

**PENGARUH PROSES QUENCHING PADA PIPA BAJA  
KARBON RENDAH TERHADAP LAJU KOROSI**

**SKRIPSI**

**Oleh :**

**Agus Supriyanto**

**06121181722042**

**Pendidikan Teknik Mesin**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**TAHUN 2021**

**PENGARUH PROSES QUENCHING PADA PIPA BAJA  
KARBON RENDAH TERHADAP LAJU KOROSI**

**SKRIPSI**

Oleh

**Agus Supriyanto**

**06121181722042**

**Pendidikan Teknik Mesin**

**Mengesahkan:**

**Mengetahui,  
Koordinator Program Studi  
Pendidikan Teknik Mesin**



**Drs. Harlin, M.Pd**

**NIP. 196408011991021001**



**Pembimbing Skripsi**



**Drs. Harlin, M.Pd**

**NIP.196408011991021001**

**PENGARUH PROSES *QUENCHING* PADA PIPA BAJA  
KARBON RENDAH TERHADAP LAJU KOROSI**

**SKRIPSI**

**Oleh**

**Agus Supriyanto**

**NIM : 06121181722042**

**Telah diujikan dan lulus pada :**

**Hari : Selasa**

**Tanggal : 28 Desember 2021**

**TIM PENGUJI :**

**1. Drs. Harlin, M.Pd (Ketua / Pembimbing)**



**2. Drs. H.Darlius, M.M., M.Pd(Anggota/ Penguji)**



**Indralaya, 28 Desember 2021**

**Mengetahui**

**KoorProdi Pend. Teknik Mesin**



**Drs. Harlin, M.Pd**

**NIP. 196408011991021001**

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Agus Supriyanto

Nim : 06121181722042

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Dengan ini saya menyatakan bahwa seluruh isi skripsi dengan berjudul “Pengaruh proses *Quenching* Terhadap Laju Korosi Pada Pipa Baja Karbon Rendah Terhadap Laju Korosi” adalah benar-benar karya saya sendiri dan tidak melakukan penjiplaan pengutipan dengan cara tidak sesuai etika keilmuan yang berlaku sesuai Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia No.17 tahun 2010 tentang pencegahan dan penanggulangan plagiat di perguruan tinggi.

Atas pernyataan saya ini, apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran dan pengaduan dari pihak lain terhadap keaslian karya ini, saya siap menanggung sanksi yang dijatuhkan kepada saya.

Indralaya, Januari 2022

Pembuat Pernyataan



Agus Supriyanto

06121181722042

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### Motto

#### MOTTO HIDUP

- ❖ Semangat, semangat dan semangat
- ❖ Sedikit bicara banyak tindakan lakukan yang terbaik
- ❖ Selalu berfikir positif agar hidup lebih asik

### Persembahan

#### Skripsi ini saya persembahkan kepada :

- ❖ Allah SWT Sebagai wujud rasa syukur atas segala nikmat ridho dan karunia-Nya serta hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini sebagaimana yang saya harapkan,
- ❖ Kedua orang tua saya, ayah dan mamak yang telah berjuang membesarkan dan menyekolahkan saya hingga di perguruan tinggi , suatu kebanggan bagi saya memiliki kedua orang tua yang tidak memperlihatkan rasa letih dan selalu bersyukur dengan apa yang telah diperjuangkan sehingga anak bungsu mereka dapat menyelesaikan pendidikan perguruan tinggi strata 1. Terimakasih umak ayah yang telah mendo'akan, mendukung, memberi bimbingan, dan selalu ada, serta memperjuangkan kebutuhan sehari-hari agus, terimakasih banyak.
- ❖ Ayukku Imai dan ayukku emil serta kakakku mas'ud yang selalu menasehati, mendukung baik dari moril serta material serta mendo'akanku sehingga dapat menyelesaikan pendidikan strata 1 ini.
- ❖ Kepada guru ngaji, guru SD SMP SMA yang telah mengajar saya.
- ❖ Kepada Bapak Dr. Hartono, M.A Selaku dekan FKIP UNSRI, Bapak Drs. Harlin, M.Pd selaku koprodi Pendidikan Teknik Mesin sekaligus

pembimbing skripsi saya, terimakasih banyak atas segala bantuannya selama ini mulai dari, nasehat-nasehat, dukungan, ide-ide, dan motivasi sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini, semoga Allah SWT membalas kebaikan bapak.

- ❖ Bapak dan Ibu Dosen Penguji yang telah memberikan kritik, dan saran untuk kebaikan serta kemajuan dalam penyusunan skripsi dan terimakasih telah memberikan nilai terbaiknya pada ujian akhir ini
- ❖ Kepada seluruh bapak dan ibu dosen program studi Pendidikan Teknik Mesin FKIP UNSRI ( Bapak Drs. H Darlius M.M., M.Pd., Bapak Drs. Harlin M.Pd., Bapak Imam Syofii S.Pd., M.Eng., Bapak Elfahmi Dwi Kurniawan S.Pd., M.Pd.T., Bapak Edi Setiyo, S.Pd., M.Pd.T., Bapak Wadirin S.Pd., M.Pd., Ibuk Nopriyanti S.Pd., M.Pd., Ibuk Dewi Puspita Sari S.Pd., M.Pd., dan Ibu Hj. Nyimas Aisyah, M.Pd., Ph.D.) yang telah banyak memberikan pelajaran, ilmu, pengalaman, motivasi dan inspirasi-inspirasi dari bapak ibuk sekalian. Semoga bapak ibu dosen sehat selalu.
- ❖ Kepada admin yang telah membantu segala keperluan administrasi skripsi ini hingga selesai
- ❖ Kepada Yeni Marlisa yang telah menjadi partner saya dari SMA kelas 1 hingga sekarang sudah menerima beban cerita saya, membantu saya dari segi material, semoga kelak kebaikanmu dibalas Allah SWT.
- ❖ Kepada Muhammad Hasim Sahabat sekosan saya yang selalu ada kala saya bangun tidur hingga saya tertidur lagi terimakasih sudah membantu saya dari kenal di rusunawa hingga sekarang dan esok semoga engkau sehat selalu kawan semoga kebaikanmu di balas oleh Allah SWT.
- ❖ Kepada Raga, tubagus, afif , gelek haris, wahyu, fajar, rino, dymas, dhimas, ekaputra,bayu, ilham, fikri, hanif, faras, prendi,rian, dyko, indra, aji dan seluruh kawan seperjuangan kelas indralaya PTM 2017 Sukses untuk kalian semua. Terima kasih untuk segalanya.
- ❖ Semua Pihak yang telah mendukung
- ❖ Almamater tercinta UNSRI.

## **PRAKATA**

Dengan mengucapkan alhamdulillah rabbil'alamin segala puji dan syukur kita panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas berkah dan rahmat serta hidayah-Nya yang senantiasa dilimpahkan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan judul **PENGARUH PROSES QUENCHING PADA PIPA BAJA KARBON RENDAH TERHADAP LAJU KOROSI**. Shalawat serta salam selalu di haturkan kepada Nabi Muhammad SAW semoga kita selalu diberi syafaat oleh beliau, Aamiin.

Penulisan penelitian ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat mengambil gelar Sarjana di program studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya, dan juga untuk membentuk pribadi yang mampu menerapkan pengetahuan, keterampilan, dan kedisiplinan dibidang teknik, khususnya teknik mesin serta dapat mengabdikannya kemasyarakat.

Penulis mengucapkan banyak terimakasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua saya yang selalu mendoakan dan memberi dukungan.

Penulis menyadari terdapat keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki penulis, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran agar dapat membuat penelitian lebih baik lagi.

Palembang, 13 November 2021

Agus Supriyanto

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>PERNYATAAN</b> .....	i
<b>MOTO</b> .....	iv
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN</b> .....	iv
<b>PRAKATA</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR BAGAN DAN DIAGRAM</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xii
<b>ABSTRAK</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Rumusan Masalah .....	3
1.5 Tujuan Penelitian .....	3
1.6 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Perlakuan Panas .....	5
2.1.1 <i>Hardening</i> .....	5
2.1.2 <i>Quenching</i> .....	6
2.1.3. <i>Tempering</i> .....	6
2.1.4 <i>Annealing</i> .....	6
2.1.5 <i>Normalizing</i> .....	7
2.2 Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Korosi .....	7
2.3 Baja.....	7
2.4 Pipa .....	8



2.5 Pipa Baja Karbon Rendah .....	8
2.6 Pipa Baja Galvanis .....	8
2.7 Korosi .....	9
2.8 Jenis Korosi .....	9
2.8.1 Korosi Merata .....	9
2.8.2 Korosi Galvanik .....	11
2.8.3 Korosi Sumuran .....	11
2.8.4 Korosi Celah .....	12
2.8.5 Korosi Retak Tegang .....	13
2.8.6 Korosi Intergranular .....	14
2.8.7 Korosi Regangan .....	14
2.8.8 Korosi Arus Liar .....	15
2.8.9 Korosi Erosi .....	16
2.9 Asam Klorida.....	17
2.10 Laju Korosi .....	17
2.11 Kajian Penelitian Relevan .....	18
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>19</b>
3.1 Metode Penelitian .....	19
3.2 Variabel Penelitian .....	20
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian .....	20
3.4 Alat dan Bahan Penelitian .....	21
3.4.1 Alat .....	21
3.4.2 Bahan .....	21
3.5 Prosedur Penelitian .....	21
3.5.1 Tahap Persiapan .....	21
3.5.2 Tahap Pelaksanaan .....	22
3.5.3 Tahap Akhir .....	22
3.6 Bagan Alur Penelitian.....	23
3.7 Tabulasi Data Mentah .....	24
3.8 Teknik Analisis Data .....	25

<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	27
4.1 Deskripsi Penelitian .....	27
4.1.1 Deskripsi Persiapan Alat dan Bahan .....	28
4.1.2 Deskripsi Pembuatan Spesimen .....	32
4.2 Tahap Pengambilan Data .....	33
4.2.1 Tahap Penimbangan Awal .....	33
4.2.2 Tahap Pencelupan Spesimen .....	33
4.3 Hasil Penelitian .....	34
4.3.1 Hasil Pengamatan Secara Visual .....	34
4.3.1.1 Pengamatan Setelah 5 hari .....	35
4.3.1.2 Pengamatan Setelah 10 hari .....	36
4.3.1.3 Pengamatan Setelah 15 hari .....	37
4.4 Perhitungan Kehilangan Berat .....	38
4.5 Pembahasan .....	40
4.6 Implementasi Penelitian .....	41
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	42
5.1 Kesimpulan .....	42
5.2 Saran .....	42
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	43

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
Gambar 2.1 Korosi Merata .....	10
Gambar 2.2 Korosi Galvanis.....	11
Gambar 2.3 Korosi Sumuran .....	12
Gambar 2.4 Korosi Celah.....	13
Gambar 2.5 Korosi Retak Tegang.....	13
Gambar 2.6 Korosi Intergranular .....	14
Gambar 2.7 Korosi Erosi.....	16
Gambar 4.1 Gergaji .....	28
Gambar 4.2 Ragum .....	29
Gambar 4.3 Jangka Sorong .....	29
Gambar 4.4 Tungku Bakar .....	30
Gambar 4.5 Amplas .....	30
Gambar 4.6 Gelas Ukur.....	30
Gambar 4.7 Asam Klorida .....	31
Gambar 4.8 Spesimen .....	31
Gambar 4.9 Mikroskop Digital .....	32
Gambar 4.10 Pembuatan spesimen .....	33
Gambar 4.11 Penimbangan spesimen .....	34
Gambar 4.12 Proses pencelupan spesimen .....	35

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 2.1 Kerusakan Material oleh Korosi Merata .....	10
Tabel 2.2 Tingkat ketahanan material korosi berdasarkan laju koros ...	17
Tabel 3.1 Lembar tabel data mentah .....	25
Tabel 3.2 Lembar pengujian korosi .....	26
Tabel 4.1 Pengamatan korosi pada spesimen setelah 5 hari .....	35
Tabel 4.2 Pengamatan korosi pada spesimen setelah 10 hari .....	36
Tabel 4.3 Pengamatan korosi pada spesimen setelah 15 hari .....	37
Tabel 4.4 Data pengurangan berat dan persentase kerusakan spesimen .....	38

## DAFTAR BAGAN DAN DIAGRAM

	Halaman
Bagan 3.1 Alur penelitian .....	23
Diagram 4.1 Pengurangan berat pada spesimen akibat laju korosi .....	39
Diagram 4.2 Persentase kerusakan pada spesimen .....	39

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
Lampiran 1 Pengolahan data .....	45
Lampiran 2 Dokumentasi Penelitian .....	46
Lampiran 3 Usul Judul .....	49
Lampiran 4 Verifikasi Judul .....	50
Lampiran 5 Kesiapan Membimbing.....	51
Lampiran 6 Lembar Pengesahan Proposal .....	52
Lampiran 7 Permohonan SK Pembimbing .....	53
Lampiran 8 SK Pembimbing.....	54
Lampiran 9 Permohonan SK Penelitian.....	55
Lampiran 10 SK Penelitian .....	56
Lampiran 11 Persetujuan Sidang Skripsi .....	57
Lampiran 12 Kartu Bimbingan .....	58
Lampiran 13 SK Sidang .....	59
Lampiran 14 RPS .....	63
Lampiran 15 Hasil cek Plagiasi.....	70

# **PENGARUH PROSES *QUENCHING* PADA PIPA BAJA KARBON RENDAH TERHADAP LAJU KOROSI**

## **SKRIPSI**

Oleh

Agus Supriyanto

NIM : 06121181722042

Pembimbing : Drs. Harlin, M.Pd

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

## **ABSTRAK**

Pada zaman sekarang pipa banyak digunakan dalam dunia perindustrian pipa baja sering mengalami kerusakan pengkaratan berupa korosi. Korosi merupakan proses terjadinya pengurangan kualitas baja yang terjadi secara kimia. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimen. Tujuan dari penelitian ialah untuk mengetahui pengaruh proses *quenching* pada pipa baja karbon terhadap laju korosi dengan memvariasikan jenis pipa yang diprotek dan tidak di protek serta diberi perlakuan dan tanpa perlakuan. Laju korosi paling cepat terjadi pada spesimen 3 yaitu pipa baja karbon rendah tanpa perlakuan dengan persentase kerusakan 90,04% dan nilai kehilangan beratnya 18,55 gram, sedangkan laju korosi paling lambat yaitu pipa galvanis dengan persentase kerusakan 52,18% dan nilai kehilangan beratnya 17,07 gram. Hasil penelitian ini proses *quenching* berpengaruh pada pipa baja karbon rendah (tidak diprotek) karena menggunakan media pendingin berupa oli sehingga menyebabkan perkembangan laju korosi lebih lambat.

Kata kunci: *Pipa baja karbon rendah, quenching, korosi*

# **THE EFFECT OF THE QUENCHING PROCESS ON LOW CARBON STEEL PIPE ON CORROSION RATE**

## **ESSAY**

By

Agus Supriyanto

NIM : 06121181722042

Advisor: Drs. Harlin, M.Pd

Mechanical Engineering Education Study Program

Nowadays, pipes are widely used in the industrial world, steel pipes are often damaged by corrosion in the form of corrosion. Corrosion is the process of reducing the quality of steel that occurs chemically. This research uses the type of experimental research. The purpose of the study was to determine the effect of the quenching process on carbon steel pipes on the corrosion rate by varying the type of pipe that was protected and not protected and treated and without treatment. The fastest corrosion rate occurred in specimen 3, namely untreated low carbon steel pipe with a percentage of damage of 90.04% and a weight loss value of 18.55 grams, while the slowest corrosion rate was galvanized pipe with a damage percentage of 52.18% and a weight loss value. 17.07 grams. The results of this study that the quenching process affects low carbon steel pipes (not protected) because it uses a cooling medium in the form of oil, causing a slower corrosion rate development.

Keywords: Low carbon steel pipe, quenching, corrosion



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan usaha didunia industri saat ini semakin maju mengikuti perkembangan teknologi, sehingga memacu setiap pekerjaan di dunia industri untuk meningkatkan kualitas kebutuhan penggunaan material logam. Logam merupakan material yang memiliki sifat yang kuat, keras, dan cukup ulet (mudah dibentuk). Pada umumnya logam memiliki dua jenis yaitu logam ferro dan logam non ferro. Pada logam ferro memiliki unsur besi (Fe) sedangkan pada logam non ferro tidak memiliki unsur besi (Sofyan, 2011 : 41). Yang termasuk didalam logam ferro ialah baja.

Baja merupakan komponen paduan antara besi (Fe) dan karbon (C). Fungsi utama dari karbon ini sebagai komponen penguat. Dengan memvariasikan jumlah pada karbon dapat mempengaruhi kualitas pada baja. Semakin tingginya jumlah karbon pada baja maka akan mempengaruhi sifat kuat dan keras pada baja, akan tetapi lebih mudah mengalami sifat getas (Sari, 2018 : 72). Dilihat dari komposisi karbon, baja dapat di klasifikasikan menjadi dua yaitu : baja paduan rendah dan baja karbon. Baja paduan rendah ialah baja dengan memiliki unsur besi dan unsur paduan kimia lainnya seperti *Chromium, molybdenum*, dan Nikel. Sedangkan Baja karbon ialah baja dengan paduan utamanya karbon. Salah satu produk dari Karbon sendiri yaitu pipa baja karbon.

Pipa baja karbon merupakan paduan dari besi dan karbon yang mengandung beberapa campuran seperti sulfur, posfor, nikel, mangan dan unsur lainnya dengan persentase yang sangat kecil. Pipa merupakan teknologi untuk mengalirkan fluida seperti minyak, gas atau air dalam jumlah banyak di dalam industri (Rahman,2007). Di industri yang bergerak di bidang fluida, pipa sangat berperan penting untuk memudahkan penyaluran zat-zat yang digunakan industri tersebut. Pipa baja karbon memiliki beberapa jenis yaitu

pipa baja karbon yang diberi lapisan dan tanpa di beri pelapisan. Salah satu contoh pipa baja karbon yang diberi pelapisan ialah pipa galvanis, galvanis merupakan proses pelapisan seng pada logam baja. Tujuan dari pelapisan itu sendiri ialah untuk melindungi logam terhadap korosi (lapis: seng, kadmium), atau meningkatkan ketahanan logam dasar (*hard chromium*), atau memperbaiki kehalusan permukaan (lapis: nikel, khrom) (Hadi, 2018). Salah satu permasalahan yang sering terjadi pada saluran pipa yaitu terjadinya karat atau korosi yang menyebabkan berkurangnya kualitas zat yang dilalui pada pipa tersebut.

Korosi salah satu masalah utama yang paling sering terjadi, korosi merupakan pengrusakan yang terjadi pada logam yang disebabkan lingkungan pada logam tersebut. Sehingga perlu diketahui beberapa hal yang berpengaruh terhadap pipa, terutama lingkungan dimana pipa tersebut terpasang .Apabila kerusakan akibat korosi ini dibiarkan berlarut – larut maka akan terjadi kerusakan dan kebocoran yang akan menyebabkan turunnya efesiensi yang melewati pipa tersebut. Salah satu langkah untuk mencegah laju korosi pada suatu logam yaitu melakukan perlakuan panas salah satunya proses quenching. Tujuan dari perlakuan panas untuk peningkatan keuletan bahan, penghalusan ukuran butiran dan meningkatkan kekerasan serta merubah struktur mikro pada logam.(Rajan, dkk, 1997).

Penulis melakukan penelitian ini untuk mengetahui laju korosi yang terjadi pada pipa dengan cara memberi perlakuan quenching dan tanpa di beri perlakuan, kemudian di rendam pada lingkungan korosif. Sehingga penulis membuat judul pada penelitian ini adalah **PENGARUH PROSES QUENCHING PADA PIPA BAJA KARBON TERHADAP LAJU KOROSI.**

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas penulis dapat mengidentifikasi beberapa masalah, sebagai berikut: . Cepat lambatnya baja mengalami korosi setelah di beri perlakuan.

## 1.3 Batasan Masalah

Pada percobaan penelitian ini peneliti membatasi:

- a) logam yang digunakan adalah pipa baja karbon rendah yang tidak di protek dan pipa baja karbon rendah yang di protek (pipa galvanis) ukuran  $\varnothing$  1 Inch panjang 40 mm
- b) Kedua pipa baja karbon di beri perlakuan quenching
- c) Suhu yang digunakan dalam proses *quenching* 750 derajat celcius
- d) Media korosif yang yang di gunakan asam klorida
- e) Laju korosi yang terjadi dilihat dari persentase kerusakan spesimen

## 1.4 Rumusan Masalah

Dalam mengerjakan tugas akhir ini ada beberapa permasalahan yang harus diselesaikan, permasalahannya antara lain:

1. Apakah proses quenching mempengaruhi laju korosi pada pipa baja karbon rendah ( diprotek dan tidak diprotek) ?
2. Berapa persentase kerusakan pada pipa baja karbon pada waktu perendaman 15 hari ?

## 1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh quenching pada laju korosi pipa baja karbon rendah.
2. Untuk mengetahui laju korosi yang terjadi pada pipa yang digunakan di lingkungan larutan korosif.

## **1.6 Manfaat Penelitian**

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi maka manfaat dari penelitian ini adalah :

- a. Bisa dijadikan pembelajaran pada mata kuliah korosi yang berkaitan pada pipa baja karbon.
- b. Bisa dijadikan sebagai acuan pada saat melakukan praktikum korosi.
- c. Sebagai pengetahuan baru yang penting bagi kedepannya dalam praktikum mata kuliah korosi
- d. Semoga hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya

## DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, Yudha Kurniawan. Dkk, (2015). *Analisa Laju Korosi Pada Pelat Baja Karbon Dengan Variasi Ketebalan Coating*. J. Teknik ITS. 4(1):1-5
- Amstead, B.H, terj Sriati Djaprie.(1989).Teknologi Mekanik, Jilid 1, Edisi Ketujuh, Erlangga,Jakarta.
- Gapsari, Femiana. 2017. *Pengantar Korosi*. Malang: Penerbit UB Press
- Gunawan, (2017). *Pengaruh Temperatur Pada Proses Perlakuan Panas Baja Tahan Karat Martensitik AISI 431 Terhadap Laju Korosi dan Struktur Mikro*. Jurnal. Siduarjo . FT UMAHA. VOL 1 55-66
- Hadi, Syamsul. 2018. *Teknologi Bahan Lanjut*. Yogyakarta: Penerbit Andi
- Iskandar,Norman.Dkk.(2018). *Laju Korosi Pipa Hitam dan Pipa Galvanis Di Wilayah Kota Semarang*. Jurnal Teknik Mesin. Universitas Diponegoro
- Mukti Wibowo. (1974). *Penelitian Jenis-Jenis Pipa Berdasarkan Bahan Material*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada
- Priyotomo, Gadang. (2008). *Korosi Retak Tegang Material Stainless Steel AISI 304 Di Lingkungan MgCl<sub>2</sub>*. Thesis tidak diterbitkan. Depok: Universitas Indonesia
- Purwanto, Dkk. (2016). *Perlakuan Bahan*.Malang:Politeknik Negeri Malang.
- Rahman, A. (2007). *Pengaruh Lingkungan Korosi Terhadap Laju Korosi Pada Pipa Minyak dan Gas*.(Doctoral dissertatition, University of Muhammadiyah Malang)
- Rajan, T . V., Sharma, C. P., and Sharma Ashok., 1997, *Heat Treatment : Principles andTechniques*, Prentice Hall of India,New Delhi.
- Sari, Nasmi Herlina. 2018. *Material teknik*. Yogyakarta: Penerbit Deepublish
- Salim, Haidir. (2019). *Penelitian Pendidikan: Metode, Pendekatan, dan Jenis*.Jakarta:KENCANA.
- Sam,Alimuddin.(2005). *Analisa Kecepatan Korosi Pipa Galvanis Pada Tanah Dengan tingkat Kehalusan Yang Berbeda*.Jurnal Teknik Mesin, Universitas Tadulako.
- Sofyan, Bondan T. 2016. *Pengantar Material Teknik*. Jakarta : Salemba Teknika
- Utomo, Pristiadi. 2007. *Fisika Interaktif*. Jakarta: Azka Press

Suhendi,Nendi.Dkk, (2015). *Analisa Tegangan Pada Pipa Baja Karbon API 5L-GraedeB Terhadap Laju Korosi Dalam Larutan NaCl dan Asam Asetat*. Jurnal Fisika Universitas Padjadjaran.55:XIX

Yuniarto, Ady purnama, (2018). *Dasar Perancangan Teknik Mesin*.PT. Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta

Yusnita, (2019). *Asam , Basa, dan Garam di Lingkungan Kita*. ALPRIN, Semarang.