

ANALISA RESIKO KEGAGALAN SISTEM BOILER DENGAN MENGGUNAKAN FAULT TREE ANALIYSIS

Sugeng Marsudi

Program DiplomaPelayaran Universitas Hang Tuah Surabaya

Email: sugengmarsudi@uht.ac.id

Abstrak

Boiler memiliki peranan penting di dalam pembangkit listrik tenaga uap di Indonesia. Pada pipa boiler sering terjadi kegagalan terutama pada pipa cooling water. Cooling water ini merupakan komponen dimana komponen dalam boiler yang memiliki suhu tinggi, didinginkan. Dari FTA yang telah dibuat maka dapat dianalisa penyebab dasar (*basic event*) dari kegagalan komponen *Steam Sootblowing System* adalah aliran cooling water terhalang oleh kotoran, kualitas bahan bakar tidak bagus, terjadi korosi pada line pipa, uji thickness tidak dilakukan secara teratur. Penyebab dasar (*basic event*) dari kegagalan komponen Boiler Blowdown System adalah valve drain tidak dibersihkan secara teratur, kadar asam pada air pengisi boiler terlalu tinggi, penambahan hydrazine dan phosphate pada air pengisi boiler tidak tepat, umur indikator level air sudah tua, kualitas indikator level air jelek, dan banyak kotoran pada pipa air pengisi boiler. Dengan menggunakan metode analisis FTA, maka kerusakan suatu komponen dalam sistem akan mudah ditemukan.

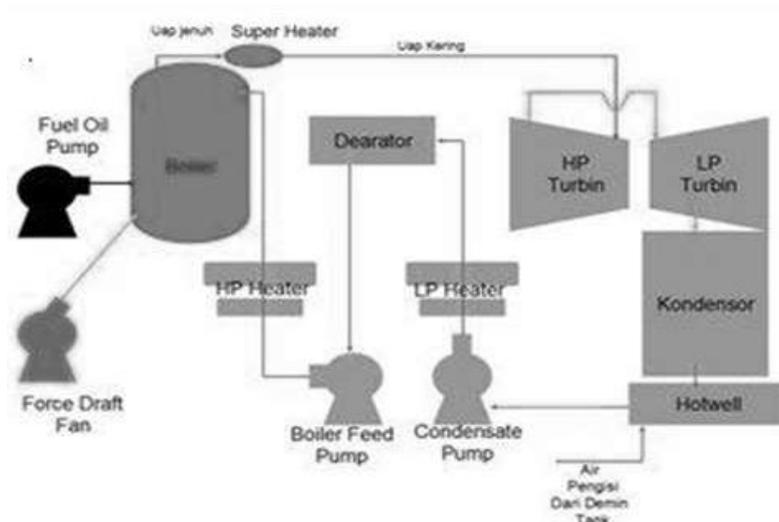
Kata kunci: Perbaikan, Perbaikan, Kantong Udara, Tongkang

PENDAHULUAN

Pusat pembangkit ini menggunakan turbin uap untuk memutar generator. Uap dihasilkan dari boiler dengan tekanan tinggi. Bahan bakar padat yang dipakai di boiler adalah gas alam, tahap pembangkitan dapat dibagi menjadi dua fase, yaitu:

1. Pembentukan uap dalam ruang boiler
2. Pembangkitan tenaga listrik dalam ruang generator

Dalam ruang boiler bahan bakar dibakar dan air dirubah kebentuk uap tekanan tinggi, sebelum memutar turbin uap dialirkan dulu ke superheater, dari turbin dihasilkan tenaga mekanis. Tekanan uap menurun, setelah keluar dari turbin uap dengan tekanan rendah masuk ke kondensor. Dalam kondensor air dingin disirkulasikan dengan menggunakan pompa, sehingga uap dengan tekanan rendah dikondensasikan menjadi air, yang selanjutnya air ini digunakan sebagai air pengisi boiler. Pada gambar 1. dibawah ini menunjukkan siklus kerja PLTU secara umum.



Gambar 1. Siklus Kerja PLTU



copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Boiler merupakan perangkat untuk memproduksi uap pada tekanan dan suhu tertentu dengan memindahkan panas yang diperoleh dari proses pembakaran bahan bakar. Dengan kata lain boiler adalah perangkat untuk menggerakkan sudut-sudut pada turbin uap. Di PLTU uap yang keluar dari steam drum akan dipanaskan lagi melalui beberapa tingkatan di superheater.

Menurut pemakaian dan fluida yang mengalir, boiler di PLTU menggunakan boiler tetap (stationary boiler) boiler pipa air (water tube boiler). Bagian utama boiler adalah superheater, evaporator, economizer, burner, reheater, dan steam drum. Untuk memberi gambaran tentang bentuk boiler PLTU maka dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Boiler PLTU

METODE

Metode pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pertama riset pustaka dengan menghimpun informasi yang relevan dengan topik dari buku-buku, karya ilmiah, tesis, disertasi, ensiklopedia, internet dan sumber-sumber lain yang berkaitan tentang PLTU. Selanjutnya studi dokumen yaitu metode pengumpulan data yang tidak di-tujukan langsung kepada subjek penelitiannya yaitu melakukan pengumpulan data berbagai macam dokumen yang berguna untuk bahan analisis berupa standar operasional prosedur (SOP) kerja dalam PLTU. Adapun pengerjaan penelitian ini menggunakan data *boiler* dengan spesifikasi boiler sebagai berikut:

Data	Spesifikasi
Evaporation	629.232 kg/jam
Reheat steam flow	526.849 kg/jam
Design Pressure : Boiler superheater	199 kg/jam
Reheater	40 kg/jam
Steam condition : Superheater outlet	169 kg/cm ² g x 541°C
Reheater inlet	33,2 kg/cm ² g x 320°C
Reheater outlet	33,2 kg/cm ² g x 541°C
Economizer outlet	277 o C.

Fault Tree Analysis

Fault Tree Analysis merupakan suatu studi dengan pendekatan deduktif yang memfokuskan pada kejadian yang tidak dikehendaki (*accidents, main system failures, dll*), kemudian dicari penyebab-penyebab dari kejadian

tersebut. *Fault Tree Analysis* juga merupakan metode untuk menganalisa kombinasi dari *equipment failure* dan *human error*. Analisis *Fault Tree* bertujuan untuk mengidentifikasi kombinasi dari *equipment failure* dan *human error* yang dapat menyebabkan terjadinya suatu kejadian yang tidak dikehendaki (*accidents events*) dan untuk memprediksi kombinasi kejadian yang tidak dikehendaki, sehingga dapat dilakukan koreksi untuk meningkatkan *product safety*, memperkecil *plant failure* dan *plant injuries*. Pada tahap desain *Fault Tree Analysis* digunakan untuk membuka *hidden failures modes* yang diakibatkan oleh kombinasi *equipment failures*, sedangkan pada tahap operasi *Fault Tree Analysis* digunakan untuk memprediksi, mengidentifikasi dan mengevaluasi kombinasi kegagalan yang dapat menyebabkan terjadinya suatu kecelakaan. Analisa *Fault Tree* mempunyai nilai penting dalam penyelesaian sebagai berikut :

1. Dapat menganalisa kegagalan sistem secara deduktif
2. Dapat mencari aspek-aspek dari sistem yang terlibat dalam kegagalan utama
3. Membantu pihak manajemen mengetahui perubahan dalam sistem
4. Membantu mengalokasikan penganalisa untuk berkonsentrasi pada suatu bagian kegagalan dalam sistem

Kelebihan *Fault Tree Analysis* sebagai metode kualitatif adalah kemampuannya untuk mengidentifikasi kombinasi kejadian yang dapat menyebabkan terjadinya suatu kecelakaan. FTA sering digunakan untuk menganalisa lebih rinci terhadap hasil-hasil evaluasi. Namun *Fault Tree Analysis* tidak dapat digunakan untuk suatu sistem yang sangat *vulnerable* yang hanya membutuhkan satu kegagalan yang dapat mengakibatkan kecelakaan. Dari berbagai kasus kerusakan boiler, bahwa komponen yang setiap tahun mengalami kerusakan adalah :

mengalami kerusakan adalah :

1. *Steam Sootblowing System*

Kegagalan fungsi yang terjadi adalah berupa ketidak normalan dan kebocoran sistem *Steam Sootblowing*.

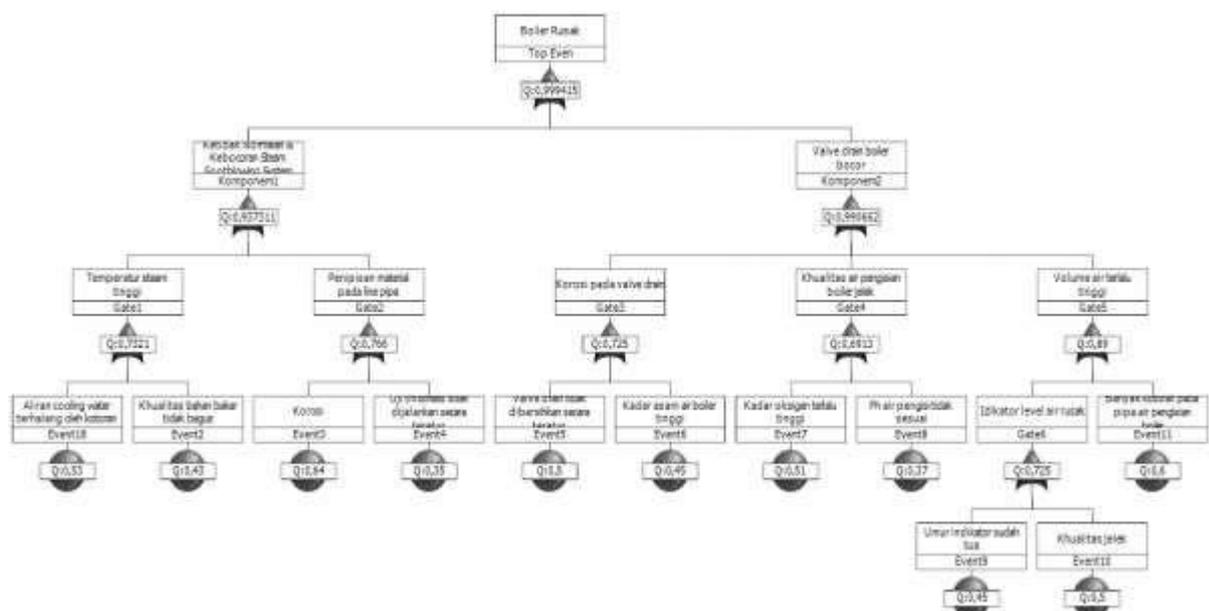
2. *Boiler Blowdown System*

Kegagalan fungsi yang terjadi adalah berupa *valve drain* boiler banyak yang bocor.

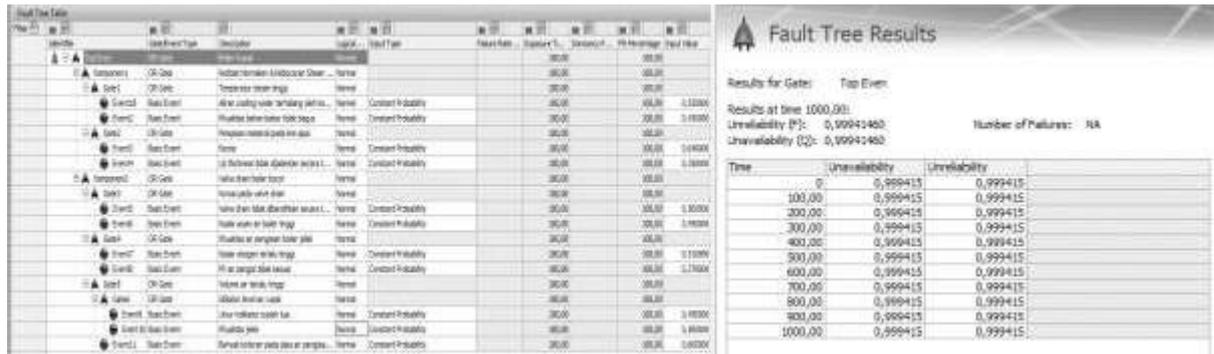
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Kerusakan Komponen Boiler

Pada komponen boiler PLTU yang memiliki laju kegagalan kompoen yang selalu meningkat dalam satuan waktu yaitu pada komponen *Steam Sootblowing System*, *Boiler Blowdown System*. Tipe kerusakan pada *Steam Sootblowing System* adalah berupa ketidaknormalan dan kebocoran, tipe kerusakan pada *Boiler Blowdown System*, *Air Heater* adalah berupa *valve drain* boiler banyak yang bocor dengan diagram FTA dan analisis kerusakan boiler ditampilkan pada gambar brikut.



Gambar 3. Diagram FTA Kerusakan Boiler



Gambar 4. Hasil analisa kegagalan dengan menggunakan software

KESIMPULAN

Dari FTA yang telah dibuat maka dapat dianalisa penyebab dasar (*basic event*) dari kegagalan komponen Steam *Sootblowing System* adalah aliran *cooling water* terhalang oleh kotoran, kualitas bahan bakar tidak bagus, terjadi korosi pada line pipa, uji *thickness* tidak dilakukan secara teratur. Penyebab dasar (*basic event*) dari kegagalan komponen *Boiler Blowdown System* adalah *valve drain* tidak dibersihkan secara teratur, kadar asam pada air pengisi boiler terlalu tinggi, penambahan hydrazine dan phosphate pada air pengisi boiler tidak tepat, umur indikator level air sudah tua, kualitas indikator level air jelek, dan banyak kotoran pada pipa air pengisi boiler.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmad, Z. (2006). Principles of Corrosion Engineering and Corrosion Control. London: Butterworth-Heinemann.
- [2] Armstrong, R. (2014). Engineering Science Aspects of The HallPetch Relation. Maryland.
- [3] Chandra, K., Kain, V., & Dey, G. (2010). Failure of 2.25Cr–1Mo Steel Superheater Tubes in A Fluidized Bed.
- [4] Elie Tawil, P. (2009). Boiler Clasification and Application. New York: CEDengineering.com.
- [5] Higgins, R. (1999). Engineering Metalurgy Part 1. London: Arnold.
- [6] Patel, R. C. (1997). Elements of Heat Engines Vol1. Vadodara: Acharya Publications.
- [7] N. A. Nur Rahmat, W. Wahyuddin, and H. Palippui, "Shipbuilding Risk Analysis Using Consequence-Probability Matrix Technique", zonalaut, vol. 2, no. 3, pp. 1-6, Nov. 2021.