BUKU RANCANGAN PENGAJARAN (BRP)

MATA KULIAH

SPEKTROSKOPI 1

oleh

Prof. Dr. Rosari Saleh

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

Agustus 2016

PENGANTAR

Buku Rancangan Pembelajaran (BRP) untuk mata kuliah Spektroskopi 1 berisi rencana pembelajaran selama satu semester dan disusun sebagai acuan pembelajaran mata kuliah Spektroskopi 1 pada Program Sarjana di Departemen Fisika FMIPA UI.

Mata kuliah Spektroskopi 1 merupakan mata kuliah wajib untuk mahasiswa program Sarjana Fisika yang mengambil peminatan Fisika Materi Terkondensasi. Persyaratan yang diperlukan oleh mahasiswa untuk dapat mengambil mata kuliah ini adalah sudah mengambil mata kuliah Fisika Dasar 3 dan Fisika Modern.

Kuliah Spektroskopi 1 yang dilaksanakan dalam satu semester ini didisain untuk memberikan mahasiswa deskripsi yang lebih dalam tentang teori dari beberapa teknik spektroskopi dan aplikasinya. Unit pertama merupakan pengantar tentang karakteristik radiasi elektromagnetik dan jenis-jenis interaksi yang terjadi antara materi dengan radiasi elektromagnetik serta teknik dan instrumentasi dalam spektroskopi. Spektroskopi *microwave* yang digunakan untuk identifikasi karakteristik rotasi molekul termuat dalam unit kedua. Unit ketiga dan keempat memuat tentang teknik dan instrumentasi dalam spektroskopi inframerah dan spektroskopi Raman untuk mengindentifikasi struktur materi melalui karakteristik vibrasi dan vibrasi-rotasi dari molekul penyusun materi serta pendekatan osilator harmonis. Teori dasar, teknik dan instrumentasi untuk spektroskopi luminesensi termuat pada unit kelima. Unit keenam memuat tentang teori dasar, teknik dan instrumentasi spektroskopi elektron untuk atom dan molekul. Teori dasar, teknik dan instrumentasi spektroskopi untuk analisis permukaan materi dipelajari pada unit ketujuh.

Pelaksanaan kuliah Spektroskopi 1 dilakukan dengan kombinasi metode interaktif tatap muka pada awal perkuliahan dan pendekatan *student-centered learning* pada kuliah-kuliah selanjutnya. Sesi tatap muka di awal perkuliahan membahas unit pertama dan pembagian tugas mandiri mahasiswa tentang salah satu dari kelima teknik spektroskopi yang dipelajari dalam kuliah Spektroskopi 1. Mahasiswa secara mandiri mempelajari materi dan mengeksplorasi materi lebih dalam untuk kemudian disampaikan dalam bentuk presentasi kepada peserta kuliah lainnya dan pengajar. Mahasiswa diharapkan dapat menyampaikan pengertian dan pemahamannya secara efektif, runut dan sistematis serta mampu berargumentasi dalam diskusi dengan peserta kuliah lainnya dan pengajar.

Jakarta, Agustus 2018

Prof. Dr. Rosari Saleh

I. Informasi Umum

1.	Nama Program Studi / Jenjang Studi	:	Fisika / S1
2.	Nama Mata Kuliah	:	Spektroskopi 1
3.	Kode Mata Kuliah	:	SCFI603613
4.	Semester Ke-	:	6
5.	Jumlah SKS	:	3 SKS
6.	Metode Pembelajaran	:	Interaktif tatap muka
7.	Mata Kuliah yang Menjadi Prasyarat	:	Fisika Modern, Getaran dan Gelombang, Medan Elektromagnetik, Mekanika Klasik
8.	Menjadi Prasyarat untuk Mata Kuliah	:	-
9.	Integrasi Antara Mata Kuliah	:	Fisika Dasar 3 → Fisika Modern → **Spektroskopi 1**
10.	Dosen Pengampu	:	Prof. Dr. Rosari Saleh
11.	Deskripsi Mata Kuliah	:	Pada mata kuliah Spektroskopi 1, mahasiswa akan mempelajari Interaksi gelombang elektromagnetik dengan materi, komponen dasar spektroskopi, teknik dan instrumentasi spektroskopi rotasi, spektrum vibrasi: inframerah (IR) dan Raman, teknik dan instrumentasi spektroskopi luminesensi, teknik dan spektroskopi elektron untuk atom dan molekul, spektroskopi elektron untuk analisis permukaan dari material..

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

A. CPMK

Setelah menyelesaikan perkuliahan ini mahasiswa diharapkan dapat mengidentifikasi komponen peralatan dari kelima teknik spektroskopi yang dipelajari, dapat mendeskripsikan bagaimana spektrum dihasilkan dari setiap teknik spektroskopi tersebut dan dapat menjelaskan informasi yang dapat diperoleh dari spektrum hasil pengukuran. Mahasiswa diharapkan dapat terbantu pemahamannya dalam membaca artikel di jurnal ilmiah terutama bab eksperimental dan hasil eksperimen. Lebih lanjut lagi mahasiswa diharapkan dapat memilih teknik spektroskopi yang sesuai untuk melakukan identifikasi struktur materi, mengetahui keterbatasan dan kelebihan dari setiap teknik tersebut serta siap untuk mengoperasikan peralatan spektroskopi dari kelima teknik spektroskopi. (ELO 3,5,6 dan 7)

B. Sub-CPMK

1. Menjelaskan daerah radiasi elektromagnetik yang bersesuaian dengan perubahan energi hasil interaksi radiasi elektromagnetik dengan materi yang berpengaruh pada perubahan mode vibrasi molekul, momen dipol, polarizabilitas, transisi elektron dan struktur elektronik.(C4)
2. Menjelaskan komponen dasar dari peralatan spektroskopi, jenis-jenis sumber radiasi elektromagnetik dan detektor yang bersesuaian serta prinsip kerjanya .(C4)
3. Menganalisis hal-hal yang berpengaruh pada bentuk, tinggi dan lebar spektrum hasil pengukuran, teknik fourier transform dan teknik pengolahan spektrum. (C4)
4. Menjelaskan komponen dasar dari spektroskopi *microwave* terutama sumber dan detektor yang digunakan .(C4)
5. Menjelaskan rotasi molekul diatomik dan poliatomik .(C4)
6. Menganalisis pendekatan rigid dan non-rigid ikatan molekul serta pengaruh isotop dan medan listrik .(C4)
7. Menjelaskan penggunaan spektroskopi *microwave* untuk mendeteksi molekul .(C4)
8. Mengoperasikan peralatan spektroskopi *microwave*. (C3)
9. Menjelaskan komponen dasar dari spektroskopi inframerah terutama sumber dan detektor yang digunakan .(C4)

10. Menganalisis mode-mode vibrasi dan rotasi molekul diatomik dan poliatomik serta bagaimana kontribusi mode-mode vibrasi dan rotasi tersebut pada spektrum inframerah. .(C4)
11. Menjelaskan efek anharmonisitas dan pengaruh rotasi terhadap spektrum inframerah.(C4)
12. Menjelaskan penggunaan spektroskopi inframerah untuk mendeteksi molekul.(C4)
13. Mengoperasikan peralatan spektroskopi inframerah. (C3)
14. Menjelaskan komponen dasar dari spektroskopi Raman terutama sumber dan detektor yang digunakan .(C4)
15. Menjelaskan Teori kuantum dan klasik tentang efek Raman .(C4)
16. Menganalisis Spektrum rotasi dan vibrasi spektrum Raman untuk berbagai bentuk molekul. (C4)
17. Menejelaskan penggunaan spektroskopi Raman untuk mendeteksi molekul .(C4)
18. Mengoperasikan peralatan spektroskopi Raman. (C3)
19. Menganalisis perbedaan karakteristik vibrasi molekul yang dapat diidentifikasi dengan spektroskopi inframerah dan spektroskopi Raman. (C4)
20. Menjelaskan komponen dasar dari spektroskopi luminesensi terutama sumber dan detektor yang digunakan .(C4)
21. Menjelaskan perbedaan transisi elektronik dari fluoresensi dan fosforesensi .(C4)
22. Menjelaskan penggunaan spektroskopi luminesensi .(C4)
23. Mengoperasikan peralatan spektroskopi luminesensi. (C3)
24. Menganalisis komponen dasar dari spektroskopi elektron terutama sumber dan detektor yang digunakan .(C4)
25. Menjelaskan transisi elektronik dari atom hidrogen dan *hydrogen-like atoms,* atom helium dan unsur alkali tanah .(C4)
26. Menjelaskan transisi elektronik dan struktur elektronik dari molekul diatomik dan poliatomik.(C4)
27. Menjelaskan transisi elektronik dalam spektroskopi elektron untuk identifikasi permukaan materi .(C4)
28. Menganalisis penggunaan spektroskopi elektron untuk identifikasi atom dan molekul serta permukaan materi .(C4)
29. Mengoperasikan peralatan spektroskopi elektron. (C3)

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	Interaksi radiasi elektromagnetik dengan materi.	Interaktif tatap muka	150 menit	O : Pengantar (20%) L : Tugas mandiri presentasi (40%) U :Diskusi dan Tanya jawab (40%)	6	Menjelaskan daerah radiasi elektromagnetik yang bersesuaian dengan perubahan energi hasil interaksi radiasi elektromagnetik dengan materi yang berpengaruh pada perubahan mode vibrasi molekul, momen dipol, polarizabilitas, transisi elektron dan struktur elektronik	[1] Bab 2 dan Bab 3
2	2,3	Interaksi radiasi elektromagnetik dengan materi.	Interaktif tatap muka	150 menit	O : Pengantar (20%) L : Tugas mandiri presentasi (40%) U :Diskusi dan Tanya jawab (40%)	6	Menjelaskan komponen dasar dari peralatan spektroskopi, jenis-jenis sumber radiasi elektromagnetik dan detektor yang bersesuaian serta prinsip kerjanya, hal-hal yang berpengaruh pada bentuk, tinggi dan lebar spektrum hasil pengukuran, teknik fourier transform dan teknik pengolahan spektrum	[3] Bab 1
3	4,5,6	Spektroskopi *microwave*	Interaktif tatap muka	150 menit	O : Pengantar (20%) L : Tugas mandiri presentasi (40%) U :Diskusi dan Tanya jawab (40%)	6	Menjelaskan komponen dasar dari spektroskopi *microwave* terutama sumber dan detektor yang digunakan, rotasi molekul diatomik dan poliatomik, pendekatan rigid dan non-rigid ikatan molekul serta pengaruh isotop dan medan listrik	[3] Bab 2
4	7,8	Spektroskopi *microwave*	Interaktif tatap muka	150 menit	O : Pengantar (20%) L : Tugas mandiri	6	Menjelaskan penggunaan spektroskopi *microwave*	[3] Bab 2

					presentasi (40%) U :Diskusi dan Tanya jawab (40%)		untuk mendeteksi molekul, Mengaplikasikan spektroskopi *microwave*	
5	9,10,11	Spektroskopi inframerah.	Interaktif tatap muka	150 menit	O : Pengantar (20%) L : Tugas mandiri presentasi (40%) U :Diskusi dan Tanya jawab (40%)	6	Menjelaskan komponen dasar dari spektroskopi inframerah terutama sumber dan detektor yang digunakan, mode-mode vibrasi dan rotasi molekul diatomik dan poliatomik serta bagaimana kontribusi mode-mode vibrasi dan rotasi tersebut pada spektrum inframerah, efek anharmonisitas dan pengaruh rotasi terhadap spektrum inframerah	[1] Bab 6 [2] Bab 9 [3] Bab 3
6	12,13	Spektroskopi inframerah.	Interaktif tatap muka	150 menit	O : Pengantar (20%) L : Tugas mandiri presentasi (40%) U :Diskusi dan Tanya jawab (40%)	6	Menjelaskan penggunaan spektroskopi inframerah untuk mendeteksi molekul, Mengoperasikan peralatan spektroskopi inframerah	[1] Bab 6 [2] Bab 9 [3] Bab 3
7	**Ujian Tengah Semester**							
8	14,15,16	Spektroskopi Raman.	Interaktif tatap muka	150 menit	O : Pengantar (20%) L : Tugas mandiri presentasi (40%) U :Diskusi dan Tanya jawab (40%)	8	Menjelaskan komponen dasar dari spektroskopi Raman terutama sumber dan detektor yang digunakan, Teori kuantum dan klasik tentang efek Raman, Spektrum rotasi dan vibrasi spektrum Raman untuk berbagai bentuk molekul	[1] Bab 6 [2] Bab 15 [3] Bab 4
9	17,18,19	Spektroskopi Raman.	Interaktif tatap muka	150 menit	O : Pengantar (20%) L : Tugas mandiri presentasi (40%) U :Diskusi dan Tanya jawab (40%)	8	Menjelaskan penggunaan spektroskopi Raman untuk mendeteksi molekul, perbedaan karakteristik vibrasi molekul yang dapat diidentifikasi dengan spektroskopi	[1] Bab 6 [2] Bab 15 [3] Bab 4

							inframerah dan spektroskopi Raman Mengoperasikan peralatan spektroskopi Raman,	
10	20,21	Spektroskopi luminesensi	Interaktif tatap muka	150 menit	O : Pengantar (20%) L : Tugas mandiri presentasi (40%) U :Diskusi dan Tanya jawab (40%)	8	Menjelaskan komponen dasar dari spektroskopi luminesensi terutama sumber dan detektor yang digunakan, perbedaan transisi elektronik dari fluoresensi dan fosforesensi	[2] Bab 12 dan Bab 13
11	22,23	Spektroskopi luminesensi	Interaktif tatap muka	150 menit	O : Pengantar (20%) L : Tugas mandiri presentasi (40%) U :Diskusi dan Tanya jawab (40%)	8	Menjelaskan penggunaan spektroskopi luminesensi, Mengoperasikan peralatan spektroskopi luminesensi	[2] Bab 12 dan Bab 13
12	24,25	Spektroskopi elektron untuk atom dan molekul	Interaktif tatap muka	150 menit	O : Pengantar (20%) L : Tugas mandiri presentasi (40%) U :Diskusi dan Tanya jawab (40%)	8	Menganalisis komponen dasar dari spektroskopi elektron terutama sumber dan detektor yang digunakan, transisi elektronik dari atom hidrogen dan *hydrogen-like atoms,* atom helium dan unsur alkali tanah	[1] Bab 7 [3] Bab 5 dan 6
13	26	Spektroskopi elektron untuk atom dan molekul	Interaktif tatap muka	150 menit	O : Pengantar (20%) L : Tugas mandiri presentasi (40%) U :Diskusi dan Tanya jawab (40%)	8	Menjelaskan transisi elektronik dan struktur elektronik dari molekul diatomik dan poliatomik	[1] Bab 7 [3] Bab 5 dan 6
14	27,28	Spektroskopi elektron untuk identifikasi permukaan materi	Interaktif tatap muka	150 menit	O : Pengantar (20%) L : Tugas mandiri presentasi (40%) U :Diskusi dan Tanya jawab (40%)	8	Menjelaskan transisi elektronik dalam spektroskopi elektron untuk identifikasi permukaan materi, Menganalisis penggunaan spektroskopi elektron untuk identifikasi atom dan molekul serta permukaan materi	[1] Bab 8 [2] Bab 10 dan Bab 11
15	29	Spektroskopi elektron untuk	Interaktif tatap muka	150 menit	O : Pengantar (20%)	8	Mengoperasikan peralatan	[1] Bab 8

		identifikasi permukaan materi			L : Tugas mandiri presentasi (40%) U :Diskusi dan Tanya jawab (40%)		spektroskopi elektron	[2] Bab 10 dan Bab 11
16	**Ujian Akhir Semester**							

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

Referensi:

1. J. Michael Hollas, *Modern Spectroscopy* 4th Ed., John Wiley& Sons, Ltd., Chichester, 2004.
2. DR Vij, Handbook of Applied Solid State Spectroscopy, Springer, New York, 2006
3. Collin N Banwell and Elaine M McCash, Fundamentals of Molecular Spectroscopy, 4th Ed., McGraw-Hill Book Co.,Singapore, 1995.
4. David W. Ball, *The Basic of Spectroscopy,* SPIE Publications, Washington, 2001.
5. James W Robinson, Eillen M Skelly Frame, George M Frame II, Undergraduate Instrumental Analysis 6th. Ed., Marcell Dekker, New York, 2005.

IV. Rancangan Tugas dan Latihan

Minggu Ke	Nama Tugas	Sub-CPMK	Penugasan	Ruang Lingkup	Cara Pengerjaan	Batas Waktu	Luaran Tugas yang Dihasilkan
1-2	Diskusi dan Tanya Jawab	1, 2, 3	Soal	Karakteristik radiasi elektromagnetik, daerah spektrum radiasi elektromagnetik, komponen dasar spektroskopi, daerah kerja dan prinsip kerjanya, daya pisah, lebar dan intensitas spektra, spektroskopi Fourier transform, pengolahan spektrum	Di kelas	100 menit	Catatan hasil diskusi
3-6	Tugas Presentasi	4,5, 6,7,8	Presentasi	Komponen dasar dari spektroskopi microwave terutama sumber dan detektor yang digunakan, rotasi molekul diatomik dan poliatomik, pendekatan *rigid* dan *non-rigid* ikatan molekul serta pengaruh isotop dan medan listrik, penggunaan spektroskopi *microwave* untuk mendeteksi molekul, aplikasi spektroskopi *microwave*.	Mandiri/ kelompok dan di kelas	100 menit	*Power point mahasiswa*, hasil presentasi dan diskusi
7	Ujian Tengah Semester						
5-11	Tugas Presentasi	9-23	Presentasi	Teknik dan instrumentasi spektroskopi inframerah, mode-mode vibrasi dan rotasi, pendekatan SHO dan AHO, interpretasi spektrum inframerah, aplikasi spektroskopi inframerah Teknik dan instrumentasi spektroskopi Raman, teori kuantum dan klasik tentang efek Raman, interpretasi spektrum vibrasi dan rotasi Raman, aplikasi spektroskopi Raman Teknik dan instrumentasi spektroskopi luminesensi, transisi elektronik fluoresensi dan fosforesensi, interpretasi spektrum luminesensi, aplikasi spektroskopi luminesensi	Mandiri/ kelompok dan di kelas	100 menit	*Power point mahasiswa*, hasil presentasi dan diskusi
12-15	Diskusi dan Tanya Jawab	24-29	Soal	Teknik dan instrumentasi spektroskopi elektron, transisi elektronik dari atom hidrogen, helium dan alkali tanah, transisi elektronik molekul diatomik dan poliatomik, Transisi elektronik untuk dalam analisis permukaan materi, interpretasi kurva spektroskopi *Auger* dan *X-ray Photoelectron*, serta aplikasinya	Mandiri/ kelompok dan di kelas	100 menit	Catatan hasil diskusi
16	Ujian Akhir Semester						

V. Kriteria Penilaian (Evaluasi Hasil Pembelajaran)

Bentuk Evaluasi	Sub-CPMK	Instrumen/Jenis Asesmen	Frekuensi	Bobot Evaluasi (%)
Tugas Presentasi	4-8, 9-23	Lembar penilaian	2	30
Diskusi dan Tanya Jawab	1-3, 24-29	Lembar penilaian	2	40
UTS	1-8	Evaluasi tugas mandiri	1	15
UAS	9-29	Evaluasi tugas mandiri	1	15
Total				**100**

VI. Rubrik

A. Kriteria Nilai Presentasi

Nilai	Penyampaian Presentasi
85-90	Kelompok mampu menyampaikan penjelasan secara logis, lancer, 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 lengkap
76-99	Jawaban cukup tepat, pengertian dan komponen utama hampir lengkap
51-75	Jawaban kurang tepat, pengertian dan komponen utama kurang lengkap
26-50	Jawaban sangat kurang tepat, pengertian dan komponen utama sangat kurang lengkap
<25	Jawaban salah

VII. Lampiran: Contoh Soal Ujian

UJIAN SPEKTROSKOPI 1

Waktu: 100 menit

Prof. Dr. Rosari Saleh

1. Apakah penyeleksi energi/panjang gelombang digunakan dalam spektroskopi AES? Jika ya, alat apa yang digunakan dan bagaimana cara kerjanya?

2. Jelaskan yang dimaksud dengan "XPS Imaging" dan "Angle-resolved XPS"! Apa aplikasi spektroskopi XPS? Sebutkan dan jelaskan!

3. Molekul memiliki 3 momen inersia untuk sumbu rotasi utama-nya. Sebutkan dan jelaskan pengelompokkan molekul berdasarkan hal tersebut!

4. Bagaimana pendekatan *SHO* (*Simple Harmonic Oscillator*) digunakan dalam mempelajari vibrasi molekul diatomik? Jelaskan!

5. a. Bagaimana efek Raman dijelaskan menurut teori kuantum?
   b. Bagaimana teknik dan instrumentasi dalam spektroskopi Raman