
ANALISA KONTAK PADA SAMBUNGAN TULANG PINGGUL BUATAN MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

Yuris Setyoadi ¹⁾, Iwan Budiwan Anwar ²⁾, Rifky Ismail ³⁾ dan Jamari ³⁾

¹⁾Program Pasca Sarjana Magister Teknik Mesin Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH Tembalang Semarang

²⁾Rumah Sakit Ortopedi Soeharso Surakarta

Jl. Jend. A. Yani pabelan Surakarta

³⁾Jurusan teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH Tembalang Semarang

Abstrak

Aplikasi dari disiplin ilmu yang berkaitan dengan teknik mesin dalam berbagai aspek kehidupan semakin luas cakupannya, termasuk di bidang ortopedi. Hip joint manusia yang telah mengalami kerusakan parah pada bagian tulang rawannya akibat penyakit maupun benturan dapat diatasi dengan cara mengganti hip joint tersebut dengan artificial hip joint yang sesuai dengan ukuran orang Indonesia. Sebelum total hip joint replacement dipasang pada tubuh, perlu dilakukan simulasi proses ini dengan program komputer agar diperoleh gambaran tentang kekuatan material hip joint sebelum benar-benar ditanam.

Artificial hip joint cementless yang terdiri dari acetabular shell (CoCr), acetabular liner (UHMWPE), femoral head (316L), dan stem (316L). Pada penelitian kali ini akan diambil kasus simulasi kontak total hip joint cementless pada sambungan tulang pinggul buatan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa variasi pembebanan gaya dengan gaya 1) 735,75 N 2) 1471,5 N 3) 2943 N pembebanan gaya tersebut diasumsikan manusia dalam posisi tegak normal, pada saat menaiki tangga dan menuruni tangga. Distribusi tekanan kontak berpengaruh pada keausan dan kestabilan total hip joint replacement cementless.

Analisa kontak dilakukan menggunakan metode elemen hingga dengan bantuan software COSMOSXPRESS. Dari hasil yang diperoleh hip joint cementless (tanpa cement) dengan variasi beban gaya 1) 735,75 N 2) 1471,5 N 3) 2943 N dihasilkan von mises stress sebesar 1) 6.370.9929 MPa 2) 12.741.858 MPa 3) 25.483.718 MPa.

Kata kunci: Artificial hip joint cementless, UHMWPE, Metode Elemen Hingga

PENDAHULUAN

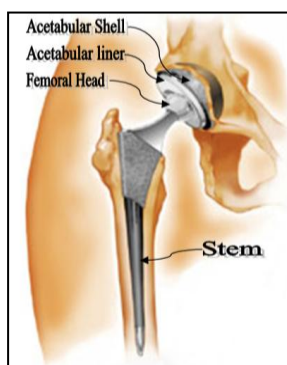
Perkembangan ilmu pengetahuan berkembang sangat pesat saat ini, hal ini mengakibatkan berkembangnya ilmu-ilmu baru dan perpaduan dari ilmu yang telah ada sehingga timbul berbagai disiplin ilmu baru yang berbeda yang merupakan gabungan dari berbagai disiplin ilmu (inter-disiplin). Salah satunya adalah perpaduan antara teknik, biologi dan kedokteran, dikenal dengan nama *Biomedical Engineering* (teknik Biomedik). Bidang ini terlihat seperti dalam pembuatan alat pacu jantung buatan, tulang buatan, jaringan pembuluh darah buatan dan sebagainya. Disamping itu bidang teknik perancangan produk manufaktur merupakan bidang yang juga sedang berkembang yang merupakan penggabungan antara teknik desain (*engineering design*) dan bidang-bidang terkait.

Sendi merupakan suatu engsel yang menghubungkan bagian tulang yang satu dengan yang lain, sehingga tulang-tulang tersebut dapat digerakkan sesuai dengan jenis persendian yang diperantarainya. Hal ini memungkinkan tubuh yang ditopang oleh tulang bisa melakukan gerakan. Sambungan *hip* merupakan komponen penting dalam sistem kerangka manusia. Sambungan ini terletak diantara pinggul dan pangkal tulang paha atas sambungan *hip* diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Sambungan Hip Manusia (www.123rf.com).

Artificial hip joint system adalah sistem *hip joint* buatan yang digunakan pada *total hip replacement*. *Hip joint* adalah sambungan tulang pada bagian tulang paha (*femur*) dengan tulang *pelvis* seperti ditunjukkan pada Gambar 1.1. *Total hip replacement* atau operasi penggantian *hip joint* ini biasanya disebabkan oleh beberapa hal seperti faktor usia, kecelakaan, kekurangan nutrisi dan penyakit tulang (*arthritis*) (Kurtz, S.M., 2009). Pada umumnya *hip bearing* pada *artificial hip joint replacement* diklasifikasikan menjadi (1) *hard on hard material* seperti *metal on metal* (MOM), *ceramic on ceramic* (COC) dan dikembangkan juga *ceramic on metal* (COM) dan (2) *hard on soft material* dengan menggunakan konvensional atau *highly crosslinked UHMWPE* sebagai *hip bearing*nya sedangkan *femoral head* terbuat dari paduan logam (M-PE) atau *ceramic biomaterial* (C-PE). Berdasarkan *survey* di RSO Soeharso Surakarta dari data reka medik kebanyakan pasien dalam *total hip replacement cementless* menggunakan material untuk *Acetabular Shell* (CoCr), *Acetabular Liner* (UHMWPE), *Femoral Head* (316L) dan *Stem* (316L). Data pasien Penggunaan RSO Soeharso Surakarta tercantum dalam table 1, *total hip replacement cementless* diperlihatkan pada Gambar 2.



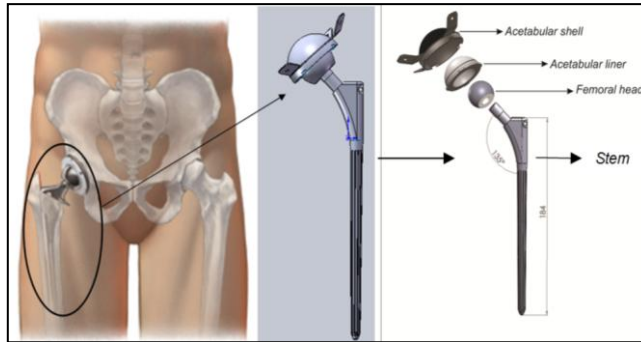
Gambar 2. *Total Hip Joint Replacement cementless* (www.waterburyhospital.org).

Tabel 1 Data reka medik pasien RSO Soeharso Surakarta

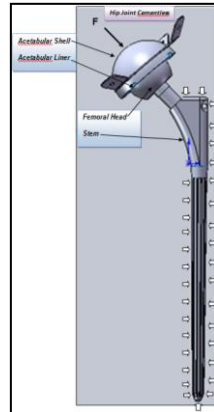
NO	NAMA	UMUR	ALAMAT	Ø UKURAN
1	Ny Sumastitik	56	Jl. Sidosari RT 4/3 Krajan Gatak SKH	43
2	Ny Subekti	56	Jl. Seruni 2 10B Mangkubumen Banjarsari SKA	45
3	Tn Iskandar	27	Ds Bonang 4/2 Lasem Rembang	47
4	Ny Kumsinah	65	Jl. Krendowahono 1/2 Gondangrejo KRA	43
5	Ny Ngatinem	52	Jl. Karakan 1/1 Weru SKH	41
6	Ny Siti F	47	Jl. Bulakrejo 64 Jirapan Masaran SRG	41
7	Ny Suparmi	60	Jl. Mandangan uri bayat Klaten	43
8	Ny Gunam	60	Jl. Mojosongo 8/9 Jebres Boyolali	42
9	Ny Jumi	60	Jl. Bendan Banyudono Boyolali	42
10	Ny Semi	55	Dukuh RT 5 Mojodoyong Kedawung SRG	41

METODOLOGI

Langkah awal dari penelitian ini adalah melakukan simulasi terhadap model *total hip replacement*. Langkah selanjutnya adalah melakukan penelitian dengan mengaplikasikan material UHMWPE sebagai *bearing* pada *total hip replacement*. Material properties yang digunakan sebagai masukan dalam pemodelan di *software COSMOSXPRESS* dapat dilihat pada Tabel 2. Modulus elastisitas UHMWPE adalah sebesar 1000 Mpa dan *poisson's ratio* 0,45. Dimensi pemodelan yang dibuat dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3. Gambaran kasus kontak sambungan tulang pinggul buatan dapat dilihat pada Gambar 3. Dengan metode elemen hingga, kasus kontak pada Gambar 3 dapat disederhanakan seperti pada Gambar 4.



Gambar 3. Total Hip Joint Replacement (Ghost,P., 2002)



Gambar 4. Model kontak

Tabel 2. Material properties

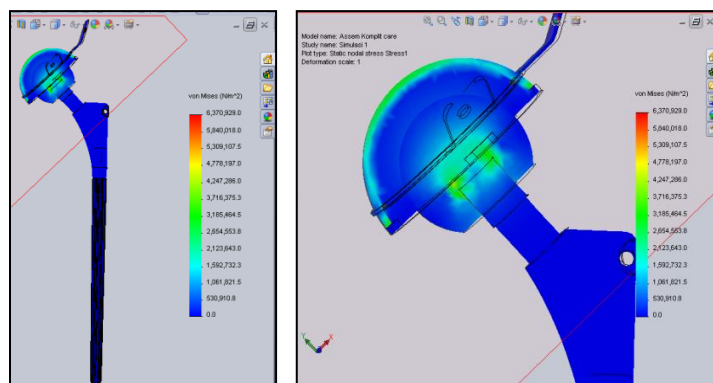
Material	Young modulus [MPa]	Poisson's ratio
Acetabular Shell (CoCr)	210000	0.30
Acetabular Liner (UHMWPE)	1000	0.45
Femoral Head (316L)	200000	0.30
Stem (316L)	200000	0.30

Tabel 2.Dimensi dari total hip replacement adalah sebagai berikut:

Komponen	Ukuran	Ketebalan
Acetabular Shell	Ø 43 mm	1,5 mm
Acetabular Liner	Ø 40 mm	6 mm
Femoral Head	Ø 28 mm	-
Stem	panjang =184 mm	-

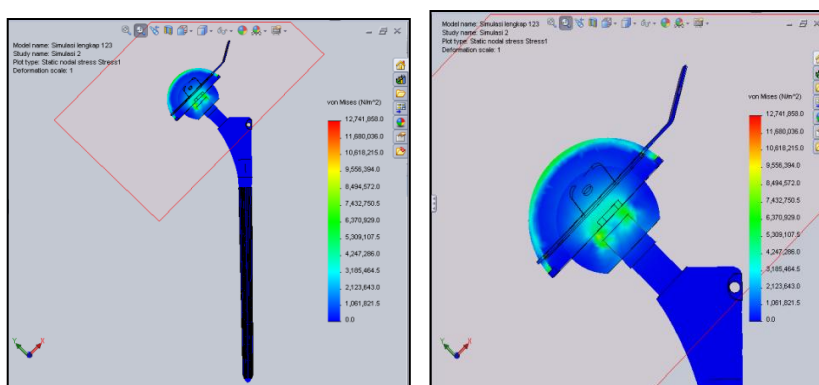
HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 5 menunjukkan hasil distribusi von mises stress dari total hip joint replacement cementless.



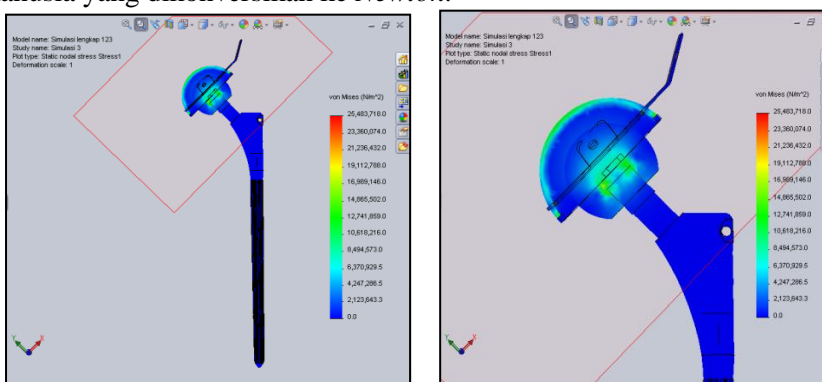
Gambar 5. Plot distribusi *von mises stress* pada gaya 735,75 N

Gambar 4 menunjukkan plot distribusi *von mises stress* tiap lapisan *total hip joint replacement* dari model yang telah dibuat, hasil pemodelan pada *total hip joint replacement* dengan $F= 735,75$ N diasumsikan dengan rata-rata berat badan orang Indonesia yaitu 75 kg yang dikonversikan ke *Newton*.



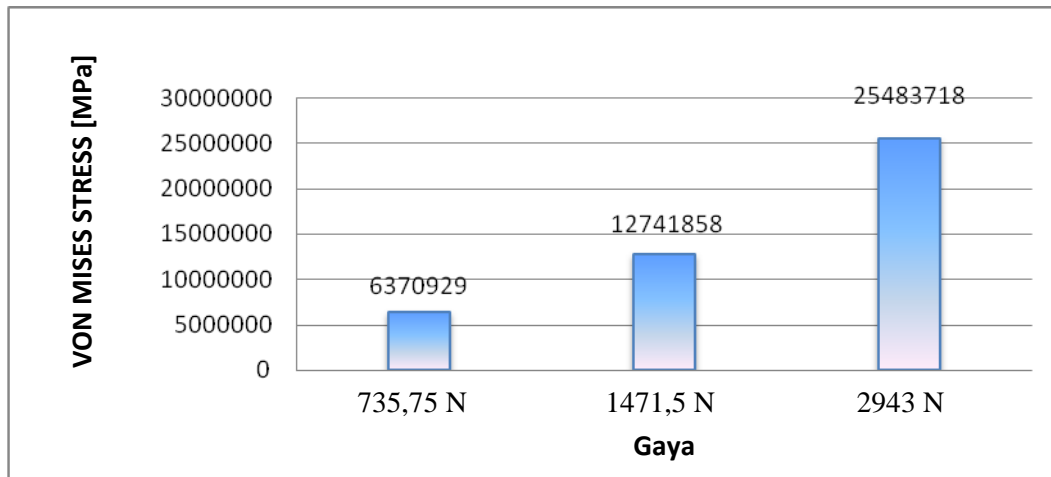
Gambar 6. Plot distribusi *von mises stress* pada gaya 1471,5 N

Gambar 4 menunjukkan plot distribusi *von mises stress* tiap lapisan *total hip joint replacement* dari model yang telah dibuat, hasil pemodelan pada *total hip joint replacement* dengan $F= 1471,5$ N diasumsikan saat manusia berjalan menaiki tangga beban yang dihasilkan yaitu 2 kali berat badan manusia yang dikonversikan ke *Newton*.



Gambar 7. Plot distribusi *von mises stress* pada gaya 2943 N

Gambar 4 menunjukkan plot distribusi *von mises stress* tiap lapisan *total hip joint replacement* dari model yang telah dibuat, hasil pemodelan pada *total hip joint replacement* dengan $F= 2943$ N diasumsikan saat manusia berjalan menuruni tangga beban yang dihasilkan yaitu 4 kali berat badan manusia yang dikonversikan ke *Newton*.



Gambar 8. Distribusi tegangan *von Mises* yang terjadi pada *total hip joint replacement*.

KESIMPULAN

Dari hasil simulasi *total hip joint replacement cementless* dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada saat gaya 735,75 N menghasilkan *von mises stress* 6.370.9929 MPa
2. Pada saat gaya 147,5 N menghasilkan *von mises stress* 12.741.858 MPa
3. Pada saat gaya 2943 N menghasilkan *von mises stress* 25.483.718 MPa

DAFTAR PUSTAKA

Ghost, P., (2002), *Polymer Science and Technology*, Mc.Graw-Hill, New Delhi, India.

Kurtz S.M., 2009, *UHMWPE Biomaterial Handbook*, Elsevier Inc, USA.

ROYALTY FREE STOCK PHOTOS, 2011, www.123rf.com, 13 Mei 21, http://www.123rf.com/photo_7999428_male-pelvis-under-the-x-rays-pelvis-is-highlighted-in-red.html

Waterbury Hospital, 2011, www.waterburyhospital.org, 13 Mei 2011, <http://www.waterburyhospital.org/services/ortho/joint/824.htm>