

INTISARI

Ketel uap memiliki peranan penting, yaitu sebagai suatu wadah untuk mengubah air dari fase *liquid* ke fase uap pada pembangkitan listrik di PLTU. Variabel proses pengoperasian yang tidak sesuai standard dapat menyebabkan terjadinya kegagalan. Kegagalan pada rangkaian *reheater tube* ketel uap berupa pecah. Pada *tube* yang mengalami kegagalan terdapat kerak menempel di permukaan luar dan terjadi penipisan ketebalan secara progresif dengan ketebalan minimum pada sudut terdekat *tube* pecah. Adanya kegagalan tersebut mengakibatkan kerugian operasional dan menghentikan transfer energi listrik ke konsumen.

Pada penelitian ini dilakukan analisis untuk mencari penyebab dan mengetahui mekanisme kegagalan serta mengevaluasi sisa umur *tube* yang ditinjau dari aspek perubahan ketebalan dan *creep*. Analisis secara fisik melalui pengamatan visual pada perubahan dimensi dan tampilan kegagalan *tube*. Analisis mikro berupa pengamatan bentuk butir kristal dan ada tidaknya *fissure* yang melalui batas butir kristal. Analisis sifat mekanik dilakukan dengan uji kekerasan, uji tarik, dan uji *impact*. Analisis komposisi kimia dilakukan dengan uji komposisi kimia pada *tube* dan pada kerak yang menempel di permukaan luar *tube*. Analisis lain dilakukan dengan uji korosi. Evaluasi sisa umur dilakukan dengan uji *creep stress rupture* dan dianalisis menggunakan persamaan Larson-Miller.

Berdasarkan hasil analisis dan data-data yang diperoleh, kegagalan disebabkan *tube* mengalami penipisan pada bagian permukaan luar karena terjadi reaksi korosi oksidasi dan sulfur sebagai produk dari pembakaran tidak sempurna bereaksi dengan hidrogen membentuk H_2S yang merupakan pemicu untuk mempercepat terjadinya proses korosi. Hasil analisis pada pengamatan mikro menunjukkan *tube* telah mengalami *intergranular creep fracture* yang ditunjukkan dengan adanya *fissure* yang melalui batas butir. Faktor lain sebagai pendukung terjadinya kegagalan adalah dengan adanya kerak yang menempel pada permukaan luar menyebabkan terjadi distribusi temperatur yang tidak merata antara permukaan luar dengan permukaan dalam sehingga *tube* mengalami deformasi plastis. Pada permukaan luar yang memiliki temperatur lebih rendah dan memiliki nilai kekerasan yang tinggi *tube* lebih mudah mengalami deformasi sehingga dengan ketebalan *tube* yang semakin berkurang akibat proses korosi, penampang sisa tidak mampu menahan tegangan dari dalam *tube*, akibatnya *tube* pecah. Hasil analisis evaluasi sisa umur didapatkan bahwa pada temperatur $600^{\circ}C$ dengan ketebalan 3 mm sekitar 16 tahun tanpa faktor keamanan dan sekitar 10 tahun dengan faktor keamanan. Pada ketebalan 1,364 mm sisa umur *tube* didapatkan sekitar 6 tahun tanpa faktor keamanan dan sekitar 2 tahun dengan faktor keamanan.

Kata Kunci: *reheater tube, perubahan ketebalan, kerak, pecah, korosi oksidasi, intergranular creep fracture, perbedaan distribusi temperatur, creep stress rupture, persamaan Larson-Miller*