

SERTIFIKAT

Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi
Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Republik Indonesia



Kutipan dari Keputusan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi
Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia

Nomor 158/E/KPT/2021

Peringkat Akreditasi Jurnal Ilmiah Periode 1 Tahun 2021

Nama Jurnal Ilmiah

Teknik

E-ISSN: 24609919

Penerbit: Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Ditetapkan Sebagai Jurnal Ilmiah

TERAKREDITASI PERINGKAT 2

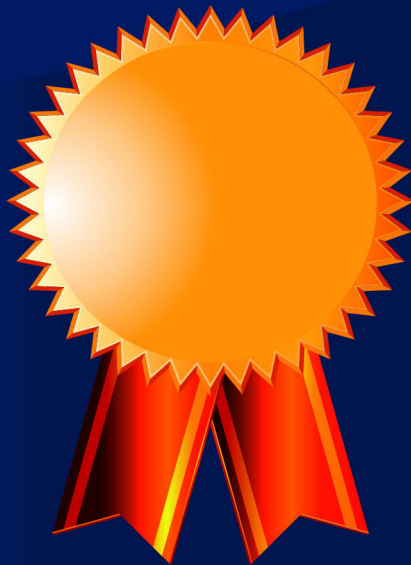
Akreditasi Berlaku selama 5 (lima) Tahun, yaitu
Volume 41 Nomor 3 Tahun 2020 Sampai Volume 46 Nomor 2 Tahun 2025

Jakarta, 09 December 2021

Plt. Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi,
Riset, dan Teknologi



Prof. Ir. Nizam, M.Sc., DIC, Ph.D., IPU, ASEAN Eng
NIP. 196107061987101001





TEKNIK

Jurnal Ilmiah Bidang Ilmu Kerekayasaan

Available online at: <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/teknik>

Indikator Penentu Kepuasan dalam Penilaian Kota Layak Huni Menggunakan Metode *Important Performance Analysis*

Studi Eksperimental Jumlah Segmen terhadap Kekuatan dan Kekakuan Pelat Lantai Beton

Analisis Eksergi pada Pembangkit Listrik yang Memanfaatkan Panas Buangan di PT Semen Padang

Analisis Perubahan Jumlah *Slot* pada *Permanent Magnet Synchronous Generator (PMSG)* untuk Mencapai Nilai Optimal *Back EMF* dan *KE* berbasis *Finite Element Method (FEM)*

Optimasi Multirespon pada Proses *3D Printing Material ABS* dengan Metode *Taguchi-PCR Topsis*

Mobile Robotic-Arm Development for a Small-Scale Inter-Room Logistic Delivery using 2D LIDAR-guided Navigation

Investigasi Pengaruh Keterlambatan Pembayaran Proyek Konstruksi dari *Owner* kepada Kontraktor

Analisis Perubahan Konsentrasi *Total Suspended Solid* secara *Multitemporal* Menggunakan Citra Sentinel 2A (Studi Kasus: Danau Rawa Pening, Jawa Tengah)

Human Action Recognition (HAR) Classification Using MediaPipe and Long Short-Term Memory (LSTM)

Analisis Pengaruh Metode *Hot Dip Galvanizing* dengan Variasi Temperatur dan Waktu Pencelupan Terhadap Laju Korosi Pipa Air Laut

Non-Microplastic Microbeads From Sago Liquid Waste With The Addition Of Chitosan as Antibacterial Function: A Review

TEKNIK	Vol. 43 No. 2	Halaman 112 - 221	Agustus 2022
--------	------------------	----------------------	--------------

TIM EDITOR

Ketua Penyunting (Editor in Chief):

Dr. Eng. Wahyul Amien Syafei, S.T., M.T. (Teknik Elektro, Universitas Diponegoro)

Dewan Penyunting (Editorial Board):

Prof. Dr. Istadi, S.T., M.T. (Teknik Kimia, Universitas Diponegoro)
Prof. Dr. Ir. A. P. Bayuseno, M.Sc. (Teknik Mesin, Universitas Diponegoro)
Prof. Dr. Ir. Sri Prabandiyani, M.Sc. (Teknik Sipil, Universitas Diponegoro)
Prof. Dr. Ir. Atik Suprpti, M.T. (Teknik Arsitektur, Universitas Diponegoro)
Dr. Ir. Maria Wahyuni, M.T. (Teknik Sipil, Universitas Katholik Soegijapranata)

Penyunting Bagian (Section Editor):

Dr. Yasser Wahyuddin, S.T., M.T., M.Sc.
Dr. Iwan Setiawan, S.T., M.T.

Mitra Bebestari (Peer-Reviewers):

Prof. Dr. Ir. Atik Suprpti, M.T. (Teknik Arsitektur, Universitas Diponegoro)
Prof. Dr. Ir. Antonius, MT (Teknik Sipil, Universitas Islam Sultan Agung)
Muhammad Zakiyullah Romdlony, S.T., M.T., Ph.D (Teknik Elektro, Universitas TELKOM)
Dr. Ir. Remon Lapisa, M.T., M.Sc. (Teknik Mesin, Universitas Negeri Padang)
Harsano Jayadi, S.Si., M. Sc. (Teknik Geologi, Universitas Tadulako)
Rusnaldy, S.T., M.T., Ph.D (Teknik Mesin, Universitas Diponegoro)
Dr. Abdul Syakur, S.T., M.T. (Teknik Elektro, Universitas Diponegoro)
Dr. Eng. Wahyul Amien Syafei, S.T., M.T. (Teknik Elektro, Universitas Diponegoro)
Dr. Iwan Setiawan, S.T., M.T. (Teknik Elektro, Universitas Diponegoro)
Ir. Sumardi, S.T., M.T., IPM. (Teknik Elektro, Universitas Diponegoro)
Dr. Yasser Wahyuddin, S.T., M.T., M.Sc. (Teknik Geodesi, Universitas Diponegoro)
Dr. Firman Hadi, S.Si., MT. (Teknik Geodesi, Universitas Diponegoro)
Agung Budi Prasetijo, S.T, M.IT., Ph.D. (Teknik Komputer, Universitas Diponegoro)

Staf Editorial & Technical Support:

Lis Setyowati, S.Sos., M.A.
Muhamad Taqiyyuddin, S.T.

Penerbit:

Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Sekretariat: Dekanat Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Jl. Prof. H. Soedarto, Kampus Undip
Tembalang, Semarang, Tel. (024) 7460053

Website: <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/teknik>;

E-mail: jteknik@live.undip.ac.id

DAFTAR ISI

Fokus, Ruang Lingkup, dan Indeksasi TEKNIK	i
Tim Editor	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Indikator Penentu Kepuasan dalam Penilaian Kota Layak Huni Menggunakan <i>Metode Important Performance Analysis</i> <i>Edi Purwanto, Very Darmawan</i> <i>Departemen Arsitektur Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro</i>	112-123
Studi Eksperimental Jumlah Segmen terhadap Kekuatan dan Kekakuan Pelat Lantai Beton Segmental <i>Yulita Arni Priastiwi, Ilham Nurhuda, Edo Antonio</i> <i>Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro</i>	124-130
Analisis Eksergi pada Pembangkit Listrik yang Memanfaatkan Panas Buangan di PT Semen Padang <i>Nadry Heroza, Adjar Pratoto</i> <i>Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Andalas</i>	131-139
Analisis Perubahan Jumlah Slot pada <i>Permanent Magnet Synchronous Generator (PMSG)</i> untuk Mencapai Nilai Optimal <i>Back EMF</i> dan <i>KE</i> berbasis <i>Finite Element Method (FEM)</i> <i>Slash Arthur Edi Sumawang, Subuh Pramono</i> <i>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret</i>	140-146
Optimasi Multirespon pada Proses <i>3D Printing Material ABS</i> dengan Metode Taguchi-PCR Topsis <i>Yopi Yusuf Tanoto, Vincensius Filbert, Ronaldo Febrian, Nicholas Adriel</i> <i>Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra</i>	147-157
<i>Mobile Robotic-Arm Development for a Small-Scale Inter-Room Logistic Delivery using 2D LIDAR-guided Navigation</i> <i>Hadha Afrisal*, Ghanis Kauchya Nugraha, Aan Aria Nanda, Ahmad Didik Setiyadi, Olimjon Toirov, Rifky Ismail,, Wahyul Amien Syafei, Munawar Agus Riyadi, Iwan Setiawan</i> <i>Department of Electrical Engineering, Universitas Diponegoro; Department of Mechanical Engineering, Universitas Diponegoro; Center for Biomechanics, Biomaterials, Biomechatronics, and Biosignal Processing (CBIOM3S); Department of Electrical Machine, Tashkent State Technical University</i>	158-167
Investigasi Pengaruh Keterlambatan Pembayaran Proyek Konstruksi dari <i>Owner</i> kepada Kontraktor <i>Jati Utomo Dwi Hatmoko, Arif Hidayat, Moammar Zachari, Satria Sentik Herman Merukh</i> <i>Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro</i>	168-177
Analisis Perubahan Konsentrasi <i>Total Suspended Solid</i> secara <i>Multitemporal</i> Menggunakan Citra Sentinel 2A (Studi Kasus: Danau Rawa Pening, Jawa Tengah) <i>Bandi Sasmito, Nurhadi Bashit, Erliza Rachmadiana</i> <i>Departemen Teknik Geodesi, Universitas Diponegoro</i>	178-189

<i>Human Action Recognition (HAR) Classification Using MediaPipe and Long Short-Term Memory (LSTM)</i> <i>Ichsan Arsyi Putra, Oky Dwi Nurhayati, Dania Eridani</i> <i>Departemen Teknik Komputer, Universitas Diponegoro</i>	190-201
Analisis Pengaruh Metode Hot Dip Galvanizing dengan Variasi Temperatur dan Waktu Pencelupan Terhadap Laju Korosi Pipa Air Laut Ari Wibawa Budi Santosa , Reimigius Baskatara Bungkan, Ocidi Mursid <i>Departemen Teknik Perkapalan, Universitas Diponegoro</i>	202-210
<i>Non-Microplastic Microbeads From Sago Liquid Waste With The Addition Of Chitosan as Antibacterial Function: A Review</i> <i>S. Silviana, Fakhri Santo Khoirudin, Ferris Andhika Pratama, Rizky Putri Adelina Harahap, Alfi Hasanah, Queen Ruhmaningrum, Lailatul Khoiriyah, Saskia Vianova, Michelle Nabillaris, Qori Santoso, Yoga Anugra Guslamari, Cantika Aulia Salsabila</i> <i>Departemen Teknik Kimia, Universitas Diponegoro</i>	211-221
Petunjuk Penulisan 2022 (<i>Author Guidelines 2022</i>)	App. 1-5

Analisa Pengaruh Metode Hot Dip Galvanizing dengan Variasi Temperatur dan Waktu Pencelupan Terhadap Laju Korosi Pipa Air Laut

Ari Wibawa Budi Santosa, Reimigius Baskatara Bungkan, Ocid Mursid*

Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

Baja AISI 1020 dalam industri perkapalan banyak digunakan sebagai pipa air laut kapal. Dilihat dari kegunaannya baja jenis ini akan mudah terkorosi jika mengalir air laut tanpa perlindungan apapun, hal tersebut disebabkan karena air laut merupakan salah satu media korosif bagi baja. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan metode pelapisan Hot Dip Galvanizing dengan variasi temperatur dan lama waktu pencelupan terhadap laju korosi pipa kapal baja AISI 1020. Temperatur yang digunakan pada proses galvanis adalah 440 °C, 455 °C, dan 480 °C dengan variable waktu pencelupan 2 menit, 4 menit, dan 6 menit. Efek korosi dipantau selama 192 jam dengan media air laut Pantai Cipta Kota Semarang. Dari hasil pengukuran weight loss didapatkan hasil bahwa laju korosi baja non galvanis sebesar 1,81462 mmpy. Laju korosi teroptimal dari masing-masing variasi temperatur dengan penggunaan metode Hot Dip Galvanizing pada 440°C waktu pencelupan 6 menit sebesar 0,01796 mmpy, pada 455 °C waktu pencelupan 6 menit sebesar 0,01289 mmpy, dan pada 480°C waktu pencelupan 4 menit sebesar 0,0074 mmpy. Berdasarkan data tersebut penggunaan metode pelapisan Hot Dip Galvanizing mampu mengurangi laju korosi yang terjadi pada baja AISI 1020.

Kata kunci: laju korosi, Hot Dip Galvanizing, kehilangan berat, baja AISI 1020, pipa air laut

Abstract

[Title: Analysis of the Effect of Hot Dip Galvanizing Method with Variations in Temperature and Time of Immersion on Corrosion Rates of Seawater Pipes] AISI 1020 steel in the shipping industry is widely used as seawater flows in ships. Based on applicating, this steel will be easily corroded if it flows through seawater without any protection. This is because seawater can lead to corrosion in the pipe. This study aimed to determine the effect of the Hot Dip Galvanizing coating method with variations in temperatures and immersion time on the corrosion rate of AISI 1020 pipes. The heating temperature in the galvanizing process is 440°C, 455°C, and 480°C, which variable of immersion time is 2 minutes, 4 minutes, and 6 minutes. The corrosion effect will monitor during 192 hours of immersion in seawater from Cipta Beach. Based on weight losses calculation, corrosion of non-galvanized steel was 1.81462 mmpy, while the optimal corrosion rate of each temperature variation using the Hot Dip Galvanizing method at 440°C immersion time 6 minutes was 0.01796 mmpy, at 455°C immersion time 6 minutes of 0.01289 mmpy, and at 480°C the immersion time of 4 minutes was 0.0074 mmpy. Based on these data, the use of the Hot Dip Galvanizing coating method can reduce the corrosion rate that occurs in AISI 1020 steel.

Keywords: corrosion, Hot Dip Galvanizing, weight losses, AISI 1020 steel, seawater pipe

1. Pendahuluan

Material baja memiliki peran penting dalam industri perkapalan, baik dalam pembangunan maupun

reparasi kapal. Penggunaan material baja pada industri kapal banyak digunakan pada bagian lambung kapal, pipa-pipa kapal, permesinan utama dan bantu kapal, serta persenjataan kapal (Ali et al., 2019). Beberapa keunggulan yang baja miliki adalah dari segi harga serta sifat mekanik yang dimilikinya. Di sisi lain, masalah yang sering terjadi pada baja yaitu korosi. Korosi terjadi

*) Penulis Korespondensi.

E-mail: ocidmursid@gmail.com

Analisis Eksergi Pada Pembangkit Listrik yang Memanfaatkan Panas Buangan di PT Semen Padang

Nadry Heroza, Adjar Pratoto*

Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Andalas,
Jl. DR. M. Hatta, Kampus UNAND Limau Manis, Padang, Indonesia 25163

Abstrak

Analisis eksergi pembangkit listrik yang memanfaatkan panas buang di PT. Semen Padang dilakukan untuk mengidentifikasi keandalan pembangkit, baik secara keseluruhan sistem ataupun masing-masing komponen. Hal ini penting sebagai landasan untuk optimalisasi pemanfaatan panas buang serta efisiensi pengoperasian pembangkit, seiring bertambahnya umur pemakaian. Aliran eksergi dan efisiensi eksergi dihitung untuk setiap komponen yang kemudian digunakan untuk menghitung seberapa besar eksergi yang termusnahkan pada masing-masing komponen. Perhitungan juga dilakukan terhadap sistem pada saat commissioning agar diketahui seberapa besar perubahan efisiensi eksergi sejak sistem ini beroperasi. Komponen pembangkit ini meliputi SP boiler, AQC boiler, turbin, kondenser, pompa kondensat, flasher, boiler feed pump dan economizer. AQC boiler adalah komponen yang memiliki nilai eksergi yang termusnahkan paling besar, yaitu sebesar 4405.34 kW atau 32.98% dari total eksergi yang dimusnahkan dalam sistem secara keseluruhan. Sedangkan pompa kondensat adalah komponen yang memiliki nilai eksergi yang termusnahkan paling kecil 18.94 kW (0.14%). Efisiensi sistem pada Januari 2012 adalah 62.60% dan mengalami penurunan di Desember 2019 menjadi 53.04% yang mana terjadi penurunan efisiensi eksergi sistem secara keseluruhan sebesar 9.56% dalam waktu 7 tahun operasi.

Kata kunci: Eksergi; eksergi termusnahkan; efisiensi eksergi; pembangkit listrik; panas buangan

Abstract

[Title: Exergy Analysis of Waste Heat Recovery Power Generation system at PT Semen Padang] Exergy analysis of a power plant that utilizes exhaust heat at PT. Semen Padang was carried out to identify the reliability of the power generating system and its main components that could be used as a basis for optimizing the utilization of exhaust heat and optimizing the operation of the generator to make it more efficient with increasing usage life. The exergy flow and efficiency are calculated for each component which is then used to calculate the exergy destroyed in the respective component. Calculations are also carried out on the system at the time of commissioning in order to get how much the exergy efficiency has changed since the system was operational. The components of this plant include SP boiler, AQC boiler, turbine, condenser, condensate pump, flasher, boiler feed pump, and economizer. AQC boiler is the component with the highest exergy value that is destroyed, which is 4405.34 kW or 32.98% of the total exergy destroyed in the system. In comparison, the condensate pump is the component that has the smallest destroyed exergy value of 18.94 kW (0.14%). The system efficiency in January 2012 was 62.60% and decreased in December 2019 to 53.04%, where the overall system exergy efficiency decreased by 9.56% within 7 years of operation..

Keywords: Exergy; exergy destruction; exergy efficiency; power plant; waste heat

1. Pendahuluan

Keandalan kinerja pembangkit listrik sangat penting bagi industri. Dalam dunia industri pemanfaatan

sumber daya energi yang tersedia perlu dimanfaatkan dengan tepat. Pemanfaatan ini bisa dilihat dari kinerja yang ada. Dengan menilai kinerja tersebut, dapat ditentukan area atau komponen mana yang memiliki kinerja konversi energi yang rendah dan dapat pula diidentifikasi di mana perbaikan perlu dilakukan (Wu et al., 2014). Hal ini sangat membantu dalam meningkatkan efisiensi sistem atau

*) Penulis Korespondensi.

E-mail: adjar.pratoto@eng.unand.ac.id

Analisis Perubahan Jumlah Slot pada *Permanent Magnet Synchronous Generator (PMSG)* untuk Mencapai Nilai Optimal *Back EMF* dan *KE* berbasis *Finite Element Method (FEM)*

Slash Arthur Edi Sumawang, Subuh Pramono*

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret,
Jl. Ir. Sutami, No 36 A, Jebres, Surakarta, Indonesia 57126

Abstrak

Generator dapat menghasilkan listrik dengan tiga syarat, yakni : terdapat medan magnet, coil dan adanya perubahan flux yang melewati coil. Tempat untuk meletakkan coil pada generator disebut dengan slot, jumlah slot dapat berpengaruh pada karakteristik generator. Perubahan jumlah slot berpengaruh pada *Back EMF* dan *KE*. Simulasi menggunakan kawat lilitan dengan diameter 1 mm. Pada penelitian ini dilakukan perancangan PMSG 12s10p, dan divariasikan slotnya menjadi 15s10p. PMSG 12s10p memiliki 12 slot dengan 188 lilitan, dan 15s10p memiliki 15 slot dengan 158 lilitan. Hasil simulasi menunjukkan tegangan DC rata-rata pada PMSG 12s10p, dan 15s10p adalah masing-masing sebesar 256,138 V, dan 277.340 V. Konstansi Elektrik (*KE*), nilai *KE* untuk masing-masing variasi PMSG sebesar 2,53 (PMSG 12s10p), dan 2,64 (PMSG 15s10p). Perubahan jumlah lilitan dari setiap slot mengakibatkan perubahan besaran flux magnetic yang dihasilkan. Flux magnetic merupakan bagian dari flux linkage yang menghasilkan tegangan induksi untuk menentukan nilai *Back EMF* dan *KE*. Dengan dimensi PMSG yang tetap, variasi jumlah slot yang menghasilkan nilai *back EMF* dan *KE* yang paling optimal adalah PMSG 15s10p. Nilai optimal *back EMF* dan *KE* menghasilkan tegangan output generator yang lebih besar.

Kata kunci: generator; coil; slot; *back EMF*, *KE*

Abstract

[Title: Analysis of Changes in Number of Slots on Permanent Magnet Synchronous Generator (PMSG) to Achieving Optimal Value of Back EMF and KE Based on Finite Element Method (FEM)] Generators can produce electricity under three conditions: a magnetic field, a coil, and a change in flux passing through the coil. The place to put the coil on the generator is called a slot. The number of slots can affect the characteristics of the generator. Changes in the number of slots affect *Back EMF* and *KE*. The simulation uses coiled wire with a diameter of 1 mm. PMSG 12s10p was designed in this research, and the slots were varied into 15s10p. The PMSG 12s10p has 12 slots with 188 coils, and the 15s10p has 15 slots with 158 coils. The simulation results show that the average DC voltage on PMSG 12s10p, and 15s10p is 256,138 V, and 277,340 V, respectively. Electrical constant (*KE*), the *KE* value for each PMSG variation is 2.53 (PMSG 12s10p), and 2.64 (PMSG 15s10p). Changes in the number of coils of each slot result in a change in the amount of magnetic flux produced. Magnetic flux is part of the flux linkage that produces an induced voltage to determine the *Back EMF* and *KE* values. With fixed PMSG dimensions, the variation in the number of slots that produces the most optimal *back EMF* and *KE* values is PMSG 15s10p. The optimal value of *back EMF* and *KE* results in a larger generator output voltage.

Keywords: generator; coil; slot; *back EMF*, *KE*

*) Penulis Korespondensi.
E-mail: subuhpramono@staff.uns.ac.id

1. Pendahuluan

Generator merupakan salah satu dari mesin listrik yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi

Analisa Pengaruh Metode Hot Dip Galvanizing Dengan Variasi Temperatur dan Waktu Pencelupan Terhadap Laju Korosi Pipa Air Laut Kapal Material Baja AISI 1020

by Ari Wibawa Budi Santosa

Submission date: 09-Feb-2023 09:15AM (UTC+0700)

Submission ID: 2009755341

File name: document.pdf (718.74K)

Word count: 4246

Character count: 24713

Analisa Pengaruh Metode *Hot Dip Galvanizing* dengan Variasi Temperatur dan Waktu Pencelupan Terhadap Laju Korosi Pipa Air Laut

Ari Wibawa Budi Santosa, Reimigius Baskatara Bungkang, Ocrid Mursid*

Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

Baja AISI 1020 dalam industri perkapalan banyak digunakan sebagai pipa air laut kapal. Dilihat dari kegunaannya baja jenis ini akan mudah terkorosi jika mengalir air laut tanpa perlindungan apapun, hal tersebut disebabkan karena air laut merupakan salah satu media korosif bagi baja. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan metode pelapisan *Hot Dip Galvanizing* dengan variasi temperatur dan lama waktu pencelupan terhadap laju korosi pipa kapal baja AISI 1020. Temperatur yang digunakan pada proses galvanis adalah 440 °C, 455 °C, dan 480 °C dengan variable waktu pencelupan 2 menit, 4 menit, dan 6 menit. Efek korosi dipantau selama 192 jam dengan media air laut Pantai Cipta Kota Semarang. Dari hasil pengukuran weight loss didapatkan hasil bahwa laju korosi baja non galvanis sebesar 1,81462 mmpy. Laju korosi teroptimal dari masing-masing variasi temperatur dengan penggunaan metode *Hot Dip Galvanizing* pada 440°C waktu pencelupan 6 menit sebesar 0,01796 mmpy, pada 455 °C waktu pencelupan 6 menit sebesar 0,01289 mmpy, dan pada 480°C waktu pencelupan 4 menit sebesar 0,0074 mmpy. Berdasarkan data tersebut penggunaan metode pelapisan *Hot Dip Galvanizing* mampu mengurangi laju korosi yang terjadi pada baja AISI 1020.

Kata kunci: laju korosi, *Hot Dip Galvanizing*, kehilangan berat, baja AISI 1020, pipa air laut

Abstract

[Title: Analysis of the Effect of *Hot Dip Galvanizing* Method with Variations in Temperature and Time of Immersion on Corrosion Rates of Seawater Pipes] AISI 1020 steel in the shipping industry is widely used as seawater flows in ships. Based on applicating, this steel will be easily corroded if it flows through seawater without any protection. This is because seawater can lead to corrosion in the pipe. This study aimed to determine the effect of the *Hot Dip Galvanizing* coating method with variations in temperatures and immersion time on the corrosion rate of AISI 1020 pipes. The heating temperature in the galvanizing process is 440°C, 455°C, and 480°C, which variable of immersion time is 2 minutes, 4 minutes, and 6 minutes. The corrosion effect will monitor during 192 hours of immersion in seawater from Cipta Beach. Based on weight losses calculation, corrosion of non-galvanized steel was 1.81462 mmpy, while the optimal corrosion rate of each temperature variation using the *Hot Dip Galvanizing* method at 440°C immersion time 6 minutes was 0.01796 mmpy, at 455°C immersion time 6 minutes of 0.01289 mmpy, and at 480°C the immersion time of 4 minutes was 0.0074 mmpy. Based on these data, the use of the *Hot Dip Galvanizing* coating method can reduce the corrosion rate that occurs in AISI 1020 steel.

Keywords: corrosion, *Hot Dip Galvanizing*, weight losses, AISI 1020 steel, seawater pipe

1. Pendahuluan

Material baja memiliki peran penting dalam industri perkapalan, baik dalam pembangunan maupun

reparasi kapal. Penggunaan material baja pada industri kapal banyak digunakan pada bagian lambung kapal, pipa-pipa kapal, permesinan utama dan bantu kapal, serta persenjataan kapal (Ali et al., 2019). Beberapa keunggulan yang baja miliki adalah dari segi harga serta sifat mekanik yang dimilikinya. Di sisi lain, masalah yang sering terjadi pada baja yaitu korosi. Korosi terjadi

*¹ Penulis Korespondensi.
E-mail: ocidmursid@gmail.com

karena penurunan mutu dari baja yang disebabkan reaksi kimia yang terjadi antara logam dengan lingkungannya (Zuchry & Magga, 2017). Menurut *National Association of Corrosion Engineer (NACE)*, peristiwa korosi pada material baja tidak dapat dihentikan, namun laju korosi dapat dikurangi dan dikendalikan agar proses kerusakan yang terjadi melambat. Cara pencegahan korosi pada baja dapat dilakukan dengan melapisi baja dengan logam lain, pengecatan dan proteksi katodik (Karyono et al., 2017). Proses pencegahan korosi dengan melakukan pelapisan baja menggunakan logam lain yang memiliki sifat anodik pada permukaan material dapat menggunakan berbagai metode seperti *electroplating*, *spraying* maupun *Hot Dip Galvanizing*.

Baja AISI 1020 pada industri perkapalan banyak digunakan sebagai pipa-pipa air laut pada kapal (Nurhayati et al., 2020). Baja ini termasuk dalam kategori baja karbon rendah (*Low Carbon Steel*), dengan komposisi karbon dibawah 0.25% dan memiliki berbagai unsur pembentuk antara lain Mangan (Mn), Silikon (Si), dan Tembaga (Cu) (Suprijanto, 2013). Pada sistem perpipaan kapal umumnya korosi disebabkan oleh tekanan, temperatur, serta jenis fluida yang mengalir dalam pipa. Untuk jenis baja yang penggunaan umumnya dialiri air laut, tentu sangat riskan untuk terkena korosi. Hal ini karena air laut memiliki konsentrasi ion klorida yang tinggi. Peristiwa korosi pada baja jenis ini dapat dicegah salah satunya dengan metode *Hot Dip Galvanizing* yaitu pelapisan baja dengan logam seng (Zn) yang telah dileburkan diatas titik leburnya pada suhu 419,53°C (Widyanto & Hardjono, 2020). Proses ini harus dilakukan pada bak berbahan baja baru selanjutnya seng murni ini dapat dileburkan. Lapisan seng kemudian melapisi seluruh permukaan daerah yang dicelupkan pada bak galvanis.

Studi terdahulu tentang pipa galvanis baja ASTM G31-72 telah dilakukan. Pipa galvanis baja direndam dalam tiga sumber air laut berbeda yaitu Lamongan, Surabaya, dan Gresik dalam waktu 12 jam, 24 jam, 48 jam, 168 jam, dan 240 jam. Penelitian ini menunjukkan bahwa seluruh pipa galvanis pada setiap waktu perendaman telah memiliki nilai laju korosi (Fachrudin, 2017).

Studi lainnya mengenai korosi pada baja karbon rendah dilakukan dengan menggunakan metode *hot dip galvanizing*. Pada penelitian tersebut digunakan 3 model

plat specimen uji dengan bentuk silinder, siku, dan plat. Seluruh specimen direndam pada media H₂SO₄ dan NaCl. Hasil penelitian menunjukkan bawah specimen dengan bentuk siku memiliki nilai laju korosi paling rendah pada semua media korosi serta specimen dengan model silinder dan plat nilai laju korosinya tidak jauh berbeda (Rahman, 2016).

Berdasarkan tinjauan atas penelitian-penelitian sebelumnya, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa pengaruh perubahan temperatur *hot dip galvanizing* serta lama waktu pencelupan specimen ke dalam galvanis terhadap laju korosi dengan media korosif air laut. Penelitian ini menggunakan specimen baja AISI 1020 yang sering digunakan pada pipa-pipa air laut dalam kapal. Perhitungan laju korosi akan menggunakan metode kehilangan berat. Setelah melakukan pengujian laju korosi specimen akan melalui pengujian foto makro guna mengetahui perbedaan struktur permukaan specimen yang melalui proses galvanis dengan yang tidak serta antar specimen galvanis yang variasinya berbeda.

2. Bahan dan Metode

2.1. Objek Penelitian

Baja dengan jenis AISI 1020 adalah jenis baja yang sering digunakan dalam pipa-pipa air laut kapal. Spesifikasi standar umum yang ditetapkan oleh *American Iron and Steel Institute* mengenai kandungan yang terdapat pada Baja AISI 1020 ditampilkan pada Tabel 1. Kekuatan mekanikal dari baja AISI 1020 ditampilkan pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa kandungan umum baja AISI 1020 termasuk dalam jenis baja karbon rendah (*Low Carbon Steel*). Specimen pada penelitian ini menggunakan baja produksi SeAH Besteel Corp Korea dengan ukuran specimen uji 50 mm x 30 mm x 8 mm seperti ditunjukan pada gambar 1, specimen total yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 30 specimen yang diberi perlakuan berbeda-beda sesuai variasi yang ditentukan.

2.2. Hot Dip Galvanizing

Hot Dip Galvanizing merupakan metode pelapisan logam menggunakan logam pelapis yaitu seng (Zn) yang dileburkan dalam bak galvanis dengan suhu 440 °C – 480 °C. Logam yang dilapisi dicelupkan dalam bak galvanis dalam rentang waktu yang telah ditentukan agar terjadi proses pelapisan logam dengan logam

Tabel 1. Kandungan baja AISI 1020 (Handbook, 1993)

Unsur	Kandungan (%)
C	0.2-0.3
Si	0.15-0.35
Mo	0.2-0.3
P	0.035

Tabel 2. *Mechanical Properties* baja AISI 1020 (Handbook, 1993)

Unsur	Kandungan (%)
<i>Yield Strength</i> (Mpa)	245-300
<i>Tensile Strength</i> (Mpa)	420-440
<i>Elongation</i>	27-30



Gambar 1. Spesimen baja AISI 1020



Gambar 2. Spesimen Zinc

pelapis yaitu Zn yang telah dileburkan (Alamsyah et al., 2012). Secara garis besar metode *Hot Dip Galvanizing* terdiri dari tiga tahapan yang harus dilakukan agar hasil dari pelapisan ini dapat maksimal. Tahapan pertama adalah *pre-treatment* yang merupakan proses perlakuan awal pada logam yang digalvanis, dilanjutkan dengan tahap pencelupan logam dalam galvanis, serta diakhiri dengan tahap pendinginan dan finishing. Kandungan seng (Zn) yang digunakan pada metode ini harus memiliki kemurnian minimal 98%. Penelitian ini menggunakan seng milik PT. Anugrah Cemerlang Nusantara yang telah disertifikasi oleh BKI kandungan kimianya sesuai dengan Tabel 3. Gambar 2 menunjukkan material *zinc* yang kemudian dilebur pada penelitian ini.

2.3. Prosedur Penelitian

Penelitian ini menggunakan pedoman standar yang diatur dalam ASTM A123 Zinc (*Hot-Dip Galvanized*) Coatings on Iron and Steel Products serta ASTM G31-72 Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metal. Kedua standar tersebut mengatur pelaksanaan prosedur penelitian mencakup kemurnian seng (Zn) yang digunakan, suhu optimal untuk melakukan proses *Hot Dip Galvanizing*, volume air laut sebagai media pengkorosi baja, pelaksanaan pembersihan spesimen setelah pelaksanaan pengujian, perhitungan laju korosi, dan standar lainnya yang digunakan dalam pelaksanaan pengujian penelitian ini.

2.4. Persiapan Alat dan Bahan

Peralatan yang dipersiapkan sebelum penelitian dilaksanakan adalah: *stirring*, gerinda, timbangan analitik, box *sterofoam*, penggaris-pulpen, *infrared thermometer* PM6530D, mikroskop stereo Olympus

SZ61, tali nilon, gelas beker, *oven*, penjepit, dapur peleburan galvanis, kawat, *time*, *surf grind*, kamera, mesin *bor*, dan mata bor 5mm.

Bahan-bahan yang diperlukan untuk penelitian ini adalah plat baja AISI 1020; *High Grade Zinc* 99,57; air laut Kota Semarang (Jawa Tengah); *aquades*; Hcl 10%; NaOH 5 %; *Zinc Ammonium Chloride* (ZAC) 20%; $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,015%; NH_4Cl 10%; dan air.

2.5. Pembuatan Spesimen

Spesimen pada penelitian ini menggunakan plat baja AISI 1020. Plat baja AISI 1020 digunakan pada kapal sebagai salah satu material pipa-pipa. Spesimen dipotong menggunakan gerinda hingga berukuran 50 mm x 30 mm x 8 mm dan pada salah satu ujung tengah sisi spesimen dilubangi menggunakan bor sebesar 5 mm tiap spesimennya untuk memudahkan pelaksanaan penelitian.

2.6. Proses Pelapisan Metode Hot Dip Galvanizing

Berdasarkan standar yang ditetapkan dalam ASTM A123, terdapat tiga tahapan utama dalam melakukan pelapisan pada spesimen menggunakan metode *Hot Dip Galvanizing*.

Tahap pertama adalah *Pre-Treatment*. Proses awal dari *pre-treatment* adalah *degreasing* dimana spesimen direndam dalam gelas beker berisi larutan NaOH 5% pada suhu 70°C selama 600 detik. Proses ini dilaksanakan dengan bantuan *stirring* untuk mengaduk larutan serta mengontrol suhu. Tujuan dari proses ini agar permukaan spesimen bersih dari minyak, cat, serta kotoran padat lainnya. Spesimen kemudian dibilas dengan air mengalir untuk membersihkan larutan NaOH yang disebut juga dengan proses *rinsing* I. Spesimen kemudian melalui proses *pickling* dimana spesimen direndam dalam gelas beker berisi larutan HCl 10% pada suhu 60°C selama 600 detik. Proses ini bertujuan membersihkan spesimen dari karat serta lapisan oksida yang dapat menyebabkan korosi. Proses ini menggunakan bantuan *stirring* untuk mencampur larutan serta mengontrol suhu. Spesimen dibilas kembali

Tabel 3. Kandungan zinc dalam proses galvanis

Zn	FE	Pb	Al	Cd	Cu
99,57	0,005	0,006	0,325	0,093	0,005

menggunakan air mengalir dalam proses *rinsing* II untuk menghilangkan larutan HCl yang menempel pada permukaan spesimen. *Fluxing* bertujuan untuk memberi perlakuan awal perpindahan panas dan membantu proses perekatan seng (Zn) dengan permukaan spesimen. Spesimen direndam dalam gelas beker berisi larutan *Zinc Amonium Chloride* (ZAC) atau ZnNH_4Cl 20% pada suhu 60°C selama 300 detik. Proses ini menggunakan bantuan *stirring* untuk mencampur larutan dan menjaga kestabilan suhu. Pada tahap akhir seluruh spesimen akan dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C hingga benar-benar kering dalam tahapan *drying*.

Tahap kedua adalah tahap pencelupan. Pada tahap ini spesimen dipisah menjadi 27 spesimen melalui proses galvanis dan 3 spesimen tanpa diberi perlakuan galvanis. Spesimen yang digalvanis dikelompokkan berdasarkan variasi temperatur pemanasan galvanis sebesar 440°C, 455°C, dan 480°C. Waktu pencelupan divariasikan menjadi 2 menit, 4 menit, dan 6 menit. Pengelompokan penamaan spesimen berdasarkan variasi yang ditetapkan diuraikan pada Tabel 4. Untuk spesimen yang tidak melalui proses galvanis dikelompokkan sendiri dengan penamaan spesimen sesuai dengan Tabel 5.

Tahap ketiga adalah tahap pendinginan. Spesimen yang telah melalui proses galvanis selanjutnya langsung melalui tahap pendinginan atau biasa disebut dengan proses *quenching* dengan direndam dalam larutan sodium bikromat dengan konsentrasi 0,015% dalam air. Proses ini bertujuan untuk mengurangi kemungkinan timbulnya *white rust* (karat putih) pada spesimen uji.

2.7. Penimbangan Berat Awal Spesimen

Setelah seluruh spesimen melalui metode pelapisan *Hot Dip Galvanizing*, dilakukan penimbangan berat awal spesimen. Spesimen yang tidak melalui proses galvanis juga ditimbang untuk mengetahui berat awalnya. Penimbangan dilakukan menggunakan timbangan analitik pada laboratorium material Teknik Mesin Universitas Diponegoro.

2.8. Perendaman Spesimen Dalam Media Korosif

Media korosif yang digunakan dalam penelitian

ini adalah air laut Pantai Cipta Kota Semarang, Jawa Tengah. Perendaman dilakukan dalam kotak *styrofoam* dengan ukuran 39x25x16 cm. Terdapat 6 kotak *styrofoam* yang digunakan sebagai wadah pada penelitian ini. 5 kotak digunakan sebagai wadah perendaman spesimen yang digalvanis dengan pembagian 2 kotak berisi 6 spesimen dan 3 kotak berisi 5 spesimen, 1 wadah digunakan sebagai wadah spesimen yang tidak melalui proses *galvanizing*.

Sesuai dengan ketentuan ASTM G 31-72, maka volume minimal air laut yang dibutuhkan untuk pelaksanaan pengujian korosi sebesar 0,2 ml/mm². Dengan luas permukaan spesimen uji yang terendam dalam media korosif sebesar 4.280 mm² maka volume minimal media korosif yang diperlukan untuk tiap spesimen sebesar 856 ml. Untuk kotak *styrofoam* yang berisi 6 spesimen volume minimal air laut yang dibutuhkan sebesar 5.136 ml, untuk kotak yang berisi 5 spesimen volume minimal air laut yang dibutuhkan sebesar 4.280 ml, dan untuk kotak yang berisi 3 spesimen uji tanpa digalvanis minimal volume air laut yang dibutuhkan sebesar 2.568 ml.

Selanjutnya spesimen digantung dan diikat menggunakan tali nilon pada batang kayu dan direndam dalam masing-masing kotak *styrofoam* selama 192 jam. Berdasarkan ASTM G31-72, waktu pencelupan spesimen pada air laut sekurang-kurangnya adalah 7 hari (168 Jam). Waktu pencelupan dalam penelitian ini ditetapkan 172 jam. Batang kayu diberi label spesimen untuk memudahkan pengamatan pada spesimen uji. Pengukuran waktu perendaman dilakukan seperti ditunjukkan Gambar 3.

2.9. Pengangkatan dan Pembersihan

Spesimen pengangkatan dilakukan setelah spesimen direndam selama 192 jam dalam media korosif. Setelah diangkat, spesimen dibersihkan dengan masing-masing larutan pembersih seperti yang diatur dalam ASTM G 1-90. Larutan HCl digunakan untuk membersihkan spesimen tanpa galvanis dan larutan NH_4Cl untuk membersihkan spesimen yang digalvanis. Tujuan proses ini adalah untuk membersihkan karat beserta senyawa lainnya yang menempel pada permukaan spesimen. Setelah dibersihkan seluruh spesimen dibilas dengan air lalu dikeringkan menggunakan oven, spesimen tanpa galvanis dipisah ketika dikeringkan dalam oven untuk mencegah timbulnya reaksi antar spesimen.

Tabel 4. Penamaan spesimen galvanis

Temperatur	Waktu pencelupan	Kode Spesimen
440°C	2 menit	A1, A2, A3
	4 menit	B1, B2, B3
	6 menit	C1, C2, C3
445°C	2 menit	D1, D2, D3
	4 menit	E1, E2, E3
	6 menit	F1, F2, F3
480°C	2 menit	G1, G2, G3
	4 menit	H1, H2, H3
	6 menit	I1, I2, I3

Tabel 5. Penamaan spesimen non galvanis

Perlakuan	Kode Spesimen
Non Galvanis	J1
	J2
	J3

2.10. Penimbangan Akhir

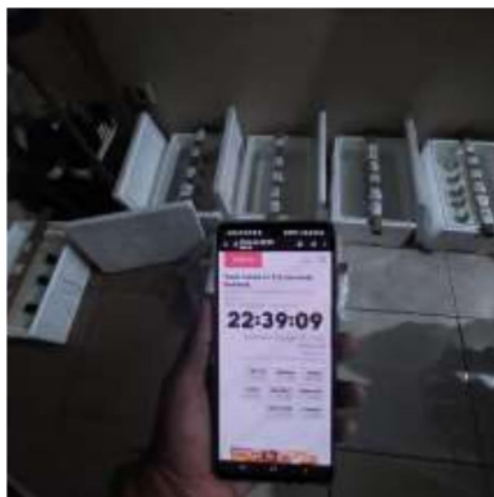
Spesimen dan pengujian foto makro spesimen yang telah dibersihkan kemudian ditimbang kembali menggunakan timbangan analitik pada laboratorium material Teknik Mesin Universitas Diponegoro. Penimbangan ini dimaksudkan untuk mengetahui berat yang hilang selama proses uji korosi dalam media korosif. Langkah ini diikuti dengan pengujian foto makro menggunakan Mikroskop Stereo Olympus SZ61 terhadap satu spesimen uji yang tidak digalvanis dengan satu spesimen uji yang digalvanis dari tiap variasi waktu pencelupan dan temperatur pemanasan galvanis. Tujuan dari pelaksanaan foto makro ini untuk mengetahui kondisi permukaan spesimen yang telah direndam pada media korosif.

2.11. Perhitungan Laju Korosi

Perhitungan laju korosi dilakukan menggunakan metode kehilangan berat. Berdasarkan data berupa berat awal dan akhir spesimen, dapat ditentukan nilai laju korosi dari setiap spesimen menggunakan rumus yang terdapat dalam ASTM G 31-72 yang di tampilkan pada Persamaan 1.

$$CR = \frac{K.W}{As.D.T} \quad (1)$$

Laju korosi menggunakan satuan *milimeter per year* (mmpy), dimana K merupakan konstanta yang nilai yang tetap yaitu 8,76x10⁴; W merupakan selisih berat awal dengan akhir spesimen selama pengujian (dinyatakan dalam satuan gram); As merupakan luas permukaan spesimen yang terendam dalam media korosif (satuan cm²); D merupakan densitas dari



Gambar 3. Pencelupan spesimen pada media korosif

spesimen (dinyatakan dalam satuan gram/cm³); dan T merupakan lama waktu perendaman spesimen dalam media korosif (satuan jam).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengujian Laju Korosi

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, didapatkan data berupa laju korosi dengan metode kehilangan berat dari seluruh spesimen. Data hasil penelitian disajikan dalam Tabel 6. Data laju korosi tersebut dapat disajikan juga dalam bentuk grafik berdasarkan temperatur dari masing - masing varian pada Gambar 4, 5, dan 6.

Berdasarkan Tabel 6, laju korosi logam tanpa galvanis memiliki laju korosi 1.614 mmpy (spesimen J), sedangkan untuk logam dengan galvanis pada setiap perlakuan memiliki laju korosi dibawah 0.0074 mmpy (spesimen H). Hal tersebut menunjukkan bahwa galvanis dapat mencegah korosi hingga 99%.

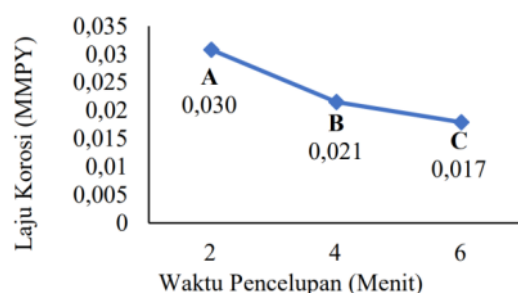
Gambar 4 menunjukkan hasil pengujian laju korosi baja AISI 1020 dengan pencelupan galvanis pada temperatur 440°C. Berdasarkan data tersebut, spesimen A memiliki laju korosi terbesar diantara lainnya dengan laju korosi sebesar 0,030 mmpy, pada spesimen B didapatkan laju korosi 0,021 mmpy, dan untuk spesimen C didapatkan laju korosi 0,017 mmpy yang merupakan laju korosi paling kecil. Berdasarkan data tersebut, waktu pencelupan paling optimal baja AISI 1020 pada temperatur 440°C didapat pada pencelupan 6 menit.

Gambar 5 menunjukkan hasil pengujian laju korosi baja AISI 1020 pencelupan galvanis dengan temperatur 455°C. Hasil pengujian laju korosi spesimen D sebesar 0,025 mmpy. Spesimen E memiliki nilai laju korosi sebesar 0,014 mmpy dan spesimen F memiliki laju korosi terendah yaitu 0,012 mmpy. Pada grafik tersebut terlihat bahwa jika baja AISI 1020 dicelupkan

Tabel 6. Laju korosi spesimen galvanis dan non galvanis

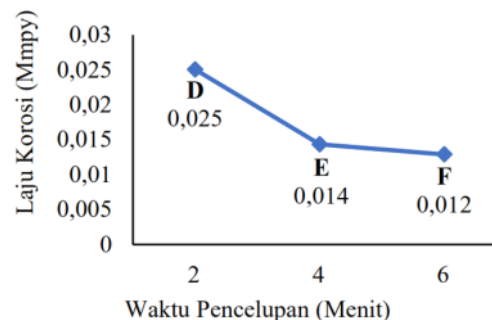
Kode Spesimen	W ₀ (gram)	W ₁ (Gram)	Weight loss (gram)	Laju Korosi (mmpy)
A	96,634	96,611	0,022	0,030
B	93,343	93,328	0,015	0,021
C	91,468	91,455	0,013	0,017
D	94,334	94,316	0,015	0,025
E	96,113	96,099	0,013	0,014
F	96,288	96,278	0,009	0,012
G	94,344	94,337	0,007	0,010
H	95,238	95,232	0,005	0,0074
I	94,695	94,689	0,005	0,0077
J	96,076	94,736	1,339	1,814

dalam galvanis dengan temperatur 455°C didapat pada

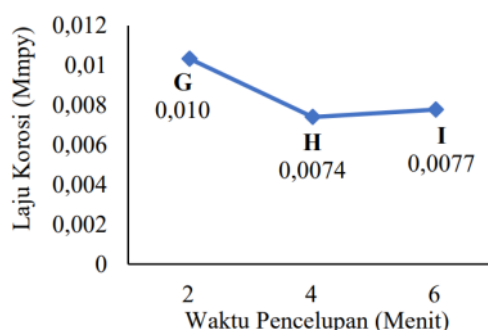


Gambar 4. Laju korosi pada temperatur 440°C

spesimen H dengan laju korosi 0,0074 mmpy



Gambar 5. Laju korosi pada temperatur 455°C



Gambar 6. Laju korosi pada temperatur 480°C

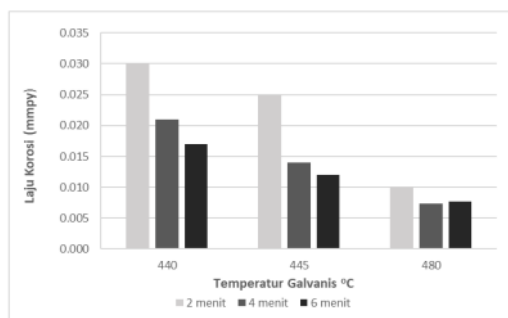
pencelupan 6 menit.

Berdasarkan gambar 6 laju korosi baja AISI 1020 yang telah digalvanis pada suhu 480°C, didapatkan nilai laju korosi terbesar pada spesimen G dengan laju korosi sebesar 0,010 mmpy. Namun, terdapat sedikit perbedaan dengan pengujian pada temperatur lainnya dimana pada

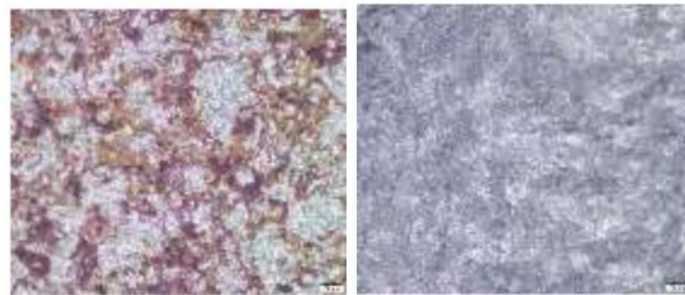
merupakan laju korosi terendah jika dibandingkan dengan spesimen G serta spesimen I yang memiliki laju korosi 0,0077 mmpy. Berdasarkan data tersebut, lama waktu pencelupan optimum untuk mengurangi tingkat korosi baja pada peleburan zinc 480°C didapat pada pencelupan selama 4 menit.

Gambar 7 menunjukkan pengaruh variasi waktu pencelupan serta temperatur galvanis terhadap laju korosi. Berdasarkan gambar tersebut diketahui bahwa semakin tinggi suhu pencelupan maka semakin efektif dalam menahan laju korosi.

Hasil penelitian ini menunjukkan pola yang sama dengan penelitian terdahulu dalam variabel suhu pencelupan. Berdasarkan penelitian sebelumnya dengan suhu pencelupan yang berbeda antara 440 °C, 445 °C, dan 450 °C menunjukan bahwa semakin tinggi suhu pencelupan menyebabkan lapisan galvanis yang semakin tebal (Pratama & Hardjono, 2020). Lapisan galvanis yang semakin tebal menyebabkan perlindungan terhadap korosi yang lebih baik, hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian ini dimana semakin tinggi suhu galvanis maka semakin baik juga perlindungan terhadap korosi



Gambar 7. Perbandingan korosi berdasarkan waktu dan temperatur



(a)

(b)

Gambar 8. Foto makro spesimen non galvanis (a) dan galvanis (b) Setelah perendaman dalam media korosif air laut



(a)

(b)

(c)

Gambar 9. Foto makro spesimen a, b, dan c setelah perendaman dalam media korosif air laut



(d)

(e)

(f)

Gambar 10. Foto makro spesimen d, e, dan f setelah perendaman dalam media korosif air laut



(g)

(h)

(i)

Gambar 11. Foto makro spesimen g, h, dan i setelah perendaman dalam media korosif air laut.

3.2. Foto Makro Spesimen

Setelah melakukan pengujian laju korosi selama 192 jam pada spesimen yang digalvanis maupun yang tidak, selanjutnya spesimen diuji foto makro untuk mengetahui kondisi permukaan spesimen. Pengujian menggunakan Mikroskop Stereo Olympus SZ61 pada laboratorium material Teknik Mesin Universitas Diponegoro, pengujian ini dilakukan dengan perbesaran sebesar 45 kali pada permukaan spesimen. Pengujian ini menggunakan satu spesimen baja yang tidak digalvanis dan satu spesimen baja yang digalvanis.

Gambar 8 merupakan foto makro permukaan spesimen baja yang tidak digalvanis dengan baja yang digalvanis. Gambar tersebut memperlihatkan bahwa setelah dilakukan perendaman dalam media korosif air laut selama 192 jam permukaan spesimen baja yang tidak digalvanis dipenuhi dengan bercak berwarna coklat menandakan bahwa baja terkorosi. Pada spesimen ini korosi yang terjadi merata pada seluruh permukaan spesimen sehingga jenis korosi yang timbul pada spesimen ini adalah korosi serupa atau korosi homogen. Selanjutnya jika melihat spesimen baja yang mendapatkan pelapisan seng dengan metode *Hot Dip Galvanizing* dimana tidak terdapat sama sekali bercak berwarna coklat pada permukaannya yang menandakan bahwa spesimen tersebut tidak terkena korosi. Hal tersebut disebabkan seng yang melapisi permukaan baja masih mampu mencegah permukaan baja dari korosi.

Gambar 9, 10, dan 11 menunjukkan hasil foto permukaan spesimen yang telah digalvanis. Foto makro dilaksanakan setelah seluruh spesimen diuji laju korosinya dalam media korosi air laut dan telah dilakukan pembersihan menggunakan larutan NH_4Cl dengan hasil seluruh spesimen masih terlapisi dengan baik oleh lapisan seng pada proses *Hot Dip Galvanizing*. Namun pada beberapa spesimen seperti pada Gambar 9 spesimen A, terlihat pada beberapa daerah permukaan spesimen terdapat beberapa bintik-bintik hitam. Pada Gambar 11 terlihat pada permukaan masing-masing spesimen terdapat beberapa retakan kecil yang berarti pada suhu tersebut galvanis kurang maksimal untuk melapisi baja AISI 1020 mengakibatkan laju korosi berbeda.

4. Kesimpulan

Spesimen J yang tidak dilapisi dengan galvanis memiliki nilai laju korosi yang terbesar yaitu 1,81462 mmpy dan untuk laju korosi terkecil pada spesimen H sebesar 0,0074 mmpy lebih efektif menurunkan laju korosi hingga 99%. Berdasarkan kondisi tersebut didapatkan bahwa galvanis dapat memberikan perlindungan pada pipa air laut. Korosi pada pipa yang dilapisi galvanis dipengaruhi oleh suhu dan durasi pencelupan. Semakin tinggi suhu pencelupan spesimen terhadap logam galvanis menghasilkan perlindungan

terhadap korosi yang lebih baik. Secara umum semakin lama suhu pencelupan menunjukkan nilai laju korosi yang semakin rendah. Pada suhu 440°C dan 455°C menunjukkan bahwa semakin lama durasi pencelupan maka akan semakin baik dalam perlindungan korosi. Pada suhu 480°C menunjukkan penurunan nilai laju korosi dari waktu pencelupan 2 menit ke 4 menit, tetapi terdapat anomali saat pencelupan 6 menit dimana nilai laju korosinya lebih besar dari 4 menit dengan nilai kenaikan yang tidak signifikan. Permukaan Spesimen yang tidak digalvanis terdapat bercak berwarna coklat yang menandakan terkorosi, sedangkan permukaan spesimen yang digalvanis tidak terdapat bercak karat karena terlindungi oleh lapisan seng yang menempel pada permukaan.

6

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis ucapkan kepada, staff laboratorium material Teknik Mesin Universitas Diponegoro dan CV. Mini Galvanis yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Alamsyah, F. A., Setyarini, P. H., & MF, F. G. (2012). Pengaruh kekasaran permukaan terhadap ketebalan lapisan hasil Hot Dipped Galvanizing (HDG). *Jurnal Rekayasa Mesin*, 3(2), 327–336.
- Ali, M. S., Praktikno, H., & Dhanistha, W. L. (2019). Analisis Pengaruh Variasi Sudut Blasting Dengan Coating Campuran Epoxy dan Aluminium Serbuk terhadap Kekuatan Adhesi, Prediksi Laju Korosi, dan Morfologi pada Plat Baja ASTM A36. *Jurnal Teknik ITS*, 8(1), G64–G70.
- Fachrudin, T. D. (2017). Laju Korosi Pipa Galvanis (Inlet Desalinasi) Pada Sea Chest Kapal Terhadap Waktu dan Salinitas Air Laut. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(03).
- Handbook, A. S. M. (1993). *Properties and selection: irons, steels and high-performance steels*. ASM International.
- Karyono, T., Budianto, B., & Pamungkas, R. G. (2017). Analisis teknik pencegahan korosi pada lambung kapal dengan variasi sistem pencegahan ICCP dibandingkan dengan SACP. *J. Pendidik. Prof*, 6(1).
- Nurhayati, I., Karo, P. K., & Syafridi, S. (2020). Efektivitas Ekstrak Kulit Buah Maja Sebagai Inhibitor pada Baja Karbon Aisi 1020 dalam Medium Korosif NaCl 3% dengan Variasi Waktu Perendaman. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 8(2), 159–168.
- Pratama, A. R., & Hardjono, H. (2020). Pengaruh

- Variasi Suhu Dan Kecepatan Angkat Pada Proses Galvanizing Terhadap Ketebalan Baja di PT. Bondi Syad Mulia Gresik. *Distilat: Jurnal Teknologi Separasi*, 6(2), 340–345.
- Rahman, L. O. A. (2016). *Analisis Laju Korosi Pada Baja Karbon Rendah Yang Dilapisi Seng dengan Metode Hot Dip Galvaning*. Kendari: Universitas Halu Oleo.
- Suprijanto, D. (2013). Pengaruh bentuk kampuh terhadap kekuatan bending las sudut Smaw posisi mendatar pada baja karbon rendah. *ReTII*.
- Widyanto, Y. G., & Hardjono, H. (2020). Pengaruh Variasi Waktu Dan Suhu Pencelupan Pada Proses Hot Dip Galvanizing Terhadap Ketebalan Permukaan Baja Di PT Bondi Syad Mulia Gresik. *Distilat: Jurnal Teknologi Separasi*, 6(2), 223–228.
- Zuchry, M., & Magga, R. (2017). Analisis Laju Korosi Dengan Penambahan Pompa Pada Baja Komersil Dalam Media Air Laut. *Jurnal Mekanikal*, 8(2), 737–740.

Analisa Pengaruh Metode Hot Dip Galvanizing Dengan Variasi Temperatur dan Waktu Pencelupan Terhadap Laju Korosi Pipa Air Laut Kapal Material Baja AISI 1020

ORIGINALITY REPORT

7 %

SIMILARITY INDEX

7 %

INTERNET SOURCES

4 %

PUBLICATIONS

1 %

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

mafiadoc.com

Internet Source

<1 %

2

ejournal3.undip.ac.id

Internet Source

<1 %

3

repository.upstegal.ac.id

Internet Source

<1 %

4

teknik.unej.ac.id

Internet Source

<1 %

5

biznet.ct.gov

Internet Source

<1 %

6

www.jurnalfarmasihigea.org

Internet Source

<1 %

7

jurnal.unbrah.ac.id

Internet Source

<1 %

8

jemit.fmipa.unila.ac.id

Internet Source

<1 %

ojs.uho.ac.id

9

Internet Source

<1 %

10

protan.studentjournal.ub.ac.id

Internet Source

<1 %

11

Rizky Dwisaputro, Mochammad Syaiful Anwar, Rusnaldy Rusnaldy, Efendi Mabururi. "Studi Laju Korosi Baja Tahan Karat Martensitik 13CR Setelah Proses Perlakuan Panas [Effect of Heat Treatment of AISI 410 Martensitic Stainless Steel on Microstructure and Corrosion Resistance]", Metalurgi, 2018

Publication

<1 %

12

Rofli J Lessu, Mery Pattipeilohy, Stevin Melay. "PENGARUH CARA PENGOLAHAN DAN WAKTU BERBEDA TERHADAP KADAR PROTEIN DAGING BEKICOT (ACHANTINA FULICA) SEBAGAI SUMBER PROTEIN ALTERNATIF MASYARAKAT NEGERI LESLURU KECAMATAN TEON NILA SERUA (TNS) WAIPIA", Biopendix: Jurnal Biologi, Pendidikan dan Terapan, 2019

Publication

<1 %

13

Sukono, M. Suyudi, F. Islamiyati, S. Supian. "Estimation model of life insurance claims risk for cancer patients by using Bayesian method", IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2017

Publication

<1 %

14	ejurnal.its.ac.id Internet Source	<1 %
15	journal.umpr.ac.id Internet Source	<1 %
16	jurnal.umk.ac.id Internet Source	<1 %
17	repository.istn.ac.id Internet Source	<1 %
18	repository.lppm.unila.ac.id Internet Source	<1 %
19	teknik.unpas.ac.id Internet Source	<1 %
20	www.sid.ir Internet Source	<1 %
21	Aris Widyo Nugroho, Dede Tohidin, Cahyo Budiyanoro. "Analisis pengaruh parameter proses terhadap kuat tarik produk 3D Printing dari bahan Polyvinyl Alcohol (PVA)", Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin, 2020 Publication	<1 %
22	ecampus.poltekkes-medan.ac.id Internet Source	<1 %
23	jiss.publikasiindonesia.id Internet Source	<1 %

24	pesquisa.bvsalud.org Internet Source	<1 %
25	text-id.123dok.com Internet Source	<1 %
26	www.aussiesuperdeals.com.au Internet Source	<1 %
27	www.poltekkes-denpasar.ac.id Internet Source	<1 %
28	Yoyok Wahyudi, A'rasy Fahrudin. "Analisa Perbandingan Pelapisan Galvanis Elektroplating Dengan Hot Dip Galvanizing Terhadap Ketahanan Korosi Dan Kekerasan Pada Baja", Rekayasa Energi Manufaktur, 2016 Publication	<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography On

Analisa Pengaruh Metode Hot Dip Galvanizing Dengan Variasi Temperatur dan Waktu Pencelupan Terhadap Laju Korosi Pipa Air Laut Kapal Material Baja AISI 1020

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/0

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9