

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR / SKRIPSI	iv
HALAMAN PENGESAHAN HASIL UJIAN PENDADARAN	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
INTISARI	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xxi
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.2. Asumsi dan Batasan Masalah	3
1.3. Tujuan Perancangan	4
1.4. Manfaat Perancangan	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Sejarah singkat plat penyambung tulang manusia	5
2.2. Pemodelan analisis <i>Finite Element</i> pada plat penyambung tulang manusia	9
2.2.1. Pemodelan analisis <i>finite element</i> pada plat penyambung tulang lengan	9

2.2.2. Pemodelan Analisis <i>Finite Element</i> pada plat penyambung tulang <i>Tibia</i>	15
---	----

BAB III LANDASAN TEORI

3.1. <i>Dynamic Compression Plate</i>	19
3.1.1. <i>Dynamic compression Plate</i> dengan konsep penyambungan di dalam tubuh	19
3.1.1.1. Stabilitas plat penyambung tulang untuk tipe <i>Dynamic Compression Plate</i>	20
3.1.1.1.1. Desain Plat dengan sekrup standar	20
3.1.1.1.2. Desain Plat dengan sekrup pengunci	20
3.1.1.1.3. Desain sekrup regular pada plat	21
3.1.1.1.4. Desain sekrup dengan membentuk sebuah sudut	22
3.1.1.1.5. Desain sekrup konvensional	23
3.1.1.1.6. Desain sekrup <i>unicortically</i>	24
3.1.1.1.7. Standar <i>Dynamic Compression Plate</i> yang tersedia	25
3.1.1.2. Klasifikasi penyambungan tulang patah untuk tulang tibia	26
3.1.2. <i>Dynamic Compression Plate</i> dengan konsep penyambungan di luar tubuh	30
3.1.3. Pemilihan Material	33
3.1.3.1. Klasifikasi <i>stainless steel</i>	33
3.1.3.2. Kodifikasi Baja	35
3.1.3.3. Komposisi <i>stainless steel</i> 316 L	37
3.1.3.4. Properti <i>stainless steel</i> 316L	39
3.1.3.5. Grafik hubungan Tegangan dan Regangan untuk <i>stainless steel</i>	42
3.1.4. Distribusi Beban yang terjadi pada tulang <i>tibia</i> selama berjalan	43

BAB IV METODE DESAIN

4.1. <i>Flow Chart</i> Metode Desain	46
4.2. Persiapan	47
4.2.1. <i>Computer Aided Three Dimentional Interactive Application</i> (CATIA)	47
4.3. Parameter Desain dan Analisis <i>Dynamic Compression Plate</i>	47
4.4. Prosedur Desain dan Analisis	51

BAB V HASIL DESAIN DAN PEMBAHASAN

5.1. Hasil Desain <i>Dynamic Compression Plate</i>	58
5.2. Hasil analisis <i>Finite Element</i> 3 Dimensi	64
5.3. Hasil dan pembahasan analisis dalam bentuk tabel	79
5.4. Hasil dan pembahasan analisis <i>finite element</i> yang disajikan dalam bentuk grafik	78

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan	85
6.2. Saran	85

DAFTAR PUSTAKA	87
-----------------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	<i>Lane's plate</i> plat tipe ini tidak digunakan lagi karena tidak tahan korosi atau karat	6
Gambar 2.2.	<i>Lambotte's plate</i> dengan bentuk tipis, melengkung dan diruncingkan pada kedua ujungnya	6
Gambar 2.3.	Desain plat oleh <i>Egger</i>	7
Gambar 2.4.	Desain Plat oleh <i>Dani</i>	7
Gambar 2.5.	<i>Dynamic Compression Plate</i> desain khusus oleh <i>Bagby</i> dan <i>Jane</i> dengan lubang oval	8
Gambar 2.6.	Foto patah tulang pada bagian lengan	9
Gambar 2.7.	Posisi pemasangan plat DCP pada bagian tulang lengan yang patah	10
Gambar 2.8.	Bentuk <i>meshing</i> dari plate menggunakan <i>I-DEAS Software</i>	10
Gambar 2.9.	Menunjukkan kondisi plat setelah menerima distribusi tekanan dan beban yang diakibatkan dari penekanan pada sekrup	11
Gambar 2.10.	Distribusi nilai tegangan pada plat dengan pembebanan <i>Bending</i>	12
Gambar 2.11.	Distribusi nilai tegangan pada plat dengan pembebanan Torsi	13
Gambar 2.12.	Geometri pada tulang <i>Tibia</i> , a). Pandangan keseluruhan Tulang <i>Tibia</i> , beserta plat penyambung, b). Posisi pemasangan sistem plat, c). Model <i>mesh</i>	15
Gambar 2.13.	Hasil analisis pada plat, a). menunjukkan nilai regangan, b). menunjukkan nilai tegangan pada sekrup, c). menunjukkan nilai tegangan pada platnya	16
Gambar 2.14.	Grafik hubungan beban dan regangan	17

Gambar 3.1.	Stabilitas sekrup tergantung pada kualitas tulang	18
Gambar 3.2.	Stabilitas dengan sekrup pengunci di dalam <i>Dynamic Compression Plate</i> tidak selamanya tergantung pada kualitas tulang. Plat dengan sekrup pengunci ini dapat menahan beban tanpa adanya gesekan antara plat dengan tulang	21
Gambar 3.3.	Stabilitas pada konstruksi plat ini sekrupnya akan terangkat ketika menerima beban bending	22
Gambar 3.4.	Stabilitas sekrup meningkatkan daya tahan plat terhadap beban bending	23
Gambar 3.5.	Stabilitas sekrupnya menurunkan daya tahan plat terhadap beban aksial	24
Gambar 3.6.	Stabilitas sekrupnya mampu menahan beban aksial, sekrup tidak akan berputar ketika mendapat beban	25
Gambar 3.7.	Standar <i>Dynamic Compression Plate</i> yang tersedia	26
Gambar 3.8.	(1) Tipe Ia patah <i>stable</i> (2) Tipe Ib patah <i>unstable</i> (3) Tipe II patah berada ditengah (4) Tipe IIIa1 patah <i>stable</i> (5) Tipe IIIa2 patah <i>stable</i> (6) Tipe IIIa3 patah gabungan <i>stable</i> dan <i>unstable</i>	26
Gambar 3.9.	(7) Tipe IIIb1 patah <i>unstable</i> (8) Tipe IIIb2 patah <i>stable</i>	27
Gambar 3.10.	Foto <i>X-ray</i> patah tipe Ia (A) sebelum operasi (B) setelah operasi (C) enam bulan setelah operasi	27
Gambar 3.11.	Foto <i>X-Ray</i> patah tipe Ib (A) sebelum operasi (B) setelah operasi (C) enam bulan setelah operasi	28
Gambar 3.12.	Foto <i>X-Ray</i> patah tipe Ib dan II (A) sebelum operasi (B) setelah operasi (C) delapan bulan setelah operasi	28
Gambar 3.13.	Foto <i>X-Ray</i> patah tipe IIIa3 (A) sebelum operasi (B) setelah operasi (C) sepuluh bulan setelah operasi	29
Gambar 3.14.	Foto <i>X-Ray</i> patah tipe IIIb1 (A) sebelum operasi (B) setelah operasi (C) satu tahun setelah operasi	29

Gambar 3.15. Foto <i>X-Ray</i> patah tipe IIIb2 (A) sebelum operasi (B) setelah operasi (C) delapan bulan setelah operasi	30
Gambar 3.16. (a) patah tulang <i>tibia</i> (b) foto <i>X-ray</i> dimensi patah 8,4 cm	30
Gambar 3.17. (a) patah tulang <i>tibia</i> ini menggunakan <i>Dynamic Compression Plate</i> 14 lubang (b) foto <i>X-Ray</i> untuk penggunaan dua buah plat penyambung	31
Gambar 3.18. Setelah pemasangan <i>Dynamic compression Plate</i> pasien dapat menggunakan pakaian seperti pada umumnya	32
Gambar 3.19. Foto <i>X-ray</i> 1 tahun setelah perawatan menggunakan plat penyambung tulang dari luar tubuh	32
Gambar 3.20. Grafik hubungan antara tegangan dan regangan untuk beberapa tipe <i>stainless steel</i>	42
Gambar 3.21. pemodelan <i>musculoskeletal</i> mencari beban maksimal	43
Gambar 3.22. Grafik hubungan antara gaya aksial pada tulang <i>tibia</i> terhadap berat badan	44
Gambar 4.1. <i>Dynamic Compression Plate</i> tipe I	48
Gambar 4.2. <i>Dynamic Compression Plate</i> tipe II	48
Gambar 4.3. <i>Dynamic Compression Plate</i> tipe I dengan tebal 3 mm	49
Gambar 4.4. <i>Dynamic Compression Plate</i> tipe I dengan tebal 4 mm	49
Gambar 4.5. <i>Dynamic Compression Plate</i> tipe II dengan tebal 3 mm	50
Gambar 4.6. <i>Dynamic Compression Plate</i> tipe II dengan tebal 4 mm	50
Gambar 4.7. Material yang digunakan <i>stainless steel</i> Tipe 316L	52
Gambar 4.8. Properti material yang digunakan	53
Gambar 4.9. Dimensi <i>mesh</i> yang digunakan	53
Gambar 4.10. Distribusi gaya Pada DCP	54
Gambar 4.11. Lokasi pembebanan gaya aksial atau sejajar sumbu x	54
Gambar 4.12. Distribusi <i>restraint</i>	55
Gambar 4.13. Lokasi <i>restraint</i> pada plat	55
Gambar 4.14. <i>Tools Compute</i> analisis	56
Gambar 4.15. <i>Toolbar</i> untuk melihat <i>Deformation</i> , <i>von mises stress</i> dan <i>Displacement</i>	57

Gambar 5.1.	Hasil desain <i>Dynamic Compression Plate</i>	59
Gambar 5.2.	Desain <i>Dynamic Compression Plate</i> tipe I dengan tebal 3 mm dan lebar mula-mula 12 mm	60
Gambar 5.3.	Desain <i>Dynamic Compression Plate</i> tipe I dengan tebal 3 mm dan penambahan lebar 20% dari lebar mula-mula	60
Gambar 5.4.	Desain <i>Dynamic Compression Plate</i> tipe I dengan tebal 3 mm dan penambahan lebar 30% dari lebar mula-mula	60
Gambar 5.5.	Desain <i>Dynamic Compression Plate</i> tipe I dengan tebal 3 mm dan penambahan lebar 40% dari lebar mula-mula	61
Gambar 5.6.	Desain <i>Dynamic Compression Plate</i> tipe I dengan tebal 4 mm dan lebar mula-mula 12 mm	61
Gambar 5.7.	Desain <i>Dynamic Compression Plate</i> tipe I dengan tebal 4 mm dan penambahan lebar 20% dari lebar mula-mula	61
Gambar 5.8.	Desain <i>Dynamic Compression Plate</i> tipe I dengan tebal 4 mm dan penambahan lebar 30% dari lebar mula-mula	62
Gambar 5.9.	Desain <i>Dynamic Compression Plate</i> tipe I dengan tebal 4 mm dan penambahan lebar 40% dari lebar mula-mula	62
Gambar 5.10.	Desain <i>Dynamic Compression Plate</i> tipe II dengan tebal 3 mm dan penambahan lebar 20% dari lebar mula-mula	62
Gambar 5.11.	Desain <i>Dynamic Compression Plate</i> tipe II dengan tebal 3 mm dan penambahan lebar 30% dari lebar mula-mula	63
Gambar 5.12.	Desain <i>Dynamic Compression Plate</i> tipe II dengan tebal 3 mm dan penambahan lebar 40% dari lebar mula-mula	63
Gambar 5.13.	Desain <i>Dynamic Compression Plate</i> tipe II dengan tebal 4 mm dan penambahan lebar 20% dari lebar mula-mula	63
Gambar 5.14.	Desain <i>Dynamic Compression Plate</i> tipe II dengan tebal 4 mm dan penambahan lebar 30% dari lebar mula-mula	64
Gambar 5.15.	Desain <i>Dynamic Compression Plate</i> tipe II dengan tebal 4 mm dan penambahan lebar 40% dari lebar mula-mula	64
Gambar 5.16.	Distribusi tegangan pada <i>Dynamic Compression Plate</i> dengan penambahan lebar 0% dari lebar mula-mula	66

Gambar 5.17. Distribusi tegangan pada <i>Dynamic Compression Plate</i> dengan penambahan lebar 20% dari lebar mula-mula	66
Gambar 5.18. Distribusi tegangan pada <i>Dynamic Compression Plate</i> dengan penambahan lebar 30% dari lebar mula-mula	67
Gambar 5.19. Distribusi tegangan pada <i>Dynamic Compression Plate</i> dengan penambahan lebar 40% dari lebar mula-mula	67
Gambar 5.20. Distribusi tegangan pada <i>Dynamic Compression Plate</i> dengan penambahan lebar 0%	68
Gambar 5.21. Distribusi tegangan pada <i>Dynamic Compression Plate</i> dengan penambahan lebar 20% dari lebar mula-mula	68
Gambar 5.22. Distribusi tegangan pada <i>Dynamic Compression Plate</i> dengan penambahan lebar 30% dari lebar mula-mula	69
Gambar 5.23. Distribusi tegangan pada <i>Dynamic Compression Plate</i> dengan penambahan lebar 40% dari lebar mula-mula	69
Gambar 5.24. Distribusi tegangan pada <i>Dynamic Compression Plate</i> dengan penambahan lebar 20% dari lebar mula-mula	70
Gambar 5.25. Distribusi tegangan pada <i>Dynamic Compression Plate</i> dengan penambahan lebar 30% dari lebar mula-mula	70
Gambar 5.26. Distribusi tegangan pada <i>Dynamic Compression Plate</i> dengan penambahan lebar 40% dari lebar mula-mula	71
Gambar 5.27. Distribusi tegangan pada <i>Dynamic Compression Plate</i> dengan penambahan lebar 20% dari lebar mula-mula	71
Gambar 5.28. Distribusi tegangan pada <i>Dynamic Compression Plate</i> dengan penambahan lebar 30% dari lebar mula-mula	72
Gambar 5.29. Distribusi tegangan pada <i>Dynamic Compression Plate</i> dengan penambahan lebar 40% dari lebar mula-mula	72
Gambar 5.30. Grafik hubungan tegangan maksimal dengan lebar <i>Dynamic Compression Plate</i> tipe I	78
Gambar 5.31. Grafik hubungan tegangan maksimal dengan lebar <i>Dynamic Compression Plate</i> tipe II	79

Gambar 5.32. Grafik hubungan Prosentase penurunan tegangan maksimal dengan lebar <i>Dynamic Compression Plate</i> tipe I	80
Gambar 5.33. Grafik hubungan Prosentase penurunan tegangan maksimal dengan lebar <i>Dynamic Compression Plate</i> tipe II	81
Gambar 5.34. Kurva tegangan-regangan	82

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.	Tipe <i>stainless steel</i>	36
Tabel 3.2.	Komposisi untuk kategori <i>stainless steel</i>	37
Tabel 3.3.	Properti material	39
Tabel 3.4.	Tipe <i>stainless steel Austenitic</i>	40
Tabel 5.1.	Hubungan tegangan maksimal dengan lebar <i>Dynamic Compression Plate</i> (tebal 3 mm dan 4 mm)	75
Tabel 5.2.	Hubungan tegangan maksimal dengan lebar <i>Dynamic Compression Plate</i> (tebal 3 mm dan 4 mm)	76
Tabel 5.3.	Hubungan tegangan maksimal dengan <i>safety factor</i> <i>Dynamic Compression Plate</i> (tebal 3 mm dan 4 mm)	77
Tabel 5.4.	Hubungan tegangan maksimal dengan <i>safety factor</i> <i>Dynamic Compression Plate</i> (tebal 3 mm dan 4 mm)	77
Tabel 5.5.	Hubungan Prosentase penurunan tegangan maksimal dengan lebar <i>Dynamic Compression Plate</i> tipe I (tebal 3 mm dan 4 mm)	78
Tabel 5.6.	Hubungan Prosentase penurunan tegangan maksimal dengan lebar <i>Dynamic Compression Plate</i> tipe II (tebal 3 mm dan 4 mm)	78

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel hasil pengukuran berat badan	89
Lampiran 2. Dimensi <i>Dynamic Compression Plate</i> tipe I dan II	92

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

a	= Percepatan Gravitasi ($\frac{m}{s^2}$)
A	= Luas Area (m ²)
ε	= <i>Strain</i> (mm)
ν	= <i>Poisson Ratio</i>
σ	= <i>Stress</i> (MPa)
σ_u	= <i>Stress Ultimate</i> (MPa)
σ_y	= <i>Yield Strength</i> (MPa)
AISI	= <i>American Iron and Steel Institute</i>
AO	= <i>Association of Orthopaedic</i>
C	= <i>Carbon</i>
CAD	= <i>Computer Aided Design</i>
CATIA	= <i>Computer Aided Three Dimentional Interactive Application</i>
CFRP	= <i>Carbon Fibre Reinforced Plastic</i>
Cr	= Krom
DCP	= <i>Dynamic Compression Plate</i>
E	= <i>Young Modulus</i> (MPa)
F	= Gaya Aksial (N)
GPa	= <i>Giga Pascal</i>
MPa	= <i>Mega Pascal</i>
Mn	= Mangan
Mo	= <i>Molibdenum</i>
Ni	= Nikel
OTA	= <i>Orthopaedic Trauma Association</i>
Si	= Silikon
S	= <i>Sulphur</i>