

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	ii
KATA PENGANTAR	iii
INTISARI.....	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Batasan Masalah.....	5
1.3 Rumusan Masalah	5
1.4 Keaslian Penelitian	5
1.5 Tujuan.....	7
1.6 Manfaat.....	7
BAB II TINJAUAN DAN TELAAH PUSTAKA	8
2.1 Tinjauan Pustaka	8
2.2 Landasan Teori	10

2.2.1 Hip Osteoarthritis.....	10
2.2.2 Hip Arthroplasty (HA).....	11
2.2.3 Femoral Stem.....	13
2.2.4 Anatomi Tulang Femur.....	14
2.2.5 Lattice Structure.....	16
2.2.6 <i>Triply Periodic Minimal Surface</i> (TPMS).....	17
2.2.7 Finite Element Analysis (FEA).....	21
2.3 Hipotesis.....	24
BAB III METODE PENELITIAN.....	25
3.1 Alat dan Bahan.....	25
3.1.1 Alat.....	25
3.1.2 Bahan.....	26
3.2 Prosedur Penelitian.....	27
3.2.1 Pemodelan 3D Tulang <i>Femur</i>	29
3.2.2 Pemodelan Femoral Stem.....	30
3.2.3 Pemodelan <i>Assembly</i> Tulang <i>Femur</i> dan <i>Femoral Stem</i>	36
3.2.4 Proses Simulasi FEM.....	36
3.2.5 Proses Analisis Hasil Simulasi.....	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	47
4.1 Hasil Penelitian.....	47

4.1.1	Pemodelan Tulang Femur dan Femoral Stem	47
4.1.2	Hasil Simulasi <i>Finite Element</i>	51
4.1.2.1	Hasil <i>Meshing</i>	51
4.1.2.2	Hasil <i>Average von Mises Stress</i> pada Tulang <i>Cortical</i>	53
4.1.2.3	<i>Stress-Shielding Increase (SSI)</i>	67
4.1.2.4	Hasil Pengujian ISO 7206-4.....	70
4.2	Diskusi.....	77
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		82
5.1	Kesimpulan.....	82
5.2	Saran.....	83
DAFTAR PUSTAKA		84

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Perangkat Penelitian.....	25
Tabel 3.2 Spesifikasi Data Penelitian.....	26
Tabel 3.3 Ukuran <i>Femoral Stem Standard Offset Depuy Synthes</i>	31
Tabel 3.4 Data <i>Material Properties</i> Material tiap Komponen.....	37
Tabel 3.5 Detail Pembebanan	42
Tabel 4.1 Perbandingan Ukuran <i>Femoral Stem</i> dengan Ukuran Rekomendasi....	49
Tabel 4.2 Hasil <i>Mesh Metrics Skewness</i> Tiap Model <i>Assembly</i>	51
Tabel 4.3 Interpretasi <i>Skewness</i>	52
Tabel 4.4 Data <i>Average von Mises Stress</i> pada Tulang <i>Cortical</i>	53
Tabel 4.5 <i>von Mises Stress</i> Pasca-Implantasi <i>Femoral Stem Gyroid</i>	56
Tabel 4.6 Hasil ANOVA <i>Femoral Stem Gyroid</i> Kondisi <i>Hip Contact</i>	56
Tabel 4.7 Hasil ANOVA <i>Femoral Stem Gyroid</i> Kondisi Berjalan.....	57
Tabel 4.8 Hasil ANOVA <i>Femoral Stem Gyroid</i> Kondisi Menaiki Tangga.....	58
Tabel 4.9 <i>von Mises Stress</i> Pasca-Implantasi <i>Femoral Stem Schwarz-P</i>	60
Tabel 4.10 Hasil ANOVA <i>Femoral Stem Schwarz-P</i> Kondisi <i>Hip Contact</i>	60
Tabel 4.11 Hasil ANOVA <i>Femoral Stem Schwarz-P</i> Kondisi Berjalan.....	61
Tabel 4.12 Hasil ANOVA <i>Femoral Stem Schwarz-P</i> Kondisi Menaiki Tangga..	62
Tabel 4.13 <i>von Mises Stress</i> Pasca-Implantasi <i>Femoral Stem Schwarz-D</i>	64
Tabel 4.14 Hasil ANOVA <i>Femoral Stem Schwarz-D</i> Kondisi <i>Hip Contact</i>	64
Tabel 4.15 Hasil ANOVA <i>Femoral Stem Schwarz-D</i> Kondisi Berjalan	65
Tabel 4.16 Hasil ANOVA <i>Femoral Stem Schwarz-D</i> Kondisi Menaiki Tangga .	66

Tabel 4.17 Data *Stress Shielding Increase* (SSI) 68

Tabel 4.18 *Safety Factor Femoral Stem* Berpori 71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Hip Osteoarthritis (HO)</i>	10
Gambar 2.2 Anatomi Femur Proximal.....	12
Gambar 2.3 Bagian-Bagian Tulang Femur	15
Gambar 2.4 (a) <i>Random Lattice Structure</i> (b) <i>Periodic Lattice Structure</i>	17
Gambar 2.5 Struktur Sel <i>Gyroid</i> (Ramos dkk., 2022).....	19
Gambar 2.6 <i>Schwarz-P</i> dengan Beberapa Parameter.....	20
Gambar 2.7 <i>Schwarz-D</i> (Han dkk., 2017).....	21
Gambar 2.8 <i>Flowchart</i> Simulasi FEA Berbasis Model Menggunakan Komputer	22
Gambar 3.1 Diagram Alir Pembuatan Model Tulang <i>Femur</i> dan <i>Femoral Stem</i> .	27
Gambar 3.2 Diagram Alir Pembuatan Model Tulang Femur dan Femoral Stem .	28
Gambar 3.3 Proses Segmentasi Tulang <i>Femur</i> dengan <i>Materialise Mimics</i>	30
Gambar 3.4 Proses Pemotongan Tulang <i>Femur</i> dengan <i>3-Matic</i>	30
Gambar 3.5 Desain <i>Femoral Stem Standard Offset Depuy Synthes</i>	31
Gambar 3.6 Ilustrasi <i>Neck Shaft Angle (NSA)</i>	32
Gambar 3.7 Ilustrasi <i>Femoral Offset (FO)</i>	33
Gambar 3.8 Ilustrasi <i>Uncemented Femoral Stem</i> (Berpori).....	34
Gambar 3.9 Pembuatan Desain <i>Femoral Stem</i> dengan <i>Autodesk Fusion 360</i>	35
Gambar 3.10 Pembuatan Bagian Berpori dengan <i>SpaceClaim</i>	35
Gambar 3.11 Proses <i>Assembly</i> Tulang Femur dan <i>Femoral Stem</i>	36
Gambar 3.12 Proses Input Geometri pada <i>ANSYS Workbench</i>	37
Gambar 3.13 Proses Input <i>Material Properties</i>	38
Gambar 3.14 Proses Pendefinisian <i>Contact</i>	39

Gambar 3.15 Pemberian <i>Fixed Support</i> pada <i>Assembly Tulang dan Femoral Stem</i>	40
Gambar 3.16 Pembebanan pada Kondisi Berdiri, Berjalan, dan Menaiki Tangga	41
Gambar 3.17 Pemberian <i>Fixed Support</i> dan Pembebanan Kondisi <i>Hip Contact</i> .	43
Gambar 3.18 Pemberian <i>Fixed Support</i> dan Pembebanan Kondisi Berjalan	43
Gambar 3.19 Pemberian <i>Fixed Support</i> dan Pembebanan Kondisi Menaiki Tangga	44
Gambar 3.20 Pemberian <i>Fixed Support</i> dan Pembebanan untuk Uji ISO 7206-4	44
Gambar 4.1 Pengukuran <i>Neck Shaft Angle</i> (NSA).....	48
Gambar 4.2 Pengukuran <i>Femoral Offset</i> (FO).....	48
Gambar 4.3 Tampilan <i>Contour Line Femoral Stem</i> pada CT-Scan.....	50
Gambar 4.4 Hasil Desain dan Keterangan Ukuran <i>Femoral Stem</i>	51
Gambar 4.5 Hasil <i>Meshing</i> pada Model <i>Assembly Femoral Stem</i> dan Tulang <i>Femur</i>	52
Gambar 4.6 <i>Calcar Femorale</i>	55
Gambar 4.7 Tiga Titik <i>Equivalent von Mises Stress</i> pada <i>Calcar Region</i>	55
Gambar 4.8 Nilai <i>Stress Shielding Increase</i> (SSI).....	69
Gambar 4.9 <i>Safety Factor Stem Gyroid 30%</i>	72
Gambar 4.10 <i>Safety Factor Stem Gyroid 40%</i>	72
Gambar 4.11 <i>Safety Factor Stem Gyroid 50%</i>	73
Gambar 4.12 <i>Safety Factor Femoral Stem Schwarz-P 30%</i>	73
Gambar 4.13 <i>Safety Factor Femoral Stem Schwarz-P 40%</i>	74
Gambar 4.14 <i>Safety Factor Schwarz-P 50%</i>	74

Gambar 4.15 <i>Safety Factor Schwarz-D 30%</i>	75
Gambar 4.16 <i>Safety Factor Schwarz-D 40%</i>	75
Gambar 4.17 <i>Safety Factor Schwarz-D 50%</i>	76