

SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN PERMUKAAN BERTEKSTUR PADA SLIDING TRACK TOTAL HIP ARTHROPLASTY TERHADAP KEAUSAN

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



MARWANSAH

03051181520089

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2020

SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN PERMUKAAN BERTEKSTUR PADA SLIDING TRACK TOTAL HIP ARTHROPLASTY TERHADAP KEAUSAN

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



OLEH:

MARWANSAH

03051181520089

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2020

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN PERMUKAAN BERTEKSTUR PADA SLIDING TRACK TOTAL HIP ARTHROPLASTY TERHADAP KEAUSAN

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

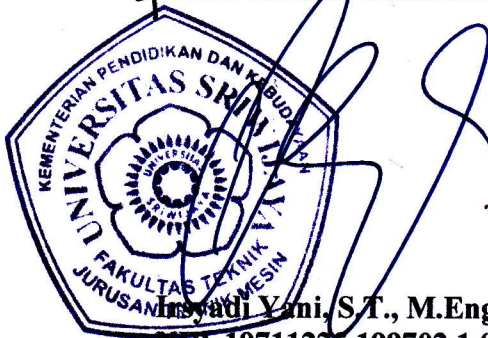
MARWANSAH
03051181520089

Inderalaya, Juli 2020

Diperiksa dan disetujui oleh:
Pembimbing Skripsi

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Isyati Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 19711225 199702 1 001

A blue ink signature of Prof. Ir. Hasah Basri, Ph.D. is written over the text.

Prof. Ir. Hasah Basri, Ph.D
NIP. 19580201 198403 1 002

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :

SKRIPSI

Nama : MARWANSAH
NIM : 03051181520089
Jurusan : TEKNIK MESIN
Bidang Studi : KONSTRUKSI
Judul Skripsi : ANALISA PENGARUH PENGGUNAAN
PERMUKAAN BERTEKSTUR PADA *SLIDING*
TRACK TOTAL HIP JOINT ARTHROPLASTY
TERHADAP KEAUSAN
Dibuat Tanggal : 24 Agustus 2018
Selesai Tanggal : 16 Juli 2020

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Indralaya, Juli 2020

Dosen Pembimbing,

Prof. Dr. Ir. H. Hasan Basri.
NIP. 195802011984031002

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul "analisis pengaruh penggunaan permukaan bertekstur pada sliding track total hip arthroplasty terhadap keausan" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 16 Juli 2020.

Indralaya, Juli 2020

Tim Pembahas:

Ketua: Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D.

NIP. 19711225 199702 1 001

(.....)

Anggota: 1. Ir. H. Zainal Abidin, M.T.


NIP. 19580910 198602 1 001

(.....)

2. Dr. Ir. H. Darmawi Bayin, M.T, M.T.

NIP. 19580615 198703 1 002

(.....)

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D.
NIP. 19711225 199702 1 001

Pembimbing Skripsi


Prof. Dr. Ir. H. Hasan Basri.
NIP. 19580201 198403 1 002

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Marwansah

NIM : 03051181520089

Judul : Analisis pengaruh penggunaan permukaan berteskstur pada sliding track hip joint arthroplasty terhadap keausan

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari universitas sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, Juli 2020

METERAI
TEMPEL
TGL. 20
12CC8AHF440637572
6000
ENAM RIBU RUPIAH



Marwansah

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Marwansah

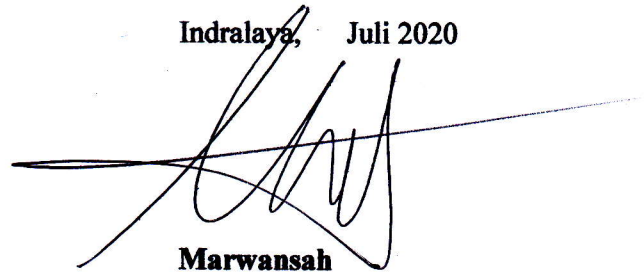
NIM : 03051181520089

Judul : Analisis pengaruh penggunaan permukaan bertesktur pada sliding track hip joint arthroplasty terhadap keausan.

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Juli 2020

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Marwansah', written over a horizontal line.

Marwansah

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan segala rahmat, karunia, dan anugerah-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, adapun pihak tersebut:

1. Keluarga Penulis, kedua Orangtua yang selalu memberikan dukungan moral dan materi serta doanya yang tulus membimbing, mengarahkan, mendidik, dan memotivasi penulis dari awal hingga selesainya skripsi ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Hasan Basri selaku Dosen Pembimbing yang dengan ikhlas dan tulus telah membimbing, mengarahkan, mendidik, memotivasi serta banyak memberikan sarana kepada penulis dari awal hingga selesainya skripsi ini.
3. Bapak Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan dan Bapak Amir Arifin S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Sekretaris Jurusan di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Seluruh Dosen Pengajar di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah membagikan ilmu Teknik Mesin.
5. Staf Administrasi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah banyak membantu dalam proses administrasi.
6. Kakak-kakak tingkat terutama kak Akbar, kak Dhoni, kak Miki dan kak Riska.
7. Teman-teman seperjuangan angkatan 2015 terutama yang sedang menggarap Skripsi
8. Adik-adik tingkat yang sedang berjuang untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik.
9. Rekan-rekan KMBP, Aditec dan Biomergi.
10. Warga RT 01 timbangan terminal 32

Dalam penulisan skripsi ini, penulis sadar masih terdapat kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran serta masukan yang bersifat membangun sangat penulis harapkan untuk membantu dalam perbaikan. Penulis juga mengharapkan skripsi dengan judul “Analisis pengaruh permukaan bertekstur pada total hip arthroplasty terhadap keausan” dapat memberikan manfaat untuk

kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi di negara Indonesia serta menjadi referensi bagi yang akan mengkaji dimasa yang akan datang.

Indralaya, Juli 2020

Marwansah

RINGKASAN

ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN PERMUKAAN BERTEKSTUR PADA SLIDING TRACK TOTAL HIP ARTHROPLASTY TERHADAP KEAUSAN

Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi, 10 Juli 2020

Marwansah;

Dibimbing oleh Prof. Ir. Hasan Basri, Ph.D.

Wear Analysis of the effect using textured surface on sliding track hip joint arthroplasty.

XXIX + 43 halaman, 3 tabel, 31 gambar

Ringkasan

Pada perkembangan penggantian tulang pinggul secara total (total hip replacement) penggunaan bantalan pasanag metal-on-metal merupakan salah satu bantalan yang menjadi solusi yang sangat baik. Namun keausan yang terjadi pada bantalan metal-on-metal menghasilkan partikel ion yang berukuran micro yang membuat sistem biologis pada tubuh mengalami gangguan yang berujung pada keracunan. Aplikasi permukaan bertekstur telah diterapkan pada *total hip arthroplasty* dengan penambahan *dimple* di permukaan bantalan pasang yang berkontak untuk mengurangi kontak permukaan langsung dan terbukti dapat mengurangi keausan. Diketahui tekanan kontak sangat penting untuk keausan dan karenanya mempengaruhi secara signifikan umur penggunaan *implan*, dimana mengurangi tekanan kontak terutama pada daerah yang mendapat *gait loading* tinggi merupakan langkah strategis untuk mengurangi keausan. Kegagalan *total hip arthroplasty* akibat keausan dan ion logam bantalan pasang *metal-on-metal* masih banyak dilaporkan hingga saat ini menjadikan tantangan tersendiri untuk memaksimalkan efek positif penambahan *dimple* yang perlu dikaji secara komprehensif. Menempatkan *dimple* pada sliding track dari hip joint merupakan suatu langkah yang dirasa dapat menambah efisiensi dari pengurangan tingkat keausan dan penambahan umur pakai dari hip joint itu sendiri. Tujuan dari penelitian ini adalah melihat efisiensi penggunaan permukaan bertekstur pada hip joint yang dipasang pada permukaan femoral head terhadap pengurangan keausan. Penelitian terkait aplikasi permukaan bertekstur mendapatkan momentum baru pada tahun 1996, dan berdasarkan hasil yang dijabarkan terlihat potensi besar didalamnya untuk

penerapan pada berbagai bidang. Empat tahun kemudian, penerapan permukaan bertekstur untuk *total hip arthroplasty* diinisiasi untuk mengurangi gesekan dan keausan yang terjadi pada bantalan pasang *metal-on-polyethylene* secara eksperimental menggunakan *hip joint simulator* yang mana menunjukkan peningkatan kualitas *implan* luar biasa dengan penambahan *dimple* pada permukaan bantalan pasang berkontak. Dengan basis penelitian tersebut, tren riset untuk tahun-tahun berikutnya menunjukkan berbagai upaya penelitian terkait parameter penambahan *dimple* untuk mengeksplorasi lebih jauh ruang penelitian ini. Berbagai parameter penambahan *dimple* seperti bentuk, diameter, kedalaman, jarak, arah, pola, yang baru-baru ini dipresentasikan pada tahun 2018 dikaji secara komprehensif untuk memberikan pemahaman menyeluruh serta mencari parameter penambahan *dimple* yang optimum. Seiring kemajuan teknologi perangkat lunak dan peningkatan performa komputasi, analisa numerik menggunakan metode elemen hingga mendapatkan posisi strategis pada penelitian parametrik terkhusus berbagai penelitian parameter penambahan *dimple* pada *total hip arthroplasty* dengan efisiensi waktu, biaya, dan tenaga yang ditawarkan namun tetap memberikan hasil yang menjanjikan. Untuk mendapatkan hasil secara akurat serta mewakili kondisi pemuatan fisiologis seutuhnya, analisa numerik menggunakan metode elemen hingga dengan program ABAQUS/CAE 16.4-1 dilakukan dengan pemodelan geometri *ball-in-socket* serta pemberian *gait loading* dan rentang gerak 3D berjumlah 32 fase/siklus dengan jumlah 2.000.000 siklus yang ekuivalen dengan 2 tahun pemakaian *implan*. Dalam analisa keausan, model keausan dilakukan secara kontak kering dan mengadopsi persamaan keausan Archard untuk kondisi aktual pada setiap fase dengan sejumlah nodal. Melalui hasil analisa komputasi, didapatkan bahwa model *total hip arthroplasty* dengan *dimple* pada sliding track mempunyai tekanan kontak yang paling rendah untuk satu siklus penuh bila dibandingkan dengan model tanpa *dimple*. Ditemukan bahwa tekanan kontak paling tinggi berada di fase ke-7 dan paling rendah di fase ke-30, yang selaras dengan besar pembebanan tertinggi dari sambungan tulang pinggul berada pada fase tersebut. Hasil dari evaluasi keausan juga menunjukkan hal serupa dengan tekanan kontak, dimana model menggunakan *dimple* pada sliding track menghasilkan keausan linear dan volumetrik yang paling rendah dari model tanpa *dimple*.

Kata Kunci : *hip joint, keausan, Sliding track, dimple*

SUMMARY

WEAR ANALYSIS OF THE EFFECT USING TEXTURED SURFACE ON SLIDING TRACK HIP JOINT ARTHROPLASTY.

Scientific papers in the form of a thesis, July 10th 2020

Marwansah;

Supervised by Prof. Ir. Hasan Basri, Ph.D.

Analisis pengaruh penggunaan permukaan bertekstur pada sliding track total hip arthroplasty terhadap keausan.

XXIX + 43 pages, 3 tables, 31 figures

Summary

In the development of total hip replacement, the use of metal-on-metal bearing pads is a very good solution. However, wear and tear on metal-on-metal pads results in micro-sized ion particles which make the biological system in the body experience a disorder that leads to poisoning. Textured surface applications have been applied to total hip arthroplasty with the addition of dimples on the contact surface of the tide cushion to reduce direct surface contact and have been shown to reduce wear. It is known that contact pressure is very important for wear and therefore significantly affects the lifetime of implants, where reducing contact stress especially in areas subject to high gait loading is a strategic step to reduce wear. The total failure of hip arthroplasty due to wear and metal ions bearing metal-on-metal pairs is still widely reported until now, making it a challenge to maximize the positive effect of adding dimple which needs to be studied comprehensively. Placing dimples on the sliding track of the hip joint is a step that is felt to increase the efficiency of reducing the level of stress and increasing the service life of the hip joint itself. The purpose of this study was to see the efficiency of using a textured surface on the hip joint attached to the surface of the femoral head in reducing the cause. Research related to the application of textured surfaces gained new momentum in 1996, and based on the results described, there is great potential in it for application in various fields. Four years later, the application of a textured surface for total hip arthroplasty was initiated to reduce friction and wear on metal-on-polyethylene mounting bearings experimentally using a hip joint simulator which demonstrated a remarkable improvement in implant quality with the addition of dimples to the contact surface of the plug bearing. With this research base, the

research trends for the following years show various research efforts related to the addition of dimple parameters to further explore this research space. Various dimple addition parameters such as shape, diameter, depth, distance, direction, pattern, which were recently presented in 2018 are comprehensively studied to provide a comprehensive understanding and to find optimum dimple addition parameters. As software technology advances and increases in computational performance, numerical analysis using the finite element method gets a strategic position in parametric research, especially in various studies of the parameters of adding dimples to total hip arthroplasty with the efficiency of time, cost, and energy offered while still providing promising results. To get results accurately and to represent the full physiological loading conditions, numerical analysis using the finite element method with the ABAQUS / CAE 16.4-1 program was carried out with ball-in-socket geometry modeling and provision of gait loading and 3D range of motion totaling 32 phases / cycles with the number of 2,000,000 cycles which is equivalent to 2 years of implant use. In the wear analysis, the wear model is carried out on a dry contact basis and adopts the Archard wear equation for the actual conditions in each phase with a number of nodal. Through the results of computational analysis, it was found that the total hip arthroplasty model with dimple on the sliding track has the lowest contact pressure for one full cycle when compared to the model without dimple. It was found that the highest contact pressure was in the 7th phase and the lowest in the 30th phase, which was in line with the highest loading magnitude of the hip joint in that phase. The results of the wear evaluation also show the same thing as the contact pressure, where the model using dimple on the sliding track produces the lowest linear and volumetric wear than the model without dimple.

Keywords : *Hip Joint, Wear, Sliding track, Dimple,*

ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN PERMUKAAN BERTEKSTUR PADA SLIDING TRACK TOTAL HIP ARTHROPLASTY TERHADAP KEAUSAN

Marwansah, Hasan Basri*

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Palembang – Prabumulih Km 32, Ogan Ilir, Sumatera Selatan, Indonesia

*E-mail: hasan_basri@unsri.ac.id

Abstrak

Penelitian ini menganalisis pengaruh penempatan permukaan bertekstur pada sambungan tulang pinggul buatan terhadap laju keausan. Kontribusi dari tulisan ini adalah mengetahui penempatan terbaik dari permukaan bertekstur pada sambungan tulang pinggul buatan agar dapat mengoptimalkan jumlah yang dibuat. Menempatkan permukaan bertekstur pada arah gerak dari femoral head terhadap acetabular cup diharapkan dapat mengurangi jumlah permukaan bertekstur yang digunakan namun tidak mengurangi penurunan laju keausan. Untuk memvalidasi hasil yang didapatkan, model yang menggunakan permukaan bertekstur dibandingkan dengan model yang tidak menggunakan permukaan bertekstur. Penggunaan metode elemen hingga dengan komputasi menjadi cara terbaik untuk melihat pengaruh dari penempatan permukaan bertekstur pada sambungan tulang pinggul buatan terhadap keausan. Didapatkan hasil dari simulasi bahwa penggunaan permukaan bertekstur pada sambungan tulang pinggul buatan memperkecil laju keausan hingga 15.38% untuk kedalaman keausan dan 17.56% untuk volume keausan. Dengan menempatkan 32 permukaan bertekstur hasil yang didapatkan cukup baik dalam penurunan laju keausan dan sangat efektif karena jumlah yang lebih sedikit dan efisien.

Kata Kunci: Permukaan bertekstur, keausan, *sliding track*, *hip joint*.



Indralaya, Juli 2020
Dosen Pembimbing,



Prof. Dr. Ir. H. Hasan Basri
NIP. 195802011984031002

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xix
DAFTAR GAMBAR	xxiii
DAFTAR TABEL	xxv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sambungan Tulang Pinggul	7
2.2 Biomekanika Sambungan Tulang Pinggul	7
2.2.1 Gerakan Tulang Pinggul.....	8
2.2.2 Siklus Berjalan Normal	8
2.2.3 Rentang Gerak	9
2.2.4 Gaya yang Bekerja	9
2.3 Sambungan Tulang Pinggul Buatan	10
2.3.1 Hip Resurfacing.....	10
2.3.2 Total Hip Arthroplasty.....	11
2.3.3 Komponen Total Hip Arthroplasty.....	12
2.4 Bantalan Pasang pada Sambungan Tulang Pinggul Buatan	13
2.4.1 Bantalan Pasang Metal on Plastic (ME-on-PE).....	13
2.4.2 Bantalan Pasang Metal on Metal (ME-on-ME).....	14
2.4.3 Bantalan Pasang Ceramic on Ceramic (C-on-C).....	14
2.4.4 Bantalan Pasang Ceramic On Ceramic (C-on-PE).....	15
2.5 Tribologi pada Artificial Hip Joint	16
2.5.1 Mekanika Kontak	16

2.5.2	Gesekan (Friksi).....	16
2.5.3	Keausan (wear)	17
2.5.4	Abrasif Wear	17
2.5.5	Adhesive Wear.....	19
2.5.6	Fatigue Wear.....	20
2.6	Teori Dasar Element Hingga	20
27	Permukaan Bertekstur	23
2.8	Lintasan Geser	24

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Diagram Alir Penelitian	27
3.2	Pengumpulan Data	28
3.2.1	Dimensi Pemodelan Artificial Hip Joint.....	28
3.2.2	Parameter Permukaan Bertekstur (dimple).....	28
3.2.3	Sifat Mekanik Material	29
3.2.4	Koefisien keausan	29
3.2.5	Pembebanan pada Sambungan Tulang Pinggul.....	29
3.3	Prosedur Pemodelan FEM pada Artificial Hip Joint	30
3.3.1	Pemodelan Femoral Head Tanpa Menggunakan Dimple	31
3.3.2	Pemodelan Femoral Head Menggunakan Dimple	32
3.3.3	Memasukan Nilai Sifat Mekanik dari Material	33
3.3.4	Assembly antara Femoral Head dengan Acetabular Cup	33
3.3.5	Menentukan Step dari Geometri Hip Joint	34
3.3.6	Interaction Permukaan Femoral Head dan Permukaan Cup	34
3.3.7	Load dan Boundary Condition yang digunakan	35
3.3.8	Meshing pada Geometri Hip Joint	36
3.3.9	Prose Simulasi.....	37

BAB 4 PEMBAHASAN

4.1	Pendahuluan.....	41
4.2	Validasi Tekanan Kontak.....	41

4.3	Analisa Tekanan kontak	42
4.4	Analisa Keausan	43
4.4.1	Kedalaman Keausan	44
4.4.2	Volume Keausan	45
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan.....	49
5.2	Saran	49
DAFTAR RUJUKAN		i

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Bagian-bagian sambungan tulang pinggul.....	6
Gambar 2-2 Pembebanan , sudut arah gerak, dan fase siklus berjalan normal.....	9
Gambar 2-3 Hip Resurfacing.....	10
Gambar 2-4 Total Hip Arthroplasty.....	11
Gambar 2-5 Bantalan Pasang Metal-on-Plastic (MOP).....	12
Gambar 2-6 Bantalan pasang Metal-on-Metal (MOM).....	13
Gambar 2-7 Bantalan pasang Ceramic-on-Ceramic (COC)	14
Gambar 2-8 Bantalan Pasang Ceramic-on-Plastic (COP)	14
Gambar 2-9 Abrasive Wear	19
Gambar 2-10 Adhesiive Wear	19
Gambar 2-11 <i>Fatigue wear</i> karena retak di bagian dalam dan merambat.....	20
Gambar 2-12 Skema penggambaran proses retak dari awal retak	21
Gambar 2-13 Tiga tahap keausan dan perilakunya	21
Gambar 2-14 Bentuk tekstur permukaan 3D	23
Gambar 2-15 Lintasan geser sambungan tulang pinggul	24
Gambar 3-1 Diagram Alir Penelitian.....	25
Gambar 3-2 Contoh Meshing.....	29
Gambar 3-3 Model Geometri Femoral head tanpa dimple	30
Gambar 3-4 Model Geometri Femoral head menggunakan dimple	30
Gambar 3-5 Properties Meterial yang digunakan.....	31
Gambar 3-6 Assembly Bagian feoral head dan acetabular cup	31
Gambar 3-7 Step pada geometri Hip Joint	32
Gambar 3-8 <i>Penginputan interaction pada hip joint</i>	32

Gambar 3-9 Pemberian Load pada geometri hip Joint	33
Gambar 3-10 Kondisi batas yang digunakan pada hi joint	34
Gambar 3-11 Mesh Pada geometri Hip joint	34
Gambar 3-12 Proses simulasi dengan menjalankan job pada aplikasi	35
Gambar 4-1 Validasi tekanan kontak.....	38
Gambar 4-2 Tekanan Kontak.....	39
Gambar 4-3 Kedalaman Keausan.....	41
Gambar 4-4 Volume Keausan.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel 3-1 Dimensi Pemodelan Artificial Hip Joint.....	26
Tabel 3-2 Parameter Permukaan Bertekstur.....	27
Tabel 3-3 Metrial Properties Artificial Hip Joint	27

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berkembangnya ilmu pengetahuan menciptakan suatu ilmu baru yang merupakan perpaduan dari beberapa ilmu yang telah dipelajari sebelumnya seperti berkembangnya pengetahuan dibidang kedokteran yang di padukan dengan pengetahuan dibidang teknik mekanika menjadi sebuah ilmu baru yang bisa disebut biomekanika (*biomechanics*). Pengetahuan dibidang biomekanika ini diaplikasikan misalnya berkenaan dengan sendi yang ada pada anatomi tubuh manusia, sambungan tulang pinggul (*hip joint*) merupakan satu dari sekian banyak sendi yang berada pada anatomi tubuh manusia. Sambungan tulang pinggul merupakan salah satu sendi penting dalam sistem kerangka manusia. Sambungan ini terletak pada tulang pinggul dan pangkal tulang paha. Sendi yang menghubungkan antara tulang pinggul (pelvis) dengan tulang paha (femur).

Ada banyak gerakan yang menimbulkan gesekan dari sendi pinggul ini, maka ada tulang rawan (kartilago) yang berfungsi memperkecil gesekan yang terjadi pada tulang pinggul. Namun dengan bertambahnya usia maka semakin menipis tulang rawan yang mengakibatkan gangguan pada gerakan pada sambungan tulang pinggul yang diakibatkan oleh nyeri yang berasal dari gesekan antara tulang paha dan tulang pinggul, kemudian setelah itu akan ada banyak masalah pada sambungan tulang pinggul seperti osteophorosis. Setelah osteophorosis maka kontak antara femur dan pelvis akan meningkat sehingga akan berkemungkinan besar mengakibatkan fraktur leher femur, kondisi dimana bagian leher dari tulang femur mengalami patah atau retak. Sehingga sambungan tulang pinggul harus di ganti dengan sambungan tulang pinggul buatan (*artificial hip joint*). *Total hip arthroplasty* merupakan jenis tulang pinggul buatan yang cocok untuk masalah patah leher femur (Melton et al 1986).

Sambungan tulang pinggul merupakan sendi dengan gerak dari 3 sumbu, hal ini membuat bahan tulang pinggul buatan selalu mengalami gesekan sehingga bahan

yang tidak memiliki tingkat keausan yang tinggi. Dari berbagai macam material yang di gunakan pada penelitian sebelumnya seperti ceramic-on-ceramic (COC), metal-on-metal (MOM), juga paduan seperti Ceramic-on-plastic (COP) dan metal-on-plastic (MOP) menunjukkan bahwa MOM memang menjadi pilihan yang sangat baik karena memiliki ketahanan lebih baik pada keausan yang terjadi akibat gesekan. Untuk COC tidak begitu baik karena sifat getas yang memiliki kemungkinan farktur lebih tinggi dan untuk paduan akan mengakibatkan menurunnya ketahanan jangka panjang karena bahan plastic yang lembut. Material logam yang digunakan yaitu CoCr (Cobalt Chromium) karena dengan kandungan karbon yang tepat material CoCr dapat memperkecil keausan (Uddin & Zhang, 2013).

Fenomena berupa gesekan, pelumasan, dan keausan merupakan hal yang terjadi pada peristiwa interaksi antara suatu permukaan dengan permukaan yang lainnya yang di bahas pada suatu bidang pengetahuan biasa di sebut tribologi. Terdapat beberapa keausan yang terjadi pada permukaan yang bergesekan di antaranya abrasive, adhesive dan fatigue (Syafa'at, 2008). Tribologi besar peranannya bagi dunia industri bahkan dunia kedokteran. Ilmu tribologi yang salah satunya mekanika kontak yang mempelajari mengenai perubahan keadaan suatu material dan tegangan yang terjadi pada dua benda yang berkontak satu dengan lainnya.. Pendekatan yang dilakukan dalam berbagai penelitian untuk menentukan sifat mekanik dan analisis gesekan yang terjadi pada sambungan tulang pinggul baik itu dengan metode eksperimental dan metode komputasi telah dilakukan, pendekatan kontak kering akan dilakukan sebagai upaya untuk melihat batas dari keausan yang terjadi akibat gesekan dalam keadaan *tunak (steady state)*.

Keausan yang terjadi akibat dari gesekan mengakibatkan terjadinya osteolisis yaitu kondisi dimana terdapat partikel berukuran mikron yang dapat mengakibatkan peradangan atau keracunan pada sistem dalam tubuh, mengaplikasikan penggunaan ilmu permukaan bertekstur dengan menambahkan *dimple* pada permukaan femoral head *artificial hip joint* diharapkan dapat mengurangi tingkat laju keausan (Basri, Syahrom, Prakoso, et al., 2019; Basri, Syahrom, Ramadhoni, et al., 2019), sehingga dapat mengurangi tekanan kontak yang terjadi pada bantalan. Dan telah di lakukan penelitian dalam mencari arah gerak dan *slide track* dari tulang pinggul buatan

(Calonius & Saikko, 2002), dan menempatkan *dimple* pada lintasan geser di harapkan bisa efektif dalam mengurangi keausan pada sambungan tulang pinggul buatan. Hal tersebutlah yang membuat penulis membuat skripsi dengan judul “Analisis Pengaruh Penggunaan Permukaan Bertekstur pada Hip Joint Arthroplasty terhadap Keausan”.

1.2 Rumusan Masalah

Penggantian sambungan tulang pinggul buatan pada proses operasi merupakan hal yang sudah sukses dalam dunia ortopedik. Namun terdapat masalah pada partikel berukuran mikron yang muncul akibat dari keausan yang terjadi pada sambungan tulang pinggul buatan dapat mengakibatkan osteolisis. Mengurangi tingkat keausan merupakan langkah yang dapat diambil yaitu dengan penggunaan permukaan bertekstur, yang paling memungkinkan menggunakan *dimple*. Namun letak dari *Dimple* itu sendiri menjadi salah satu masalah lagi untuk mengurangi tingkat keausan yang paling efektif, itulah yang menjadi pertimbangan untuk mengaplikasikan permukaan bertekstur pada *femoral head* dibagian *sliding track* dari tulang pinggul buatan.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan penelitian dalam mendesain dan menganalisis sambungan tulang pinggul buatan untuk tugas akhir ini, antara lain:

1. Pemodelan geometri menggunakan perangkat lunak SolidWorks.
2. Material yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *metal-on-metal* (MoM) dengan diasumsikan homogen.
3. *Dimple* terdapat dipermukaan *femoral head* pada lintasan geser dari sambungan tulang pinggul.
4. Analisis tekanan kontak menggunakan perangkat lunak Abaqus/CAE 6.14-1.
5. Pembebanan berupa resultan gaya pada saat kondisi siklus berjalan normal.
6. Proses simulasi pada model tanpa *dimple*, *femoral head* bergerak sesuai arah gerak hip joint dalam fase berjalan normal. Pada proses simulasi model yang

menggunakan dimple femoral head tidak bergerak dan hanya menekan di satu titik pada permukaan *acetabular cup*.

7. Pelumasan pada kontak yang terjadi diabaikan.
8. Temperatur diasumsikan kondisi tubuh normal.
9. Semua Analisa pada penelitian ini tidak termasuk pembuatan perangkat dan uji mekanik secara fisik.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian antara lain:

1. Mendapatkan nilai tekanan kontak *acetabular cup* pada kontak kering dengan menerapkan metode elemen hingga pada geometri tanpa *dimple* dan menggunakan *dimple* pada lintasan geser tulang pinggul di tengah permukaan *femoral head*.
2. Mendapatkan nilai kedalaman keausan dan volume keausan yang terjadi pada bantalan pasang *metal-on-metal* tanpa *dimple* dan menggunakan *dimple* pada permukaan *femoral head*.
3. Membandingkan tekanan kontak, kedalaman keausan, dan volume keausan pada sambungan tulang pinggul buatan tanpa *dimple* dan menggunakan *dimple* pada permukaan *femoral head*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah dapat :

1. Suatu kontribusi untuk perkembangan ilmu biomekanika di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Penelitian tentang kinerja keausan pada tulang pinggul buatan *metal-on-metal* mempunyai manfaat terhadap penghitungan keausan yang terjadi. Keausan pada sambungan tulang pinggul akan menjadi kajian penting di dunia kedokteran ketika implan sudah di pasang pada pasien.

DAFTAR PUSTAKA

- Ammarullah, M. I. (2019). *Analisis Pengaruh Variasi Bottom Profile Dimple di Permukaan Femoral Head terhadap Keausan pada Total Hip Arthroplasty* (Universitas Sriwijaya). Retrieved from <http://repository.unsri.ac.id/4093/>
- Archard, J. F. (1953). Contact and rubbing of flat surfaces. *Journal of Applied Physics*, 24(8), 981–988. <https://doi.org/10.1063/1.1721448>
- Bartel, D. L., Burstein, A. H., Toda, M. D., & Edwards, D. L. (1985). The Effect of Conformity and Plastic Thickness on Contact Stresses in Metal-Backed Plastic Implants. *Journal of Biomechanical Engineering*, 107(3), 193.
- Basri, H., Syahrom, A., Prakoso, A. T., Wicaksono, D., Amarullah, M. I., Ramadhoni, T. S., & Nugraha, R. D. (2019). The Analysis of Dimple Geometry on Artificial Hip Joint to the Performance of Lubrication. *Journal of Physics: Conference Series*, 1198(4). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1198/4/042012>
- Basri, H., Syahrom, A., Ramadhoni, T. S., Prakoso, A. T., Ammarullah, M. I., & Vincent. (2019). The analysis of the dimple arrangement of the artificial hip joint to the performance of lubrication. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 620(1), 1–10. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/620/1/012116>
- Blau, P. J. (1997). Fifty years of research on the wear of metals. *Tribology International*, 30(5), 321–331.
- Calonius, O., & Saikko, V. (2002). Slide track analysis of eight contemporary hip simulator designs. *Journal of Biomechanics*, 35(11), 1439–1450. [https://doi.org/10.1016/S0021-9290\(02\)00171-9](https://doi.org/10.1016/S0021-9290(02)00171-9)
- Chan, F. W., Bobyn, J. D., Medley, J. B., Krygier, J. J., & Tanzer, M. (1999). The Otto Aufranc Award. Wear and lubrication of metal-on-metal hip implants. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, (369), 10–24. <https://doi.org/58>
- Choudhury, D., Rebenda, D., Sasaki, S., Hekrle, P., Vrbka, M., & Zou, M. (2018). Enhanced lubricant film formation through micro-dimpled hard-on-hard artificial hip joint: An in-situ observation of dimple shape effects. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 81, 120–129. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2018.02.014>
- Gao, L. M., Meng, Q. E., Liu, F., Fisher, J., & Jin, Z. M. (2010). The effect of aspherical geometry and surface texturing on the elastohydrodynamic lubrication of metal-on-metal hip prostheses under physiological loading and motions. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*, 224(12), 2627–2636.
- Gren, P. (2009). Feasibility of using digital speckle correlation in the study of seal contacts. *Lubrication Science*, (April), 123–134.

- Gropper, D., Wang, L., & Harvey, T. J. (2016). Hydrodynamic lubrication of textured surfaces: A review of modeling techniques and key findings. *Tribology International*, *94*, 509–529. <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2015.10.009>
- Hertz, H. R., Jones, D. ., & Schott, G. . (1896). Miscellaneous papers. *Macmillan and Co. Ltd*, *92*, 156–171.
- Ingham, E., & Fisher, J. (2005). The role of macrophages in osteolysis of total joint replacement. *Biomaterials*, *26*(11), 1271–1286.
- Jamari, J. (2006). Running-in of rolling contacts.
- Jin, Z. M. (2000). A general axisymmetric contact mechanics model for layered surfaces, with particular reference to artificial hip joint replacements. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part H, Journal of Engineering in Medicine*, *214*(5), 425–435.
- Knight, S. R., Aujla, R., & Biswas, S. P. (2011). *Total Hip Arthroplasty - Over 100 years of operative history*. *3*, 2–4.
- Liu, F., Udofia, I. J., Jin, Z. M., Hirt, F., Rieker, C., Roberts, P., & Grigoris, P. (2005). Comparison of contact mechanics between a total hip replacement and a hip resurfacing with a metal-on-metal articulation. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*, *219*(7), 727–732.
- Muslimah, E., Anis, M., & Mulyaningrum, R. A. (2009). *Analisis Aktifitas Angkat Beban Ditinjau Dari Aspek Biomekanika Dan Fisiologi*. 2–4.
- Popov, V. L. (2017). *Contact mechanics and friction: Physical Principles and Application* (Second Edi). <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-052402-3.50015-0>
- Shimmin, A. J., Bare, J., & Back, D. L. (2005). Complications associated with hip resurfacing arthroplasty. *Orthopedic Clinics of North America*, *36*(2), 187–193. <https://doi.org/10.1016/j.ocl.2005.01.002>
- Syafa'at, I. (2008). Tribologi, daerah pelumasan dan keausan. In *Momentum* (Vol. 4, pp. 21–26).
- Uddin, M. S., & Zhang, L. C. (2013). Predicting the wear of hard-on-hard hip joint prostheses. *Wear*, *301*(1–2), 192–200. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2013.01.009>
- Vesa Saikko, & Olof Calonijs. (2002). Slide track analysis of the relative motion between femoral head and acetabular cup in walking and in hip simulators. *Journal of Biomechanics*, *35*(4), 455–464. [https://doi.org/10.1016/S0021-9290\(01\)00224-X](https://doi.org/10.1016/S0021-9290(01)00224-X)
- Weeks, D. P. C. C. L. E. Y. N. to K. in 20. (2015). 濟無No Title No Title. In *Dk* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>