

**ANALISIS NUMERIK ALIRAN DARAH PADA PENYEMPITAN  
PEMBULUH DARAH ARTERI MENGGUNAKAN  
METODE VOLUME HINGGA**

**SKRIPSI**

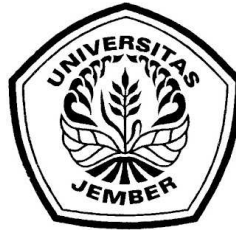
Oleh

**AHMAD SUFYAN ZAURI**

**NIM 100210101048**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2014**



**ANALISIS NUMERIK ALIRAN DARAH PADA PENYEMPITAN  
PEMBULUH DARAH ARTERI MENGGUNAKAN  
METODE VOLUME HINGGA**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Pendidikan Matematika (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Pendidikan

Oleh

**AHMAD SUFYAN ZAURI**

**NIM 100210101048**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2014**

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, serta sholawat atas Nabi Muhammad S.A.W, kupersembahkan rasa terima kasihku yang terdalam kepada:

1. Ayah Ahmad Saidi dan Ibu Musyarrofah, yang senantiasa mengalirkan rasa cinta, kasih sayang serta cucuran keringat dan doa yang tiada pernah putus serta adikku Ifadatullailiyah yang senantiasa memberi semangat;
2. Bapak Prof. Drs. Dafik, M.Sc, Ph.D dan Arif Fatahillah, S.Pd., M.Si selaku pembimbing skripsi yang dengan sabar telah memberikan ilmu dan bimbingan selama menyelesaikan skripsiku;
3. Almamater Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
4. Guru-guru ngaji dan sekolah sejak SD sampai SMA serta dosen-dosen yang selalu mendidik dengan kasih sayang;
5. Teman-teman pengurus HMPS Pendidikan Matematika MSC dan anggota Bidang 3 MSC yang telah memberikan pengalaman luar biasa;
6. kakak-kakakku di FKIP Matematika: (mas Joni, mas Gangga, mas Hasan, dan lainnya), sahabat FKIP Matematika: (Rauf, Qudtsi, Zahro, Banina, Ayu, Yayuk, Ulin, Nilna, Ipung, Yoanda, Sugeng, Yudi dan yang lainnya), terima kasih atas dorong semangat, canda tawa semasa kuliah dan bantuannya selama masa proses penyelesaian skripsiku;
7. Teman terdekatku Arnasyitha Yulianti Soelistya yang senantiasa membantuku dan selalu memberi semangat serta doa.

## HALAMAN MOTTO

وَمَنْ يَتَّقِ اللَّهَ يَجْعَلْ لَهُ مَخْرَجًا . وَيَرْزُقْهُ مِنْ حَيْثُ لَا يَحْتَسِبُ

”Barangsiapa bertakwa kepada Allah niscaya Dia akan mengadakan baginya jalan keluar. Dan memberinya rezki dari arah yang tiada disangka-sangkanya.”  
(QS. Ath Thalaq [65]: 2-3)

مَنْ سَلَكَ طَرِيقًا يَلْتَمِسُ فِيهِ عِلْمًا سَهَّلَ اللَّهُ لَهُ بِهِ طَرِيقًا إِلَى الْجَنَّةِ

”Barang siapa berjalan untuk menuntut ilmu, maka Allah akan memudahkan baginya jalan ke surga”  
(HR. Muslim)

”Kegagalan juga menyenangkan, hiduplah dengan kepercayaan bahwa cobaan itu berguna untuk menempa diri”  
(Masashi Kishimoto)

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Sufyan Zauri

NIM : 100210101048

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul "*Analisis Numerik Aliran Darah Pada Penyempitan Pembuluh Darah Arteri Menggunakan Metode Volume Hingga*" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada instansi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Desember 2014

Yang menyatakan,

Ahmad Sufyan Zauri

NIM 100210101048

# SKRIPSI

## ANALISIS NUMERIK ALIRAN DARAH PADA PENYEMPITAN PEMBULUH DARAH ARTERI MENGGUNAKAN METODE VOLUME HINGGA

Oleh

AHMAD SUFYAN ZAURI

NIM 100210101048

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama	: Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.
Dosen Pembimbing Anggota	: Arif Fatahillah, S.Pd., M.Si.

## HALAMAN PENGAJUAN

# ANALISIS NUMERIK ALIRAN DARAH PADA PENYEMPITAN PEMBULUH DARAH ARTERI MENGGUNAKAN METODE VOLUME HINGGA

## SKRIPSI

diajukan untuk dipertahankan di depan Tim Penguji sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dengan Program Studi Pendidikan Matematika pada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Oleh:

Nama : Ahmad Sufyan Zauri  
NIM : 100210101048  
Tempat dan Tanggal Lahir : Jember, 15 Juni 1992  
Jurusan / Program : Pendidikan MIPA / P. Matematika

Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.  
NIP.19680802 199303 1 004

Arif Fatahillah, S.Pd., M.Si.  
NIP.19820529 200912 1 003

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul "*Analisis Numerik Aliran Darah Pada Penyempitan Pembuluh Darah Arteri Menggunakan Metode Volume Hingga*" telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Kamis, 18 Desember 2014

tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Dr. Susanto, M.Pd, M.Kes  
NIP.19630616 198802 1 001

Arif Fatahillah, S.Pd., M.Si  
NIP.19820529 200912 1 003

Anggota 1,

Anggota 2,

Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D  
NIP.19680802 199303 1 004

Susi Setiawani, S.Si., M.Sc  
NIP.19700307 199512 2 001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Jember

Prof. Dr. Sunardi, M.Pd.  
NIP.19540501 198303 1 005



## RINGKASAN

**ANALISIS NUMERIK ALIRAN DARAH PADA PENYEMPITAN PEMBULUH DARAH ARTERI MENGGUNAKAN METODE VOLUME HINGGA**, Ahmad Sufyan Zauri, 100210101048, 2014, 77 Halaman. Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

Matematika merupakan ilmu yang mendasari pengembangan ilmu-ilmu lainnya. Hal ini dikarenakan pada sebagian disiplin ilmu tertentu, matematika sering digunakan untuk membantu dalam menyelesaikan berbagai permasalahan. Matematika sangat erat kaitannya pada bidang kesehatan. Adapun dalam hal ini yaitu mengenai aliran darah pada penyempitan pembuluh darah arteri. Pembuluh nadi atau arteri, yaitu pembuluh yang mengangkut darah dari jantung ke seluruh tubuh.

Penyempitan pembuluh darah yaitu terbentuknya bercak seperti bubuk yang terdiri dari penumpukan lemak kolesterol pada lapisan intima lumen pembuluh darah. Keadaan ini akan mengakibatkan terjadinya penebalan pada dinding pembuluh darah dan hilangnya elastisitas arteri, disertai perubahan degenerasi lapisan media dan intima. Pada bagian tengah bercak terdapat gumpalan yang mengandung lemak. Bercak berlemak dengan inti besar yang disebut atheroma, menonjol ke dalam lumen pembuluh darah, dapat menyumbat aliran darah dan akhirnya menimbulkan komplikasi yang serius (Lumongga, 2007:1). Perkembangan dari penyempitan ini dapat menyebabkan gangguan peredaran darah yang serius, dimana perilaku aliran darah sangat berbeda dari keadaan arteri normal.

Dari latar belakang tersebut maka dilakukan penelitian yang memiliki tujuan untuk mengetahui model matematika penyempitan pembuluh darah arteri dengan menggunakan metode volume hingga, menganalisis pengaruh ketebalan gumpalan lemak terhadap kecepatan aliran darah, menganalisis pola kecepatan aliran darah pada daerah penyempitan, dan untuk mengetahui efektivitas metode volume hingga dalam menganalisis masalah penyempitan pembuluh darah arteri.

Tahapan kegiatan penelitian meliputi, pertama, menentukan model matematika penyempitan pembuluh darah arteri. Tahapan ini meliputi studi pustaka penyempitan pembuluh darah arteri kemudian membuat model dengan peninjauan perubahan momentum dan kontinuitas massa dengan menggunakan Metode Volume Hingga. Kedua, menentukan diskritisasi model matematika penyempitan pembuluh darah arteri. Ketiga, membuat program matematika penyempitan pembuluh darah arteri dengan MATLAB serta visualisasi pola kecepatan aliran darah pada penyempitan pembuluh darah arteri dengan FLUENT.

Hasil penelitian disimpulkan sebagai berikut:

1. model matematika penyempitan pembuluh darah arteri adalah persamaan yang diselesaikan dengan metode volume hingga dimana persamaan tersebut adalah merupakan persamaan yang dinyatakan pada persamaan momentum dan kontinuitas massa. Berikut ini adalah persamaannya.

$$\phi_w \rho \Delta t (u - 1) + \phi_e \rho \Delta t (1 - u) = -p \Delta t + 2\mu \frac{u}{\Delta x} \Delta t \quad (1)$$

dimana,

$$p = \frac{Q8\eta l}{\pi r^4} \quad (2)$$

2. pada penyempitan pembuluh darah arteri, semakin tebal bercak gumpalan lemak maka peningkatan kecepatan aliran darah juga semakin besar, peningkatan ini hanya berlaku pada ketebalan gumpalan lemak kurang dari 50% diameter arteri.
3. pada penyempitan pembuluh darah arteri, kecepatan aliran darah pada daerah gumpalan lemak akan berubah menjadi tidak stabil, perubahan kecepatan aliran dibawah atau diatas kecepatan darah normal akan mengakibatkan kecepatan aliran darah pada bagian pembuluh darah lainnya juga menjadi tidak stabil.
4. persamaan penyempitan pembuluh darah arteri adalah model yang efektif dalam menyelesaikan pengaruh ketebalan gumpalan lemak dan perubahan kecepatan aliran darah. dengan tingkat toleransi kesalahan perhitungan 0,0001.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Analisis Numerik Aliran Darah Pada Penyempitan Pembuluh Darah Arteri Menggunakan Metode Volume Hingga. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya atas bantuan dan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini, terutama kepada yang terhormat:

1. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
3. Ketua Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
4. Ketua Laboratorium Matematika Program Studi Pendidikan Matematika Jurusan Pendidikan MIPA FKIP;
5. Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
6. Dosen Pembahas dan Dosen Penguji yang telah memberikan masukan demi kesempurnaan skripsi ini;
7. Semua pihak yang telah membantu baik tenaga maupun pikiran dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Desember 2014

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> . . . . .	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> . . . . .	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> . . . . .	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> . . . . .	iv
<b>HALAMAN BIMBINGAN</b> . . . . .	v
<b>HALAMAN PENGAJUAN</b> . . . . .	vi
<b>PENGESAHAN</b> . . . . .	vii
<b>RINGKASAN</b> . . . . .	viii
<b>KATA PENGANTAR</b> . . . . .	x
<b>DAFTAR ISI</b> . . . . .	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> . . . . .	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> . . . . .	xvi
<b>DAFTAR LAMBANG</b> . . . . .	xvii
<b>1 PENDAHULUAN</b> . . . . .	1
1.1 Latar Belakang . . . . .	1
1.2 Rumusan Masalah . . . . .	3
1.3 Batasan Masalah . . . . .	3
1.4 Tujuan Penelitian . . . . .	4
1.5 Manfaat Penelitian . . . . .	5
<b>2 TINJAUAN PUSTAKA</b> . . . . .	6
2.1 Model Matematika dan Pemodelan Matematika . . . . .	6
2.2 Fluida . . . . .	8
2.2.1 Jenis-jenis Fluida . . . . .	8
2.2.2 Jenis-Jenis Aliran Fluida . . . . .	9
2.3 Darah . . . . .	11
2.4 Sistem Peredaran Darah pada Manusia . . . . .	11
2.4.1 Organ-Organ Peredaran Darah pada Manusia . . . . .	12
2.5 Penyempitan Pembuluh Darah Arteri . . . . .	16
2.6 Metode Volume Hingga . . . . .	19

2.6.1	Persamaan Momentum . . . . .	22
2.6.2	Kontinuitas Massa . . . . .	23
2.7	<b>Teknik Diskritisasi <i>Quadratic Upwind Interpolation Con-</i></b> <b><i>fective Kinematics (QUICK)</i></b> . . . . .	24
2.8	<b>Algoritma dan Pemrograman</b> . . . . .	26
2.8.1	MATLAB ( <i>Matrix Laboratory</i> ) . . . . .	27
2.8.2	Metode Gauss-Seidel . . . . .	28
2.8.3	GALAT . . . . .	31
2.9	<b><i>Computational Fluid Dynamics (CFD)</i></b> . . . . .	34
<b>3</b>	<b>METODE PENELITIAN</b> . . . . .	42
3.1	<b>Jenis Penelitian</b> . . . . .	42
3.2	<b>Prosedur Penelitian</b> . . . . .	42
3.2.1	Studi Pustaka . . . . .	44
3.2.2	Mengumpulkan Data Penyempitan Pembuluh Darah Arteri	44
3.2.3	Menyelesaikan Model Matematika . . . . .	44
3.2.4	Melakukan Diskritisasi Metode QUICK . . . . .	44
3.2.5	Membuat Algoritma dan Pemrograman MATLAB . . . . .	44
3.2.6	<i>Running</i> Program dan Proses Iterasi . . . . .	44
3.2.7	Tabel dan Grafik Aliran Darah Pada Penyempitan Pembu- luh Darah Arteri . . . . .	44
3.2.8	Membuat Bentuk Geometri dan Menentukan Kondisi Batas pada GAMBIT . . . . .	44
3.2.9	<i>Running</i> Program dan Proses Iterasi FLUENT . . . . .	45
3.2.10	Gambar Simulasi Aliran dan Grafik Konvergensi . . . . .	45
3.2.11	Analisis dan Validasi . . . . .	45
3.2.12	Analisis Hasil . . . . .	45
3.2.13	Kesimpulan . . . . .	45
3.3	<b>Tempat Penelitian</b> . . . . .	45
3.4	<b>Definisi Operasional</b> . . . . .	45
3.5	<b>Metode Pengumpulan Data</b> . . . . .	46
3.6	<b>Data dan Analisis Data</b> . . . . .	47

<b>4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b> . . . . .	49
4.1 Persamaan Matematika Penyempitan Pembuluh Darah Arteri . .	49
4.1.1 Pembuktian Persamaan Momentum . . . . .	50
4.1.2 Pembuktian Persamaan Kontinuitas Massa . . . . .	52
4.2 Diskritisasi Model Matematika Penyempitan Pembuluh Darah Arteri Menggunakan Metode Volume Hingga Dengan Teknik Diskritisasi <i>QUICK</i> . . . . .	53
4.3 Bentuk Matriks $n \times n$ Hasil Diskritisasi Model Matematika Penyempitan Pembuluh Darah Arteri Menggunakan Metode Volume Hingga dengan Teknik Diskritisasi <i>QUICK</i> . . . . .	57
4.4 Efektivitas Metode Volume Hingga dengan Menggunakan <i>Error Relatif</i> dalam Penyempitan Pembuluh Darah Arteri . . . . .	60
4.4.1 Format <i>Programming</i> . . . . .	60
4.4.2 Penggunaan <i>Error Relatif</i> pada Metode Volume Hingga . .	62
4.4.3 Simulasi Pemodelan . . . . .	62
4.5 Analisis dan Pembahasan . . . . .	62
4.5.1 Komputasi MATLAB . . . . .	63
4.5.2 Visualisasi Simulasi FLUENT . . . . .	72
4.5.3 Analisis Efektivitas Metode Volume Hingga Pada Penyempitan Pembuluh Darah Arteri . . . . .	76
<b>5 KESIMPULAN DAN SARAN</b> . . . . .	77
5.1 Kesimpulan . . . . .	77
5.2 Saran . . . . .	78
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> . . . . .	79
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b>	
<b>A. FORMAT <i>PROGRAMMING</i> MATLAB</b> . . . . .	82
<b>B. HASIL SIMULASI DENGAN METODE BIASA</b> . . . . .	92
<b>C. HASIL SIMULASI DENGAN METODE GAUSS-SEIDEL</b> . .	96
<b>D. ITERASI DAN TOLERANSI METODE GAUSS-SEIDEL</b> . .	100
<b>E. PERHITUNGAN <i>ERROR</i> RELATIF</b> . . . . .	112

## DAFTAR GAMBAR

2.1	Proses Pemodelan . . . . .	8
2.2	Fluida Cair . . . . .	9
2.3	Fluida Gas . . . . .	9
2.4	Aliran Laminar . . . . .	10
2.5	Aliran Turbulen . . . . .	10
2.6	Jantung . . . . .	13
2.7	Sistem Peredaran Darah . . . . .	14
2.8	(a)Arteri, (b)Arteriol, (c)Kapiler . . . . .	15
2.9	Vena . . . . .	15
2.10	Perbedaan Pembuluh Darah Sehat dan Tidak Sehat . . . . .	17
2.11	Proses Penyempitan Pembuluh Darah . . . . .	18
2.12	Geometri Penyempitan Pembuluh Darah . . . . .	19
2.13	Sel Vertex . . . . .	20
2.14	Sel Pusat . . . . .	20
2.15	Model Volume Kendali Dua Dimensi . . . . .	21
2.16	Bagan Volume Kendali . . . . .	22
2.17	Bagan Kendali Persamaan Momentum . . . . .	23
2.18	Bagan Kendali Persamaan Massa . . . . .	24
2.19	Diskritisasi QUICK . . . . .	25
2.20	Tampilan MATLAB . . . . .	27
2.21	Tampilan GAMBIT . . . . .	37
2.22	Tampilan FLUENT . . . . .	38
3.1	Bagan Alur penelitian . . . . .	43
4.1	Bagan Kendali Persamaan Momentum . . . . .	50
4.2	Bagan Kendali Persamaan Massa . . . . .	52
4.3	Skema Diskritisasi Penyempitan Pembuluh Darah Arteri . . . . .	58
4.4	Grafik Kecepatan Aliran dengan Ketebalan 0,2 <i>cm</i> , 0,3 <i>cm</i> dan 0,4 <i>cm</i> . . . . .	65

4.5	Grafik Kecepatan Aliran dengan Kecepatan Awal $0,8\text{ cm/s}$ , $1\text{ cm/s}$ , dan $1,2\text{ cm/s}$ . . . . .	67
4.6	Perbesaran Gambar 4.5 pada Titik 18 sampai Titik 32 . . . . .	68
4.7	Grafik Kecepatan Aliran dengan Kecepatan Awal $1\text{ cm/s}$ . . . . .	68
4.8	Grafik Kecepatan Aliran dengan Kecepatan Awal $1,5\text{ cm/s}$ . . . . .	69
4.9	Grafik Kecepatan Aliran dengan Kecepatan Awal $0,5\text{ cm/s}$ . . . . .	70
4.10	Grafik Kecepatan Aliran dengan Ketebalan Berbeda Metode Gauss- Seidel . . . . .	71
4.11	Grafik Kecepatan Aliran dengan Kecepatan Awal Berbeda Metode Gauss-Seidel . . . . .	71
4.12	Visualisasi Kecepatan Aliran Darah Arteri normal . . . . .	72
4.13	Visualisasi Kecepatan Aliran Darah dengan ketebalan lemak $0,2\text{ cm}$ . . . . .	73
4.14	Visualisasi Kecepatan Aliran Darah dengan ketebalan lemak $0,3\text{ cm}$ . . . . .	73
4.15	Visualisasi Kecepatan Aliran Darah dengan ketebalan lemak $0,4\text{ cm}$ . . . . .	74
4.16	Grafik Kecepatan Aliran Penyempitan Pembuluh Darah Arteri . . . . .	75



## DAFTAR TABEL

2.1	Tabel Penggunaan CFD Menggunakan Metode Volume Hingga Beserta visualisi <i>Software</i> FLUENT . . . . .	39
B.1	Tabel Hasil Simulasi Kecepatan Aliran dengan Ketebalan Lemak Berbeda Metode Biasa . . . . .	92
B.2	Tabel Hasil Simulasi Kecepatan Aliran dengan Kecepatan Awal Berbeda Metode Biasa . . . . .	94
C.1	Tabel Hasil Simulasi Kecepatan Aliran dengan Ketebalan Lemak Berbeda Metode Gauss-Seidel . . . . .	96
C.2	Tabel Hasil Simulasi Kecepatan Aliran dengan Kecepatan Awal Berbeda Metode Gauss-Seidel . . . . .	98
D.1	Tabel Iterasi dan Toleransi Operasi MATLAB Kecepatan Aliran Darah dengan Kecepatan Awal 1 cm/s dan Ketebalan Lemak 0,2 cm Metode Gauss-Seidel . . . . .	100
D.2	Tabel Iterasi dan Toleransi Operasi MATLAB Kecepatan Aliran Darah dengan Kecepatan Awal 1 cm/s dan Ketebalan Lemak 0,3 cm Metode Gauss-Seidel . . . . .	102
D.3	Tabel Iterasi dan Toleransi Operasi MATLAB Kecepatan Aliran Darah dengan Kecepatan Awal 1 cm/s dan Ketebalan Lemak 0,4 cm Metode Gauss-Seidel . . . . .	104
D.4	Tabel Iterasi dan Toleransi Operasi MATLAB Kecepatan Aliran Darah dengan Kecepatan Awal 0,8 cm/s dan Ketebalan Lemak 0,2 cm Metode Gauss-Seidel . . . . .	106
D.5	Tabel Iterasi dan Toleransi Operasi MATLAB Kecepatan Aliran Darah dengan Kecepatan Awal 1,2 cm/s dan Ketebalan Lemak 0,2 cm Metode Gauss-Seidel . . . . .	109
E.1	Tabel Perhitungan <i>Error</i> Relatif . . . . .	112

## DAFTAR LAMBANG

$Q$	=	debit
$p$	=	tekanan
$r$	=	jari-jari
$\eta$	=	kekentalan cairan
$l$	=	panjang saluran
$R(z)$	=	jari-jari pada penyempitan
$R(0)$	=	jari-jari arteri normal
$\delta s$	=	perubahan ketebalan maksimum gumpalan
$L$	=	panjang arteri
$L_0$	=	panjang awal penyempitan
$z$	=	arah aliran
$d$	=	lokasi penyempitan
$\Sigma F$	=	resultan Gaya
$x$	=	sumbu x
$t$	=	waktu
$\frac{\partial}{\partial x}$	=	derivatif terhadap x
$\frac{\partial}{\partial t}$	=	derivatif terhadap t
$\rho$	=	massa jenis
$u$	=	komponen kecepatan pada sumbu u
$\mu$	=	koefisien gesek
$\phi_e$	=	kontrol permukaan <i>east</i> atau timur
$\phi_w$	=	kontrol permukaan <i>west</i> atau barat
$\Delta x$	=	perubahan sumbu x
$\Delta t$	=	perubahan waktu