

BAB IV
UJI PEFORMANCE DAN VALIDASI
ALAT UJI KOROSI PERENDAMAN

Dalam bab ini akan dibahas mengenai peformance dan validasi dari alat uji korosi perendaman yang telah dibuat, dengan menguji foto makro, struktur mikro, dan mencari laju korosi dari baja HQ 7210 akan diketahui hasil dari performace alat uji korosi tersebut.

4.1. Alat dan Bahan

4.1.1. Alat Penelitian

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

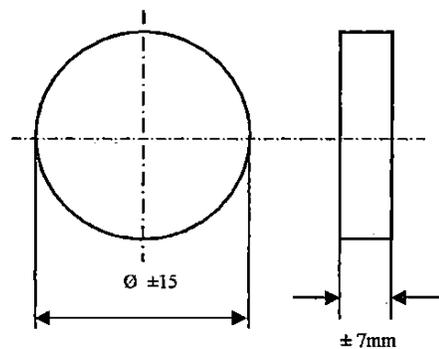
1. Mesin bubut
Tempat : Laboratorium Produksi Teknik Mesin UMY
2. Jangka sorong
3. Gergaji besi
4. Mesin pengamplas
Tempat : Laboratorium Material Teknik Mesin UMY
5. Kertas amplas dengan ukuran mesh 220, 400, 600, 800, 1000, 1200 dan 1500
6. Mikroskop Cahaya (Optilab)
Tempat : Laboratorium Material Teknik Mesin UMY
7. Alat uji korosi perendaman (hasil perancangan dan pembuatan)
Tempat : Laboratorium Material Teknik Mesin UMY
8. Timbangan Digital
9. Termometer Digital (temperatur 45 °C sampai 200 °C dengan Display digital dan tingkat ketelitian 0,1)
10. Kamera Digital
11. Gelas Uji

12. *Magnetik stirrer bar* (tipe magnet silinder dengan : panjang 40 mm dan diameter 5 mm).

4.1.2. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

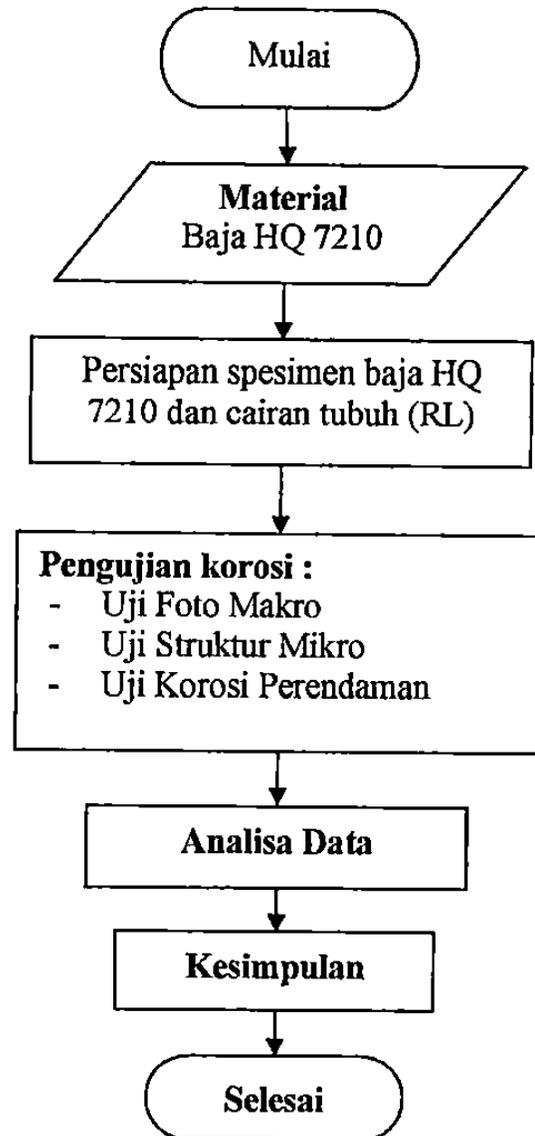
1. Spesimen baja HQ 7210, dengan dimensi spesimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah : Tebal ± 7 mm dan diameter ± 15 mm



Gambar 4.1. Dimensi spesimen penelitian

2. Cairan Tubuh *Ringer's laktat* (RL)
3. Tali
4. Kertas tisu
5. Kain lap bersih
6. Autosol
7. Air bersih
5. Larutan $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$

4.2. Diagram Alir Penelitian



Gambar 4.2. Diagram alir penelitian

4.3. Material Uji

Material atau spesimen yang digunakan dalam percobaan ini adalah baja HQ 7210 dengan komposisi sebagai berikut :

Tabel 4.1. Komposisi Baja HQ7210 (PT.TIRA AUSTENITE tbk)

No	C	Si	Mn	Cr	Ni
1	0.14 - 0.19	0.20 - 0.30	0.40 - 0.60	1.40 - 1.70	1.40 - 1.70

4.4. Persiapan Dan Pembuatan Spesimen

Proses pembuatan spesimen dimulai dengan pembubutan baja HQ 7210 yang berbentuk silinder berukuran besar menjadi spesimen yang berbentuk silinder berdiameter ± 15 mm dengan ketebalan ± 7 mm menggunakan mesin bubut, kemudian dilanjutkan dengan proses pemolesan permukaan spesimen tersebut.

Langkah-langkah pembuatan dan pengolahan spesimen adalah sebagai berikut :

1. Proses pembubutan material baja HQ 7210 menggunakan mesin pemotong logam (mesin bubut) berbentuk silinder dengan diameter = ± 15 mm dan tebal = ± 7 mm.
2. Menghaluskan seluruh permukaan spesimen tersebut dengan cara menggosokkan di atas mesin pengamplas yang telah dipasang kertas amplas. Untuk permulaan menggunakan kertas amplas dengan ukuran mesh 240 sambil didinginkan dengan air dengan cara meneteskannya saat dilakukan pemolesan. Kemudian dengan langkah yang sama secara berurutan diganti dengan kertas amplas yang lebih halus dengan ukuran mesh 400, 600, 800, 1000 dan yang terakhir paling halus yaitu ukuran mesh 1500.
3. Untuk mendapatkan spesimen yang halus, rata dan mengkilap, spesimen harus digosok menggunakan autosol.

4.5. Persiapan Cairan Tubuh *Ringer's Laktat (RL)*

Pendekatan cairan tubuh dilakukan dengan menggunakan larutan tubuh atau cairan infus (RL) produksi PT Otsuka, dengan 500 mL larutan mengandung :

<i>Calcium Chloride</i> 2H ₂ O	= 0,10 g	<i>Sodium Lactate</i>	= 1,55 g
<i>Potassium Chloride</i>	= 0,15 g	<i>Water For injection</i>	= 500 mL
<i>Sodium Chloride</i>	= 3,00 g		
<i>Sodium</i>	= 130 mEq/L	<i>Chloride</i>	= 108,7 mEq/L
<i>Potasium</i>	= 4 mEq/L	<i>Lactate</i>	= 28 mEq/L
<i>Calcium</i>	= 2,7 mEq/L	<i>Osmolarity</i>	= 273 mOsm/L

Pengujian dilakukan pada pendekatan tingkat keasaman darah dalam tubuh manusia (pH 7,4) dan temperatur kurang lebih 37 °C.

4.6. Pengujian struktur mikro

Dalam pengujian struktur mikro, kualitas, dan mutu bahan ditentukan dengan mengamati struktur di bawah mikroskop, disamping itu pula dapat mengamati cacat dan bagian yang tidak teratur. Mikroskop yang digunakan adalah mikroskop cahaya. Dalam hal tertentu dipakai alat khusus yaitu mikroskop pirometri untuk mengamati perubahan-perubahan yang disebabkan oleh perubahan temperatur atau juga dapat dipakai penganalisa mikro untuk menganalisa kotoran kecil dalam struktur. Dengan pertolongan mikroskop dapat diteliti permukaan logam yang telah dipoles. Selain deformasi permukaan dapat diperiksa juga susunan dari logam tersebut (ferit dan perlit) dan untuk mengetahui ketebalan lapisan dalam bentuk foto spesimen yang diuji.

Pengujian struktur mikro dilakukan menggunakan alat uji dengan jenis Mikroskop cahaya di Laboratorium Material Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dengan perbesaran maksimal 250X.

Spesifikasi alat uji metalografi (Struktur mikro) :

- Nama alat uji : Optilab
- Tipe : Axiolab Pol (0.5)
- Resolusi : 5 Mega pixles

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian struktur mikro adalah sebagai berikut :

1. Meyiapkan spesimen yang akan di uji (baja HQ 7210).
2. Spesimen yang sudah siap, diampas dan dipoles.
3. Spesimen dietsa dengan larutan $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$, kemudian dikeringkan.
4. Menyiapkan mikroskop optik dan perlengkapannya yang telah dilengkapi dengan kamera dan dihubungkan dengan komputer atau laptop.
5. Menghidupkan tombol *power* pada mikroskop.
6. Meletakkan spesimen pada meja uji dan tekan tombol *power* pada mikroskop.

7. Mengatur fokus sampai kelihatan permukaan yang paling jelas, kemudian lakukan langkah pemotretan dengan memfokuskan tepat pada spesimen uji melalui *Optilab*, dalam pengujian ini digunakan pembesaran 50X.
8. Setelah pemotretan selesai dilakukan, *Photo Scan* dapat dilihat hasilnya dalam bentuk gambar.

4.7. Pengujian Korosi

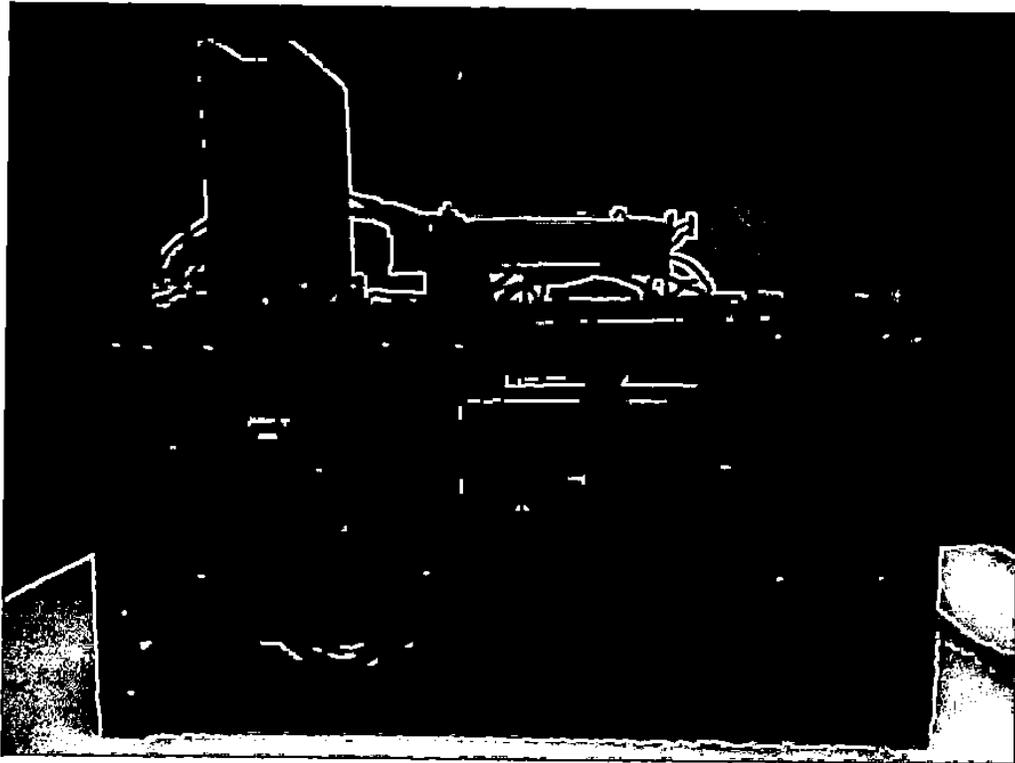
Ada beberapa cara pengujian laju korosi yang dapat ditemui di lapangan. Salah satunya adalah uji korosi perendaman. Pengujian korosi dilakukan dengan menggunakan alat uji korosi perendaman dari hasil tugas akhir perancangan dan pembuatan alat uji korosi perendaman yang telah dibuat.

Prosedur untuk pengujian korosi ini adalah sebagai berikut :

1. Persiapan spesimen (baja HQ 7210)
2. Penyiapan larutan cairan tubuh *Ringer's laktat* (RL)
3. Pemasangan spesimen, spesimen digantung menggunakan tali pada gelas uji
4. Menyalakan motor pengaduk cairan
5. Menyalakan pemanas (*heater*) pada alat uji korosi
6. Menyalakan kipas pendingin motor pengaduk cairan dan kipas pendingin pemanas (*heater*) pada alat uji korosi
7. Penyetelan temperetur pemanas dan pengaduk cairan pada alat uji korosi perendaman.

Spesifikasi alat uji korosi perendaman :

Nama : Alat Uji Korosi Perendaman
Tegangan : 220 Volt
Arus : 0.75 Amper



Gambar 4.3. Gambar alat uji korosi perendaman

8. Hasil dari pengujian korosi ini berupa reduksi berat pada spesimen.

Pada pengujian ini, akan diukur laju korosi spesimen yang dicelupkan kedalam larutan dengan media larutan korosi yaitu cairan tubuh (RL). Dengan menghitung reduksi berat pada spesimen maka :

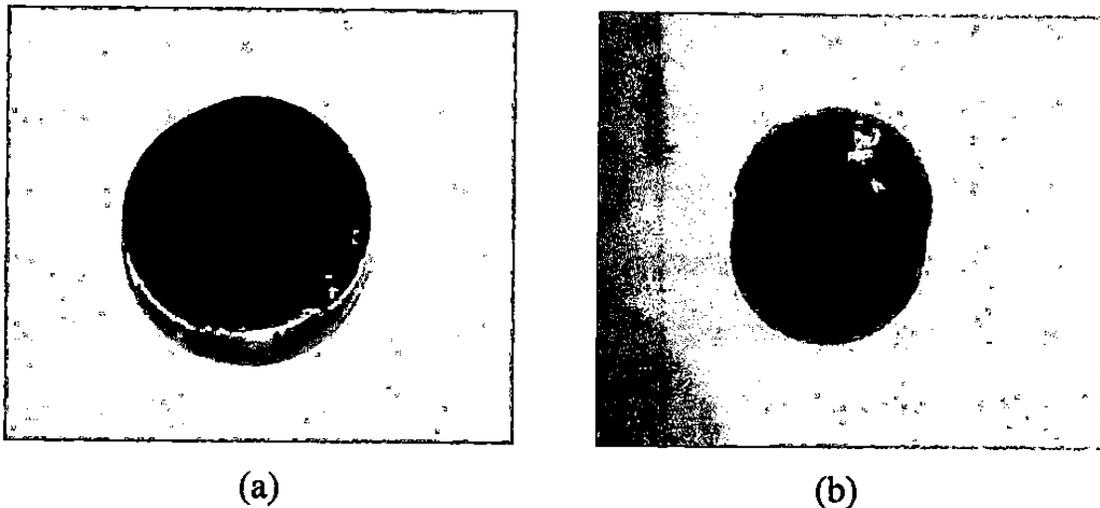
Perhitungan laju korosi dari I_{corr} dalam pengujian immerse dihitung dengan cara sebagai berikut (ASTM vol 03.02.G02). Dari nilai weight loss, dapat dihitung nilai *corrosion rates* dengan menggunakan rumus:

$$\text{penetrasi} = \frac{(\text{massa loss in mg})(C \text{ factor})}{(\text{area in mm}^2)(\text{density g/cm}^3)} \dots\dots\dots 4.2$$

Nilai C = 1 untuk mm dan 0.061 untuk mils

4.8. Hasil Foto Makro

Pengujian foto makro ini dilakukan untuk memperoleh perbandingan secara visual dari spesimen sebelum dan sesudah diuji. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4 berikut ini.



Gambar 4.4 Foto makro spesimen, sebelum diuji (a), setelah diuji (b)

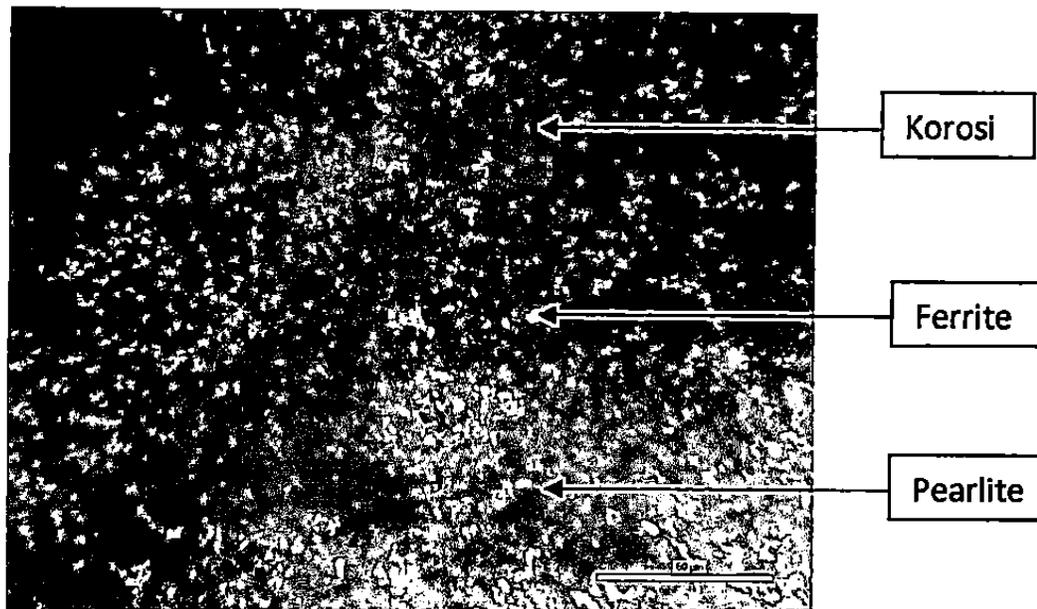
Pada spesimen sebelum dilakukan uji korosi permukaannya terlihat mengkilap dan bersih (Gambar 4.4.a). Setelah diuji, spesimen terlihat kotor dan goresan-goresan pada permukaannya tampak lebih jelas karena proses korosi akibat pengerjaan specimen, yaitu pada saat dilakukan pengampelasan dimana arah pengampelasan yang dilakukan secara tidak beraturan (Gambar 4.4.b). Pada permukaan spesimen juga tampak warna gelap, hal ini kemungkinan disebabkan oleh proses korosi yang telah terjadi dipermukaan spesimen.

4.9. Hasil Uji Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro ini bertujuan untuk mendapatkan foto-foto struktur mikro material (*micro structure material*). Pada pengujian ini spesimen diambil satu daerah pemotretan, contohnya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.5. Foto struktur mikro spesimen.

Dalam penelitian ini pengambilan foto-foto struktur mikro untuk specimen dilakukan dengan pembesaran 50X dengan skala $\times 10 \mu\text{m}$ pada saat proses

pengambilan gambar. Pemotretan ini dilakukan di Laboratorium Material Teknik Teknik Mesin UMY, menggunakan alat optik dengan jenis mikroskop cahaya.

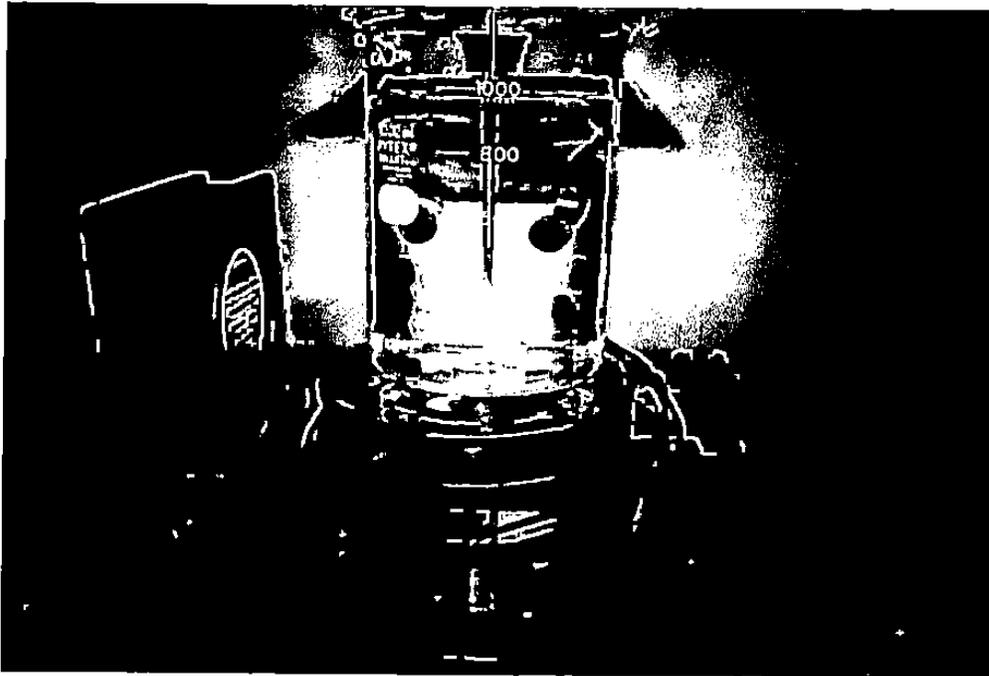


Gambar 4.5. Foto struktur mikro spesimen setelah dilakukan pengujian korosi perendaman dengan pembesaran $50\times$, skala $\times 10 \mu\text{m}$.

Gambar 4.5. menunjukkan struktur mikro material dasar dari baja HQ 7210, dimana struktur mikro dari baja ini tersusun dari fasa ferrite dan pearlite (fasa ferrite berwarna terang dan fasa pearlite berwarna gelap). Ferrite mempunyai sel satuan bcc (*body centered cubic*) yang menunjukkan titik mulur yang jelas dan menjadi getas pada suhu rendah. Sedangkan pearlite, mempunyai sifat yang tangguh dan kuat, akan tetapi mudah terserang korosi. Pada Gambar 4.5. juga dapat dilihat adanya daerah terkorosi yaitu daerah-daerah yang berwarna kecoklatan.

4.10. Hasil Uji Korosi

Pengujian korosi baja HQ 7210 dilakukan pada medium larutan cairan tubuh *Ringer's laktat* (RL) menggunakan alat uji korosi perendaman. Spesimen yang digunakan dalam pengujian korosi ini berjumlah 4 spesimen yang bertujuan untuk mencari nilai rata-rata laju korosi pada baja HQ 7210. Pada Gambar 4.6 tampak proses pengujian korosi perendaman yang dilakukan dalam larutan cairan tubuh (RL) pada temperatur 37°C dan diaduk oleh *magnetic stirrer bar* dengan



Gambar 4.6. Pengujian Korosi Perendaman

Tabel 4.2 Tabel hasil pengambilan data spesimen A,B,C, dan D

- Pengujian Minggu Pertama

No	Spesimen	Waktu (hari)	Massa ₀ (g)	Dimensi		Massa ₁ (g)	Dimensi	
				D ₀ (mm)	t ₀ (mm)		D ₁ (mm)	t ₁ (mm)
1	A	7	9,53	14,77	7,23	9,47	14,75	7,21
2	B	7	9,09	14,41	7,19	9,04	14,41	7,17
3	C	7	8,90	14,77	6,77	8,84	14,75	6,76
4	D	7	8,87	14,76	6,82	8,83	14,76	6,82

- Pengujian Minggu Kedua

No	Spesimen	Waktu (hari)	Massa ₁ (g)	Dimensi		Massa ₂ (g)	Dimensi	
				D ₁ (mm)	t ₁ (mm)		D ₂ (mm)	t ₂ (mm)
1	A	7	9,47	14,75	7,21	9,44	14,75	7,20
2	B	7	9,04	14,41	7,17	9,00	14,40	7,15
3	C	7	8,84	14,75	6,76	8,81	14,60	6,75
4	D	7	8,83	14,76	6,82	8,79	14,65	6,80

Pada pengujian ini spesimen dicelupkan dalam gelas uji yang berisi larutan cairan tubuh *Ringer's laktat* (RL) yang bekerja pada temperatur 37 °C dengan lama pencelupan selama 14 hari dan pengambilan data setiap 7 hari reduksi berat.

Dari nilai weight loss pada Tabel 4.2 (Tabel hasil pengambilan data spesimen (A,B,C, dan D) dapat dihitung nilai *corrosion rates* dari keempat spesimen dengan menggunakan persamaan (4.2) dan (4.3) :

- Laju Korosi Baja HQ 7210 untuk specimen (A)

$$\begin{aligned} \text{Penetrasi} &= \frac{(\text{massa loss in mg})(C\text{factor})}{(\text{area in mm}^2)(\text{density g/cm}^3)} \\ &= \frac{(0,06 \times 1000 \text{ mg})(1)}{\left(2\pi\left(\frac{1}{2}D\right)^2 + (\pi Dt)\right) \left(\frac{\text{massa}_0}{\text{volume}}\right)} \\ &= \frac{60 \text{ mg} \times 1}{\left(\left(2\pi \times \left(\frac{1}{2}14,77\right)^2\right) + (\pi \times 14,77 \times 7,23)\right) \times \frac{9,53}{\left(\pi\left(\frac{1}{2}14,77\right)^2 \times 7,23\right) \times 1000}} \\ &= 0,68 \text{ mm/mils} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Apparent Corrosion Rate} &= \frac{(\text{Penetration in mm/mils})365}{\text{time in day}} \\ &= \frac{(0,68 \text{ mm/mils}) \times 365}{7} \\ &= 35,57 \text{ mpy} \end{aligned}$$

Jika laju korosinya dinyatakan dalam mm/tahun :

- 1 mpy = 0,001 inch
- 1 inch = 2,54 cm
- 1 cm = 10 mm

Maka laju korosinya adalah :

$$\begin{aligned} &= \frac{(35,57).(2,54).(10)}{1000} \\ &= 0,90 \text{ mm/tahun} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan laju korosi keempat spesimen, didapat nilai rata-rata laju korosi baja HQ 7210 pada pengujian minggu pertama dan minggu kedua, dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut ini

Tabel 4.3 Tabel Laju Korosi Baja HQ 7210

spesimen	Laju Korosi Pengujian I		Laju Korosi Pengujian II	
	mpy	mmpy	mpy	mmpy
A	35,57	0,90	17,81	0,45
B	31,05	0,79	24,86	0,63
C	36,63	0,93	18,30	0,47
D	24,10	0,61	24,05	0,61
Rata-rata	31,84	0,81	21,26	0,54
SD	5,70	0,14	3,72	0,09

4.11. Hasil Perancangan dan Pembuatan Alat Uji Korosi Perendaman

Setelah melewati proses perancangan dan pembuatan alat uji korosi ini, uji peformance dan validasi didapat alat uji korosi dengan temperatur pemanas (*heater*) dan putaran motor pengaduk dapat dioperasikan bervariasi sesuai kebutuhan. Metode yang digunakan untuk menguji percepatan laju korosi logam tersebut yaitu dengan metode pengurangan berat yang dikarenakan faktor perendaman pada suatu cairan dengan sifat-sifat dan perendaman pada jangka waktu tertentu.

Dari data hasil penghitungan laju korosi pada baja HQ 7210, didapat nilai rata-rata laju korosi baja HQ 7210 pada pengujian minggu pertama sebesar 31,84 mpy dan pengujian minggu kedua sebesar 21,26 mpy. berdasarkan hasil nilai pengujian korosi tersebut, maka baja HQ 7210 tergolong baja yang dianggap memadai karena laju korosinya berkisar 5-50 mpy. Bila bagian-bagian peralatan dibuat dari logam ini diperbolehkan menanggung laju korosi yang lebih tinggi.

Bagian-bagian tersebut misalnya : pipa, tangki, dan lain lain