

## INTISARI

Produk implan panggul bermanfaat membantu pasien yang mengalami disfungsi sendi panggul dengan tingkat keberhasilan tinggi untuk pasien lanjut usia. Meski demikian terdapat beberapa kendala yaitu 1). Usia pasien semakin muda sehingga menuntut umur pakai yang lebih panjang, 2). Kegagalan implan akibat *osteolysis* karena keausan bahan terutama pada implan MOP (*Metal On Polymer*), 3). Implan dari bahan logam masih mengandung nikel yang *toxic*, memicu alergi dan inflamasi, 4). Pengembangan produk terkendala oleh uji ketahanan aus yang mahal dan lama. Perolehan data aus dapat dipercepat dengan teknik prediksi menggunakan model keausan bahan. Model yang selama ini dipakai adalah persamaan Archard (1957). Persamaan tersebut menganggap bahwa volume aus linier terhadap beban kontak. Asumsi ini tidak sesuai untuk bahan polimer. Model lain dari Wang (2013) untuk polimer UHMWPE (*Ultra High Molecular Weight Polyethylene*) tersedia dengan relasi volume aus non linier terhadap beban dan luas kontak. Penelitian ini bertujuan membantu menyelesaikan masalah dengan: 1). Melakukan karakterisasi tribologi UHMWPE berpasangan dengan *commercially pure titanium* (CP-Ti) yang memiliki biokompatibilitas tinggi, 2). Menyusun prosedur numerik baru untuk memprediksi volume aus UHMWPE *acetabular cup* berpasangan dengan kepala *femoral* CP-Ti sebagai pasangan MOP menggunakan persamaan Wang (2013).

Karakterisasi tribologi CP-Ti *disc* dan UHMWPE *pin* dengan pelumas *bovine serum* dilakukan menggunakan *multi directional pin on disc* (MD POD) *tribotester*. Temperatur uji 37 °C, kecepatan *sliding* 1 Hz dan jumlah siklus 3 X 10<sup>6</sup>. Hasil karakterisasi yaitu koefisien gesek, *wear factor* Archard (1957) (*k*) dan *wear factor* Wang (2013) (*K*) berguna sebagai data masukan komputasi serta menyusun prosedur prediksi numerik. Pembuatan prosedur dikerjakan dengan komputasi dan prediksi volume aus UHMWPE *acetabular cup* implan MOP pada simulator panggul. Enam buah model yaitu CP-Ti/UHMWPE dan CoCr/UHMWPE 32 mm dengan beban fisiologi Paul *simplified* (Röstlund dkk., 1989), AISI 316L/UHMWPE 28 mm beban Paul (Maxian, 1997), CoCr/UHMWPE 32 mm beban Paul (Wang, 1997) serta CP-Ti/UHMWPE 22 mm dan 32 mm MOP beban ISO 14242 hasil uji di laboratorium, telah disimulasikan disertai validasi.

Hasil karakterisasi tribologi menunjukkan bahwa mekanisme aus pasangan CP-Ti/UHMWPE serupa dengan CoCr/UHMWPE. Oleh karena itu persamaan *wear factor* Archard (1957), *k* sebagai fungsi tekanan kontak untuk CoCr/UHMWPE (Saikko, 2006) digunakan sebagai masukan data prediksi volume aus UHMWPE lewat konversi *k* menjadi *K*. Prediksi pada pasangan CP-Ti/UHMWPE 32 mm (Röstlund dkk., 1989) menggunakan persamaan Wang (2013) dan data tribologi menghasilkan tingkat kesalahan rendah yaitu 0,53%. Hasil prediksi untuk model-model lain belum memadai karena tingkat kesalahannya antara 2%- 20,44%. Masalah ini diatasi dengan usulan sebuah *correction factor* (CF). CF tersebut memiliki relasi dengan luas kontak (*A*). Data luas kontak diperoleh dari komputasi. Tingkat kesalahan prediksi dengan CF pada enam buah model implan MOP antara 0,34%-7,72%. Sebuah prosedur prediksi telah disusun dengan menentukan nilai *wear factor* Wang (2013) yang tepat pada berbagai variasi model implan panggul MOP. Penelitian ini berhasil memprediksi volume aus *acetabular cup* UHMWPE dari beragam implan MOP pada simulator panggul. Prosedur yang diajukan dapat membantu para perancang produk implan panggul secara khusus hingga implan *articulating joints* secara umum. Pengujian intensif menggunakan simulator panggul, lutut, tulang belakang atau tumit bisa dikurangi atau dihindari. Proses pengembangan produk implan baru menjadi lebih cepat dan dengan biaya lebih rendah.

Kata kunci: keausan, implan panggul, komputasi.

## ABSTRACT

Hip implant is useful to help patient with joint disease to regain their mobility. This product has high success rate for the elderly. However, several problems arise: 1). the number of younger patients conducted hip replacement surgeries was increased. Implants are required to perform in a longer time, 2). The wear of materials leads to osteolysis and implant failures, mostly the MOP (Metal On Polymer) implants, 3). The metallic biomaterials still contain nickel. It is toxic and capable to induce allergy and inflammation, 4). New implant developments are hindered by the expensive and time consuming wear tests. Wear data can be gathered faster with predictions using a wear model. The most commonly used is the Archard (1957) wear model. It has a linear relation between wear volume and contact load. This assumption is not suitable for polymer. A new model was introduced by Wang (2013) specific for the UHMWPE (*Ultra High Molecular Weight Polyethylene*) acetabular cup. This model states that polymer wear volume has a nonlinear relationship with contact load and area. The aim of this research is to contribute in the problem solving by: 1). Characterize the tribological properties of UHMWPE sliding on highly a biocompatible metal, the *commercially pure titanium* (CP-Ti), 2). Propose a new numerical procedure to predict the UHMWPE worn volume, 3). Predict the UHMWPE acetabular cup worn volume when paired with CP-Ti femoral head as an MOP implant. This prediction used the nonlinear wear model from Wang (2013).

Tribological characterizations of CP-Ti disc and UHMWPE pin lubricated in bovine serum were performed with a multi directional pin on disc (MD POD) tribotester, up to  $3 \times 10^6$  cycles. The tests temperature were  $37^\circ\text{C}$  with 1 Hz sliding velocity. The results such as coefficient of friction, Archard (1957) wear factor ( $k$ ) and Wang (2013) wear factor ( $K$ ) were used for the computation and numerical prediction procedure. The procedure was developed with validated UHMWPE acetabular cup worn volume predictions of six MOP models. These models are the 32 mm CP-Ti/ UHMWPE and CoCr/UHMWPE with simplified Paul physiological load (Röstlund *et al*, 1989), 28 mm AISI 316L/UHMWPE Paul load (Maxian, 1997), 32 mm CoCr/ UHMWPE 32 mm Paul load (Wang, 1997) and the 22 mm-32 mm CP-Ti/ UHMWPE ISO 14242 load tested in laboratory.

Tribological characterization results show that the wear mechanism of UHMWPE sliding against CP-Ti is similar to the CoCr/UHMWPE tribo pair. Hence a model of Archard (1957) wear factor  $k$  as a function of contact pressure from Saikko (2006) for CoCr/UHMWPE can be used to convert  $k$  into  $K$  in these predictions. The 32 mm CP-Ti/UHMWPE (Röstlund *et al*, 1989) worn volume prediction has a low error of 0.53%. Predictions on the other MOP models are not adequate with errors between 2% and 20.44%. This problem was solved with a proposed correction factor (CF). CF is related to contact area ( $A$ ) obtained from computation. Errors of the six MOP models were reduced to the range of 0.34%-7.72%. A procedure was developed to determine the correct Wang (2013) wear factor at various MOP hip implant models. This research has successfully predict the UHMWPE acetabular cup worn volume from various MOP implants in the hip simulator. The proposed procedure will help designer of articulating joint implants, especially hip implants. Intensive works with simulators of hip, knee, ankle and lumbr disc can be reduced or avoided. Research and development to create new products would be faster and less expensive.

Keywords: wear, hip implant, computation.