

SIDANG TUGAS AKHIR

PENGARUH WAKTU CELUP TERHADAP SIFAT ADHESIVE, KETEBALAN DAN KETAHANAN KOROSI LAPISAN PADA BAJA API 5L GRADE B DENGAN METODE HOT DIP GALFAN (Zn-5%Al)

Ibrahim 2712 100 102

Dosen Pembimbing:

Dr. Agung Purniawan, S.T., M. Eng
Wikan Jatimurti, S.T., M. Sc



PENDAHULUAN.



SIDANG TUGAS AKHIR

Latar Belakang



Kerugian akibat korosi yang terjadi di dunia mencapai miliaran dolar untuk setiap tahunnya. (Schweitzer, 2007)

Rumusan Masalah

1

Bagaimana pengaruh waktu celup terhadap ketebalan lapisan?

2

Bagaimana pengaruh waktu celup terhadap sifat adhesive lapisan?

3

Bagaimana pengaruh waktu celup terhadap ketahanan korosi lapisan?

Tujuan Penelitian

- Menganalisis pengaruh waktu celup terhadap ketebalan lapisan**

- Menganalisis pengaruh waktu celup terhadap sifat adhesive lapisan**

- Menganalisis pengaruh waktu celup terhadap ketahanan korosi lapisan**

LANDASAN TEORI.



SIDANG TUGAS AKHIR

□ Definisi:

Hot dipping adalah proses tertua dan terpopuler. Dalam proses ***hot dipping***, logam dasar dilapisi dengan mencelupkannya ke dalam wadah logam cair. Logam korban, kecuali mangan, cocok untuk pelapisan logam dengan metode ***hot dipping***.

(Schweitzer, 2006)

□ Faktor yang mempengaruhi kualitas lapisan:

- Memiliki nilai kerekatan yang tinggi
 - Diskontinuitas minimum pada pelapisan (porositas)
 - Ketahanan terhadap aliran electron yang tinggi
 - Ketebalan yang cukup
 - Laju difusi ion seperti Cl^- dan H_2O yang rendah
-

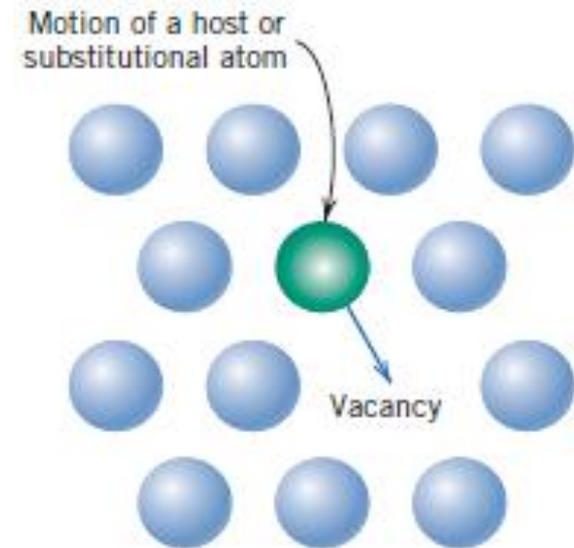
(Ahmad, 2006)

LANDASAN TEORI

□ Difusi

Difusi adalah perpindahan material melalui pergerakan atom yang disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu:

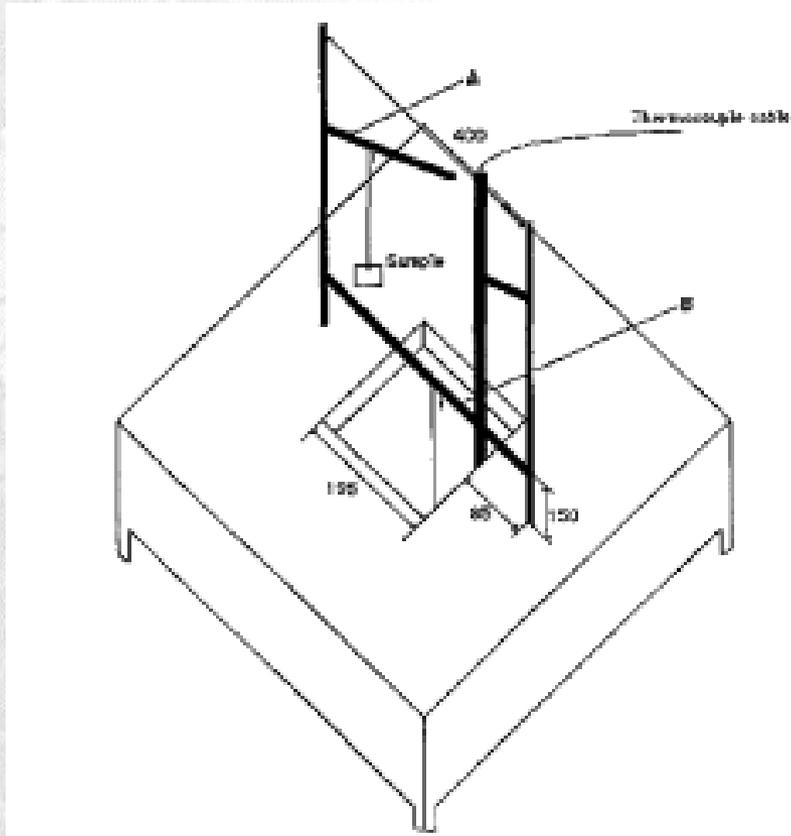
- Gradien konsentrasi
- Energi untuk distorsi *lattice*
- Diskontinuitas
- Jari-jari atom



(Callister, 2010)

LANDASAN TEORI

Skema Proses *immersing* pada hot dip coating



(Rocha, 1991)

Penelitian Sebelumnya

Chen, dkk
1992

Studi pembentukan fasa intermetallic pada baja karbon rendah dengan metode hot dip Zn-5%Al. Pengintian fasa intermetallic membutuhkan waktu lebih dari 32 detik, dan pertumbuhan inti fasa membutuhkan waktu yang cukup. Fe_2Al_5

Chung,
dkk 2002

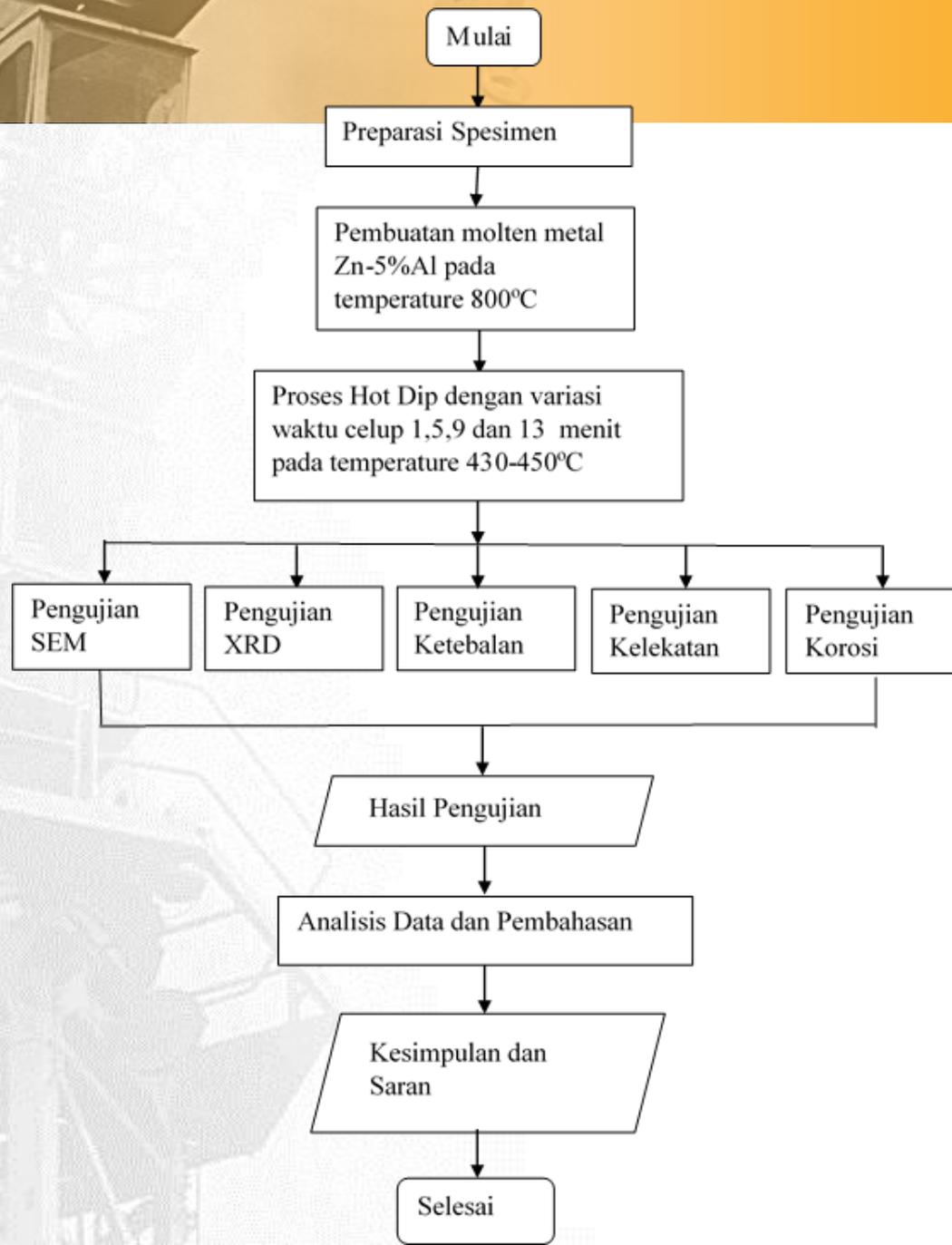
Studi ketahanan korosi lapisan Zn-5%Al dalam lingkungan klorida (3% NaCl). Zn-5%Al, yaitu $ZnO \cdot Al_2O_3$; $ZnO \cdot Al_2O_3 / ZnAl$ alloy; $FeAl_3 / ZnAl$ alloy; $Fe_3Al / ZnAl$ alloy; $FeAl_3Zn_{0.4} / ZnAl$ alloy; $FeAl_3Zn_{0.4}$. Ketahanan korosi yang paling baik dimiliki oleh larutan padat Fe/Al dan fasa $FeAl_3Zn_{0.4}$.

METODOLOGI PENELITIAN.



MATERIAL & METALURGI

SIDANG TUGAS AKHIR



Bahan Penelitian



❑ Ingot Zinc

Digunakan sebagai material pelapis yang akan dipadukan dengan 5% Alumunium. Kemurnian ingot >99%



❑ Logam Alumunium

Digunakan sebagai material pelapis yang akan dipadukan dengan 95% seng.



❑ Baja API 5L

Digunakan sebagai material yang dilapisi dengan Zn-5%Al dengan metode hot dip

Alat Penelitian



❑ Furnace

Digunakan untuk melebur Zn-5%Al alloy pada temperature 800 dan 450 derajat celcius



❑ Dry Film Thickness

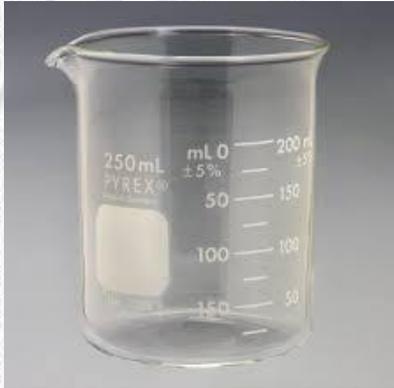
Digunakan untuk mengukur ketebalan dari lapisan coating



❑ Adhesive Tester

Digunakan untuk mengukur sifat adhesive antara lapisan coating dengan substrat spesimen

Alat Penelitian



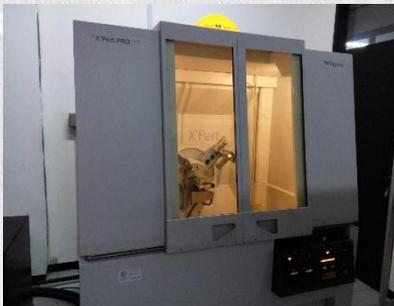
❑ Baker Glass

Digunakan untuk menguji ketahanan korosi dari lapisan yang sudah terbentuk pada permukaan baja.



❑ SEM dan EDS

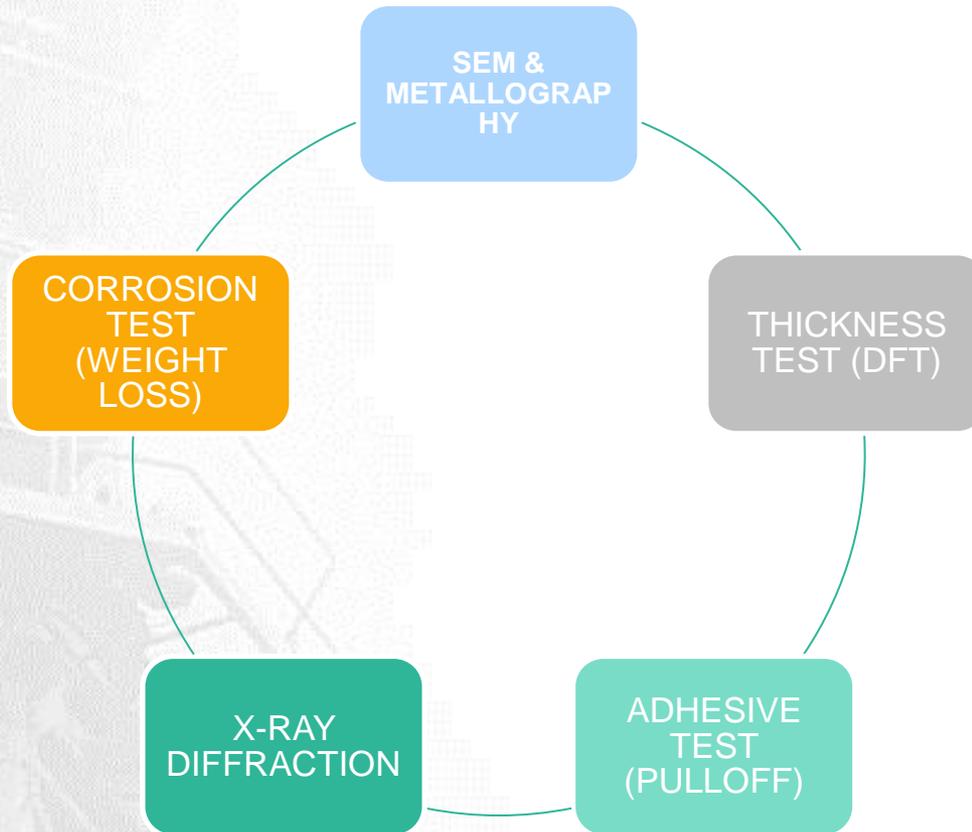
Digunakan untuk mencari komposisi kimia material pelapis dan untuk mengetahui morfologi permukaan lapisan dan interface lapisan dengan substrat baja.



❑ XRD

Digunakan untuk mencari senyawa hasil proses lapisan dan senyawa produk korosi yang terbentuk.

❖ PENGUJIAN



HASIL DAN PEMBAHASAN



MATERIAL & METALURGI

SIDANG TUGAS AKHIR

HASIL DAN PEMBAHASAN

❖ Pengujian Makro



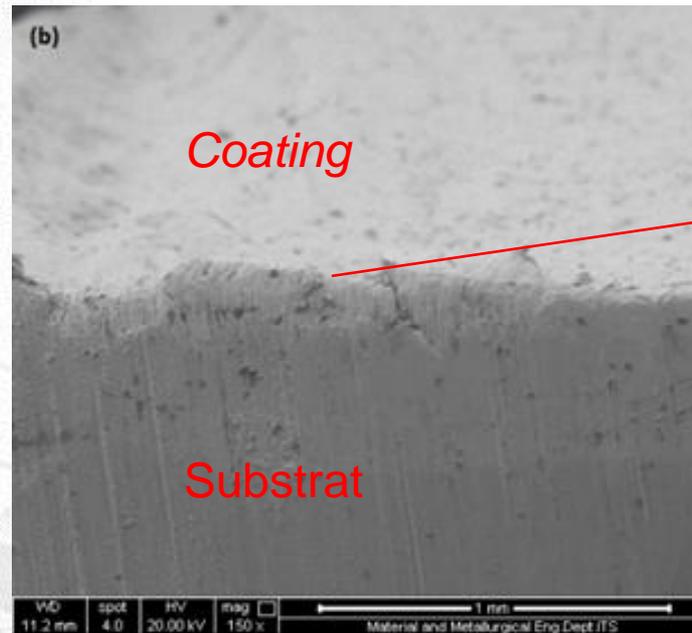
(a) Sebelum Aplikasi Coating



(b) Setelah Aplikasi Coating

HASIL DAN PEMBAHASAN

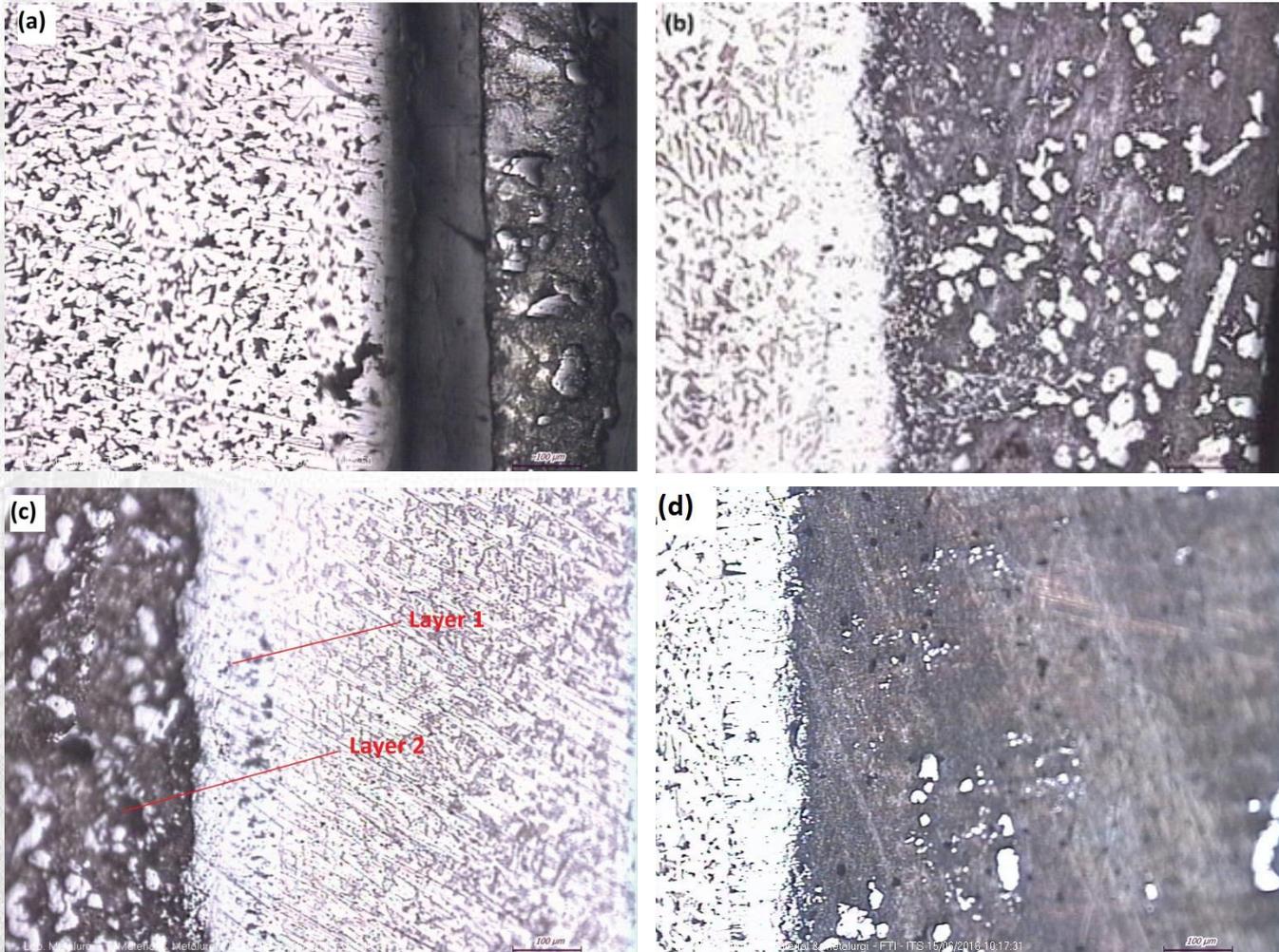
❖ Penguujian Mikro



→ Interface
Substrat dengan
coating

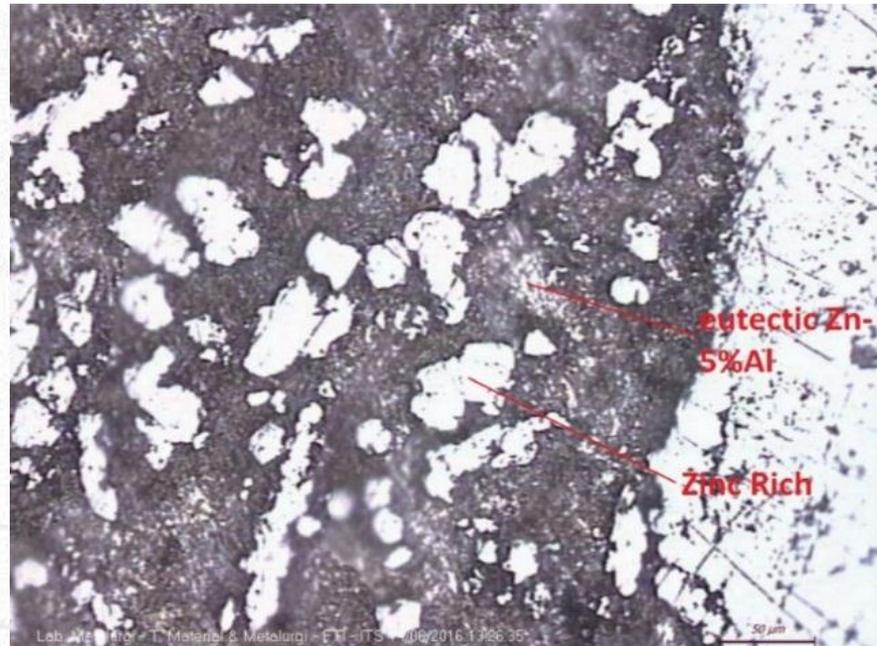
Hasil Uji SEM Perbesaran 150x

HASIL DAN PEMBAHASAN



Hasil Metallography dengan Perbesaran 10x

HASIL DAN PEMBAHASAN

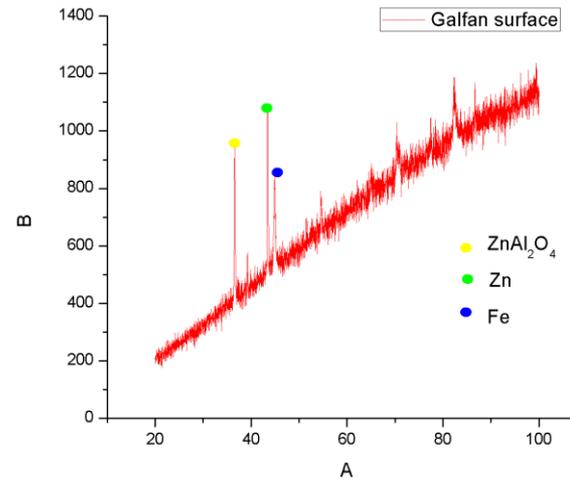
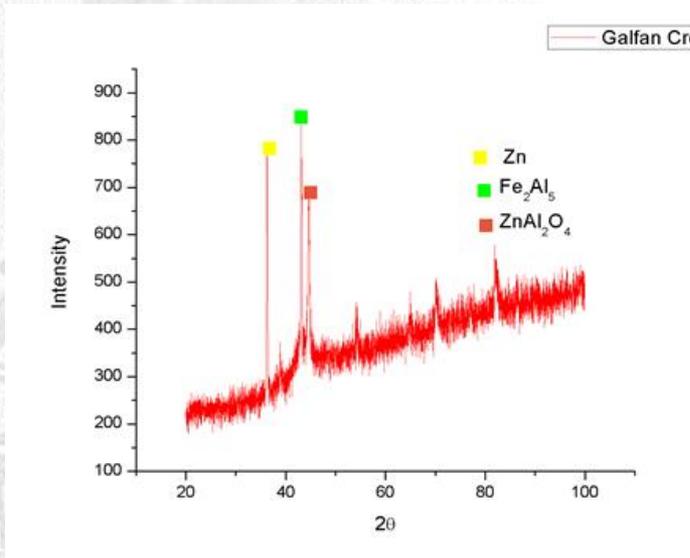


Struktur Mikro Galvan Coating

Proses pembentukan fasa diawali dengan pengintian (nucleation) dan dilanjutkan dengan pertumbuhan (growth) dari inti sehingga membentuk butir (grain).

HASIL DAN PEMBAHASAN

❖ Pengujian X-Ray Diffraction



$$D = \frac{0,9 \lambda}{B \cos \theta}$$

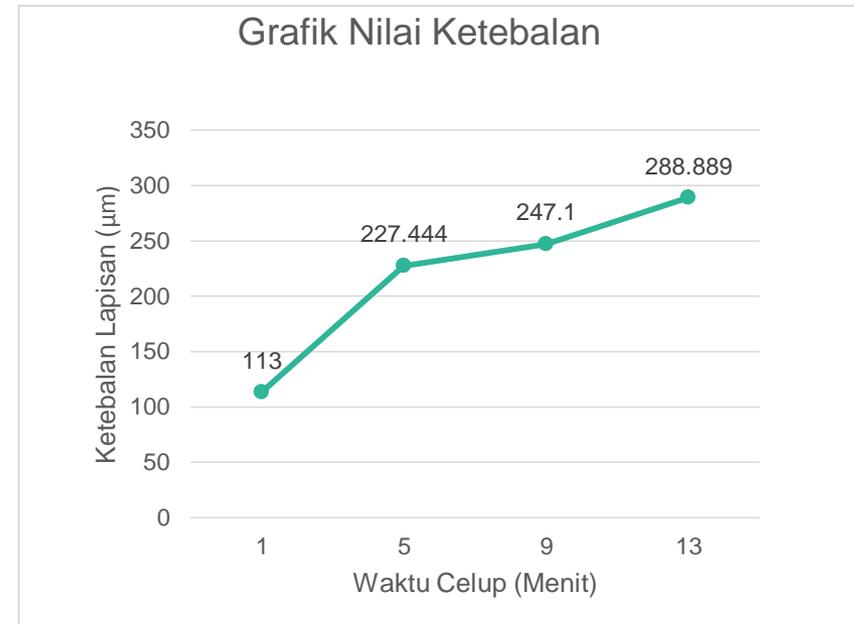
Fasa	d (Å)	
	Lapisan Galfan Surface	Lapisan Galfan cross section
Fe	5.351971	-
$ZnAl_2O_4$	14.98443	4.896938
Zn	5.351971	9.790625
Fe_2Al_5	-	4.896938

Senyawa yang terbentuk pada layer 1 (*surface*) adalah $ZnO \cdot Al_2O_3$ ($ZnAl_2O_4$) dan senyawa intermetallic dari galfan dengan substrat adalah Fe_2Al_5 .

HASIL DAN PEMBAHASAN

❖ Pengujian Ketebalan

Waktu Celup (Menit)	Titik 1 (μm)	Titik 2 (μm)	Titik 3 (μm)	Rata-rata (μm)	Rata-rata Akhir (μm)
1	102	125	133	120	113
	107	120	139	122	
	133	158	59.5	97	
5	158	211	175	181,3	227,4
	283	230	330	281	
	178	314	168	220	
9	255	231	330	272	247,1
	261	262	261	261,3	
	259	190	175	208	
13	332	374	227	311	288,9
	226	259	237	240,6	
	307	358	280	315	



Berdasarkan data nilai ketebalan yang sudah diperoleh pada Grafik nilai ketebalan, maka dapat disimpulkan bahwa kenaikan nilai ketebalan dipengaruhi oleh lama waktu pencelupan yang diberikan, dimana waktu celup yang menghasilkan ketebalan yang paling optimum adalah 13 menit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

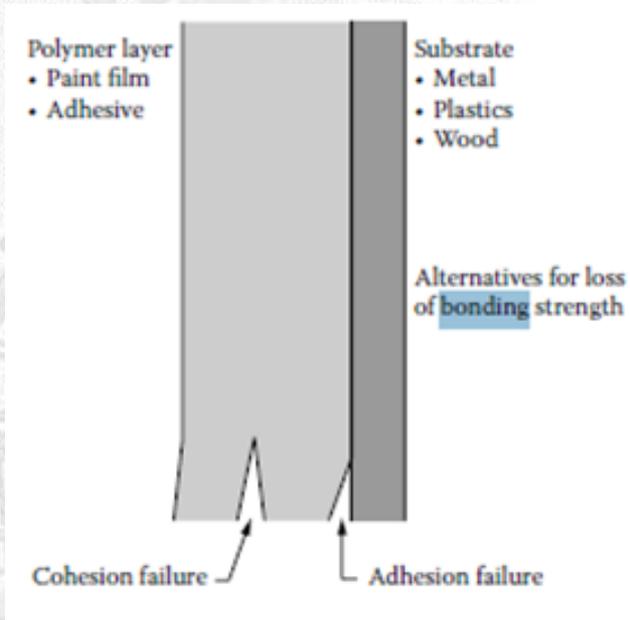
❖ Pengujian Adhesiv

Waktu Celup (Menit)	Kekuatan Adhesiv (Mpa)	Kekuatan Adhesiv Rata-rata (Mpa)
1	6,19	4,863
	3,25	
	5,15	
5	6,53	6,817
	7,57	
	6,35	
9	6,95	6,843
	6,95	
	6,63	
13	8,14	8,05
	9,46	
	6,55	



Berdasarkan data pengujian dan analisa yang sudah dilakukan, maka semua variable waktu celup (1, 5, 9, dan 13 menit) memiliki sifat adhesiv yang baik karena pengujian mekanik yang dilakukan berupa gaya tarik tidak mampu menyebabkan *adhesion failure* tetapi hanya terjadi *cohesion failure*.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Cohesion Failure

Coating



Setelah Pengujian Adhesive. Tidak terjadi Adhesion Failure.

HASIL DAN PEMBAHASAN

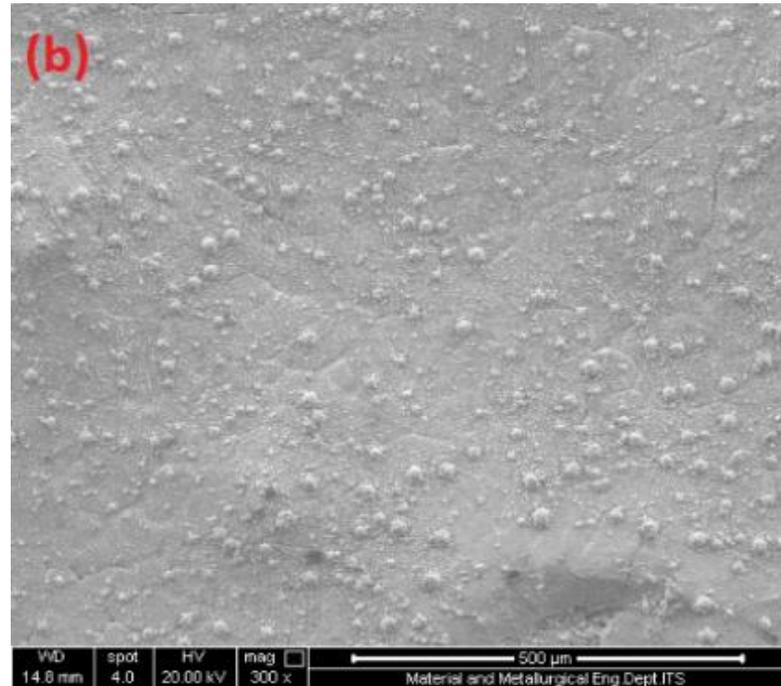
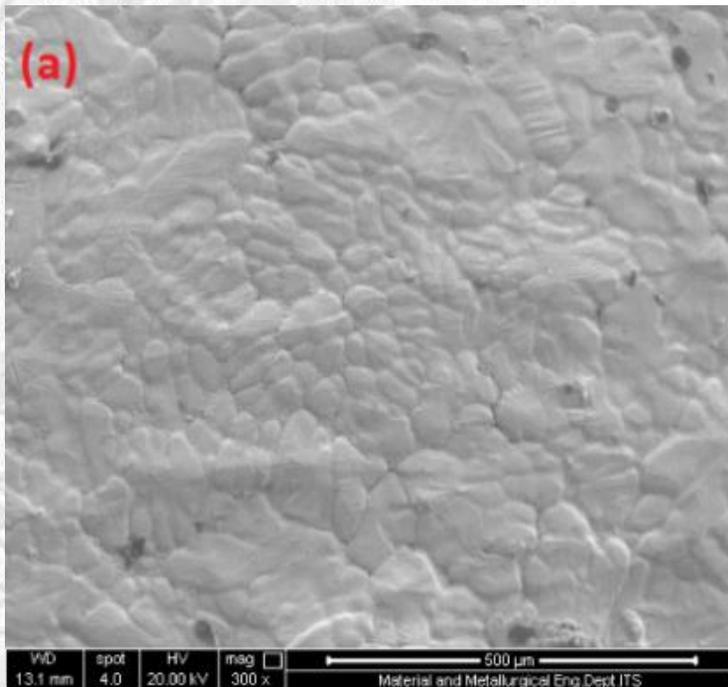
❖ Penguja Ketahanan Korosi

Waktu celup (Menit)	Massa awal (gram)	Masaa Akhir	Weigh t loss (gram)	Corrosion Rate(mmpy)	Corrosion Rate(g/m ² -h)
1	12,9988	12,883 ₃	0,1155	0,3288	0.2680
5	14,2457	14,239 ₂	0,0065	0,0185	0,0150
9	13,5912	13,588 ₅	0,0027	0,0076	0,006265
13	16,5607	16,558 ₅	0,0022	0,0063	0,005105



Penurunan laju korosi terus terjadi tetapi nilai ketahanan korosi pada lapisan galvan untuk variabel waktu celup 5, 9, dan 13 relatif sama.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Perbedaan morfologi pada bagian surface coating, disebabkan oleh adanya lapisan pasif yang memproteksi ketika berada di dalam lingkungan korosif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Class	Steel	Copper	Aluminum	Zinc
C1	$CR \leq 10$	$650 < CR$	Negligible	$CR \leq 0,7$
C2	$10 < CR \leq 200$	$0,9 < CR \leq 5$	$CR \leq 0,6$	$0,7 < CR \leq 5$
C3	$200 < CR \leq 400$	$5 < CR \leq 12$	$0,6 < CR \leq 2$	$5 < CR \leq 15$
C4	$400 < CR \leq 650$	$12 < CR \leq 25$	$2 < CR \leq 5$	$15 < CR \leq 30$
C5	$650 < CR$	$25 < CR$	$5 < CR$	$30 < CR$

Berdasarkan data laju korosi yang diperoleh maka laju korosi spesimen uji lapisan galvan termasuk ke dalam golongan C1. Berdasarkan ISO 12944 C1 termasuk ke dalam korosi yang sangat rendah.

KESIMPULAN DAN SARAN



MATERIAL & METALURGI

SIDANG TUGAS AKHIR

KESIMPULAN DAN SARAN

❖ Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa data yang telah dilakukan, maka disimpulkan bahwa :

1. Penambahan lama waktu celup pada proses hot dip galvan akan memberikan pengaruh terhadap nilai ketebalan lapisan yang diperoleh, semakin lama waktu pencelupan maka nilai ketebalan lapisan akan semakin tinggi.
2. Penambahan lama waktu celup pada proses hot dip galvan akan memberikan pengaruh terhadap sifat adhesive, semakin lama waktu pencelupan maka nilai adhesive lapisan akan semakin tinggi.
3. Penambahan lama waktu celup pada proses hot dip galvan akan memberikan pengaruh terhadap nilai ketahanan korosi lapisan yang diperoleh, semakin lama waktu pencelupan maka nilai ketahanan korosi lapisan akan semakin tinggi (laju korosi rendah).

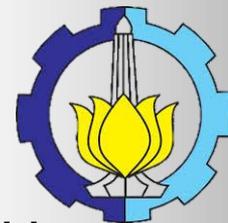
HASIL DAN PEMBAHASAN

❖ **Saran**

1. Melakukan penelitian dengan range waktu pencelupan yang lebih lama.
2. Meminimalisir adanya impurities pada molten metal dan spesimen uji.
3. Melakukan preparasi permukaan (grinding) sebelum melakukan pengujian X-Ray Diffraction.

SIDANG TUGAS AKHIR

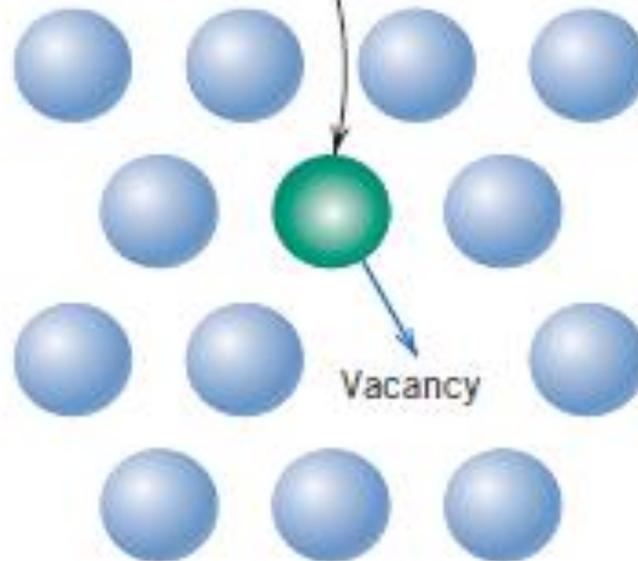
Thank You !



Ibrahim.official@outlook.co.id

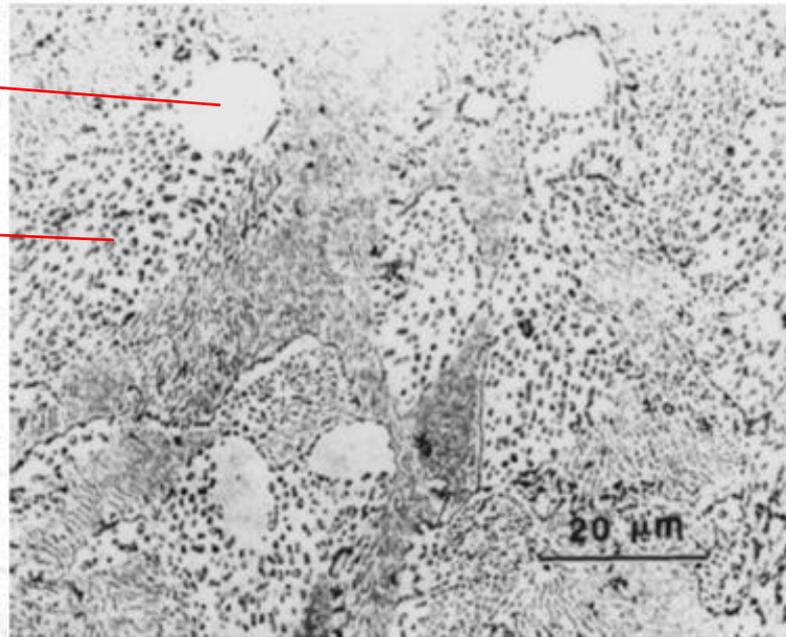
DIFUSI SUBSTITUSI

Motion of a host or substitutional atom



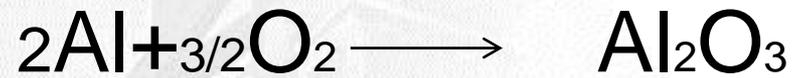
Zinc Rich

Eutectic



Struktur Mikro Galvan *Coating* (Marder, 2000)

❖ Reaksi Oksidasi Al dan Zn



❖ Perhitungan Larutan NaCl 3,5%

$$\begin{aligned}\rho_{\text{campuran}} &= \rho_{\text{air}} + \rho_{\text{NaCl}} \\ &= (\rho_{\text{air}} \times 96,5\%) + (\rho_{\text{NaCl}} \times 3,5\%) \\ &= (0,965 \text{ gr/ml} \times 96,5\%) + (2,16 \text{ gr/ml} \times 3,5\%) \\ &= 1,006825 \text{ gr/ml}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa larutan} &= \text{massa jenis campuran} \times \text{volume total} \\ &= 1,006825 \text{ gr/ml} \times 500 \text{ ml} \\ &= 503,4125 \text{ gr}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa NaCl} &= \% \text{NaCl} \times \text{Massa Larutan} \\ &= 0,035 \times 503,4125 \text{ gr} \\ &= 17,619 \text{ gram}\end{aligned}$$

Perhitungan Laju Korosi

Rumus perhitungan laju korosi

$$CR = \frac{K \times W}{D \times A \times T}$$

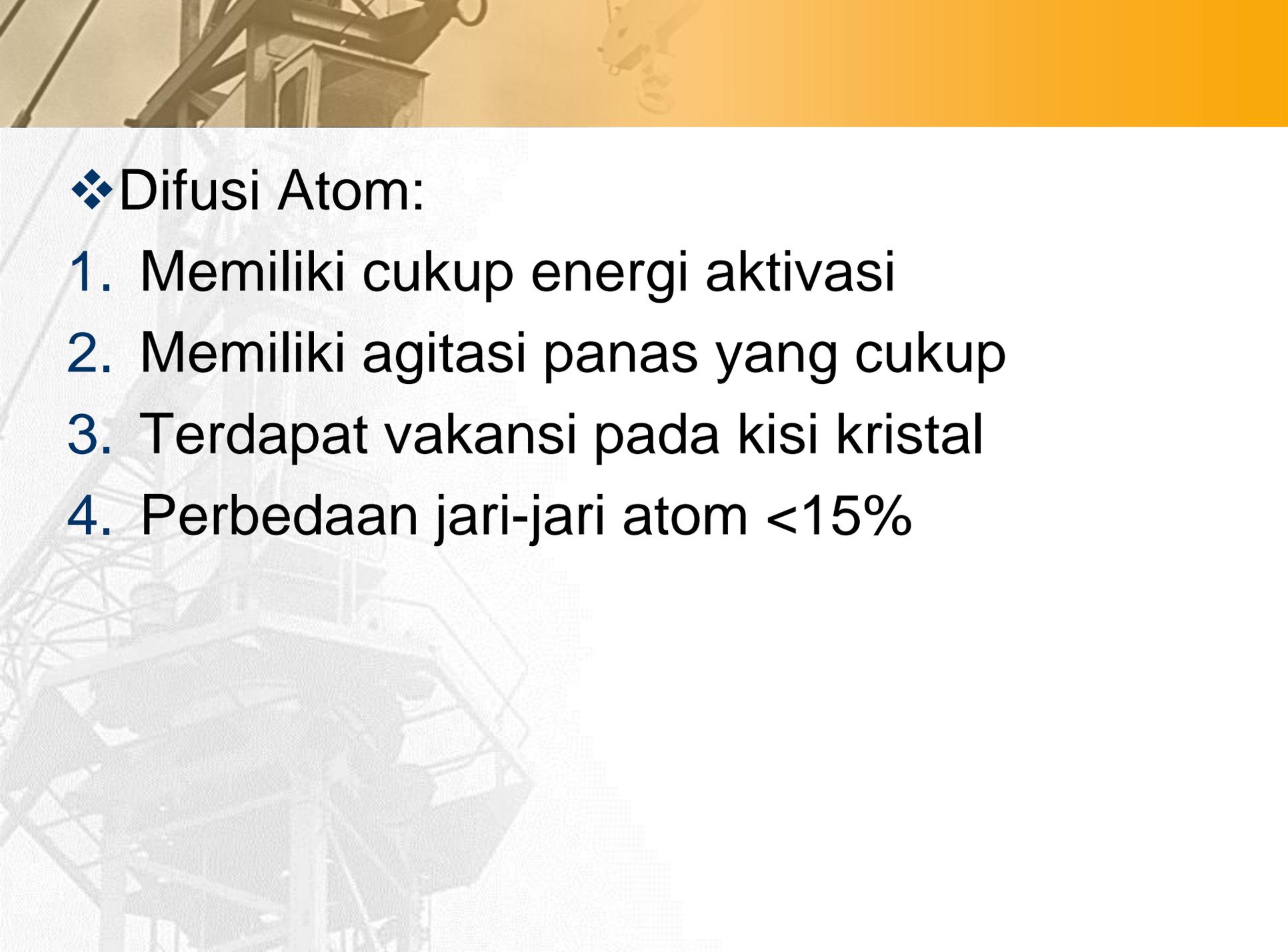
CR = *Corrosion Rate* (mmpy)

K = Konstanta Faktor
(8,76x10⁴)

W = *Weight loss* (gram)

A = *Surface Area* (cm²)

T = *Time of Exposure* (hours)



❖ Difusi Atom:

1. Memiliki cukup energi aktivasi
2. Memiliki agitasi panas yang cukup
3. Terdapat vakansi pada kisi kristal
4. Perbedaan jari-jari atom $< 15\%$

❖ Flux Difusi

$$J = -D \cdot \frac{dc}{dx} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dengan J = diffusion flux (banyaknya atom yang berdifusi) ($\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$)

D = koefisien difusi (m^2/s)

dc/dx = gradien kosentrasi pada difusi langsung ($\text{mol}/(\text{m}^3 \cdot \text{m})$)

❖ Tebal Lapisan

$$d = Ct^n \dots\dots\dots (2.4)$$

dimana :

d = tebal lapisan

t = lamanya proses pencelupan

C = konstanta, yang merupakan karakteristik dari kecepatan pertumbuhan