

## INTISARI

Pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) banyak digunakan dalam bidang perindustrian. PLTU ini, memanfaatkan energi kinetik dari uap dengan tekanan, temperatur dan kecepatan tinggi untuk memutar turbin uap yang terhubung dengan generator listrik. Sistem pembangkit ini rentan terhadap kerusakan karena beroperasi pada tekanan dan suhu tinggi, tak terkecuali pada boiler. Kerusakan yang umum terjadi pada boiler adalah kerusakan pada komponen pipa-pipa, baik di bagian luar dan dalam. Pada pipa tersebut sering terjadi degradasi material, *creep*/mulur, dan penipisan dinding. Penurunan kekuatan pada pipa-pipa tersebut dapat menimbulkan kerusakan fatal yang berujung pada terhambatnya proses produksi pabrik tersebut. Penelitian ini terkhusus pada pipa *superheater* dan *water wall*. Pada penelitian ini, dibahas tentang evaluasi degradasi material pada pipa secara makro dan mikro dan juga perhitungan sisa umur pakai, yang diharapkan dapat menanggulangi kerusakan sebelum terjadi kecelakaan.

Analisa secara mikro dilakukan untuk mengetahui berbagai perubahan yang sudah terjadi selama masa operasi. Proses pengamatan yang dilakukan adalah dengan melakukan pengujian struktur mikro, kekerasan, komposisi kimia. Pada penelitian ini tidak hanya analisa secara mikro, tetapi juga analisa secara makro melalui pengukuran *roundness*, guna mengetahui perubahan ketebalan pipa akibat pengikisan. Perhitungan sisa umur pakai dilakukan dengan diawali oleh pengujian *stress rupture* yang kemudian menghasilkan waktu putus dan parameter Larson-Miller. Sesuai dengan namanya, perhitungan sisa umur dilakukan untuk mengetahui sisa umur pakai yang kemudian dapat dijadikan pertimbangan untuk melakukan perawatan atau peremajaan.

Hasil analisa secara mikro pada pipa *water wall* menunjukkan adanya perubahan pada struktur mikro pipa bagian luar. Perubahan ini ditandai dengan berubahnya formasi butir ferrit menjadi formasi acak dan terbentuknya lapisan oksida. Perubahan yang terjadi ini, membuat kekerasan pada sisi luar pipa mengalami peningkatan kekerasan sebesar kurang lebih 70 VHN. Secara makro, pipa *water wall* juga mengalami pengikisan ketebalan pada dinding luar terutama pada dinding luar yang terkena panas langsung. Dikarenakan kondisi pipa *water wall* sudah terlalu tipis, perhitungan sisa umur tidak mungkin dilakukan. Hasil analisa secara mikro pada pipa *superheater* menunjukkan terjadinya perubahan pada struktur mikro pada pipa bagian luar dan dalam pipa. Fenomena yang terjadi adalah dekarburisasi. Dekarburisasi yang terjadi ini menyebabkan penurunan kekerasan. Hasil analisa secara makro menunjukkan tidak terjadi pengikisan secara signifikan. Hasil perhitungan sisa umur pakai pada pipa ini menunjukkan bahwa sisa umur pakai tersisa 2,25 tahun.

**Kata Kunci:** *Superheater Tube, Water Wall Tube, Degradasi Material, Sisa umur pakai.*

## ABSTRACT

Steam power plant (PLTU) is widely used in the industrial sector. PLTU utilizes kinetic energy of steam at high pressure, temperature and high speed to turn a steam turbine which is coupled with electric generator. This power plant system is prone to damage due to operation at high pressure and high temperature, including to boiler. The most common problem to boilers is the occurrence of damage in its components such tubes, either tube inside or outside. In the boiler tube, material degradation may occur in the form of creep damage, oxidation and wall thinning. The decrease in strength of the tubes can lead to fatal damage that leads to the failure of tubes. This research is focused on superheater and water wall tubes. This study discussed the evaluation of tube material degradation in macro and micro also calculation of the residual life, which is expected to cope with the damage before accidents occur.

Micro analysis was performed to determine microstructural changes which occurred during service. Other experiments including roundness measurement hardness and tensile test and analysis of chemical composition were conducted. The calculation of residual life was also done by stress rupture test, which results in the stress-rupture vs. Larson-Miller parameter (LMP) curve. As the name suggests, the residual life test was done to know the residual life, which then can be used as consideration for the treatment or rejuvenation.

The analysis result of the water wall tube in micro stage showed a change in the microstructure in the outer side of the pipe. This change was characterized by altered ferrite grain formation into a randomized formation and also an oxide layer was formed. This change in microstructure led to increase in hardness of the tube's outer side by approximately 70 VHN. In macro observation, the water wall tube also encountered thickness erosion especially on the outer wall which was affected by direct heat. Because the thickness of the water wall tube was already thin in thickness, the calculation of residual life could not be implemented. The analysis of the superheater tube in micro stage showed a change in microstructure in the inner and outer side of the tube. This phenomenon is called decarburization. Decarburization that occurred cause the hardness to decrease. The analysis result in the macro stage showed there was insignificant erosion. The calculation result of the tube's residual life showed that the residual life is 2,25 years.

**Key Words:** Superheater Tube, Water Wall Tube, Material Degradation, Residual Life.