

ANALISA KEGAGALAN PIPA ASTM A179 PADA RUANG BAKAR BOILER

Fadly Ahmad Kurniawan Nasution¹, Ade Irawan²

^{1,2}Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Harapan Medan
[1fadlie.ahmad@gmail.com](mailto:fadlie.ahmad@gmail.com), [2deirwan006@gmail.com](mailto:deirwan006@gmail.com)

Abstrak

Pembangkit listrik tenaga uap atau yang lebih dikenal dengan boiler atau ketel uap, ketel uap itu sendiri memiliki komponen utama yaitu pipa yang di gunakan untuk mensirkulasikan air pipa itu sendiri terbuat dari material logam, pengoprasian boiler, maka pipa di dalam dapur bakar boiler mengalami perubahan suhu yang mengakibatkan terjadinya Deformasi yang mengakibatkan perubahan sifat mekanik dari matrial pipa tersebut. Dalam bab ini akan dijelaskan langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan beberapa pengujian dengan tujuan mengetahui kekerasan matrial pipa boiler. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian struktur mikro, dan nilai kekerasan, yang akan diterangkan pada diagram alir pada sub bab dibawah ini. Kekerasan mengalami penurunan, pada beban 1500 kgf. Nilai kekerasan mengalami penurunan yang tidak terlalu signifikan yaitu dari 132,1667 menjadi 91.81667 BHN. Bahwa penurunan kekerasannya hanya 0.43% Diperoleh nilai kekerasan rata-rata standar pada boiler dengan masing-masing pengujian brinell, sebesar 132.1667 BHN Diperoleh nilai kekerasan rata-rata yang di pengaruh suhu ruang bakar boiler dengan masing-masing pengujian brinell, sebesar 91.71667 HRB, Berdasarkan nilai hasil pengujian kekerasan membandingkan dengan setelah pemanasan mengalami penurunan kekerasan pada pengujian brinell sebesar 0.43%

Kata Kunci: Kegagalan PIPA ASTM A179, Bakar Boiler, Pengujian Brinell

Abstract

A steam power plant or better known as a boiler or steam boiler, the steam boiler itself has the main components, namely the pipe used to circulate water, the pipe itself is made of metal material, the operation of the boiler, the pipe in the boiler combustion chamber experiences a change in temperature which resulted in a deformation that resulted in a change in the mechanical properties of the pipe material. This chapter will explain the steps taken in carrying out several tests with the aim of knowing the hardness of the boiler pipe material. The tests carried out are testing the microstructure, and the hardness value, which will be explained in the flow chart in the sub-chapter below. The hardness decreased, at a load of 1500 kgf. The hardness value decreased not too significantly, from 132.1667 to 91.81667 BHN. That the decrease in hardness is only 0.43% Obtained the standard average hardness value in the boiler with each brinell test, amounting to 132.1667 BHN Obtained the average hardness value which is affected by the temperature of the boiler combustion chamber with each brinell test, amounting to 91.71667 HRB, Based on the value of the hardness test results compared to that after heating experienced a decrease in hardness in the brinell test by 0.43%.

Keywords: ASTM A179 PIPE Failure, Burn Boiler, Brinell Test

1. PENDAHULUAN

Di jamaan sekarang ini energy sangat di butuhkan, dan alat untuk penghasil energy itu sendiri tidak lepas dari beberapa susunan komponen, di dalam suatu komponen terdapat matrial. salah 1 (satunya) pembangkit listrik tenaga uap atau yang lebih dikenaal dengan boiler atau ketel uap, ketel uap itu sendiri memiliki komponen utama yaitu pipa yang di gunakan untuk mensirkulasikan air pipa itu sendiri terbuat dari matrial logam, pada proses pengoprasian boiler. Boiler adalah alat yang digunakan untuk mengubah air menjadi uap dengan cara dipanaskan menggunakan batubara sebagai bahan bakar utama [1].

Pipa yang ada di dalam dapur bakar boiler mengalami perubahan suhu yang mengakibatkan terjadinya Deformasi yang mengakibatkan perubahan sifat mekanik dari matrial pipa tersebut. Turbin uap berfungsi untuk membangkitkan listrik, dimana pemanfaatan uap bertekanan yang dipasok dari boiler akan menggerakkan sistem turbin sehingga terbentuk energi mekanik yang akan dikonversi menjadi energi listrik [2]. Pada penelitian ini Root Cause Failure Analysis (RCFA) adalah metode yang mampu menjabarkan permasalahan dengan jelas agar dapat dilakukan peningkatan kinerja mesin dan peralatan secara optimal, yang pada ujungnya dapat meningkatkan produktivitas perusahaan [3].

Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan nilai kekerasan pipa ASTM A179 standar dan yang sudah di pengaruhi oleh pembakaran pada ruang bakar boiler dengan melakukan uji *brineel*. Serta mengetahui struktur permukaan dan membandingkan kekerasan dan struktur pipa ASTM A179 setelah melakukan pemanasan pada boiler dengan uji *hardnes* dan uji mikro.

Proses pengujian kekerasan dapat diartikan sebagai kemampuan suatu material terhadap pembebanan dalam perubahan yang tetap. Artinya ketika gaya tertentu diberikan padasuatu benda uji dan karena pengaruh pembebanan tersebut benda uji mengalami deformasi. Seberapa besar tingkat kekerasan dari material tersebut dapat dianalisa dari besarnya beban yang diberikan terhadap luas bidang yang menerima pembebanan tersebut. [4]

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini akan dijelaskan langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan beberapa pengujian dengan tujuan mengetahui kekerasan matrial pipa boiler. pengujian yang dilakukan adalah pengujian struktur mikro, dan nilai kekerasan, yang akan diterangkan dibawah ini.

2.1 Bahan dan Alat

Bahan yang di gunakan pada peroses ini adalah pipa yang belum mengalami proses pembakaran (standar) dan yang sudah mengalami proses pembakaran pada ruang bakar.

Table 1. Ukuran matrial pipa boiler yang di teliti

Specimen	Diameter dalam	Diameter luar
A	40mm	50mm
B	Tidak rata	50mm

2.2 Bahan

- 1. Potongan Pipa Yang Sudah Mengalami Aktifitas Pembakaran Pada Ruang Bakar Boiler.



Gambar 1. Pipa Tidak standar

- 2. Larutan Kimia Untuk Proses Pengetsaan

Etching tujuan dari etsa ini adalah untuk meningkatkan visibilitas optik dari stuktur mikro material logam sehingga mudah untuk menentukan grain size dan identifikasi fasa. Larutan etsa dipilih berdasarkan komposisi, stress, atau struktur kristal. Teknik etsa yang banyak digunakan adalah chemical etching, teknik lain yang juga dapat digunakan seperti molten salt, electrolytic, serta thermal, plasma dan magnetic etching juga telah digunakan untuk aplikasi khusus. Chemical etching, yaitu

menggunakan larutan kimia yang bersifat asam atau basa dengan oxidizing atau reducing agents. Dapat dilakukan dengan cara immersion atau swabbing



Gambar 2. Pencampuran bahan kimia

2.3 Alat yang digunakan untuk penguji

Mesin uji kekerasan *harness*, Bola baja untuk untuk pengujian, Mikroskop pengukur, *Stop watch* Mesin gerinda, Ampelas kasar dan halus, Microskop

2.4 Pengujian Mikrografi

Pengujian mikrografi ini dilakukan dengan tujuan mengetahui struktur mikro pada matrial pipa boiler yang telah mengalami pemanasan di ruang bakar dan sebelum di pengaruhi oleh pembakaran dan membandingkan hasil struktur mikronya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisa Pengujian Micro

Pada pengujian micro ini dilakukan untuk menentukan struktur mikroskopik yang hanya dapat dilihat menggunakan lensa dengan perbesaran tertentu. Perbesaran yang penulis gunakan pertama merupakan perbesaran 200x dan 500x pada bagian luar penampang pipa.

- 1. Spesimen A

Pada pengamatan mennggunakan mikroskop optic di gunakan pembesaran lensa sebesar 200x sampai 500x pembesaran mennggunakan matrial yang belum mendapatkan perlakuan panas.



Gambar 3. Specimen A mennggunakan pembesaran 200x



Gambar 4. Specimen A mennggunakan pembesaran 500x

2. Spesimen B

Pada pengamatan menggunakan mikroskop optik di gunakan pembesaran lensa sebesar 200x dan 500x pembesaran menggunakan material yang belum mendapatkan perlakuan panas.



Gambar 5. Specimen B menggunakan pembesaran 200x

No	Diameter Indentation (mm)	Brinell Hardness Number (BHN)
1	4.5	89.3
2	4.4	93.6
3	4.3	90.3
4	4.3	98.3
5	4.35	95.9
6	4.41	93.2



Gambar 6. Specimen B menggunakan pembesaran 500x

3.2 Hasil Analisa Micro

Didapatkan dari gambar di atas. menjelaskan bahwa struktur mikro yang terbentuk merupakan struktur mikro ferrit dan pearlite. Di mana, pada area warna hitam menunjukkan area pearlite dan pada area yang berwarna putih menunjukkan area ferrit.

1. Spesimen A

Pada pengujian brinell yang menggunakan material pipa berjenis ASTM A179 yang sebelum mendapatkan perlakuan panas, pipa ini berdiameter 2'' pengujian menggunakan indicator berdiameter 10 mm dan beban penekanan sebesar 1500 kg dengan waktu penekanan selama 15 detik maka mendapatkan hasil diameter indentation sebesar yang tertera pada tabel berikut.

Table 2. Hasil pengujian brinell specimen A

No	Diameter Indentation (mm)	Brinell Hardness Number (BHN)
1	4.0	114
2	4.1	109
3	3.9	121
4	3.5	151
5	3.6	142
6	3.4	156

DIAMETER INDENTOR = 4.41833

BRINEL HARDNESS NUMBWR = 132.167

2. Spesimen B

Pada pengujian brinell yang menggunakan material pipa berjenis ASTM A179 yang sudah mendapatkan perlakuan panas pada ruang pembakaran boiler sebesar ±600°C, pipa ini berdiameter 2'' pengujian menggunakan indicator berdiameter 10 mm dan beban penekanan sebesar 1500 kg dengan waktu penekanan selama 15 detik maka mendapatkan hasil diameter indentation sebesar yang tertera pada tabel berikut:

$$BHN = \frac{p}{\frac{\pi}{2}D(D-\sqrt{D^2-d^2})}$$

di mana,

BHN = nilai kekerasan material

P = gaya atau beban uji dalam kilogram gaya (kg).

D = diameter indenter bola dalam mm.

d = diameter jejak dalam mm.

Table 3. Hasil pengujian brinell specimen B

DAMETER INDENTOR = 4.37833

BRINELL HARDNESS NUBER = 120.5

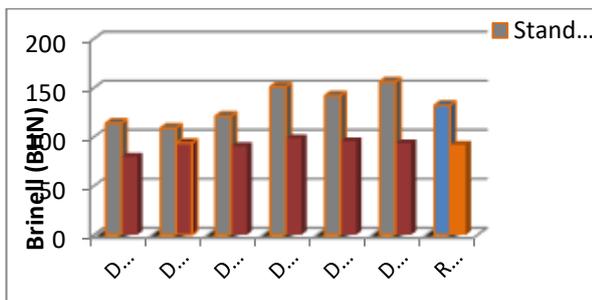
3. Nilai rata rata perbandingan antar spesimen

Hasil dari pengujian brinell ini menunjukkan nilai rata-rata kekerasan sebesar yang tertera pada tabel berikut.

Table 4. Nilai rata-rata hasil pengujian brinell

	Data 1	Data 2	Data 3	Data 4	Data 5	Data 6	Rata-Rata
Standart	114	109	121	151	142	156	132.1667
Tidak Standart	79.6	93.6	90.3	98.3	95.3	93.2	91.71667

4. Hasil dari grafik specimen A dan B



Gambar 7. Grafik hasil perbandingan specimen

Berdasarkan Tabel dan grafik di atas terlihat bahwa nilai kekerasan mengalami penurunan, pada beban 1500 kgf. Nilai kekerasan mengalami penurunan yang tidak terlalu signifikan yaitu dari 132,1667 menjadi 91,81667 BHN. Bahwa penurunan kekerasannya hanya 0,43%.

3. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dengan menggunakan metode *hardness test* metalografi terhadap pipa jenis ASTM A179 diperoleh kesimpulan adalah sebagai berikut:

1. Hasil pengujian metallography tersebut di simpulkan bahwa pipaa yang mengalami kerusakan tersebut telah kehilangan banyak area pearlite. Banyaknya struktur mikro pearlite menunjukkan tingkat kekerasan sebuah material
2. Sedangkan pipa standar masih memiliki cukup banyak area pearlite
3. Diperoleh nilai kekerasan rata-rata pada pipa ASTM A179 standar pada boiler dengan masing-masing pengujian *brinell*, sebesar 132.1667 BHN
4. Diperoleh nilai kekerasan rata-rata pada pipa ASTM A179 yang di pengaruh suhu ruang bakar boiler dengan masing-masing pengujian *brinell*, sebesar 91.71667 HRB,
5. Berdasarkan nilai hasil pengujian kekerasan pada pipa ASTM A179 standar membandingkan dengan setelah pemanasan mengalami penurunan kekerasan pada pengujian *brinell* sebesar 0,43%

4. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mochamad Nanchy Chudhoifah, Dwita Suastiyanti, Pathya Rupajati, “Analisa Kerusakan Pipa *Boiler Supercritical*”, JURNAL TEKNIK MESIN – ITI Vol. 4 No. 1, Februari 2020
- [2] Muhamad Walidi, Eddy Agus Basuki, Budi Prawara, Eri Martides4, Endro Juniarto, “Kajian Thermal Spray Coating dengan Teknologi High Velocity Oxy-Fuel (HVOF) serta Perlakuan Pasca Prosesnya sebagai Pelindung Boiler Tubes Pembangkit Listrik Tenaga Uap”, Jurnal Penelitian Inovatif (JUPIN) Vol.3, No. 1, April 2023, Hal. 41-60.
- [3] Enik Sulistyowati, Lukmandono, Pramudya Imawan, N.L.P Hariastuti, “Usulan Perbaikan Efektivitas Mesin GDX2-NV dan C-600 melalui Fault Tree Analysis”, Jurnal SENOPATI e-ISSN: 2714 – 7010, 2021.
- [4] Yudi Daeng Polewangi, “Analisis Sistem Perawatan Mesin Boiler Pada Industri Kelapa Sawit”, Jurnal Industrial Engineering Journal Vol.8 No. 2, 2019. ISSN 2302-934X, E-ISSN 2614-2910