

Uji Fungsi *Watertube Boiler* Takuman N-600 SA *Superheater* Kapasitas 20 Ton Uap/Jam pada Pabrik Minyak Kelapa Sawit

Muhammad Yusuf *, Djoko Setyanto

Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Biosains, Teknologi, dan Inovasi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jalan Jenderal Sudirman 51 Jakarta 12930

Article Info

Article history:

Received
July, 04 2025

Accepted
July, 07 2025

Keywords: *Hydrostatic Test, Safety Valve, Inspection Test, Steam Test, Water Tube Boiler.*

Abstract

At the palm oil factory, steam becomes a primary need; besides driving turbines, steam is also required for other processing stations. Boiler inspection is a comprehensive process of checking and testing the boiler to ensure it is safe, efficient, and meets applicable safety standards. The tests carried out on the Watertube Boiler Takuma N-600 SA are the hydrostatic test and the steam test. The pressure tested in the hydrostatic test is 23 kg/cm². After performing slow firing (gradual combustion), the steam test is conducted to ensure that the safety valves function properly. The first safety valve opens at a pressure of 21 kg/cm², and the second safety valve opens at a pressure of 22 kg/cm². The conclusion of the hydrostatic test is successful with parameters showing no leaks on the expansion and welding of the watertube, and the steam test is successful where the safety valves function correctly.

Info Artikel

Histori Artikel:

Diserahkan:
04 Juli 2025

Diterima:
07 Juli 2025

Kata Kunci: Uji Hidrostatik, Katup Pengaman, Pemeriksaan Uji, Uji Uap, Ketel Tabung Air.

Abstrak

Pada pabrik minyak kelapa sawit uap menjadi kebutuhan utama, selain sebagai penggerak turbin, uap juga dibutuhkan untuk stasiun pengolahan lainnya. Riksa uji *boiler* yaitu proses pemeriksaan dan pengujian komprehensif pada *boiler* untuk memastikan kondisinya yang aman, efisien dan sesuai dengan standar keselamatan yang berlaku. Pengujian yang dilakukan pada *Watertube Boiler* Takuma N-600 SA adalah uji *hydrostatic test* dan uji *steam test*. Tekanan yang diuji pada *hydrostatic test* yaitu pada 23 kg/cm². Setelah dilakukan *slowfiring* (pembakaran secara perlahan) selanjutnya pengujian *steam test* untuk memastikan katup pengaman berfungsi dengan baik. Katup pengaman ke-1 membuka pada tekanan 21 kg/cm² dan katup pengaman ke-2 membuka pada tekanan 22 kg/cm². Kesimpulan pengujian *hydrostatic test* berhasil dengan parameter tidak adanya kebocoran dan rembesan pada *expand* dan pengelasan *watertube*, serta pengujian *steam test* berhasil dimana katup pengaman berfungsi dengan baik.

1. PENDAHULUAN

Boiler adalah suatu bejana tertutup yang dipergunakan sebagai media pengubah bentuk air menjadi uap. *Boiler* juga merupakan alat penukar kalor yang harus memenuhi syarat utama yaitu *boiler* dapat menyediakan uap yang banyak dengan tekanan dan suhu tertentu (Hendrawan, Andi dan Lusiani, 2022).

Takuma *Boiler* merupakan salah satu jenis *boiler* unggulan yang dikembangkan oleh PT Super Andalas Steel di Indonesia bekerja sama dengan Takuma Co., Ltd., Jepang. Kemitraan strategis ini telah berjalan sejak tahun 1982, menghasilkan teknologi *boiler* yang ramah lingkungan. *Boiler* ini dirancang untuk memanfaatkan bahan bakar biomassa,

*Corresponding author. Muhammad Yusuf
Email address: yousufengineer11@gmail.com

yaitu bahan bakar yang berasal dari material organik terbarukan. Dengan teknologi ini, Takuma *Boiler* mampu mendukung penghematan energi sekaligus mengurangi emisi karbon, menjadikannya solusi ideal bagi kebutuhan energi industri modern yang juga peduli terhadap keberlanjutan lingkungan (Ar Rasyid Fathon, 2024).

Boiler pipa air adalah alat untuk menghasilkan uap, di mana air di dalam pipa dipanaskan oleh api dari pembakaran bahan bakar. Gas panas dari pembakaran ini membuat air mendidih dan berubah menjadi uap. Pada *boiler* kecil, pipa-pipa untuk menghasilkan uap terpisah dari tungku. Tapi pada *boiler* besar, pipa-pipa itu menjadi bagian dari dinding tungku. Campuran air dan uap yang panas naik ke bagian atas yang disebut *steam drum* dan uap diambil dari sana. Kadang, uap tersebut dipanaskan lagi di bagian khusus yang disebut *superheater*, sehingga menjadi uap *superheated*. Uap *superheated* adalah uap yang temperaturnya melebihi titik didih dan tidak mengandung tetesan air. Uap kering seperti ini digunakan untuk menggerakkan turbin, karena air bisa merusak bilah turbin (Rahardja, Istianto Budhi, Erlangga Abinanda dan Ahdiat Leksi Siregar, 2022).

Boiler mempunyai peranan penting dalam proses produksi uap, uap digunakan untuk memutar turbin uap sebagai penghasil energi listrik untuk kebutuhan pabrik, perkantoran dan perumahan. Pada pabrik minyak kelapa sawit uap menjadi kebutuhan utama, selain sebagai penggerak turbin, uap juga dibutuhkan untuk stasiun perebusan (*sterilizer*), stasiun press (*digester*), stasiun klarifikasi, stasiun pengolahan inti sawit (*kernel*) dan tangki penyimpanan air. Apabila *boiler* tidak beroperasi dengan optimal maka kelancaran dan kontinuitas produksi uap akan terganggu sehingga produksi minyak kelapa sawit yang dihasilkan juga akan mengalami gangguan serta beban biaya produksi yang meningkat. (Adli, Zul., 2018).

Maka dari itu perlu dilakukan riksa uji *boiler* yaitu proses pemeriksaan dan pengujian komprehensif pada *boiler* untuk memastikan kondisinya yang aman, efisien dan sesuai dengan standar keselamatan yang berlaku. Proses ini mencakup pengecekan komponen utama seperti drum uap, pipa pemanas, burner, katup pengaman dan sistem kontrol tekanan. Riksa uji dilakukan secara berkala, biasanya setiap tahun, untuk mencegah kecelakaan, meminimalkan downtime, dan memperpanjang umur pakai *boiler*.

2. METODE PELAKSANAAN

Pengujian ini dilakukan di pabrik minyak kelapa sawit yang berada di Pagar Merbau, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. Pengujian ini menggunakan 2 cara metode, yaitu *Hydrostatic Test* dan *Steam Test*.



Gambar 1.
Boiler Takuma N-600 SA

Spesifikasi *Boiler* Takuma N-600 SA ditunjukkan pada Tabel 1, sedangkan Gambar 1 menunjukkan *Boiler type Watertube* dengan kapasitas 20 ton uap per/jam yang akan dilakukan pengujian.

Tabel 1.

Spesifikasi Data *Boiler*

Merk	: Takuma
Type	: N-600 SA
Design Pressure	: 23.0 Kg/ cm ²
Working Pressure	: 20.0 Kg/ cm ²
Max. Steam Evaporation	: 20.000 Kg/hr
Steam Temperature	: Superheater / 260 °C
Serial Number/Side Operation	: 1092 / Right Side Operation
Fuel	: Biomass (Shell dan Fiber from Palm)
Tube	: Watertube

Adapun tahapan pengujian pada *boiler* mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

1. Hydrostatic Test

Uji *hydrostatic test* dilakukan dengan mengisi *boiler* dengan air dingin yang dipompa secara perlahan-lahan hingga mencapai tekanan 23 kg/cm². Pengujian ini merujuk pada Peraturan Uap tahun 1930 Pasal 44 ayat 1 yaitu:

$$P_{uji} = P_{kerja} + \max 3 \text{ kg/cm}^2$$

Tekanan kerja *boiler* 20 kg/cm² + 3 kg cm² sehingga didapat tekanan *hydrostatic test* sebesar 23 kg/cm².

2. Slow firing

Boiler dipanaskan secara bertahap dengan api kecil, kemudian secara bertahap ditingkatkan tekanannya.

3. Steam Test

Uji fungsi *steam test* dilakukan dengan mengoperasikan *boiler* sebagaimana operasi sesungguhnya dengan menghidupkan *burner boiler* dan dilakukan pengamatan tingkat pengaman I (Katup Pengaman 1) dan tingkat pengaman II (Katup Pengaman 2), serta parameter data lainnya (Sugianto, 2018).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

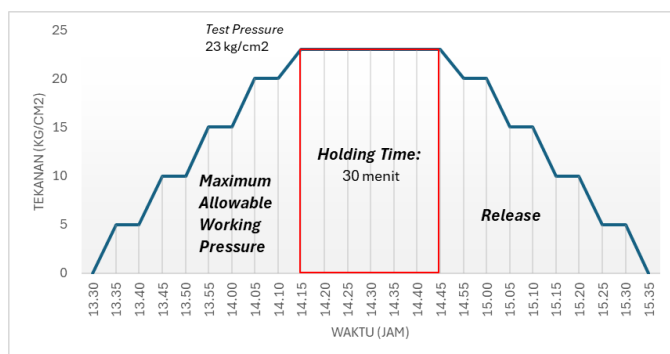
Pelaksanaan *hydrostatic test* disaksikan oleh Perusahaan Jasa Keselamatan dan Kesehatan Kerja (PJK3) bidang Pesawat Uap dan Bejana Tekan (PUBT) dan Disnaker setempat. Pengujian dilakukan dengan memberikan tekanan air secara perlahan dan bertahap kedalam *boiler* hingga tekanan 23 kg/cm² seperti data yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2.
Data Pengujian *Hydrostatic Test*

No	Jam	Tekanan (kg/cm ²)	Keterangan
1	13.30	0	Start Pump
2	13.35	5	MAWP
3	13.40	5	
4	13.45	10	
5	13.50	10	
6	13.55	15	
7	14.00	15	
8	14.05	20	
9	14.10	20	Holding Time
10	14.15	23	
11	14.20	23	
12	14.25	23	
13	14.30	23	
14	14.35	23	
15	14.40	23	
16	14.45	23	Release
17	14.55	20	
18	15.00	20	
19	15.05	15	
20	15.10	15	
21	15.15	10	
22	15.20	10	
23	15.25	5	Selesai
24	15.30	5	
25	15.35	0	

Setiap tekanan dinaikan secara perlahan-lahan dengan tahapan tekanan sebagai berikut:

- 0 kg/cm² dinaikan menjadi 5 kg/cm² di tahan selama 5 menit,
- dari 5 kg/cm² -10 kg/cm² di tahan selama 5 menit,
- dari 10 kg/cm² -15 kg/cm² di tahan selama 5 menit,
- dari 15 kg/cm² - 20 kg/cm² di tahan selama 5 menit,
- dari 20 kg/cm² - 23 kg/cm² di tahan selama 30 menit,



Gambar 2.
Grafik Pengujian *Hydrostatic Test*

Saat *hydrostatic test*, setiap kenaikan tekanan diperiksa serta diuji dengan hasil tidak terdapat kebocoran dan rembesan dari rol-rollan atau pada pengelasan *watertube* dengan kata lain *hydrostatic test* berhasil. Selanjutnya tekanan diturunkan secara perlahan-lahan sampai dengan tekanan 0 kg/cm² dengan alur pengujian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.

Setelah uji *hydrostatic test* dinyatakan lolos uji dan diterima oleh Dinas Tenaga Kerja setempat, selanjutnya *boiler* dilakukan *slow firing* yaitu proses pemanasan *boiler* dengan

pembakaran yang lambat untuk secara perlahan meningkatkan suhu. Proses ini bertujuan untuk mempersiapkan *boiler* untuk penggunaan berikutnya, seperti *steam test* atau pengoperasian pabrik. Adapun tahapan *slow firing* sebagai berikut:

Tabel 3.

Tahapan *Slow Firing*

Hari	Keterangan
Ke-1	Start pemanasan dengan tekanan 0 kg/cm ²
Ke-2	Pemanasan dilanjutkan dengan tekanan 0 kg/cm ²
Ke-3	Pemanasan dilanjutkan dengan tekanan 0 kg/cm ²
Ke-4	Dinaikan perlahan - lahan 1` - 3 kg/cm ²
Ke-5	Dinaikan perlahan - lahan 3 - 6 kg/cm ²
Ke-6	Dinaikan perlahan - lahan 6 - 10 kg/cm ²
Ke-7	<i>Boiler full operation</i> hingga tekanan kerja. Penguncian mur baut pengikat <i>flange</i>



Gambar 3.

Slowfiring Boiler Menggunakan Kayu sebagai Bahan Bakar

Pengujian selanjutnya yaitu *steam test* yang di mana bertujuan untuk memastikan katup pengaman berfungsi dengan benar dan aman. *Boiler* memiliki 2 buah katup pengaman yaitu katup pengaman 1 pada *header superheater* dan katup pengaman 2 pada *drum*. Hasil uji *steam test* didapat katup pengaman 1 terbuka pada tekanan 21 kg/cm² dan katup pengaman 2 terbuka pada tekanan 22 kg/cm². Adapun data lengkap pengujian terlampir pada Tabel 4.



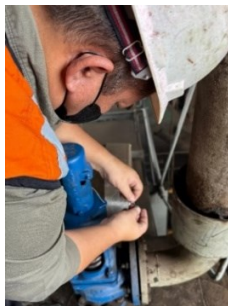
Gambar 4.

Pengujian Katup Pengaman 1 pada *Header Superheater*

Berfungsinya katup pengaman 1 dan 2 ini memberikan batasan keselamatan operasi *boiler*. Apabila terjadi kegagalan kontrol dan terjadi tekanan yang berlebih, maka tekanan akan dikeluarkan oleh katup pengaman 1 ataupun 2.

Tabel 4.Data Pengujian *Steam Test*

Katup Pengaman 1 <i>Header Superheater Ø 2" x 3"</i>		Katup Pengaman 2 <i>Upper Drum Ø 3" x 4"</i>	
Membuka pada tekanan	21 kg/cm ²	Membuka pada tekanan	22 kg/cm ²
Menutup pada tekanan	20 kg/cm ²	Menutup pada tekanan	21,8 kg/cm ²
Tinggi Cincin Pengaman	23,48 mm	Tinggi Cincin Pengaman	32,87 mm

**Gambar 5.**

Penyegelan Katup Pengaman 2 oleh Disnakertrans Setempat

Setelah dilakukan pengujian katup pengaman dan dinyatakan dengan baik, maka kedua katup pengaman diberi segel oleh Disnakertrans setempat agar dapat diterbitkan Akta Ijin Operasi (Gambar 5).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Hasil pengujian *hydrostatic test* dengan air dingin dengan tekanan 23 kg/cm² dinyatakan berhasil dan lolos uji, dengan parameter tidak adanya kebocoran maupun rembesan dari rol-rollan atau pada pengelasan pipa *watertube* boiler.
2. Katup pengaman pada *upper drum* dan *header superheater* telah diuji coba dan berfungsi dengan baik. Dimana katup pengaman pada *drum* membuka pada tekanan 22 kg/cm² dan katup pengaman pada *header superheater* membuka pada tekanan 21 kg/cm².

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Adli, Zul. (2018). "Analisa Performance Boiler Takuma N-600 Sa dengan Tingkat Keadaan Uap 20 Kg/Cm 2 /259 O C Berbahan Bakar Serat dan Cangkang Kelapa Sawit Berbasis Komputasi." *Jurnal Mesin Sains Terapan* 2(1): 51–57.
2. Ar Rasyid Fathon. (2024). "Proses Penggantian Superheater Tube pada Takuma Boiler N-900 R Superheater Tube Replacement Process on Takuma Boiler N-900 R." *IRA Jurnal Teknik Mesin dan Aplikasinya (IRAJTMA)* 3(3): 65–72.
3. Hendrawan, Andi dan Lusiani. (2022). "Pengujian Boiler untuk Pembangkit Listrik Tenaga Panas Laut." *Saintara: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Maritim* 6(1): 1–5. doi:10.52475/saintara.v6i1.137.
4. Rahardja, Istianto Budhi, Erlangga Abinanda dan Ahdiat Leksi Siregar. (2022). "Watertube Boiler Pabrik Kelapa Sawit Kapasitas 45 Ton/Jam." *Jurnal Citra Widya Edukasi* 14(1): 39–54. https://journal.cwe.ac.id/index.php/jurnal_citrawidyaedukasi/article/view/269.
5. Sugianto. (2018). "Uji Fungsi Pembangkit Uap Bertekanan (Boiler) sebagai Pendukung Pengolahan Limbah Radioaktif Cair dengan Evaporasi." *Prosiding Hasil Penelitian dan Kegiatan Tahun 2018, PTLR-BATAN 2019*: 289–95.