



GARIS-GARIS BESAR PROGRAM PENGAJARAN
SATUAN ACARA PERKULIAHAN
(SAP)

FISIKA REAKTOR
PAF 337/2 SKS

OLEH: TIM PENYUSUN

UNIVERSITAS DIPONEGORO
No. Daft: 0032/BA/FMIPA/C1
Tgl. : 15-6-2009

JURUSAN FISIKA FMIPA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
2007

GARIS-GARIS BESAR PROGRAM PERKULIAHAN (GBPP)

Matakuliah	: FISIKA REAKTOR;
Kode Matakuliah, SKS/Smt	: PAF – 337, 2/ III
Deskripsi singkat	: Mata kuliah Fisika Reaktor menjelaskan konsep dasar dan secara teknik
Standar Kompetensi	: Pada akhir mata kuliah ini, mahasiswa diharapkan mampu menguasai konsep dan aplikasi fisika reaktor
Prasyarat	: PAF 214 (Fisika Modern), PAF 311*(Fisika Nuklir)

No.	Kompetensi Dasar	Pokok Bahasan	Sub Pokok Bahasan	Waktu (menit)	Pengalaman belajar/ metoda	Ref.
1	2	3	4	5	6	7
1	Setelah mengikuti bahasan Pengantar Fisika Atom dan Nuklir, mahasiswa diharapkan mampu <ol style="list-style-type: none"> 1. Menggambarkan atom, termasuk komponen, struktur dan nomenklatur 2. Menggambarkan berbagai ragam peluruhan radioaktif 3. Menggambarkan interaksi nuklir yang berbeda yang dimulai oleh neutron 	Pengantar Fisika Atom dan Nuklir	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sifat atomic dari bahan 2. Peta nuklida 3. Cacat massa dan energy ikat 4. Ragam peluruhan radioaktif 5. Radioaktivitas 	1 x 50		[1]
2	Setelah mengikuti bahasan Interaksi Neutron, mahasiswa diharapkan mampu <ol style="list-style-type: none"> 1. Menerangkan interaksi hamburan antara suatu neutron dan suatu nucleus <ol style="list-style-type: none"> a. Hamburan elastic b. Hamburan tak elastic 2. Menyatakan hukum konservasi yang berkenaan dengan tumbukan elastic antara suatu neutron dan suatu nucleus 3. Menggambarkan reaksi berikut dimana suatu neutron diserap dalam suatu nucleus <ol style="list-style-type: none"> a. Tangkapan radiatif 	Interaksi Neutron	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hamburan 2. Hamburan elastic 3. Hamburan tak elastic 4. Reaksi penyerapan 5. Tangkapan radioaktif 6. Tolakan partikel 7. Pembelahan / Fisi 	1 x 50		[1]

	<ol style="list-style-type: none"> 3. Menyebutkan tiga contoh reaksi yang menghasilkan neutron dalam sumber-sumber neutron intrinsic 4. Menyebutkan tiga contoh reaksi yang menghasilkan neutron dalam sumber-sumber neutron terinstal 		3. Sumber-sumber Neutron terinstal			
5	<p>Setelah mengikuti bahasan Penampang Lintang Nuclear dan Fluks Neutron, mahasiswa diharapkan mampu</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mendefinisikan istilah berikut <ol style="list-style-type: none"> a. Densitas atom b. Fluks neutron c. Penampang lintang mikroskopik d. Barn e. Penampang lintang makroskopik f. Celah Bebas Rerata 2. Menyatakan penampang lintang makroskopik dalam bentuk penampang lintang mikroskopik 3. Menggambarkan bagaimana serapan penampang lintang dari nuklida khas dengan energy neutron di bawah daerah serapan resonan 4. Menggambarkan penyebab serapan resonan dalam bentuk aras energy nuklir 5. Menggambarkan kebergantungan energy puncak serapan resonan untuk sinar kas dan inti berat 6. Menyatakan celah bebas rerata dalam bentuk penampang lintang makroskopik 7. Menghitung penampang lintang makroskopik bila diberikan densitas material, massa atom, dan penampang lintang mikroskopik 8. Menerangkan bayangan neutron atau perisai-diri 	Penampang Lintang Nuclear dan Fluks Neutron	<ol style="list-style-type: none"> 1. Densitas Atom 2. Penampang Lintang 3. Celah Bebas Rerata 4. Penghitungan Penampang Lintang Makroskopik dan Celah Bebas Rerata 5. Pengaruh Suhu Pada Penampang Lintang 6. Fluks Neutron 7. Perisai-diri 	3 x 50		[1]
	<ol style="list-style-type: none"> 9. Menghitung kecepatan reaksi bila diberikan fluks neutron dan penampang lintang makroskopik 10. Menggambarkan relasi antara fluks neutron dan daya reactor 	Kecepatan Reaksi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kecepatan Reaksi 2. Penghitungan Kecepatan Reaksi 3. Relasi antara Fluks Neutron dan Daya Reaktor 			[1]
	11. Mendefinisikan termalisasi, moderator, rasio pemoderasian,	Moderasi Neutron	1. Petepatan Neutron			[1]

	b. Tolekan partikel				
3	<p>Setelah mengikuti bahasan Pembelahan Nuklir, mahasiswa diharapkan mampu</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menerangkan proses fisi menggunakan model tetes larutan dari suatu nucleus 2. Mendefinisikan energy eksitasi dan energy kritis 3. Mendefinisikan <ol style="list-style-type: none"> a. Material <i>fissile</i> b. Material <i>fissionable</i> c. Material <i>fertile</i> 4. Menerangkan mengapa hanya inti paling berat yang mudah membelah 5. Menerangkan mengapa uranium-235 membelah dengan neutron termal dan uranium-238 membelah hanya dengan neutron cepat 	Pembelahan Nuklir	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pembelahan 2. Model tetas larutan dari suatu nucleus 3. Energy kritis 4. Material fissile 5. Material fissionable 6. Material Fertile 7. Energy ikat tiap nucleon 	3 x 50	[1]
	<ol style="list-style-type: none"> 6. Mencirikan hasil pembelahan dalam bentuk pengelompokan massa dan radioaktivitas. 7. Menghitung energy yang dilepas dari pembelahan bila diberikan nuklida dan massanya 8. Menghitung energy yang dilepaskan dari pembelahan bila diberikan kurva energy ikat per nucleon terhadap bilangan massanya 	Pelepasan energy dari Pembelahan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Perhitungan Energi Pembelahan 2. Estimasi energy peluruhan 3. Distribusi energy pembelahan 		[1]
	<ol style="list-style-type: none"> 9. Menggambarkan interkasi dengan materi sebagai berikut <ol style="list-style-type: none"> a. Partikel alfa b. Partikel beta c. Positron d. Neutron 10. Menggambarkan interaksi radiasi gama dengan materi dengan cara berikut <ol style="list-style-type: none"> a. Efek fotoelektrik b. Hamburan Compton c. Produksi Pasangan 	Interaksi Radiasi terhadap Materi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Interaksi radiasi dengan materi 2. Radiasi alfa 3. Radiasi beta minus 4. Radiasi positron 5. Radiasi neutron 6. Radiasi gamma 		[1]
4	<p>Setelah mengikuti bahasan Sumber-sumber Neutron, mahasiswa diharapkan mampu</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mendefinisikan sumber neutron intrinsic 2. Mendefinisikan sumber neutron terinstal 	Sumber-Sumber Neutron	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sumber-sumber Neutron 2. Sumber-sumber Neutron Intrinsik 	1 x 50	[1]

	<p>penuruna rerata energy logaritmik, dan daya petepatan mikroskopik</p> <p>12. Menyebutkan tiga karakterisitt yang diinginkan dari suatu moderator</p> <p>13. Menghitung kehilangan energy setelah sejumlah tertentu tumbukan bila diberikan energy fraksional; rerata tiap tumbukan</p>		<p>dan termalisasi</p> <p>2. Daya Petepatan Makroskopik</p> <p>3. Rasio Pemoderasian</p>			
6	<p>Setelah mengikuti bahasan Neutron Tepat dan Neutron Tunda, mahasiswa diharapkan mampu</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menyatakan asal neutron tepat dan neutron tunda 2. Menyatakan fraksi rerata dari neutron yang dilahirkan sebagai neutron tunda dari fisi berbahan bakar sebagai berikut <ol style="list-style-type: none"> a. Uranium -235 b. Plutonium-239 3. Menerangkan mekanisme produksi neutron tunda 4. Menerangkan waktu pembangkitan neutron tepat dan neutron tunda 5. Menghitung waktu pembangkitan rerata bila diberikan waktu pembangkitan neutron tepat dan tunda serta fraksi neutron tunda 6. Menerangkan pengaruh neutron tunda pada pengendali reaktor 	Neutron Tepat dan Neutron Tunda	<ol style="list-style-type: none"> 1. Klasifikasi neutron 2. Waktu Pembangkitan Neutron 	2 x 50		[1]
7	<p>Setelah mengikuti bahasan Moderasi Neutron, mahasiswa diharapkan mampu</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menyatakan energy rerata dimana neutron tepat diproduksi 2. Menggambarkan spectrum energy neutron pada reactor berikut <ol style="list-style-type: none"> a. Reaktor cepat b. Reactor termal 3. Menerangkan alasan untuk ketajaman khusus dari energy cepat, sedang dan tepat dari spectrum fluks neutron untuk suatu reactor termal 	Spektrum Fluks Neutron	<ol style="list-style-type: none"> 1. Energi Neutron Tepat 2. Spektra neutron reactor pembiak cepat dan termal 3. Kecepatan neutron paling mungkin 	1 x 50		[1]
8	<p>Setelah mengikuti bahasan Daur Hidup Neutron, mahasiswa diharapkan mampu</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mendefinisikan istilah berikut 	Daur Hidup Neutron	<ol style="list-style-type: none"> 1. Faktor pelipat tak hingga 2. Rumus Faktor 	4 x 50		[1]

	<ol style="list-style-type: none"> a. Faktor pelipat tak hingga, k_{∞} b. Faktor pelipat efektif, k_{eff} c. Subkritis d. Kritis e. Superkritis <ol style="list-style-type: none"> 2. Mendefinisikan masing-masing bentuk dalam rumusan factor enam dengan menggunakan rasio jumlah neutron yang hadir pada titik yang berbeda dalam daur hip neutron 3. Menghitung factor utilisasi bila diberikan penampang lintang makroskopik untuk material yang bermacam-macam 4. Menghitung factor reproduksi bila diberikan penampang lintang mikroskopik untuk absorbs dan fisi, densitas atom dan v 5. Menghitung jumlah neutron yang ada bila diberikan sejumlah neutron permulaan pembangkitan dan nilai untuk masing-masing factor pada rumusan factor enam 6. Menyebutkan perubahan disisi dalam reaktor yang akan memiliki efek pada factor utilisasi termal, factor reproduksi atau probabilitas pelepasan resonan 7. Menerangkan pengaruh perubahan temperatur yang memiliki pada factor-faktor berikut <ol style="list-style-type: none"> a. Faktor utilisasi termal b. Probabilitas pelepasan resonan c. Probabilitas ketakbocoran cepat d. Probabilitas ketakbocoran termal 		<ol style="list-style-type: none"> empat 3. Faktor fisi cepat 4. Probabilitas pelepasan resonan 5. Faktor utilisasi termal 6. Factor reproduksi 7. Factor pelipat efektif 8. Probabilitas ketakbocoran cepat 9. Probabilitas ketakbocoran termal 10. Rumus factor enam 11. Daur hidup neutron dari suatu reactor cepat 			
	<ol style="list-style-type: none"> 8. Menghitung jumlah neutron yang hadir setelah sejumlah pembangkitan bila diketahui jumlah proton dalam inti reactor dan factor pelipat efektif 9. Mendefinisikan reaktivitas 10. Mengkonversi reaktivitas dan nilai asosiasi dari k_{eff} 11. Mengkonversi ukuran reaktivitas dari berbagai satuan reaktivitas 12. Menerangkan relasi antara tetapan reaktivitas dan cacat reaktivitas 	Reaktivitas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penerapan factor pelipat efektif 2. Reaktivitas 3. Satuan Reaktivitas 4. Tetapan reaktivitas dan cacat reaktivitas 			[1]
9	<p>Setelah mengikuti bahasan Tetapan Reaktivitas, mahasiswa diharapkan mampu</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menerangkan kondisi moderasi lebih dan moderasi kurang 	Tetapan Reaktivitas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengaruh Moderator 	2 x 50		[1]

	<ol style="list-style-type: none"> 2. Menerangkan mengapa banyak reactor yang didesain untuk dioperasikan dalam syarat moderasi kurang 3. Menyatakan bahwa perubahan dalam suhu moderator akan berpengaruh dalam moderator terhadap rasio bahan bakar 4. Mendefinisikan koefisien suhu reaktivitas 5. Menerangkan mengapa tetapan suhu negative dari reaktivitas diperlukan 6. Menerangkan mengapa koefisien bahan bakar lebih efektif dari pada koefisien suhu moderator dalam mengakhiri pembangkitan daya cepat 7. Menerangkan konsep pelebaran Doppler dari puncak serapan resonan 8. Menyebutkan dua nuklida yang hadir dalam beberapa tipe pembuatan bahan bakar reactor yang memiliki puncak resonan yang signifikan 9. Mendefinisikan tetapan tekanan reaktivitas 10. Menerangkan mengapa tekanan reaktivitas sereingkat dapat diabaikan dalam suatu reactor dingin dan dimoderasi oleh larutan <i>subcooled</i> 11. Mendefinisikan tetapan kehampaan reaktivitas 12. Menidentifikasi moderator kondisi <i>under</i> dimana tetapan kehampaan dari reaktivitas menjadi berarti 		<ol style="list-style-type: none"> 2. Pengaruh Suhu Moderator 3. Tetapan Suhu Bahan Bakar 4. Koefisien Tekanan 5. Tetapan Kehampaan 			
10	<p>Setelah mengikuti bahasan Racun Neutron, mahasiswa diharapkan mampu</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mendefinisikan racun dapat dibakar, racun tak dapat dibakar dan <i>shim</i> kimia 2. Menerangkan penggunaan racun neutron dapat dibakar dalam inti reactor 3. Menyebutkan keuntungan dan kerugian dari shim kimia terhadap racun dapat dibakar 4. Menyatakan dua alasan mengapa racun neutron tak dapat dibakar digunakan dalam inti reactor 5. Menyatakan suatu contoh material yang digunakan sebagai racun neutron tak dapat dibakar 	Racun Neutron	<ol style="list-style-type: none"> 1. Racun dapat dibakar 2. Racun dapat larut 3. Racun tak dapat dibakar 	1 x 50		[1]
11	<p>Setelah mengikuti bahasan Tangkai Pengendali, mahasiswa diharapkan mampu</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menggambarkan perbedaan antara bahan penyerap neutron 	Tangkai Pengendali	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pemilihan bahan tangkai pengendali 	3 x 50		[1]

	<p>hijau dan bahan penyerap neutron hitam</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Menerangkan mengapa bahan penyerap neutron hijau mungkin lebih disukai daripada bahan penyerap neutron hitam dalam penggunaannya sebagai tangkai pengendali 3. Menerangkan mengapa penyerap resonan seringkai lebih disukai daripada penyerap termal sebagai bahan tangkai pengendali 4. Mendefinisikan harga tangkai pengendali integral dan harga tangkai pengendali diferensial 5. Menggambarkan ketajaman kurva harga tangkai pengendali diferensial khas dan menerangkan alasan ketajamannya. 6. Menggambarkan ketajaman kurva harga tangkai pengendali integral khas dan menerangkan alasan ketajamannya. 7. Menghitung perubahan reaktivitas yang disebabkan gerakan tangkai pengendali antara dua posisi bila diberikan kurva harga tangkai pengendali diferensial atau integral 8. Mengeplot kurva harga tangkai pengendali diferensial atau integral bila diberikan data harga tangkai pengendali diferensial 		<ol style="list-style-type: none"> 2. Tipe-tipe tangkai pengendali 3. Keefektifan tangkai pengendali 4. Nilai tangkai pengendali integral dan diferensial 5. Mekanisme pengendali tangkai 			
12	<p>Setelah mengikuti bahasan Pelipat Subkritis, mahasiswa diharapkan mampu</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mendefinisikan Pelipatan subkritis dan faktor pelipatan subkritis 2. Menghitung aras neutron keadaan steady 3. Menghitung rerata cacah akhir 4. Mengestimasi nilai dari parameter dimana reactor menjadi kritis melalui penggunaan plot $1/M$ 	Pelipat subkritis	<ol style="list-style-type: none"> 1. Faktor Pelipat subkritis 2. Pengaruh perubahan reaktivitas pada pelipatan subkritis 3. Penggunaan plot $1/M$ 	1 x 50		[1]
13	<p>Setelah mengikuti bahasan Kinetika Reaktor, mahasiswa diharapkan mampu</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mendefinisikan perioda reactor, waktu pengganda dan kecepatan startup reactor 2. Menerangkan relasi antara fraksi tunda, fraksi neutron tunda rerata, dan fraksi neutron tunda efektif 3. Menghitung periode reactor dan rerata <i>startup</i> 4. Menghitung daya pada waktu kemudian 5. Menerangkan apa maksud dari istilah jatuh cepat dan 	Kinetika Reaktor	<ol style="list-style-type: none"> 1. Periode reactor 2. Fraksi neutron efektif tertunda 3. Konstanta peluruhan pendahuluan neutron tertunda 4. Kekritisan Cepat 5. Persamaan 	2 x 50		[1]

	<p>loncatan cepat</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Mendefinisikan bentuk kritis cepat 7. Menggambarkan kelakuan reaktor selama kondisi kritis cepat 8. Menerangkan penggunaan ukuran reaktivitas dalam unit dollar 		<p>Periode Stabil</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Kecepatan reaktor startup 7. Waktu Penganda 			
14	<p>Setelah mengikuti bahasan Operasi Reaktor, mahasiswa diharapkan mampu</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menerangkan mengapa sumber neutron startup diperlukan dalam suatu reaktor 2. Menyebutkan empat variabel khas yang terlibat dalam kesetimbangan reaktivitas 3. Menerangkan bagaimana suatu kesetimbangan reaktivitas diperlukan untuk memperkirakan kondisi <i>under</i> yang mana reaktor menjadi kritis. 4. Menyebutkan tiga metode yang digunakan untuk menajamkan atau merendahkan distribusi daya inti (core) 5. Menerangkan konsep kemiringan daya 6. Mendefinisikan istilah batas shutdown 7. Menerangkan secara rasional satu kriteria tangkai batang 8. Mengidentifikasi lima perubahan yang akan terjadi selama dan setelah reaktor shutdown yang akan mempengaruhi reaktivitas inti (core) 9. Menerangkan mengapa panas peluruhan hadir mengikuti operasi reaktor 10. Menyebutkan tiga variabel yang berpengaruh terhadap sejumlah panas peluruhan yang mengikuti reaktor shutdown 11. Memperkirakan pendekatan sejumlah panas peluruhan yang ada satu jam setelah shutdown dari kondisi ajeg 	Operasi Reaktor	<ol style="list-style-type: none"> 1. Startup 2. Posisi kritis perkiraan 3. Distribusi Daya inti 4. Kemiringan daya 5. Batas shut down 6. Operasi 7. Suhu 8. Tekanan 9. Aras Daya 10. Aliran 11. Pembakaran inti 12. Shutdown 13. Panas peluruhan 	3 x 50		[1]

Referensi:

[1] DOE Fundamental Handbook-Nuclear Physics and Reactor Theory, US Dept. of Energy, 1985

[2] Prayoto, Pengantar Teori Reaktor, Teknik Nuklir UGM

[3] Ridwan M, dkk, Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir

SATUAN ACARA PENGAJARAN

Mata Kuliah : Fisika Reaktor

Kode Mata Kuliah : MPF 337

Tujuan Instruksional Umum :

Setelah mengikuti mata kuliah fisika Reaktor, mahasiswa diharapkan mampu:

Menerangkan kehidupan neutron dalam reactor

Tema ke – 1

Pengantar Fisika Atom dan Nuklir

A. Waktu Pertemuan : 1 x 50

B. Tujuan Instruksional Khusus

Setelah mengikuti bahasan Pengantar Fisika Atom dan Nuklir, mahasiswa diharapkan mampu

1. Menggambarkan atom, termasuk komponen, struktur dan nomenklatur
2. Menggambarkan berbagai ragam peluruhan radioaktif
3. Menggambarkan interaksi nuklir yang berbeda yang dimulai oleh neutron

C. Sub Pokok Bahasan

1. Sifat atomik dari bahan
2. Peta nuklida
3. Cacat massa dan energy ikat
4. Ragam peluruhan radioaktif
5. Radioaktivitas

D. Kegiatan Belajar Mengajar

Tahap	Kegiatan Pengajaran	Kegiatan Mahasiswa	Media dan alat Pengajaran
Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none">1. Menjelaskan cakupan seluruh materi Fisika Reaktor2. Menjelaskan TIU3. Menjelaskan cakupan materi pertemuan ke-14. Menjelaskan kembali Fisika atom dan inti5. Menjelaskan kompetensi-kompetensi da-lam TIK	Memperhatikan Memperhatikan Memperhatikan Memperhatikan	LCD
Penyajian	Menerangkan materi <ol style="list-style-type: none">1. Sifat atomik dari bahan2. Peta nuklida3. Cacat massa dan energy ikat4. Ragam peluruhan radioaktif5. Radioaktivitas	Menyimak, mencatat dan diskusi	LCD dan papan tulis
Penutupan	Merangkum kuis		

E. Evaluasi

PR dan kuis

F. Referensi

- [1] DOE Fundamental Handbook-Nuclear Physics and Reactor Theory, US Dept. of Energy, 1985
- [2] Prayoto, Pengantar Teori Reaktor, Teknik Nuklir UGM
- [3] Ridwan M, dkk, Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir

Tema ke – 2
Interaksi Neutron

A. Waktu Pertemuan : 1 x 50 menit

B. Tujuan Instruksional Khusus

Setelah mengikuti bahasan Interaksi Neutron, mahasiswa diharapkan mampu

1. Menerangkan interaksi hamburan antara suatu neutron dan suatu nucleus
 - a. Hamburan elastic
 - b. Hamburan tak elastic
2. Menyatakan hukum konservasi yang berkenaan dengan tumbukan elastic antara suatu neutron dan suatu nucleus
3. Menggambarkan reaksi berikut dimana suatu neutron diserap dalam suatu nucleus
 - a. Tangkapan radiatif
 - b. Tolakan partikel

C. Sub Pokok Bahasan

1. Hamburan
2. Hamburan elastic
3. Hamburan tak elastic
4. Reaksi penyerapan
5. Tangkapan radioaktif
6. Tolakan partikel
7. Pembelahan / Fisi

D. Kegiatan Belajar Mengajar

Tahap	Kegiatan Pengajaran	Kegiatan Mahasiswa	Media dan alat Pengajaran
Pendahuluan	1. Menjelaskan cakupan seluruh materi Interaksi Neutron 2. Menjelaskan kompetensi manfaat mempelajari Interaksi Neutron 3. Menjelaskan kandungan tujuan intruksional khusus dalam materi Interaksi Neutron	Menyimak dan diskusi	LCD
Penyajian	Menerangkan materi <ol style="list-style-type: none"> 1. Hamburan 2. Hamburan elastic 3. Hamburan tak elastic 4. Reaksi penyerapan 5. Tangkapan radioaktif 6. Tolakan partikel 7. Pembelahan / Fisi Disertai dengan contoh dan Tanya jawab	Menyimak dan diskusi	LCD dan papan tulis
Penutupan	Merangkum Kuis	Menyimak Menjawab	LCD Papan tulis

G. Evaluasi
PR dan kuis

H. Referensi

- [1] DOE Fundamental Handbook-Nuclear Physics and Reactor Theory, US Dept. of Energy, 1985
- [2] Prayoto, Pengantar Teori Reaktor, Teknik Nuklir UGM
- [3] Ridwan M, dkk, Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir

Tema ke – 3

Pembelahan Nuklir, Pelepasan Energi dari Reaksi Pembelahan dan Interaksi Radiasi terhadap Materi

A. Waktu Pertemuan : 3 x 50 menit

B. Tujuan Instruksional Khusus

Setelah mengikuti bahasan Pembelahan Nuklir, mahasiswa diharapkan mampu

1. Menerangkan proses fisi menggunakan model tetes larutan dari suatu nucleus
2. Mendefinisikan energy eksitasi dan energy kritis
3. Mendefinisikan
 - a. Material *fissile*
 - b. Material *fissionable*
 - c. Material *fertile*
4. Menerangkan mengapa hanya inti paling berat yang mudah membelah
5. Menerangkan mengapa uranium-235 membelah dengan neutron termal dan uranium-238 membelah hanya dengan neutron cepat
6. Mencirikan hasil pembelahan dalam bentuk pengelompokan massa dan radioaktivitas.
7. Menghitung energy yang dilepas dari pembelahan bila diberikan nuklida dan massanya
8. Menghitung energy yang dilepaskan dari pembelahan bila diberikan kurva energy ikat per nucleon terhadap bilangan massanya
9. Menggambarkan interaksi dengan materi sebagai berikut
 - a. Partikel alfa
 - b. Partikel beta
 - c. Positron
 - d. Neutron
10. Menggambarkan interaksi radiasi gamma dengan materi dengan cara berikut
 - a. Efek fotoelektrik
 - b. Hamburan Compton
 - c. Produksi Pasangan

C. Sub Pokok Bahasan

1. Pembelahan
2. Model tetes larutan dari suatu nucleus
3. Energy kritis
4. Material *fissile*
5. Material *fissionable*
6. Material *Fertile*
7. Energy ikat tiap nucleon

8. Perhitungan Energi Pembelahan
9. Estimasi energy peluruhan
10. Distribusi energy pembelahan
11. nteraksi radiasi dengan materi
12. Radiasi alfa
13. Radiasi beta minus
14. Radiasi positron
15. Radiasi neutron
16. Radiasi gamma

D. Kegiatan Belajar Mengajar

Tahap	Kegiatan Pengajaran	Kegiatan Mahasiswa	Media dan alat Pengajaran
Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menjelaskan cakupan seluruh materi Pembelahan Nuklir, Pelepasan Energi dari Reaksi Pembelahan dan Interaksi Radiasi terhadap Materi 2. Menjelaskan kompetensi manfaat mempelajari Pembelahan Nuklir, Pelepasan Energi dari Reaksi Pembelahan dan Interaksi Radiasi terhadap Materi 3. Menjelaskan kandungan tujuan intruksional khusus dalam materi Pembelahan Nuklir, Pelepasan Energi dari Reaksi Pembelahan dan Interaksi Radiasi terhadap Materi 	Menyimak dan diskusi	LCD
Penyajian	<p>Menerangkan materi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pembelahan 2. Model tetas larutan dari suatu nucleus 3. Energy kritis 4. Material fissile 5. Material fissionable 6. Material Fertile 7. Energy ikat tiap nucleon <ol style="list-style-type: none"> 8. Perhitungan Energi Pembelahan 9. Estimasi energy peluruhan 10. Distribusi energy pembelahan 11. nteraksi radiasi dengan materi 12. Radiasi alfa 13. Radiasi beta minus 14. Radiasi positron 15. Radiasi neutron 16. Radiasi gamma <p>Disertai dengan contoh dan Tanya jawab</p>	Menyimak dan diskusi	LCD dan papan tulis
Penutupan	Merangkum Kuis	Menyimak Menjawab	LCD Papan tulis

- I. Evaluasi
PR dan kuis

J. Referensi

- [1] DOE Fundamental Handbook-Nuclear Physics and Reactor Theory, US Dept. of Energy, 1985
- [2] Prayoto, Pengantar Teori Reaktor, Teknik Nuklir UGM
- [3] Ridwan M, dkk, Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir

<p>Tema ke – 4</p> <p>Sumber-Sumber Neutron</p>

A. Waktu Pertemuan : 1 x 50 menit

B. Tujuan Instruksional Khusus

Setelah mengikuti bahasan Sumber-sumber Neutron, mahasiswa diharapkan mampu

1. Mendefinisikan sumber neutron intrinsik
2. Mendefinisikan sumber neutron terinstal
3. Menyebutkan tiga contoh reaksi yang menghasilkan neutron dalam sumber-sumber neutron intrinsik
4. Menyebutkan tiga contoh reaksi yang menghasilkan neutron dalam sumber-sumber neutron terinstal

C. Sub Pokok Bahasan

1. Sumber-sumber Neutron
2. Sumber-sumber Neutron Intrinsik
3. Sumber-sumber Neutron terinstal

D. Kegiatan Belajar Mengajar

Tahap	Kegiatan Pengajaran	Kegiatan Mahasiswa	Media dan alat Pengajaran
Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menjelaskan cakupan seluruh materi 2. Menjelaskan kompetensi manfaat mempelajari 3. Menjelaskan kandungan tujuan intruksional khusus dalam materi 	Menyimak dan diskusi	LCD
Penyajian	<p>Menerangkan materi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sumber-sumber Neutron 2. Sumber-sumber Neutron Intrinsik 3. Sumber-sumber Neutron terinstal <p>Disertai dengan contoh dan Tanya jawab</p>	Menyimak dan diskusi	LCD dan papan tulis
Penutupan	Merangkum Kuis	Menyimak Menjawab	LCD Papan tulis

K. Evaluasi
PR dan kuis

L. Referensi

- [1] DOE Fundamental Handbook-Nuclear Physics and Reactor Theory, US Dept. of Energy, 1985
- [2] Prayoto, Pengantar Teori Reaktor, Teknik Nuklir UGM
- [3] Ridwan M, dkk, Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir

Tema ke – 5

Penampang Lintang Nuclear dan Fluks Netron, Kecepatan Reaksi dan Moderasi Netron

A. Waktu Pertemuan : 3 x 50 menit

B. Tujuan Instruksional Khusus

Setelah mengikuti bahasan Penampang Lintang Nuclear dan Fluks Netron, mahasiswa diharapkan mampu

1. Mendefinisikan istilah berikut
 - a. Densitas atom
 - b. Fluks netron
 - c. Penampang lintang mikroskopik
 - d. Barn
 - e. Penampang lintang makroskopik
 - f. Celah Bebas Rerata
2. Menyatakan penampang lintang makroskopik dalam bentuk penampang lintang mikroskopik
3. Menggambarkan bagaimana serapan penampang lintang dari nuklida khas dengan energy netron di bawah daerah serapan resonan
4. Menggambarkan penyebab serapan resonan dalam bentuk aras energy nuklir
5. Menggambarkan kebergantungan energy puncak serapan resonan untuk sinar kas dan inti berat
6. Menyatakan celah bebas rerata dalam bentuk penampang lintang makroskopik
7. Menghitung penampang lintang makroskopik bila diberikan densitas material, massa atom, dan penampang lintang mikroskopik
8. Menerangkan bayangan netron atau perisai-diri
9. Menghitung kecepatan reaksi bila diberikan fluks netron dan penampang lintang makroskopik
10. Menggambarkan relasi antara fluks netron dan daya reactor
11. Mendefinisikan termalisasi, moderator, rasio pemoderasian, penuruna rerata energy logaritmik, dan daya petepatan mikroskopik
12. Menyebutkan tiga karakterisitk yang diinginkan dari suatu moderator
13. Menghitung kehilangan energy setelah sejumlah tertentu tumbukan bila diberikan energy fraksional; rerata tiap tumbukan

C. Sub Pokok Bahasan

1. Densitas Atom
2. Penampang Lintang
3. Celah Bebas Rerata
4. Penghitungan Penampang Lintang Makroskopik dan Celah Bebas Rerata
5. Pengaruh Suhu Pada Penampang Lintang

6. Fluks Netron
7. Perisai-diri
8. Kecepatan Reaksi
9. Penghitungan Kecepatan Reaksi
10. Relasi antara Fluks Netron dan Daya Reaktor
11. Petepatan Netron dan termalisasi
12. Daya Petepatan Makroskopik
13. Rasio Pemoderasian

D. Kegiatan Belajar Mengajar

Tahap	Kegiatan Pengajaran	Kegiatan Mahasiswa	Media dan alat Pengajaran
Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none"> 4. Menjelaskan cakupan seluruh materi Penampang Lintang Nuclear dan Fluks Netron, Kecepatan Reaksi dan Moderasi Netron 5. Menjelaskan kompetensi manfaat mempelajari Penampang Lintang Nuclear dan Fluks Netron, Kecepatan Reaksi dan Moderasi Netron 6. Menjelaskan kandungan tujuan intruksional khusus dalam materi Penampang Lintang Nuclear dan Fluks Netron, Kecepatan Reaksi dan Moderasi Netron 	Menyimak dan diskusi	LCD
Penyajian	<p>Menerangkan materi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Densitas Atom 2. Penampang Lintang 3. Celah Bebas Rerata 4. Penghitungan Penampang Lintang Makroskopik dan Celah Bebas Rerata 5. Pengaruh Suhu Pada Penampang Lintang 6. Fluks Netron 7. Perisai-diri 8. Kecepatan Reaksi 9. Penghitungan Kecepatan Reaksi 10. Relasi antara Fluks Netron dan Daya Reaktor 11. Petepatan Netron dan termalisasi 12. Daya Petepatan Makroskopik 13. Rasio Pemoderasian <p>Disertai dengan contoh dan Tanya jawab</p>	Menyimak dan diskusi	LCD dan papan tulis
Penutupan	Merangkum Kuis	Menyimak Menjawab	LCD Papan tulis

E. Evaluasi PR dan kuis

F. Referensi

- [1] DOE Fundamental Handbook-Nuclear Physics and Reactor Theory, US Dept. of Energy, 1985
- [2] Prayoto, Pengantar Teori Reaktor, Teknik Nuklir UGM
- [3] Ridwan M, dkk, Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir

Tema ke – 6

Netron Tepat dan Netron Tunda

A. Waktu Pertemuan : 2 x 50 menit

B. Tujuan Instruksional Khusus

Setelah mengikuti bahasan Netron Tepat dan Netron Tunda, mahasiswa diharapkan mampu

1. Menyatakan asal netron tepat dan netron tunda
2. Menyatakan fraksi rerata dari netron yang dilahirkan sebagai netron tunda dari fisi berbahan bakar sebagai berikut
 - a. Uranium -235
 - b. Plutonium-239
3. Menerangkan mekanisme produksi netron tunda
4. Menerangkan waktu pembangkitan netron tepat dan netron tunda
5. Menghitung waktu pembangkitan rerata bila diberikan waktu pembangkitan netron tepat dan tunda serta fraksi netron tunda
6. Menerangkan pengaruh netron tunda pada pengendali reaktor

C. Sub Pokok Bahasan

1. Klasifikasi netron
2. Waktu Pembangkitan Netron

D. Kegiatan Belajar Mengajar

Tahap	Kegiatan Pengajaran	Kegiatan Mahasiswa	Media dan alat Pengajaran
Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none">1. Menjelaskan cakupan seluruh materi Netron Tepat dan Netron Tunda2. Menjelaskan kompetensi manfaat mempelajari Netron Tepat dan Netron Tunda3. Menjelaskan kandungan tujuan intruksional khusus dalam materi Netron Tepat dan Netron Tunda	Menyimak dan diskusi	LCD
Penyajian	Menerangkan materi <ol style="list-style-type: none">1. Klasifikasi netron2. Waktu Pembangkitan Netron Disertai dengan contoh dan Tanya jawab	Menyimak dan diskusi	LCD dan papan tulis
Penutupan	Merangkum Kuis	Menyimak Menjawab	LCD Papan tulis

E. Evaluasi

PR dan kuis

F. Referensi

[1] DOE Fundamental Handbook-Nuclear Physics and Reactor Theory, US Dept. of Energy, 1985

[2] Prayoto, Pengantar Teori Reaktor, Teknik Nuklir UGM

[3] Ridwan M, dkk, Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir

Tema ke – 7

Spektrum Fluks Neutron

A. Waktu Pertemuan : 1 x 50 menit

B. Tujuan Instruksional Khusus

Setelah mengikuti bahasan Moderasi Neutron, mahasiswa diharapkan mampu

1. Menyatakan energy rerata dimana neutron tepat diproduksi
2. Menggambarkan spectrum energy neutron pada reactor berikut
 - a. Reaktor cepat
 - b. Reactor termal
3. Menerangkan alasan untuk ketajaman khusus dari energy cepat, sedang dan tepat dari spectrum fluks neutron untuk suatu reactor termal

C. Sub Pokok Bahasan

1. Energi Neutron Tepat
2. Spektra neutron reactor pembiak cepat dan termal
3. Kecepatan neutron paling mungkin

D. Kegiatan Belajar Mengajar

Tahap	Kegiatan Pengajaran	Kegiatan Mahasiswa	Media dan alat Pengajaran
Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none">1. Menjelaskan cakupan seluruh materi Spektrum Fluks Neutron2. Menjelaskan kompetensi manfaat mempelajari Spektrum Fluks Neutron3. Menjelaskan kandungan tujuan intruksional khusus dalam materi Spektrum Fluks Neutron	Menyimak dan diskusi	LCD
Penyajian	Menerangkan materi <ol style="list-style-type: none">1. Energi Neutron Tepat2. Spektra neutron reactor pembiak cepat dan termal3. Kecepatan neutron paling mungkin Disertai dengan contoh dan Tanya jawab	Menyimak dan diskusi	LCD dan papan tulis
Penutupan	Merangkum Kuis	Menyimak Menjawab	LCD Papan tulis

E. Evaluasi
PR dan kuis

F. Referensi

- [1] DOE Fundamental Handbook-Nuclear Physics and Reactor Theory, US Dept. of Energy, 1985
- [2] Prayoto, Pengantar Teori Reaktor, Teknik Nuklir UGM
- [3] Ridwan M, dkk, Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir

Tema ke – 8

DAUR HIDUP NETRON dan REAKTIVITAS

A. Waktu Pertemuan : 4 x 50 menit

B. Tujuan Instruksional Khusus

Setelah mengikuti bahasan Daur Hidup Neutron, mahasiswa diharapkan mampu

1. Mendefinisikan istilah berikut
 - a. Faktor pelipat tak hingga, k_{∞}
 - b. Faktor pelipat efektif, k_{eff}
 - c. Subkritis
 - d. Kritis
 - e. Superkritis
2. Mendefinisikan masing-masing bentuk dalam rumusan factor enam dengan menggunakan rasio jumlah neutron yang hadir pada titik yang berbeda dalam daur hidup neutron
3. Menghitung factor utilisasi bila diberikan penampang lintang makroskopik untuk material yang bermacam-macam
4. Menghitung factor reproduksi bila diberikan penampang lintang mikroskopik untuk absorbs dan fisi, densitas atom dan v
5. Menghitung jumlah neutron yang ada bila diberikan sejumlah neutron permulaan pembangkitan dan nilai untuk masing-masing factor pada rumusan factor enam
6. Menyebutkan perubahan disisi dalam reaktor yang akan memiliki efek pada factor utilisasi termal, factor reproduksi atau probabilitas pelepasan resonan
7. Menerangkan pengaruh perubahan temperatur yang memiliki pada factor-faktor berikut
 - a. Faktor utilisasi termal
 - b. Probabilitas pelepasan resonan
 - c. Probabilitas ketakbocoran cepat
 - d. Probabilitas ketakbocoran termal
8. Menghitung jumlah neutron yang hadir setelah sejumlah pembangkitan bila diketahui jumlah proton dalam inti reaktor dan factor pelipat efektif
9. Mendefinisikan reaktivitas
10. Mengkonversi reaktivitas dan nilai asosiasi dari k_{eff}
11. Mengkonversi ukuran reaktivitas dari berbagai satuan reaktivitas
12. Menerangkan relasi antara tetapan reaktivitas dan cacat reaktivitas

C. Sub Pokok Bahasan

1. Faktor pelipat tak hingga
2. Rumus Faktor empat
3. Faktor fisi cepat
4. Probabilitas pelepasan resonan
5. Faktor utilisasi termal
6. Factor reproduksi

7. Factor pelipat efektif
8. Probabilitas ketakbocoran cepat
9. Probabilitas ketakbocoran termal
10. Rumus factor enam
11. Daur hidup netron dari suatu reactor cepat
12. Penerapan factor pelipat efektif
13. Reaktivitas
14. Satuan Reaktivitas
15. Tetapan reaktivitas dan cacat reaktivitas

D. Kegiatan Belajar Mengajar

Tahap	Kegiatan Pengajaran	Kegiatan Mahasiswa	Media dan alat Pengajaran
Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menjelaskan cakupan seluruh materi Daur Hidup Netron dan Reaktivitas 2. Menjelaskan kompetensi manfaat mempelajari Daur Hidup Netron dan Reaktivitas 3. Menjelaskan kandungan tujuan intruksional khusus dalam materi Daur Hidup Netron dan Reaktivitas 	Menyimak dan diskusi	LCD
Penyajian	<p>Menerangkan materi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Faktor pelipat tak hingga 2. Rumus Faktor empat 3. Faktor fisi cepat 4. Probabilitas pelepasan resonan 5. Faktor utilisasi termal 6. Factor reproduksi 7. Factor pelipat efektif 8. Probabilitas ketakbocoran cepat 9. Probabilitas ketakbocoran termal 10. Rumus factor enam 11. Daur hidup netron dari suatu reactor cepat 12. Penerapan factor pelipat efektif 13. Reaktivitas 14. Satuan Reaktivitas 15. Tetapan reaktivitas dan cacat reaktivitas <p>Disertai dengan contoh dan Tanya jawab</p>	Menyimak dan diskusi	LCD dan papan tulis
Penutupan	Merangkum Kuis	Menyimak Menjawab	LCD Papan tulis

E. Evaluasi PR dan kuis

F. Referensi

- [1] DOE Fundamental Handbook-Nuclear Physics and Reactor Theory, US Dept. of Energy, 1985
- [2] Prayoto, Pengantar Teori Reaktor, Teknik Nuklir UGM
- [3] Ridwan M, dkk, Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir

Tema ke – 9

Tetapan Reaktivitas

A. Waktu Pertemuan : 2 x 50 menit

B. Tujuan Instruksional Khusus

Setelah mengikuti bahasan Tetapan Reaktivitas, mahasiswa diharapkan mampu

1. Menerangkan kondisi moderasi lebih dan moderasi kurang
2. Menerangkan mengapa banyak reactor yang didesain untuk dioperasikan dalam syarat moderasi kurang
3. Menyatakan bahwa perubahan dalam suhu moderator akan berpengaruh dalam moderator terhadap rasio bahan bakar
4. Mendefinisikan koefisien suhu reaktivitas
5. Menerangkan mengapa tetapan suhu negative dari reaktivitas diperlukan
6. Menerangkan mengapa koefisien bahan bakar lebih efektif dari pada koefisien suhu moderator dalam mengakhiri pembangkitan daya cepat
7. Menerangkan konsep pelebaran Doppler dari puncak serapan resonan
8. Menyebutkan dua nuklida yang hadir dalam beberapa tipe pembuatan bahan bakar reactor yang memiliki puncak resonan yang signifikan
9. Mendefinisikan tetapan tekanan reaktivitas
10. Menerangkan mengapa tekanan reaktivitas seringkali dapat diabaikan dalam suatu reactor dingin dan dimoderasi oleh larutan *subcooled*
11. Mendefinisikan tetapan kehampaan reaktivitas
12. Mengidentifikasi moderator kondisi *under* dimana tetapan kehampaan dari reaktivitas menjadi berarti

C. Sub Pokok Bahasan

1. Pengaruh Moderator
2. Pengaruh Suhu Moderator
3. Tetapan Suhu Bahan Bakar
4. Koefisien Tekanan
5. Tetapan Kehampaan

D. Kegiatan Belajar Mengajar

Tahap	Kegiatan Pengajaran	Kegiatan Mahasiswa	Media dan alat Pengajaran
Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none">1. Menjelaskan cakupan seluruh materi Tetapan Reaktivitas2. Menjelaskan kompetensi manfaat mempelajari Tetapan Reaktivitas3. Menjelaskan kandungan tujuan intruksional khusus dalam materi Tetapan Reaktivitas	Menyimak dan diskusi	LCD
Penyajian	Menerangkan materi <ol style="list-style-type: none">1. Pengaruh Moderator2. Pengaruh Suhu Moderator	Menyimak dan diskusi	LCD dan papan tulis

	3. Tetapan Suhu Bahan Bakar 4. Koefisien Tekanan 5. Tetapan Kehampaan Disertai dengan contoh dan Tanya jawab		
Penutupan	Merangkum Kuis	Menyimak Menjawab	LCD Papan tulis

E. Evaluasi
PR dan kuis

F. Referensi

- [1] DOE Fundamental Handbook-Nuclear Physics and Reactor Theory, US Dept. of Energy, 1985
- [2] Prayoto, Pengantar Teori Reaktor, Teknik Nuklir UGM
- [3] Ridwan M, dkk, Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir

Tema ke – 10
RACUN NETRON

A. Waktu Pertemuan : 1 x 50 menit

B. Tujuan Instruksional Khusus

Setelah mengikuti bahasan Racun Netron, mahasiswa diharapkan mampu

1. Mendefinisikan racun dapat dibakar, racun tak dapat dibakar dan *shim* kimia
2. Menerangkan penggunaan racun netron dapat dibakar dalam inti reactor
3. Menyebutkan keuntungan dan kerugian dari *shim* kimia terhadap racun dapat dibakar
4. Menyatakan dua alasan mengapa racun netron tak dapat dibakar digunakan dalam inti reactor
5. Menyatakan suatu contoh material yang digunakan sebagai racun netron tak dapat dibakar

C. Sub Pokok Bahasan

1. Racun dapat dibakar
2. Racun dapat larut
3. Racun tak dapat dibakar

D. Kegiatan Belajar Mengajar

Tahap	Kegiatan Pengajaran	Kegiatan Mahasiswa	Media dan alat Pengajaran
Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menjelaskan cakupan seluruh materi Racun Netron 2. Menjelaskan kompetensi manfaat mempelajari Racun Netron 3. Menjelaskan kandungan tujuan intruksional khusus dalam materi Racun Netron 	Menyimak dan diskusi	LCD
Penyajian	<p>Menerangkan materi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Racun dapat dibakar 2. Racun dapat larut 3. Racun tak dapat dibakar <p>Disertai dengan contoh dan Tanya jawab</p>	Menyimak dan diskusi	LCD dan papan tulis
Penutupan	Merangkum Kuis	Menyimak Menjawab	LCD Papan tulis

E. Evaluasi

PR dan kuis

F. Referensi

- [1] DOE Fundamental Handbook-Nuclear Physics and Reactor Theory, US Dept. of Energy, 1985
- [2] Prayoto, Pengantar Teori Reaktor, Teknik Nuklir UGM
- [3] Ridwan M, dkk, Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir

Tema ke – 11

TANGKAI PENGENDALI

A. Waktu Pertemuan : 3 x 50 menit

B. Tujuan Instruksional Khusus

Setelah mengikuti bahasan Tangkai Pengendali, mahasiswa diharapkan mampu

1. Menggambarkan perbedaan antara bahan penyerap neutron hijau dan bahan penyerap neutron hitam
2. Menerangkan mengapa bahan penyerap neutron hijau mungkin lebih disukai daripada bahan penyerap neutron hitam dalam penggunaannya sebagai tangkai pengendali
3. Menerangkan mengapa penyerap resonan seringkai lebih disukai daripada penyerap termal sebagai bahan tangkai pengendali
4. Mendefinisikan harga tangkai pengendali integral dan harga tangkai pengendali diferensial
5. Menggambarkan ketajaman kurva harga tangkai pengendali diferensial khas dan menerangkan alasan ketajamannya.
6. Menggambarkan ketajaman kurva harga tangkai pengendali integral khas dan menerangkan alasan ketajamannya.
7. Menghitung perubahan reaktivitas yang disebabkan gerakan tangkai pengendali antara dua posisi bila diberikan kurva harga tangkai pengendali diferensial atau integral
8. Mengeplot kurva harga tangkai pengendali diferensial atau integral bila diberikan data harga tangkai pengendali diferensial

C. Sub Pokok Bahasan

1. Pemilihan bahan tangkai pengendali
2. Tipe-tipe tangkai pengendali
3. Keefektifan tangkai pengendali
4. Nilai tangkai pengendali integral dan diferensial
5. Mekanisme pengendali tangkai

D. Kegiatan Belajar Mengajar

Tahap	Kegiatan Pengajaran	Kegiatan Mahasiswa	Media dan alat Pengajaran
Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none">1. Menjelaskan cakupan seluruh materi Tangkai Pengendali2. Menjelaskan kompetensi manfaat mempelajari Tangkai Pengendali3. Menjelaskan kandungan tujuan intruksional khusus dalam materi Tangkai Pengendali	Menyimak dan diskusi	LCD
Penyajian	Menerangkan materi <ol style="list-style-type: none">1. Pemilihan bahan tangkai pengendali	Menyimak dan diskusi	LCD dan papan tulis

	2. Tipe-tipe tangkai pengendali 3. Keefektifan tangkai pengendali 4. Nilai tangkai pengendali integral dan diferensial 5. Mekanisme pengendali tangkai Disertai dengan contoh dan Tanya jawab		
Penutupan	Merangkum Kuis	Menyimak Menjawab	LCD, Papan tulis

E. Evaluasi
PR dan kuis

F. Referensi

- [1] DOE Fundamental Handbook-Nuclear Physics and Reactor Theory, US Dept. of Energy, 1985
- [2] Prayoto, Pengantar Teori Reaktor, Teknik Nuklir UGM
- [3] Ridwan M, dkk, Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir

Tema ke – 12
PELIPAT SUBKRITIS

A. Waktu Pertemuan : 1 x 50 menit

B. Tujuan Instruksional Khusus

Setelah mengikuti bahasan Pelipat Subkritis, mahasiswa diharapkan mampu

1. Mendefinisikan Pelipatan subkritis dan fanktor pelipatan subkritis
2. Menghitung aras netron keadaan steady
3. Menghitung rerata cacah akhir
4. Mengestimasi nilai dari parameter dimana reactor menjadi kritis melalui penggunaan plot $1/M$

C. Sub Pokok Bahasan

1. Faktor Pelipat subkritis
2. Pengaruh perubahan reaktivitas pada pelipatan subkritis
3. Penggunaan plot $1/M$

D. Kegiatan Belajar Mengajar

Tahap	Kegiatan Pengajaran	Kegiatan Mahasiswa	Media dan alat Pengajaran
Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menjelaskan cakupan seluruh materi Pelipat Kritis 2. Menjelaskan kompetensi manfaat mempelajari Pelipat Kritis 3. Menjelaskan kandungan tujuan intruksional khusus dalam materi Pelipat Kritis 	Menyimak dan diskusi	LCD
Penyajian	<p>Menerangkan materi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Faktor Pelipat subkritis 2. Pengaruh perubahan reaktivitas pada pelipatan subkritis 3. Penggunaan plot $1/M$ <p>Disertai dengan contoh dan Tanya jawab</p>	Menyimak dan diskusi	LCD dan papan tulis
Penutupan	Merangkum Kuis	Menyimak Menjawab	LCD Papan tulis

E. Evaluasi
PR dan kuis

F. Referensi

- [1] DOE Fundamental Handbook-Nuclear Physics and Reactor Theory, US Dept. of Energy, 1985
- [2] Prayoto, Pengantar Teori Reaktor, Teknik Nuklir UGM
- [3] Ridwan M, dkk, Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir

Tema ke – 13
KINETIKA REAKTOR

A. Waktu Pertemuan : 2 x 50 menit

B. Tujuan Instruksional Khusus

Setelah mengikuti bahasan Kinetika Reaktor, mahasiswa diharapkan mampu

1. Mendefinisikan perioda reaktor, waktu pengganda dan kecepatan startup reaktor
2. Menerangkan relasi antara fraksi tunda, fraksi neutron tunda rerata, dan fraksi neutron tunda efektif
3. Menghitung periode reaktor dan rerata *startup*
4. Menghitung daya pada waktu kemudian
5. Menerangkan apa maksud dari istilah jatuh cepat dan loncatan cepat
6. Mendefinisikan bentuk kritis cepat
7. Menggambarkan kelakuakn reaktor selama kondisi kritis cepat
8. Menerangkan penggunaan ukuran reaktivitas dalam unit dollar

C. Sub Pokok Bahasan

1. Periode reaktor
2. Fraksi neutron efektif tertunda
3. Konstanta peluruhan pendahuluan neutron tertunda
4. Kekritisn Cepat
5. Persamaan Periode Stabil
6. Kecepatan reaktor startup
7. Waktu Pengganda

D. Kegiatan Belajar Mengajar

Tahap	Kegiatan Pengajaran	Kegiatan Mahasiswa	Media dan alat Pengajaran
Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menjelaskan cakupan seluruh materi Kinetika Reaktor 2. Menjelaskan kompetensi manfaat mempelajari Kinetika Reaktor 3. Menjelaskan kandungan tujuan intruksional khusus dalam materi Kinetika Reaktor 	Menyimak dan diskusi	LCD
Penyajian	<p>Menerangkan materi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Periode reaktor 2. Fraksi neutron efektif tertunda 3. Konstanta peluruhan pendahuluan neutron tertunda 4. Kekritisn Cepat 5. Persamaan Periode Stabil 6. Kecepatan reaktor startup 7. Waktu Pengganda <p>Disertai dengan contoh dan Tanya jawab</p>	Menyimak dan diskusi	LCD dan papan tulis

Penutupan	Merangkum Kuis	Menyimak Menjawab	LCD Papan tulis
-----------	-------------------	----------------------	--------------------

E. Evaluasi
PR dan kuis

F. Referensi

- [1] DOE Fundamental Handbook-Nuclear Physics and Reactor Theory, US Dept. of Energy, 1985
- [2] Prayoto, Pengantar Teori Reaktor, Teknik Nuklir UGM
- [3] Ridwan M, dkk, Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir

Tema ke – 14
OPERASI REAKTOR

A. Waktu Pertemuan : 3 x 50 menit

B. Tujuan Instruksional Khusus

Setelah mengikuti bahasan Operasi Reaktor, mahasiswa diharapkan mampu

1. Menerangkan mengapa sumber neutron stratum diperlukan dalam suatu reaktor
2. Menyebutkan empat variabel khas yang terlibat dalam kesetimbangan reaktivitas
3. Menerangkan bagaimana suatu kesetimbangan reaktivitas diperlukan untuk memperkirakan kondisi *under* yang mana reaktor menjadi kritis.
4. Menyebutkan tiga metode yang digunakan untuk menajamkan atau merendahkan distribusi daya inti(core)
5. Menerangkan konsep kemiringan daya
6. Mendefinisikan istilah batas shutdown
7. Menerangkan secara rasional satu kriteria tangkai batang
8. Mengidentifikasi lima perubahan yang akan terjadi selama dan setelah reaktor shutdown yang akan mempengaruhi reaktivitas inti (core)
9. Menerangkan mengapa panas peluruhan hadir mengikuti operasi reaktor
10. Menyebutkan tiga variabel yang berpengaruh terhadap sejumlah panas peluruhan yang mengikuti reaktor shutdown
11. Memperkirakan pendekatan sejumlah panas peluruhan yang ada satu jam setelah shutdown dari kondisi ajeg

C. Sub Pokok Bahasan

1. Startup
2. Posisi kritis perkiraan
3. Distribusi Daya inti
4. Kemiringan daya
5. Batas shut down
6. Operasi
7. Suhu
8. Tekanan
9. Aras Daya
10. Aliran
11. Pembakaran inti
12. Shutdown
13. Panas peluruhan

D. Kegiatan Belajar Mengajar

Tahap	Kegiatan Pengajaran	Kegiatan Mahasiswa	Media dan alat Pengajaran
Pendahuluan	1. Menjelaskan cakupan seluruh materi Operasi	Menyimak dan	LCD

	Reaktor 2. Menjelaskan kompetensi manfaat mempelajari Operasi Reaktor 3. Menjelaskan kandungan tujuan intruksional khusus dalam materi Operasi Reaktor	diskusi	
Penyajian	Menerangkan materi 1. Startup 2. Posisi kritis perkiraan 3. Distribusi Daya inti 4. Kemiringan daya 5. Batas shut down 6. Operasi 7. Suhu 8. Tekanan 9. Aras Daya 10. Aliran 11. Pembakaran inti 12. Shutdown 13. Panas peluruhan Disertai dengan contoh dan Tanya jawab	Menyimak dan diskusi	LCD dan papan tulis
Penutupan	Merangkum Kuis	Menyimak Menjawab	LCD Papan tulis

E. Evaluasi
PR dan kuis

F. Referensi

- [1] DOE Fundamental Handbook-Nuclear Physics and Reactor Theory, US Dept. of Energy, 1985
- [2] Prayoto, Pengantar Teori Reaktor, Teknik Nuklir UGM
- [3] Ridwan M, dkk, Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir