

SKRIPSI  
PENGARUH HOT DIPPING PADA BAJA SS400  
DENGAN PELAPISAN ALUMINIUM TERHADAP  
LAJU KOROSI DAN UMUR PATAH



Oleh:  
AHMAD FATONI  
03051181419051

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2017



S  
620 . 112 230 7

- 501011 -

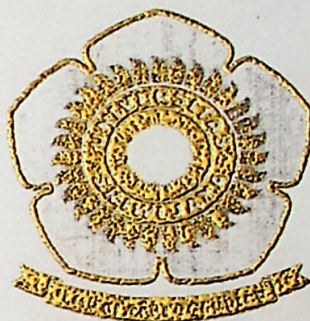
K

Ahm

P

2019

**SKRIPSI**  
**PENGARUH HOT DIPPING PADA BAJA SS400**  
**DENGAN PELAPISAN ALUMINIUM TERHADAP**  
**LAJU KOROSI DAN UMUR PATAH**



Oleh:  
**AHMAD FATONI**  
**03051181419051**

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**2017**



**SKRIPSI**  
**PENGARUH HOT DIPPING PADA BAJA SS400**  
**DENGAN PELAPISAN ALUMINIUM TERHADAP**  
**LAJU KOROSI DAN UMUR PATAH**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana**  
**Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH:**  
**AHMAD FATONI**  
**03051181419051**

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**2017**



## HALAMAN PENGESAHAN

# PENGARUH HOT DIPPING PADA BAJA SS400 DENGAN PELAPISAN ALUMINIUM TERHADAP LAJU KOROSI DAN UMUR PATAH

## SKRIPSI

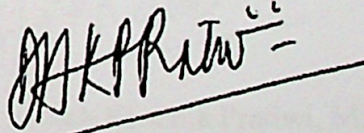
Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

OLEH:

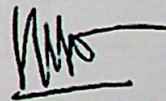
AHMAD FATONI  
03051181419051

Inderalaya, Desember 2017  
Diperiksa dan disetujui oleh  
Pembimbing Skripsi 2,

Pembimbing Skripsi 1,



Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T.  
NIP.19630719 199003 2 001



Nurhabibah Paramitha Eka U., S.T, M.T  
NIP. 19891117 201504 2 003



Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Arsyad Yani, S.T, M.Eng, Ph.D  
NIP.19711225 199702 1 001



JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

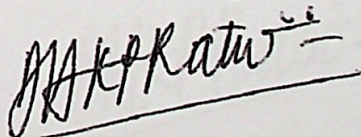
Agenda No.  
Diterima Tanggal  
Paraf

: 009/2017/2018  
: 12-2018.  
: 12

## SKRIPSI

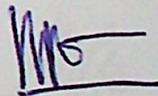
NAMA : AHMAD FATONI  
NIM : 03051181419051  
JURUSAN : TEKNIK MESIN  
JUDUL : Pengaruh Hot Dipping Pada Baja SS400 Dengan Pelapisan Aluminium Terhadap Laju Korosi Dan Umur Patah  
DIBERIKAN : 7 Agustus 2017  
SELESAI : 19 Desember 2017

Pembimbing Skripsi 1,



Dr..Ir.Diah Kusuma Pratiwi, M.T  
NIP.19630719 199003 2 001

Inderalaya, Desember 2017  
Diperiksa dan disetujui oleh :  
Pembimbing Skripsi 2,



Nurhabibah Paramitha Eka U., S.T, M.T  
NIP. 19891117 201504 2 003



Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D  
NIP.19711225 199702 1 001



## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Pengaruh *Hot Dipping* pada Baja SS400 dengan Pelapisan Aluminium terhadap Laju Korosi dan Umur Patah” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 19 Desember 2017.

Indralaya, 19 Desember 2017

Tim penguji karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

1. Agung Mataram, S.T, M.T, Ph.D.  
NIP. 19790105 200312 1 002

10/18  
(.....)

Anggota :

1. Prof. Dr. Ir. Nukman, M. T  
NIP. 19590321 198703 1 001
2. Dr. Ir. Hendri Chandra, M. T  
NIP. 19600407 199003 1 003

(.....)

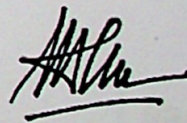
(.....)

Pembimbing Skripsi 1,



Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T  
NIP. 196307191990032 001

Pembimbing Skripsi 2,



Nurhabibah Paramitha Eka U., S.T, M.T  
NIP. 19891117 201504 2 003



Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyad Yani, S.T, M.Eng, Ph.D.  
NIP. 19711225 199702 1 001



## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ahmad Fatoni

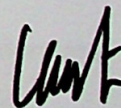
NIM : 03051181419051

Judul : PENGARUH HOT DIPPING PADA BAJA SS400 DENGAN  
PELAPISAN ALUMINIUM TERHADAP LAJU KOROSI DAN  
UMUR PATAH

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Inderalaya, Desember 2017



Ahmad Fatoni  
NIM.0305118419051



## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ahmad Fatoni

NIM : 03051181419051

Judul : PENGARUH HOT DIPPING PADA BAJA SS400 DENGAN  
PELAPISAN ALUMINIUM TERHADAP LAJU KOROSI DAN  
UMUR PATAH

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Inderalaya, Desember 2017



Ahmad Fatoni  
NIM.03051181419051



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dalam rangka Tugas Akhir (Skripsi) yang dibuat untuk memenuhi syarat mengikuti Seminar dan Sidang sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan judul “Pengaruh hot dipping pada baja SS400 dengan pelapisan aluminium terhadap laju korosi dan umur patah”

Pada kesempatan ini dengan setulus hati penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyusunan proposal skripsi ini kepada:

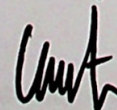
1. Allah SWT atas segala rahmat dan kasih sayang-Nya;
2. Bapak Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya;
3. Bapak Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya;
4. Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T selaku dosen pembimbing 1 proposal skripsi yang telah membimbing, mengarahkan dan membantu selama proses penyelesaian skripsi;
5. Nurhabibah Paramitha Eka Utami, S.T, M.T selaku dosen pembimbing 2 proposal skripsi yang telah membimbing, mengarahkan dan membantu selama proses penyelesaian skripsi;
6. Bapak Fajri Vidian, S.T, M.T selaku dosen Pembimbing Akademik selama kuliah di Jurusan Teknik Mesin;
7. Bapak Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T yang telah memfasilitasi kelengkapan alat penelitian;
8. Kedua Orang Tua Misranto dan Katmiatin, saudara saya Priyono dan Agus Ariyanto A.Md;



9. Seluruh staf pengajar Teknik Mesin Universitas Sriwijaya, untuk semua ilmunya selama penulis menimba ilmu di Teknik Mesin Universitas Sriwijaya;
10. Para Karyawan dan staff Jurusan Teknik Mesin, Kak Yatno selaku koordinator Lab. Metallurgi, Kak Yan, Kak Sapril yang sangat membantu penulis dalam menyelesaikan proposal skripsi ini;
11. Kak Fachrurozi Saputra, S.T yang sangat membantu dan memberi masukan dalam penulisan proposal skripsi ini;
12. Para sahabat, Ricky Ardiyanto, Sidik Purnomo, Risky Utama Putra, Yusuf Zukarna, Aditya Bhaskara K., Mika Dwi Saputra, Asrul Rasyid Redho, M.Redo Yastrea Samba, Forza Apriliansyah, Ilhamsyah dan anggota grup komponen(kelas A Teknik Mesin 2014);
13. Rekan Asisten Lab. Metallurgi dan Material 2017 dan 2018 : Kak Aan, Asrul, Yogi, Andri, Didi, Iqbal, dll;
14. Teman-teman di Teknik Mesin seluruh angkatan Teknik Mesin 2014;
15. Teman-teman pengurus Himpunan Mahasiswa Mesin 2017.
16. Dan untuk semua yang telah berperan dalam membantu kelancaran menyelesaikan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar penelitian ini menjadi lebih baik. Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan.

Inderalaya, Desember 2017



Penulis



## RINGKASAN

### PENGARUH HOT DIPPING PADA BAJA SS400 DENGAN PELAPISAN ALUMINIUM TERHADAP LAJU KOROSI DAN UMUR PATAH

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, 19 Desember 2017

Ahmad Fatoni; Dibimbing oleh Dr.Ir Diah Kusuma Pratiwi, M.T dan Nurhabibah Paramitha Eka Utami, ST, MT.

The Effect Of Hot Dipping On SS400 Steel With Aluminum Coating On Corrosion and Fatigue

xxxi + 85 Halaman, 14 tabel, 63 gambar, 17 lampiran.

## RINGKASAN

Pada penelitian ini melakukan analisa laju korosi dan umur patah terhadap spesimen dengan melakukan beberapa tahap pengujian diantaranya berupa pengujian komposisi kimia, ketebalan spesimen menggunakan thickness ultrasonic, laju korosi, dilakukan pengujian umur patah dengan kenaikan derajat fatigue dari penelitian sebelumnya, pengamatan struktur mikro dan diperkuat dengan SEM. Pada pengujian ini spesimen baja dengan jenis SS400 di bentuk dengan dimensi 20 mm x 30 mm yang digunakan untuk pengujian korosi dan spesimen dibentuk untuk pengujian umur patah dengan standard JIS Z 2273 sebanyak masing-masing 5 spesimen kemudian spesimen dilakukan hot dipp dengan mencelupkan baja kedalam aluminium cair dengan temperatur 750°C dengan variasi tanpa pencelupan, hot dipp 1 menit, dan hot dipp 3 menit. Setelah dilakukan hot dipp spesimen di uji ketebalan lalu dilakukan pengujian korosi selama 10 hari dengan metode immersion total, spesimen dilakukan penimbangan berat sebelum dan sesudah dilakukan uji korosi. Kemudian ada spesimen yang dilakukan uji struktur mikro disetiap variasi. Untuk Pengujian umur patah dilakukan dengan menggunakan 2<sup>o</sup> kenaikan dari penelitian sebelumnya yang menggunakan 1<sup>o</sup> yang mana spesimen di bungkus yang berisikan media korosif air laut, hasil pengujian yang terbaik dilakukan analisa SEM, dari analisa SEM dapat dilihat bahwa terdapat banyak produk korosi pada raw material, patahan pada lapisan specimen raw material(tanpa perlakuan), patahan pada baja untuk spesimen hot dipp, dan tebal lapisan pada permukaan.

**Kata kunci** :SS400, Aluminium, Hot Dipp, Immersion Total, Laju Korosi, Fatigue Corrosin 2<sup>o</sup>, Struktur Mikro, Scanning Electron Microscopy



## SUMMARY

### EFFECT OF HOT DIPPING COATING ON STEEL SS400 WITH ALUMINUM CORROSION RATE AND FATIGUE

Final Project, 19<sup>th</sup> December 2017

Ahmad Fatoni; Supervised by Dr.Ir Diah Pratiwi Kusuma, MT and Nurhabibah Paramitha Eka Utami, ST, MT.

Pengaruh Hot Dipping Pada Baja SS400 Dengan Pelapisan Aluminium Terhadap Laju Korosi Dan Umur Patah

xxxi + 85 pages, 14 tables, 63 images, 17 enclosures.

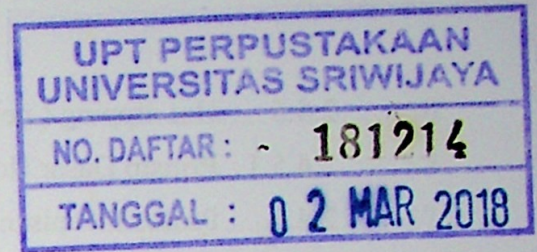
### SUMMARY

In this research, analysis of the rate of corrosion and age of the fracture of the specimen by performing several stages of testing them in the form of chemical composition testing, the specimen thickness using a thickness ultrasonic, corrosion rate, testing the age of fracture with the increase in the degree of fatigue from previous research, microstructure observation and reinforced by SEM. In this test steel specimens with the type of SS400 in shape with dimensions of 20 mm x 30 mm were used for the corrosion test and the specimen was formed to test the age of fractures with standard JIS Z 2273 as much as each of the 5 specimens then specimens was performed hot dipp by dipping the steel into aluminum 750°C temperature liquid with variations without dying, hot dipp 1 minute, and hot dipp 3 minutes. After hot dipp test specimen in thickness and corrosion testing for 10 days with a total immersion method, the specimen is done weighing before and after the corrosion test. Then there are specimens that tested the microstructure of each variation. To test the age of fractures is done by using 2° increase from previous research that uses 1° which specimens in packs containing media corrosive sea water, the test results are best done SEM analysis, from the SEM analysis it can be seen that there are a lot of products of corrosion in the raw materials, fracture the specimen layer raw material (without treatment), fracturing the specimen steel for hot dipp, and a thick layer on the surface.

**Keywords** : SS400, Aluminum, Hot Dipp, Total Immersion, Rate Corrosion, Fatigue Corrosion 2°, Microstructure, Scanning Electron Microscopy

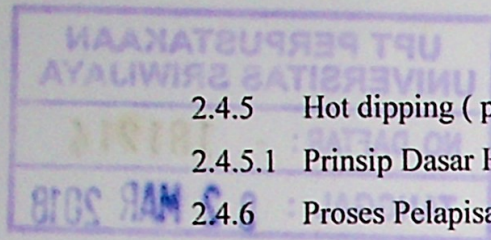


## Daftar Isi



|                                                |       |
|------------------------------------------------|-------|
| Halaman Judul .....                            | i     |
| Halaman Pengesahan .....                       | iii   |
| Halaman Pengesahan Agenda .....                | v     |
| Halaman Persetujuan .....                      | vii   |
| Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi ..... | ix    |
| Halaman Pernyataan Integritas .....            | xi    |
| Kata Pengantar .....                           | xiii  |
| Ringkasan .....                                | xv    |
| Summary .....                                  | xvii  |
| Daftar Isi .....                               | xix   |
| Daftar Gambar .....                            | xxiii |
| Daftar Tabel .....                             | xxvii |
| Daftar Lampiran .....                          | xxix  |
| Daftar Simbol .....                            | xxxi  |
| BAB 1 PENDAHULUAN .....                        | 1     |
| 1.1 Latar Belakang .....                       | 1     |
| 1.2 Perumusan Masalah .....                    | 3     |
| 1.3 Batasan Masalah .....                      | 3     |
| 1.4 Tujuan Penelitian .....                    | 4     |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....                   | 4     |
| 1.6 Metode Penelitian .....                    | 4     |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....                   | 5     |
| 2.1 Baja Karbon .....                          | 5     |
| 2.2 Aluminium .....                            | 7     |
| 2.3 Klasifikasi Aluminium .....                | 11    |
| 2.4 Pelapisan Logam .....                      | 12    |
| 2.4.1 Cladding .....                           | 13    |
| 2.4.2 Spraying .....                           | 14    |
| 2.4.3 Electrodeposition .....                  | 14    |
| 2.4.4 Vapour Deposition .....                  | 15    |





|                                   |                                             |    |
|-----------------------------------|---------------------------------------------|----|
| 2.4.5                             | Hot dipping ( pelapisan panas ) .....       | 16 |
| 2.4.5.1                           | Prinsip Dasar Hot Dipping .....             | 19 |
| 2.4.6                             | Proses Pelapisan Hot Dipping .....          | 20 |
| 2.5                               | Korosi .....                                | 22 |
| 2.5.1                             | Anoda .....                                 | 23 |
| 2.5.2                             | Katoda.....                                 | 24 |
| 2.5.3                             | Elektrolit .....                            | 24 |
| 2.5.4                             | Macam-Macam Korosi .....                    | 24 |
| 2.6                               | Uji Korosi .....                            | 29 |
| 2.7                               | Pengukuran Ketebalan.....                   | 30 |
| 2.8                               | Uji Komposisi Kima.....                     | 30 |
| 2.9                               | Pengujian Umur Patah.....                   | 30 |
| 2.10                              | Pengujian Struktur Mikro .....              | 34 |
| 2.11                              | Uji Scanning Electron Microscopy .....      | 35 |
| BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN ..... |                                             | 37 |
| 3.1                               | Diagram Alir.....                           | 37 |
| 3.2                               | Tempat dan Waktu Penelitian .....           | 38 |
| 3.3                               | Alat dan Bahan Penelitian .....             | 38 |
| 3.4                               | Prosedur Penelitian.....                    | 39 |
| 3.4.1                             | Studi Literatur.....                        | 39 |
| 3.4.2                             | Persiapan Benda Uji .....                   | 40 |
| 3.4.3                             | Pencucian ( cleaning ) .....                | 42 |
| 3.4.4                             | Pickling.....                               | 43 |
| 3.4.5                             | Fluxing.....                                | 43 |
| 3.4.6                             | Hot dipping ( Celup Panas ) .....           | 44 |
| 3.4.7                             | Proses Pendinginan ( cooling ) .....        | 45 |
| 3.4.8                             | Finishing.....                              | 46 |
| 3.5                               | Pengujian Pada Spesimen.....                | 47 |
| 3.5.1                             | Pengujian Komposisi Kimia.....              | 47 |
| 3.5.2                             | Pengujian Ketebalan.....                    | 48 |
| 3.5.3                             | Pengujian Korosi .....                      | 49 |
| 3.5.4                             | Pengujian Umur Patah.....                   | 51 |
| 3.5.5                             | Pengamatan Struktur Mikro .....             | 52 |
| 3.5.6                             | Pengujian Scanning Electron Microscopy..... | 55 |



|                        |                                                    |    |
|------------------------|----------------------------------------------------|----|
| 3.6                    | Hasil Yang Diharapkan .....                        | 56 |
| BAB 4 PEMBAHASAN ..... |                                                    | 57 |
| 4.1                    | Hasil Uji Komposisi Kimia .....                    | 57 |
| 4.2                    | Hasil Uji Ketebalan .....                          | 59 |
| 4.3                    | Hasil Pengujian Korosi.....                        | 61 |
| 4.4                    | Hasil Pengujian Struktur Mikro .....               | 64 |
| 4.5                    | Hasil Pengujian Umur Patah .....                   | 73 |
| 4.6                    | Hasil Pengujian Scanning Electron Microscopy ..... | 72 |
| 4.7                    | Pembahasan .....                                   | 79 |
| BAB 5 PENUTUP.....     |                                                    | 81 |
| 5.1                    | Kesimpulan.....                                    | 81 |
| 5.2                    | Saran.....                                         | 82 |
| DAFTAR PUSTAKA.....    |                                                    | 83 |



## Daftar Gambar

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Proses Cladding Dengan Pengerollan.....                 | 13 |
| Gambar 2.2 Skema Thermal Spraying .....                            | 14 |
| Gambar 2.3 Skema Proses Electroplating .....                       | 15 |
| Gambar 2.4 Skema Chemical Vapour Deposition.....                   | 16 |
| Gambar 2.5 Struktur Mikro Baja Sebelum Dilapisi .....              | 18 |
| Gambar 2.6 Struktur Mikro Baja Setelah Dilapisi Aluminium .....    | 19 |
| Gambar 2.7 Proses Hot Dipping.....                                 | 20 |
| Gambar 2.8 Korosi Merata .....                                     | 25 |
| Gambar 2.9 Mekanisme Pitting Corrosion .....                       | 26 |
| Gambar 2.10 Mekanisme Korosi Celah .....                           | 26 |
| Gambar 2.11 Proses Korosi Galvanik .....                           | 28 |
| Gambar 2.12 Alat Uji Struktur Mikro .....                          | 35 |
| Gambar 2.13 Mesin Uji Sem Di Politeknik Manufaktur Bangka.....     | 36 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Prosedur Penelitian.....                   | 37 |
| Gambar 3.2 Peralatan Dan Bahan Hot Dipping .....                   | 39 |
| Gambar 3.3 Desain Spesimen Uji Struktur Mikro Dan Laju Korosi..... | 40 |
| Gambar 3.4 Spesimen Uji Struktur Mikro Dan Laju Korosi.....        | 40 |
| Gambar 3.5 Spesimen Uji Umur Patah .....                           | 41 |
| Gambar 3.6 Spesimen Fatigue.....                                   | 41 |
| Gambar 3.7 Spesimen Fatigue 15 Buah .....                          | 41 |
| Gambar 3.8 Cairan Naoh.....                                        | 42 |
| Gambar 3.9 Cairan Aquades.....                                     | 42 |
| Gambar 3.10 Cairan Hcl Konsentrasi 15 % .....                      | 43 |
| Gambar 3.11 Aluminium Fluk.....                                    | 44 |
| Gambar 3.12 Dapur Konvensional .....                               | 44 |
| Gambar 3.13 temperatur Dengan Menggunakan Termogun .....           | 45 |
| Gambar 3.14 Proses Pendinginan.....                                | 45 |
| Gambar 3.15 Proses Trimming Menggunakan Gerinda .....              | 46 |
| Gambar 3.16 Spesimen Hot Dipping .....                             | 46 |



|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3.17 Alat Uji Komposisi Kimia Di Pusri.....                        | 47 |
| Gambar 3.18 Spesimen Yang Di Uji Komposisi Kimianya .....                 | 48 |
| Gambar 3.19 Alat Ultrasonic Thickness Di Pt Pusri .....                   | 49 |
| Gambar 3.20 Pengujian Ketebalan Pada Spesimen.....                        | 49 |
| Gambar 3.21 Proses Laju Korosi Dilab Teknik Kimia.....                    | 50 |
| Gambar 3.22 Neraca Analitis Dilab Teknik Kimia Unsri .....                | 50 |
| Gambar 3.23 Alat Mesin Uji Fatigue .....                                  | 52 |
| Gambar 3.24 Proses Uji Fatigue .....                                      | 52 |
| Gambar 3.25 Spesimen Mounting Raw Material, Hot Dipping 1 Dan 3 Menit     | 53 |
| Gambar 3.26 Proses Pengamplasan Sampel Uji Struktur Mikro.....            | 54 |
| Gambar 3.27 Mikroskop Optik Dilab Cnc Teknik Mesin Unsri .....            | 54 |
| Gambar 3.28 Mesin Uji Sem Di Pliteknik Bangka.....                        | 55 |
| Gambar 3.29 Letak Spesimen Di Alat Uji Sem.....                           | 56 |
| Gambar 4.1 Grafik Hubungan Antara Lama Pencelupan-Ketebalan .....         | 60 |
| Gambar 4.2 Diagram Hubungan Antara Lama Pencelupan-Ketebalan.....         | 60 |
| Gambar 4.3 Grafik Pengurangan Ketebalan Setelah Dikorosikan .....         | 61 |
| Gambar 4.4 Struktur Mikro Tanpa Etsa Raw Material.....                    | 65 |
| Gambar 4.5 Struktur Mikro Setelah Etsa Spesimen Raw Material .....        | 65 |
| Gambar 4.6 Struktur Mikro Spesimen Hot Dipping 1 Menit Tanpa Etsa .....   | 66 |
| Gambar 4.7 Struktur Mikro Spesimen Hot Dipping 1 Menit Sesudah Etsa ..... | 66 |
| Gambar 4.8 Struktur Mikro Spesimen Hot Dipping 3 Menit Sebelum Etsa ....  | 67 |
| Gambar 4.9 Struktur Mikro Spesimen Hot Dipping 3 Menit Sesudah Etsa ..... | 67 |
| Gambar 4.10 Kurva S-N .....                                               | 71 |
| Gambar 4.11 Kurva S-N .....                                               | 71 |
| Gambar 4.12 Spesimen Patah Pada Spesimen Raw Material .....               | 73 |
| Gambar 4.13 Hasil Pengujian Sem Raw Material Pembesaran 100x .....        | 72 |
| Gambar 4.14 Hasil Pengujian Sem Raw Material Pembesaran 200x.....         | 74 |
| Gambar 4.15 Hasil Pengujian Sem Raw Material Pembesaran 500x.....         | 74 |
| Gambar 4.16 Spesimen Patah Pada Spesimen Hot Dipping 1 Menit .....        | 75 |
| Gambar 4.17 Hasil Pengujian Sem Hot Dipping 1 Menit Pembesaran 100x ..    | 75 |
| Gambar 4.18 Hasil Pengujian Sem Hot Dipping 1 Menit Pembesaran 200x..     | 76 |
| Gambar 4.19 Hasil Pengujian Sem Hot Dipping 1 Menit Pembesaran 500x...    | 76 |
| Gambar 4.20 Spesimen Patah Pada Spesimen Hot Dipping 3 Menit .....        | 77 |
| Gambar 4.21 Hasil Pengujian Sem Hot Dipping 3 Menit Pembesaran 100x ..    | 77 |



Gambar 4.22 Hasil Pengujian Sem Hot Dipping 3 Menit Pembesaran 200x.. 78

Gambar 4.21 Hasil Pengujian Sem Hot Dipping 3 Menit Pembesaran 500x... 78

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.1 Struktur Organisasi Korpri          | 75 |
| Gambar 4.2 Hasil MyKorpi 2019                  | 75 |
| Gambar 4.3 Hasil Nilai Hasil Tes Monevick 2019 | 75 |
| Gambar 4.4 Struktur Hasil Survey               | 75 |
| Gambar 4.5 Hasil of Kematangan Korpri 2019     | 75 |
| Gambar 4.6 Hasil of Kematangan Korpri 2019     | 75 |
| Gambar 4.7 Hasil of Kematangan Korpri 2019     | 75 |
| Gambar 4.8 Hasil of Kematangan Korpri 2019     | 75 |
| Gambar 4.9 Hasil of Kematangan Korpri 2019     | 75 |
| Gambar 4.10 Hasil of Kematangan Korpri 2019    | 75 |
| Gambar 4.11 Hasil of Kematangan Korpri 2019    | 75 |
| Gambar 4.12 Hasil of Kematangan Korpri 2019    | 75 |
| Gambar 4.13 Hasil of Kematangan Korpri 2019    | 75 |
| Gambar 4.14 Hasil of Kematangan Korpri 2019    | 75 |
| Gambar 4.15 Hasil of Kematangan Korpri 2019    | 75 |
| Gambar 4.16 Hasil of Kematangan Korpri 2019    | 75 |
| Gambar 4.17 Hasil of Kematangan Korpri 2019    | 75 |
| Gambar 4.18 Hasil of Kematangan Korpri 2019    | 75 |
| Gambar 4.19 Hasil of Kematangan Korpri 2019    | 75 |
| Gambar 4.20 Hasil of Kematangan Korpri 2019    | 75 |
| Gambar 4.21 Hasil of Kematangan Korpri 2019    | 75 |
| Gambar 4.22 Hasil of Kematangan Korpri 2019    | 75 |



## Daftar Tabel

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1. Standar Komposisi Kimia.....                           | 5  |
| Tabel 2.2.Sifat Mekanik SS400.....                                | 5  |
| Tabel 2.3. Sifat-Sifat Fisik Dan Mekanik Aluminium .....          | 8  |
| Tabel 2.4. Standar Emf Series .....                               | 11 |
| Tabel 2.5. Tingkat Ketahanan Korosi Berdasarkan Laju Korosi ..... | 23 |
| Tabel 4.1. Komposisi Kimia Baja .....                             | 57 |
| Tabel 4.2. Komposisi Kimia Aluminium .....                        | 58 |
| Tabel 4.3. Komposisi Kimia Air Laut .....                         | 58 |
| Tabel 4.4.Tebal Spesimen .....                                    | 59 |
| Tabel 4.5. Dimensi Spesimen.....                                  | 62 |
| Tabel 4.6. Penimbangan Berat .....                                | 62 |
| Tabel 4.7. Hasil Pengujian Laju Korosi .....                      | 63 |
| Tabel 4.8. Waktu Patah .....                                      | 69 |
| Tabel 4.9. Hasil Pengujian Umur Patah .....                       | 70 |



## Daftar Lampiran

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| Lampiran A-1 Dokumentasi Proses..... | 85 |
|--------------------------------------|----|



## Daftar Simbol

| Simbol     | keterangan                                         |
|------------|----------------------------------------------------|
| K          | konstanta ( $3,45 \times 10^6$ ) untuk MPY         |
| $\Delta W$ | Kehilangan Berat (gram)                            |
| A          | Luas permukaan Yang Terkorosi ( $\text{cm}^2$ )    |
| T          | Rentang Waktu Yang Digunakan Untuk Pengujian (jam) |
| D          | Berat Jenis Material ( $\text{gram}/\text{cm}^3$ ) |
| M          | Momen Lentur                                       |
| I          | Momen Inersia                                      |
| B          | Tebal Spesimen                                     |
| h          | Tinggi spesimen                                    |
| E          | Modulus Elastisitas = $20 \times 10^{10}$ Pa       |
| Y          | Jarak (m)                                          |
| $\Theta$   | Sudut                                              |
| N          | Siklus                                             |



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Logam begitu banyak dimanfaatkan diberbagai sektor. Akan tetapi banyak faktor yang menyebabkan kualitas dari logam tersebut menurun sehingga penggunaan logam tersebut tidak seefektif yang diharapkan. Salah satu faktor yang menyebabkan penurunan kualitas tersebut yaitu terjadinya kegagalan material yaitu fatigue corrosion.

Pada industri yang semakin maju, peran dari material baja sangat sering dijumpai dan dibutuhkan. Pada perkapalan, baja *stainless steel* SS400 (*low carbon steel*) biasa digunakan pada lambung kapal, beban mekanik yang terjadi secara dinamik ketika kapal tersebut beroperasi sehingga dengan seiring berjalannya waktu, maka dari dampak tersebut dapat menimbulkan kerusakan komponen yang disebabkan proses korosi dan beban mekanik. Korosi adalah masalah besar yang biasanya ditemukan terdapat pada komponen proses produksi termasuk pada baja. Dan mengingat besarnya dampak ekonomi akibat korosi, maka permasalahan korosi di Indonesia harus mendapat perhatian serius sehingga dapat meningkatkan daya saing produksi Indonesia baik secara nasional, regional, maupun internasional. Sektor harus siap menghadapi persaingan global.

Telah dijelaskan diatas, korosi dapat juga di artikan sebagai penurunan dari mutu suatu logam yang disebabkan oleh reaksi elektrokimia antara logam dengan lingkungannya. Korosi tidak mengenal tempat, baik dapat terjadi di dalam tanah, udara (atmosfer), ataupun juga pada lingkungan asam, basa, dan air laut. Untuk dapat menanggulangi terjadinya korosi berarti memperkecil juga beberapa kemungkinan terjadinya suatu kerugian. Agar suatu logam tersebut tidak mudah rusak yang salah satunya disebabkan oleh korosi, maka dari itu perlu dicari suatu cara untuk dapat melindungi dan memperpanjang



usia pakai dari suatu bahan material tersebut yaitu dengan cara proses *coating* salah satunya pelapisan dengan metode *hot dipping*.

*Hot dipping* yaitu salah satu proses coating logam dilakukan dengan cara mencelupkan material pelapis yang terlebih dahulu dileburkan dari bentuk padat menjadi bentuk cair pada tungku pembakaran, setelah dileburkan maka material yang akan dilapisi langsung dicelupkan pada tungku dengan waktu tahan celup yang cukup. Namun terlebih dahulu dilakukan beberapa pra-proses pada material yang akan dilapisi sebelum dilakukan pelapisan agar mendapatkan hasil yang maksimal.

Metode pelapisan *hot dipping* secara teknis relatif mudah dilaksanakan, lebih sederhana dan juga ekonomis, tahan terhadap korosi lebih tahan dari seng, serta lebih mudah dipadukan terutama dengan bahan aluminium. Karena memiliki sifat tahan korosif yang sangat baik serta memiliki titik lebur  $>660^{\circ}\text{C}$  yang lebih kecil dibandingkan titik lebur baja (material yang akan dilapisi) dan memiliki nilai potensial lebih rendah dari baja. Oleh karena itu, penulis pada kali ini mengangkat dan membuat judul skripsi yang berjudul: **“PENGARUH *HOT DIPPING* PADA BAJA SS400 DENGAN PELAPISAN ALUMINIUM TERHADAP LAJU KOROSI DAN UMUR PATAH.**

## 1.2 Perumusan Masalah

Pada penelitian kali ini maka akan muncul masalah yaitu bagaimana cara untuk dapat merekayasa baja karbon rendah untuk memiliki sifat yang tahan korosi sehingga dapat meminimalisir terjadinya korosi pada lapisan baja ketika dilapisi dengan aluminium dan ingin mengetahui pengaruh terhadap kenaikan derajat fatigue pada pengujian umur patah. Dalam hal ini penulis melanjutkan penelitian sebelumnya yaitu akan melakukan penelitian dengan mencelupkan baja pada aluminium dengan temperatur  $750^{\circ}\text{C}$  dalam waktu pencelupan 1 menit/*hot dipp* 1 menit dan pencelupan 3 menit/*hot dipp* 3 menit (Sapura, F 2017), dengan perbedaan di kenaikan derajat fatiguenya yang sebelumnya  $1^{\circ}$



dan pada kali ini menggunakan 2°. Tahapan pengujiannya dilakukan pengujian umur patah dengan menggunakan mesin repeated bending, didalam media Air Laut. Selain itu juga melakukan uji korosi, uji struktur mikro, pengujian komposisi kimia, lalu pengujian SEM pada material tertinggi setiap variasinya dan diharapkan hasil penelitian ini dapat di aplikasikan pada dunia industri, perkapalan skala besar maupun kecil.

Dan aspek-aspek pendukung yang harus diperhatikan seperti temperatur pencairan aluminium, kondisi baja karbon rendah yang akan dilapisi baik itu tingkat kekasaran permukaan, kondisi kebersihan permukaan spesimen, keseragaman jenis aluminium scrap dan temperaturnya ketika akan dicelupkan harus disiapkan agar mendapatkan hasil yang berkualitas. Pada akhirnya hasil dari pelapisan ini akan mendapatkan pengaruh yang berbeda apabila di tinjau dari ketebalan lapisan dan struktur mikronya yang perlu dilakukan penelitian lebih mendalam dan mengetahui pengaruh dari kenaikan derajat fatiquenya.

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Spesimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon rendah SS400.
2. Spesimen baja karbon rendah SS400 tidak mengalami pemanasan awal.
3. Temperatur aluminium cair yang digunakan ketika pencelupan 750°C.
4. Waktu pencelupan selama 1 menit dan 3 menit dan *raw material* (tanpa pencelupan).
5. Menggunakan derajat Fatigue yang berbeda dari pengujian sebelumnya Variasi pengujian yang dilakukan adalah uji korosi yang dalam hal ini merupakan pengujian umur patah, uji ketebalan (*thickness*), uji struktur mikro, *Scanning Electron Microscopy (SEM)*.
6. Media pengkorosif spesimen yaitu larutan air laut.



#### 1.4 Tujuan Penelitian

Pada penelitian ini penulis memiliki tujuan diantaranya sebagai berikut:

1. Untuk dapat mengkaji dan memahami apakah penggunaan aluminium yang akan dijadikan bahan pelapis dapat mengatasi masalah korosi pada baja karbon rendah dalam media air laut.
2. Untuk dapat mengkaji dan memahami ketahanan lapisan aluminium terhadap korosi.
3. Untuk mengkaji dan memahami pengaruh kenaikan derajat fatigue pada pengujian umur patah dari derajat fatigue 1<sup>o</sup> menjadi 2<sup>o</sup>.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah:

1. Mempelajari dan mengaplikasikan ilmu teknik mesin.
2. Mengetahui tahapan-tahapan proses pelapisan *hot dipping*.
3. Untuk menjadi referensi penelitian yang akurat.
4. Mengetahui tahapan dari proses beberapa pengujian material.
5. Sebagai masukan bagi industri yang bergerak di bidang pelapisan.

#### 1.6 Metode Penelitian

Metode penulisan yang digunakan dalam proses penulisan skripsi ini adalah:

1. Studi Literatur
2. Pengujian Laboratorium
3. Analisa Data



## DAFTAR PUSTAKA



- ASM (1992). *Vol 13 - Corrosion*. in *ASM Handbook*, hal. 3455.
- ASME (2001). *Standard Practice For Measuring Thickness By Manual Ultrasonic Pulse*. in *Section 5*. 2001 ed. New York: The American Society Of Mechanical Engineers.
- ASTM International (1999). *Standard Practice for Preparing , Cleaning , and Evaluating Corrosion Test. Significance*, 90(Reapproved 2011), hal. 1–9. doi: 10.1520/G0001-03R11.2.
- Callister, W. D. dan Wiley, J. (2007) *Materials Science*.
- Fontana, M. (1987). *Corrosion Engineering*. 1987,” McGraw-Hill, hal. 173.
- H.A, M. *et al.* (2011) .*Proteksi Korosi Pipa Baja Karbon Penyalur Migas Di Lingkungan Garam Menggunakan Polimer Hibrid Berbasis Monomer GLYMO*. 13(Institut Teknologi Bandung), hal. 1–7.
- Indarto, D. (2009). *Pengaruh Waktu Tahan Proses Hot Dipping Baja Karbon Rendah Terhadap Ketebalan Lapisan , Kekuatan Tarik Dan Harga Impak Dengan Pelapis Aluminium*. skripsi S-1. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Jodi, H. .*Karakterisasi Korosi Baja SS-430 pada lingkungan NaCl*. (Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir-Batan), hal. 149–155.
- Munasir (2009). *Laju Korosi Baja Sc 42 Dalam Medium Air Laut Dengan Immers Total*. Surabaya: Unesa.
- Murti, E. A., Handani, S. dan Yetri, Y. (2016) .*Pengendalian Laju Korosi pada Baja API 5L Grade B N Menggunakan Ekstrak Daun Gambir ( Uncaria gambir Roxb )*.Padang: Politeknik Negeri Padang 5(2), hal. 172–178.
- Ornelasari, R. dan Marsudi (2015). *Analisa Laju Korosi Pada Stailless Steel 304 Menggunakan Metode ASTM G31-72 Pada Media Air Nira Aren*. (Universitas Negeri Surabaya), hal. 112–117.
- Pratiwi, D. . dan Saputra, F. (2017) *Analisa Laju Korosi Terhadap Beban Mekanik Dan Struktur Mikro Pada Baja SS400 Dengan Pelapisan Aluminium Menggunakan Metode Hot Dipping*. (Universitas Sriwijaya)
- Rahman, L. O. ., Hasbi, M. dan Aminur (2016). *Analisa Laju Korosi Pada Baja Karbon Rendah Yang Dilapisi Seng Dengan Metode Hot Dip Galvanizing*. Vol 1(2). Kendar: Universitas Halu OLeo.
- Soetens. F, and Snijder.H.H. (2006). *New Challenges for Aluminium Structures: An Introduction*. Structural Engineering International, vol.4.
- S, F. A. (2014) . *Proteksi Katodik Metoda Anoda Tumbal Untuk Mengendalikan Laju Korosi*. Vol 1(2). Universitas Riau.



- S. Timoshenko. (1948). *Strength Of Material (2nd ed)*. New York: Van Nostand Company.
- Saputra, F. (2017). *Analisa Laju Korosi Terhadap Beban Mekanik Dan Struktur Mikro Pada Baja SS400 Dengan Dengan Aluminium Menggunakan Metode Dipping*. Skripsi S-1. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Sidik, F. (2013). *Analisa Korosi dan Pengendaliannya*. Jurnal Foundry, 3(1). Akademi Perikanan Baruna Slawi.
- Sumarji (2012). *Evaluasi Korosi Baja Karbon Rendah ASTM A36 Pada Lingkungan Atmosferik Di Kabupaten Jember*. Vol 5. Universitas Jember.
- Surdia, T. dan Saito, S. 2000. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Pradnya Paramitha, Jakarta.
- Surdia, T. dan Saito, S. (1999) *Pengetahuan Bahan Teknik*. Pradnya Paramitha, Jakarta.
- Susanto, Freddy.2011. *Variasi Temperatur Hot dipping Terhadap Ketebalan, Struktur Mikro Dan Laju Korosi Baja Karbon Tinggi Dengan Pelapis Aluminium 5052*. Skripsi S-1. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Tiastuti, J. (2016). *Analisis Perambatan Retak Fatik Baja AISI 1020*. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Utomo, B. (2009) . *Jenis korosi dan penanggulangannya*. Jurnal vol 6(2). Semarang: Universitas Diponegoro.
- Wijaya, H. A. R. I. *et al*. (2012) .*Oksidasi Baja Karbon Rendah AISI 1020 Pada Temperatur 700 ° C Yang Dilapisi Aluminium Dengan Metode Celup Panas ( Hot Dipping )*. Skripsi S-1. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Yunaidi (2016). *Perbandingan Laju Korosi Pada Baja Karbon Rendah dan Stainless Steel Seri 201 , 304 , dan 430 Dalam Media Nira*. vol 1(1). Politeknik LPP Yogyakarta.