

# Pengaruh Penambahan Fraksi TiO<sub>2</sub> Terhadap Fase, Struktur Mikro, Sifat Mekanik, dan Tribologi pada Biokeramik Zirconia-Toughened Alumina (ZTA) = Effect of TiO<sub>2</sub> Fraction Addition on Phase, Microstructure, Mechanical and Tribological Properties of Zirconia-Toughened Alumina (ZTA) Bioceramics

Davin Owen Radityo, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=9999920531333&lokasi=lokal>

---

## Abstrak

Total hip arthroplasty (THA), atau operasi penggantian sendi pinggul dengan prostesis buatan, adalah prosedur rekonstruksi yang terakhir dilakukan apabila cara pengobatan maupun terapi medis konvensional lainnya tidak dapat menyembuhkan/memperbaiki fungsi sendi tulang pinggul yang diakibatkan oleh suatu penyakit sendi pinggul. Zirconia-Toughened Alumina (ZTA) merupakan salah satu material keramik yang banyak digunakan untuk komponen femoral head komersil.. Riset ini bertujuan untuk mendapat material komponen femoral head yang memenuhi standard, maka penambahan fraksi material TiO<sub>2</sub> sebanyak 4,6,8,10,12 wt% pada variasi komposisi keramik campuran Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, YSZ, dan MgO dilakukan. Kekerasan Vickers dan koefisien gesek yang diperoleh dari ZTA-MgO-TiO<sub>2</sub> dievaluasi sebagai fungsi penambahan TiO<sub>2</sub> yang berbeda. Dalam fabrikasi sampelnya setiap sampel dicampur dengan metode ball milling, dicetak secara uniaksial dan disinter pada suhu 1500 °C selama 10 jam dalam kondisi tanpa tekanan. Sifat tribologi diamati menggunakan tribometer dengan metode pin on disk serta morfologi mikrostruktur dan komposisi unsur dikarakterisasi dengan menggunakan SEM-EDX dan XRD. Terbentuk 4 fasa pada pola XRD yang didapatkan dari karakterisasi, yaitu -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (spinel), -Al<sub>2</sub>TiO<sub>5</sub>, dan cubic zirconia. Tingkat kekerasan sampel meningkat seiring dengan penambahan fraksi TiO<sub>2</sub>, Nilai kekerasan pin batch 1, 2, 3, 4, 5 sebesar 1041 HV; 1042 HV; 1062,67 HV; 1065,5 HV; dan 1073,67 HV. Berdasarkan analisis morfologi permukaan disk UHMWPE, nilai kekasaran batch 3 memiliki tingkat kekasaran paling tinggi sebesar (Sk = 0.2 µm); alumina batch 5 sebesar (Sk = 0.15 µm); sementara yang paling rendah batch 1 sebesar (Sk = 0.13 µm). Nilai Sk(Core roughness depth) yang tinggi menandakan bahwa permukaan suatu sampel semakin kasar, sehingga dan menyebabkan gesekan yang lebih tinggi. Perbedaan antara tinggi puncak dan kedalaman lembah yang tereduksi oleh pin alumina juga dapat memperkuat pernyataan, dimana nilai selisih batch 3 adalah 0.258 µm, 2 kali lebih besar dari 2 batch lainnya yaitu sebesar 0.087 µm dan 0.12 µm. hasil pengujian tribologi untuk ketiga jarak putar sebanyak 5000, 15000 dan 30000 siklus didapatkan nilai koefisien gesek untuk masing-masing pin alumina yang diuji. Koefisien gesek pada batch 1, 2, 3, 4, dan 5 sebesar 0,07; 0,14; 0,07333; 0,13667; 0,10067. Terdapat nilai koefisien gesek tertinggi sebesar 0.22 karena pembentukan serpihan permukaan, yang dapat menyebabkan peningkatan koefisien gesek. Di sisi lain, nilai koefisien gesek minimum sebesar 0,01 disebabkan oleh terbentuknya lapisan oksida pelindung pada permukaan material keramik. Tingkat ketahanan aus yang didapatkan pada batch 3 memiliki nilai yang terendah dikarenakan nilai volume peak dengan volume hole-nya yang tinggi serta dimensi fraktal yang tinggi.

.....Total hip arthroplasty (THA), or hip joint replacement surgery with an artificial prosthesis, is the last reconstructive procedure performed when other conventional medical treatments and therapies cannot cure/improve hip joint function caused by a hip joint disease. Zirconia-Toughened Alumina (ZTA) is a ceramic material that is widely used for commercial femoral head components. This research aims to obtain

a femoral head component material that meets the standards, so the addition of TiO<sub>2</sub> material fraction of 4,6,8,10,12 wt% to the variation of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, YSZ, and MgO mixed ceramic composition is carried out. The Vickers hardness and friction coefficient obtained from ZTA-MgO-TiO<sub>2</sub> were evaluated as a function of different TiO<sub>2</sub> additions. In the sample fabrication, each sample was mixed by ball milling method, molded uniaxially and sintered at 1500 °C for 10 hours under unstressed conditions. Tribological properties were observed using a tribometer with the pin on disk method and microstructure morphology and elemental composition were characterized using SEM-EDX and XRD. Four phases were formed in the XRD pattern obtained from the characterization, namely -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (spinel), -Al<sub>2</sub>TiO<sub>5</sub>, and cubic zirconia. The hardness of the samples increased with the addition of TiO<sub>2</sub> fraction, the hardness values of batch 1, 2, 3, 4, 5 pins were 1041 HV; 1042 HV; 1062.67 HV; 1065.5 HV; and 1073.67 HV. Based on the surface morphology analysis of UHMWPE disks, the roughness value of batch 3 has the highest roughness level of (Sk = 0.2 μm); alumina batch 5 of (Sk = 0.15 μm); while the lowest batch 1 of (Sk = 0.13 μm). A high Sk (Core roughness depth) value indicates that the surface of a sample is rougher, leading to higher friction. The difference between the peak height and valley depth reduced by the alumina pin can also strengthen the statement, where the difference value of batch 3 is 0.258 μm, 2 times greater than the other 2 batches of 0.087 μm and 0.12 μm. tribological testing results for the three rotating distances of 5000, 15000 and 30000 cycles obtained friction coefficient values for each alumina pin tested. The coefficient of friction in batches 1, 2, 3, 4, and 5 was 0.07; 0.14; 0.07333; 0.13667; 0.10067. There is the highest friction coefficient value of 0.22 due to the formation of surface debris, which may lead to an increase in the friction coefficient. On the other hand, the minimum friction coefficient value of 0.01 is due to the formation of a protective oxide layer on the surface of the ceramic material. The wear resistance level obtained in batch 3 has the lowest value due to its high peak volume to hole volume value and high fractal dimension.