

# TEKNOLOGI REAKTOR FUSI NUKLIR DAN PLASMA

Andang Widi Harto



GADJAH MADA UNIVERSITY PRESS

# Daftar Isi

PRAKATA.....	v
Daftar Isi .....	vii
Daftar Gambar .....	xii
Daftar Tabel.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Problem Energi Universal .....	1
B. Sumber Daya Energi Terbarukan dan Batas Penggunaannya .....	6
C. Peran Sumber Daya Energi Nuklir .....	23
D. Urgensi Pengembangan Reaktor Fusi Nuklir .....	29
BAB II <i>REVIEW</i> TENTANG INTI ATOM DAN REAKSI NUKLIR ...	33
A. Konsep Umum Inti Atom .....	33
B. Isotop, Isobar, dan Isoton .....	34
C. Satuan Massa Atom, Pengurangan Massa ( <i>Defect Mass</i> ), dan Energi Ikat ( <i>Binding Energy</i> ) .....	35
D. Reaksi Nuklir dan <i>Q Value</i> .....	38
E. Reaksi Fusi Nuklir dan Reaksi Fisi Nuklir.....	49
BAB III SUMBER DAYA ENERGI FUSI NUKLIR.....	52
A. Konsep Umum.....	52
B. Sumber Daya Energi Fisi Nuklir .....	53

C. Reaksi-Reaksi Fusi Nuklir Eksotermik yang Dapat Berlangsung dengan Menggunakan Nuklida-Nuklida Alamiah.....	55
--	----

BAB IV PEMBANGKITAN DAYA LISTRIK DENGAN REAKSI FUSI NUKLIR.....	87
---	----

A. Konsep Reaktor Fusi Nuklir Pembangkit Daya Listrik secara Umum.....	87
B. Fusi Panas ( <i>Hot Fusion</i> ) dan Fusi Dingin ( <i>Cold Fusion</i> ).....	92
C. Kriteria Lawson ( <i>Lawson Criterion</i> ).....	96
D. Konsep Pengungkungan Plasma .....	101

BAB V REAKTOR FUSI DENGAN PEMICU LASER ( <i>LASER FUSION REACTOR</i> ).....	104
---	-----

A. Penjelasan Umum.....	104
B. Analisis 1 Dimensi untuk Pengungkungan Inersia Fusi Laser.....	108
C. Instabilitas pada Pengungkungan Inersia Fusi Laser .....	119
D. Fusi Laser dengan Pemanasan Tidak Langsung.....	123

BAB VI PENGUNGKUNGAN PLASMA MENGGUNAKAN MEDAN MAGNET.....	128
---	-----

A. Penjelasan Umum Pengungkungan Plasma dengan Medan Magnet .....	128
B. Gerakan Partikel Bermuatan dalam Medan Magnet yang Konstan dan Uniform, Larmor Orbit.....	131
D. Gerakan Partikel Bermuatan dalam Medan Magnet dan Medan Gravitasi yang Keduanya Konstan dan Uniform, <i>Gravitational Drift</i> ...	137
E. Pengaruh Gradien Medan Magnet, $\nabla \vec{B}$ <i>Drift</i> .....	140
F. Pengaruh Kelengkungan Medan Magnet, <i>Curvature Drift</i> .....	145
G. Konservasi Momen Magnet .....	148
H. Cermin Magnetik ( <i>Magnetic Mirror</i> ).....	155

I. Dinamika Partikel Bermuatan dalam Medan Magnet yang Berubah terhadap Waktu (Variasi $B$ terhadap Waktu) .....	157
J. Kompresi dan Ekspansi Adiabatik .....	164
K. Dinamika Partikel Bermuatan dalam Pengaruh Medan Listrik yang Berubah terhadap Waktu (Variasi $E$ terhadap Waktu) .....	167
 BAB VII DINAMIKA FLUIDA PLASMA.....	172
A. Persamaan Dinamika Fluida Plasma Komponen Tunggal dan Kecepatan Seragam Lokal ( <i>Single Component and Uniform Local Velocity Approximation</i> ) .....	173
B. Persamaan Dinamika Fluida Plasma Dua Komponen dan Kecepatan Seragam Lokal ( <i>Two Component And Uniform Local Velocity Approximation</i> ) .....	197
C. Persamaan Dinamika Fluida Plasma Multikomponen .....	204
D. Persamaan Dinamika Fluida Plasma dan Kecepatan <i>Drift</i> .....	209
 BAB VIII PERSAMAAN MAGNETOHIDRODINAMIKA PLASMA .....	230
A. Penyusunan Persamaan Magnetohidrodinamik.....	230
B. Penyederhanaan Persamaan Magnetohidrodinamik.....	244
C. Kestimbangan Magnetohidrodinamik .....	249
D. Berbagai Contoh Kestimbangan Magnetohidrodinamik .....	255
E. Disipasi Energi Magnetohidrodinamik Akibat Hambatan Listrik Plasma.....	268
 BAB IX TUMBUKAN ANTARTARIKEL DALAM PLASMA.....	277
A. Pengantar .....	277
B. Tumbukan antara Partikel Penyusun Plasma (Ion Positif dan Elektron) dengan Atom Netral .....	280
C. Emisi dan Absorpsi Radiasi Gelombang Elektromagnetik (Foton).....	286

D. Tumbukan Coulomb ( <i>Coulomb Collision</i> ) antara Elektron dan Ion Positif pada Plasma dengan Derajat Ionisasi Tinggi.....	289
E. Nilai Rerata Frekuensi Tumbukan Coulomb ( <i>Coulomb Collision</i> ) ...	297
F. Hambatan Listrik Plasma .....	308
G. <i>Bremstahlung</i> .....	312
H. Transfer Energi Antarkomponen Penyusun Plasma .....	317
I. Pembangkitan Kalor dalam Proses <i>Ohmic Heating</i> .....	325
J. Radiasi Siklotron .....	327
BAB X FENOMENA DIFUSI DALAM PLASMA.....	331
A. Penurunan Persamaan Difusi secara Umum .....	331
B. Difusi Atom Netral ke dalam Plasma .....	334
C. Difusi Ion Positif dan Elektron pada Gas Terionisasi dengan Tingkat Ionisasi Rendah Tanpa Kehadiran Medan Magnet .....	347
D. Difusi Ion Positif dan Elektron pada Gas Terionisasi dengan Tingkat Ionisasi Rendah dengan Kehadiran Medan Magnet .....	352
E. Gerakan Ion Positif dan Elektron pada Plasma Terionisasi Penuh Tanpa Kehadiran Medan Magnet .....	360
F. Difusi Ion Positif dan Elektron pada Plasma Terionisasi Penuh dengan Kehadiran Medan Magnet .....	361
G. Difusi Partikel Antarkomponen Penyusun Plasma.....	367
BAB XI PERLAMBATAN PARTIKEL BERENERGI TINGGI DALAM PLASMA.....	387
A. Pengantar .....	387
B. Persamaan Fokker-Planck .....	390
C. Persamaan Fokker-Planck untuk Tumbukan Elektron Ion.....	394
D. Pendekatan Gas Lorentz.....	398
E. Perlambatan Ion Cepat .....	407

F.	Perlambatan Berkas Ion Cepat Akibat Tumbukan dengan Elektron <i>Background Plasma</i> .....	409
G.	Perlambatan Berkas Ion Cepat Akibat Tumbukan dengan Ion Positif Plasma, Massa Ion pada Berkas Ion Cepat Lebih Besar daripada Massa Ion Plasma .....	420
H.	Perlambatan Berkas Ion Cepat Akibat Tumbukan dengan Ion Positif Plasma, Massa Ion pada Berkas Ion Cepat Lebih Kecil daripada Massa Ion Plasma .....	425
I.	Energi Kinetik Kritis Berkas Ion.....	428
J.	Persamaan Fokker-Planck untuk Perlambatan Berkas Ion Cepat dalam Plasma .....	430
K.	Perlambatan Berkas Ion Cepat Isotropik yang Dibangkitkan secara Monoenergetik.....	432
L.	Sudut <i>Pitch</i> Hamburan .....	436
	REFERENSI .....	439
	INDEKS .....	443
	GLOSARIUM.....	446
	TENTANG PENULIS.....	449