

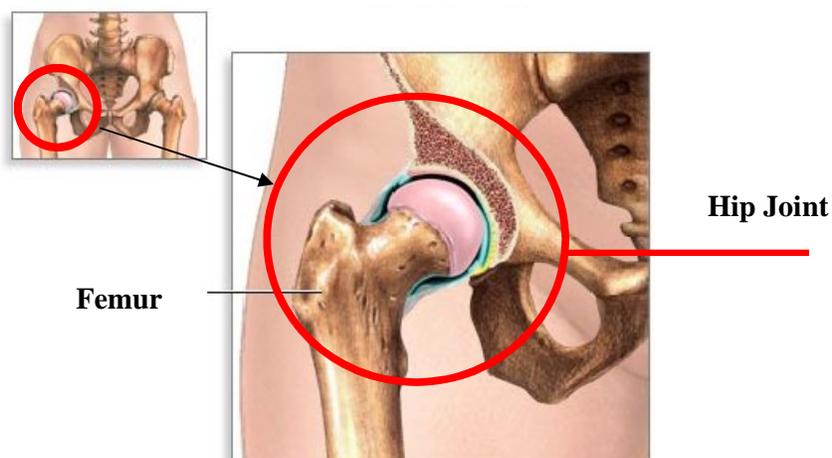
## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Kerangka manusia disokong oleh struktur seperti ligamen, tendon, otot, dan organ manusia yang lain. Sejumlah 206 tulang membentuk sistem kerangka manusia dewasa. Persendian adalah bagian yang menghubungkan tulang satu dengan lainnya sehingga membuat Anda mampu bergerak [1]. Terdiri dari jaringan ikat dan tulang rawan, persendian dilumasi dengan baik untuk menjaga tulang dapat bergerak dengan baik.

Sambungan hip (*hip joint*) merupakan komponen penting dalam sistem kerangka manusia. Sambungan ini terletak diantara pinggul dan pangkal tulang paha atas seperti ditunjukkan pada Gambar 1.1.

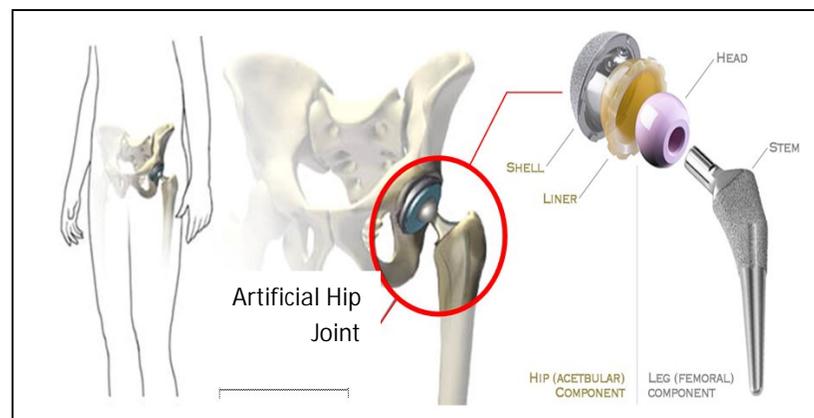


Gambar 1.1 Sambungan hip (*hip joint*) pada manusia [2].

Banyak dari orang tua di dunia kehilangan kemampuan untuk menggerakkan kaki dan mengalami sakit yang kronis karena kerusakan pada *hip joint*, atau lebih dikenal dengan *osteoarthritis*. *Osteoarthritis* mempengaruhi 90 % dari populasi manusia sebelum usia 70 tahun. Pada orang-orang yang menderita penyakit *osteoarthritis*, tulang rawan pada sambungan hip mengalami keausan atau penipisan akibat gesekan. Keausan atau penipisan ini akan mengakibatkan

permukaan tulang rawan *hip joint* bergelombang dan tidak rata. Selain menimbulkan rasa sakit, gerakan *hip joint* tidak lancar, kadang-kadang berbunyi, dan bahkan dapat menimbulkan pergeseran dari posisi normalnya

Banyak perawatan yang ditempuh seperti pemberian supplements untuk sambungan tulang hip (*glucosamine*), terapi fisik (*physical therapy*) alat bantu untuk berjalan, penggantian *hip joint* dengan *artificial hip joint* melalui operasi bedah dan lain-lain. Operasi penggantian hip merupakan solusi yang paling banyak dilakukan untuk mengganti *hip joint* yang telah rusak. Dengan banyaknya kasus tentang penurunan fungsi hip joint sebagai salah satu sendi untuk bergerak, maka perlu adanya sambungan tulang pinggul buatan (*artificial hip joint*) untuk menggantikan fungsi dari sambungan tulang pinggul.



Gambar 1.2 Sambungan tulang pinggul buatan [3].

Komponen sambungan tulang pinggul buatan terdiri dari system acetabular dan femoral. Dalam system acetabular terdiri dari komponen *acetabular shell* dan *acetabular liner*, sedangkan pada sistem femoral terdiri dari komponen *femoral head* dan *femoral stem*. Pada saat ini material yang digunakan untuk komponen-komponen tersebut kebanyakan adalah *acetabular liner* menggunakan UHMWPE sedangkan *acetabular shell*, *femoral head* dan *femoral stem* menggunakan Ti6Al4V, CoCr atau *stainless steel 316L*. *Artificial hip joint* yang digunakan untuk menggantikan sambungan hip yang telah rusak juga akan mengalami keausan karena adanya kontak antar komponen yang terjadi, oleh karena itu perlu

adanya penelitian mengenai keausan yang terjadi pada komponen sambungan tulang pinggul buatan.

Salah satu teknik yang sering digunakan untuk memecahkan masalah mekanika kontak adalah menggunakan *finite element method* (FEM) atau metode elemen hingga. Analisa menggunakan FEM sangat berguna untuk mengetahui pengaruh dari perubahan parameter seperti beban, kecepatan, geometri, properti material dan lain-lain.

Teknik FEM diperkenalkan pada dunia *orthopedic biomechanics* sejak tahun 1972 untuk menganalisa tegangan yang terjadi pada tulang manusia [4]. Sejak saat itu FEM digunakan untuk analisa dan desain tulang buatan, termasuk sambungan tulang pinggul buatan (*artificial hip joint*).

Pada penelitian ini akan mengambil kasus tentang pengaruh dari perbedaan penampang desain *femoral stem* pada *artificial hip joint* (*cross-section*) terhadap kekuatan dan distribusi tegangan pada *femoral stem* dengan penambahan variasi material pada masing-masing desain. Material yang digunakan dalam simulasi ini adalah Ti6Al4V, CoCr dan 316L *stainless steel* karena material tersebut adalah sudah umum digunakan. Perbedaan penampang yang dimaksud adalah perbedaan penampang pada bagian tengah (*distal cross-section*) dan penampang ujung (*proximal cross-section*) dari *femoral stem*, karena area ini sangat penting untuk meningkatkan optimasi dari *femoral stem* dan berpengaruh besar pada umur pemakaian dan kemampuan dari *artificial hip joint*. Tegangan normal yang terjadi pada permukaan femoral stem mempunyai pengaruh terhadap konsentrasi tegangan tertinggi pada penampang ujung (*distal cross-section*) dan penampang tengah (*proximal cross-section*) *femoral stem* [5]. Dengan mengetahui bahwa konsentrasi tegangan tertinggi terjadi di area ini, *artificial hip joint* dapat didesain untuk mendistribusikan tegangan dengan lebih efektif.

## 1.2 Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisa pengaruh dari perbedaan penampang (*cross-section*) dari masing-masing desain pada *artificial hip joint* terhadap kekuatan dan distribusi tegangan pada *femoral stem*.
2. Memprediksi besarnya *von Mises* yang terjadi pada masing-masing desain *femoral stem* dengan variasi material yang berbeda.
3. Menganalisa *femoral stem* hasil rancangan bersama RSO Prof. dr. Soeharso kemudian membandingkan hasil analisa dengan *femoral stem* yang sudah ada.

## 1.3 Pembatasan Masalah

Beberapa batasan masalah yang diambil pada tugas akhir ini adalah:

1. Pemodelan baik dari desain maupun analisis dari *femoral stem* menggunakan *software Cosmos Solidwork 2010*.
2. Material yang digunakan untuk menganalisa *femoral stem* adalah menggunakan *Stainless steel 316L*, *CoCr* dan *Ti6Al4V* dengan *mechanical properties* sebagai berikut:

**Table 1.1** *Mechanical properties of common biomaterial* [28,29,30].

Material	Elastic Modulus (GPa)	Ultimate tensile strength (MPa)	Poisson's ratio	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Yield Strength(Mpa)
Cocr	200	1503	0.30	8.5	200
Ti6Al4V	114	900	0.32	4.4	485
316L SS	200	1000	0.30	7.9	290
Cortical bone	20	130	0.30	2.0	-

3. Sifat material yang digunakan adalah sifat bahan *isotropic, linear elastic*.
4. Beban yang diberikan pada femoral stem tegak lurus dengan penampang permukaan dari ujung femoral stem.
5. Pembebanan dalam kondisi statis.

#### 1.4 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan penulis dalam penulisan tugas akhir adalah:

##### 1. Studi pustaka

Studi pustaka adalah suatu metode yang dipergunakan dalam penelitian ilmiah yang dilakukan dengan membaca dan mengolah data yang diperoleh dari literatur. Data yang dibaca dan diolah adalah data yang berhubungan dengan hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya.

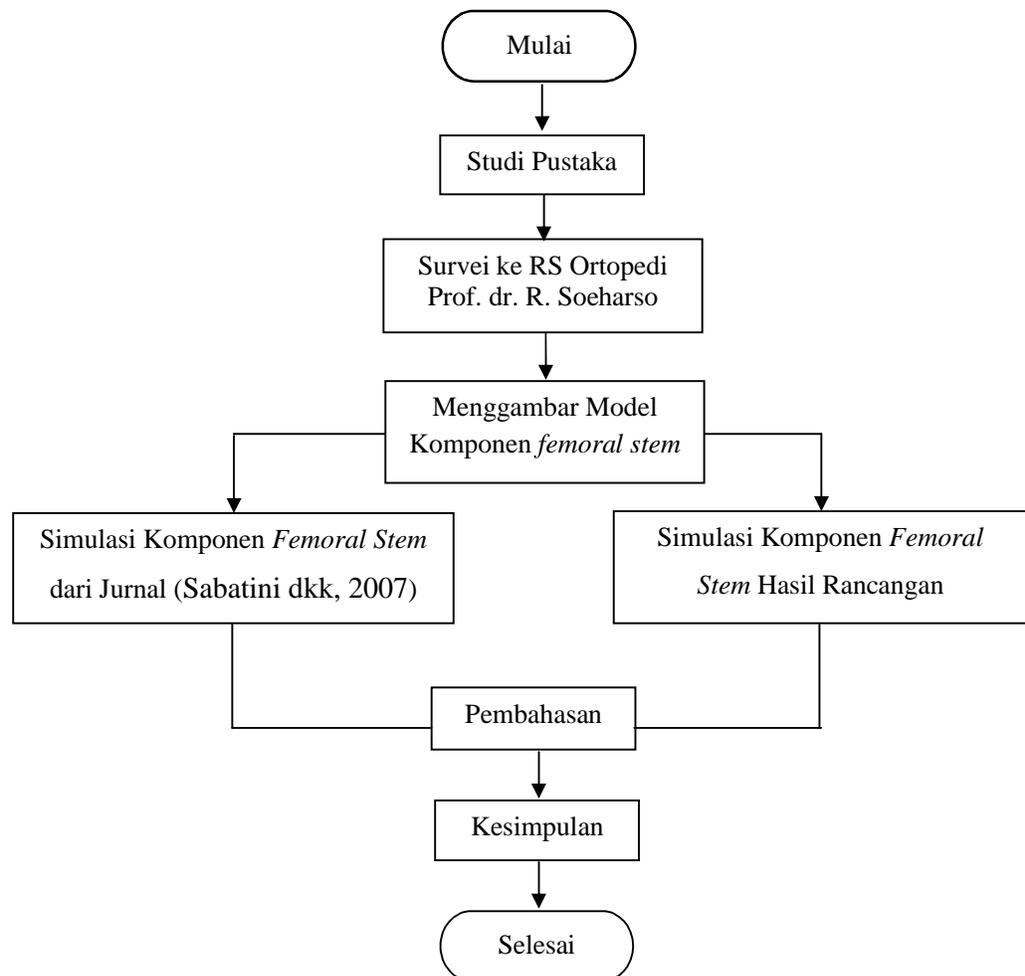
##### 2. Studi Simulasi

Metode simulasi dilakukan dengan cara mensimulasikan kasus yang dihadapi kedalam pemodelan sesuai dengan program yang digunakan. Dan selanjutnya hasil dari pemodelan dianalisa dengan teori-teori yang sudah ada dan membandingkannya dengan data pustaka. Analisa kekuatan dari *femoral stem* menggunakan metode elemen hingga (FEM) dengan bantuan *software* Cosmos Solidwork 2010. Adapun *flowchart* penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1.3

Pada Gambar 1.3 ini menjelaskan langkah-langkah penelitian dari mulai sampai dengan selesai. Langkah awal penelitian adalah studi pustaka yaitumempelajari materi penelitian tentang sambungan tulang pinggul buatan yang sudah ada. Pada studi pustaka juga ditentukan dari penelitian yang akan dilakukan. Selain itu pada langkah ini juga mendalami jurnal penelitian tentang *femoral stem* pada sistem sambungan tulang pinggul buatan (*artificial hip joint*) yang telah dilakukan oleh Anthony L. Sabatini dkk.

Dengan menggunakan pemodelan dan parameter yang sama. Setelah mendapatkan hasil yang sudah divalidasi dengan materi penelitian yang sudah ada, selanjutnya adalah melakukan penelitian dengan dengan model yang sudah disempurnakan, dengan parameter yang sama. Selain itu dilakukan juga penelitian hasil rancangan komponen *femoral stem* yang telah dibuat berdasarkan wawancara dokter spesialis ortopedi RS. dr.R. Soeharso. Apabila

telah didapatkan hasil simulasi dari berbagai desain yang ada, selanjutnya hasil yang didapatkan dibahas sesuai dengan teori yang sudah ada. Dari pembahasan ini maka didapatkan beberapa kesimpulan yang mengacu pada tujuan penelitian



Gambar 1.3 *Flowchart* Penelitian.

### 3. Bimbingan

Bimbingan bertujuan untuk mendapatkan tambahan pengetahuan dan masukan dari dosen pembimbing serta koreksi terhadap kesalahan-kesalahan yang terjadi dalam penyusunan laporan tugas akhir.

## 1.5 Sistematika Penulisan

### BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang masalah, tujuan penulisan, pembatasan masalah, metode penulisan dan sistematika penulisan.

### BAB II TEORI *HIP JOINT*

Pada bab ini penulis mencoba menguraikan gambaran umum tentang *hip joint replacement* dan *artificial hip joint* mencakup faktor penyebab rusaknya sambungan tulang pinggul, jenis-jenis *hip joint replacement*, material yang sudah umum digunakan serta penjelasan mengenai komponen *femoral stem*.

### BAB III ANALISA TEGANGAN VON MISES PADA *FEMORAL STEM*

Bab III akan menguraikan tentang gaya-gaya yang bekerja pada sambungan tulang pinggul (*hip joint*), pengaruh dari aktivitas terhadap besarnya kondisi pembebanan, pemilihan desain *cross section* untuk memaksimalkan distribusi tegangan serta pengertian dari tegangan dan *von Mises*.

### BAB IV PROSEDUR PEMODELAN DENGAN METODE ELEMEN HINGGA

Prosedur pemodelan dalam penelitian ini akan diuraikan pada bab IV. Pada bab ini juga akan dibahas mengenai teori metode element hingga, spesifikasi masalah, proses awal pemodelan, solusi (*solution*) dan hasil dari pemodelan dengan menggunakan Solidwork 2010.

### BAB V HASIL DAN ANALISA

Hasil dari pemodelan dan simulasi dari penelitian akan dibahas lebih lanjut pada bab V. Hasil simulasi mencakup berbagai macam desain yang sudah ada dan dibandingkan dengan desain yang sudah dirancang berdasarkan pembelajaran serta diskusi dengan dokter spesialis ortopedi.

## BAB VI PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan dan saran mengenai tugas akhir.

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN