

ABSTRAK

STUDI REDUKSI TiO_2 HASIL EKSTRAKSI ILMENIT MENGUNAKAN REDUKTOR CaH_2 UNTUK PRODUKSI SERBUK TITANIUM

Oleh
Andika Adevisky Irwansyah
NIM: 116210029
(Program Studi Sarjana Teknik Metalurgi)

Untuk meningkatkan nilai tambah mineral ilmenit, dilakukan penelitian mengenai produksi serbuk titanium dari mineral ilmenit lokal. Prekursor titanium sulfat (TiOSO_4) diperoleh melalui proses pelindian mineral ilmenit lokal dengan jalur sulfat, kemudian diolah melalui tahap hidrolisis untuk menghasilkan titanium dioksida (TiO_2). Selanjutnya, TiO_2 direduksi menggunakan metode *Metal Hydride Reduction* (MHR) dengan reduktor kalsium hidrida (CaH_2) guna menghasilkan serbuk titanium. Metode MHR memiliki keunggulan dalam menghasilkan serbuk titanium dengan kadar oksigen rendah, disertai mekanisme proses relatif sederhana. Hasil uji non-isothermal mengkonfirmasi bahwa CaH_2 dapat direduksi pada suhu lebih rendah (335°C) dengan penambahan TiO_2 , yang dilakukan dalam atmosfer argon pada kondisi vakum. Pada tahap awal, serbuk TiO_2 berkadar tinggi dan rendah diproduksi melalui pelindian H_2SO_4 , kemudian direduksi pada variasi suhu $700\text{--}1000^\circ\text{C}$ dengan waktu reduksi 1–5 jam. Analisis fasa menunjukkan bahwa TiO_2 tereduksi menjadi Ti_2O_3 dan TiO pada suhu reduksi 1000°C selama 5 jam. Hasil *fitting* linear pada beberapa model kinetika mengindikasikan bahwa reaksi reduksi dikendalikan oleh pembentukan lapisan padat yang menyelimuti bahan baku reduksi. Pengujian kinetika dan statistika mengkonfirmasi bahwa suhu reduksi 700°C , 850°C , dan 1000°C berpengaruh signifikan terhadap konstanta laju reaksi (k), yang menunjukkan bahwa kinetika reaksi reduksi dikendalikan oleh pembentukan lapisan padat. Kemurnian produk bahan baku berpengaruh terhadap tereduksinya senyawa SiO_2 dan FeO selama proses reduksi sehingga berpotensi meningkatkan konsumsi reduktor CaH_2 . Berdasarkan analisis tingkat oksidasi, ditemukan bahwa pada suhu 850°C selama 1, 2, 3, dan 5 jam, Ti^{2+} (TiO) terdeteksi pada kedalaman 10 nm dari permukaan partikel. Morfologi partikel hasil reduksi pada suhu 850°C selama 5 jam menunjukkan bentuk yang tidak beraturan dengan ukuran diameter partikel (D_{50}) $760,79 \pm 25,19$ nm. Proses pelindian HCl terbukti efektif menghilangkan pengotor Ca hingga 97,3%, menurunkan persentase massa Ca dari 30,58% menjadi 3,61% tanpa terdeteksi adanya sisa fasa CaO .

Kata kunci: kalsium hidrida, mineral ilmenit, reduksi, serbuk titanium

ABSTRACT

STUDY ON THE REDUCTION OF TiO_2 EXTRACTED FROM ILMENITE USING CaH_2 REDUCTANT FOR TITANIUM POWDER PRODUCTION

By

Andika Adevisky Irwansyah

NIM: 116210029

(Metallurgical Engineering Undergraduated Program)

To enhance the added value of ilmenite minerals, a study was conducted on the production of titanium powder from local ilmenite. Titanium sulfate (TiOSO_4) precursor was obtained through sulfuric acid leaching of local ilmenite, followed by hydrolysis to produce titanium dioxide (TiO_2). The resulting TiO_2 was then reduced using the Metal Hydride Reduction (MHR) method with calcium hydride (CaH_2) as the reductant to produce titanium powder. The MHR method offers advantages in producing titanium powder with low oxygen content and involves a relatively simple reaction mechanism. Non-isothermal analysis confirmed that CaH_2 can decompose at lower temperatures (335°C) with the addition of TiO_2 under a vacuum argon atmosphere. Initially, high- and low-grade TiO_2 powders were prepared via H_2SO_4 leaching, then reduced at temperatures ranging from 700 – 1000°C for 1–5 hours. Phase analysis revealed that TiO_2 was reduced to Ti_2O_3 and TiO at 1000°C after 5 hours. Linear fitting of several kinetic models indicated that the reduction reaction was controlled by the formation of a solid product layer surrounding the reactant. Kinetic and statistical analyses confirmed that the reduction temperatures of 700°C , 850°C , and 1000°C significantly affected the reaction rate constant (k), suggesting that the reduction kinetics were governed by the solid product layer mechanism. The purity of the starting materials influenced the reduction behavior of SiO_2 and FeO compounds, potentially increasing CaH_2 consumption. Based on oxidation-state analysis, Ti^{2+} (TiO) species were detected at a depth of approximately 10 nm from the particle surface after reduction at 850°C for 1–5 hours. The particle morphology of the reduced product at 850°C for 5 hours exhibited irregular shapes with an average diameter (D_{50}) of 760.79 ± 25.19 nm. Hydrochloric acid leaching proved effective in removing Ca impurities by up to 97.3%, reducing Ca content from 30.58% to 3.61%, with no residual CaO phase detected.

Keyword: calcium hydride, ilmenite mineral, reduction, titanium powder