BUKU RANCANGAN PENGAJARAN (BRP)

MATA KULIAH

TEORI HAMBURAN

oleh

Dr. Imam Fachruddin

Program Studi S1 Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Indonesia
Depok
Desember 2017

PENGANTAR

Buku Rancangan Pembelajaran ini disusun untuk menjadi acuan kegiatan pembelajaran mata kuliah Teori Hamburan. Mata kuliah Teori Hamburan merupakan salah satu dari beberapa mata kuliah wajib Peminatan Fisika Nuklir dan Partikel Teoretis. Sesuai Kurikulum Berbasis Kompetensi 2012 Program Studi S1 Fisika Universitas Indonesia, mata kuliah Teori Hamburan diberikan di semester 6.

Mata kuliah Teori Hamburan menjelaskan proses hamburan partikel dan perhitungannya menggunakan mekanika kuantum non relativistik. Di dalamnya dijelaskan metode dan teknik perhitungan teoretis serta perhitungan numeris untuk menghitung besaran-besaran hamburan partikel. Untuk mengambil mata kuliah ini diperlukan bekal pengetahuan mekanika kuantum dan fisika inti.

Depok, 29 Agustus 2013

Dr. Imam Fachruddin

I. Informasi Umum

1.	Nama Program Studi / Jenjang Studi	:	Fisika / S1
2.	Nama Mata Kuliah	:	Teori Hamburan
3.	Kode Mata Kuliah	:	SCFI603412
4.	Semester Ke-	:	6
5.	Jumlah SKS	:	3 SKS
6.	Metode Pembelajaran	:	Kuliah mimbar
7.	Mata Kuliah yang Menjadi Prasyarat	:	Mekanika Kuantum 1, Pendahuluan Fisika Inti
8.	Menjadi Prasyarat untuk Mata Kuliah	:	-
9.	Integrasi Antara Mata Kuliah	:	Mata kuliah teori hamburan merupakan salah satu dari beberapa mata kuliah wajib pada peminatan fisika nuklir dan partikel
10.	Dosen Pengampu	:	Dr. Imam Fachruddin
11.	Deskripsi Mata Kuliah	:	Menjelaskan proses hamburan partikel, metode dan Teknik perhitungan teoretis serta perhitungan numeris untuk menghitung besaran-besaran hamburan, menerapkan kemampuan melakukan perhitungan mekanika kuantum nonrelativistik pada proses hamburan partikel. Isi kuliah: kinematika hamburan, fungsi gelombang hamburan, amplitudo hamburan, penampang lintang hamburan, pendekatan Born, persamaan Lipmann-Schwinger, propagator, matriks hamburan, teknik gelombang parsial, pergeseran fase, matriks kerapatan, besaran spin, perhitungan numerik untuk menyelesaikan persamaan Lippmann-Schwinger untuk matriks hamburan T.

II. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) dan Kemampuan pada Akhir Tahap Pembelajaran (Sub-CPMK)

A. CPMK

Setelah menyelesaikan mata kuliah ini, bila dihadapkan pada masalah proses hamburan partikel di bidang fisika nuklir, mahasiswa fisika peminatan fisika nuklir dan partikel teoretis semester 6 mampu menerapkan (C3) mekanika kuantum untuk merumuskan proses hamburan 2 partikel, baik tanpa spin maupun untuk yang masing-masing berspin ½, sampai mendapatkan persamaan untuk penampang lintang hamburan dan besaran-besaran spin.

B. Sub-CPMK

1. Menjelaskan (C2) secara ringkas proses hamburan dan penampang lintang hamburan,
2. Menurunkan (C3) kinematika hamburan dalam kerangka laboratorium dan kerangka pusat massa, serta hubungan antar keduanya,
3. Menjelaskan (C2) proses hamburan secara mekanika kuantum,
4. Menjelaskan (C2) konsep representasi dan basis,
5. Melakukan (C3) alih basis,
6. Menghitung (C3) proses hamburan dengan teknik gelombang parsial,
7. Menghitung (C3) proses hamburan dengan teknik tiga-dimensi.

III. Rencana Pembelajaran

Minggu Ke	Sub-CPMK	Bahan Kajian	Metode Pembelajaran	Waktu yang Dibutuhkan	Pengalaman Belajar (*O-L-U)	Bobot Penerapan Sub-CPMK Pada MK (%)	Indikator Pencapaian Sub-CPMK	Referensi
1	1	Pendahuluan: Gambaran sederhana proses hamburan, definisi dan makna fisis penampang lintang hamburan, penjelasan tentang perkuliahan	Kuliah mimbar	150 menit	80% O, 10% L, 10% U	4	Menjelaskan konsep dan ruang lingkup materi kuliah fisika hamburan	1
2	2	Kinematika hamburan: posisi, momentum, energi, sudut hambur dalam kerangka laboratorium dan pusat massa serta hubungan antara keduanya, posisi dan momentum Jacobi	Kuliah mimbar	150 menit	70% O, 20% L, 10%U	6	Memformulasikan kinematika hamburan	2,3
3	3	Fungsi gelombang, amplitudo hamburan, dan penampang lintang	Kuliah mimbar	150 menit	70% O, 20% L, 10%U	6	Memahami formulasi kuantum dalam teori hamburan	2
4	3	Fungsi Green	Kuliah mimbar	150 menit	70% O, 20% L, 10%U	6	Memahami dan memformulasikan metode fungsi Green untuk *problem* dalam hamburan	2
5	3	Proses hamburan ulang, pendekatan Born dan deret Born, Matriks T dan persamaan Lippmann-Schwinger untuk matriks T	Kuliah mimbar	150 menit	70% O, 20% L, 10%U	6	Menjelaskan dan memformulasikan teori dan pendekatan dalam hamburan	2
6	3, 4	Hubungan matriks T, matriks M, matriks S, dan	Kuliah mimbar	150 menit	70% O, 20% L, 10%U	10	Menjelaskan hubungan matriks T, matriks M, matriks S, dan	2, 3

		amplitudo hamburan. Representasi dan basis					amplitudo hamburan, serta representasi dengan basis	
7	4	Keadaan basis dengan memasukkan besaran spin, keadaan helisitas	Kuliah mimbar	150 menit	70% O, 20% L, 10%U	10	Menghitung keadaan basis dengan memasukkan besaran spin, keadaan helisitas	2, 3
8	**Ujian Tengah Semester**							
9	5	Alih basis dengan memanfaatkan relasi kelengkapan	Kuliah mimbar	150 menit	70% O, 20% L, 10%U	10	Menjelaskan alih basis dengan memanfaatkan relasi kelengkapan	2, 3, 4
10	5	Contoh alih basis untuk elemen matriks potensial	Kuliah mimbar	150 menit	70% O, 20% L, 10%U	10	Menjelaskan contoh alih basis untuk elemen matriks potensial	3, 5, 6, 7, 8
11	4	Konsep perhitungan gelombang parsial	Kuliah mimbar	150 menit	70% O, 20% L, 10%U	10	Menjelaskan konsep perhitungan gelombang parsial	2, 3
12	6	Persamaan Lippmann-Schwinger untuk elemen matriks T dalam basis gelombang parsial	Kuliah mimbar	150 menit	70% O, 20% L, 10%U	6	Memformulasikan persamaan Lippmann-Schwinger untuk elemen matriks T dalam basis gelombang parsial	3
13	6	Perhitungan besaran-besaran proses hamburan	Kuliah mimbar	150 menit	70% O, 20% L, 10%U	4	Menghitung besaran-besaran dalam proses hamburan	3
14	7	Konsep perhitungan 3 dimensi, persamaan Lippmann-Schwinger untuk elemen matriks T dalam basis 3 dimensi	Kuliah mimbar	150 menit	70% O, 20% L, 10%U	6	Memformulasikan persamaan Lippmann-Schwinger untuk elemen matriks T dalam basis 3 dimensi	3
15	7	Perhitungan besaran-besaran proses hamburan	Kuliah mimbar	150 menit	30% O, 40% L, 30% U	6	Menghitung besaran-besaran dalam proses hamburan	3

16	**Ujian Akhir Semester**

*) O : Orientasi
L : Latihan
U : Umpan Balik

Referensi:

1. Liboff, R.L., *Introductory Quantum Mechanics*, 2nd Ed., Addison-Wesley, Reading, Massachusetts (1992).
2. Davydov, A.S., *Quantum Mechanics*, 2nd Ed., Pergamon Press, Oxford (1965).
3. Glöckle, W., *The Quantum Mechanical Few-Body Problem*, Springer Verlag, Berlin (1983).
4. Rose, M.E., *Elementary Theory of Angular Momentum*, Wiley, New York (1957).
5. Okubo, S. dan R.E. Marshak, Ann. Phys. **4**, 166 (1958).
6. Malfliet, R.A. dan J.A. Tjon, Nucl. Phys. **A127**, 161 (1969).
7. Machleidt, R., Adv. Nucl. Phys. **19**, 189 (1989).
8. Wiringa, R.B., V.G.J. Stoks, R. Schiavilla, Phys. Rev. **C51**, 38 (1995).

IV. Rancangan Tugas dan Latihan

Minggu Ke	Nama Tugas	Sub-CPMK	Penugasan	Ruang Lingkup	Cara Pengerjaan	Batas Waktu	Luaran Tugas yang Dihasilkan
3	Tugas Mandiri 1	1	Soal	definisi penampang lintang	Tugas individu di kelas	1x20 menit	Lembar tugas
5	Tugas Mandiri 2	2	Soal	definisi, penurunan persamaan untuk kinematika dan sudut hambur	Tugas individu di rumah (PR)	1 x 3 hari	Hasil penurunan persamaan
7	Tugas Mandiri 3	3	Soal	definisi, penurunan persamaan, perhitungan mekanika kuantum untuk proses hamburan	Tugas individu di rumah (PR)	1 minggu	Hasil penurunan persamaan dan perhitungan
11	Tugas Mandiri 4	4	Soal	definisi, penurunan persamaan untuk keadaan basis dan sifat-sifatnya	Tugas individu di rumah (PR)	1 minggu	Hasil penurunan persamaan
12	Tugas Kelompok 1	5	Bahan bacaan sesuai referensi	perhitungan elemen matriks potensial	Tugas individu di rumah (PR)	1 minggu	Hasil perhitungan
13	Tugas Mandiri 5	5	Soal	perhitungan besaran-besaran hamburan (1)	Tugas individu di rumah (PR)	1 minggu	Hasil perhitungan
13	Tugas Kelompok 2	6	Bahan bacaan sesuai referensi	perhitungan besaran-besaran hamburan (2)	Tugas individu di rumah (PR)	1 minggu	Hasil perhitungan

V. Kriteria Penilaian (Evaluasi Hasil Pembelajaran)

Bentuk Evaluasi	Sub-CPMK	Instrumen/Jenis Asesmen	Frekuensi	Bobot Evaluasi (%)
Tugas Mandiri	1-4	Lembar jawaban	6	20
Tugas Kelompok	5-6	Lembar penilaian	2	20
Ujian Tengah Semester	1-3	Lembar jawaban	1	30
Ujian Akhir Semester	4-6	Lembar jawaban	1	30
Total				**100**

VI. Rubrik

A. Kriteria Nilai Presentasi

Nilai	Penyampaian Presentasi
85-90	Kelompok mampu menyampaikan penjelasan secara logis, lancar, dan tepat waktu serta mampu menjawab pertanyaan-pertanyaan dari rekan mahasiswa maupun pengajar
75-84	Kelompok mampu menyampaikan penjelasan secara logis dan lancar dan dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan dari rekan mahasiswa maupun pengajar, tetapi kurang dapat mengatur waktu dengan baik
65-74	Kelompok mampu menyampaikan penjelasan secara lancar tetapi kurang dapat menyampaikan logika penalarannya
55-64	Kelompok kurang mampu menyampaikan penjelasan secara lancar dan tepat waktu dan kurang dapat menyampaikan logika penalarannya
<55	

B. Kriteria Nilai Esai

Nilai	Kualitas Jawaban
100	Jawaban sangat tepat, semua pengertian dan komponen utama dijelaskan dengan sangat lengkap
76-99	Jawaban cukup tepat, pengertian dan komponen utama dijelaskan cukup lengkap
51-75	Jawaban kurang tepat, pengertian dan komponen utama dijelaskan dengan kurang lengkap
26-50	Jawaban sangat kurang tepat, pengertian dan komponen utama dijelaskan dengan sangat kurang lengkap
<25	Jawaban salah

VII. Lampiran: Contoh Soal Ujian

VIII. Nyatakan interaksi spin-orbit berikut dalam basis momentum linier:

$$V(r) = V_0 \frac{e^{-\mu r}}{r} \mathbf{L} \cdot \mathbf{S}$$