

**ANALISA PERBANDINGAN LAJU KOROSI *HOT DIP* GALVANIZING DAN  
*COLD ROLLED* PADA LARUTAN NaCl 5% DAN AIR DENGAN METODE  
KEHILANGAN MASSA**



NIM: 41318110011

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA 2020

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISA PERBANDINGAN LAJU KOROSI *HOT DIP GALVANIZING* DAN  
*COLD ROLLED* PADA LARUTAN NaCl 5% DAN AIR DENGAN METODE  
KEHILANGAN MASSA



Nama : Daryl Wahyudiandri

NIM : 41318110011

Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)

JUNI 2020

## HALAMAN PENGESAHAN

ANALISA PERBANDINGAN LAJU KOROSI *HOT DIP GALVANIZING* DAN  
*COLD ROLLED* PADA LARUTAN NaCl 5% DAN AIR DENGAN METODE  
KEHILANGAN MASSA



Disusun Oleh:

Nama : Daryl Wahyudiandri  
NIM : 41318110011

Program Studi : Teknik Mesin

# MERCU BUANA

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing

Pada tanggal:

Mengetahui

Dosen Pembimbing

Dra. I Gusti Ayu Arwatu, MT

Koordinator Tugas Akhir



## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Daryl Wahyudiandri  
NIM : 41318110011  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Tugas Akhir : Analisa Perbandingan Laju Korosi *Hot Dip Galvanizing* dan *Cold Rolled* pada Larutan NaCl 5% dan Air Dengan Metode Kehilangan Massa.

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya saya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**



## **PENGHARGAAN**

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis banyak memperoleh bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih yang tulus dan mendalam kepada :

1. Bapak Dr. Nanang Ruhyat, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin
2. Bapak Alief Avicenna Luthfie, ST, M.Eng selaku koordinator tugas akhir yang telah sabar dan telah bersedia memberikan semangat serta membimbing proses administrasi tugas akhir.
3. Ibu Dra. I Gusti Ayu Irawati, M.T selaku dosen pembimbing yang bersedia mengarahkan dan membimbing dalam penulisan laporan tugas akhir ini.
4. Bapak Nandi Waluyo, selaku staff Akademik Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan segala informasi administrasi.
5. Bapak dan ibu Dosen Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan bekal ilmu selama penulis menempuh kuliah di Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
6. Bapak, ibu dan keluarga yang telah memberikan dukungan moral dan material serta doa sehingga tugas akhir ini dapat selesai.

Akhir kata, berharap samoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khusunya dan pembaca sekalian pada umumnya. Sekian dan terimakasih.

**MERCU BUANA**

## ABSTRAK

Korosi merupakan hal yang harus dihindari dalam sebuah proses manufacturing terutama pada proses manufaktur otomotif. Sebelumnya produsen otomotif memilih menggunakan *cold rolled* baja karbon yang relatif murah dan dengan pertimbangan sebuah mobil akan memiliki banyak lapisan lagi untuk mencegah korosi. *Hot dip galvanizing* merupakan metode yang dirasa paling cocok untuk di implementasikan pada proses manufaktur otomotif karena biaya produksi yang lebih murah. *Hot dip galvanizing* merupakan pelapisan lembaran baja dengan mencelupkan logam induk dalam kolam zinc. Material yang digunakan pada pengujian ini adalah *cold rolled* (MC27D) dan *hot dip galvanizing*. *Hot dip galvanizing* yang diuji dibaga menjadi dua jenis yaitu *hot dip galvanized* (GI) dan *hot dip galvanealled* (GA). Material *hot dip galvanized* menggunakan *chromate surface treatment* (ZC27C), sedangkan material *hot dip galvanealled* menggunakan *chromate* (GC27C) dan *L-treatment* (GC27D) *surface treatment*. Keempat material tersebut di uji dengan perlakuan larutan NaCl 5%, air tawar, dan temperatur lingkungan. Laju korosi material tersebut dihitung dari perbedaan berat material menggunakan metode kehilangan massa. Dari hasil pengujian didapatkan hasil material ZC27C memiliki laju korosi sebesar 1,950 mg/m<sup>2</sup>.jam pada NaCl 5%, 1,360 mg/m<sup>2</sup>.jam pada air tawar dan 0,227 mg/m<sup>2</sup>.jam pada temperatur lingkungan. Rata-rata material ZC27C mereduksi lebih dari 90% laju korosi dibandingkan material *cold rolled* dalam segala perlakuan.

**Kata Kunci:** Korosi, *cold roll* baja karbon, proteksi korosi, *hot dip galvanizing*, laju korosi, metode kehilangan massa, SEM-EDX.



**CORROSION RATES ANALYSIS OF COLD ROLLED AND HOT DIP GALVANIZING ON NaCl 5% AND WATER BY USING WEIGHT LOSS METHOD**

**ABSTRACT**

*Corrosion is one of the most challenging thing in the manufacturing process. Previously, automotive manufacturers chose to use cold roll made from carbon steel which is relatively cheap and with the consideration that the car will have more layers to prevent corrosion. Hot dip galvanizing is the method deemed most suitable to be implemented in the automotive manufacturing process because of lower production costs. Hot dip galvanizing is a coating of steel sheets by dipping the base metal in a hot zinc pot and then annealing process deletions. The materials that used in this test are cold rolled (MC27D) and hot dip galvanizing. Hot dip galvanizing divided into two types of materialas, there are hot dip galvanized (GI) and hot dip galvanealled (GA). Hot dip galvanized material uses chromate surface treatment (ZC27C), while hot dip galvanealled material uses chromate (GC27C) and L-treatment (GC27D) surface treatment. The four materials were tested by 5% NaCl solution, fresh water, and ambient temperature. The material sample will compared the weight difference and get the corrosion rate by using weight lossss method. From the result have obtained the results of ZC27C material has a lowest corrosion rate of 1.950 mg/m<sup>2</sup>.hours at NaCl 5%, 1.360 mg/m<sup>2</sup>.hours in fresh water and 0.227 mg/m<sup>2</sup>.hours at ambient temperature. The average ZC27C material reduces more than 90% corrosion rate compared to cold rolled material in all treatments.*

**Keywords:** Corrosion, cold roll carbon steel, corrosion protection, hot dip galvanizing, corrosion rate, weight loss method, SEM-EDX.

**MERCU BUANA**

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
LEMBAR PERNGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	4
1.3 TUJUAN PENULISAN	4
1.4 BATASAN DAN RUANG LINKUP PENELITIAN	4
1.5 METODE PENGUMPULAN DATA	5
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 ZINC (SENG)	7
2.2 <i>HOT DIP GALVANIZING</i>	8
2.3 PROSES MANUFAKTUR <i>HOT DIP GALVANIZING</i>	8
2.3.1 <i>Radiant Tube Furnace</i>	11
2.3.2 <i>Soaking Furnace</i>	11
2.3.3 <i>Slow Cooling Furnace</i>	12
2.3.4 <i>First Cooling Furnace</i>	13
2.3.5 <i>Coater Equipment</i>	14
2.3.6 <i>Water Quench</i>	15
2.3.7 <i>Produk Continuous Galvanizing Line</i>	16
2.3.8 <i>Surface Treatment</i>	17
2.4 KOROSI	18
2.5 PROSES ELEKTRO KIMIA	19
2.5.1 Reaksi Anodik	20
2.5.2 Reaksi Katodik	20

2.5.3 Passivasi	21
2.3.4 Elektrolit	21
2.6 KOROSI PADA <i>HOT DIP GALVANIZING</i>	22
2.7 DIGARAM POURBAIX Fe	23
2.8 DIAGRAM POURBAIX ZINC	24
2.9 JENIS KOROSI	24
2.9.1 <i>Pitting Corrosion</i>	25
2.9.2 Korosi Galvanis	27
2.9.3 <i>Filiform Corrosion</i>	28
2.10 PENGUKURAN KOROSI	29
2.10.1 Metode Polarisasi Potensiodinamik	30
2.10.2 Metode Kehilangan Massa	31
2.11 <i>HOT DIP GALVANEALLED GC27D</i>	33
2.12 <i>HOT DIP GALVANEALLED GC27C</i>	33
2.13 <i>HOT DP GALVANIZED ZC27C</i>	34
2.14 <i>COLD ROLLER MC27D</i>	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	35
3.1 PENDAHULUAN	35
3.2 TAHAPAN PROSES PENELITIAN	35
3.3 ALAT DAN BAHAN	36
3.3.1 Alat Yang Digunakan	36
3.3.2 Bahan Yang Dpakai	37
3.4 PERSIAPAN SAMPEL LOGAM	37
3.6 PENHUJIAN METODE KEHILANGAN MASSA	39
3.7 PENGUJIAN SEM EDX	40
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	41
4.1 LATAR BELAKANG	41
4.2 PENGUJIAN LAJU KOROSI METODE KEHILANGAN MASSA	41
4.2.1 Pengujian Laju Korosi NaCl 5%	42
4.2.2 Pengujian Laju Korosi Air Tawar	48
4.2.3 Pengujian Laju Korosi Temperatur Lingkungan	53
4.3 PERBANDINGAN LAJU KOROSI PADA LARUTAN NaCl 5%	56
4.4 PERBANDINGAN LAJU KOROSI PADA AIR TAWAR	59

4.5	PERBANDINGAN LAJU KOROSI PADA LINGKUNGAN	59
4.6	PERUBAHAN VISUAL TAMPILAN PERMUKAAN	60
4.6.1	Perubahan Visual Permukaan Material MC27D	60
4.6.2	Perubahan Visual Permukaan Material GC27D	61
4.6.3	Perubahan Visual Permukaan Material GC27C	62
4.6.4	Perubahan Visual Permukaan Material ZC27C	63
4.7	UJI MORFOLOGI PERMUKAAN LOGAM DENGAN SEM-EDX	63
4.7.1	Hasil SEM dan EDX MC27D	64
4.7.2	Hasil SEM dan EDX GC27D	67
4.7.3	Hasil SEM dan EDX GC27C	70
4.7.4	Hasil SEM dan EDX ZC27C	74
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	79
4.1	KESIMPULAN	79
4.2	SARAN	80
	DAFTAR PUSTAKA	81



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skeleton Diagram Furnace Section	10
Gambar 2.2 <i>Radiant Tube Furnace</i>	11
Gambar 2.3 <i>Soaking Furnace</i>	12
Gambar 2.4 <i>Slow Cooling Furnace</i>	13
Gambar 2.5 <i>First Cooling Furnace</i>	14
Gambar 2.6 <i>Nitrogen Jet Coater</i>	15
Gambar 2.7 Permukaan <i>alloy</i> pada <i>galvanealled steel</i>	16
Gambar 2.8 Fase <i>Alloying</i> pada <i>strip surface</i>	17
Gambar 2.9 Hubungan antara permukaan strip dan <i>L-treatment</i>	18
Gambar 2.10 Reaksi elektrokimia antara permukaan logam dan larutan	19
Gambar 2.11 Pembetukan karat pada seng	23
Gambar 2.12 Diagram pH pourbaix Fe	23
Gambar 2.13 Diagram E-pH untuk seng pada 25°C	24
Gambar 2.14 Tipe kurva kedalaman <i>pitting</i> /sumuran dari waktu kewaktu	25
Gambar 2.15 <i>Pitting Corossion</i>	26
Gambar 2.16 Mekanisme korosi sumuran logam alumunium	26
Gambar 2.17 Variasi bentuk penampang sumuran	26
Gambar 2.18 <i>Galvanic Corrosion</i>	28
Gambar 2.19 <i>Filiform Corrosion</i>	29
Gambar 2.20 Ekstrapolasi Tafel	31
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> proses preparasi sampel uji	37
Gambar 3.2 Neraca analitik AND-GX 1000	37
Gambar 3.3 Perlakuan material uji	39
Gambar 3.4 SEM EDX Jeol Oxford Instrument	40
Gambar 4.1 Grafik hubungan kehilangan massa material dengan waktu perendaman pada perlakuan NaCl 5%	47
Gambar 4.2 Grafik hubungan laju korosi dan waktu perendaman pada perlakuan NaCl 5%	48
Gambar 4.3 Grafik hubungan kehilangan massa material dengan waktu perendaman pada perlakuan air tawar	51

Gambar 4.4 Grafik hubungan laju korosi dan waktu perendaman pada perlakuan air tawar	52
Gambar 4.5 Grafik hubungan kehilangan massa material dengan waktu perendaman pada temperatur lingkungan	55
Gambar 4.6 Grafik hubungan laju korosi dan waktu perendaman pada perlakuan temperature lingkungan	56
Gambar 4.7 Perubahan kondisi larutan pada MC27D	61
Gambar 4.8 Perubahan tampilan permukaan GC27D	61
Gambar 4.9 Perubahan tampilan permukaan GC27C	62
Gambar 4.10 Perubahan tampilan permukaan ZC27C	63
Gambar 4.11 <i>Electron image</i> dari logam MC27D sebelum perlakuan NaCl 5%	64
Gambar 4.12 <i>EDS layered image</i> material MC27D sebelum perlakuan NaCl 5%	64
Gambar 4.13 <i>Map sum spectrum</i> material MC27D sebelum perlakuan NaCl 5%	65
Gambar 4.14 <i>Electron image</i> dari logam MC27D setelah perlakuan NaCl 5%	65
Gambar 4.15 <i>EDS layered image</i> material MC27D setelah perlakuan NaCl 5%	66
Gambar 4.16 <i>Map sum spectrum</i> material MC27D setelah perlakuan NaCl 5%	66
Gambar 4.17 <i>Electron image</i> dari logam GC27D sebelum perlakuan NaCl 5%	67
Gambar 4.18 <i>EDS layered image</i> material GC27D sebelum perlakuan NaCl 5%	67
Gambar 4.19 <i>Map sum spectrum</i> material GC27D sebelum perlakuan NaCl 5%	68
Gambar 4.20 <i>Electron image</i> dari logam GC27D setelah perlakuan NaCl 5%	69
Gambar 4.21 <i>EDS layered image</i> material GC27D setelah perlakuan NaCl 5%	69
Gambar 4.22 <i>Map sum spectrum</i> material GC27D setelah perlakuan NaCl 5%	70
Gambar 4.23 <i>Electron image</i> dari logam GC27C sebelum perlakuan NaCl 5%	71
Gambar 4.24 <i>EDS layered image</i> material GC27C sebelum perlakuan NaCl 5%	71
Gambar 4.25 <i>Map sum spectrum</i> material GC27C sebelum perlakuan NaCl 5%	72
Gambar 4.26 <i>Electron image</i> dari logam GC27C setelah perlakuan NaCl 5%	73
Gambar 4.27 <i>EDS layered image</i> material GC27C setelah perlakuan NaCl 5%	73
Gambar 4.28 <i>Map sum spectrum</i> material GC27C setelah perlakuan NaCl 5%	74
Gambar 4.29 <i>Electron image</i> dari logam ZC27C sebelum perlakuan NaCl 5%	75
Gambar 4.30 <i>EDS layered image</i> material ZC27C sebelum perlakuan NaCl 5%	75
Gambar 4.31 <i>Map sum spectrum</i> material ZC27C sebelum perlakuan NaCl 5%	76
Gambar 4.32 <i>Electron image</i> dari logam ZC27C setelah perlakuan NaCl 5%	77
Gambar 4.33 <i>EDS layered image</i> material ZC27C setelah perlakuan NaCl 5%	77
Gambar 4.34 <i>Map sum spectrum</i> material ZC27C setelah perlakuan NaCl 5%	78

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik fase <i>alloying</i>	16
Tabel 2.2 Elektrolit dan non elektrolit	22
Tabel 2.3 Konstanta pada satuan laju korosi	32
Tabel 3.1 Tabel hasil pengujian sampel	40
Tabel 4.1 Hasil pengujian kehilangan massa MC27D pada NaCl 5%	44
Tabel 4.2 Hasil pengujian kehilangan massa GC27D pada NaCl 5%	44
Tabel 4.3 Hasil pengujian kehilangan massa GC27C pada NaCl 5%	45
Tabel 4.4 Hasil pengujian kehilangan massa ZC27C pada NaCl 5%	46
Tabel 4.5 Hasil pengujian kehilangan massa MC27D pada air tawar	48
Tabel 4.6 Hasil pengujian kehilangan massa GC27D pada air tawar	49
Tabel 4.7 Hasil pengujian kehilangan massa GC27C pada air tawar	50
Tabel 4.8 Hasil pengujian kehilangan massa ZC27C pada air tawar	50
Tabel 4.9 Hasil pengujian kehilangan massa MC27D pada lingkungan	53
Tabel 4.10 Hasil pengujian kehilangan massa MC27D pada lingkungan	53
Tabel 4.11 Hasil pengujian kehilangan massa MC27D pada lingkungan	54
Tabel 4.12 Hasil pengujian kehilangan massa MC27D pada lingkungan	54
Tabel 4.13 Perbangingan laju korosi pada larutan NaCl 5%	56
Tabel 4.14 Perbangingan laju korosi pada air tawar	59
Tabel 4.15 Perbangingan laju korosi pada temperatur lingkungan	60