

Edisi Pertama

Metode Numerik

I Wayan Sudiarta



Metode Numerik

Penulis: I Wayan Sudiarta

Halaman awal: 16

Halaman isi: 382 hlm.

Ukuran buku: 148×210 mm

Tata letak buku ini dibuat dengan L^AT_EX

MikTeX 2019, editor TeXMaker dan Jupyter Notebook

website: <http://fisika.unram.ac.id/sudiarta>

[https://github.com/wayansudiarta/
metodenumerik](https://github.com/wayansudiarta/metodenumerik)

surel: wayan.sudiarta@unram.ac.id

©Copyleft.

Sebagai pengabdian kepada masyarakat Indonesia dan Dunia, pembaca dapat mencetak atau menyalin sebagian atau seluruh buku ini dalam bentuk elektronis maupun cetak tanpa izin tertulis dari penulis. Mohon etika ilmiah tetap dijaga dan plagiasi dihindari. Dilarang mengomersialkan buku ini tanpa izin penulis.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ISBN: 978-602-0756-47-9

Penerbit: Arga Puji Press

Made Xandy, Gede Arvin dan Mahasiswa Indonesia

Kata Pengantar

"All life is problem solving."

– *Karl Popper*

"What I cannot create, I do not understand."

– *Richard Feynman*

Buku ini berawal dari modul-modul yang diberikan pada mata kuliah (MK) Metode Numerik di Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Mataram. Modul-modul ini kemudian dikembangkan dengan tambahan bahasa pemrograman Python dan dokumen interaktif Jupyter Notebook.

Penjelasan pada buku ini telah diusahakan sesederhana mungkin dan metode atau prosedur perhitungan numerik yang digunakan dapat diikuti dengan mudah. Agar lebih fokus pada proses perhitungan numerik, penurunan persamaan numerik hanya diberikan untuk

kasus-kasus sederhana. Penurunan persamaan numerik lainnya diberikan sebagai latihan atau dapat dibaca di buku numerik lebih lanjut. Buku ini lebih difokuskan pada keahlian mahasiswa dalam penerapan metode numerik untuk aplikasi di berbagai bidang.

Sepuluh tahun yang lalu, pada awal penulis mengajar MK Metode Numerik, perhitungan numerik menggunakan bahasa pemrograman C yang telah diajarkan pada MK Pemrograman Komputer. Sebagai upaya menambah pengetahuan dan keahlian mahasiswa serta mempertimbangkan aplikasi metode numerik, tambahan bahasa Matlab (atau Octave) juga diajarkan. Memperhatikan perkembangan bahasa pemrograman untuk pengolahan data dan ketersediaan program yang gratis serta modul atau *package* tambahannya yang banyak, pada beberapa tahun terakhir bahasa pemrograman Python digunakan secara penuh. Sebagai penunjang komputasi, Jupyter Notebook juga digunakan sehingga perhitungan dapat lebih interaktif. Kumpulan dokumen-dokumen Jupyter Notebook yang ada di buku ini dan perbaikan buku ini (*errata*) disediakan pada laman <http://github.com/wayansudiarta/metodenumerik>.

Seperti kutasi dari Feynman di atas, dengan bereksperimen, mencoba, menggunakan bahasa Python dapat mempercepat pemahaman serta penerapannya pada permasalahan-permasalahan nyata.

Mempertimbangkan bahwa konversi penulisan bilangan desimal dari satu program ke program lain membutuhkan usaha yang besar dan ketelitian yang tinggi. Supaya konsisten, pada buku ini, ketetapan tanda titik (.) digunakan sebagai koma dalam penulisan bilangan desimal. Selain itu dalam publikasi ilmiah internasional, tanda titik juga yang paling banyak digunakan.

Buku ini terdiri dari tiga bagian yaitu (1) bagian awal yaitu pada Bab 1-3 mengenai penjelasan secara umum penggunaan metode numerik dan bahasa pemrograman Python serta Jupyter Notebook, (2) bagian matematika dasar untuk metode numerik pada Bab 4 tentang deret dan aproksimasi Taylor yang dibutuhkan pada penurunan persamaan numerik, dan (3) bagian aplikasi Bab-bab setelah bab 4 tentang berbagai metode untuk menyelesaikan permasalahan sederhana kemudian dilanjutkan dengan permasalahan yang lebih kompleks.

Ucapan Terima Kasih

Penulis bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas anugrah kesempatan, semangat beserta keberuntungan yang tiada ternilai.

Penulisan buku ini tentunya tidak bisa dilakukan tanpa bantuan banyak pihak.

Penulis berterima kasih kepada mahasiswa-mahasiswa yang mengikuti Mata Kuliah Metode Numerik yang telah memberikan banyak pertanyaan, komentar dan saran yang membantu penyempurnaan buku ini. Penulis mengucapkan terimakasih kepada Fatmawati yang telah membantu koreksi penulisan buku ini.

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada rekan-rekan dosen Fisika Fakultas MIPA Universitas Mataram yang meluangkan waktu untuk membanca buku ini dan juga memberikan masukan.

Penulis berterimakasih tiada nilainya kepada kedua orang tua yang telah memberikan kasih sayang dan

kebebasan berkreasi sehingga penulis dapat menuntut ilmu dengan baik.

Penulis berterima kasih kepada istri dan anak-anak tercinta yang selalu memberi semangat dan waktu luang selama mengerjakan buku ini.

Terima kasih semua,

Penulis

Biografi Penulis

I Wayan Sudiarta. Dari SD sampai SMA, saya sekolah di Mataram. Kemudian saya berkesempatan melanjutkan studi di Universitas Gadjah Mada (Yogyakarta), RMIT University (Melbourne), University of Sydney (Sydney) dan Dalhousie University (Halifax). Saya selanjutnya bekerja di Dalhousie University sebagai Post-Doc dan Research Fellow. Saya kemudian mengabdikan sebagai dosen di Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Mataram.



Sejak di bangku sekolah SMA kelas tiga saya mulai tertarik dengan dunia komputasi dengan mempelajari penyelesaian metode numerik untuk mendapatkan akar suatu fungsi dan integral secara numerik. Secara khususnya pada waktu itu saya tertarik dengan metode Gauss-Legendre, yang secara elegan dan aku-

rat mendapatkan nilai integral menggunakan hitungan dengan jumlah sedikit. Sejak itu berkenalan dengan dunia komputer, bahasa pemrograman Basic, kemudian sejak di Universitas dengan bahasa pemrograman Bahasa C, Matlab, Maple dan Mathematica. Semua ini telah mengubah pandangan atau memberikan jalan berbeda dalam menyelesaikan masalah di samping metode matematika analitis.

Sampai saat ini Penulis masih terus belajar mengembangkan dan menerapkan metode numerik beserta pemrogramannya untuk kebutuhan pengajaran dan penelitian serta pengabdian kepada masyarakat.

Daftar Isi

Pengantar	iii
Ucapan Terima Kasih	vii
Biografi Penulis	ix
Daftar Isi	xi
1 Pendahuluan	1
2 Pengenalan Bahasa Python	7
2.1 Instalasi dan Penggunaan Python . . .	9
2.2 Program Sederhana Hello World	13
2.3 Python Sebagai Kalkulator	14
2.4 Komentar	17
2.5 Tipe Data	18
2.6 Penggunaan Modul, Fungsi import . .	18
2.7 Fungsi input	21
2.8 Fungsi print	22
2.9 Indentasi	22

2.10	Variabel	25
2.11	<i>List</i>	25
2.12	<i>Tuple</i>	26
2.13	Perulangan	26
2.14	Array Dimensi Dua	31
2.15	Modul NumPy	32
2.16	Percabangan if	33
2.17	Membuat Fungsi	34
2.18	Input dan Output File	35
2.19	Modul Matplotlib	35
2.20	Instalasi Modul	37
2.21	Modul Numpy, Scipy, Sympy, dan Ma- tplotlib	37
3	Pengenalan Jupyter Notebook	39
3.1	Instalasi Jupyter Notebook	40
3.2	Penulisan Format Markdown	43
4	Aproksimasi Taylor	49
4.1	Deret dan Polinom Taylor	50
4.2	Metode Horner	58
	Ringkasan	62
4.3	Aplikasi Pendekatan Taylor	62
4.4	Penggunaan Python	71
	Soal-Soal	75
5	Sistem Bilangan, Floating Point dan Kesalahan Hitung	77

5.1	Sistem Bilangan	78
5.2	Bilangan Floating Point	84
5.3	Kesalahan, Galat	89
5.4	Penggunaan Python	92
	Soal-Soal	98
6	Interpolasi	101
6.1	Metode Lagrange	104
6.2	Metode Newton	108
6.3	Kesalahan Interpolasi	113
6.4	Fenomena Runge	114
6.5	Penggunaan Python	114
	Soal-Soal	127
7	Regresi atau Pencocokan Kurva	129
7.1	Teori	130
7.2	Regresi Linier	132
7.3	Regresi Fourier	136
	Soal-Soal	140
8	Turunan Numerik	143
8.1	Turunan Pertama	147
8.2	Turunan Kedua	152
8.3	Metode Integral Cauchy	152
8.4	Problem Solving	153
8.5	Penggunaan Python	158
8.6	Perbandingan Kesalahan Turunan Numerik	162

8.7	Rumus-Rumus Turunan Numerik . . .	164
	Soal-Soal	165
9	Integrasi Numerik	171
9.1	Metode Trapesium	175
9.2	Metode Simpson	177
9.3	Metode Gauss-Legendre	180
9.4	Rumus Newton-Cotes	183
9.5	Problem Solving	186
9.6	Penerapan Pemrograman Python . . .	189
	Soal-Soal	194
10	Persamaan Nonlinier	197
10.1	Metode titik tetap	198
10.2	Metode Bisection	200
10.3	Metode Newton-Raphson	203
10.4	Metode Sekan	207
10.5	Metode Regula-Falsi	209
10.6	Penggunaan Python	211
	Soal-Soal	224
11	Sistem Persamaan Linier	225
11.1	Metode Eliminasi Gauss Dengan Subs- titusi Kembali	229
11.2	Metode Iterasi	233
11.3	Penggunaan Python	237
12	Optimasi	257

12.1 Fungsi Satu Variabel	257
12.2 Fungsi Dua Variabel	260
12.3 Fungsi Tiga Variabel atau Lebih . . .	261
12.4 Penggunaan Python	262
Soal-Soal	273
13 Persamaan Diferensial Biasa	275
13.1 Metode Euler	277
13.2 Metode Heun	278
13.3 Metode Taylor	282
13.4 Metode Runge-Kutta	286
13.5 Sistem Persamaan Diferensial Biasa . .	292
13.6 Penggunaan Python	294
Soal-Soal	301
14 Analisis Fourier	303
14.1 Fungsi Sin dan Cos	303
14.2 Deret Fourier	306
14.3 Transformasi Fourier	314
14.4 Aplikasi Transformasi Fourier untuk Analisis Bunyi	322
Soal-Soal	325
15 Persamaan Diferensial Parsial	327
15.1 Persamaan Tanpa Dimensi	330
15.2 Persamaan Difusi	334
15.3 Persamaan Laplace	341
15.4 Persamaan Gelombang	350

16 Persamaan Eigen	357
16.1 Matriks 2×2	357
16.2 Metode Pangkat	361
16.3 Penggunaan Python	362
16.4 Penggunaan Python Untuk Solusi Per- samaan Schrödinger 1D	366
17 Daftar Pustaka	381

ISBN 978-602-0756-47-9



Penerbit ARGA PUJI PRESS
Jl. Berlian Raya, Klaster Rinjani 11, BSA 2,
Belencong, Gunung Sari, Lombok Barat NTB
e-mail: sasakrengganis@gmail.com
web site: www.argapuji.com