

PENGUJIAN *BOILER* SEBAGAI PENYEDIA ENERGI PENGOLAHAN LIMBAH RADIOAKTIF CAIR PASCA PERBAIKAN

Sugianto, Suparno, Arifin Istavara, Jonner Sitompul, Heri Witono,

Novia Aris P, Harwata, Sri Maryanto
Pusat Teknologi Limbah Radioaktif - BATAN
gianto68@batan.go.id

ABSTRAK

PENGUJIAN *BOILER* SEBAGAI PENYEDIA ENERGI PENGOLAHAN LIMBAH RADIOAKTIF CAIR PASCA PERBAIKAN. Telah dilakukan pengujian *boiler* sebagai penyedia energi pengolahan limbah radioaktif cair secara evaporasi. Pengujian dilakukan pasca perbaikan isolator panas pintu *back hood boiler*. Perbaikan isolator panas dilakukan karena terjadinya panas berlebih pada pintu *back hood boiler* yang mencapai 112 °C dan 322 °C pada cerobong *boiler*. Pasca perbaikan dilakukan pengujian *boiler* dioperasikan untuk mensuplai energi panas pada pengolahan limbah radioaktif cair secara evaporasi dengan durasi 8 jam dalam sehari. Dilakukan pemantauan setiap jam penyebaran panas pada pintu *back hood* dan cerobong *boiler*. Hasil pemantauan panas pada pintu *back hood boiler* disekitar kaca intai api, terukur rerata 60 °C, dan 145 °C pada cerobong *boiler*. Temperatur terukur pasca perbaikan isolator panas pintu *back hood boiler* aman dan selamat untuk pengoperasian *boiler*

Kata Kunci : pengujian, perbaikan, boiler

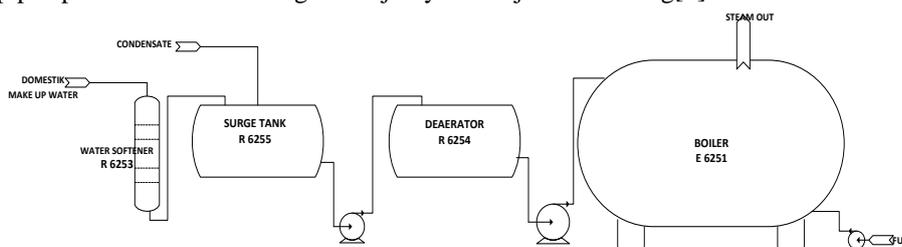
ABSTRACT

BOILER TESTING AS A PROVIDER OF ENERGY PROCESSING OF LIQUID RADIOACTIVE WASTE POST REPAIR. Boiler testing has been done as a provider of evaporative energy processing of liquid radioactive waste. The test is done after repair of heat insulator of back hood boiler door. Heat insulator repair is done because of excessive heat on boiler back hood doors that reach 112 °C and 322 °C on boiler chimney. Post-repair boiler testing is operated to supply heat energy to evaporative liquid radioactive waste treatment with a duration of 8 hours in a day. Monitored every hour of heat dissemination on back hood doors and chimney boilers. The result of heat monitoring at boiler hood back door around fire glass, measured mean 60 °C, and 145 °C on boiler chimney. Measurable temperature after repair of heat insulator door back hood boiler safe and safe for the operation of the boiler

Keywords : testing, repair, boiler

PENDAHULUAN

Boiler atau ketel uap adalah suatu bejana/wadah yang di dalamnya berisi air atau fluida lain untuk dipanaskan menggunakan api yang berbahan bakar minyak solar (*diesel*) sehingga menjadi uap panas bertekanan (*steam*)[3][4]. Boiler yang dimiliki Pusat Teknologi Limbah Radioaktif - Badan Tenaga Nuklir Nasional (PTLR-BATAN) ada 2 (dua) buah jenis *Fire-Tube Boiler* (*Boiler Pipa Api*) dengan 3 fase aliran api dengan kapasitas masing-masing 2000 kg/jam. *Boiler* ini terdapat 2 bagian di dalamnya, yaitu sisi *tube/pipa* dan sisi *barrel/tong*. Pada sisi *barrel* berisi fluida/air yang akan dipanaskan dan diubah menjadi uap panas bertekanan (*steam*), sedangkan pada sisi dalam pipa merupakan tempat terjadinya pembakaran 3 (tiga) fase. Api ditimbulkan dari pembakaran semprotan bahan bakar (solar) oleh *burner* ke ruang bakar, kemudian mengalir pada lorong pipa api utama, pipa-pipa api fase kedua dan ketiga selanjutnya menuju ke cerobong[1].



Gambar 1. Diagram alir proses operasi sistem uap [4]

Spesifikasi *design boiler* :[1]

- *Design* tekanan : 10 bar
- *Design* operasi : 8,5 bar
- Kapasitas uap : 2280 kg/jam

Uap panas bertekanan (*steam*) hasil produksi *boiler* didistribusikan melalui pipa distribusi *steam* menuju evaporator. Didalam evaporator, *steam* tersebut digunakan untuk memanaskan dan mereduksi volume limbah radioaktif cair menjadi konsentrat. Uap yang keluar dari evaporator, tekanan dan suhunya turun sehingga terjadi campuran uap dan air (kondensat)[5].

Kondensat ini dikembalikan lagi ke *boiler* pada tangki *surge* kemudian dicampur dengan air baku yang sudah dilunakkan agar temperatur air umpan mendekati titik didih air, sehingga pemakaian bahan bakar menjadi lebih hemat. Penambahan air pada *surge tank* menggunakan air yang sudah dilunakkan. Kestabilan level air dijaga dengan *floating valve*. Air umpan *boiler* adalah campuran dari kondensat dan air tambahan yang sudah dilunakkan. Air dipompa dari tangki *surge* ke tangki *deaerator*. Pada tangki *deaerator* air umpan disemprotkan uap panas untuk menghilangkan oksigen. Air umpan dari tangki *deaerator* dipompa ke boiler[1][4].

Proses pembentukan uap terjadi akibat adanya perpindahan panas dari api secara radiasi ke dinding pipa. Panas diteruskan secara konduksi pada pipa menuju dinding yang bersentuhan dengan air. Air yang paling dekat dengan pipa mengalami perubahan panas, akibatnya berat jenisnya menurun. Air panas naik ke permukaan dan digantikan oleh air yang suhunya lebih dingin. Proses seterusnya terjadi secara berulang-ulang sehingga terjadi pembentukan uap. Uap yang dihasilkan adalah uap panas lanjut, dengan temperatur 160°C pada tekanan $8,3\text{ kg/cm}^2$ [4]

METODOLOGI

Pengujian kerusakan boiler dilakukan dengan mengamati sebaran panas pada isolator pintu *back hood* dan cerobong *boiler*.



Gambar 2. Pengamatan sebaran panas menggunakan kamera infra merah dan termometer infra merah



Gambar 3. Perbaikan penambalan retakan semen isolator pintu *back hood*

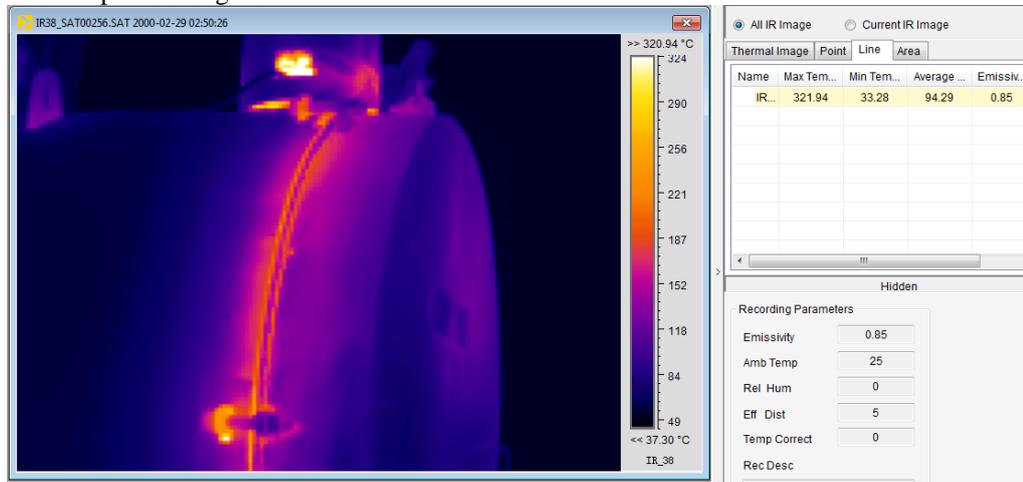


Gambar 4. Perbaikan asbestos isolator pintu *back hood*

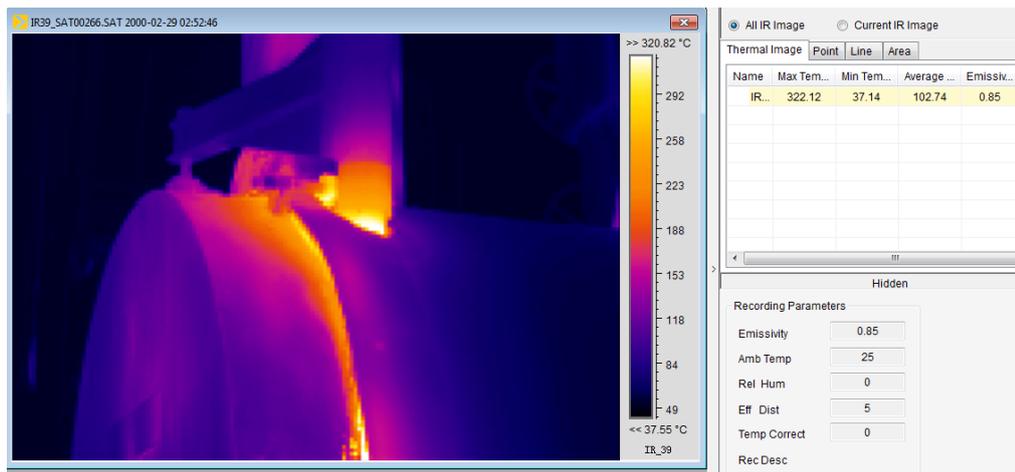
PEMBAHASAN

A. Pengukuran Temperatur Sebelum Perbaikan Isolator

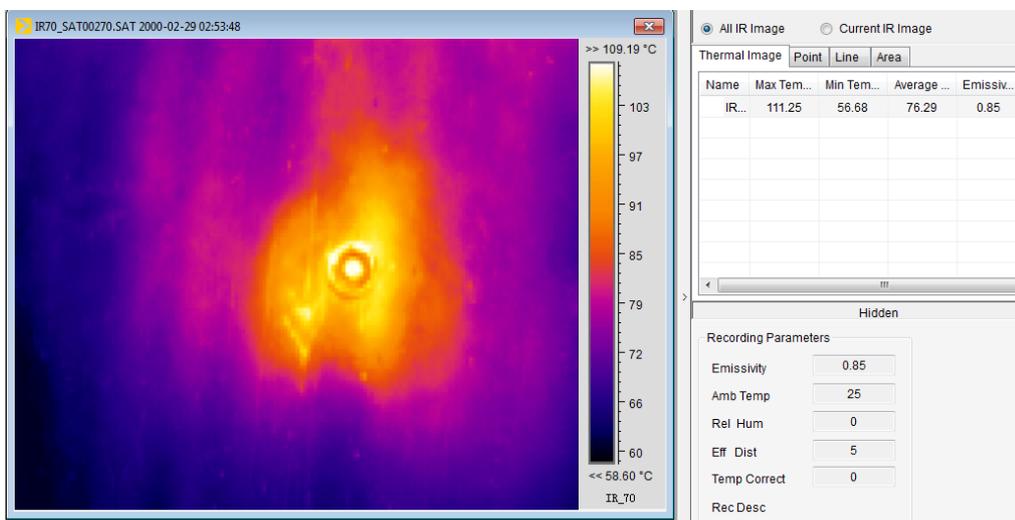
Pengukuran dilakukan dengan menggunakan kamera infra merah, didapatkan hasil gambar sebaran panas sebagai berikut :



Gambar 5. Pengukuran temperatur dengan fokus cerobong



Gambar 6. Pengukuran temperatur dengan fokus isolator pintu *back hood*



Gambar 7. Pengukuran temperatur dengan fokus kaca pengintai api

Hasil pengukuran temperatur cerobong, asbestos isolator pintu *back hood* dan pintu *back hood* dengan fokus area kaca pengintai api sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5, 6 dan 7 dirangkum dalam Tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Data Pengukuran Temperatur sebelum perbaikan isolator panas

No	Titik Pengukuran	T max °C
1.	Cerobong	321,94
2.	Asbestos isolator pintu <i>back hood</i>	322,12
3.	Pintu <i>back hood</i>	111,25

Pengukuran panas seperti ditunjukkan pada Tabel 1., menunjukkan bahwa terjadi panas berlebih pada pintu *back hood boiler* pada saat pengoperasian *boiler* untuk melayani kebutuhan uap panas pada pengolahan limbah radioaktif cair dengan *evaporator*. Pada tabel 1. menunjukkan data temperatur pada cerobong *boiler* sebesar 321,94 °C, asbestos isolator pintu *back hood* 322,12 °C, pintu *back hood* 111,25 °C. Hasil pengukuran panas seperti data tersebut adalah panas yang tidak wajar sehingga terjadi panas membara pada sekitar asbestos isolator pintu *boiler*. Demi menjaga keselamatan kerja dan keamanan sistem *boiler*, maka segera *boiler* dimatikan untuk dilakukan investigasi. Pemeriksaan ketidaknormalan operasi *boiler* dilakukan setelah pendinginan sistem *boiler* dengan membuka pintu *back hood boiler*. Secara visual tampak adanya kerusakan batu tahan api pemisah fase 1 ke fase 2 dan 3 serta adanya retakan semen isolator panas pintu *back hood boiler*. Kerusakan batu tahan api pemisah fase api dari fase 1 ke fase 2 dan 3, menyebabkan api pada lorong api utama langsung menuju cerobong *boiler*, sehingga terjadi kurangnya penyerapan panas api pada pipa api oleh media air yang dipanaskan pada *shell* diantara pipa api. Selanjutnya dilakukan perbaikan batu tahan api dan penambalan keretakan semen isolator panas pintu *back hood boiler*.

B. Pengukuran Temperatur Pasca Perbaikan Isolator

Pengukuran Temperatur pasca perbaikan isolator panas dilakukan pada beberapa titik pengukuran untuk mendapatkan data sebaran panas. Pengambilan data pengukuran panas dilakukan pada setiap jam selama operasi *boiler* dalam 1 (satu hari dari jam 08.00 sampai dengan jam 16.00. Pengukuran dilakukan berulang pada hari yang berbeda

Tabel 2. Data pengukuran sebaran panas setiap jam dalam sehari operasi pada pintu *back hood*, isolator pintu *back hood* dan cerobong *boiler*

NO	WAKTU / JAM	TITIK PENGUKURAN PANAS						
		A	B	C	D	E cerobong	F (asbestos)	G (asbestos)
1	08.45	37,8	34,9	39,0	51,8	133,0	85,0	97,3
2	09.00	38,9	35,3	40,1	52,0	135,9	81,6	98,5
3	10.00	42,7	37,8	43,9	59,5	159,0	106,0	113,0
4	11.00	51,5	48,6	42,5	50,2	148,0	105,0	122,0
5	12.00	56,4	53,6	59,9	55,0	133,6	103,0	119,2
6	13.00	62,9	59,6	50,6	61,0	157,6	99,3	123,5
7	14.00	69,3	65,9	55,1	67,8	143,6	106,4	125,6
8	15.00	71,5	68,0	56,7	69,7	139,0	115,1	126,2
9	16.00	73,4	70,5	59,3	72,0	155,3	108,4	127,9
	Rata2	56,04	52,69	49,68	59,89	145,00	101,09	117,02

TITIK PENGUKURAN PANAS

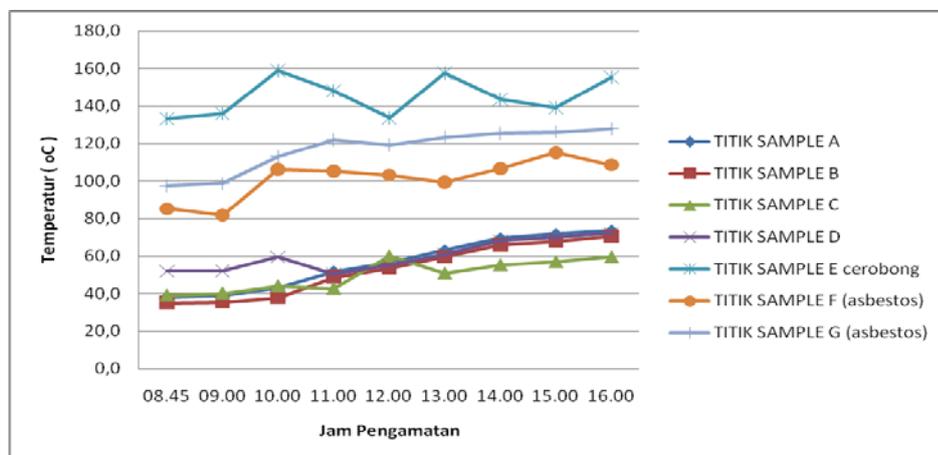


Gambar 8. Titik pengukuran sebaran panas

Tabel 3. Data pengukuran sebaran panas rerata selama 5 (lima) hari operasi pada pintu *back hood*, isolator pintu *back hood* dan cerobong boiler

NO	Tanggal	TITIK SAMPLE						
		A	B	C	D	E cerobong	F (asbestos)	G (asbestos)
1	23/09/2017	48,38	46,23	43,39	47,62	129,00	101,86	105,62
2	30/09/2017	49,85	47,84	43,39	49,36	130,25	98,58	106,24
3	02/10/2017	56,94	54,08	46,97	55,49	146,08	107,79	120,74
4	07/10/2017	54,64	52,20	46,80	52,82	125,32	106,00	112,31
5	09/10/2017	56,04	52,69	49,68	59,89	145,00	101,09	117,02
	Rata2	53,17	50,61	46,04	53,04	135,13	103,06	112,39

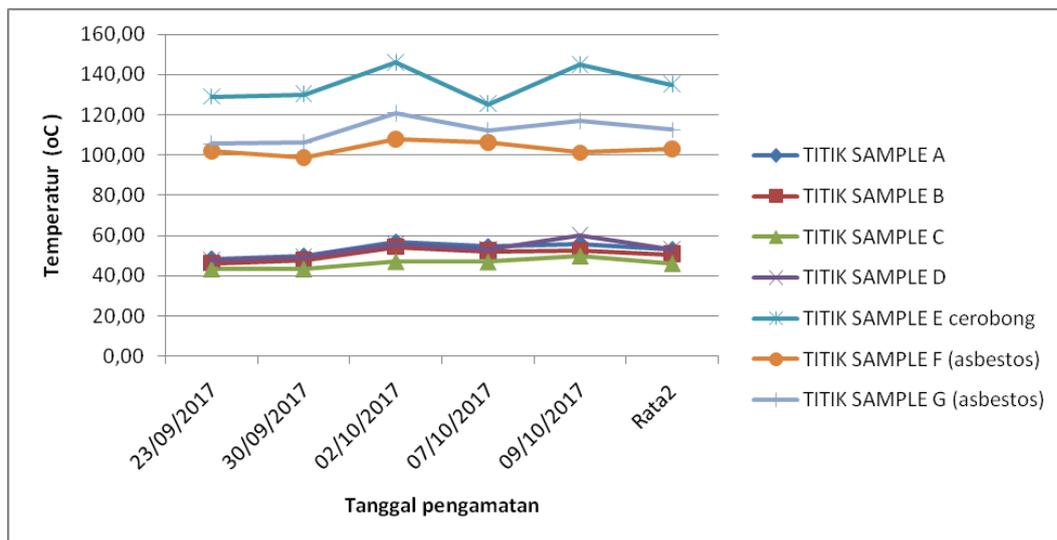
Pasca perbaikan batu tahan api dan penambalan keretakan semen isolator kemudian dilakukan pengujian dengan mengoperasikan *boiler*, dan dilakukan pengamatan penyebaran panas pada pintu *back hood boiler*, asbestos isolator panas pintu *boiler*, dan pada cerobong *boiler*. Pengamatan dilakukan dengan mengambil data penyebaran panas setiap 1 (satu) jam sekali selama 8 (delapan) jam operasi dalam sehari, dan diulang lagi pengambilan data ini untuk 5 (lima) hari yang lain selama pengoperasian *boiler*. Data pengukuran sebaran panas digambarkan sebagaimana Gambar 9 dan 10



Gambar 9. Grafik sebaran panas setiap jam dalam sehari operasi

Pengukuran panas pada cerobong tampak tidak stabil, temperatur berubah naik dan turun, bergantung pada beban pengguna uap panas *boiler*. Pada saat penggunaan uap panas (evaporasi) kebutuhan uap panasnya banyak, maka secara otomatis *boiler* menambah tekanan bahan bakar menjadi lebih besar menjadikan api dalam *boiler* lebih besar juga sehingga terukur temperatur pada cerobong menjadi naik. Demikian juga sebaliknya pada saat kebutuhan uap panas sedikit, maka tekanan bahan bakar *boiler* menjadi lebih kecil dan api dalam *boiler* juga lebih kecil, dan temperatur pada cerobong terukur lebih rendah.

Penyebaran panas pada pintu *back hood* mulai stabil setelah 5 (lima) jam *boiler* beroperasi. Temperatur tertinggi pada pintu *back hood* kurang dari 60 °C, jauh lebih rendah dibanding pada saat adanya kerusakan batu tahan api dan adanya keretakan semen isolator panas. Pengamatan sebaran panas pasca perbaikan batu tahan api dan isolator panas pada 5 (lima) kali operasi *boiler* ditunjukkan pada Gambar 10. Temperatur rerata pada 5 (lima) hari yang berbeda pengoperasian *boiler* temperaturnya relatif stabil.



Gambar 10. Grafik sebaran panas rerata pada 5 (lima) hari berbeda pengoperasian *boiler*

KESIMPULAN

Panas berlebih pada cerobong, asbestos isolator pintu *back hood* dan pintu *back hood boiler* disebabkan oleh adanya kerusakan batu tahan api dan retakan semen isolator panas pintu *back hood boiler*. Kerusakan dapat diperbaiki dengan perbaikan batu tahan api, penggantian *seal asbestos* dan penambalan retakan semen isolator panas. Hasil dari perbaikan tersebut adalah sebaran panas pada cerobong, pintu *back hood boiler* kembali pada temperatur normal pengoperasian *boiler* yaitu rerata temperatur cerobong 135 °C, dan pintu *back hood* 50,71 °C.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ARCHITEN, *System Note Steam System*, Jakarta, 1985.
- [2] WAHYATMOKO, *Design and Calculation Steam Sytem*, Jakarta 26 November 1985
- [3] DJOKOSETYARDJO. M.J, *Ketel Uap*, PT. Pradnya Paramita, cetakan ke 3, 1993
- [4] WITONO HERI, *Pengoperasian Boiler*, Prosiding Laporan Kegiatan dan Penelitian tahun 2011,
- [5] BUDIYONO, *Analisis Kegagalan Proses Pembangkit Uap Pada Instalasi Pengolahan Limbah Radioaktif Cair*, Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah XIV, 2016