

PEMODELAN MATEMATIS DAN
PENYELESAIAN NUMERIS
DALAM **TEKNIK KIMIA**
DENGAN PEMROGRAMAN
BAHASA MATLAB

Wahyudi Budi Sediawan

Agus Prasetya

Takdir Syarif



GADJAH MADA UNIVERSITY PRESS

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
BAB 2 <i>CHEMICAL ENGINEERING TOOLS</i>	7
2.1 Neraca Massa (<i>Material Balance</i>).....	7
2.2 Neraca Energi (<i>Energy Balance</i>).....	8
2.3 Kesetimbangan (<i>Equilibrium</i>)	9
2.4 Proses-Proses Kecepatan (<i>Rate Processes</i>).....	11
BAB 3 PEMODELAN	19
3.1 Pencampuran dalam Tangki Secara <i>Batch</i> (Neraca Massa)	19
3.2 Penguapan Secara <i>Batch</i> (Neraca Massa dan Kesetimbangan).....	21
3.3 Absorpsi Gas dengan Penggelembungan dalam Cairan (Neraca Massa dan Kesetimbangan).....	22
3.4 Biodegradasi Zat Organik dalam Sungai (Neraca Massa, Kesetimbangan dan Proses-Proses Kecepatan).....	24
3.5 Distribusi Suhu Batang di Udara (Neraca Panas dan Proses Kecepatan)	27
3.6 Difusi dan Reaksi Kimia dalam Katalisator Padat Berbentuk Bola Berpori (Neraca Massa dan Proses Kecepatan).....	29
3.7 Reaksi Homogen Fasa Cair dalam Tangki Berpengaduk yang Bekerja Secara <i>Batch</i> (Neraca Massa, Neraca Panas dan Proses Kecepatan).....	31

3.8	Menara Absorpsi Isotermis (Neraca Massa, Kestimbangan dan Proses Kecepatan).....	33
3.9	Reaksi Heterogen Cair-Cair dalam Tangki Berpengaduk (Neraca Massa, Kestimbangan dan Proses Kecepatan).....	35
3.10	Perpindahan Panas Konduksi <i>Unsteady State</i> Satu Arah dalam <i>Slab</i> (Neraca Panas dan Proses Kecepatan).....	37
3.11	Perpindahan Panas Konduksi <i>Unsteady State</i> 3 Arah pada Koordinat Cartesian dengan <i>Heat Generation</i> (Neraca Panas dan Proses Kecepatan).....	39
3.12	Perpindahan Panas Konduksi <i>Unsteady State</i> 3 Arah pada Koordinat Silinder dengan <i>Heat Generation</i> (Neraca Panas dan Proses Kecepatan).....	40
3.13	Perpindahan Massa dalam Aliran Laminer dalam Pipa (Neraca Massa, Kestimbangan, dan Proses Kecepatan).....	42
3.14	Adsorpsi Pada <i>Fixed Bed Column</i> (Neraca Massa, Kestimbangan, dan Proses Kecepatan).....	44
3.15	Ekstraksi Padat Cair dari Butir-Butir Berbentuk Bola (Neraca Massa, Kestimbangan, dan Proses Kecepatan).....	46
3.16	Pelarutan Butir-Butir Padatan dalam Tangki Berpengaduk yang Bekerja Adiabatis.....	49
3.17	Difusi dan Reaksi Kimia di Sekitar Silinder Panjang.....	50
3.18	Penguapan Butir Cairan Jatuh Bebas di Udara.....	52
3.19	Penguapan Cairan dalam Tabung Tegak.....	55
3.20	Degradasi Sulfida dalam Gas dengan Biofilm	59
BAB 4	PENYELESAIAN NUMERIS.....	65
4.1	Diferensiasi Numeris.....	65
4.2	Integrasi Numeris.....	67
4.3	Mencari Akar Persamaan Nonlinier	72
4.4	Optimasi Satu Variabel dengan Cara <i>Golden Section</i> ..	82
4.5	Optimasi Banyak Variabel dengan Cara <i>Hooke-Jeeves</i>	88
4.6	Penyelesaian Persamaan Linier Simultan.....	95
4.7	Evaluasi Tetapan dalam Persamaan Empiris	105
4.8	Penyelesaian Persamaan Diferensial Ordiner Jenis <i>Initial Value Problem</i>	127
4.9	<i>Finite Difference Approximation</i> untuk Persamaan Diferensial Ordiner	139

	4.10	<i>Finite Difference Approximation</i> untuk Persamaan Diferensial Parsial.....	144
	4.11	Penyelesaian Persamaan Nonlinier Simultan	158
BAB 5		APLIKASI PENDEKATAN MATEMATIS DALAM TEKNIK KIMIA: PEMODELAN DAN PENYELESAIAN NUMERIS	165
	5.1	Pengaliran Fluida Antara Dua Tangki dengan Pompa (Metode <i>Newton-Raphson</i>).....	165
	5.2	Waktu Pengaliran Antara Dua Tangki dengan Pompa (Kombinasi Antara Integrasi Cara Simpson dan Metode <i>Newton-Raphson</i>).....	172
	5.3	Optimasi Suhu Masuk Reaktor Adiabatis, Reaksi Bolak-Balik Eksotermis (Kombinasi Golden-Section dan Simpson's Rule)	179
	5.4	Integrasi Menggunakan Pendekatan Polinomial.....	190
	5.5	Reaktor Tabung Nonadibatis Nonisotermis (Penyelesaian PD Ordiner Simultan dengan Cara Runge-Kutta dan <i>Predictor-Corrector</i>)	193
	5.6	Distribusi Suhu pada <i>Circular Fin</i> (<i>Finite Difference Approximation</i> untuk Penyelesaian PD Ordiner).....	201
	5.7	Pengeringan Silinder (<i>Finite Difference Approximation</i> untuk Penyelesaian PD Parsial).....	207
	5.8	Evaluasi Tetapan Tunggal dalam Model Matematis dengan Kuadrat Terkecil Numeris (Kombinasi antara <i>Golden-Section</i> dan <i>Finite Difference Approximation</i>) .	215
	5.9	Evaluasi Kinetika Reaksi Berdasarkan Data Reaktor <i>Batch</i> Adiabatis (Kombinasi Hooke-Jeeves dan Simpson).....	224
	5.10	<i>Desuperheater</i> dengan Kontak Langsung	238
	5.11	Reaktor Tabung dengan Deaktivasi Katalisator (Kombinasi Runge-Kutta dan Cara Eksplisit).....	252
	5.12	Reaksi Gas-Cair dalam Tangki Berpengaduk.....	267
	5.13	Ekstraksi dari Padatan Berbentuk <i>Slab</i> dalam Tangki Berpengaduk	285
	5.14	Ekstraksi Padat-Cair dalam Kolom <i>Fixed Bed</i>	306
BAB 6		SOAL-SOAL LATIHAN.....	316
BAB 7		CONTOH-CONTOH PROGRAM DALAM BAHASA FORTRAN.....	382
	7.1	Diferensiasi Numeris.....	382
	7.2	Integrasi Numeris Cara Trapezoidal.....	383

7.3	Integrasi Numeris Cara Simpson	385
7.4	<i>Bisection</i>	386
7.5	<i>Newton-Raphson</i> dengan Diferensiasi Analitis.....	389
7.6	<i>Newton-Raphson</i> dengan Diferensiasi Numeris	390
7.7	Optimasi dengan <i>Golden-Section</i>	392
7.8	Optimasi dengan Hooke-Jeeves.....	395
7.9	Persamaan Linier	399
7.10	Regresi Polinomial	401
7.11	Runge-Kutta.....	405
7.12	<i>Finite Difference Approximation</i> untuk Persamaan Diferensial Ordiner	407
7.13	<i>Finite Difference Approximation</i> untuk Persamaan Diferensial Parsial Cara Implisit	410
7.14	Penyelesaian Persamaan Nonlinier Simultan	414
	DAFTAR PUSTAKA.....	419
	INDEKS	421
	TENTANG PENULIS.....	427