STUDY ANALISIS PEKERJAAN *FAIRING* PADA LAMBUNG KAPAL DI PT. PAL INDONESIA

Moh Asrori Rois[1], Pramudya Imawan Santosa[2], Erifive Pranatal[3]
Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya,
Jl. Arif Rahman Hakim Surabaya
E – mail : asrori.rois10@gmail.com

ABSTRACT

Deformation is found in the shipyard industry. One of the deformation factors is welding. To overcome or improve it, the fairing process must be carried out. Fairing is the process of heating the plate with water to straighten the deformed plate. In the fairing process, heating is carried out with a temperature of 122 ºC to 294 ºC, which will have an impact on changes in mechanical properties and material structure. One way to determine the mechanical properties and structure of materials is by testing DT (Destructive Test) by Brinell test and NDT (Non Destructive Test) Micro Photo. The results of DT test obtained the value of hardness in non-treatment material at 3 test points of 125 - 127 HB. Line heating temperature treatment of 122 ºC was at 3 test points of 130 - 135. Moreover, spot heating treatment temperature of 215 ºC was at 3 test points of 165 - 203 HB. Spot heating treatments were 2 times at the same point temperature of 290 and 294 ºC at 3 test points of 174 - 210 HB, where the highest hardness value of line heating and spot heating was located at the center / heating point. Furthermore, micro photo testing obtained pearlite grains more dense than ferrite when the material was subjected to the heating treatment.

Keywords: *Deformation; Fairing; Mechanical Properties of Materials; Brinell Test; Micro Structure.*

ABSTRAK

Deformasi banyak ditemukan di Industri galangan kapal. Salah satu faktor deformasi adalah spengelasan. Untuk menanggulangi atau perbaiki harus dilakukan proses *fairing*. *Fairing* adalah proses pemanasan pada plat dengan dialiri air untuk meluruskan plat yang mengalami deformasi. Pada proses *fairing*, pemanasan yang dilakukan dengan temperatur 122 ºC sampai dengan 294 ºC, yang akan berdampak pada perubahan sifat mekanik dan struktur material. Salah satu cara untuk mengetahui sifat mekanik dan struktur material dengan cara pengujian *DT (Destructive Test)* dengan uji *Brinell* dan *NDT (Non Destructive Test)* Foto Mikro. Hasil dari pengujian *DT* diperoleh nilai kekerasan pada material non perlakuan pada 3 titik pengujian sebesar 125 – 127 HB. Perlakuan *line heating* temperatur 122 ºC pada 3 titik pengujian sebesar 130 – 135. Perlakuan *spot heating* temperatur 215 ºC pada 3 titik pengujian sebesar 165 – 203 HB. Perlakuan *spot heating* 2 kali pemanasan dititik yang sama temperatur 290 dan 294 ºC pada 3 titik pengujian sebesar 174 – 210 HB, dimana nilai kekerasan tertinggi *line heating* dan *spot heating* terletak pada pusat / titik pemanasan. Selanjutnya pengujian foto mikro diperoleh butir *pearlite* lebih padat daripada *ferrite* ketika material mengalami perlakuan panas.

Kata Kunci : Deformasi, *Fairing*, Sifat Mekanik Material, Uji *Brinell*, Struktur Mikro

PENDAHULUAN

Deformasi merupakan masalah yang terjadi di setiap galangan kapal. Pengertian deformasi adalah perubahan bentuk material yang disebabkan oleh gaya / tekanan dan lingkungan yang diterima material. Pada industri galangan kapal, deformasi banyak ditemukan akibat pengelasan. Deformasi banyak terjadi ketika proses *Sub-Assembly* dan proses *Assembly*. Di industry perkapalan, deformasi dikaitkan dengan kelurusan *plate* ketika *Assembly* (ketelitian) dan estetika (pandangan luar kapal). Untuk mengurangi atau menghilangkan deformasi dilakukan *fairing*. *Fairing* adalah proses memanaskan material dengan dialiri air yang bertujuan untuk meluruskakan *plate* yang diakibatkan deformasi dan menyesuaikan bentuk yang diinginkan

dengan acuan gambar kerja. Namun perlu diperhatikan perubahan sifat – sifat material setelah dilakukan *fairing.* Dalam skripsi ini akan dibahas pengujian kekerasan material dan struktur mikro setelah dilakukan *fairing*, dengan tujuan untuk mengetahui nilai kekerasan dan perubahan struktur pada area pemanasan dengan variasi metode dan *temperature* yang hasilnya tersebut diharapkan dapat berfungsi sebagai informasi mengenai pengaruh panas dalam proses *fairing* baik *spot heating* maupun *line heating* pada pembangunan kapal baru.

TINJAUAN PUSTAKA

Uji Kekerasan *Brinell*

Metode uji kekerasan yang diajukan oleh J.A. Brinell pada tahun 1900 ini merupakan uji kekerasan lekukan yang pertama kali banyak digunakan serta disusun pembakuannya (Dieter, 1987). Uji kekerasan ini berupa pembentukan lekukan pada permukaan logam memakai bola baja yang dikeraskan yang ditekan dengan beban tertentu. Beban diterapkan selama waktu tertentu, biasanya 30 detik, dan diameter lekukan diukur dengan mikroskop, setelah beban tersebut dihilangkan. Permukaan yang akan dibuat lekukan harus relatif halus, rata dan bersih dari debu atau kerak.

Angka kekerasan *brinell* (BHN) atau (HB) dinyatakan sebagai beban P dibagi luas permukaan lekukan. Pada prakteknya, luas ini dihitung dari pengukuran mikroskopik panjang diameter jejak. (BHN) atau (HB) dapat ditentukan dari persamaan berikut:

$$HB = \frac{2P}{D[\left(D-\sqrt{(D^2-d^2}\right)]} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

Dengan :

D = diameter indentor = 10 mm

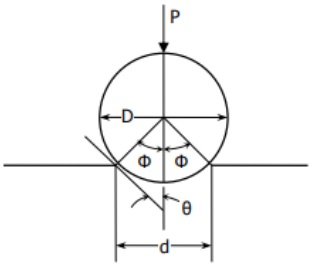
d = diameter indentasi pada benda kerja (mm)

HB = Kekerasan benda uji standar yang sudah diketahui (kg/mm²)

P = Gaya pemukulan (kg)

Dari gambar 1, tampak bahwa d=DsinΦ. Dengan memasukkan harga ini ke dalam persamaan (1) akan dihasilkan bentuk persamaan kekerasan *brinell* yang lain, yaitu:

$$HB = \frac{P}{(\pi\, 2)D^2(1-Cos\Phi)} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$



Gambar 1. Parameter-parameter dasar pada pengujian *Brinell*
Sumber: Dieter,1987

Jejak penekanan yang relatif besar pada uji kekerasan *brinell* memberikan keuntungan dalam membagikan secara pukul rata ketidak seragaman lokal. Selain itu, uji *brinell* tidak begitu dipengaruhi oleh goresan dan kekasaran permukaan dibandingkan uji kekerasan yang lain. Di sisi lain, jejak penekanan yang besar ukurannya, dapat menghalangi pemakaian uji ini untuk benda uji yang kecil atau tipis, atau pada bagian yang kritis terhadap tegangan sehingga lekukan yang terjadi dapat menyebabkan kegagalan *(failure).*

Pengujian Struktur Mikro

Struktur mikro adalah gambaran dari kumpulan fasa-fasa yang dapat diamati melalui teknik metalografi. Struktur mikro suatu logam dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop. Mikroskop yang dapat digunakan yaitu mikoroskop optik dan mikroskop elektron yang memiliki kualitas pembesaran antara 50 hingga 3000 kali. Dengan melalui diagram fasa, kita dapat meramalkan struktur mikronya dan dapat mengetahui fasa yang akan diperoleh pada komposisi dan temperatur tertentu**.** Dengan melakukan pengujian metalografi maka dapat dilakukan berbagai jenis perubahan pada suatu material setelah mengetahui karakteristiknya.

METODE

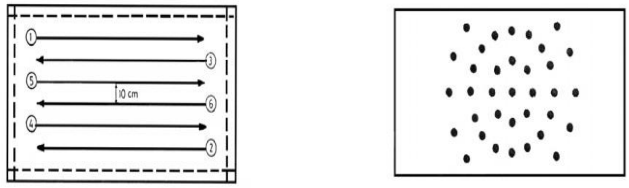
Dalam metode ini adalah suatu cara yang dipergunakan dalam penelitian tugas akhir, yang menggunakan metode eksperimen dengan pola *fairing* dan temperatur yang berbeda, guna untuk mendapatkan hasil tentang nilai kekerasan dan struktur mikro baja ss41 pada pekerjaan *fairing.*

Persiapan material

Material yang digunakan adalah baja karbon rendah type SS 41 (Grade A) dengan membuat spesimen berukuran 300 mm x 300 mm x 6 mm Sebanyak 4 spesimen.

Proses Fairing

Fairing yang digunakan yaitu *metode Line Heating dan Spot Heating* dengan *flame heating* pada tebal plat 6 mm.



(a) (b)

Gambar 2. (a) Pola *Spot Heating*, (b) Pola *Line Heating*

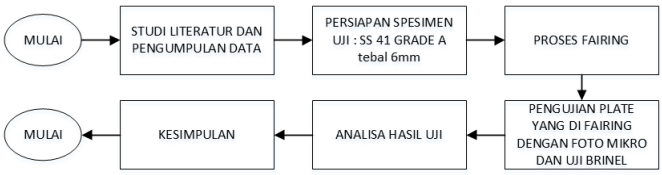
Dengan variasi pemanasan:

1. A : Material tanpa proses *fairing* (sebagai perbandingan)
2. B : Panas yang diterima pada proses *Line heating* rata – rata 122 ºC
3. C : Panas yang diterima pada proses *Spot Heating* adalah 215 ºC
4. D : Proses 2 kali *fairing* dengan pola *spot heating* temperatur pada awal *fairing* 290ºC kemudian 294 ºC

Pengujian

Langkah selanjutnya dengan pengujian *brinnel* dan foto mikro untuk mendapatkan nilai kekerasan dan struktur mikro pada masing – masing spesimen. Pengujian pertama adalah Uji Brinnel. Pengujian kekerasan dengan metode *Brinell* bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap bola baja (identor) yang ditekankan pada permukaan material uji tersebut (spesimen). penekanan menggunakan bola baja berdiameter 10 mm, dengan gaya atau beban 3000 kgf Pengujian kekerasan dengan metode *Brinell* bertujuan untuk menentukan kekerasan. Kemudian dilanjut pada uji Mikro. Pengujian mikro adalah suatu pengujian mengenai struktur bahan melalui pembesaran dengan menggunakan mikroskop. Dengan pengujian mikro struktur, kita dapat mengamati bentuk dan perlakuan panas yang diterima dari hasil pengelasan yang bervariasi arus. Tahapan yang harus

dilalui adalah mounting, grinding, polishing, dan etching. Langkah selanjutnya adalah menyiapkan larutan nital dan etanol, Teteskan larutan nital ke permukaan sampel dan dibilas dengan etanol, Permukaan sampel dikeringkan lalu diamati menggunakan mikroskop optik dengan memperbesar ukuran 500x dan fokus, Setelah menemukan gambar yang bagus, maka ambil gambar dan simpan, hasil siap diamati.



Gambar 3. Diagram alir

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Brinnel

Data hasil pengujian *Brinell* menunjukkan nilai kekerasan yang berbeda. Dimana nilai kekerasan tertinggi tedapat pada titik pemanasan / *fairing* dari masing – masing variasi metode pemanasan. Lihat Tabel 1 dan Gambar 3.

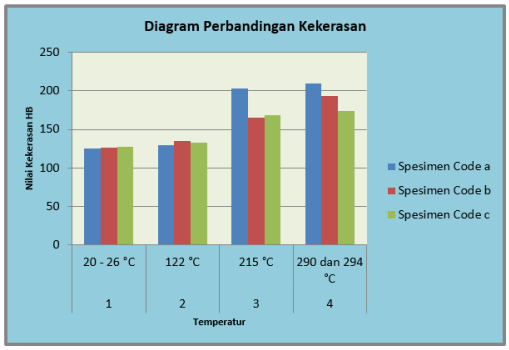
Tabel 1. Hasil pengujian kekerasan HB dengan pengujian *Brinell*

No	Temperatur °C	Code Titik Tekan			Keterangan
		a	b	c	
1	20 - 26	125	126	127	Suhu Ruangan
2	122	130	135	133	
3	215	203	165	169	
4	290 dan 294	210	193	174	

Dari Tabel 1 pengujian kekerasan yang telah dilakukan, pada 3 titik dapat dilihat kekerasan logam yang non perlakuan dan pada temperatur ruang 20 – 25 °C adalah pada titik (a,b dan c) diperoleh nilai 125, 126, dan 127 HB. Pada temperatur 122 °C dengan pola *line heating* adalah pada titik (a,b dan c) diperoleh nilai 130, 135, dan 133 HB. Terdapat nilai kekerasan HB tertinggi yaitu 135 dan terletak pada pusat atau titik pemanasan pada spesimen. Pada spesimen ke 3 dengan pola *spot heating* temperatur 215 °C nilai kekerasan HB yang didapat adalah pada titik (a, b, dan c) diperoleh nilai 203, 165, dan 169 HB. Nilai tertinggi juga terdapat pada titik atau pusat pemanasan yaitu 203 HB. Yang terkhir pada spesimen ke 4 dengan pola pemanasan spot heating 2 kali pemanasan dititik yang sama dengan temperatur 290 dan 294 °C nilai yang didapat adalah pada titik (a, b, dan C) diperoleh nilai 210, 193, dan 174 HB. Nilai tertinggi juga terdapat pada titik atau pusat pemanasan yaitu 210 HB.

Gambar 4. Kurva nilai kekerasan pada spesimen

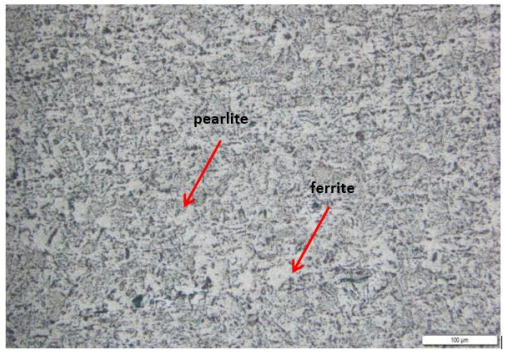
Secara umum nilai kekerasan pada masing – masing spesimen semakin meningkat dari 125 HB menjadi 210 HB Gambar 3 dan Gambar 4. yang menggambarkan peningkatan kekerasan. Hal tersebut dipengaruhi oleh perlakuan panas pada masing – masing spesimen.



Gambar 5. Diagram perbandingan kekerasan HB

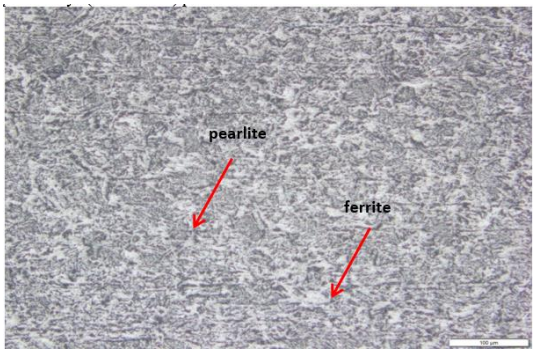
Foto Mikro

Uji struktur mikro bertujuan untuk melihat dan menganalisis jenis dan bentuk struktur mikro setelah mengalami proses *fairing* agar dapat membandingkan struktur mikro antara sebelum dan sesudah dilakukannya proses *fairing*. Pengambilan foto mikro dilakukan satu kali dengan pembesaran 200x *optical zoom* pada masing - masing material spesimen.



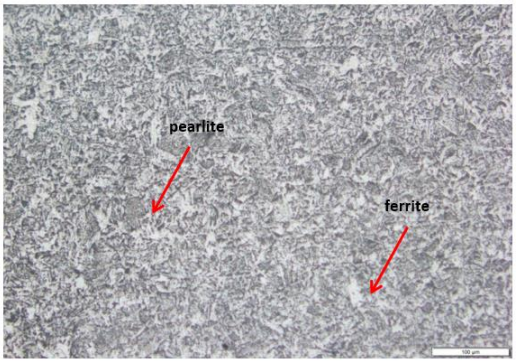
Gambar 6. Foto Mikro specimen non perlakuan

Dari hasil pengamatan struktur mikro spesimen sebelum atau non perlakuan *fairing* dan dilakukan proses foto mikro pada suhu *ambient* (suhu ruang / kamar) 20 – 25 ºC pada perbesaran 200 X (Gambar 5) menunjukkan struktur *ferrite* (warna putih) lebih banyak dibandingkan dengan struktur *pearlite* nya (warna hitam) pada batas butir.



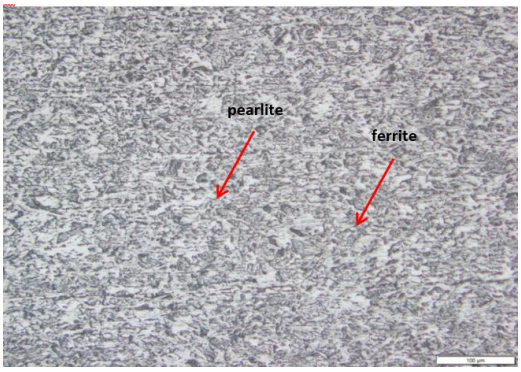
Gambar 7. Foto Mikro spesimen *line heating*

kemudian pengamatan kedua struktur mikro spesimen sesudah dilakukan proses *fairing* dengan temperature rata – rata 122 ºC metode *line heating*, dengan perbesaran 200X (Gambar 6) menunjukkan struktur *pearlite* (warna hitam) lebih padat dibandingkan sebelum dilakukan *fairing.*



Gambar 8. Foto Mikro specimen *spot heating*

Pada pengamatan struktur mikro spesimen sesudah dilakukan proses *fairing* dengan t*emperature* 215 ºC metode *spot heating*, dengan perbesaran 200X (Gambar 7) tidak menunjukkan perubahan pada struktur *pearlite* (warna hitam) dan *ferrite* (warna putih) yang signifikan.



Gambar 9. Foto Mikro specimen *spot heating* dengan 2 kali pemanasan ditempat yan sama.

pengamatan specimen terakhir struktur mikro sesudah dilakukan proses *fairing* dengan 2 kali proses fairing metode spot heating dengan *temperature* 290ºC kemudian 294 ºC dengan perbesaran 200X (Gambar 8) terlihat sedikit perubahan pada struktur *pearlite* dan *ferrite.* Susunan struktur *pearlite* lebih padat dibandingkan *ferrite.*

Pearlite mempunyai sifat kuat dan keras dari *ferrite* tetapi kurang ulet. Pada keempat specimen yang diuji menunjukkan perubahan struktur struktur mikro. Jika dilihat pada diagram fasa, Fase ini terjadi dibawah temperatur 723 ºC. Perlit merupakan campuran antara *ferrite* dan *sementit* (α + Fe3C) dengan lapisan-lapisan halus. Sedangkan *ferrite* (α) merupakan sel satuan kubus pusat badan atau BCC *(body centre cubic)* dan berada dibawah temperatur 910 ºC. *ferrite* lebih lunak dari *sementit* (Fe3C). Darmawi[1], M. Amin Indra Putra[1], 2009

Struktur Mikro Baja Karbon Besi *Delta* (δ) Besi delta merupakan salah satu fasa yang hanya berada antara temperatur 1400 ºC sampai 1539 ºC. Besi *delta* mempunyai sel satuan kubus pusat badan atau *Body Center Cubic* (BCC). *Austenit* atau besi *gamma* (γ) mempunyai sel satuan kubus muka atau *Face Center Cubic* (FCC). *Austenit* mempunyai sifat lunak dan ulet. Darmawi[1], M. Amin Indra Putra[1], 2009. *Pearlite* adalah suatu campuran lamel *ferrite* dan karbida, terbentuk akibat dekomposisi *autenit* dengan komposisi *eutectoid.*

KESIMPULAN

Dari hasil analisa yang telah dilakukan pada tugas akhir ini, maka dapat disimpulkan bahwa, Variasi panas yang diterima pada material berpengaruh pada sifat mekanik *specimen*. Dimana nilai kekerasan tertinggi terjadi pada proses *spot heating* 2 kali pemanasan dengan temperatur 290 dan 294 ^{0}C nilai kekerasan yang didapat 210, 193, dan 174 HB. Pada *line heating* temperatur 122 ^{0}C nilai HB yang didapat 130, 135, dan 133 HB kenaikan kekerasan tidak terlalu signifikan dibandingkan spesimen non perlakuan; pengaruh panas pada spesimen berpengaruh pada struktur material. dimana struktur *pearlite* akan semakin padat dibandingkan dengan struktur *ferrite* jika panas yang diterima material atau spesimen semakin tinggi. Semakin padat struktur pearlite mejadikan material lebih keras sehingga material cenderung getas.

DAFTAR PUSAKA

[1] Callister Jr, William D, 2009, Materials Science And Engineering An Introduction, 8th Edition, New Jersey : John Wiley & Sons, Inc, Hoboken
[2] Darmawi, M. Amin Putra.2009_Perbedaan Struktur Mikro, Kekerasan dan Ketangguhan Baja HQ 705 Bila diquench dan Ditemper Pada Media ES, AIR dan OLI
[3] Davis, H.E., Troxell, G.E., Wiskocil, C.T., 1955, The Testing and Inspection of Engineering Materias
[4] http://staffnew.uny.ac/upload/132161225/pendidikan/Bab+1+Kekerasan+edisi+2009
[5] L. Whitten, Jeffrey, Lonnie D. Bentley, Kevin C. Dittman. 2004. Metode Desain dan Analisin Sistem edisi 6. Yogyakarta
[6] McGraw-Hill Book Company, New York, USA. Dieter, G., terjemahan oleh Sriati Djaprie, 1987, Metalurgi Mekanik, Jilid 1, edisi ketiga, Erlangga, Jakarta
[7] Wahid. 2015. Diagram Besi Karbon.
[8] http://hamdyarifin.blogspot.com/2015/04/diagram-besoi-carbon.html. 28 April 2015

halaman ini sengaja dikosongkan