

ANALISA PENGARUH *OVERHEATING* TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA KERUSAKAN *WATER WALL TUBE* PADA *COAL BOILER*

Moh Ghozy Ubaidillah^{1*}, Budi Prasajo², Subagio So'im³

Program Studi D-IV Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia^{1,2}

Program Studi D-III Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia³

*E-mail: Ghozyubaidillah@gmail.com¹; budiprasajo1968@gmail.com²; Subagio@gmail.com³

Abstract - Boiler Has been overheating on 2016 years ago. The condition of waterwall tube coal 1st boiler on 2nd unit has been operated since 5 years ago. for this time, there has been damaged at waterwall tube is kind of carbon steel material (GB 3087-10 carbon steel) and the form of damage is short-term overheating on furnace of this boiler. The effect of this overheating to its material are being deformation, fracture, normal. In this study, the materials which taken is normal form. In this case, it is necessary to do some mechanical testing. they are Hardness Test, Tensile Test, Metallography to know normal materials which is can be used again or not. From the result of its material testing which is normal form, the highest hardness number is 146 HVN (Hardness Vickers Number) on weld metal area in the side of furnace. The highest tensile strength is 351 Mpa and elongation 8.1%. from the result of this study, this material can be used again because the hardness number and the tensile strength more than standart of hardness number and tensile strength which is allowed for material A192.

Keyword : GB 3087-10 carbon steel, short-term overheating, mechanical strength, damage mechanism,

1. PENDAHULUAN

Boiler adalah suatu alat yang berfungsi untuk memanaskan air, panas dari pembakaran bahan bakar disalurkan untuk memanaskan air sehingga terjadi perubahan air menjadi uap (*steam*) (aryandriadi.2013) [1] yang digunakan untuk keperluan tertentu seperti menggerakkan turbin. Air digunakan sebagai media dalam proses kerja boiler karena murah, dan apabila telah menjadi *steam* volumenya akan meningkat besar sekitar 1600 kali sehingga memiliki tenaga yang besar (Shields, 1961) [2].

Dalam aplikasi di lapangan, beberapa *tubes boiler* mengalami kebocoran dan kerusakan. Saat *overhaul* pada tahun 2016, tepatnya di *coal boiler* 1 unit 2 semua *water wall tubes* harus diganti dikarenakan semua sisi *wall tube coal boiler* 1 unit 2 mengalami *bukling* dan satu *tube* terdapat sobekan (*thin edge fish mouth*) di bagian sisi dalam *tube* di elevasi 11 meter dari dasar *furnace boiler*. Kerusakan terjadi pada bulan Agustus tahun 2016 atau setelah mengalami kerja hampir 5 tahun, *furnace boiler* mengalami

Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukannya penelitian tentang kerusakan *tubes* dengan melakukan pengamatan visual terhadap kondisi sampel *tubes* serta dengan melakukan pengujian dan pengamatan karakter fisik dan mekanis terkait dengan kondisi operasional *water wall tubes*.

overheat dikarenakan jumlah debit air yang mengalir turun dari *steam drum* tidak sesuai (kurang) dari desain dan normal operasional pada boiler, akibatnya jumlah panas yang dilepas dari *furnace boiler* tidak seimbang dengan jumlah panas yang diserap oleh air didalam *tubes* sehingga mengakibatkan *overheat* pada *furnace* dan kegagalan mekanis pada *tubes*.

Wall tube tersebut merupakan baja karbon GB 3087-10/SA-192 yang pengoperasian dengan tekanan dan temperature tinggi. Dengan pengoperasian *wall tube boiler* selama kurang lebih 5 tahun dengan paparan suhu dapur 750°-850° C serta pengaruh kualitas *feed water* yang mengalami perubahan fluktuatif maka, memungkinkan terjadinya korosi, *crack*, penebalan *scale*, *bulging*, endapan (*scale*), penurunan sifat mekanik dan perubahan struktur mikro *tube waterwall boiler*. Permasalahan yang sering terjadi tersebut dapat membahayakan bagi boiler serta dapat menurunkan daya kerja sistem.

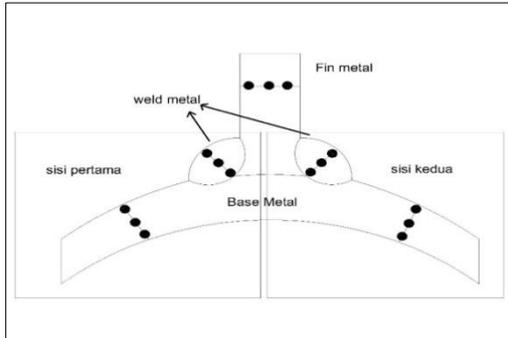
2. METODOLOGI

Pada awalnya kita ambil material yang berbentuk normal untuk dilakukan penelitian. specimen pada bentuk normal dipotong dengan dimensi yang telah ditentukan dalam ASTM. Setelah itu material dilakuakn pengujian antara lain yakni pengujian *tensile*, *hardness*, serta metalografi dari hasil pengujian bisa dilihat

apakah nilai yang dihasilkan dari pengujian masih dibawah batas nilai yang diijinkan oleh standart:

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini adalah hasil pengujian *hardness*, *tensile* serta metalografi pada pengujian tube normal.



Gambar 1 Titik penetrasi uji kekerasan pada area spesimen sampel tubes.

Tabel 1 Hasil uji kekerasan *Vickers* pada spesimen *tube* normal

Tube (HVN)					
Titik	WM.1	WM.2	BM.1	BM.2	FM
1	139.32	167.78	120.41	145.59	124.79
2	139.48	169.37	126.63	146.12	122.30
3	132.05	167.50	125.21	146.7	121.99
Rata-rata	136.95	168.22	124.14	145.59	122.97

Tabel 2 Hasil uji kekerasan *Vickers* pada specimen *fin tube* normal

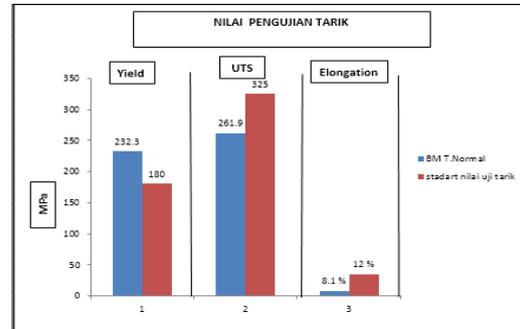
No	Fin insulasi	Fin burner
1	123.28	125.54
2	123.69	126.03
3	123.09	125.27
Rata2	123.35	125.61

Tabel 3 Hasil dari pengujian *Tensile*

Kekuatan Tarik	Hasil Uji	Standard
Yield	232.3	180
UTS	261.9	325
elongation	8.1	35

Dari Tabel tersebut dapat dibuat analisa:

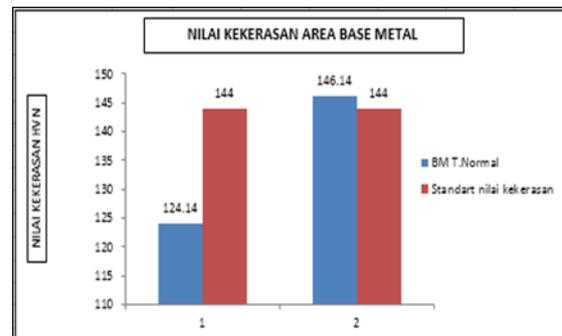
- Analisa pada pegujian tensile test pada tube. Dari diagram batang pada gam bar 2, nilai spesimen *tube* normal nilai kuat Tarik sangat tinggi di mana dapat kita liat pada tabel diatas bahwa nilai nilai hasil pengujian melebihi dari *standart* yang diijinkan



Gambar 2 Analisa diagram batang nilai pengujian tarik

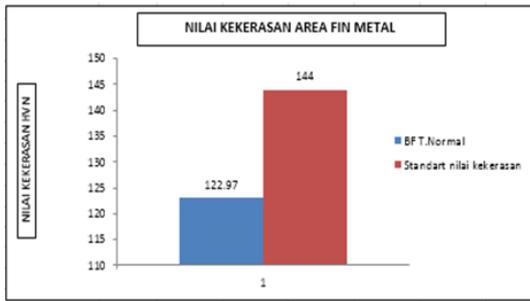
- Analisa nilai kekerasan pada base metal

Dari diagram batang pada gambar 3 nilai kekerasan area *base metal*, terlihat nilai kekerasan tertinggi 146.14 HVN pada spesimen *tube* normal, dan nilai kekerasan terendah 124.14 HVN pada spesimen , hal ini disebabkan oleh terjadinya konsentrasi panas terpusat (*hot spot*) pada daerah *tube* yang memiliki tingkat kekerasan` yang tinggi *tube* normal sehingga menyebabkan nilai kekerasan daerah *tube* normal lebih tinggi dibanding dengan nilai kekerasan yang diijinkan.



Gambar 3 Analisa diagram batang dari nilai kekerasan area base metal

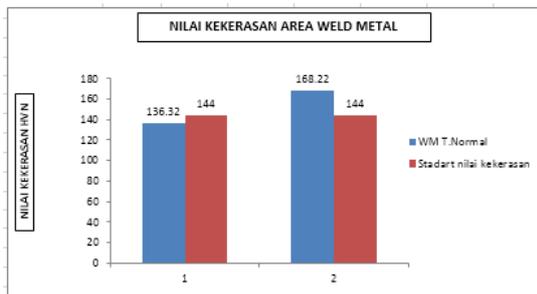
- Analisa nilai kekerasan pada fin metal



Gambar 4 Analisa diagram batang dari nilai kekerasan pada area fin metal

Dari diagram batang nilai kekerasan area *fin metal* pada *tube* normal pada gambar 4, terlihat nilai kekerasan tertinggi 122.97 HVN yaitu sisi kedua (sisi dalam *furnace*) pada spesimen, dan nilai kekerasan pada standart 144 HVN. Hal ini menyebabkan nilai kekerasan tersebut diijinkan karena melebihi dari *standart* yang ditentukan, hal ini menandakan daerah *fin metal* yang berada dibagian sisi dalam *furnace* pada *tube* yang rusak terkena paparan panas dari *flue gas* secara langsung, sehingga nilai kekerasannya besar.

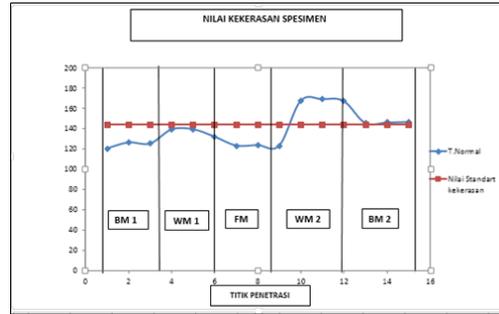
4. Analisa nilai kekerasan pada weld metal



Gambar 5 analisa diagram batang dari nilai kekerasan area weld metal

Pada diagram batang nilai kekerasan area *weld metal* pada gambar 5, terlihat nilai kekerasan tertinggi 168.22 HVN pada spesimen *tube* normal, dan nilai kekerasan terendah 136.32 HVN pada spesimen, hal ini disebabkan oleh terjadinya konsentrasi panas terpusat (*hot spot*) pada daerah *tube* yang memiliki tingkat kekerasan yang tinggi *tube* normal pada sisi daerah *burner* sehingga menyebabkan nilai kekerasan daerah *tube* normal lebih tinggi dibanding dengan nilai kekerasan yang diijinkan

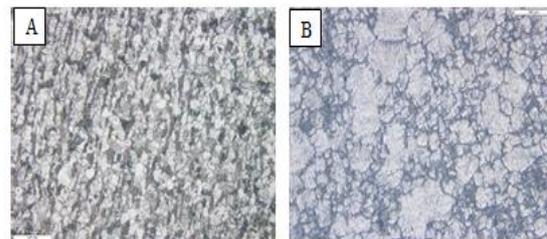
5. Analisa nilai kekerasan pada tube



Gambar 6 grafik nilai kekerasan pada tube

kenaikan nilai kekerasan yang terjadi dari daerah BM 1 sampai kedaerah BM 2 pada masing – masing *tubes*, dan nilai kekerasan kenaikan tertinggi terdapat daerah yang kontak langsung dengan burner, perbedaan nilai kekerasan yang disusul kenaikan nilai kekerasan dari BM 1 ke BM 2 terjadi karena adanya perbedaan paparan temperatur *furnace* yang diterima *tube*, yang disebabkan karena posisi dari daerah BM 1 berada pada sisi luar *furnace* sedangkan pada daerah BM 2 berada pada sisi dalam *furnace* yang langsung kontak dengan paparan panas dari *flue gas*

6. Analisa dari hasil *metallography*



Dari gambar di samping Pada struktur mikro bagian a terlihat bahwa struktur mikro memiliki *grain* yang lebih besar dibandingkan gambar struktur mikro bagian B yang ditunjukkan pada Gambar 4.12. Pada bagian b dapat disimpulkan bahwa terjadi deformasi dan perbesaran yang cukup besar pada ukuran butir, sedangkan fasa penyusun yang terlihat tetap yaitu ferit. Perbesaran butir terjadi karena adanya pemanasan yang terus menerus dalam waktu yang lama.

Gambar 7 Hasil uji coba *metallography*

Tabel 4 Hasil pengujian ulang kekerasan *Vickers* pada spesimen tube normal

Tube (HVN)						
Titik	Standart	WM. 1	WM. 2	BM.1	BM.2	FM
1	144	139.32	167.78	120.41	145.59	124.79
2	144	139.48	169.37	126.63	146.12	122.3

3	144	132.0 5	167.5	125.2 1	146.7	121.9 9
---	-----	------------	-------	------------	-------	------------

Tabel 5 Hasil dari pengujian ulang *Tensile*

Kekuatan Tarik	Hasil Uji	Standard
Yield	232.3	180
UTS	261.9	325
Elongation	8.1	35

berdasarkan hasil pengujian ulang bahwa nilai kekerasan serta nilai kekuatan Tarik material masih tinggi dan melebihi dari *standart* yang di tentukan hal ini menyebabkan material pada tube normal tidak dapat digunakan kembali untuk proses produksi dan harus dilakukan pergantian material yang baru.

5. KESIMPULAN

1. Dari analisa di atas dapat disimpulkan bahwa pengaruh *over heating* mengakibatkan terjadinya perubahan *structure micro* dan mengakibatkan material menjadi keras

2. Berdasarkan analisa dan pengujian didapatkan nilai pada pengujian *hardness* paling tinggi sebesar 168.22 HVN dan yang terendah sebesar 122,97 HVN dan untuk pengujian *tensile test* didapatkan nilai sebesar untuk nilai *yield* 232 MPa UTS 261.9 MPa dan *elongation* 8.1 MPa. Dari data pengujian tersebut untuk hasil dari *tensile test* masih bisa diterima karena nilai *tensile test* masih dibawah standar yang diijinkan *yield* 180 Mpa UTS 325 MPa *elongation* 12 MPa. dan untuk *hardness test* tidak diterima karena nilai kekerasannya melebihi batas yang diijinkan oleh standar yaitu sebesar 144 HVN. Dan material tidak dapat digunakan kembali karena nilai kekerasan pada material tersebut melebihi dari batas yang diijinkan oleh standar.

6. PUSTAKA

- [1] Aryandriadi. (2013). Analisa Kegagalan Pipa SuperheaterBoiler di Industri Kelapa Sawit
- [2] Shields. 1961. *Terminology of Boiler and Specification*. U.S.A