

Kaji Teoritis Material *Viscoelastic* pada Pemodelan *Artificial Hip Joint*

Sugiyanto

Abstrak

Mengaplikasikan suatu hasil penelitian pada sebuah produk, masih memerlukan kajian yang mendalam terhadap hubungan parameter dari hasil penelitian teoritis dengan karakteristik produk yang menjadi aplikasinya. Pemodelan artificial hip joint adalah kelanjutan dari penelitian tentang kontak mekanis material viscoelastic yang telah dilakukan oleh Laboratorium Perancangan Teknik dan Tribologi Jurusan Teknik Mesin. Kajian teoritis yang telah dilakukan pada sebuah model dengan identer berbentuk bola dan material viscoelastic halfspace. Material viscoelastic banyak digunakan orthopedic implants, yang saat ini masih mengalami kesulitan untuk mengganti hip joint yang rusak.

Terdapat tiga tahap penelitian yang diperlukan sampai diperolehnya prototipe artificial hip joint, yaitu (1) pembuatan model teoritik dan simulasi numerik untuk mendapatkan karakteristik mekanis dan fungsi dari artificial hip joint, (2) optimasi model terhadap fungsi, material yang digunakan dan geometri yang telah diperoleh dari tahap sebelumnya, termasuk kajian proses produksinya, (3) pembuatan prototipe artificial hip joint. Pada penelitian ini merupakan tahap pertama dari rencana penelitian yang telah disusun di Laboratorium Perancangan Teknik dan Tribologi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan model teoritik dan simulasi numerik tentang artificial hip joint. Pemodelan artificial hip joint dilakukan menggunakan metode elemen hingga dengan program bantu ANSYS. Dari bentuk hip joint, material viscoelastic pada pemodelan artificial hip joint berbentuk bola berongga dengan ketebalan tertentu. Geometri dan dimensi hip joint yang merupakan data primer diperoleh dengan melakukan survey ke rumah sakit dan digunakan sebagai syarat batas pemodelan. Sifat mekanis material viscoelastic yang merupakan data sekunder diperoleh dari studi literatur digunakan sebagai input untuk mendapatkan ketebalannya.

Pada pelaksanaan penelitian ini diawali dengan studi literature tentang sifat mekanis material viscoelastic bila terkena beban kontak. Model yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah model material viscoelastic linear, didasarkan pada model Maxwell, model Kelvin Voigt, dan model SLS (Standard Linear Solid). Sedangkan teori kontak mekanisnya didasarkan pada teori kontak Hertz dalam kondisi elastis, dan teori kontak mekanis material viscoelastic Lee & Radok. Dalam kondisi riil artificial hip joint harus dapat menerima beban sedemikian rupa, sedangkan secara teori sifat mekanis material viscoelastic didasarkan pada kondisi pembebanan sederhana. Untuk mengatasi hal ini digunakan prinsip superposisi Boltzman.

Penelitian ini menfokuskan pada pemodelan kasus kontak berbagai lapisan komponen pada sambungan tulang pinggul buatan dengan menggunakan perangkat lunak berbasis metode elemen hingga ANSYS 9.0 yang menerima beban statik selama kurun waktu tertentu. Sistem sambungan tulang pinggul buatan yang dikembangkan terdiri

dari dua bagian komponen yaitu komponen hip (acetbular) dan komponen leg (femoral). Komponen femoral head dimodelkan sebagai paduan cobalt-chrome-molebdenum, sedangkan komponen liner pada hip dimodelkan sebagai UHMWPE sebagai material viskoelastik. Kedua material ini merupakan salah satu pasangan yang paling banyak digunakan. Ada dua model sambungan yang dikembangkan, yaitu pertama, sambungan dengan diameter dalam femoral head sebesar 28 mm, dan yang kedua, sambungan dengan diameter dalam femoral head sebesar 33 mm. Untuk mensimulasikan efek berat terhadap sambungan, dipilih dua harga pembebanan, yaitu 80 kg dan 400 kg. Harga 80 kg diambil sebagai harga rata-rata berat normal orang Indonesia sedangkan 400 kg merupakan harga lima kali berat normal dengan memperhitungkan berbagai simulasi beban yang masih mampu ditahan oleh orang Indonesia kebanyakan. Kasus pembebanan yang dilakukan adalah beban statik selama 5 menit waktu pembebanan. Kurun waktu yang diberikan adalah untuk mengetahui pengaruh sifat UHMWPE sebagai material viskoelastik yang merupakan suatu fungsi waktu terhadap distribusi tegangan von Mises.

Data material yang digunakan sebagai masukan dalam pemodelan di ANSYS adalah Co-Cr-Mo dengan modulus Young (E) = 210 GPa dan Poisson ratio (ν) = 0,30, UHMWPE dengan E = 1 Gpa dan ν = 0,45, Acrylic cement dengan E = 2,944 Gpa dan ν = 0,38, Bone dengan E = 17 Gpa dan ν = 0,3.. Tipe elemen material yang digunakan dalam ANSYS adalah PLANE182 dan jenis kontak yang digunakan adalah TARGE169 dan CONTA172 sebagai pemodelan kontak surface-to-surface. Jenis kontak ini yang menghitung besarnya kekakuan elemen penyusun direkomendasikan untuk digunakan karena lebih akurat. Model elemen hingga yang dibangun terdiri dari 2,193 nodal dan 2,147 elemen.

Hasil dari penelitian ini merupakan data-data perencanaan yang digunakan untuk optimasi ketebalan material viscoelastic yang digunakan untuk artificial hip joint. Untuk masing-masing model pembebannan dan variasi dimensi diperoleh hubungan tegangan Von Mises pada awal pembebanan dan akhir pembebanan pada setiap posisi kontak.