

PERUBAHAN SIFAT FISIK DAN MEKANIK PADA PELAT GRADE A YANG MENGALAMI *FAIRING* PASCA TERJADINYA KEBAKARAN DI KAPAL

Fitra Adriansyah¹⁾, Nur Yanu Nugroho²⁾

^{1,2)} Program Studi Teknik Perkapalan, Universitas Hang Tuah,
Jl. Arif Rahman Hakim, No. 150, Surabaya
fitra.adriansyah@hangtuah.ac.id

Abstrak: Baja grade A atau A36 termasuk kedalam baja karbon rendah dengan komponen-komponen paduan yang terdiri dari karbon dan beberapa jenis paduan lainnya yang dapat mempengaruhi jenis serta sifat fisik dan mekanik dari baja tersebut. Sifat fisik dari baja terdiri dari berat, masa jenis, daya hantar panas dan konduktivitas listrik. Sedangkan sifat mekanik dari baja merupakan kemampuan baja tersebut memberikan perlawanan apabila diberikan perlakuan pada baja tersebut. Atau dapat dikatakan sifat mekanik adalah kekuatan baja didalam memikul beban yang berasal dari luar. Pada kasus kali ini kebakaran merupakan salah satu penyebab terjadinya kerusakan pada material. Kebakaran dianggap sangat merugikan dikarenakan akibat dari kebakaran tersebut material pelat mengalami perubahan struktur, oleh karena itu material tersebut belum tentu dapat kembali digunakan pada proses pembangunan kapal. Dari masalah tersebut penelitian ini dilakukan dengan variasi material pasca kebakaran, material pasca dengan perlakuan *fairing* dan material normal dengan perlakuan *fairing*. Dari berbagai pengujian fisik dan mekanik yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan bahwa ketiga variasi dari material tersebut sudah tidak layak lagi untuk digunakan dikarenakan memiliki nilai *elongation* yang memiliki penurunan yang sangat signifikan, sehingga tidak lagi mampu melewati batas minimal yang ditetapkan oleh BKI, meskipun nilai *yield strength* dan *tensile strength* masih diatas nilai minimal ketetapan BKI.

Kata kunci: Sifat Fisik dan Mekanik, Pelat Grade A, *Fairing*, Proses Kebakaran.

PENDAHULUAN

Kasus kebakaran pada proses pembangunan kapal merupakan kerugian yang besar bagi suatu perusahaan, dikarenakan perubahan struktur material yang disebabkan oleh suhu tinggi akibat kebakaran. Kerugian ini terjadi karena adanya perubahan fisik maupun mekanik yang terjadi pada material. Apabila material sudah mengalami perubahan mekanik, maka material tersebut akan memiliki nilai kekerasan yang berbeda dengan material normal. Sedangkan dalam pembuatan kapal sangat dibutuhkan material yang sesuai dengan aturan klasifikasi yang digunakan. Dalam kasus kebakaran, pemadaman dilakukan tanpa meneliti seberapa besar kadar garam, temperatur panas dan waktu pendinginan yang digunakan, sehingga tidak dapat diketahui perubahan struktur apa saja yang terjadi pada material akibat kebakaran pada kapal tersebut. Menurut penelitian Totok Yulianto, dkk. (2017) Pemadaman dalam kebakaran dengan mempercepat penurunan suhu pada suatu material memiliki kesamaan dengan *quenching*. Dalam ilmu metalurgi media *quenching* digunakan untuk mendapatkan material dengan tingkat kekerasan yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kelayakan material baja grade A pasca kebakaran dan membandingkan material tersebut dengan material pasca kebakaran yang sudah diberikan perlakuan panas, Sehingga dari penelitian ini dapat diperoleh data perubahan fisik dan mekanik yang terjadi pada material tersebut untuk dinilai bebrapa besar persentase

Seminar Nasional Kelautan XIV

“ Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia”
Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019

perubahan yang terjadi pada material, setelah itu, hasil pengujian material tersebut akan dibandingkan dengan standar ketentuan material grade A sesuai klasifikasi yang digunakan, guna mengetahui kelayakan material tersebut.

METODE PENELITIAN

Pembuatan Spesimen Pengujian

Sebelum material dibentuk dan dilakukan pengujian, material terlebih dahulu diberikan perlakuan *fairing* dengan metode *uniform spot heating*. Sebelum material diberikan perlakuan *fairing* material terlebih dahulu diberikan penandaan seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Penandaan pada material.

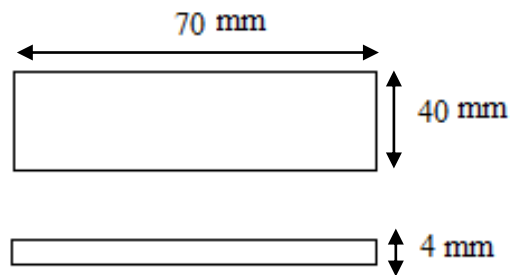
Setelah material diberikan penandaan, selanjutnya material di *fairing*. Pada tahapan ini bagian sisi sebelah material dipanaskan dengan menggunakan suhu rata – rata hingga 580° C dan sisi sebelahnya di siram dengan air menggunakan selang. Proses *fairing* ini dilakukan guna merubah struktur dari material uji pasca kebakaran untuk meminimalisir deformasi ataupun gelombang yang terdapat pada material pasca kebakaran tersebut, dalam hal ini struktur micro dari material sangat mempengaruhi sifat mekanik dari material tersebut. Dari hasil perlakuan *fairing* tersebut material akan dibentuk dan diuji sesuai dengan prosedur pengujian yang telah ditentukan, material akan dipotong – potong untuk kemudian dilanjutkan dengan pengujian mikrostruktur, kekerasan, tekuk, dan tarik.

Pengujian Mikrostruktur

Dalam pengujian mikrostruktur, dimensi material yang ditentukan seperti diilustrasikan pada gambar 2. Setelah material dipotong sesuai dimensi yang ditentukan, material dihaluskan menggunakan kertas ampelas dengan nomor 80, 120, 240, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1500, dan 2000 serta pemolesan dengan *autosol*, guna membersihkan permukaan material yang telah dihaluskan menggunakan kertas ampelas

Seminar Nasional Kelautan XIV

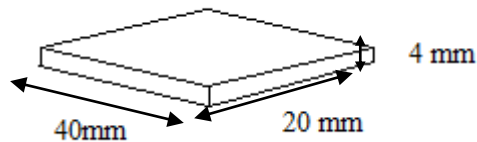
" Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia"
Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019



Gambar 2. Dimensi pengujian microstruktur

Pengujian Kekerasan

Dalam pengujian ini digunakan metode pengujian kekerasan Vickers, dan dalam pengujian ini material memiliki dimensi seperti diilustrasikan pada gambar 3.



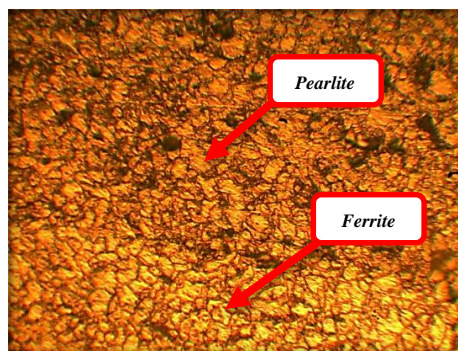
Gambar 3. Dimensi pengujian kekerasan Vickers.

Setelah material dipotong sesuai dimensi yang ditentukan material kemudian dihaluskan dengan menggunakan kertas amplas dengan nomor 80 – 2000 guna memperjelas permukaan pada material yang akan diuji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Microstruktur

Pengujian struktur mikro untuk melihat dan menganalisa jenis dan bentuk struktur mikro dari ketiga variasi pengujian yaitu material pasca kebakaran, dengan perlakuan *fairing* dan material norma dengan perlakuan *fairing* (sebagai material pembandingan). Pengambilan foto micro dilakukan 2 kali dengan pembesaran 100 X dan 400 X *optical zoom* pada masing - masing material spesimen. Dikarenakan tingkat akurasi yang lebih besar pada *optical zoom* 400 X maka analisa hanya dilakukan pada foto micro dengan *optical zoom* 400X. berikut hasil dari pengujian micro pada gambar 4.

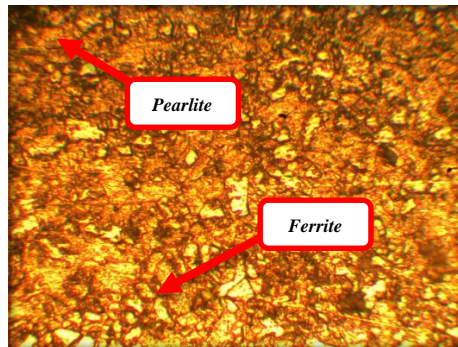


Gambar 4. Material pasca kebakaran

Seminar Nasional Kelautan XIV

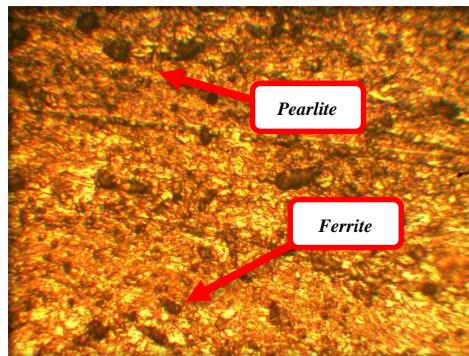
" Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia"
Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019

Dari hasil pengamatan pertama pada gambar 4, struktur micro pada spesimen material pasca kebakaran dan dilakukan proses foto micro pada suhu *ambient* (suhu ruangan) 20-27°C dengan pembesaran (*optical zoom*) 400X menunjukkan bahwa struktur *ferrite* (berwarna lebih terang) jumlahnya hampir sama dibandingkan struktur *pearlite* nya (berwarna lebih gelap) pada batas butirnya. Hanya saja struktur *ferrite* terlihat lebih padat dan beraturan dibandingkan dengan stuktur *pearlite* nya.



Gambar 5. Material pasca dengan perlakuan *fairing*

Melalui hasil pengamatan kedua pada gambar 5. struktur micro pada material pasca kebakaran dengan perlakuan *fairing* dengan temperatur rata – rata 580°C menggunakan metode *line spot heating*, dilakukan foto micro pada *ambient* (suhu ruangan) 20-27°C dengan pembesaran (*optical zoom*) 400X menunjukkan bahwa struktur *ferrite* mengalami perubahan dan memiliki bentuk yang lebih padat dari sebelum diberikannya perlakuan *fairing*, dan memiliki jumlah *pearlite* yang lebih sedikit dari sebelumnya. Maka dapat disimpulkan bahwa pemberian perlakuan *fairing* pada material kebakaran dapat mempengaruhi struktur micro dari material tersebut dengan pengaruh perubahan berupa peningkatan jumlah dan bentuk dari struktur *ferrite* yang lebih padat dan mendominasi dari sebelum dilakukannya prosen perlakuan *fairing*.



Gambar 6. Foto Micro Material Normal Dengan Perlakuan *Fairing*.

Melalui hasil pengamatan ketiga pada gambar 6, dapat dilihat bahwa struktur micro dari material normal dengan pemberian perlakuan *fairing* dengan suhu rata – rata 580°C dengan metode *fairing line spot heating*, dilakukan proses foto micro dengan *ambient* (suhu ruangan) 20-27°C dengan pembesaran (*optical zoom*) 400X menunjukkan bahwa struktur *ferrite* terlihat lebih padat dibandingkan stuktur *pearlite* nya. Sebagai material pembanding, material normal dengan perlakuan *fairing* ini memiliki perbedaan yang tidak signifikan dengan material pasca kebakaran dengan perlakuan *fairing*.

Seminar Nasional Kelautan XIV

" Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia"
Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019

Dalam menganalisa foto micro *pearlite* mempunyai sifat yang lebih kuat dan keras dari *ferrite*, tetapi *ferrite* memiliki nilai keuletan yang lebih dibandingkan *pearlite*. Dari hasil pengujian struktur micro pada pelat baja grade A, dapat disimpulkan bahwa proses pemberian panas dan tekanan dari oksigen dan *acetylene* dapat merubah bentuk serta ukuran dari *ferrite* dan *pearlite* hingga berpengaruh kepada kekuatan dari pelat baja grade A ini.

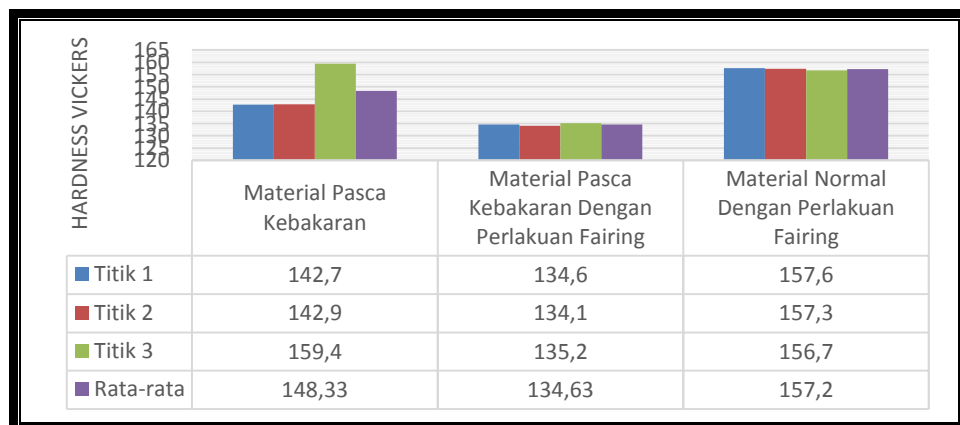
Pengujian Kekerasan *Vickers* (HVN).

Hasil pengujian kekerasan *Vickers* (HVN) material baja grade A pasca kebakaran dengan pemberian perlakuan *fairing*, dengan metode pengujian yang dilakukan pada setiap zone dari base metal yang diambil 3 titik, guna menunjang tingkat keakurasian dalam penelitian. Spesimen terlebih dahulu dihaluskan menggunakan mesin poles dengan tingkat kekasaran dari kertas gosok yang bertahap, mulai dari 80 CW, 120 CW, 240 CW, 360 CW, 500 CW, 800 CW, 1000 CW, 1500 CW, hingga 2000 CW. Setelah semua prosedur pengujian dilakukan, maka didapatkanlah hasil sebagaimana ditunjukkan pada table 1.

Tabel 1. Nilai pengujian *Hardness Vickers*

Variasi	Zone	Titik	HV
Material Pasca Kebakaran	Base Metal	1	142.7
		2	142.9
		3	159.4
Material Pasca Kebakaran Dengan Perlakuan <i>Fairing</i>	Base Metal	1	134.6
		2	134.1
		3	135.2
Material Normal Dengan Perlakuan <i>Fairing</i>	Base Metal	1	157.6
		2	157.3
		3	156.7

Dari hasil pengujian kekerasan *Vickers* nilai kekerasan pada material pasca kebakaran memiliki tingkat kekerasan yang lebih dibandingkan dengan material pasca kebakaran dengan perlakuan *fairing*, sedangkan material pembanding yaitu material normal dengan perlakuan *fairing* memiliki nilai kekerasan yang signifikan lebih tinggi dibandingkan dari material pasca kebakaran dan material pasca kebakaran dengan perlakuan *fairing*. Perbedaan dapat dilihat dari nilai kekerasan rata-rata pada gambar 7.



Gambar 7. Grafik Nilai Kekerasan Material Uji Kekerasan

Pada grafik 7. ditunjukkan bahwa hasil nilai rata – rata dari kekerasan *base metal* sangat variatif dan memiliki perbedaan yang signifikan. Dengan tingkat kekerasan tertinggi ada pada material normal dengan perlakuan *fairing* dengan rata – rata 157.2 Hv, kemudian material pasca kebakaran memiliki nilai rata – rata kekerasan 148.33 Hv dan material pasca kebakaran dengan perlakuan *fairing* memiliki nilai rata – rata kekerasan yang paling rendah yaitu 134.63 Hv.

Dari data pengujian kekerasan ini dapat disimpulkan bahwa material yang mendapatkan proses pemanasan yang lebih banyak akan memiliki penurunan nilai kekerasan yang sangat signifikan. Dapat dilihat pada material pasca kebakaran dengan perlakuan *fairing* memiliki nilai kekerasan terendah dibandingkan material lainnya dikarenakan setiap proses pemanasan pada material menyebabkan senyawa karbon pada material menjadi renggang dan sangat mempengaruhi nilai kekerasan dari material tersebut, terbukti dari tingginya nilai kekerasan material normal yang hanya mengalami satu kali proses pemanasan/perlakuan *fairing*.

Analisa Kelayakan Material

Dari analisa hasil pengujian fisik dan mekanik yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka diperoleh nilai-nilai yang akan dibandingkan kelayakannya dengan nilai yang tertera pada *mill certificate* material, nilai itu meliputi nilai *Yeild Strength*, *Tensile Strength* dan nilai *Elongation* pada material pasca kebakaran dan material pasca kebakaran yang telah diberikan perlakuan *fairing*. Penganalisaan kelayakan dari material ini dilakukan dengan tertuju kepada rules BKI Part.1, Volume. 5 (*Rules for Materials*), Section 4 (*Steel Plate, Strips, Section, Strenght Stells*), Table 4.7 *Mechanical properties for normal strength steels*.

Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkanlah data sebagai berikut :

1. Material pasca kebakaran.

Tabel 2. Hasil Pengujian Material Pasca Kebakaran

<i>Grade</i>	<i>Yeild Strength</i> ReH [N/mm ²] min.	<i>Tensile Strength</i> Rm [N/mm ²]	<i>Elongation</i> ¹⁾ A (at L ₀ = 5.65√S ₀)	<i>Test Temp</i> [°C]
KI - A	432.60	435.60	3.17	+20

Dengan mengacu kepada *rules* yang sudah ditetapkan oleh BKI maka material pasca kebakaran ini di anggap tidak layak dikarenakan nilai dari elongation tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh BKI. BKI memiliki syarat minimal 22% untuk nilai *elongation* sedangkan pelat *grade A* pasca kebakaran ini hanya memiliki nilai *elongation* sebesar 3.17 %.

2. Material Pasca Kebakaran Dengan Perlakuan *Fairing*

Tabel 3. Hasil Pengujian Material Pasca Kebakaran Dengan Perlakuan *Fairing*

<i>Grade</i>	<i>Yeild Strength</i> ReH [N/mm ²] min.	<i>Tensile Strength</i> Rm [N/mm ²]	<i>Elongation</i> ¹⁾ A (at L ₀ = 5.65√S ₀)	<i>Test Temp</i> [°C]
KI - A	432.60	467.53	10	+20

Seminar Nasional Kelautan XIV

" Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia"
Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019

Pada material *grade A* pasca kebakaran yang diberikan perlakuan *fairing* ini, dengan mengacu kepada standar yang ditetapkan oleh BKI maka dapat disimpulkan bahwa material ini tidak layak dikarenakan nilai *elongation* yang tidak melebihi nilai minimal dari standar yang telah ditentukan BKI.

3. Material Normal Dengan Perlakuan Fairing

Tabel 4. Material Normal Dengan Perlakuan *Fairing*

<i>Grade</i>	<i>Yeild Strength</i> ReH [N/mm ²] min.	<i>Tensile Strength</i> Rm [N/mm ²]	<i>Elongation</i> ¹⁾ A (at $L_0 = 5.65\sqrt{S_0}$)	<i>Test Temp</i> [°C]
KI - A	448.87	465.87	10.7	+20

pada tabel 4 dapat dilihat bahwa material normal pasca kebakaran memiliki nilai *elongation* yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai *elongation* minimum yang telah ditetapkan oleh BKI. BKI memiliki syarat minimal 22% untuk nilai *elongation* sedangkan pelat *grade A* normal dengan perlakuan *fairing* ini hanya memiliki nilai *elongation* sebesar 10.7 %.

Dari semua data yang telah didapatkan maka dapat diambil kesimpulan bahwa variasi material pasca kebakaran, material pasca kebakaran dengan perlakuan *fairing*, dan material normal dengan perlakuan *fairing* tidak lagi layak untuk digunakan dikarenakan penurunan nilai *elongation* yang sangat signifikan yang disebabkan oleh proses terjadinya kebakaran dan perlakuan *fairing* pada ketiga variasi material tersebut, meskipun material-material tersebut memiliki nilai *yeild strength* dan *tensile strength* yang masih terbilang sangat layak dan sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan oleh BKI.

KESIMPULAN

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengujian yang dilakukan pada material pasca kebakaran dengan variasi *fairing* terhadap material pasca kebakaran dan material normal *grade A* terhadap analisa hasil pengujian fisik dan mekanik. Maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan pengujian fisik yang dianalisa melalui hasil pengujian mikro dapat disimpulkan bahwa pada material pasca kebakaran memiliki *ferrite* yang strukturnya terlihat lebih kecil-kecil tetapi lebih mendominasi dibandingkan struktur *pearlitenya* dan pada material pasca kebakaran dengan perlakuan *fairing* dapat disimpulkan bahwa struktur *ferritenya* menjadi lebih bergumpal dibandingkan sebelum dilakukan proses *fairing* sedangkan *pearlitenya* menjadi lebih sedikit dan berkurang sangat signifikan. Begitu pula pada material normal dengan perlakuan *fairing*, stuktur *ferritenya* terlihat lebih bergumpal atau padat, tetapi struktur *pearlitenya* juga cenderung terlihat lebih besar meskipun memiliki jumlah yang jauh lebih sedikit dibandingkan *ferritenya*. Jadi dapat disimpulkan bahwa struktur micro yang paling baik ada pada material yang diberikan perlakuan *fairing*.
2. Pada pengujian kekerasan menggunakan metode pengujian kekerasan *Vickers* didapatkan hasil terbaik pada material normal dengan perlakuan *fairing* yang memiliki nilai kekerasan sebesar 157.2 Hv. Sedangkan untuk nilai kekerasan terendah berada pada material pasca kebakaran dengan perlakuan *fairing* dengan nilai kekerasan sebesar 134.63 Hv dengan selisih yang terbilang sangat jauh. Kemudian material pasca kebakaran memiliki nilai kekerasan yang berada ditengah kedua material *fairing* dengan nilai kekerasan 148.33 Hv.
3. Setelah dilakukannya analisa terhadap nilai *yield strength*, *tensile strength* dan *elongation* untuk menilai kelayakan material maka didapatkan kesimpulan bahwa ketiga variasi dari material tersebut sudah tidak layak lagi untuk digunakan dikarenakan memiliki nilai

Seminar Nasional Kelautan XIV

" Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia"
Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019

elongation yang memiliki penurunan yang sangat signifikan, sehingga tidak lagi mampu melewati batas minimal yang ditetapkan oleh BKI, meskipun nilai *yield strength* dan *tensile strength* masih diatas nilai minimal ketentuan BKI.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society Of Testing and Material (ASTM), ASTM 2004 Standards. (2004).
Biro Klasifikasi Indonesia, PT. 2006. Rules for The Classification and Construction of Seagoing Stel Ships. Volume 2. Rules For Hull. Edition 2006. BKI. Jakarta
- Septyan, EA. 2017. Sifat Fisik dan Mekanik Mild Steel Grade A Hasil Perbaikan Deformasi Dengan Metode Fairing Terhadap Variasi Diameter Nozzle [Skripsi]. Surabaya : Program Sarjana Universitas Hang Tuah.
- Hasan, M.F. 2016. Analysis of Mechanical Behavior and Microstructural Characteristics Change of ASTM A-36 Steel Applying Various Heat Treatment. *Journal of Material Science & Engineering*, Vol.5, No.2, Hal.1-6.
- Nugroho SA, Yulianto T, dan Sujiatanti SH. 2017. Analisis Pengaruh Cooling Rate Pada Material ASTM A36 Akibat Kebakaran Kapal Terhadap Nilai Kekuatan, Kekerasan dan Struktur Mikronya. *Jurnal Teknik ITS*. Vol. 6, No. 1, pp. 2337-3539.
- Naharuddin., Sam, A., Nugraha, C. 2015. Kekuatan Tarik Dan Bending Sambungan Las Pada Material Baja SM 490 dengan Metode Pengelasan SMAW dan SAW. *Jurnal Mekanikal*, Vol.6 No.1, Hal. 550-555.
- Raymond A Higgins. 1999. *Engineering Metallurgy, Part I, Applied Physical Metallurgy*. London: Six Edition, Arnold.
- Sastranegara Azhari. Menggenal Uji Tarik dan Sifat-Sifat Logam. Teknik Mesin, Universitas Indonesia.
- Sulaiman. 2010. Pengaruh Proses Pelengkungan dan Pemanasan Garis Pelat Baja Kapal AISI E 2512 Terhadap Nilai Kekerasan dan Laju Korosi [Tesis]. Semarang: Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- Van, V. 2005. *Ilmu dan Teknologi Bahan*. Jakarta: Erlangga.
- Zakharov, B. 1962. *Heat Treatment of Metals*. Peace Publisher. Moscow: 2nd Printing.