedesaan, perkotaan, industri, pantai, atau kombinasi dari ini. Jenis-jenis atmosfer sebagai berikut (Roberge, Pierre R., 1999) :

a. Lingkungan Pedesaan

Kategori ini umumnya paling korosif dan biasanya tidak mengandung polutan kimia, tetapi mengandung partikel organik dan anorganik. Penyebab korosi utama adalah kelembaban, oksigen dan tingkat karbon oksida yang lebih rendah.

b. Lingkungan Perkotaan

Mirip dengan tipe pedesaan bahwa adanya kegiatan industri kecil. Kontaminasi lainnya adalah variasi SO_x dan NO_x dari kendaraan bermotor dan emisi bahan bakar dalam negeri.

c. Lingkungan Industri

Atmosfer ini terkait dengan fasilitas manufaktur industri berat yang mengandung konsentrasi sulfur dioksida, klorida, fosfat, dan nitrat.

d. Lingkungan Pantai

Atmosfer laut sangat korosif, dan tingkat korosi cenderung tergantung pada arah angin, kecepatan angin, dan jarak dari pantai.

2.4.1. Faktor yang mempengaruhi korosi atmosferik

Beberapa faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi proses korosi antara lain, yaitu :

1. Suhu

Suhu merupakan faktor penting dalam proses terjadinya korosi, di mana Kenaikan suhu akan menyebabkan bertambahnya kecepatan reaksi korosi. Hal ini terjadi karena makin tinggi suhu maka energi kinetik dari partikel-partikel yang bereaksi akan meningkat sehingga melampaui besarnya harga energi aktivasi dan akibatnya laju kecepatan reaksi (korosi) juga akan makin cepat, begitu juga sebaliknya (Fogler, 1992).

2. Konsentrasi bahan korosif

Hal ini berhubungan dengan pH atau keasaman dan kebasaan suatu larutan. Larutan yang bersifat asam sangat korosif terhadap logam dimana logam yang berada didalam media larutan asam akan lebih cepat terkorosi karena merupakan reaksi anoda. Sedangkan larutan yang bersifat basa dapat menyebabkan korosi pada reaksi katodanya karena reaksi katoda selalu serentak dengan reaksi anoda (Djaprie, 1995).

3. Oksigen

Adanya oksigen yang terdapat di dalam udara dapat bersentuhan dengan permukaan logam yang lembab. Sehingga kemungkinan menjadi korosi lebih besar. Di dalam air (lingkungan terbuka), adanya oksigen menyebabkan korosi (Djaprie, 1995).

4. Waktu kontak

Proses terjadinya korosi, laju reaksi sangat berkaitan erat dengan waktu. Pada dasarnya semakin lama waktu logam berinteraksi dengan lingkungan korosif maka semakin tinggi tingkat korosifitasnya. Aksi inhibitor diharapkan dapat membuat ketahanan logam terhadap korosi lebih besar. Dengan adanya penambahan inhibitor kedalam larutan, maka akan menyebabkan laju reaksi menjadi lebih rendah, sehingga waktu kerja inhibitor untuk melindungi logam menjadi lebih lama. Kemampuan inhibitor untuk melindungi logam dari korosi akan hilang atau habis pada waktu tertentu, hal itu dikarenakan semakin lama

waktunya maka inhibitor akan semakin habis terserang oleh larutan. (Uhlig, 1958).

Korosi atmosferik sangat dipengaruhi kondisi cuaca lokal, sehingga tidak ada dua tempat di dunia ini yang memiliki karakteristik korosi atmosferik yang sama satu dengan yang lain. Parameter atmosfer yang sangat mempengaruhi laju korosi atmosferik adalah kelembaban udara relatif, temperatur, curah hujan, arah dan kecepatan angin, serta kandungan polutan dalam udara ambien.

Polutan yang sangat mempengaruhi laju korosi atmosferik adalah SO_2 dan ion klorida, sehingga kadar SO_2 dan salinitas udara (kandungan klorida) di udara digunakan sebagai basis dalam menentukan kategori korosivitas atmosfer pada suatu lokasi/lingkungan berdasarkan *ISO9223*. SO_2 berasal dari polusi industri, yang jika terlarut dalam larutan akuatik di permukaan logam akan membentuk H_2S dan/atau H_2SO_4 yang akan mempercepat laju korosi atmosferik. Ion klorida dalam salinitas udara akan terlarut pada lapisan tipis air di permukaan air dan kemudian menyerang logam, sehingga efeknya adalah peningkatan laju korosi di permukaan logam. Apabila suatu lingkungan memiliki kadar SO_2 dan ion klorida sangat tinggi, seperti daerah industri di tepi laut, maka dapat diperkirakan daerah tersebut akan memiliki karakter atmosfer dengan laju korosi atmosferik yang sangat tinggi.

2.5 Kerugian Akibat Korosi

Kerugian yang ditimbulkan oleh korosi diantaranya adalah:

- a. Adanya kerugian teknis dan depresiasi
- b. Menurunnya efisiensi
- c. Menurunnya kekuatan konstruksi
- d. *Apperance* yang buruk
- e. Karat merupakan polusi dan menambah biaya *maintenance*

Ditinjau dari segi kerugian akibat korosi dapat digolongkan menjadi tiga jenis yaitu kerugian dari segi biaya korosi itu sangat tinggi atau mahal, kerugian dari segi pemborosan sumber daya mineral yang sangat tinggi dan kerugian dari segi keselamatan jiwa manusia juga sangat membahayakan.

1. Kerugian Ekonomi Akibat Korosi

Dampak ini sangat merugikan dan memakan biaya yang tidak sedikit jumlahnya. Di Amerika pada tahun 2002 pada bidang pemesinan, industri, infrastruktur dan transportasi memakan biaya sebesar 276 miliar dollar Amerika atau sekitar 4,5 % dari GNP (*Growth National Product*). Sedangkan di Indonesia tidak pernah ada data yang akurat mengenai kerugian yang diakibatkan oleh korosi.

2. Pemborosan Sumber Daya Alam

korosi dapat juga didefinisikan sebagai proses kembalinya logam teknis ke bentuk asalnya di alam. Bentuk asalnya logam di alam adalah senyawa-senyawa mineral yang abadi di perut bumi. Pada umumnya senyawa-senyawa mineral logam tersebut merupakan ikatan kimia antara unsur logam dengan unsur logam dengan unsur halogen misalnya oksigen dan belerang. Dengan adanya proses korosi pada struktur bangunan di tempat-tempat yang tersebar di seluruh dunia, mengakibatkan sumber daya mineral yang semula berbentuk logam teknis telah berubah menjadi produk korosi yang tersebar tanpa bisa didaur ulang untuk dijadikan logam teknis kembali.

3. Membahayakan Jiwa Manusia

Korosi dapat menimbulkan kecelakaan yang menelan puluhan korban bahkan ratusan korban jiwa atau mencederai manusia disebabkan karena kegagalan dari konstruksi bangunan akibat korosi. Di dunia pelayaran, korban manusia yang meninggal akibat kapal tenggelam jumlahnya sudah sangat banyak.

4. Estetika Menurun

Korosi dapat menurunkan nilai estetika suatu material. Hal ini karena korosi dapat merusak lapisan permukaan material.

2.6 Pengendalian korosi

Korosi pada logam secara elektrokimia disebabkan karena komposisi kimia logam tidak homogen sehingga terjadilah penurunan mutu logam. reaksi semacam ini adalah reaksi yang berlangsung secara spontan. Oleh sebab itu, proses terkorosinya logam oleh lingkungannya adalah proses yang spontan dan tidak dapat dicegah terjadinya. Di situasi praktis tersebut, serangan korosi hanya dapat dikendalikan sehingga struktur dan komponen logam mempunyai masa pakai yang

lebih panjang. Walaupun demikian pengendalian korosi harus dilakukan semaksimal, karena dari segi ekonomi dan keamanan merupakan hal yang tidak mungkin ditinggalkan atau diabaikan (Widharto, 2004).

Teknologi perlindungan logam yang telah dikenal saat ini menawarkan solusi yang lebih baik dalam usaha melawan korosi. Karena biaya yang harus dikeluarkan dan penggunaan metode yang tersedia bisa disesuaikan dengan kondisi dan kebutuhan. Dalam metode pengendalian korosi dibedakan ke dalam 5 (lima) kategori, yaitu sebagai berikut :

a. Desain

Usaha penanggulangan korosi sebaiknya sudah dilakukan sejak tahapan desain proses. Ahli-ahli korosi sebaiknya ikut dilibatkan dalam desain proses dari sejak pemilihan proses, penentuan kondisi-kondisi prosesnya, penentuan bahan-bahan konstruksi, pemilihan *lay-out*, saat konstruksi sampai tahap *start-up*. Antara lain mengisolasi alat dari lingkungan korosif, menjamin kelancaran aliran fluida, dll.

b. Pemilihan Material

Bahan konstruksi harus dipilih yang tahan korosi. Apalagi jika lingkungannya korosif. Ketahanan korosi masing-masing bahan tidak sama pada berbagai macam lingkungan. Mungkin sesuatu bahan sangat tahan korosi dibanding bahan-bahan lain pada lingkungan tertentu. Tetapi bahan yang sama mungkin adalah yang paling rawan korosi pada lingkungan yang berbeda dibanding dengan bahan-bahan yang lain. Di antara bahan-bahan konstruksi yang paling sering digunakan adalah besi, aluminium, timah hitam, tembaga, nikel, timah putih, dan titanium.

c. Perlakuan Lingkungan

Upaya perlakuan lingkungan ini sangat penting dalam penanggulangan korosi di industri. Lingkungan yang korosif diupayakan menjadi tidak atau kurang korosif dengan cara mengubah media/elektrolit dan menggunakan inhibitor.

d. Pelapisan

Metode pelapisan atau coating adalah suatu upaya mengendalikan korosi dengan menerapkan suatu lapisan pada permukaan logam besi. Misalnya, dengan pengecatan atau penyepuhan logam. Penyepuhan besi biasanya menggunakan

logam krom atau timah. Kedua logam ini dapat membentuk lapisan oksida yang tahan terhadap lapisan film permukaan dari oksida logam hasil oksidasi yang tahan terhadap korosi lebih lanjut. Logam seng juga digunakan untuk melapisi besi (galvanisir), tetapi seng tidak membentuk lapisan oksida seperti pada krom dan timah, melainkan berkarbon demi besi.

e. Proteksi Katodik dan Anodik

Proteksi katodik sangat efektif untuk melindungi korosi eksternal pada pipa saluran yang berada di bawah tanah atau dibawah air laut. Namun penggunaan metoda ini dapat menimbulkan masalah baru yang harus dipertimbangkan, seperti arus sesat (*stray-current*) yang justru dapat meningkatkan laju korosi pada logam lain di sekitar logam yang dilindungi, melepuhnya permukaan logam (*blistering*), retak pada struktur, rusaknya lapisan cat, dan apabila dilakukan pada aluminium maka dapat merusak lapisan pasif. Proteksi anodik adalah metoda perlindungan logam terhadap korosi dengan cara merubah potensial logam menjadi lebih positif. Metoda ini juga digunakan untuk melindungi korosi internal pada tangki atau *vessel*, namun hanya efektif jika logam dan lingkungan dapat membentuk lapisan pasif. Biaya instalasi, *maintenance*, dan *power* yang cukup besar merupakan parameter yang harus dipertimbangkan ketika memilih metoda ini.

2.7 Teori Laju Korosi

Laju korosi adalah kecepatan rambatan atau kecepatan penurunan kualitas bahan terhadap waktu. Menghitung laju korosi pada umumnya menggunakan dua cara yaitu, metode kehilangan berat dan metode elektrokimia.

a. Metode Kehilangan Berat

Metode kehilangan berat adalah perhitungan laju korosi dengan mengukur kekurangan berat akibat korosi yang terjadi. Metode ini menggunakan jangka waktu penelitian hingga mendapatkan jumlah kehilangan akibat korosi yang terjadi. Untuk mendapatkan jumlah kehilangan berat akibat korosi digunakan rumus seperti pada persamaan 2.1 berikut :

$$\text{Laju Korosi (mpy)} = \frac{K.W}{D.A.T} \quad (2.1)$$

Metode ini adalah mengukur kembali berat awal dari benda uji (objek yang ingin diketahui laju korosi yang terjadi padanya), kekurangan berat dari pada berat

awal merupakan nilai kehilangan berat. Kekurangan berat dikembalikan kedalam rumus untuk mendapatkan laju kehilangan beratnya.

Metode ini bila dijalankan dalam waktu yang lama dan *sustainable* dapat di jadikan acuan terhadap kondisi tempat objek diletakkan (dapat diketahui seberapa korosif daerah tersebut), juga dapat dijadikan referensi untuk *treatment* yang harus diterapkan pada daerah dan kondisi tempat objek tersebut.

b. Metode Elektrokimia

Metode elektrokimia adalah metode mengukur laju korosi dengan mengukur beda potensial objek hingga didapat laju korosi yang terjadi, metode ini mengukur laju korosi pada saat diukur saja dimana memperkirakan laju tersebut dengan waktu yang panjang (memperkirakan walaupun hasil yang terjadi antara satu waktu dengan waktu lainnya berbeda).

Kelemahan metode ini adalah tidak dapat menggambarkan secara pasti laju korosi yang terjadi secara akurat karena hanya dapat mengukur laju korosi pada waktu tertentu saja, hingga secara umur pemakaian maupun kondisi untuk *treatment* tidak dapat diketahui. Kelebihan metode ini adalah kita langsung dapat mengetahui laju korosi pada saat diukur, dan waktu pengukuran tidak memakan waktu yang lama.

Metode elektrokimia ini menggunakan rumus yang di dasari pada Hukum *Faraday* yaitu menggunakan rumus seperti pada persamaan 2.2 berikut :

$$CR \text{ (mpy)} = K \frac{ai}{nD} \quad (2.2)$$

Metode ini menggunakan pembanding dengan meletakkan salah satu material dengan sifat korosif yang sangat baik dengan bahan yang akan diuji hingga beda potensial yang terjadi dapat diperhatikan dengan adanya pembanding tersebut. Berikut merupakan gambar metode yang dilakukan untuk mendapatkan hasil pada penelitian laju korosi dengan metode elektrokimia yang diuraikan di atas.

Perhitungan dengan menggunakan metode kehilangan berat, metode ini dipilih karena metode elektrokimia memiliki kelemahan tidak dapat menggambarkan secara pasti laju korosi yang terjadi secara akurat karena hanya dapat mengukur laju korosi hanya pada waktu tertentu saja.

Tabel 2.1 di bawah ini merupakan tolak ukur untuk menentukan satuan yang dilakukan pada penelitian ini, satuan yang digunakan adalah mpy (*mils per year*) sehingga nilai K yang digunakan adalah $3,45 \times 10^6$

Tabel 2.1. Nilai K untuk persamaan (2.1) (ASTM G-1)

No.	Satuan Laju Korosi	Nilai K
1	Mils per tahun (mpy)	$3,45 \times 10^6$
2	Milimeter per tahun (mm/y)	$8,76 \times 10^4$
3	Gram per meter kuadrat per jam ($\text{g/m}^2 \cdot \text{h}$)	$1,00 \times 10^4 \times D$

Untuk menentukan kelayakan baja konstruksi yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kriteria laju korosi pada baja (M. G Fontana)

<i>Relative Corrosion Resistance</i>	Mpy	<i>Appromaximate metric equivalent *</i>			
		$\frac{mm}{yr}$	$\frac{\mu m}{yr}$	$\frac{Nm}{Hr}$	$\frac{Pm}{sec}$
<i>Outstanding</i>	< 1	< 0,02	< 25	< 2	< 1
<i>Excellent</i>	1-5	0,02 - 0,1	25 – 100	2 - 10	1 - 5
<i>Good</i>	5 - 20	0,1 - 0,5	100 - 500	10 - 50	5 - 20
<i>Fair</i>	20 - 50	0,5 - 1	500 - 1000	50 - 150	20 - 50
<i>Poor</i>	50 - 200	1 - 5	1000 - 5000	150 - 500	50 - 200
<i>Unacceptable</i>	200 +	5 +	5000 +	500 +	200 +

2.8 Perkembangan Laju Korosi

Peristiwa korosi pada dasarnya telah dikenal di Indonesia dan juga di negara-negara lain. Pada kehidupan sehari-hari, korosi dapat dijumpai pada berbagai jenis peralatan, misalnya peralatan konstruksi yang memakai komponen logam. seperti seng, tembaga, kuningan, aluminium, besi baja bahkan *stainless steel*, semuanya dapat terserang oleh korosi. Perkembangan tentang penelitian 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 tersediakan dengan penelitian pada baja karbon rendah profil baja plat dan siku

Saat ini pertumbuhan industri di Kabupaten Batu Bara merupakan daerah potensial untuk berkembang menjadi daerah industri. Terjadi pertumbuhan yang signifikan terhadap jumlah perusahaan industri besar/ sedang. Saat ini Wilayah Kuala Tanjung, salah satu desa di Kabupaten Batu Bara, akan didorong perkembangannya kedepan menjadi Kawasan Ekonomi Khusus (KEK). Desa Kuala Tanjung merupakan pengembangan wilayah industri dari KIM (Kawasan Industri Medan). Sebagai Pioneer berkembangnya wilayah ini adalah PT Indonesia Asahan Aluminium (INALUM), perusahaan patungan antara Perusahaan-perusahaan swasta Jepang dengan pemerintah Indonesia. Penelitian laju korosi atmosferik di kecamatan Kuala Tanjung ini dianggap perlu mengingat belum adanya penelitian laju korosi atmosferik pada lokasi tersebut

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1. Tempat

Tempat pelaksanaan dan pembuatan penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Kekuatan Material Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan.



Gambar 3.1 Lokasi penelitian korosi yang terdiri dari enam titik sebaran

Lokasi penelitian laju korosi atmosferik di kabupaten batu bara yang terdiri dari enam titik lokasi sebaran diantaranya, titik A berada di lokasi pinggir pantai, titik B berada di lokasi TPI (tempat pelelangan ikan), titik C berada di rumah warga, titik D berada di sekitaran lokasi masjid, titik E berada di lokasi kantor pelabuhan, titik F berada di lokasi gudang A3 PT. Inalum.

3.1.2. Waktu

Proses pelaksanaan penelitian ini dilakukan selama 6 bulan, dimulai dari Februari 2021 sampai dengan Juli 2021.

Tabel 3.1. Rencana pelaksanaan penelitian

No.	Kegiatan	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1	Studi Literatur	■	■				
2	Survei Alat dan Bahan		■	■			
3	Pemotongan Spesimen Uji			■	■		
5	Exposure Spesimen Uji				■	■	■
6	Pengambilan Data dan Analisis				■	■	■
7	Penyelesaian / Penulisan Skripsi					■	■
8	Seminar / Sidang					■	■

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

1. Rak Pengujian

Rak pengujian seperti yang terlihat pada gambar 3.2 ini digunakan sebagai tempat untuk meletakkan spesimen selama penelitian korosi dilakukan (ASTM G-50).



Gambar 3.2 Rak Pengujian

2. Neraca Digital

Neraca digital seperti yang terlihat pada gambar 3.3 digunakan sebagai alat untuk mengukur berat spesimen sebelum dan setelah dilakukan pengujian korosi.

Model	AJ 12 KCE
Power Source	AC120/230V in DC 9V
Measuring System	Tuning-Fork Frequency Sensing
Capacity	1200 gr
Readability	0,1 gr
Verification Intervals	1 gr
Repeatability	0,1 gr
Linearity	-0,1 gr
Stabilization Time	25 sec
Pan Size	180 x 160 mm
Calibration	External



Gambar 3.3 Neraca Digital

3. Rolen Listrik

Rolen listrik seperti yang terlihat pada gambar 3.4 ini digunakan sebagai media untuk mencegah kontak langsung spesimen uji dengan rak pengujian (pemegang dari bahan plastik).



Gambar 3.4 Rolen Listrik

4. Baut dan Mur

Baut dan mur seperti yang terlihat pada gambar 3.5 digunakan sebagai alat untuk mengikat rolen ke rak pengujian.



gambar 3.5 Baut dan Mur

5. Sikat Kawat

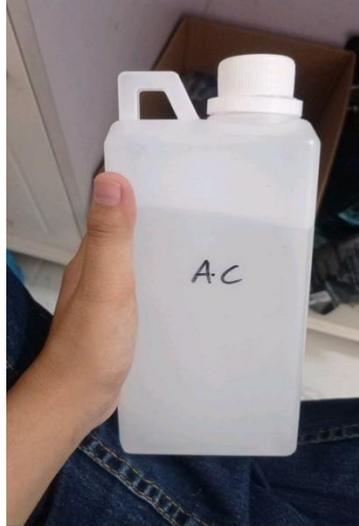
Sikat baja seperti yang terlihat pada gambar 3.6 ini digunakan untuk membersihkan spesimen. Metode pembersihan spesimen setelah di exposure menggunakan metode mekanik (ASTM G-1).



Gambar 3.6 Sikat Kawat

6. Cairan Aseton

Cairan aseton seperti yang terlihat pada gambar 3.7 digunakan untuk membersihkan permukaan spesimen yang telah disikat untuk menghilangkan sisa karat yang masih menempel pada permukaan spesimen.



Gambar 3.7 Cairan Aseton

7. Mesin Gerinda Potong

Mesin gerinda potong seperti yang terlihat pada gambar 3.8 digunakan untuk memotong pipa galvanis dan spesimen dengan ukuran yang telah ditentukan.



Gambar 3.8 Mesin Gerinda Potong

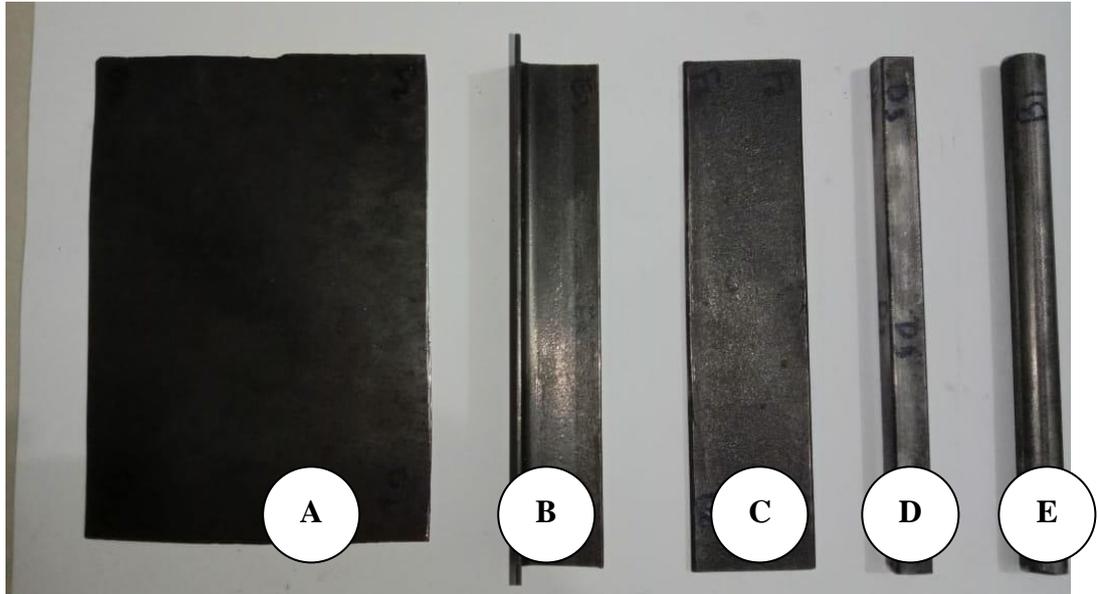
3.2.2. Bahan

Dalam penelitian ini bahan yang digunakan adalah baja konstruksi. Ukuran spesimen dipotong sesuai dengan ASTM G-50 dan bentuk baja yang tersedia di

pasaran kawasan Medan Belawan. Pada Gambar 3.9 menunjukkan bentuk spesimen uji.

8. Spesimen Uji

Spesimen uji seperti yang terlihat pada gambar 3.9 ini adalah jenis baja konstruksi yang tersedia di pasaran Kecamatan Sei Suka Kuala Tanjung.



Keterangan gambar : A. Baja plat, B. Baja siku, C. Baja strip, D. Baja segiempat, E. Baja tulangan

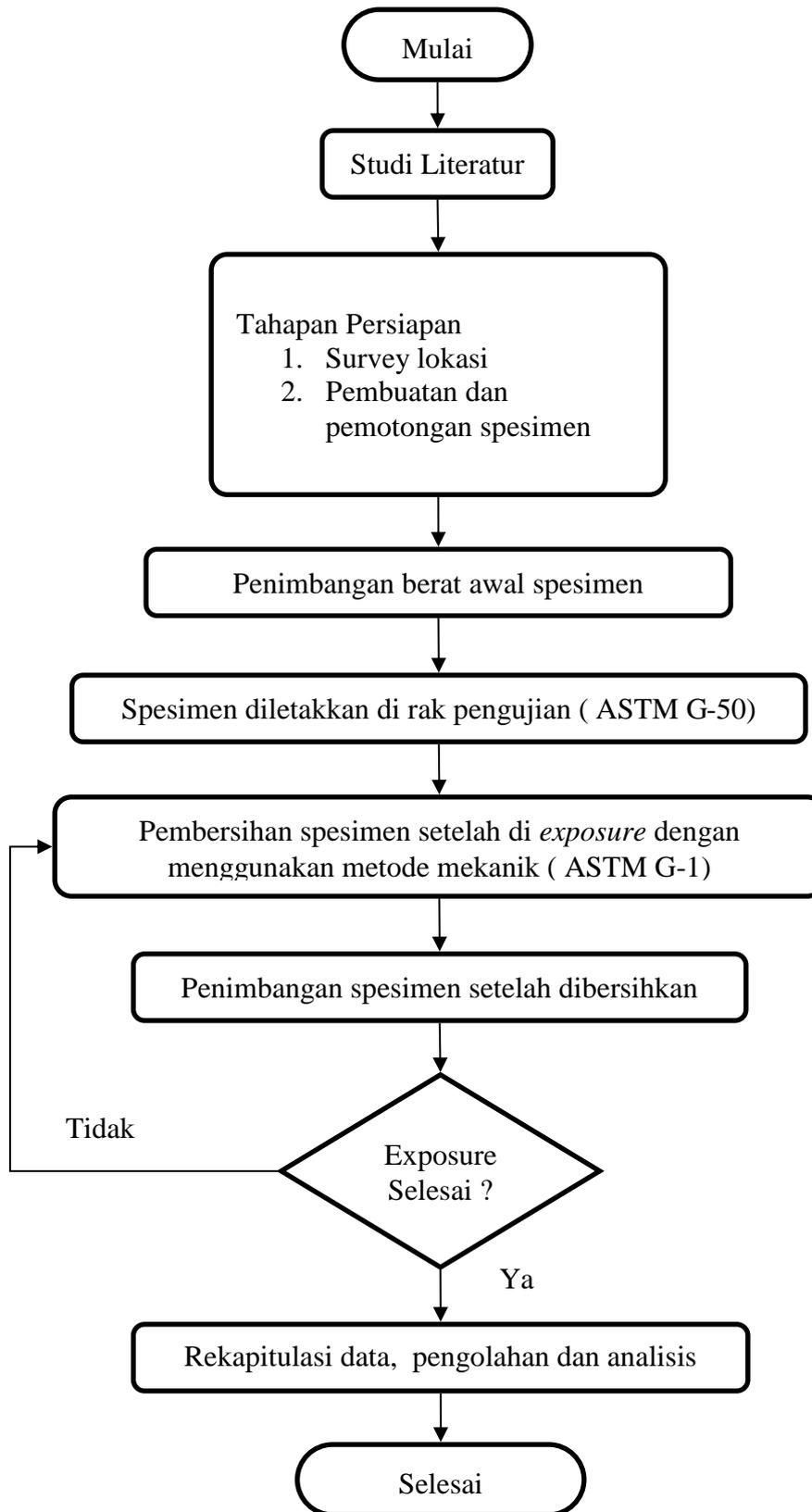
Gambar 3.9 Spesimen Uji

Tabel 3.2 menunjukkan bentuk, dimensi serta jumlah yang digunakan pada pembuatan spesimen uji korosi atmosferik.

Tabel 3.2 Bentuk, dimensi, jumlah spesimen uji dan berat awal spesimen

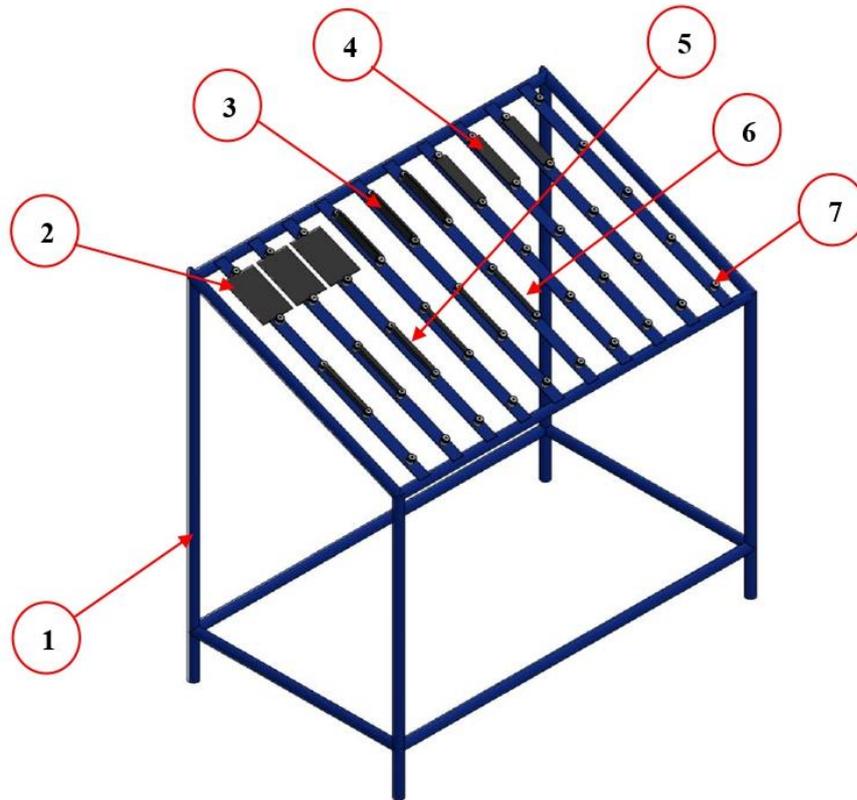
No	Bentuk Spesimen Uji	Ukuran (mm)				Berat Awal Spesimen	Jumlah
		Panjang	Lebar	Tebal	Diameter		
1	Baja Plat	150	100	1	-	107,14	18
2	Baja Siku	150	29	2	-	61,439	18
3	Baja Strip	150	36	3	-	121,763	18
4	Baja Segiempat	150	12	12	-	121,532	18
5	Baja Konstruksi	150	-	-	12	127,568	18

3.3 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.10 Bagan Alir Penelitian

3.4 Rancangan Alat Penelitian



Gambar 3.11 Rancangan Alat Penelitian

Keterangan Gambar :

1. Rak Pengujian
2. Spesimen Uji Baja Plat
3. Spesimen Uji Baja Siku
4. Spesimen Uji Baja Strip
5. Spesimen Uji Baja Segiempat
6. Baja konstruksi
7. Rolan Listrik

3.5 Prosedur Pengujian

1. Mempersiapkan rak pengujian dan spesimen uji berupa baja plat, siku, strip, segiempat dan tulangan sesuai dengan ketentuan standar ASTM.
2. Memotong spesimen uji dengan bentuk dan dimensi mengikuti tabel 3.2.
3. Memasang rolen ke rak pengujian sebagai isolator agar spesimen uji dan rak tidak bersentuhan secara langsung.
4. Membersihkan spesimen uji menggunakan cairan aseton untuk menghilangkan minyak yang menempel pada permukaan spesimen uji.
5. Menimbang dan mencatat berat awal spesimen menggunakan neraca digital dengan ketelitian 0,001.
6. Meletakkan spesimen ke rak pengujian sesuai dengan titik lokasi yang akan dijadikan tempat penelitian.
7. Memaparkan spesimen uji di udara terbuka selama 6 bulan dan melakukan pengambilan data setiap 2 minggu untuk mendapatkan nilai korosi yang terjadi pada lokasi penelitian.
8. Membersihkan permukaan spesimen uji yang terkorosi menggunakan sikat kawat dan cairan aseton.
9. Menimbang dan mencatat kehilangan berat spesimen uji akibat korosi.
10. Melakukan rekapitulasi dan analisa data dari hasil penelitian yang dilakukan selama 6 bulan menggunakan metode rumus kehilangan berat.
11. Selesai

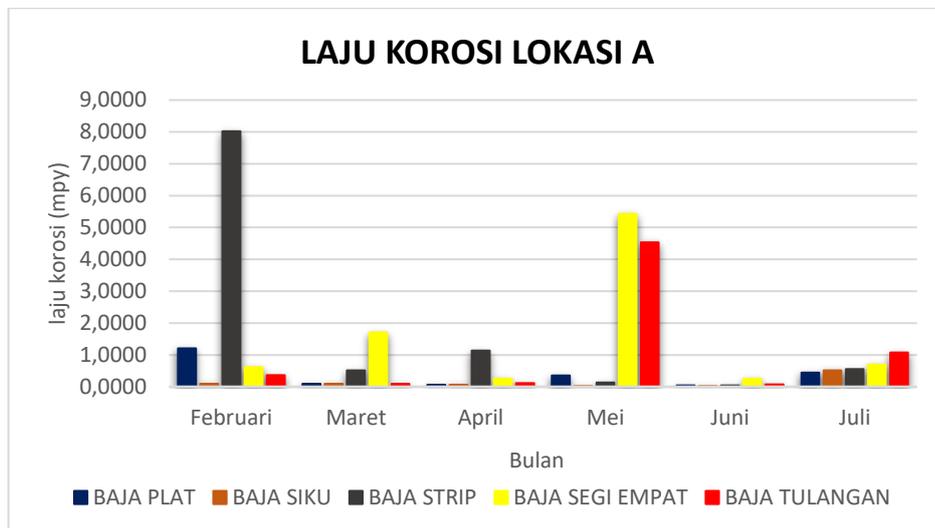
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Bab ini berisikan pengolahan data hasil penelitian yang akan dibahas sesuai dengan data yang diperoleh. Data yang ditampilkan meliputi data laju korosi atmosferik yang merupakan hasil dari penelitian.

1. Lokasi A

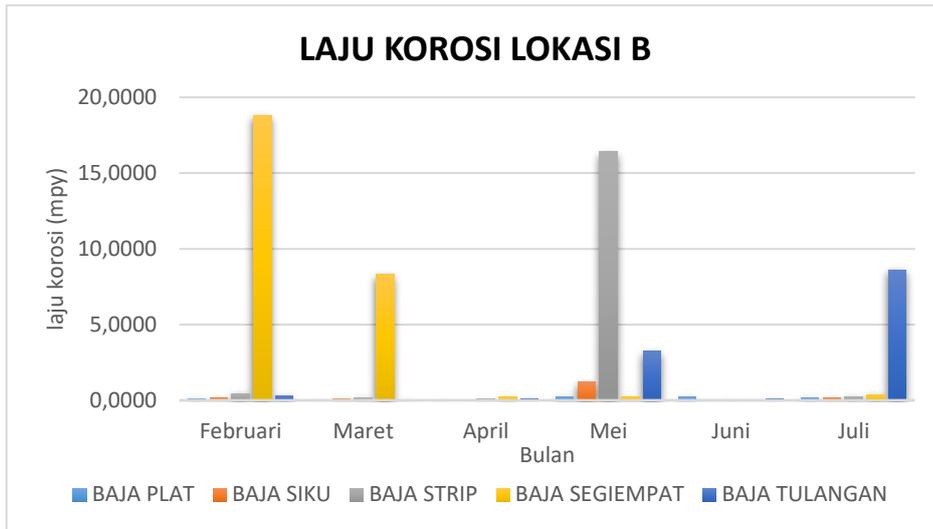
Laju korosi atmosferik di lokasi A dengan waktu pengujian selama enam bulan telah mendapatkan hasil laju korosi rata-rata yang di tampilkan dalam bentuk grafik pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 grafik laju korosi rata-rata lokasi A

2. Lokasi B

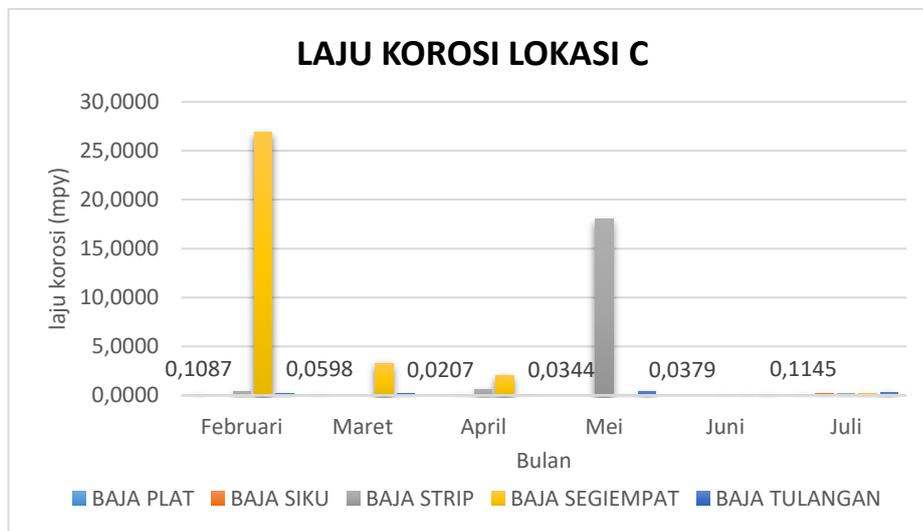
Laju korosi atmosferik di lokasi B dengan waktu pengujian selama enam bulan telah mendapatkan hasil laju korosi rata-rata yang di tampilkan dalam bentuk grafik pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 grafik laju korosi rata-rata lokasi B

3. Lokasi C

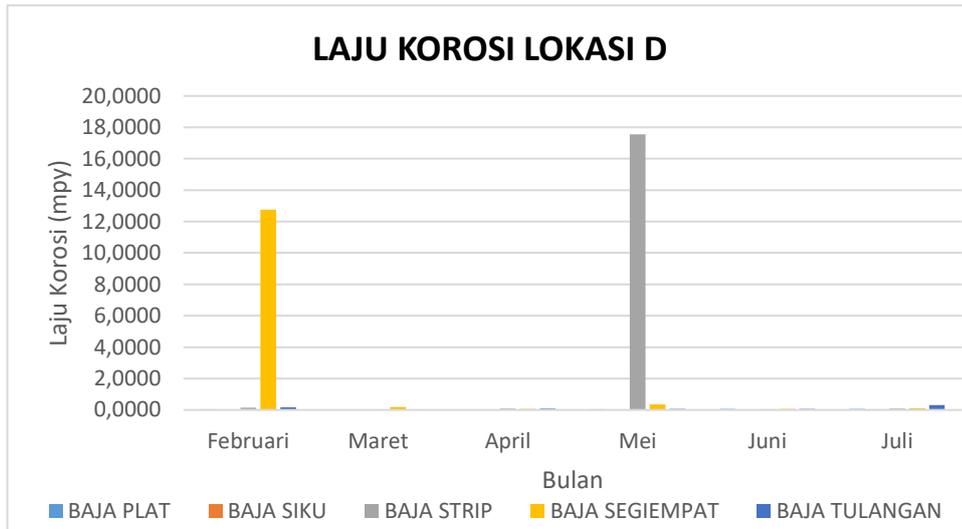
Laju korosi atmosferik di lokasi C dengan waktu pengujian selama enam bulan telah mendapatkan hasil laju korosi rata-rata yang di tampilkan dalam bentuk grafik pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 grafik laju korosi rata-rata lokasi C

4. Lokasi D

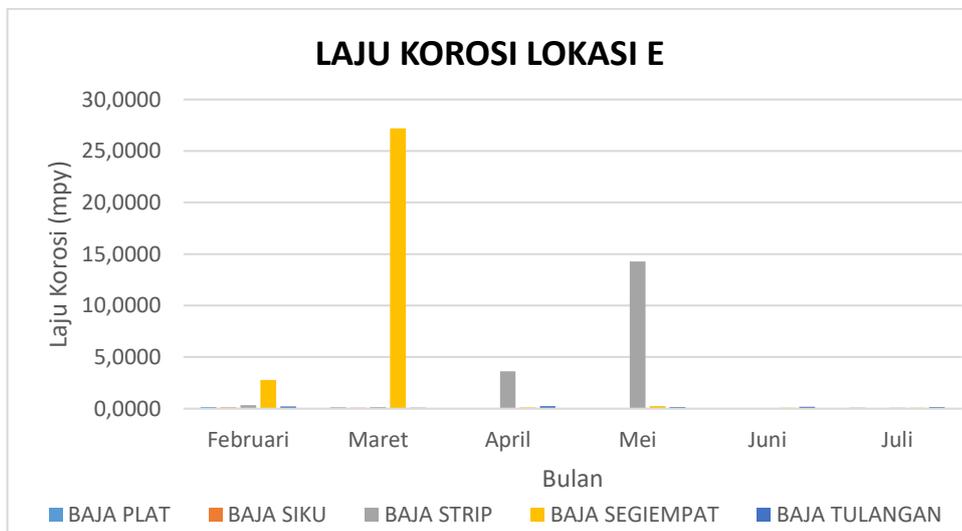
Laju korosi atmosferik di lokasi D dengan waktu pengujian selama enam bulan telah mendapatkan hasil laju korosi rata-rata yang di tampilkan dalam bentuk grafik pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 grafik laju korosi rata-rata lokasi D

5. Lokasi E

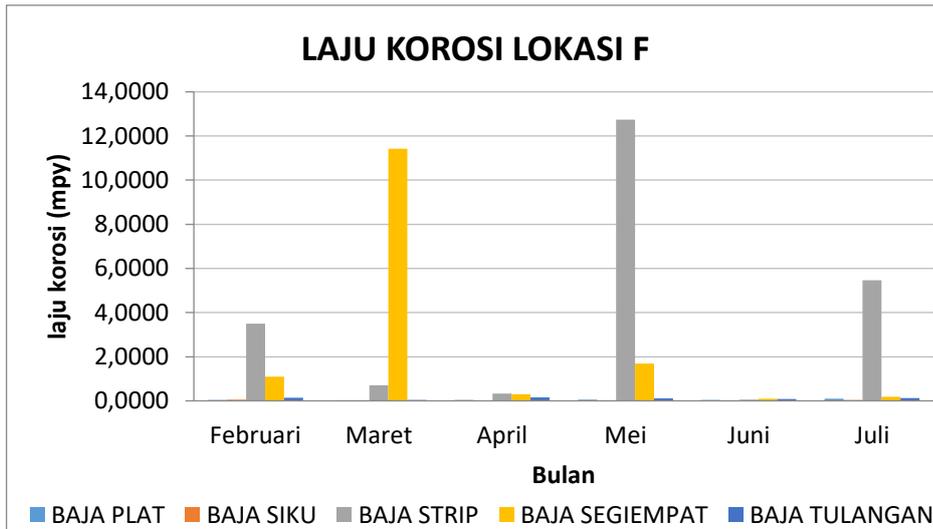
Laju korosi atmosferik di lokasi E dengan waktu pengujian selama enam bulan telah mendapatkan hasil laju korosi rata-rata yang di tampilkan dalam bentuk grafik pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 grafik laju korosi rata-rata lokasi E

6. Lokasi F

Laju korosi atmosferik di lokasi F dengan waktu pengujian selama enam bulan telah mendapatkan hasil laju korosi rata-rata yang di tampilkan dalam bentuk grafik pada gambar 4.6.

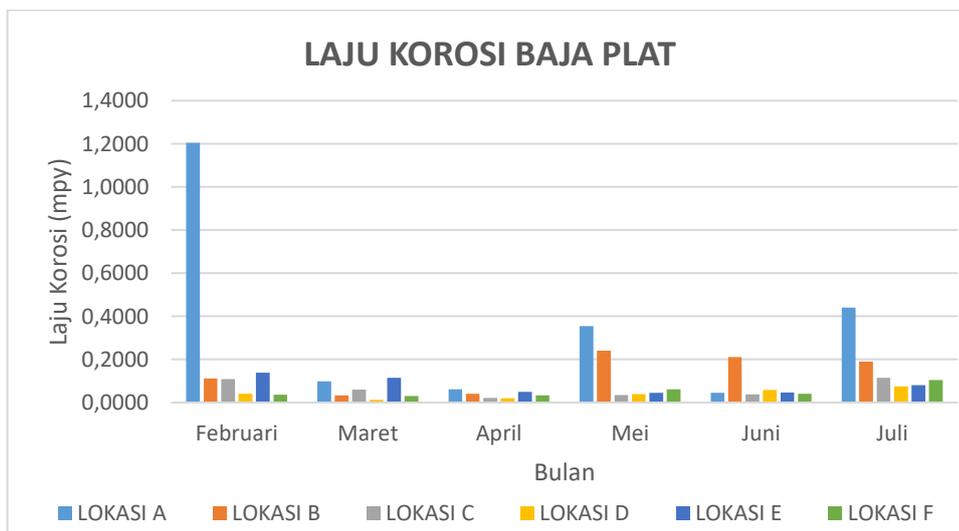


Gambar 4.6 grafik laju korosi rata-rata lokasi F

4.2 Hasil Laju Korosi Spesimen

4.2.1. Laju Korosi Baja Plat

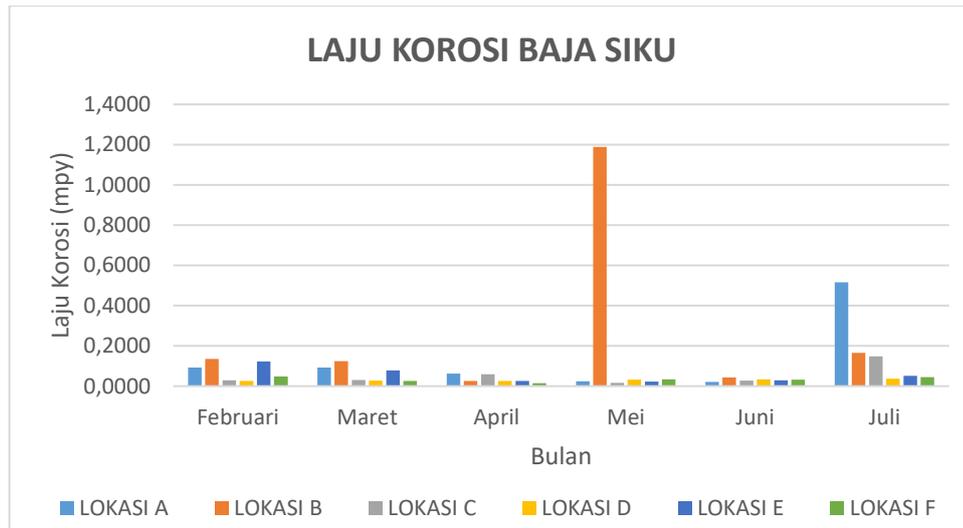
Hasil perhitungan laju korosi baja plat selama enam bulan di semua lokasi ditunjukkan dalam bentuk grafik menunjukkan adanya variasi laju korosi untuk spesimen baja plat. Laju korosi di lokasi A memiliki laju korosi yang relatif tinggi dibandingkan dengan lokasi yang lain dengan nilai laju korosi 1,2048 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.7 dibawah ini.



Gambar 4.7 Laju Korosi Baja Plat

4.2.2. Laju Korosi Baja Siku

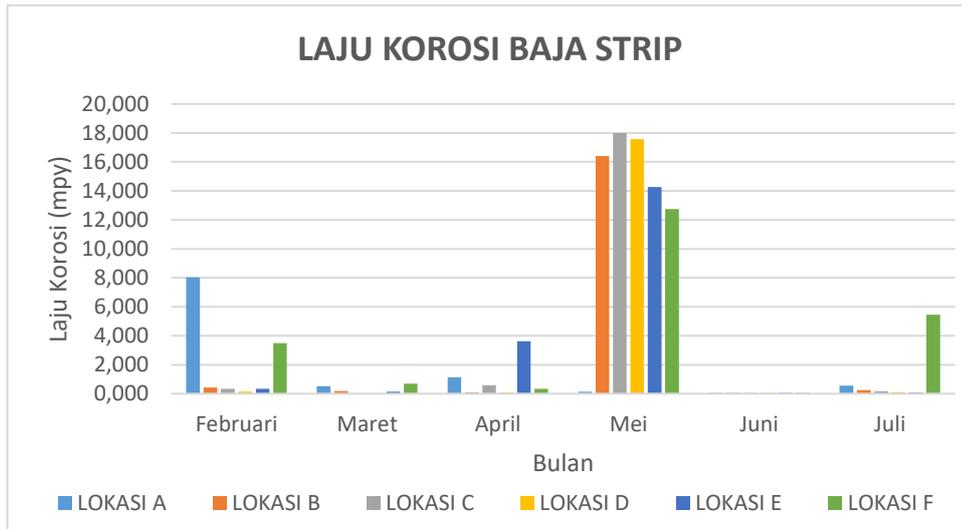
Hasil perhitungan laju korosi baja siku selama enam bulan di semua lokasi ditunjukkan dalam bentuk grafik menunjukkan adanya variasi laju korosi untuk spesimen baja siku. Laju korosi di lokasi B memiliki laju korosi yang relatif tinggi dibandingkan dengan lokasi yang lain dengan nilai laju korosi 1,1892 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.8 dibawah ini.



Gambar 4.8 Laju Korosi Baja Siku

4.2.3. Laju Korosi Baja Strip

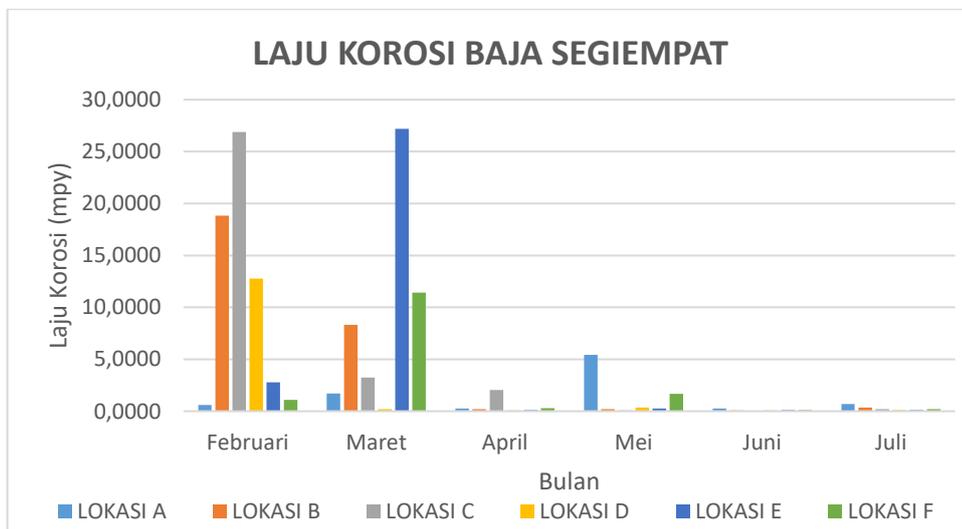
Hasil perhitungan laju korosi baja strip selama enam bulan di semua lokasi ditunjukkan dalam bentuk grafik menunjukkan adanya variasi laju korosi untuk spesimen baja strip. Laju korosi di lokasi C memiliki laju korosi yang relatif tinggi dibandingkan dengan lokasi yang lain dengan nilai laju korosi 17,998 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.9 dibawah ini.



Gambar 4.9 Laju Korosi Baja Strip

4.2.4. Laju Korosi Baja Segiempat

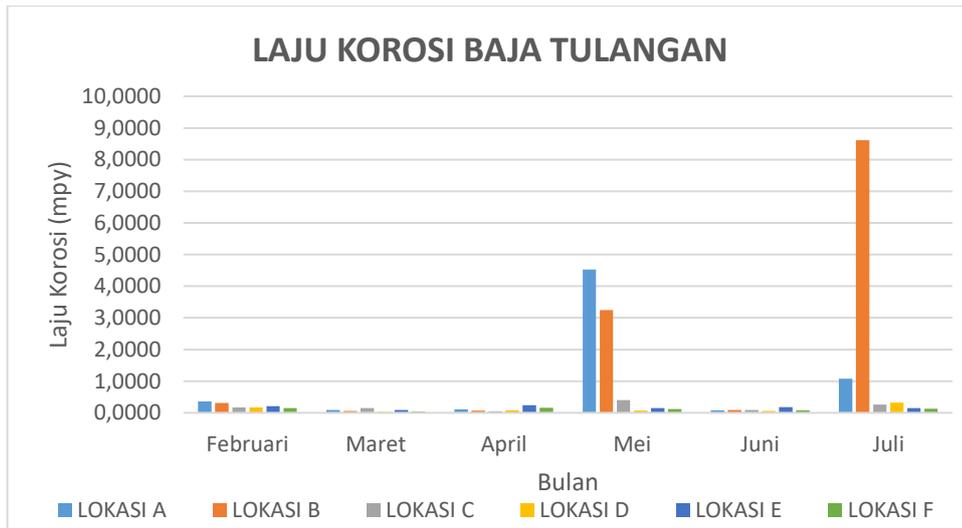
Hasil perhitungan laju korosi baja segiempat selama enam bulan di semua lokasi ditunjukkan dalam bentuk grafik menunjukkan adanya variasi laju korosi untuk spesimen baja segiempat. Laju korosi di lokasi E memiliki laju korosi yang relatif tinggi dibandingkan dengan lokasi yang lain dengan nilai laju korosi 77,1842 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.10 dibawah ini.



Gambar 4.10 Laju Korosi Baja Segiempat

4.2.5. Laju Korosi Baja Tulangan

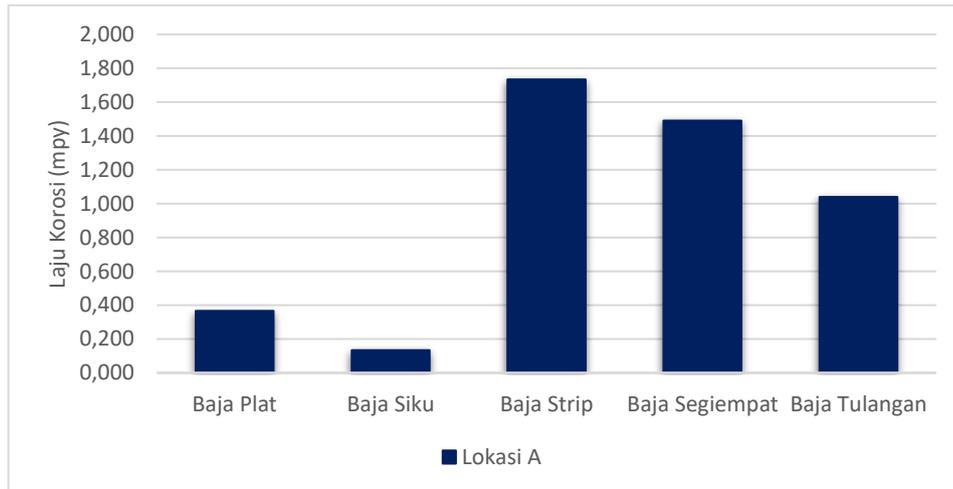
Hasil perhitungan laju korosi baja tulangan selama enam bulan di semua lokasi ditunjukkan dalam bentuk grafik menunjukkan adanya variasi laju korosi untuk spesimen baja tulangan. Laju korosi di lokasi B memiliki laju korosi yang relatif tinggi dibandingkan dengan lokasi yang lain dengan nilai laju korosi 8,6156 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.11 dibawah ini.



Gambar 4.11 Laju Korosi Baja Tulangan

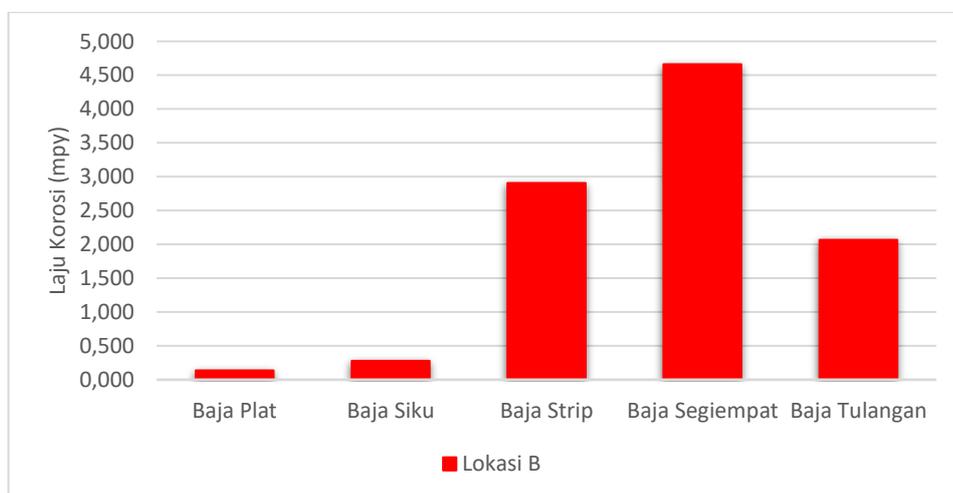
4.3 Pembahasan

Hasil perhitungan laju korosi dengan rata-rata laju korosi selama enam bulan di lokasi A. Gambar ini juga menunjukkan adanya variasi laju korosi untuk semua spesimen di lokasi yang sama, untuk baja plat strip memiliki laju korosi yang relatif tinggi dibandingkan dengan spesimen yang lain dengan nilai laju korosi 1,734 mpy. Namun pada lokasi yang sama laju korosi terendah 0,135 mpy untuk baja siku, dapat dilihat pada gambar 4.12 dibawah ini.



Gambar 4.12 Grafik laju korosi rata-rata lokasi A

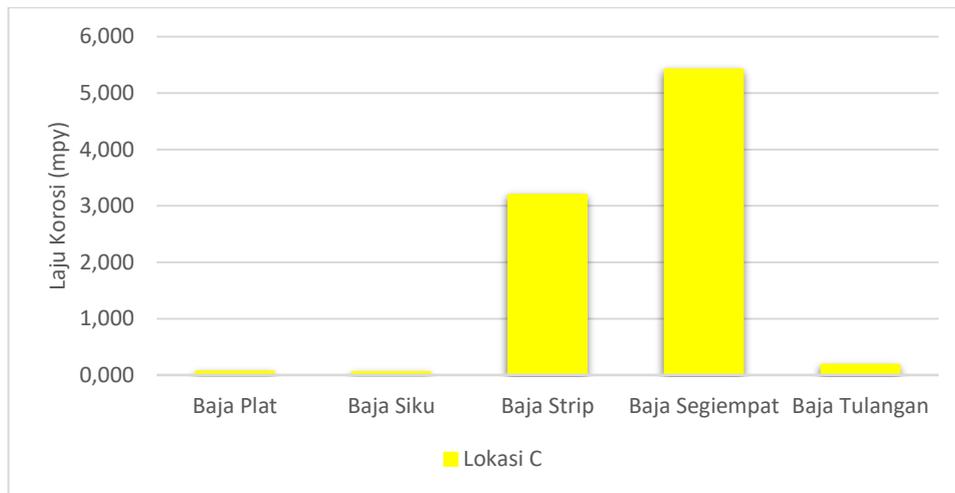
Hasil perhitungan laju korosi dengan rata-rata laju korosi selama enam bulan di lokasi B. Gambar ini juga menunjukkan adanya variasi laju korosi untuk semua spesimen di lokasi yang sama, untuk baja segiempat memiliki laju korosi yang relatif tinggi dibandingkan dengan spesimen yang lain dengan nilai laju korosi 4,662 mpy. Namun pada lokasi yang sama laju korosi terendah 0,138 mpy untuk baja plat, dapat dilihat pada gambar 4.13 dibawah ini.



Gambar 4.13 Grafik laju korosi rata-rata lokasi B

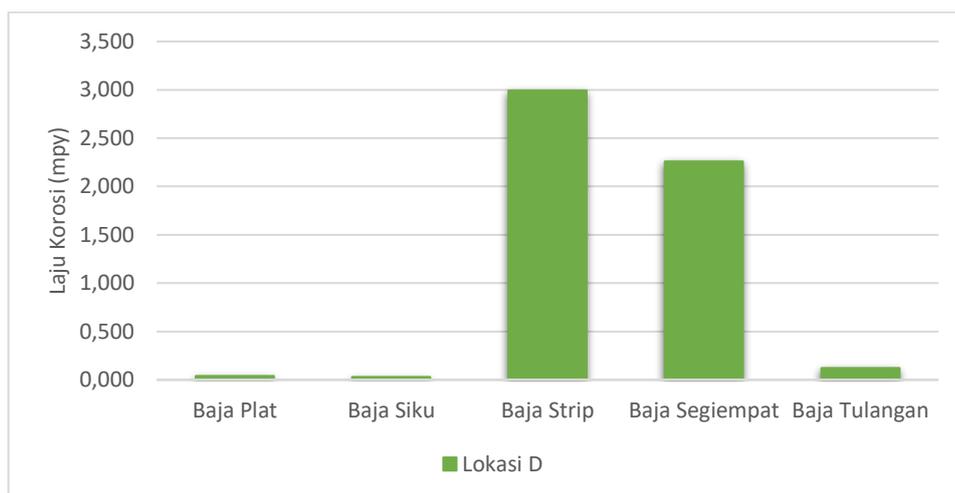
Hasil perhitungan laju korosi dengan rata-rata laju korosi selama enam bulan di lokasi C. Gambar ini juga menunjukkan adanya variasi laju korosi untuk semua spesimen di lokasi yang sama, untuk baja segiempat memiliki laju korosi yang relatif tinggi dibandingkan dengan spesimen yang lain dengan nilai laju korosi

5,418 mpy. Namun pada lokasi yang sama laju korosi terendah 0,052 mpy untuk baja siku, dapat dilihat pada gambar 4.14 dibawah ini.



Gambar 4.14 Grafik laju korosi rata-rata lokasi C

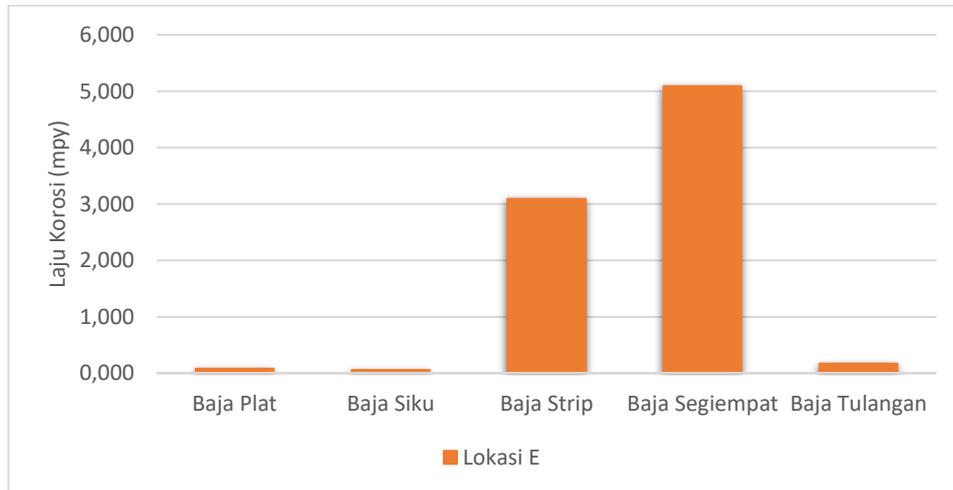
Hasil perhitungan laju korosi dengan rata-rata laju korosi selama enam bulan di lokasi D. Gambar ini juga menunjukkan adanya variasi laju korosi untuk semua spesimen di lokasi yang sama, untuk baja strip memiliki laju korosi yang relatif tinggi dibandingkan dengan spesimen yang lain dengan nilai laju korosi 2,991 mpy. Namun pada lokasi yang sama laju korosi terendah 0,030 mpy untuk baja siku, dapat dilihat pada gambar 4.15 dibawah ini.



Gambar 4.15 Grafik laju korosi rata-rata lokasi D

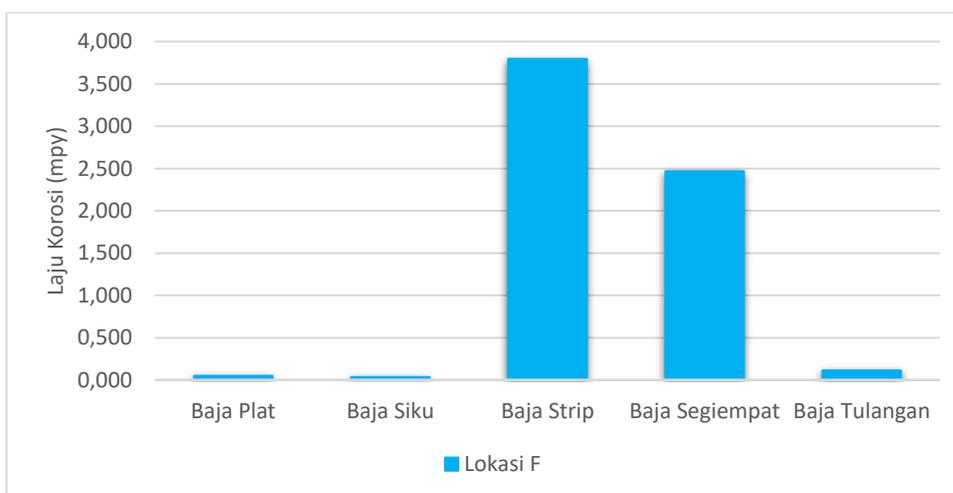
Hasil perhitungan laju korosi dengan rata-rata laju korosi selama enam bulan di lokasi E. Gambar ini juga menunjukkan adanya variasi laju korosi untuk semua

spesimen di lokasi yang sama, untuk baja segiempat memiliki laju korosi yang relatif tinggi dibandingkan dengan spesimen yang lain dengan nilai laju korosi 5,090 mpy. Namun pada lokasi yang sama laju korosi terendah 0,055 mpy untuk baja siku, dapat dilihat pada gambar 4.16 dibawah ini.



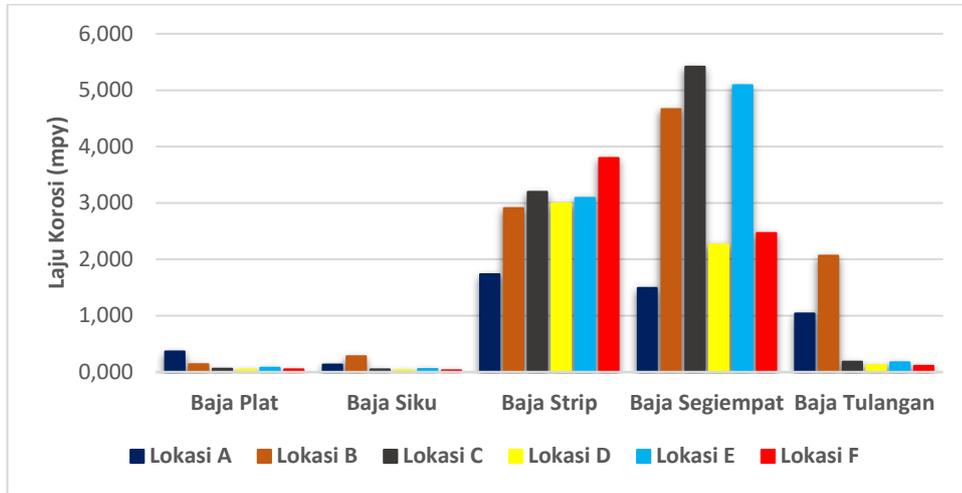
Gambar 4.16 Grafik laju korosi rata-rata lokasi E

Hasil perhitungan laju korosi dengan rata-rata laju korosi selama enam bulan di lokasi F. Gambar ini juga menunjukkan adanya variasi laju korosi untuk semua spesimen di lokasi yang sama, untuk baja strip memiliki laju korosi yang relatif tinggi dibandingkan dengan spesimen yang lain dengan nilai laju korosi 3,798 mpy. Namun pada lokasi yang sama laju korosi terendah 0,033 mpy untuk baja siku, dapat dilihat pada gambar 4.17 dibawah ini.



Gambar 4.17 Grafik laju korosi rata-rata lokasi F

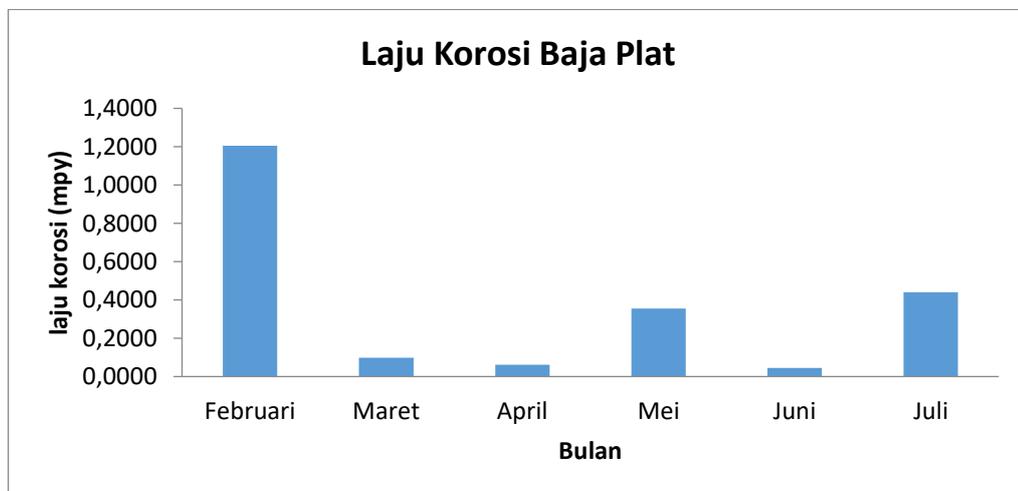
Laju korosi atmosferik di enam titik pengujian selama enam bulan telah mendapatkan hasil laju korosi rata-rata yang ditampilkan dalam bentuk grafik pada gambar 4.18.



Gambar 4.18 Grafik laju korosi rata-rata selama 6 bulan pengujian di 6 titik lokasi

4.3.1. Hubungan laju korosi pada lokasi A

Grafik laju korosi terhadap lokasi ekspose (lokasi penelitian) pada lokasi A. Dengan pengukuran yang dilakukan selama enam bulan, dan dari grafik tersebut terlihat bahwa selama waktu pengukuran menunjukkan adanya variasi nilai laju korosi. Untuk nilai laju korosi baja plat di lokasi A yang tinggi terlihat pada bulan Februari mencapai 1,204 mpy dan pada bulan Juli 0,440 mpy. Sedangkan untuk bulan April nilai laju korosi paling rendah dengan laju 0,061 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.19 dibawah ini.



Gambar 4.19 Grafik laju korosi baja plat pada lokasi A

Grafik laju korosi terhadap lokasi ekspose (lokasi penelitian) pada lokasi A. Dengan pengukuran yang dilakukan selama enam bulan, dan dari grafik tersebut terlihat bahwa selama waktu pengukuran menunjukkan adanya variasi nilai laju korosi. Untuk nilai laju korosi baja siku di lokasi A yang tinggi terlihat pada bulan Juli mencapai 0,515 mpy dan pada bulan Maret 0,0928 mpy. Sedangkan untuk bulan Juni nilai laju korosi paling rendah dengan laju 0,024 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.20 dibawah ini.



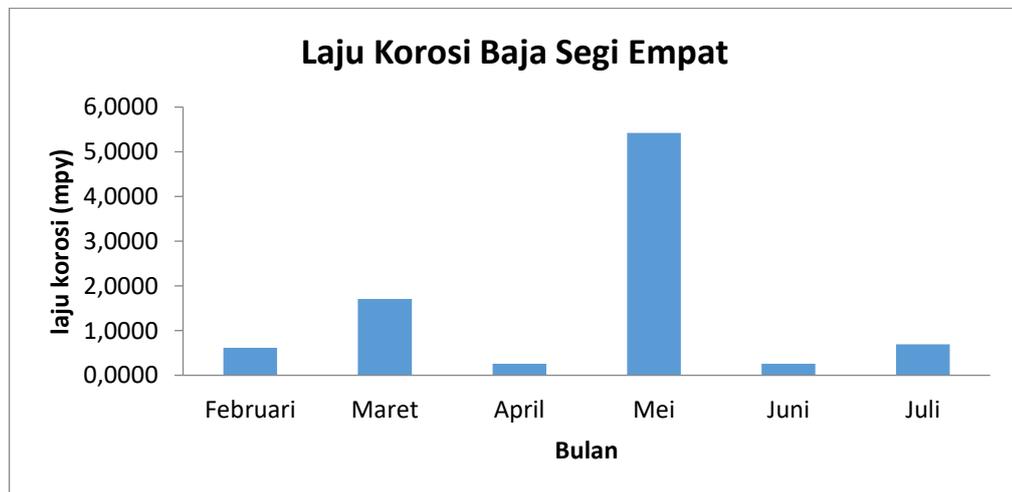
Gambar 4.20 Grafik laju korosi baja siku pada lokasi A

Grafik laju korosi terhadap lokasi ekspose (lokasi penelitian) pada lokasi A. Dengan pengukuran yang dilakukan selama enam bulan, dan dari grafik tersebut terlihat bahwa selama waktu pengukuran menunjukkan adanya variasi nilai laju korosi. Untuk nilai laju korosi baja strip di lokasi A yang tinggi terlihat pada bulan Februari mencapai 8,024 mpy dan pada bulan April 1,139 mpy. Sedangkan untuk bulan Juni nilai laju korosi paling rendah dengan laju 0,045 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.21 dibawah ini.



Gambar 4.21 Grafik laju korosi baja strip pada lokasi A

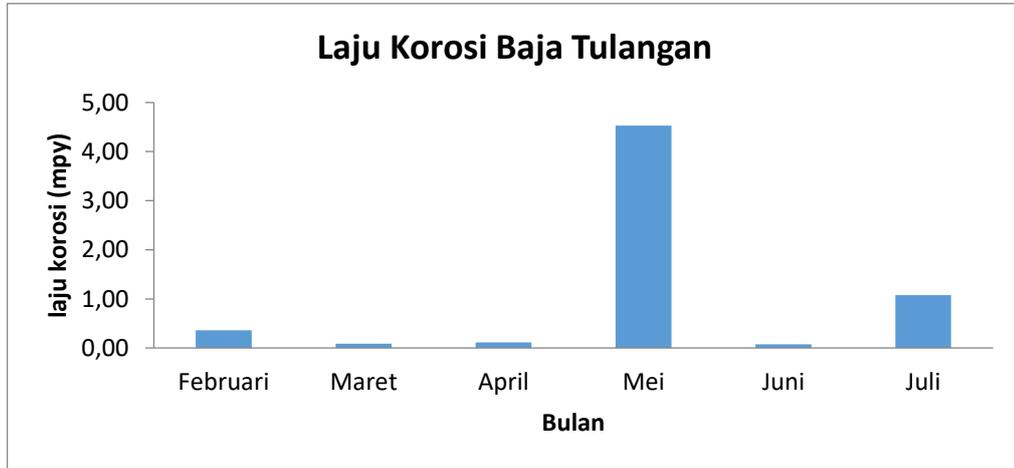
Grafik laju korosi terhadap lokasi ekspose (lokasi penelitian) pada lokasi A. Dengan pengukuran yang dilakukan selama enam bulan, dan dari grafik tersebut terlihat bahwa selama waktu pengukuran menunjukkan adanya variasi nilai laju korosi. Untuk nilai laju korosi baja segiempat di lokasi A yang tinggi terlihat pada bulan Mei mencapai 5,420 mpy dan pada bulan Maret 1,710 mpy. Sedangkan untuk bulan Juni nilai laju korosi paling rendah dengan laju 0,254 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.22 dibawah ini.



Gambar 4.22 Grafik laju korosi baja segiempat pada lokasi A

Grafik laju korosi terhadap lokasi ekspose (lokasi penelitian) pada lokasi A. Dengan pengukuran yang dilakukan selama enam bulan, dan dari grafik tersebut terlihat bahwa selama waktu pengukuran menunjukkan adanya variasi

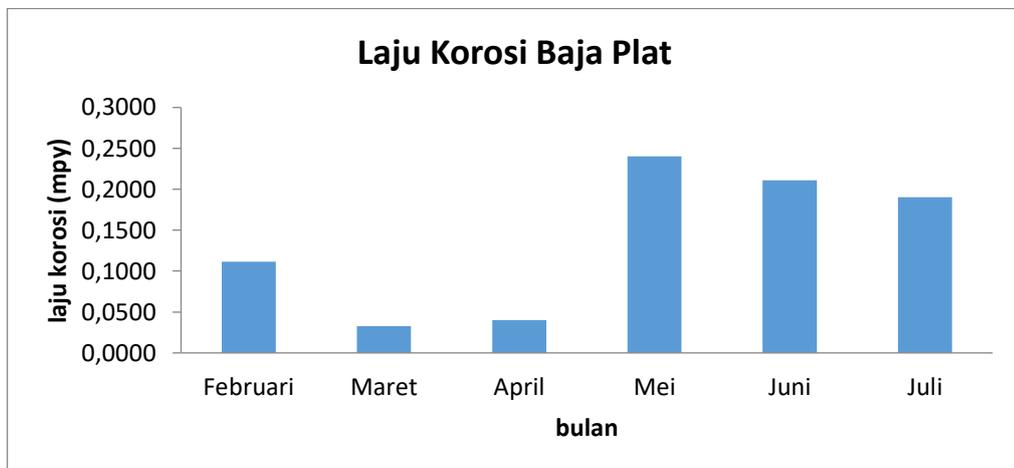
nilai laju korosi. Untuk nilai laju korosi baja tulangan di lokasi A yang tinggi terlihat pada bulan Mei mencapai 4,531 mpy dan pada bulan Juli 1,075 mpy. Sedangkan untuk bulan Juni nilai laju korosi paling rendah dengan laju 0,075 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.23 dibawah ini.



Gambar 4.23 Grafik laju korosi baja tulangan pada lokasi A

4.3.2. Hubungan laju korosi pada lokasi B

Grafik laju korosi terhadap lokasi ekspose (lokasi penelitian) pada lokasi B. Dengan pengukuran yang dilakukan selama enam bulan, dan dari grafik tersebut terlihat bahwa selama waktu pengukuran menunjukkan adanya variasi nilai laju korosi. Untuk nilai laju korosi baja plat di lokasi B yang tinggi terlihat pada bulan Mei mencapai 0,240 mpy dan pada bulan Juni 0,211 mpy. Sedangkan untuk bulan Maret nilai laju korosi paling rendah dengan laju 0,032 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.24 dibawah ini.



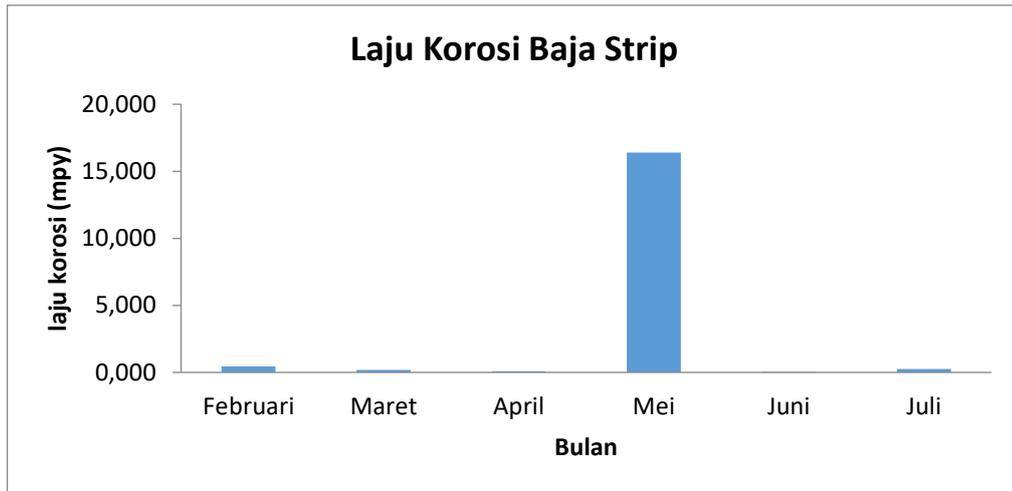
Gambar 4.24 Grafik laju korosi baja plat pada lokasi B

Grafik laju korosi terhadap lokasi ekspose (lokasi penelitian) pada lokasi B. Dengan pengukuran yang dilakukan selama enam bulan, dan dari grafik tersebut terlihat bahwa selama waktu pengukuran menunjukkan adanya variasi nilai laju korosi. Untuk nilai laju korosi baja siku di lokasi B yang tinggi terlihat pada bulan Mei mencapai 1,189 mpy dan pada bulan Juli 0,166 mpy. Sedangkan untuk bulan April nilai laju korosi paling rendah dengan laju 0,026 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.25 dibawah ini.



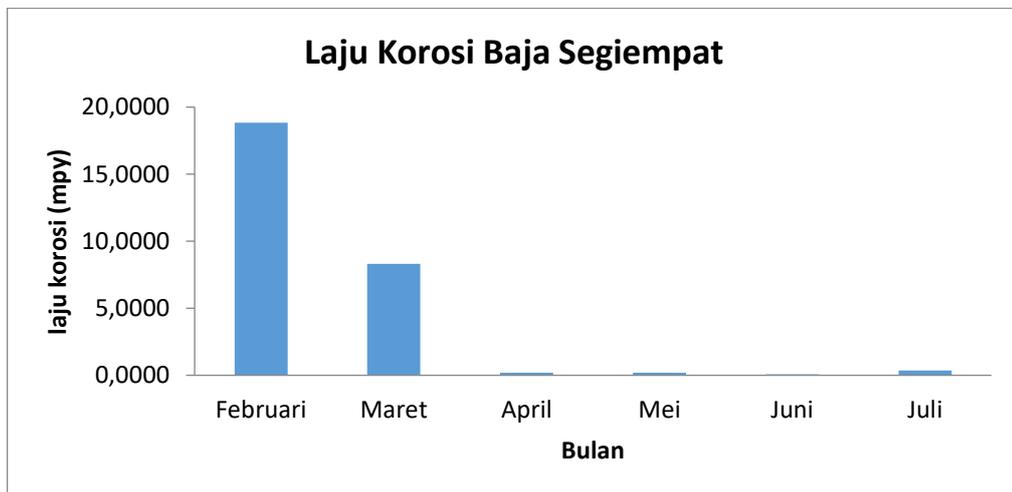
Gambar 4.25 Grafik laju korosi baja siku pada lokasi B

Grafik laju korosi terhadap lokasi ekspose (lokasi penelitian) pada lokasi B. Dengan pengukuran yang dilakukan selama enam bulan, dan dari grafik tersebut terlihat bahwa selama waktu pengukuran menunjukkan adanya variasi nilai laju korosi. Untuk nilai laju korosi baja strip di lokasi B yang tinggi terlihat pada bulan Mei mencapai 16,408 mpy dan pada bulan Februari 0,437 mpy. Sedangkan untuk bulan Juni nilai laju korosi paling rendah dengan laju 0,051 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.26 dibawah ini.



Gambar 4.26 Grafik laju korosi baja strip pada lokasi B

Grafik laju korosi terhadap lokasi ekspose (lokasi penelitian) pada lokasi B. Dengan pengukuran yang dilakukan selama enam bulan, dan dari grafik tersebut terlihat bahwa selama waktu pengukuran menunjukkan adanya variasi nilai laju korosi. Untuk nilai laju korosi baja segiempat di lokasi B yang tinggi terlihat pada bulan Februari mencapai 18,825 mpy dan pada bulan Maret 8,318 mpy. Sedangkan untuk bulan Juni nilai laju korosi paling rendah dengan laju 0,061 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.27 dibawah ini.



Gambar 4.27 Grafik laju korosi baja segiempat pada lokasi B

Grafik laju korosi terhadap lokasi ekspose (lokasi penelitian) pada lokasi B. Dengan pengukuran yang dilakukan selama enam bulan, dan dari grafik tersebut terlihat bahwa selama waktu pengukuran menunjukkan adanya variasi

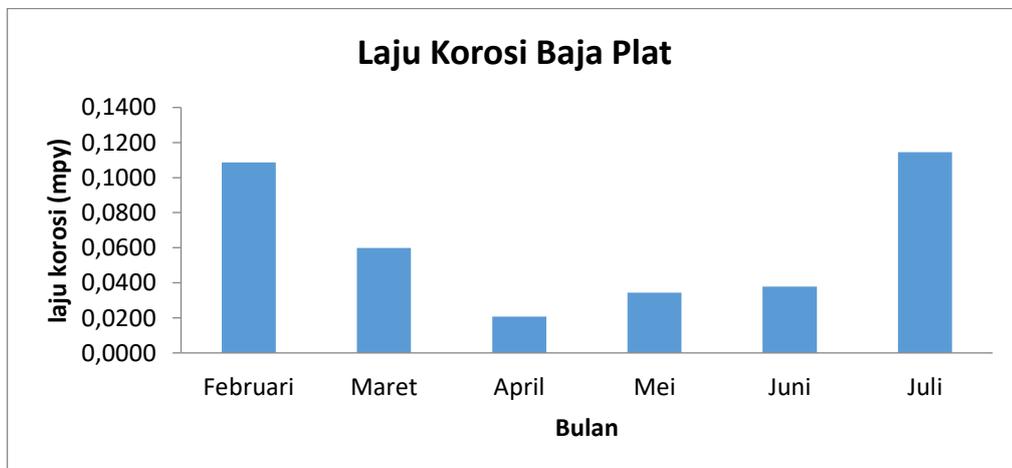
nilai laju korosi. Untuk nilai laju korosi baja tulangan di lokasi B yang tinggi terlihat pada bulan Juli mencapai 8,615 mpy dan pada bulan Mei 3,242 mpy. Sedangkan untuk bulan Maret nilai laju korosi paling rendah dengan laju 0,058 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.28 dibawah ini.



Gambar 4.28 Grafik laju korosi baja tulangan pada lokasi B

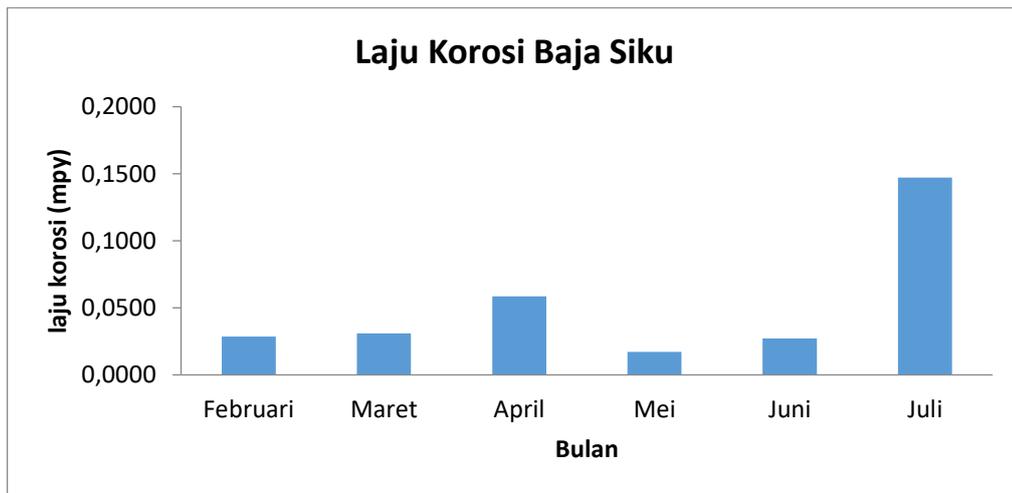
4.3.3. Hubungan laju korosi pada lokasi C

Grafik laju korosi terhadap lokasi ekspose (lokasi penelitian) pada lokasi C. Dengan pengukuran yang dilakukan selama enam bulan, dan dari grafik tersebut terlihat bahwa selama waktu pengukuran menunjukkan adanya variasi nilai laju korosi. Untuk nilai laju korosi baja plat di lokasi C yang tinggi terlihat pada bulan Juli mencapai 0,114 mpy dan pada bulan Februari 0,108 mpy. Sedangkan untuk bulan April nilai laju korosi paling rendah dengan laju 0,020 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.29 dibawah ini.



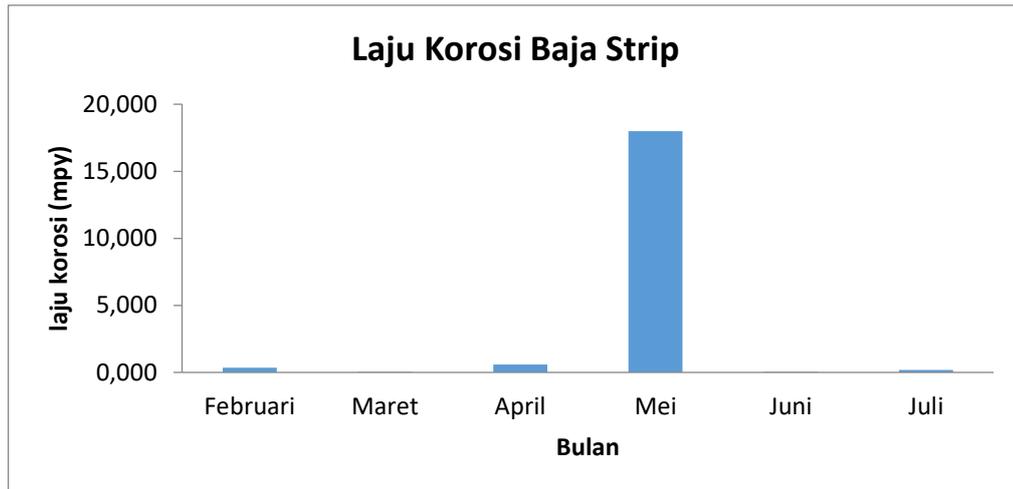
Gambar 4.29 Grafik laju korosi baja plat pada lokasi C

Grafik laju korosi terhadap lokasi ekspose (lokasi penelitian) pada lokasi C. Dengan pengukuran yang dilakukan selama enam bulan, dan dari grafik tersebut terlihat bahwa selama waktu pengukuran menunjukkan adanya variasi nilai laju korosi. Untuk nilai laju korosi baja siku di lokasi C yang tinggi terlihat pada bulan Juli mencapai 0,147 mpy dan pada bulan April 0,058 mpy. Sedangkan untuk bulan Mei nilai laju korosi paling rendah dengan laju 0,017 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.30 dibawah ini.



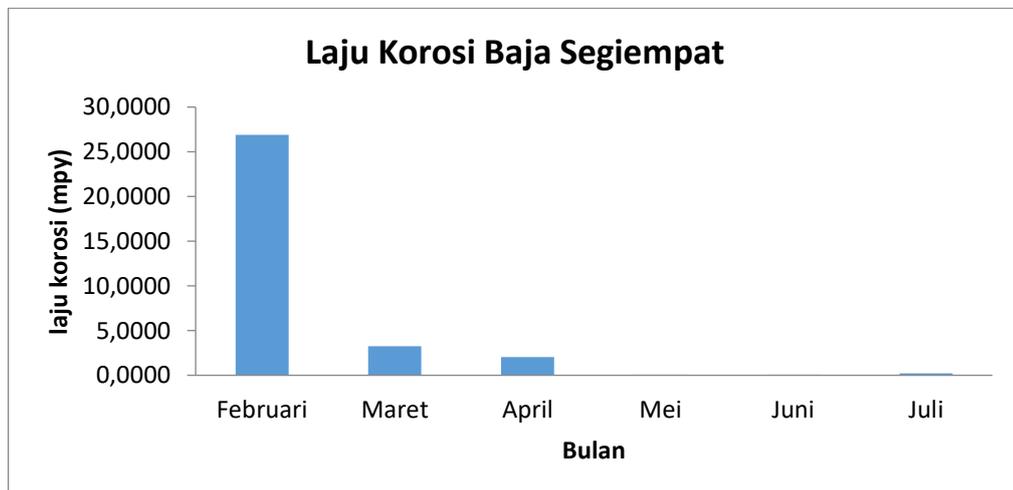
Gambar 4.30 Grafik laju korosi baja siku pada lokasi C

Grafik laju korosi terhadap lokasi ekspose (lokasi penelitian) pada lokasi C. Dengan pengukuran yang dilakukan selama enam bulan, dan dari grafik tersebut terlihat bahwa selama waktu pengukuran menunjukkan adanya variasi nilai laju korosi. Untuk nilai laju korosi baja strip di lokasi C yang tinggi terlihat pada bulan Mei mencapai 17,998 mpy dan pada bulan April 0,581 mpy. Sedangkan untuk bulan Maret nilai laju korosi paling rendah dengan laju 0,034 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.31 dibawah ini.



Gambar 4.31 Grafik laju korosi baja strip pada lokasi C

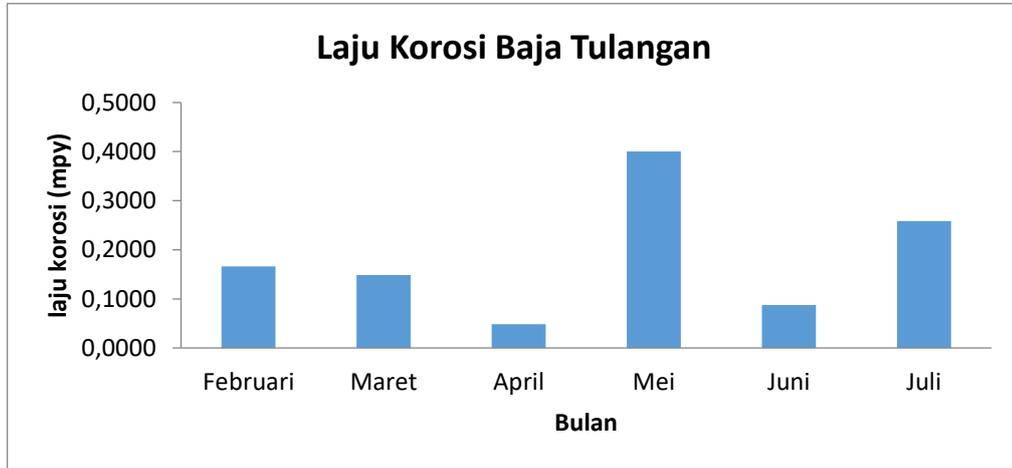
Grafik laju korosi terhadap lokasi ekspose (lokasi penelitian) pada lokasi C. Dengan pengukuran yang dilakukan selama enam bulan, dan dari grafik tersebut terlihat bahwa selama waktu pengukuran menunjukkan adanya variasi nilai laju korosi. Untuk nilai laju korosi baja segiempat di lokasi C yang tinggi terlihat pada bulan Februari mencapai 26,895 mpy dan pada bulan Maret 3,249 mpy. Sedangkan untuk bulan Juni nilai laju korosi paling rendah dengan laju 0,057 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.32 dibawah ini.



Gambar 4.32 Grafik laju korosi baja segiempat pada lokasi C

Grafik laju korosi terhadap lokasi ekspose (lokasi penelitian) pada lokasi C. Dengan pengukuran yang dilakukan selama enam bulan, dan dari grafik tersebut terlihat bahwa selama waktu pengukuran menunjukkan adanya variasi

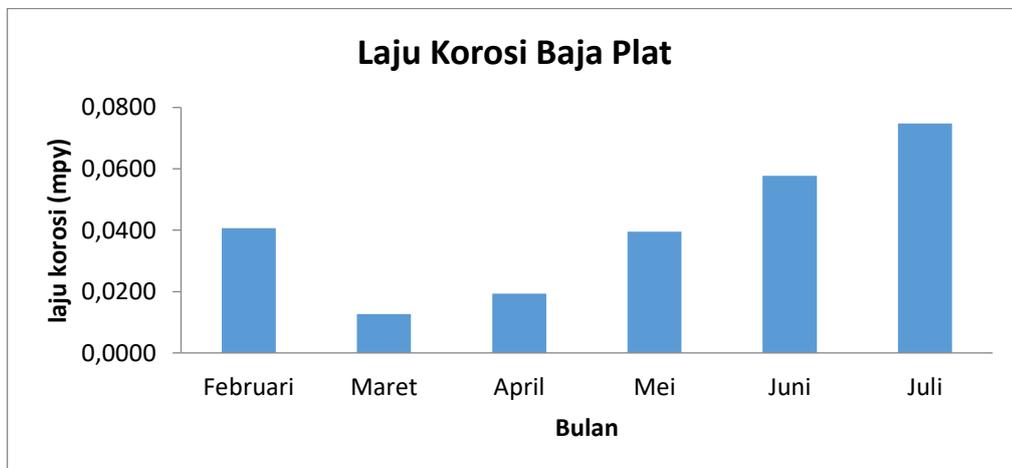
nilai laju korosi. Untuk nilai laju korosi baja tulangan di lokasi C yang tinggi terlihat pada bulan Mei mencapai 0,400 mpy dan pada bulan Juli 0,258 mpy. Sedangkan untuk bulan April nilai laju korosi paling rendah dengan laju 0,048 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.33 dibawah ini.



Gambar 4.33 Grafik laju korosi baja tulangan pada lokasi C

4.3.4. Hubungan laju korosi pada lokasi D

Grafik laju korosi terhadap lokasi ekspose (lokasi penelitian) pada lokasi D. Dengan pengukuran yang dilakukan selama enam bulan, dan dari grafik tersebut terlihat bahwa selama waktu pengukuran menunjukkan adanya variasi nilai laju korosi. Untuk nilai laju korosi baja plat di lokasi D yang tinggi terlihat pada bulan Juli mencapai 0,074 mpy dan pada bulan Juni 0,057 mpy. Sedangkan untuk bulan Maret nilai laju korosi paling rendah dengan laju 0,012 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.34 dibawah ini.



Gambar 4.34 Grafik laju korosi baja plat pada lokasi D

Grafik laju korosi terhadap lokasi ekspose (lokasi penelitian) pada lokasi D. Dengan pengukuran yang dilakukan selama enam bulan, dan dari grafik tersebut terlihat bahwa selama waktu pengukuran menunjukkan adanya variasi nilai laju korosi. Untuk nilai laju korosi baja siku di lokasi D yang tinggi terlihat pada bulan Juli mencapai 0,037 mpy dan pada bulan Juni 0,034 mpy. Sedangkan untuk bulan Februari nilai laju korosi paling rendah dengan laju 0,025 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.35 dibawah ini.



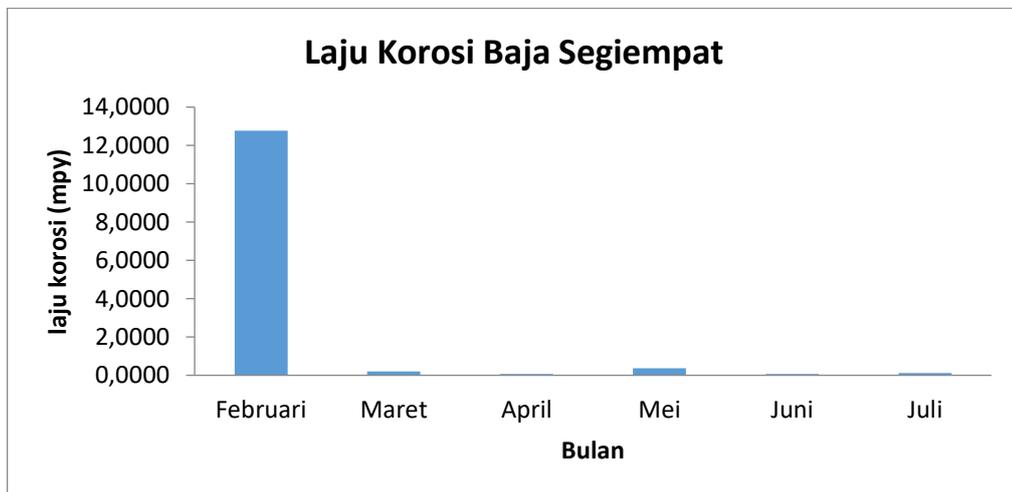
Gambar 4.35 Grafik laju korosi baja siku pada lokasi D

Grafik laju korosi terhadap lokasi ekspose (lokasi penelitian) pada lokasi D. Dengan pengukuran yang dilakukan selama enam bulan, dan dari grafik tersebut terlihat bahwa selama waktu pengukuran menunjukkan adanya variasi nilai laju korosi. Untuk nilai laju korosi baja strip di lokasi D yang tinggi terlihat pada bulan Mei mencapai 17,562 mpy dan pada bulan Februari 0,140 mpy. Sedangkan untuk bulan Maret nilai laju korosi paling rendah dengan laju 0,019 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.36 dibawah ini.



Gambar 4.36 Grafik laju korosi baja strip pada lokasi D

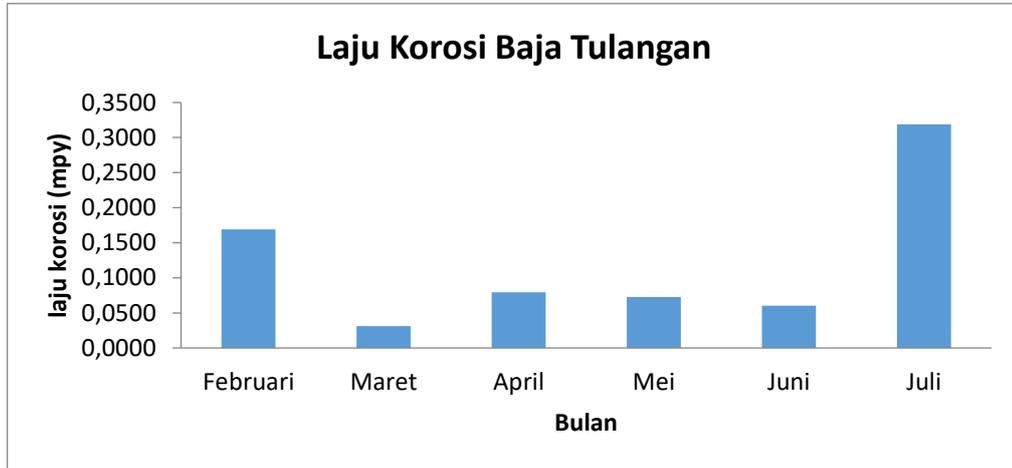
Grafik laju korosi terhadap lokasi ekspose (lokasi penelitian) pada lokasi D. Dengan pengukuran yang dilakukan selama enam bulan, dan dari grafik tersebut terlihat bahwa selama waktu pengukuran menunjukkan adanya variasi nilai laju korosi. Untuk nilai laju korosi baja segiempat di lokasi D yang tinggi terlihat pada bulan Februari mencapai 12,762 mpy dan pada bulan Mei 0,360 mpy. Sedangkan untuk bulan Juni nilai laju korosi paling rendah dengan laju 0,064 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.37 dibawah ini.



Gambar 4.37 Grafik laju korosi baja segiempat pada lokasi D

Grafik laju korosi terhadap lokasi ekspose (lokasi penelitian) pada lokasi D. Dengan pengukuran yang dilakukan selama enam bulan, dan dari grafik tersebut terlihat bahwa selama waktu pengukuran menunjukkan adanya variasi

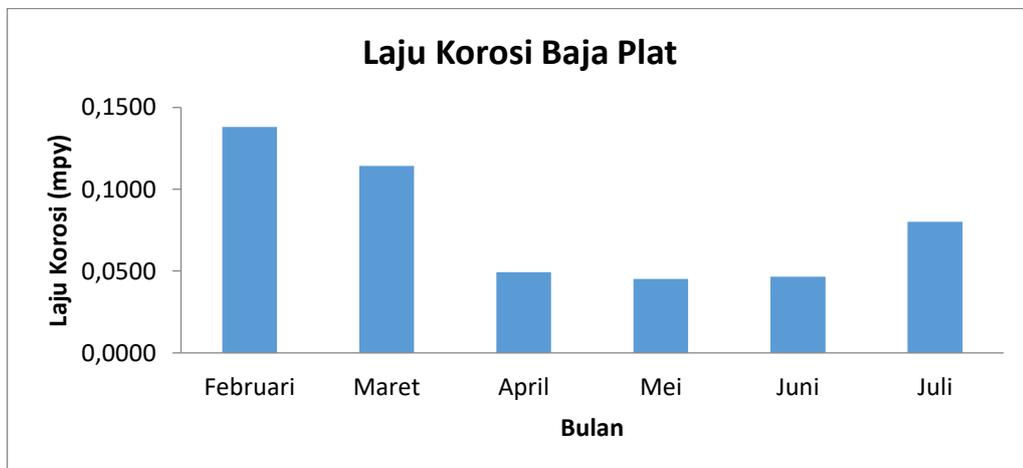
nilai laju korosi. Untuk nilai laju korosi baja tulangan di lokasi D yang tinggi terlihat pada bulan Juli mencapai 0,319 mpy dan pada bulan Februari 0,168 mpy. Sedangkan untuk bulan Maret nilai laju korosi paling rendah dengan laju 0,031 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.38 dibawah ini.



Gambar 4.38 Grafik laju korosi baja tulangan pada lokasi D

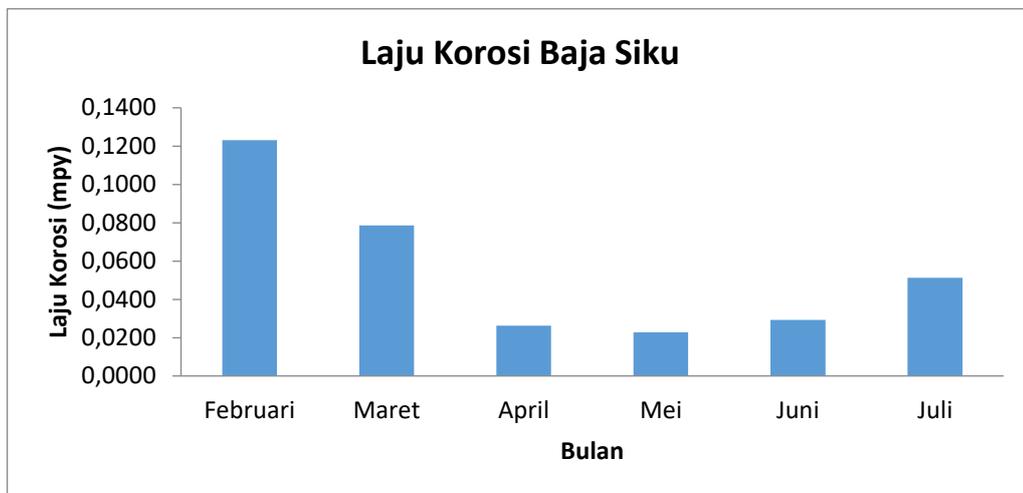
4.3.5. Hubungan laju korosi pada lokasi E

Grafik laju korosi terhadap lokasi ekspose (lokasi penelitian) pada lokasi E. Dengan pengukuran yang dilakukan selama enam bulan, dan dari grafik tersebut terlihat bahwa selama waktu pengukuran menunjukkan adanya variasi nilai laju korosi. Untuk nilai laju korosi baja plat di lokasi E yang tinggi terlihat pada bulan Februari mencapai 0,138 mpy dan pada bulan Maret 0,114 mpy. Sedangkan untuk bulan Mei nilai laju korosi paling rendah dengan laju 0,045 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.39 dibawah ini.



Gambar 4.39 Grafik laju korosi baja plat pada lokasi E

Grafik laju korosi terhadap lokasi ekspose (lokasi penelitian) pada lokasi E. Dengan pengukuran yang dilakukan selama enam bulan, dan dari grafik tersebut terlihat bahwa selama waktu pengukuran menunjukkan adanya variasi nilai laju korosi. Untuk nilai laju korosi baja siku di lokasi E yang tinggi terlihat pada bulan Februari mencapai 0,123 mpy dan pada bulan Maret 0,078 mpy. Sedangkan untuk bulan Mei nilai laju korosi paling rendah dengan laju 0,022 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.40 dibawah ini.



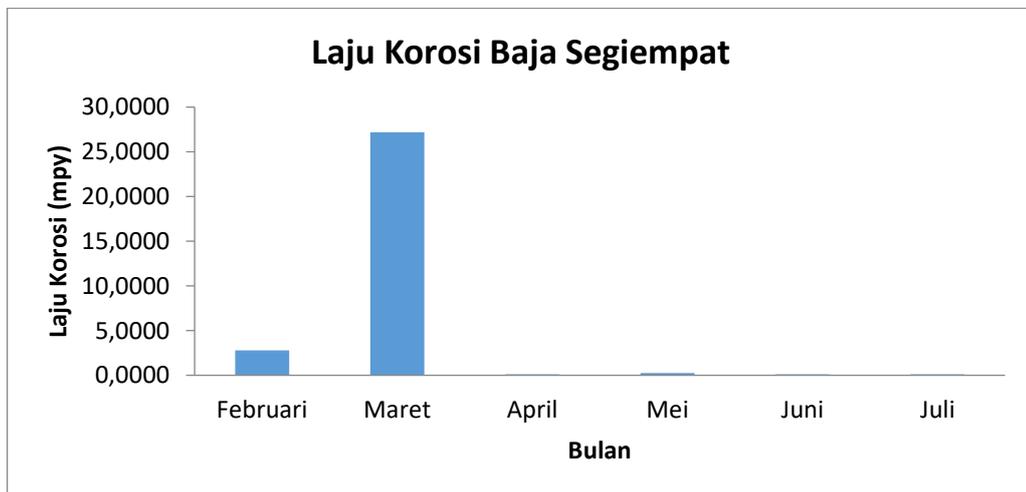
Gambar 4.40 Grafik laju korosi baja siku pada lokasi E

Grafik laju korosi terhadap lokasi ekspose (lokasi penelitian) pada lokasi E. Dengan pengukuran yang dilakukan selama enam bulan, dan dari grafik tersebut terlihat bahwa selama waktu pengukuran menunjukkan adanya variasi nilai laju korosi. Untuk nilai laju korosi baja strip di lokasi E yang tinggi terlihat pada bulan Mei mencapai 14,275 mpy dan pada bulan April 3,630 mpy. Sedangkan untuk bulan Juni nilai laju korosi paling rendah dengan laju 0,063 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.41 dibawah ini.



Gambar 4.41 Grafik laju korosi baja strip pada lokasi E

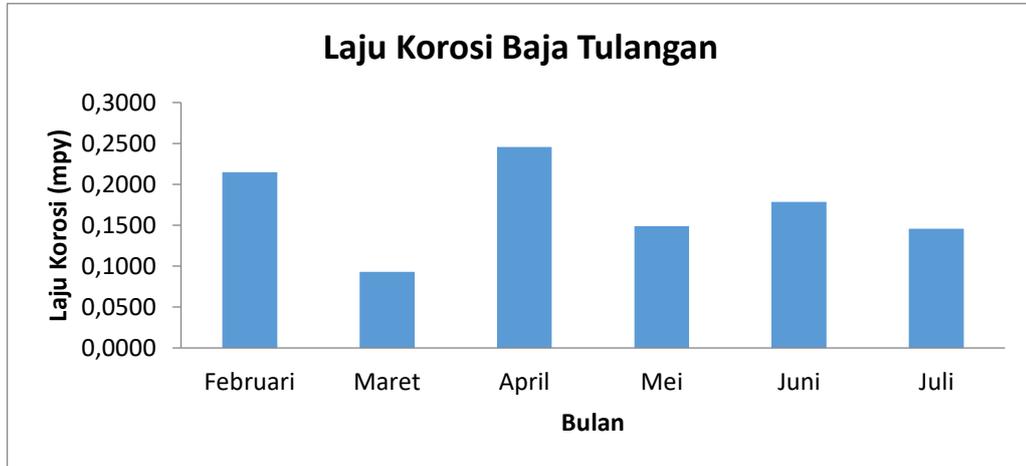
Grafik laju korosi terhadap lokasi ekspose (lokasi penelitian) pada lokasi E. Dengan pengukuran yang dilakukan selama enam bulan, dan dari grafik tersebut terlihat bahwa selama waktu pengukuran menunjukkan adanya variasi nilai laju korosi. Untuk nilai laju korosi baja segiempat di lokasi E yang tinggi terlihat pada bulan Maret mencapai 27,184 mpy dan pada bulan Februari 2,793 mpy. Sedangkan untuk bulan Juli nilai laju korosi paling rendah dengan laju 0,092 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.42 dibawah ini.



Gambar 4.42 Grafik laju korosi baja segiempat pada lokasi E

Grafik laju korosi terhadap lokasi ekspose (lokasi penelitian) pada lokasi E. Dengan pengukuran yang dilakukan selama enam bulan, dan dari grafik tersebut terlihat bahwa selama waktu pengukuran menunjukkan adanya variasi

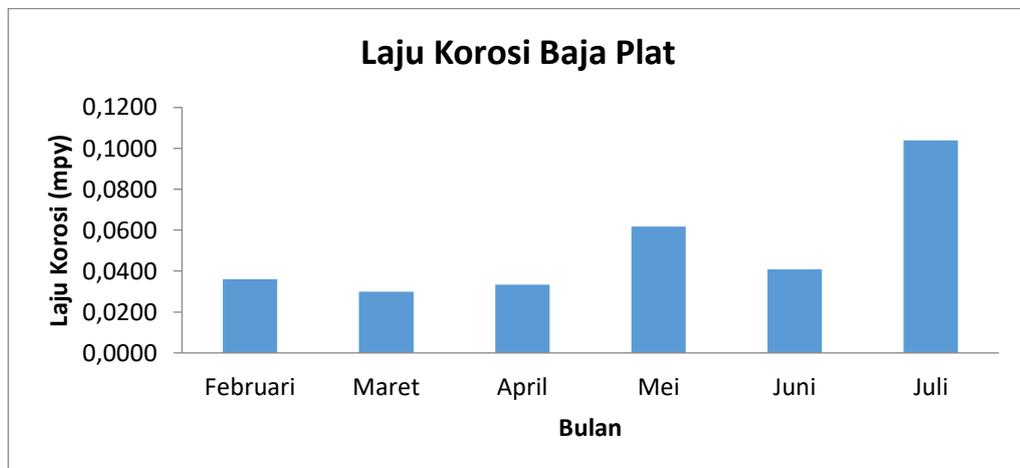
nilai laju korosi. Untuk nilai laju korosi baja tulangan di lokasi E yang tinggi terlihat pada bulan April mencapai 0,245 mpy dan pada bulan Februari 0,214 mpy. Sedangkan untuk bulan Maret nilai laju korosi paling rendah dengan laju 0,093 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.43 dibawah ini.



Gambar 4.43 Grafik laju korosi baja tulangan pada lokasi E

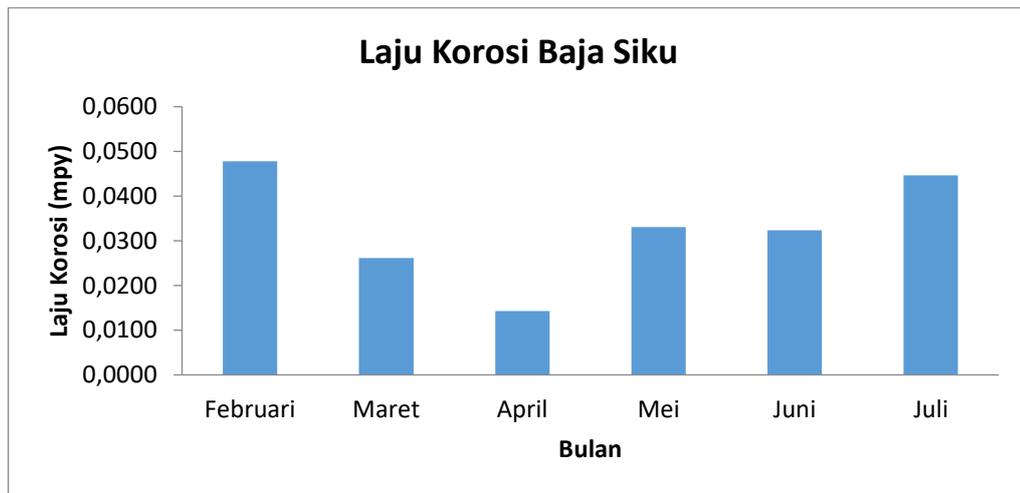
4.3.6. Hubungan laju korosi pada lokasi F

Grafik laju korosi terhadap lokasi ekspose (lokasi penelitian) pada lokasi F. Dengan pengukuran yang dilakukan selama enam bulan, dan dari grafik tersebut terlihat bahwa selama waktu pengukuran menunjukkan adanya variasi nilai laju korosi. Untuk nilai laju korosi baja plat di lokasi F yang tinggi terlihat pada bulan Juli mencapai 0,103 mpy dan pada bulan Mei 0,061 mpy. Sedangkan untuk bulan Maret nilai laju korosi paling rendah dengan laju 0,029 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.44 dibawah ini.



Gambar 4.44 Grafik laju korosi baja plat pada lokasi F

Grafik laju korosi terhadap lokasi ekspose (lokasi penelitian) pada lokasi F. Dengan pengukuran yang dilakukan selama enam bulan, dan dari grafik tersebut terlihat bahwa selama waktu pengukuran menunjukkan adanya variasi nilai laju korosi. Untuk nilai laju korosi baja siku di lokasi F yang tinggi terlihat pada bulan Februari mencapai 0,047 mpy dan pada bulan Juli 0,044 mpy. Sedangkan untuk bulan April nilai laju korosi paling rendah dengan laju 0,014 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.45 dibawah ini.



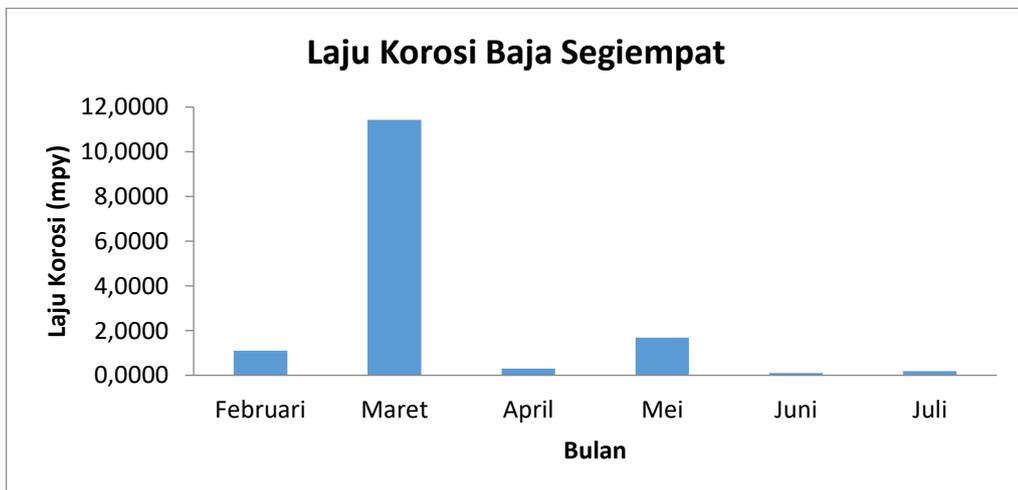
Gambar 4.45 Grafik laju korosi baja siku pada lokasi F

Grafik laju korosi terhadap lokasi ekspose (lokasi penelitian) pada lokasi F. Dengan pengukuran yang dilakukan selama enam bulan, dan dari grafik tersebut terlihat bahwa selama waktu pengukuran menunjukkan adanya variasi nilai laju korosi. Untuk nilai laju korosi baja strip di lokasi F yang tinggi terlihat pada bulan Mei mencapai 12,739 mpy dan pada bulan Juli 5,458 mpy. Sedangkan untuk bulan Juni nilai laju korosi paling rendah dengan laju 0,058 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.46 dibawah ini.



Gambar 4.46 Grafik laju korosi baja strip pada lokasi F

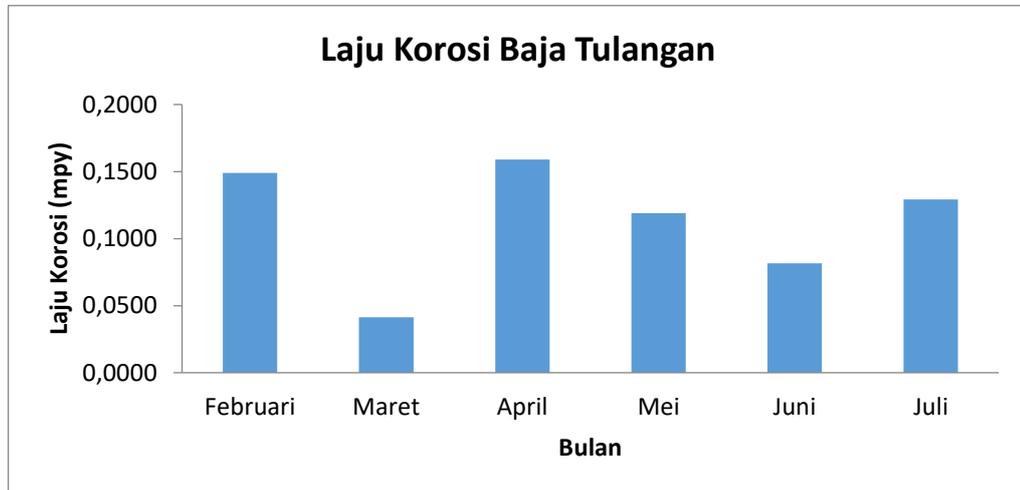
Grafik laju korosi terhadap lokasi ekspose (lokasi penelitian) pada lokasi F. Dengan pengukuran yang dilakukan selama enam bulan, dan dari grafik tersebut terlihat bahwa selama waktu pengukuran menunjukkan adanya variasi nilai laju korosi. Untuk nilai laju korosi baja segiempat di lokasi F yang tinggi terlihat pada bulan Maret mencapai 11,427 mpy dan pada bulan Mei 1,689 mpy. Sedangkan untuk bulan Juni nilai laju korosi paling rendah dengan laju 0,099 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.47 dibawah ini.



Gambar 4.47 Grafik laju korosi baja segiempat pada lokasi F

Grafik laju korosi terhadap lokasi ekspose (lokasi penelitian) pada lokasi F. Dengan pengukuran yang dilakukan selama enam bulan, dan dari grafik tersebut terlihat bahwa selama waktu pengukuran menunjukkan adanya variasi

nilai laju korosi. Untuk nilai laju korosi baja tulangan di lokasi F yang tinggi terlihat pada bulan April mencapai 0,159 mpy dan pada bulan Februari 0,148 mpy. Sedangkan untuk bulan Maret nilai laju korosi paling rendah dengan laju 0,041 mpy, dapat dilihat pada gambar 4.48 dibawah ini.



Gambar 4.48 Grafik laju korosi baja tulangan pada lokasi F

Untuk memperoleh data atau nilai laju korosi atmosferik dapat dilihat cara perhitungan seperti contoh dibawah ini :

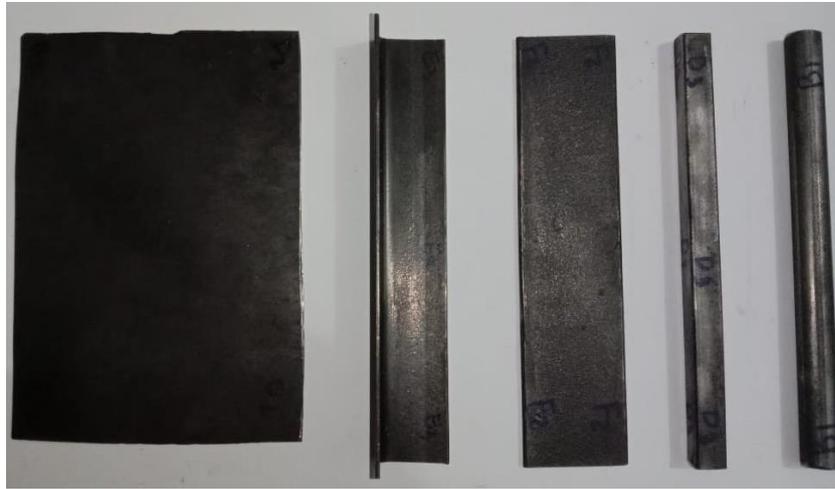
Spesimen baja dengan luas permukaan 150 cm^2 dipaparkan pada udara terbuka. Pemaparan dilakukan dalam rentan waktu 14 hari, ternyata berat spesimen yang hilang adalah 0,602 gr, $D_{\text{baja}} = 2,58 \text{ gr/cm}^3$, ($K = 3,45 \times 10^6$). Hitunglah laju korosi dari spesimen tersebut ?

Penyelesaian :

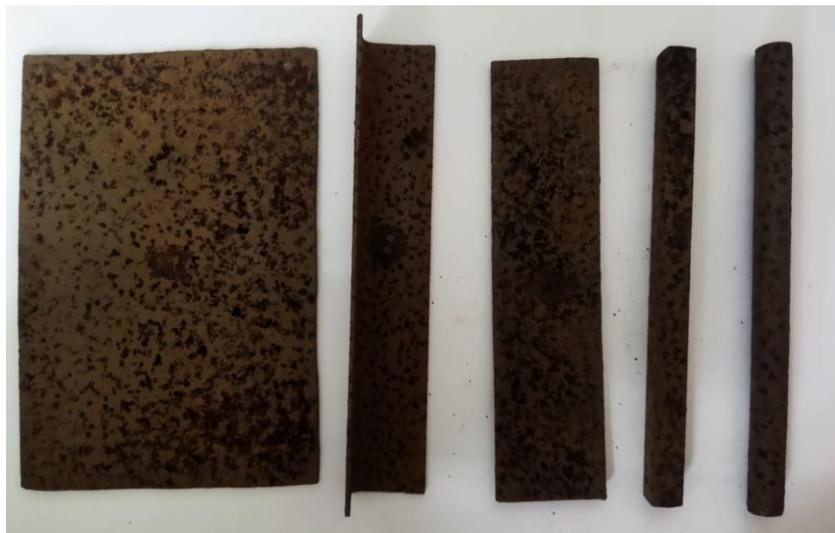
$$\begin{aligned} \text{Laju Korosi (mpy)} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{(3,45 \times 10^6) \times 0,602}{15 \times 150 \times 720} \\ &= 1,2048 \text{ mpy} \end{aligned}$$

Dilihat dari pengambilan foto makro spesimen uji korosi atmosferik di kabupaten batu bara selama 6 bulan pengujian terjadi perubahan bentuk pada permukaan spesimen uji. Perubahan bentuk spesimen uji menunjukkan bahwa laju korosi dan waktu kontak dengan lingkungan saling berkaitan, semakin lama waktu

logam berinteraksi dengan lingkungan korosif maka semakin banyak logam tersebut terkorosi. Perubahan bentuk spesimen uji dapat dilihat pada gambar 4.49 dan 4.50.



Gambar 4.49 spesimen uji sebelum di ekspos



Gambar 4.50 spesimen uji setelah di ekspos selama 6 bulan

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari perhitungan laju korosi atmosferik yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

Pada pengukuran laju korosi yang dilakukan pada lokasi A dengan penelitian yang dilakukan selama 6 bulan telah mendapatkan hasil berupa rata-rata laju korosi untuk baja plat 0,3672 mpy, baja siku 0,1346 mpy, baja strip 1,734 mpy, baja segiempat 1,4915 mpy, baja tulangan 1,0411 mpy. Pada lokasi B telah didapatkan rata-rata laju korosi selama enam bulan untuk baja plat 0,1376 mpy, baja siku 0,2806 mpy, baja strip 2,906 mpy, baja segiempat 4,6617 mpy, baja tulangan 2,0653 mpy. Pada lokasi C juga didapatkan rata-rata laju korosi selama enam bulan untuk baja plat 0,0627 mpy, baja siku 0,0516 mpy, baja strip 3,196 mpy, baja segiempat 5,4177 mpy, baja tulangan 0,1848 mpy. Pada lokasi D telah didapatkan rata-rata laju korosi selama enam bulan untuk baja plat 0,0408 mpy, baja siku 0,0304 mpy, baja strip 2,991 mpy, baja segiempat 2,2604 mpy, baja tulangan 0,1220 mpy. Pada lokasi E telah didapatkan rata-rata laju korosi selama enam bulan untuk baja plat 0,0789 mpy, baja siku 0,0552 mpy, baja strip 3,091 mpy, baja segiempat 5,0901 mpy, baja tulangan 0,1710 mpy. Pada lokasi F telah didapatkan rata-rata laju korosi selama enam bulan untuk baja plat 0,0510 mpy, baja siku 0,0331 mpy, baja strip 3,798 mpy, baja segiempat 2,4682 mpy, baja tulangan 0,1132 mpy.

Sehingga dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa baja yang paling rentan terhadap serangan laju korosi adalah baja strip dan baja segiempat di lokasi C, hal ini bisa dipengaruhi oleh komposisi, proses pembuatan material dan lingkungan yang korosif di lokasi perkotaan akibat polusi yang terjadi. Dari hasil pengamatan yang dilakukan selama enam bulan pengukuran laju korosi dapat disimpulkan bahwa serangan laju korosi yang terjadi di enam titik lokasi tersebut masih dalam kategori yang sangat lambat untuk semua spesimen uji.

5.2 Saran

Beberapa hal yang harus dilakukan pada penelitian lanjutan nantinya dengan melakukan pengembangan beberapa hal yaitu :

1. Menggunakan alat pengukur cuaca MAWS (*Monitoring Automatic Weather Station*) untuk mengukur keadaan cuaca di setiap lokasi pengujian.
2. Data pengukuran laju korosifitas atmosferik sebaiknya dilakukan selama satu tahun untuk mendapatkan data korosi yang lebih akurat.
3. Lokasi penelitian sebaiknya dilakukan di lingkungan industri sebagai perbandingan antara laju korosi di daerah perkotaan dan industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, A. R., Fonna, S., & Huzni, S. (2019). Atmospheric Corrosion Analysis on Carbon Steel Low Profile Strip and Reinforcing steel in Industrial Area. *Prosiding SNTTM XVIII., RM17*.
- ASM International, 2003, *ASM Handbook, Volume 13A*, Corrosion: ASM International.
- ASTM G-1 – 03 *ASTM Standards*, 1999, Vol 03.02, Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens
- ASTM G 50 – 76 *ASTM Standards*, 1997, Vol 03.02, Standard Practice for Conducting Atmospheric Corrosion Tests Metals.
- Asdim, 2007. Penentuan Efisiensi Inhibisi Ekstrak Kulit Buah Manggis (*Garcinia Mangostana L*) Pada Reaksi Korosi Baja Dalam Larutan Asam. *Jurnal Gradien*. Universitas Bengkulu.
- Broomfield, J.P., 1997 “*Corrosion of Steel in Concrete – Understanding, Investigation and Repair*”, London, U.K., E&FN Spon.
- Castano, J. G., Botero, C. A., Restrepo, A. H., Agudelo, E. A., Correa, E., Echeverría, F., 2010, “*Atmospheric corrosion of carbon steel in Colombia*”, *Corrosion Science* 52: 216–223.
- Department of The Navy Naval Sea System Command, 2002. *Underwater Cutting and Underwater Welding Manual*. Washington: Direction of Commander.
- Djaprie S ., 1995, Ilmu dan Teknologi Bahan , ed. 5, hal. 483-510. Erlangga, Jakarta.
- Fontana, M. G., & Greene, N. D. (2018). *Corrosion engineering*. McGraw-hill.
- Kopeliovich, D. 2015. Pitting corrosion. *SubsTech Web Site*. Available online: <http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php>.
- Kuruvila, R., Kumaran, S. T., Khan, M. A., & Uthayakumar, M. 2018. A brief review on the erosion-corrosion behavior of engineering materials. *Corrosion Reviews*, 36(5), 435-447.
- Merola, C., Cheng, H. W., Schwenzfeier, K., Kristiansen, K., Chen, Y. J., Dobbs, H. A., ... & Valtiner, M. 2017. In situ nano-to microscopic imaging and growth mechanism of electrochemical dissolution (eg, corrosion) of a confined metal surface. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(36), 9541-9546.

- Roberge, P. R. (1999). Corrosion inhibitors. *Handbook of corrosion engineering*, 833-862.
- Schweitzer, philip A., 2007, “ *Fundamentals of Metallic Corrosion: Atmospheric and Media Corrosion of Metals*”, 2nd. Edition, CCRC Press Taylor and Francis Group.
- Sulistiono 2007. Korosi tingkatkan Biaya Perawatan (<https://www.its.ac.id/news/2007/06/21/korosi-tingkatkan-biaya-perawatan>)
- Uhlig, H.H., 1971, “*Corrosion and Corrosion Control an Introduction to Corrosion Science and Engineering*”, John Wiley and Sons Inc.
- Utomo, B. 2009. Jenis korosi dan penanggulangannya. *Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan*, 6 (2), 138-141.
- Varde, N., & Fogler, H. S. (1992). Elements Of Chemical Reaction Engineering. In *Chemical Engineering Education* (Vol. 35)
- Wibowo, A. (2016). Analisis sifat korosi galvanik berbagai plat logam di laboratorium metalurgi politeknik negeri batam. *Jurnal Integrasi*, 8(2), 144-147.
- Furqan, Muhammad. 2013 <http://m10mechanicalengineering.blogspot.com/2013/11/macam-macam-bentuk-korosi.html> di Akses tanggal 15 Oktober 2020 pukul 00.10 Wib.
- Kirk-Othmer. 1965. *Encyclopedia of Chemical Technology*. 1(5th Edition). Retrieved from [http:// books.google.com.br/books? id=ziawsTEKsYEC](http://books.google.com.br/books?id=ziawsTEKsYEC).

LAMPIRAN



Foto persiapan rak pengujian



Foto pemotongan spesimen uji



Foto peletakan spesimen awal



Foto pengambilan spesimen uji



Foto pembersihan spesimen uji



Foto penimbangan berat spesimen setelah di ekspos

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Analisis Laju Korosi Atmosferik Baja Konstruksi Di Kabupaten Batu Bara

Nama : Muhammad Ibnu Manda
NPM : 1507230250

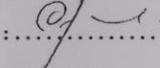
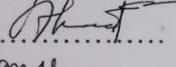
Dosen Pembimbing 1 : Affandi, S.T., M.T
Dosen Pembimbing 2 : Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T

No	Hari Tanggal	Kegiatan	Paraf
1	Kamis / 6-1-2022	Perbaiki format tulisan	JA
2	Selasa / 11-1-2022	Perbaiki ruang lingkup, rumusan masalah dan tujuan	JA
3	Kamis / 19-1-2022	Lengkapi Bab 2 dan Bab 3.	JA
4	Kamis / 20-1-2022	Lanjut ke Bab 4.	JA
5	Senin / 7-2-2022	Perbaiki hasil dan Pembahasan	JA
6	Selasa / 15-2-2022	Lengkapi dan Perbaiki analisis data	JA
7	Rabu / 23-2-2022	Perbaiki daftar Pustaka	JA
		Acc Semua	JA

sabtu 16-4-2022 : Persiapan Sidang PA.

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2021 – 2022**

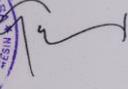
Peserta seminar
 Nama : Muhammad Ibnu Manda
 NPM : 1507230250
 Judul Tugas Akhir : Analisis Laju Korosi Atmosferik Baja Kontruksi Di Kabupaten Batubara

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN	
Pembimbing – I	: Afandi ST MT	:	
Pembimbing – II	: Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT	:	
Pemanding – I	: M. Yani, ST, MT	:	
Pemanding – II	: H. Muharnif, ST, M.Sc	:	
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1507230250	MUHAMMAD IBNU MANDA	
2	1707230110	RENALDO	
3	1707230005	HAFIZ AZIZUL HAQUE	
4	1807230060	M. ZUL FAUZI KATAM	
5	1807230161	fathan affrianda	
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 09 Sya'ban 1443 H
12 Maret 2022 M

Ketua Prodi. T. Mesin




Chandra A Siregar, ST, MT

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

Nama : Muhammad Ibnu Manda
NPM : 1507230250
Judul Tugas Akhir : Analisis Laju Korosi Atmosferik Baja Kontruksi Di Kabupaten Batubara

Dosen Pembanding – I : M. Yani, ST, MT
Dosen Pembanding – II : H. Muharnif, ST, M.Sc
Dosen Pembimbing – I : Afandi ST. MT
Dosen Pembimbing – II : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT

KEPUTUSAN

- Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

*tidak pada draft seperti yang harus
diteliti*

- Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

Medan, 09 Sya'ban 1443 H
12 Maret 2022 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- I



[Signature]
Muhammad A Siregar, ST, MT

[Signature]

M. Yani, ST, MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Muhammad Ibnu Manda
NPM : 1507230250
Judul Tugas Akhir : Analisis Laju Korosi Atmosferik Baja Kontruksi Di Kabupaten Batubara

Dosen Pembanding – I : M. Yani, ST, MT
Dosen Pembanding – II : H. Muharnif, ST, M.Sc
Dosen Pembimbing – I : Afandi ST. MT
Dosen Pembimbing – II : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
3 Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

.....
Lihat buku eksp.s.
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....

Medan 09 Sya'ban 1443 H
12 Maret 2022 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin



Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- II

H. Muharnif, ST, M.Sc



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

FAKULTAS TEKNIK

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/III/2019

Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003

<http://fatek.umsu.ac.id>

fatek@umsu.ac.id

[umsumedan](#)

[umsumedan](#)

[umsumedan](#)

[umsumedan](#)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 273/IL3AU/UMSU-07/F/2022

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 17 Februari 2022 dengan ini Menetapkan :

Nama : MUHAMMAD IBNU MANDA
Npm : 1507230250
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : XII (TIGA BELAS)
Judul Tugas Akhir : ANALISIS KOROSI ATMOSFERIK BAJA KONTRUKSI DI KABUPATEN BATUBARA

Pembimbing -I : AFFANDI, ST, MT
Pembimbing -II : AHMA'D MARABDI SIREGAR, ST, MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.

Medan, 16 Rajab 1443 H

17 Februari 2022 M



Dekan

Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT

NIDN: 0101017202



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama : Muhammad Ibnu Manda
NPM : 1507230250
Tempat/Tanggal Lahir : Indrapura / 29 Oktober 1997
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Status Perkawinan : Belum kawin
Alamat : Gg. Perjuangan Lingkungan V Indrapura
 Kecamatan : Air Putih
 Kabupaten : Batu Bara
 Provinsi : Sumatera Utara
Nomor Hp : 0822-4861-3830
E-mail : mandaibnu0@gmail.com
Nama Orang Tua
 Ayah : Suratman Sarji
 Ibu : Safrida Yani

PENDIDIKAN FORMAL

2003-2009 : SD Al-Wasliyah Indrapura
2009-2012 : MTS Al-Wasliyah Tanjung Kubah
2012-2015 : SMK Swasta Budi Dharma Tanah Merah
2015-2022 : S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara