

INTISARI

Zirkonium dan paduannya merupakan logam yang tahan terhadap temperatur tinggi, memiliki sifat mekanik yang baik, dan tahan terhadap serangan korosi. PT Timah menggunakan logam zirkonium sebagai reaktor peleburan bijih timah untuk keperluan analisis kandungan Sn dengan melibatkan *alkaline fusion* pada temperatur pemanasan 800 °C dalam waktu 10 menit. Dengan sifat superior dari logam zirkonium dan paduannya, material ini mengalami kegagalan setelah mengalami akumulasi pemakaian 1000 menit disertai pencelupan pada HCl selama 500 menit.

Pada penelitian ini, dipelajari pengaruh siklus pemanasan pada logam zirkonium dengan 3 kondisi perlakuan. Perlakuan pertama siklus pemanasan pada kondisi atmosfer (Sampel Oks), yang kedua pemanasan kondisi atmosfer disertai dengan pencelupan HCl (Sampel OksH), dan yang ketiga pemanasan pada media *Alkaline Fusion* disertai pencelupan HCl (Sampel Mix). Pemanasan dilakukan pada suhu 800 °C dalam waktu 100 menit selama 12 kali siklus. Pengujian tarik dan kekerasan dilakukan untuk mengamati degradasi kekuatan mekanik. Perubahan struktur mikro diamati dengan SEM-EDX, sedangkan senyawa yang terbentuk diamati dengan XRD. Pengujian dan karakterisasi dilakukan pada setiap kenaikan 3 siklus yaitu 0, 3, 6, 9, dan 12. Sebagai bahan pembanding, sampel bekas pakai Lab PT timah (Sampel Max) juga dilakukan analisis dan pengujian.

Hasil menunjukkan pada sampel Oks mengalami *thermal fatigue* dengan kerusakan berupa retak vertikal hingga terparah mencapai kedalaman 240 µm dengan penurunan kekuatan tarik sebesar 75%. Pencelupan pada larutan HCl sampel OksH mempercepat kerusakan berupa degradasi pengelupasan permukaan hingga sedalam 260 µm dan menyebabkan penurunan kekuatan tarik sebesar 78%. Pada sampel Mix terjadi *corrosion fatigue* yang diinisiasi oleh retak akibat *thermal shock* antara zirkonium dan zirconia kemudian diakselerasi oleh unsur Na dan Cl. Akibatnya sampel Mix mengalami penurunan kekuatan tarik terparah sampai 80% dari Zr-Ori. Untuk sampel Max, material mengalami *pitting corrosion* dari dalam cawan akibat terendam media korosi dan struktur retak di luar cawan akibat terekspos atmosfer disertai pencelupan HCl. Lapisan oksida yang terbentuk pada semua perlakuan adalah ZrO₂ berdasarkan hasil XRD dan dibuktikan kenaikan kekerasan permukaan yang signifikan mencapai 1000 – 1200 VHN.

Kata kunci : *Alkaline fusion*, Analisis kegagalan, Bijih timah, Korosi, Zirkonium

ABSTRACT

Zirconium and its alloys are metals that are resistant to high temperatures, have good mechanical properties, and are resistant to corrosion attack. PT Timah Tbk uses zirconium metal as a tin ore smelting reactor for Sn content analysis purposes involving alkaline fusion at a heating temperature of 800 °C within 10 minutes. With the superior properties of zirconium metal and its alloys, the material failed after 1000 minutes of accumulated wear and 500 minutes of HCl immersion.

In this study, the effect of heating cycles on zirconium metal under three treatment conditions was studied. The first treatment was heating cycles under atmospheric conditions (Oks sample), the second was heating under atmospheric conditions with HCl immersion (OksH sample), and the third was heating in alkaline fusion media with HCl immersion (Mix sample). Heating was carried out at 800 °C within 100 minutes for 12 cycles. Tensile and hardness tests were conducted to observe the degradation of mechanical strength. Microstructural changes were observed by SEM-EDX, while the compounds formed were observed by XRD. Testing and characterization were carried out at every 3-cycle increment, namely 0, 3, 6, 9, and 12. As a comparison material, PT Timah Tbk (Max) Lab used samples that were also analyzed and tested.

The results showed that the Oks sample experienced thermal fatigue with damage in the form of vertical cracks to the worst reaching a depth of 240 µm with a decrease in tensile strength of 75%. Immersion in the HCl solution OksH sample accelerates damage in the form of surface peeling degradation to a depth of 260 µm and causes a decrease in tensile strength of 78%. In the Mix sample, corrosion fatigue was initiated by cracking due to thermal shock between zirconium and zirconia and then accelerated by the Na and Cl elements. As a result, the Mix sample experienced the worst decrease in tensile strength up to 80% of Zr-Ori. For the Max sample, the material experienced pitting corrosion from inside the cup due to immersion in corrosion media and structural cracking outside the cup due to exposure to the atmosphere accompanied by HCl immersion. The oxide layer formed in all treatments is ZrO₂ based on XRD results and evidenced by a significant increase in surface hardness reaching 1000 - 1200 VHN.

Keywords: Alkaline fusion, Failure Analysis, Tin ore, Corrosion, Zirconium