

## DAFTAR ISI

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iii
PRAKATA .....	iv
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR SINGKATAN .....	xiii
INTISARI.....	xv
ABSTRACT .....	xvi
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	7
1.3 Pertanyaan Penelitian .....	8
1.4 Tujuan Penelitian.....	9
1.5 Manfaat Penelitian.....	9
1.6 Keaslian Penelitian .....	10
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	12
2.1 Penyakit Jantung Koroner .....	12
2.1.1 Patogenesis Aterosklerosis.....	12
2.1.2 Pembuluh Koroner dan Manifestasi Klinis Penyakit Jantung Koroner .....	16
2.1.3 Intervensi Koroner Perkutan .....	21
2.2 Trombosis Stent dan Penyempitan Ulang Stent .....	25
2.3 Stent Koroner.....	27
2.3.1 Perkembangan Stent Koroner .....	27
2.3.2 Struktur Bangunan Stent Koroner .....	29
2.3.3 Stent Ideal.....	34
2.4 Pola Aliran.....	38
2.4.1 Aliran Percabangan .....	40
2.4.2 Hubungan Tegangan Geser Dinding dengan Aterosklerosis di Percabangan .....	43

2.5	Kerangka Teori .....	47
2.6	Kerangka Konsep .....	48
2.7	Hipotesis .....	49
III.	METODE PENELITIAN.....	50
3.1	Rancangan Penelitian .....	50
3.2	Tempat Penelitian .....	51
3.3	Definisi Operasional.....	51
3.4	Bahan dan Alat penelitian.....	56
3.5	Cara kerja.....	57
3.6	Alur Penelitian.....	60
3.7	Analisis Statistik.....	61
3.8	Pertimbangan Etika.....	64
IV.	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....	65
4.1	Hasil Penelitian.....	65
4.1.1	Karakteristik dasar pemakaian stent koroner di Indonesia.....	65
4.1.2	Karakteristik Dasar Faktor Desain Geometri Stent Komersial ...	66
4.1.3	Formula Rekayasa Desain.....	73
4.1.4	Data Tegangan Geser Dinding dari formula rekayasa desain di pembuluh darah percabangan.....	78
4.1.5	Analisis Optimasi Desain Geometri Stent terhadap Respon TGD di 3 area Pembuluh Darah Percabangan (Optimasi Multirespon) .....	87
4.1.6	Gambar Desain Geometri Stent Baru. ....	94
4.1.7	Perbandingan TGD Stent Baru dengan Stent komersial .....	95
4.2	Pembahasan .....	100
V.	KESIMPULAN DAN REKOMENDASI.....	119
	DAFTAR PUSTAKA .....	121
	LAMPIRAN .....	130

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Proses aterosklerosis .....	14
Gambar 2. Interaksi faktor-faktor pembentuk plak aterosklerosis .....	14
Gambar 3. Ilustrasi lesi aterosklerosis di pembuluh darah dengan stent dan potongan lintang percabangan koroner: .....	15
Gambar 4. Skema pembuluh darah koroner .....	17
Gambar 5. Klasifikasi Medina untuk lesi penyempitan .....	17
Gambar 6. Lesi aterosklerosis dan manifestasi klinis .....	20
Gambar 7. Klasifikasi teknik MADS ( <i>Main, Across, Distal, Side</i> ) .....	23
Gambar 8. Teknik implantasi 2 stent di percabangan. ....	23
Gambar 9. Patofisiologi akibat angioplasti, pemasangan stent dan stent lapis obat .....	26
Gambar 10. Perkembangan stent arteri koroner .....	28
Gambar 11. Stent Gianturco Roubin II .....	28
Gambar 12. Piramida desain stent dengan karakteristik konstruksi .....	30
Gambar 13. Sel <i>strut</i> stent .....	32
Gambar 14. Parameter sifa t geometri stent .....	32
Gambar 15. Variabel desain stent .....	33
Gambar 16. Karakteristik Stent .....	35
Gambar 17. Bentuk aliran. ....	40
Gambar 18. Skema evolusi teori aliran di pembuluh percabangan .....	42
Gambar 19. Analisis dampak percabangan pada perubahan aliran .....	42
Gambar 20. Tegangan geser endothel/dinding .....	45
Gambar 21. Model percabangan pembuluh darah arteri .....	45
Gambar 22. Kerangka Teori .....	47
Gambar 23. Kerangka Konsep. ....	48
Gambar 24. Stent dengan jumlah 7 cincin. ....	53
Gambar 25. Jenis hubungan konektor. ....	53
Gambar 26. Pembuluh Percabangan Virtual dengan pembagian sisi-sisi dari setiap bagian percabangan .....	55
Gambar 27. Pembagian area observasi penelitian adalah bagian yang dihitamkan. .....	56
Gambar 28. Mikroskop digital dan Komputer Laptop .....	57
Gambar 29. Stent komersial Bi .....	67
Gambar 30. Stent komersial Ul .....	67
Gambar 31. Stent komersial Pr .....	68
Gambar 32. Stent komersial Cr .....	68
Gambar 33. Sketsa stent Bi: Formula 9-3, 1500, 180, PL .....	69
Gambar 34. Sketsa stent komersial Ul: Formula 8-2, 1440, 150, PL .....	70
Gambar 35. Sketsa stent komersial Pr: Formula 8-2, 1120, 115, PL .....	71
Gambar 36. Sketsa stent komersial D, formula 5-5, 1650, 213, TT .....	72
Gambar 37. Rekayasa formula R-1 sampai R-16 stent .....	78

Gambar 38. Sketsa pembuluh darah percabangan .....	80
Gambar 39. Pola kecepatan aliran di percabangan tanpa stent .....	80
Gambar 40. Posisi kedua stent sebelum dilakukan kompresi .....	80
Gambar 41. Posisi <i>strut</i> stent dan pola kecepatan aliran R-1 .....	83
Gambar 42. Posisi <i>strut</i> stent dan pola kecepatan aliran R-2.....	83
Gambar 43. Posisi <i>strut</i> stent dan pola kecepatan aliran R-3.....	83
Gambar 44. Posisi <i>strut</i> stent dan pola kecepatan aliran R-4.....	83
Gambar 45. Posisi <i>strut</i> stent dan pola kecepatan aliran R-5.....	84
Gambar 46. Posisi <i>strut</i> stent dan pola kecepatan aliran R-6.....	84
Gambar 47. Posisi <i>strut</i> stent dan pola kecepatan aliran R-7.....	84
Gambar 48. Posisi <i>strut</i> stent dan pola kecepatan aliran R-8.....	84
Gambar 49. Posisi <i>strut</i> stent dan pola kecepatan aliran R-9.....	85
Gambar 50. Posisi <i>strut</i> stent dan pola kecepatan aliran R-10.....	85
Gambar 51. Posisi <i>strut</i> stent dan pola kecepatan aliran R-11.....	85
Gambar 52. Posisi <i>strut</i> stent dan pola kecepatan aliran R-12.....	85
Gambar 53. Posisi <i>strut</i> stent dan pola kecepatan aliran R-13.....	86
Gambar 54. Posisi <i>strut</i> stent dan pola kecepatan aliran R-14.....	86
Gambar 55. Posisi <i>strut</i> stent dan pola kecepatan aliran R-15.....	86
Gambar 56. Posisi <i>strut</i> stent dan pola kecepatan aliran R-16.....	86
Gambar 57. Plot efek utama dari rerata setiap level .....	93
Gambar 58. Desain Geometri 2-D Stent Baru 8-2, 1440, 150, TT .....	94
Gambar 59. Desain Geometri 3D Stent Baru.....	95
Gambar 60. Posisi <i>strut</i> stent dan pola kecepatan aliran Stent Bi .....	96
Gambar 61. Posisi <i>strut</i> stent dan pola kecepatan aliran Stent Ul.....	96
Gambar 62. Posisi <i>strut</i> stent dan pola kecepatan aliran Stent Pr .....	96
Gambar 63. Posisi <i>strut</i> stent dan pola kecepatan aliran Stent Cr.....	96
Gambar 64. Posisi <i>strut</i> stent dan pola kecepatan aliran Stent Baru.....	97
Gambar 65. Grafik hubungan antara Rasio (luas permukaan <i>strut</i> : luas seluruh permukaan sel) dengan Persentase luas dinding pembuluh darah ...	99
Gambar 66. Plot garis antara Rasio (luas permukaan <i>strut</i> : luas seluruh permukaan sel) dengan Persentase luas dinding pembuluh darah .	100

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Daftar penelitian pola aliran di percabangan pembuluh darah.....	11
Tabel 2. Perbedaan <i>Yield stress</i> dari bahan stent yang berbeda.....	30
Tabel 3. Distribusi pemakaian stent koroner komersial di tahun 2016.....	65
Tabel 4. Karakteristik dasar faktor desain geometri stent komersial.....	69
Tabel 5. Faktor dan level dari Formula desain geometri stent.....	75
Tabel 6. Formula desain terpilih berdasarkan metode Taguchi ( <i>orthogonal array</i> ) .....	75
Tabel 7. Respon luas area dengan target TGD optimal.....	87
Tabel 8. SNR dari variabel respon.....	88
Tabel 9. PCR-SNR dari setiap repon di setiap rekayasa.....	89
Tabel 10. PCR TOPSIS dari setiap rekayasa.....	90
Tabel 11. Perhitungan ANOVA dari hasil PCR-TOPSIS dan Kontribusi setiap faktor desain geometri.....	91
Tabel 12. SNR masing-masing respon di setiap level.....	93
Tabel 13. Perbandingan nilai TGD dan persentase luas area TGD optimal.....	97
Tabel 14. Rasio (luas permukaan <i>strut</i> : luas seluruh permukaan sel).....	97

## DAFTAR SINGKATAN

ACC	: <i>American College of cardiology</i>
ADF	: <i>Analisa Dinamik Fluida</i>
AHA	: <i>American Heart Association</i>
BPK	: <i>Bedah Pintas Koroner</i>
CAD	: <i>Coronary Artery Disease</i>
CO-Cr	: <i>Cobalt Chromium</i>
CRP	: <i>C-Reactive Protein</i>
DMB	: <i>Distal Main Branch</i>
EKG	: <i>Elektrokardiografi</i>
FDA	: <i>Fluid Dynamic Analysis</i>
ICAM	: <i>Intercellular Adhesion Molecule</i>
IL	: <i>Interleukin</i>
IKP	: <i>Intervensi Koroner Perkutaneus</i>
IVUS	: <i>Intra Vascular Ultra Sonography</i>
LAD	: <i>Left Anterior Descendent</i>
LDL	: <i>Low Density Lipoprotein</i>
MCP	: <i>Monocyte chemoattractant protein</i>
MMP	: <i>Matrix metalloproteinase</i>
OA	: <i>Orthogonal Array</i>
PCI	: <i>Percutaneous Coronary Intervention</i>
PCR	: <i>Process Capability Ratio</i>
PDGF	: <i>Platelet-derived growth factor</i>
PJK	: <i>Penyakit Jantung Koroner</i>
PMB	: <i>Proximal Main Branch</i>
POBA	: <i>Plain Old Balloon Aangioplasty</i>
PTCA	: <i>Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty</i>
PUS	: <i>Penyempitan Ulang Stent</i>
QCA	: <i>Quantitative Coronary Angiography</i>
ROS	: <i>Reactive Oxygen Species</i>
SB	: <i>Side Branch</i>
SNR	: <i>Signal to Noise Ratio</i>
SS	: <i>Shear Stress</i>
TAP	: <i>T-stenting and small Protrusion</i>
TGD	: <i>Tegangan Geser Dinding</i>
TGF	: <i>Transforming growth factor</i>
TIMI	: <i>Thrombolysis In Myocardial Inarction</i>
TNF	: <i>Tumor necrosis factor</i>



- TOPSIS : *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*  
TKP : Tingkat Kesiapan Teknologi  
TS : Trombosis Stent  
TT : Tegangan-tekanan  
TVR : *Target Vessel Revascularization*  
VCAM : *Vascular Cellular Adhesion Molecule*  
WSS : *Wall Shear Stress*