



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

FISIKA PARTIKEL
PAF 335/2 SKS

OLEH: TIM PENYUSUN

UPT-PUSTAK-UNSDP
No. Dat: 0030/BA/FMIPA/C1
Tgl. : 15-6-2007

JURUSAN FISIKA FMIPA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
2007

GARIS-GARIS BESAR PROGRAM PERKULIAHAN (GBPP)

- Matakuliah** : **FISIKA PARTIKEL**
- Kode Matakuliah, SKS/Smt** : PAF 335, 2 / V
- Deskripsi singkat** : Mata kuliah Fisika Partikel menjelaskan keberadaan asal muasal partikel-partikel mendasar yang merupakan penyusun atom dan inti. Pembahasan mata kuliah ini dimulai dengan mengingat kembali konsep tentang nuclei dengan tema pembicaraan atom dan nuclei serta gaya-gaya dalam nuklei. Pembicaraan berikutnya terkait dengan massa dan energy serta kestabilan dan peluruhan. Teknologi Nuklir menjadi kajian selanjutnya yang diiringi dengan pembicaraan fisika partikel. Pembahasan fisika partikel banyak membicarakan lepton dan hadron yang diakhiri dengan kosmologi.
- Standar Kompetensi** : Pada akhir mata kuliah ini, Mahasiswa diharapkan mampu:
- Menjelaskan konsep fisika energy tinggi dan pemanfaatannya
 - Menjelaskan konsep Lepton dan Hadron serta dapat menunjukkan muasal keberadaannya
 - Menjelaskan terbentuknya alam semesta
- Prasyarat** : PAF 214 (Fisika Modern), PAF311*(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 Atom dan Nuklei, mahasiswa diharapkan mampu <ul style="list-style-type: none"> • Menamakan anggota partikel nuclei dan menyatakan dimensi khas dari nuclei • Menggambarkan kejadian dari hamburan partikel alfa dan eksperimen difraksi electron • Menunjukkan bagaimana densitas material nuklir mengambil dari kejadian seperti di atas 	Atom dan Nuklei	1. Partikel-partikel yang umum 2. Eksperimen hamburan alfa Rutherford 3. Difraksi electron 4. Radius Nuklir 5. Densitas Nuklir 6. Skala Nukli	2 x 50	Ceramah, diskusi, tugas	[1]
2	Setelah mengikuti bahasan Gaya-gaya dalam Nukleus, mahasiswa diharapkan mampu <ul style="list-style-type: none"> • Menyatakan kepentingan relative dari nuklir kuat, elektrostatis dan gaya grafitasi 	Gaya-gaya dalam Nukleus	1. Gaya Coulomb dan Gravitasi 2. Suatu Gaya Tambahan	2 x 50	Ceramah, diskusi, tugas	[1]

No.	Kompetensi Dasar	Pokok Bahasan	Sub Pokok Bahasan	Waktu (menit)	Pengalaman belajar/ metoda	Ref.
1	2	3	4	5	6	7
	<p>dalam bersama-sama menangani nucleon di dalam nucleus</p> <ul style="list-style-type: none"> Menggambarkan karakteristik gaya nuklir kuat antar nucleon Menghubungkan grafik gaya pemisahan dan energy pemisahan untuk gaya nuklir kuat 		<p>3. Energi Nukleon 4. Model Nukleus</p>			
3	<p>Di akhir diskusi tema ini, mahasiswa diharapkan mampu</p> <ul style="list-style-type: none"> Mengutip informasi tentang massa nuklir, ragam peluruhan, kelimpahan isotop dan umur paro dari table dan pemetaan nuklida Menunjukkan bagaimana nuklida direlasikan melalui rantai peluruhan 	Nuklei Stabil dan tak stabil	<p>1. Tabel Isotop 2. Nuklei tak stabil 3. Rentetan peluruh</p>	2 x 50	Ceramah, diskusi, tugas	[1]
4	<p>Di akhir diskusi tema ini, mahasiswa diharapkan mampu</p> <ul style="list-style-type: none"> Menghitung nilai cacat massa dan energy ikat untuk nuklida yang berbeda Menggunakan persamaan Einstein $E=mc^2$ untuk menghubungkan cacat massa dan energy ikat Menggambarkan variasi energy ikat tiap nucleon dengan bilangan nucleon A Menerangkan keberartian bentuk dalam persamaan energy ikat semi-empirik 	Kesetimbangan Massa-Energi	<p>1. Massa Nuklir 2. Cacat Massa Nuklir 3. Massa sebagai energy 4. Energy ikat 5. Rumusan energy ikat</p>	2 x 50	Ceramah, diskusi, tugas	[1]
5	<p>Di akhir diskusi tema ini, mahasiswa diharapkan mampu</p> <ul style="list-style-type: none"> Menuliskan persamaan untuk peluruhan nuklir melibatkan emisi α, β^+ dan β^- serta tangkapan electron Menghitung besar pelepasan energy Q ketika peluruhan suatu nucleus tak stabil 	Peluruhan Radioaktif	<p>1. Suatu kondisi untuk meluruh 2. Persamaan peluruhan 3. Penghitungan Q 4. Penggambaran peluruhan radioaktif</p>	2 x 50	Ceramah, diskusi, tugas	[1]

No.	Kompetensi Dasar	Pokok Bahasan	Sub Pokok Bahasan	Waktu (menit)	Pengalaman belajar/ metoda	Ref.
1	2	3	4	5	6	7
	<ul style="list-style-type: none"> Menentukan apakah peluruhan radioaktif dimungkinkan atau tidak dari nilai Q 					
6	<p>Di akhir diskusi tema ini, mahasiswa diharapkan mampu</p> <ul style="list-style-type: none"> Menggambarkan model yang diinginkan untuk menerangkan mekanisme emisi α, β^+ dan β^- serta tangkapan electron Menggambarkan kejadian yang mendukung model-model tersebut Menampilkan kejadian untuk keberadaan neutrino 	Proses peluruhan Radioaktif	<ol style="list-style-type: none"> Emisi alfa Peluruhan beta Emisi gamma Neutrino 	2 x 50		[1]
7	<p>Di akhir diskusi tema ini, mahasiswa diharapkan mampu</p> <ul style="list-style-type: none"> Menangani material radioaktif dengan perhatian dan kepedulian yang diinginkan untuk aman Menampilkan pengaruh radiasi α, β dan γ pada tubuh Mengambarkan radiasi α, β dan γ mungkin terdeteksi dengan menggunakan film fotografi, bilik ionisasi, rongga Geiger dan detector zat padat Menyatakan sifat-sifat dari radiasi berikut α, β dan γ: muatan, massa, penetrasi udara dan material padat Menghubungkan penggunaan radioisotope ke sifat-sifatnya 	Penggunaan Material Radioaktif	<ol style="list-style-type: none"> Sifat Radioaktif Pendeteksi radiasi Penggunaan radioisotope Pengaruh radiasi terhadap tubuh 	2 x 50	Ceramah, diskusi, tugas	[1]
8	<p>Di akhir diskusi tema ini, mahasiswa diharapkan mampu</p> <ul style="list-style-type: none"> Menggambarkan pembelahan terinduksi neutron dari nucleus massif Menghitung pelepasan energy dalam kejadian pembelahan 	Reaktor Pembelahan Nuklir	<ol style="list-style-type: none"> Fisika Pembelahan Reaksi Berantai Pengendalian reaksi berantai Daya dari pembelahan 	2 x 50	Ceramah, diskusi, tugas	[1]

No.	Kompetensi Dasar	Pokok Bahasan	Sub Pokok Bahasan	Waktu (menit)	Pengalaman belajar/ metoda	Ref.
1	2	3	4	5	6	7
	<ul style="list-style-type: none"> Menggambarkan bagaimana reaksi berantai dapat terjadi dan penggunaan secara benar istilah reaksi kritis dan massa kritis Menerangkan aturan dari suatu moderator dan tangkai pengendali dalam reactor praktis Membandingkan pemanfaatan reactor pembelahan dan bom pembelahan Menguraikan permasalahan termasuk bahaya yang digambarkan dengan penanganan bahan bakar nuklir dan material sampah nuklir Menggambarkan kesamaan dan perbedaan konstruksi dan operasi dari reactor nuklir cepat dan termal 		5. Bahan Bakar Nuklir dan sampah Nuklir 6. Reaktor Nuklir praktis			
9	Di akhir diskusi tema ini, mahasiswa diharapkan mampu <ul style="list-style-type: none"> Menghitung pelepasan energy bila dua berkas nucleui bergabung Menerangkan mengapa reaksi fusi nuklir dapat terjadi pada suhu tinggi Menguraikan problem praktis termasuk pada pengembangan sumber daya penggabungan 	Pembelahan Nuklir	1. Kemungkinan pembelahan 2. Proses pembelahan 3. Pembelahan sebagai suatu sumber energy	2 x 50	Ceramah, diskusi, tugas	[1]
10	Di akhir diskusi tema ini, mahasiswa diharapkan mampu <ol style="list-style-type: none"> Menerangkan kasus Chernobyl Menerangkan tentang pulsar, bintang neutron, lubang hitam Menguraikan materi dan anti materi Menguraikan partikel dan GUTs 	Fisika Nuklir saat ini	1. Pemantauan Chernobyl 2. Pulsar, bintang neutron, lubang hitam dan <i>little green men</i> 3. Materi dan anti materi 4. Partikel dan gaya,	2 x 50	Ceramah, diskusi, tugas	[1]

No.	Kompetensi Dasar	Pokok Bahasan	Sub Pokok Bahasan	Waktu (menit)	Pengalaman belajar/ metoda	Ref.
1	2	3	4	5	6	7
			quark dan GUTs			
11	<p>Di akhir diskusi tema ini, mahasiswa diharapkan mampu</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menerangkan kebutuhan aselerator partikel energy tinggi • Menguraikan prinsip aselerator partikel • Menguraikan prinsip detector partikel • Menggambarkan informasi tentang partikel yang diturunkan dari jejaknya dalam detector 	Fisika Energi Tinggi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pemercepat Partikel 2. Detector partikel 3. Interpretasi Jejak Partikel 4. Relativitas khusus 	2 x 50	Ceramah, diskusi, tugas	[1]
12	<p>Di akhir diskusi tema ini, mahasiswa diharapkan mampu</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menyebutkan enam jenis lepton dan antipartikelnya • Menyatakan gaya yang berpengaruh terhadap lepton • Menerapkan aturan konservasi untuk bilangan lepton dari reaksi sederhana 	Leptons	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elektron, Positron dan Neutrino 2. Lebih jauh tentang Lepton 3. Interaksi Lepton 	2 x 50	Ceramah, diskusi, tugas	[1]
13	<p>Di akhir diskusi tema ini, mahasiswa diharapkan mampu</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengklasifikasi hadron sebagai meson atau barion • Menerapkan hokum konservasi muatan dan bilangan barion dari reaksi hadron • Menggambarkan kejadian untuk struktur termal hadron • Menggambarkan struktur quark dari barion dan meson • Menurunkan sifat hadron dari keanggotaan quarknya • Mengaplikasikan hokum konservasi melibatkan strangeness dan charm • Menggambarkan simetri antara enam 	Dari Hadron ke Quarks	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hadron, Meson dan Baryon 2. Persamaan Hadron 3. Di dalam Hadron 4. Quark 5. Simetri Quark Lepton 	2 x 50	Ceramah, diskusi, tugas	[1]

No.	Kompetensi Dasar	Pokok Bahasan	Sub Pokok Bahasan	Waktu (menit)	Pengalaman belajar/ metoda	Ref.
1	2	3	4	5	6	7
	quark dan enam lepton					
14	<p>Di akhir diskusi tema ini, mahasiswa diharapkan mampu</p> <ul style="list-style-type: none"> Menggambarkan empat gaya fundamental yang timbul dari <i>exchange</i> partikel yang memiliki sifat yang ditentukan sifat gayanya Menggambarkan dan menginterpretasikan diagram Feynman untuk menggambarkan <i>exchange</i> partikel Menghubungkan rentang dari masing-masing gaya terhadap massa <i>exchange</i> partikelnya 	Empat gaya Fundamental	<ol style="list-style-type: none"> Gaya-gaya fundamental Diagram Feynman Partikel nyata dan bayangan 	2 x 50	Ceramah, diskusi, tugas	[1]
15	<p>Di akhir diskusi tema ini, mahasiswa diharapkan mampu</p> <ul style="list-style-type: none"> Menguraikan beberapa kejadian yang mendukung teori ledakan besar semesta Mendiskusikan interaksi antara materi dan energy yang penting pada waktu yang berbeda dalam sejarah semesta Mendiskusikan bagaimana evolusi masa depan dari semesta bergantung pada densitas materi dalam semesta 	Fisika Partikel dan Kosmologi	<ol style="list-style-type: none"> Pengembangan Semesta Ledakan Besar dan Fisika partikel Masa depan Semesta 	2 x 50	Ceramah, diskusi, tugas	[1]

Referensi:

[1] David Sang, Nuclear and Particle Physics, 1995, Thomas Nelson and Sons, UK

S A P

MATA KULIAH: FISIKA PARTIKEL, KODE: MPF 335, SKS: 2

POKOK BAHASAN 1: Pendahuluan Fisika Partikel (Fisika Energi Tinggi) (Pertemuan I: 1 × 100 menit).

SUB POKOK BAHASAN: 1. Review Fisika Nuklir,

2. Apa Itu Fisika Partikel dan Kegunaannya?

TUJUAN:

1. TIU: Pada akhir mata kuliah ini, mahasiswa diharapkan mampu:

1. Menjelaskan konsep fisika energi tinggi dan pemanfaatannya
2. Menjelaskan dan membedakan beberapa akselerator dan kegunaannya
3. Menjelaskan konsep Lepton dan Hadron serta dapat menunjukkan asal muasal keberadaannya
4. Menjelaskan terbentuknya alam semesta

2. TIK: Setelah mempelajari pokok Bahasan Pendahuluan Fisika Partikel (Fisika energi Tinggi), mahasiswa diharapkan dapat: menyebutkan dan menjelaskan lagi kegunaan dari Fisika Nuklir, menjelaskan definisi dari Fisika Partikel (atau Fisika Energi Tinggi), menyebutkan dan menjelaskan singkat kegunaan Fisika Partikel

KEGIATAN BELAJAR MENGAJAR:

Tahap	Kegiatan Dosen	Kegiatan Mahasiswa	Alat
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none">• Menjelaskan singkat fisika nuklir beserta contoh dan kaitannya dengan Fisika Partikel• Menuliskan silabus atau materi kuliah dari fisika partikel disertai ulasan dan penjelasan singkat dari tiap-tiap bab atau subbab• Menjelaskan sistem penilaian akhir dari mata kuliah tersebut• Ramah tamah dan lain sebagainya	Mendengarkan dan tanya jawab	Papan tulis, OHP

Penyajian Materi	Menjelaskan: <ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan definisi Fisika Partikel atau Fisika Energi tinggi beserta kegunaannya • 	Mendengarkan, bertanya, dan tanya jawab	Papan tulis, OHP, LCD
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> • Memberikan rangkuman • Memberikan tugas-tugas 	Mengerjakan soal-soal (PR), kerja mandiri, tanya jawab	Papan tulis, OHP, asisten .

EVALUASI: Tugas-tugas, Tanya jawab

Referensi:

- [1] David Sang, *Nuclear and Particle Physics*, 1995, Thomas Nelson and Sons, UK
- [2] Beiser, A., *Concepts of Modern Physics*, 5th Edition, 1995, McGraw-Hill, Inc., New York.
- [3] Giancoli, D.C., *Physics*, 5th ed., 1998, Prentice Hall, New Jersey.
- [4] Atam P Arya, *Fundamental of Nuclear Physics*, 1966, Allyn and Bacon Inc. Boston.
- [5] Kenneth S. Krane, *Introductory Nuclear Physics*, 1988, John Wiley and Sons.

POKOK BAHASAN 2: AKSELERATOR DAN DETEKTOR PARTIKEL (6 × 100 menit)
SUBPOKOK BAHASAN: REVIEW DINAMIKA RELATIVISTIK (PERTEMUAN II, 1×100 MENIT)

TIK: Setelah mempelajari Subpokok Bahasan REVIEW DINAMIKA RELATIVISTIK, mahasiswa diharapkan dapat: menghitung massa, momentum, energi kinetik, dan energi total relativistik dari suatu reaksi pembentukan partikel elementer

KEGIATAN BELAJAR MENGAJAR:

Tahap	Kegiatan Dosen	Kegiatan Mahasiswa	Alat
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"> Menjelaskan singkat materi terakhir, tanya jawab 	Mendengarkan dan tanya jawab	Papan tulis, OHP
Penyajian Materi	Mengulang materi dinamika relativistic untuk partikel dasar: <ul style="list-style-type: none"> Definisi massa dan momentum relativistik, mengapa muncul massa relativistik Mengapa muncul energi kinetik relativistik? Beda dengan klasik? Menghitung energi relativistik 	Mendengarkan, bertanya, ikut menghitung latihan soal	Papan tulis, OHP, LCD
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> Memberikan rangkuman Kuis Memberikan tugas-tugas 	Mengerjakan soal-soal (PR), kerja mandiri, tanya jawab	Papan tulis, OHP, asisten

EVALUASI: Kuis, tugas-tugas, Tanya jawab

Referensi:

- [1] David Sang, *Nuclear and Particle Physics*, 1995, Thomas Nelson and Sons, UK
- [2] Beiser, A., *Concepts of Modern Physics*, 5th Edition, 1995, McGraw-Hill, Inc., New York.
- [3] Giancoli, D..C., *Physics*, 5th ed., 1998, Prentice Hall, New Jersey.
- [4] Atam P Arya, *Fundamental of Nuclear Physics*, 1966, Allyn and Bacon Inc. Boston.
- [5] Kenneth S. Krane, *Introductory Nuclear Physics*, 1988, John Wiley and Sons.

POKOK BAHASAN 2: AKSELERATOR DAN DETEKTOR PARTIKEL

SUBPOKOK BAHASAN: Akselerator (PERTEMUAN III, 1×100 MENIT)

TUJUAN:

TIK: Setelah mempelajari Subpokok Bahasan **Interpretasi Jejak Partikel, Detektor Partikel**, mahasiswa diharapkan dapat: menggambarkan informasi tentang partikel yang diturunkan dari jejaknya dalam detektor yang meliputi jenis-jenis lintasan partikel dalam ruang bermedan, jenis partikel elementer, orde besar massa atau energi partikel berdasarkan lintasan dan hukum kekekalan energi, serta menjelaskan prinsip kerja detektor partikel dan kegunaannya.

KEGIATAN BELAJAR MENGAJAR:

Tahap	Kegiatan Dosen	Kegiatan Mahasiswa	Alat
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Pendahuluan	Menjelaskan secara singkat materi terakhir, dinamika relativistik dan kaitannya dengan interpretasi jejak dan detektor partikel, tanya jawab.	Mendengar, diskusi, tanya jawab	Papan tulis, OHP
Penyajian Materi	Menjelaskan: <ul style="list-style-type: none">• Review gerak dan lintasan partikel dalam ruang bermedan?• prinsip spektroskopi massa• Prinsip kerja detektor partikel• Interpretasi jejak partikel• Perhitungan dan contoh soal•	Mendengarkan, Tanya jawab, latihan soal	Papan tulis, OHP, LCD
Penutup	<ul style="list-style-type: none">• Memberikan rangkuman	Mendengarkan, tanya	Papan tulis,

	• Kuis/memberikan tugas-tugas	jawab	OHP, LCD, dibantu asisten
--	-------------------------------	-------	------------------------------

EVALUASI: Kuis, tugas-tugas

Referensi:

- [1] David Sang, *Nuclear and Particle Physics*, 1995, Thomas Nelson and Sons, UK
- [2] Beiser, A., *Concepts of Modern Physics*, 5th Edition, 1995, McGraw-Hill, Inc., New York.
- [3] Giancoli, D..C., *Physics*, 5th ed., 1998, Prentice Hall, New Jersey.
- [4] Atam P Arya, *Fundamental of Nuclear Physics*, 1966, Allyn and Bacon Inc. Boston.
- [5] Kenneth S. Krane, *Introductory Nuclear Physics*, 1988, John Wiley and Sons.

POKOK BAHASAN 2: AKSELERATOR DAN DETEKTOR PARTIKEL

SUBPOKOK BAHASAN: Akselerator (PERTEMUAN IV, 1×100 MENIT)



TIK: Setelah mempelajari subpokok Bahasan Akselerator, mahasiswa diharapkan dapat: menjelaskan prinsip kerja akselerator, menyebutkan dan menggambarkan ringkas jenis-jenis akselerator beserta kegunaannya

KEGIATAN BELAJAR MENGAJAR:

Tahap <i>1</i>	Kegiatan Dosen <i>2</i>	Kegiatan Mahasiswa <i>3</i>	Alat <i>4</i>
Pendahuluan	Menjelaskan secara singkat materi terakhir serta kaitannya dengan akselerator, menjelaskan kegunaan dan kebutuhan akselerator, tanya jawab	Mendengar dan diskusi Tanya jawab	Papan tulis, OHP
Penyajian Materi	Menjelaskan: <ul style="list-style-type: none">• Prinsip kerja akselerator• Jenis-jenis akselerator• Contoh soal	Mendengarkan, Tanya jawab, latihan soal	Papan tulis, OHP, LCD
Penutup	<ul style="list-style-type: none">• Merangkum	Mendengarkan, Tanya jawab	Papan tulis, OHP, LCD, dibantu asisten

EVALUASI: Kuis, tugas-tugas, paper

Referensi:

- [1] David Sang, *Nuclear and Particle Physics*, 1995, Thomas Nelson and Sons, UK
- [2] Beiser, A., *Concepts of Modern Physics*, 5th Edition, 1995, McGraw-Hill, Inc., New York.
- [3] Giancoli, D.C., *Physics*, 5th ed., 1998, Prentice Hall, New Jersey.
- [4] Atam P Arya, *Fundamental of Nuclear Physics*, 1966, Allyn and Bacon Inc. Boston.
- [5] Kenneth S. Krane, *Introductory Nuclear Physics*, 1988, John Wiley and Sons.

POKOK BAHASAN 2: AKSELERATOR DAN DETEKTOR PARTIKEL

SUBPOKOK BAHASAN: Seminar Akselerator (PERTEMUAN V-VII, 3×100 MENIT)

TIK: Setelah mempelajari subpokok Bahasan Seminar Akselerator, mahasiswa diharapkan dapat: menjelaskan secara lisan dalam bentuk seminar prinsip kerja akselerator, menyebutkan dan menggambarkan ringkas jenis-jenis akselerator beserta kegunaannya

KEGIATAN BELAJAR MENGAJAR:

Tahap <i>1</i>	Kegiatan Dosen <i>2</i>	Kegiatan Mahasiswa <i>3</i>	Alat <i>4</i>
Pendahuluan	Menjelaskan secara singkat materi terakhir serta kaitannya dengan akselerator, menjelaskan kegunaan dan kebutuhan akselerator, tanya jawab	Mendengar dan diskusi Tanya jawab	Papan tulis, OHP
Penyajian Materi	Menjelaskan: <ul style="list-style-type: none">• Prinsip kerja akselerator• Jenis-jenis akselerator• Contoh soal	Mendengarkan, Tanya jawab, presentasi di depan kelas (seminar)	Papan tulis, OHP, LCD
Penutup	<ul style="list-style-type: none">• Merangkum	Mendengarkan, Tanya jawab	Papan tulis, OHP, LCD

EVALUASI: Kuis, tugas-tugas, paper

Referensi:

- [1] David Sang, *Nuclear and Particle Physics*, 1995, Thomas Nelson and Sons, UK
- [2] Beiser, A., *Concepts of Modern Physics*, 5th Edition, 1995, McGraw-Hill, Inc., New York.
- [3] Giancoli, D..C., *Physics*, 5th ed., 1998, Prentice Hall, New Jersey.
- [4] Atam P Arya, *Fundamental of Nuclear Physics*, 1966, Allyn and Bacon Inc. Boston.
- [5] Kenneth S. Krane, *Introductory Nuclear Physics*, 1988, John Wiley and Sons.

PERTEMUAN KEDELAPAN: MID SEMESTER

Materi yang diujikan meliputi bahan yang sudah diberikan pada pertemuan pertama sampai ketujuh.

POKOK BAHASAN: LEPTONS (PERTEMUAN KE : 9-10, 2×100 menit)

Subpokok Bahasan: 1. Elektron, Positron, dan Neutrino

2. Interaksi pada Leptons

1. TIK: Setelah mempelajari pokok Bahasan **Leptons**, mahasiswa diharapkan dapat: menjelaskan dan menyebutkan enam jenis lepton dan antipartikelnya, menjelaskan gaya yang berpengaruh terhadap lepton, menerapkan aturan konservasi untuk bilangan lepton dari reaksi sederhana serta menghitung besaran energi relativistic dan momentumnya.

KEGIATAN BELAJAR MENGAJAR:

Tahap	Kegiatan Dosen	Kegiatan Mahasiswa	Alat
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Pendahuluan	Menjelaskan secara singkat materi terakhir dan kaitannya dengan Lepton, tanya jawab	Mendengar dan diskusi Tanya jawab	Papan tulis, OHP
Penyajian Materi	<ul style="list-style-type: none">• Menjelaskan partikel leptons seperti electron, positron, dan neutrino, sebab kemunculannya, dan mengapa ada anti partikelnya1. Menjelaskan interaksi pada lepton dan aturan konservasinya2. contoh soal3. Diskusi dan seminar leptons	Mendengar tanya jawab, mengerjakan soal, presentasi di depan kelas (seminar)	Papan tulis, OHP, LCD
Penutup	Memberikan: 1. Rangkuman	Mengerjakan soal-soal (PR), kerja mandiri,	

	2. Tugas-tugas	tanya jawab	
--	----------------	-------------	--

EVALUASI: Kuis, tugas-tugas

Referensi:

- [1] David Sang, *Nuclear and Particle Physics*, 1995, Thomas Nelson and Sons, UK
- [2] Beiser, A., *Concepts of Modern Physics*, 5th Edition, 1995, McGraw-Hill, Inc., New York.
- [3] Giancoli, D..C., *Physics*, 5th ed., 1998, Prentice Hall, New Jersey.
- [4] Atam P Arya, *Fundamental of Nuclear Physics*, 1966, Allyn and Bacon Inc. Boston.
- [5] Kenneth S. Krane, *Introductory Nuclear Physics*, 1988, John Wiley and Sons.

POKOK BAHASAN: HADRON DAN QUARK (3×100 MENIT)

Subpokok Bahasan: 1. Hadron, Meson, dan Barion, 2. Persamaan Hadron

PERTEMUAN KE : 11 (WAKTU: 1 × 100 menit)

TIK: Setelah mempelajari Subpokok Bahasan 1. Hadron, Meson, dan Barion, 2. Persamaan Hadron, mahasiswa diharapkan sedikitnya dapat mengklasifikasi hadron sebagai meson atau barion, menerapkan hukum konservasi muatan dan bilangan barion dari reaksi hadron, dan menggambarkan kejadian untuk struktur hadron

KEGIATAN BELAJAR MENGAJAR:

Tahap	Kegiatan Dosen	Kegiatan Mahasiswa	Alat
1	2	3	4
Pendahuluan	Menjelaskan singkat: <ul style="list-style-type: none">• Materi terakhir, tanya jawab.	Mendengar dan diskusi Tanya jawab	Papan tulis, OHP
Penyajian Materi	<ul style="list-style-type: none">• Menjelaskan definisi hadron, meson dan barion• Menjelaskan kalsifikasi hadron• Menjelaskan konservasi muatan dan bilangan barion pada reaksi hadron• Menjelaskan kejadian struktur hadron	Mendengar dan diskusi Tanya jawab, mengerjakan soal	Papan tulis, OHP, LCD
Penutup	Memberikan: Rangkuman dan tugas-tugas	Mengerjakan soal-soal (PR), kerja mandiri, tanya jawab	

EVALUASI: Kuis, tugas-tugas

Referensi:

- [1] David Sang, *Nuclear and Particle Physics*, 1995, Thomas Nelson and Sons, UK
- [2] Beiser, A., *Concepts of Modern Physics*, 5th Edition, 1995, McGraw-Hill, Inc., New York.
- [3] Giancoli, D..C., *Physics*, 5th ed., 1998, Prentice Hall, New Jersey.
- [4] Atam P Arya, *Fundamental of Nuclear Physics*, 1966, Allyn and Bacon Inc. Boston.
- [5] Kenneth S. Krane, *Introductory Nuclear Physics*, 1988, John Wiley and Sons.

POKOK BAHASAN: HADRON DAN QUARK

Subpokok Bahasan: Quark, dan Simetri Quark Lepton (Pertemuan ke-: 12-13 (2 × 100 menit))

1. TIK: Setelah mempelajari Subpokok Bahasan Quark dan Simetri Quark Lepton, mahasiswa diharapkan sedikitnya dapat: menggambarkan struktur quark dari barion dan meson, menurunkan sifat hadron dari keanggotaan quarknya, mengaplikasikan hukum konservasi melibatkan strangeness dan charm, menggambarkan simetri antara enam quark dan enam lepton

KEGIATAN BELAJAR MENGAJAR:

Tahap	Kegiatan Dosen	Kegiatan Mahasiswa	Alat
1	2	3	4
Pendahuluan	Menjelaskan singkat materi terakhir, tanya jawab.	Mendengar dan diskusi Tanya jawab	Papan tulis, OHP
Penyajian Materi	<ul style="list-style-type: none">• Menjelaskan struktur quark dari barion dan meson• Menjelaskan sifat hadron dari keanggotaan quark• Menjelaskan hukum konservasi yang melibatkan strangeness dan charm• Menjelaskan simetri antara enam quark dan enam lepton• Contoh-contoh soal• Diskusi dan Seminar	Mendengar tanya jawab, mengerjakan soal, seminar	Papan tulis, OHP, LCD
Penutup	Memberikan rangkuman dan tugas-tugas	Mengerjakan soal-soal (PR), kerja mandiri, tanya jawab	

EVALUASI: Kuis, tugas-tugas, seminar

Referensi:

- [1] David Sang, *Nuclear and Particle Physics*, 1995, Thomas Nelson and Sons, UK
- [2] Beiser, A., *Concepts of Modern Physics*, 5th Edition, 1995, McGraw-Hill, Inc., New York.
- [3] Giancoli, D..C., *Physics*, 5th ed., 1998, Prentice Hall, New Jersey.
- [4] Atam P Arya, *Fundamental of Nuclear Physics*, 1966, Allyn and Bacon Inc. Boston.
- [5] Kenneth S. Krane, *Introductory Nuclear Physics*, 1988, John Wiley and Sons.

POKOK BAHASAN: EMPAT GAYA FUNDAMENTAL (PERTEMUAN 14-15, 2× 100 menit)

Subpokok Bahasan: Gaya-gaya Fundamental, Diagram Feynman, Partikel Nyata dan Bayangan

TUJUAN:

1. TIK: Setelah mempelajari Pokok Bahasan Empat Gaya Fundamental, mahasiswa diharapkan sedikitnya dapat: menyebutkan dan menjelaskan empat gaya fundamental yang muncul dari *exchange* partikel, menggambarkan dan menginterpretasikan diagram Feynman, menghubungkan rentang dari masing-masing gaya terhadap massa *exchange* partikelnya.

KEGIATAN BELAJAR MENGAJAR:

Tahap	Kegiatan Dosen	Kegiatan Mahasiswa	Alat
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Pendahuluan	Menjelaskan singkat: <ul style="list-style-type: none">• Materi terakhir, tanya jawab.	Mendengar dan diskusi Tanya jawab	Papan tulis, OHP
Penyajian Materi	Menjelaskan: <ul style="list-style-type: none">• empat gaya fundamental yang timbul dari <i>exchange</i> partikel yang memiliki sifat yang ditentukan sifat gayanya• Mengambarkan dan menginterpretasikan diagram Feynman untuk menggambarkan <i>exchange</i> partikel• Menghubungkan rentang dari masing-masing gaya terhadap massa <i>exchange</i> partikelnya• contoh soal	Mendengar tanya jawab, mengerjakan soal, Seminar/ Presentasi di depan kelas	Papan tulis, OHP, LCD

	• Diskusi dan Seminar		
Penutup	Memberikan: 1. Rangkuman 2. Tugas-tugas	Mengerjakan soal-soal (PR), kerja mandiri, tanya jawab	Papan tulis, OHP, LCD, Bimbingan Asisten

EVALUASI: Kuis, tugas-tugas, Tanya jawab, Diskusi dan Seminar

Referensi:

- [1] David Sang, *Nuclear and Particle Physics*, 1995, Thomas Nelson and Sons, UK
- [2] Beiser, A., *Concepts of Modern Physics*, 5th Edition, 1995, McGraw-Hill, Inc., New York.
- [3] Giancoli, D..C., *Physics*, 5th ed., 1998, Prentice Hall, New Jersey.
- [4] Atam P Arya, *Fundamental of Nuclear Physics*, 1966, Allyn and Bacon Inc. Boston.
- [5] Kenneth S. Krane, *Introductory Nuclear Physics*, 1988, John Wiley and Sons.

POKOK BAHASAN : FISIKA PARTIKEL & KOSMOLOGI (PERTEMUAN KE-16, 1 × 150 menit

TIK: Setelah mempelajari pokok Bahasan **Fisika Partikel & Kosmologi**, mahasiswa diharapkan sedikitnya dapat: menguraikan beberapa kejadian yang mendukung teori ledakan besar semesta, menjelaskan interaksi antara materi dan energi yang penting pada waktu yang berbeda dalam sejarah semesta, menjelaskan bagaimana evolusi masa depan dari semesta bergantung pada densitas materi dalam semesta

KEGIATAN BELAJAR MENGAJAR:

Tahap	Kegiatan Dosen	Kegiatan Mahasiswa	Alat
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Pendahuluan	Menjelaskan singkat materi terakhir, tanya jawab.	Mendengar dan diskusi Tanya jawab	Papan tulis, OHP
Penyajian Materi	Menjelaskan prinsip dari: <ul style="list-style-type: none"> • Ekspansi alam semesta • Teori <i>big bang</i> • Masa depan alam semesta • contoh soal 	Mendengar tanya jawab, mengerjakan soal	Papan tulis, OHP, LCD
Penutup	Memberikan rangkuman dan tugas-tugas	Mengerjakan soal-soal (PR), kerja mandiri, tanya jawab	Papan tulis, OHP, LCD, Bimbingan Asisten

EVALUASI: Kuis, tugas-tugas, Tanya jawab

Referensi:

- [1] David Sang, *Nuclear and Particle Physics*, 1995, Thomas Nelson and Sons, UK
- [2] Beiser, A., *Concepts of Modern Physics*, 5th Edition, 1995, McGraw-Hill, Inc., New York.
- [3] Giancoli, D..C., *Physics*, 5th ed., 1998, Prentice Hall, New Jersey.
- [4] Atam P Arya, *Fundamental of Nuclear Physics*, 1966, Allyn and Bacon Inc. Boston.
- [5] Kenneth S. Krane, *Introductory Nuclear Physics*, 1988, John Wiley and Sons.