



RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)

Universitas	: Universitas Negeri Jakarta
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Program Studi	: Fisika
Mata Kuliah	: Fisika Modern
Bobot sks	: 3 sks
Kode Mata Kuliah	: 32256013
Kode Seksi	:
Bentuk/Sifat	: (1) Teori* (2) Seminar* (3) Praktikum
Pra-Syarat (jika ada)	: Fisika Dasar I, Fisika Dasar II
Semester	: 5
Periode Kuliah	: Ganjil
Jumlah Pertemuan	: 16 pertemuan x 50 menit
Jadwal Kuliah	:
Ruang Kuliah	:

*) coret yang tidak perlu

A. DESKRIPSI MATAKULIAH

Mata kuliah ini membahas Teori relativitas khusus Einstein, dilatasi waktu, kontraksi panjang beserta konsekuensinya pada efek Doppler, paradok kembar, massa, momentum dan energi relativistik. Kemudian dibahas juga teori relativitas umum beserta pembuktiannya. Sifat dualisme gelombang partikel, fenomena radiasi benda hitam, efek fotolistrik, dan efek Compton, pancaran energi atom, model atom bohr, prinsip ketidakpastian Heisenberg, hipotesis Broglie, interpretasi Born dan persamaan schrodinger beserta penerapannya, mekanika kuantum, persamaan model atom, struktur atom, spektra atom, struktur molecular, padatan dan inti atom.

B. CAPAIAN PEMBELAJARAN LULUSAN (CPL) YANG DIBEBANKAN DALAM MATAKULIAH

Ranah	Capaian Pembelajaran Lulusan
Sikap	1. Berfikir kritis, berkomunikasi, berkolaborasi secara aktif dan efektif, yang adaptif dan kreatif dalam menyelesaikan berbagai masalah (S-3)
Keterampilan umum	1. Mampu menerapkan pemikiran logis, sistematis, inovatif, serta mampu melakukan analisis data untuk menyusun deskripsi saintifik berdasarkan kaidah, dan etika ilmiah untuk menghasilkan solusi permasalahan secara tepat (KU-1) 2. Mampu bekerja optimal secara mandiri maupun kelompok, melakukan supervisi dan evaluasi terhadap penyelesaian pekerjaannya, serta berkolaborasi untuk membangun jejaring yang memiliki integritas dan

Ranah	Capaian Pembelajaran Lulusan
	kepedulian terhadap permasalahan di berbagai bidang. (KU-2)
Pengetahuan	1. Menguasai konsep-konsep teoritis dan prinsip-prinsip pokok fisika klasik dan fisika modern (P1).
Keterampilan Khusus	1. Mampu melakukan analisis teoritis, dengan menerapkan prinsip-prinsip dasar fisika dan konsep matematika untuk menghasilkan model atau simulasi yang sesuai dengan hipotesis. (KK-1) 2. Mampu melakukan eksperimen dengan menerapkan prinsip dasar pengukuran fisika dan metodologi ilmiah baku untuk menginterpretasikan data dan merumuskan gejala atau permasalahan fisika (KK-1)

C. BAHAN KAJIAN/POKOK BAHASAN

BAHAN KAJIAN/POKOK BAHASAN	SUB-BAHAN KAJIAN/SUB-POKOK BAHASAN
1. Fenomena Kuantum dalam Fisika Modern	1.1. Fenomena Radiasi termal benda 1.2. Efek foto listrik 1.3. Hamburan Compton 1.4. Produksi Pasangan 1.5. Difraksi sinar x
2. Teori relativitas khusus dan umum	2.1. Prinsip relativitas Newton. 2.2. Teori relativitas khusus Einstein. 2.3. Percobaan Michelson-Morley 2.4. Konsekuensi Teori relativitas khusus: kesimultanan, dilatasi waktu, kontraksi panjang, paradok kembar, efek Doppler. 2.5. Transformasi Lorentz, perumusan gerak, momentum dan energi relativistik. 2.6. Teori relativitas umum.
3. Kuantisasi cahaya dan energi	3.1. Teori kuantisasi energi radiasi termal benda hitam Planck. 3.2. Teori kuantisasi energi gelombang cahaya/foton Einstein. 3.3. Hamburan Compton: sifat partikel suatu gelombang. 3.4. Pembentukan sinar x. 3.5. Komposisi atom: pengamatan Thomson, Milikan, Rutherford. 3.6. Spektrum energi atom: Pengamatan Balmer dkk. 3.7. Tingkat energi atom: Percobaan Frank-Hertz. 3.8. Model atom Bohr: kuantisasi energi atom. 3.9. Difraksi elektron: Percobaan Davisson-Gremer.
4. Sifat dualisme gelombang-partikel	4.1. Sifat dualisme gelombang-partikel Broglie. 4.2. Grup gelombang. 4.3. Integral Fourier. 4.4. Prinsip ketidakpastian Heisenberg. 4.5. Fungsi gelombang sebagai fungsi keadaan suatu partikel.
5. Sistem kuantum 1 dimensi	5.1. Interpretasi Born. 5.2. Fungsi gelombang partikel bebas. 5.3. Persamaan Schrodinger. 5.4. Gerak partikel dalam kotak.

BAHAN KAJIAN/POKOK BAHASAN	SUB-BAHAN KAJIAN/SUB-POKOK BAHASAN
	5.5. Gerak partikel dalam sumur potensial persegi: potensial tak hingga, potensial hingga, potensial tangga, potensial penghalang. 5.6. Sumur potensial osilator harmonis. 5.7. Nilai ekspektasi. 5.8. Operator kuantum.
6. Sistem kuantum 3 dimensi	6.1. Partikel dalam kotak 3 dimensi: sistem koordinat kartesian, silinder dan bola. 6.2. Gaya sentral dan momentum sudut. 6.3. Kuantisasi ruang, momentum dan energi. 6.4. Atom hidrogen. 6.5. Efek Zeeman. 6.6. Spin elektron.
7. Struktur Molekular	7.1. Mekanisme ikatan antar atom: ikatan ionik, kovalen, logam, van Der Waals, hidrogen. 7.2. Rotasi dan vibrasi molekular. 7.3. Spektrum energi molekular.
8. Struktur Zat Padat	8.1. Ikatan ionik, kovalen, logam. 8.2. Struktur kristal dan non kristak. 8.3. Model elektron bebas logam: hukum Ohm. 8.4. Teori pita energi. 8.5. Semikonduktor, isolator, superkonduktor.
10. Stuktur Inti Atom	10.1. Muatan dan massa inti atom. 10.2. Ukuran inti atom. 10.3. Kestabilan inti atom. 10.4. Momen magnetik dan spin inti atom. 10.5. Energi ikatan dan gaya inti. 10.6. Model-model inti. 10.7. Radioaktif dan Peluruhan. 10.8. Reaksi fisi dan fusi inti.

D. KEGIATAN PEMBELAJARAN (METODE)

Metode atau strategi pembelajaran yang digunakan dalam matakuliah ini dengan berpusat pada mahasiswa (*student center*). Metode pembelajaran yang digunakan adalah Project-based learning (PBL) dan Case-Based Learning (CBL).

Kegiatan pembelajarannya meliputi tahapan sebagai berikut:

- i. Kuliah tatap muka, dimana dosen memberikan penjelasan tentang rencana perkuliahan, kemudian dilanjutkan dengan penyampaian materi perkuliahan secara diskusi dan Discovery Learning. Dosen memberikan fasilitas perangkat pembelajaran berupa Rencana Pembelajaran Semester (RPS), materi ajar, PPT, buku ajar maupun rujukan serta memberi arahan umum terkait target yang harus dicapai dalam pembelajaran.
- ii. Tugas terstruktur diberikan kepada mahasiswa secara berkelompok untuk memperdalam pemahamannya terhadap materi yang telah didiskusikan di kelas
- iii. Tugas Mandiri PBL melalui pemberian tugas kelompok berupa proyek dari suatu permasalahan atau CBL melalui penugasan dari kasus kasus yang terjadi di sekeliling maupun yang sedang berkembang saat ini. Kegiatan tugas mandiri sebagai pengembangan pengeahuan maupun ketrampilan mahasiswa secara mandiri. Hasil

pekerjaan Tugas Mandiri kemudian diperiksa untuk mendapatkan umpan balik bagi ketuntasan pembelajaran.

- iv. Ujian Tengah Semester (UTS) diberikan pada mahasiswa untuk menilai keberhasilan pembelajaran mahasiswa pada pertengahan perkuliahan.
- v. Ujian Akhir Semester (UAS) diberikan pada mahasiswa untuk menilai keberhasilan pembelajaran mahasiswa pada akhir perkuliahan.

E. MEDIA PEMBELAJARAN

Media pembelajaran yang digunakan dalam matakuliah ini.

Perangkat Keras	Perangkat Lunak
1. Proyektor,	1. VOSviewer
2. Komputer/leptop	2. LMS https://epsilon.smart-unj.id/
3. Meeting online platform	3. Zoom/Microsoft teams/google meet

F. TUGAS (TAGIHAN)

No.	Jenis Tugas	Instrumen Tugas	Tagihan Tugas
1	Kuliah tatap muka	Absensi epsilon	Rekap absensi epsilon
2	Tugas terstruktur	Lembar tugas	Laporan tugas
3	PBL dan atau CBL	Lembar tugas	Laporan tugas dan presentasi
4	UTS dan UAS	Lembar soal UTS dan UAS	Lembar jawaban UTS dan UAS

G. PENILAIAN

1. Komponen dan bobot penilaian dalam persentase:

- a. Aktivitas Mahasiswa PBL/CBL 50 %
- b. Tugas 10 %
- c. UTS 20 %
- d. UAS 20 %

2. Strategi Penilaian

Strategi Penilaian	Aspek yang Dinilai			
	Sikap	Keterampilan Umum	Keterampilan Khusus	Pengetahuan
Tes prestasi (<i>Achievement test</i>)	○	●	●	●
Penilaian Kinerja	●	●	●	●

Portofolio	●	●	●	●
Observasi	●	●	●	●
Survei	○	○	○	○
Data Longitudinal	○	○	○	○
Data Administratif	●	●	●	●
Review Eksternal	○	○	○	○

Esdal, Lars. *Defining & Measuring Student-Centered Outcomes*. Education Evolving, 2018, pp. 19.

Keterangan:

- Tidak digunakan dalam penilaian
- Kadang digunakan dalam dalam kasus penilaian tertentu
- Sering digunakan untuk menilai keterampilan yang dimaksud

3. Instrumen:

a) Rubrik Portofolio PBL/CBL

Rubrik terdiri dari dimensi atau aspek yang dinilai dan kriteria kemampuan hasil belajar mahasiswa ataupun indikator capaian belajar mahasiswa.

No	Aspek Penilaian	Hasil penilaian							
		Sumber Jurnal internasional bereputasi		Jumlah minimal jurnal internasional terpenuhi		Sistematika Laporan tugas terstruktur/ mandiri		Kesesuaian isi dengan tugas yang diberikan	
		Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak
1	Sumber jurnal internasional bereputasi terbitan terbaru (5 tahun terakhir)								
2	Jumlah Jurnal internasional bereputasi sekurang-kurangnya 20 buah artikel								
3	Laporan tugas								
	Skor total								
	Skor rata-rata								

b) Rubrik Presentasi

Aspek / dimensi yang dinilai	Sangat Kurang (Skor < 30)	Kurang (31 – 60)	Cukup (61 – 70)	Baik (71 – 85)	Sangat Baik (Skor ≥ 86)
Penyampaian pembukaan presentasi	Pembicara cemas dan tidak nyaman, dan membaca berbagai catatan daripada berbicara. Pendengar sering diabaikan. Tidak terjadi kontak mata karena pembicara lebih banyak melihat ke papan tulis atau layar.	Berpatokan pada catatan, tidak ada ide yang dikembangkan di luar catatan, suara monoton	Secara umum pembicara tenang, tetapi dengan nada yang datar dan cukup sering bergantung pada catatan. Kadangkadang kontak mata dengan pendengar diabaikan.	Pembicara tenang dan menggunakan intonasi yang tepat, berbicara tanpa bergantung pada catatan, dan berinteraksi secara intensif dengan pendengar. Pembicara selalu kontak mata dengan pendengar.	Berbicara dengan semangat, menularkan semangat dan antusiasme pada pendengar
Penyampaian isi materi presentasi	Isinya tidak akurat atau terlalu umum. Pendengar tidak belajar apapun atau kadang menyatkan	Isinya kurang akurat, karena tidak ada data faktual, tidak menambah pemahaman pendengar	Isi secara umum akurat, tetapi tidak lengkap. Para pendengar bisa mempelajari beberapa fakta yang tersirat, tetapi mereka tidak menambah wawasan baru tentang topik tersebut.	Isi akurat dan lengkap. Para pendengar menambah wawasan baru tentang topik tersebut.	Isi mampu menggugah pendengar untuk mengembangkan pikiran.
Penyampaian penutupan/kesimpulan	Tidak menyampaikn kesimpulan maupun penutupan	Menyampaikn kesimpulan namun tidak ada penutupan	Menyampaikn kesimpulan kurang sesuai dan penutupan	Menyampaikn kesimpulan dengan tepat dan penutupan	Menyampaikn Kesimpulan dengan tepat dan penutupan disertai dengan saran

4. Kriteria penilaian/kelulusan

Tingkat Penguasaan (%)	Huruf	Angka	Keterangan
86 – 100	A	4,0	Lulus
81 – 85	A-	3,7	Lulus
76 – 80	B+	3,3	Lulus
71 – 75	B	3,0	Lulus
66 – 70	B-	2,7	Lulus
61 – 65	C+	2,3	Lulus
56 – 60	C	2,0	Lulus
51 – 55	C-	1,7	Belum Lulus
46 – 50	D	1,0	Belum Lulus
0 – 45	E	0,0	Belum Lulus

H. KEBIJAKAN PERKULIAHAN

- a. Kehadiran :
- Mahasiswa yang tidak hadir, baik dengan pemberitahuan atau tidak, lebih dari 20% dari total pertemuan dianggap tidak lulus dan mendapat nilai E
 - Mahasiswa wajib hadir dalam perkuliahan tatap muka minimal 80% dari jumlah pertemuan ideal sesuai dengan aturan akademik universitas.
 - Setiap mahasiswa harus berpartisipasi aktif dalam perkuliahan dan saling menghargai
 - Mahasiswa wajib memberitahukan apabila tidak hadir dalam perkuliahan tatap muka
 - Setiap mahasiswa wajib menjaga ketertiban di kelas, mematikan semua ponsel dan perangkat telekomunikasi lainnya dalam mode hening selama perkuliahan berlangsung
 - Mahasiswa harus membaca materi pembelajaran dan referensi sebelum perkuliahan
 - Mahasiswa harus menyelesaikan dan menyerahkan semua tugas individu, pekerjaan rumah, dan tugas kelompok
 - Mahasiswa jangan hanya mengandalkan handout yang didistribusikan oleh dosen, tetapi menggunakan juga referensi lain
 - Dilarang menyontek dalam ujian atau melakukan plagirisme dalam pengerjaan tugas.
- b. Keterlambatan : Mahasiswa harus hadir di kelas tepat waktu sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan/disepakati, dengan toleransi keterlambatan 10 menit setelah perkuliahan dimulai;

- c. Tidak mengikuti ujian/tidak menyerahkan tugas : Mahasiswa yang tidak mengikuti ujian atau tidak menyerahkan tugas tanpa pemberitahuan akan diberikan nilai D pada ujian/tugas tersebut
- d. Kecurangan akademik : Mahasiswa wajib mematuhi standar aturan dan kebijakan tentang kejujuran akademik dan menghindari tindakan plagiarisme dan kecurangan dalam ujian. Tindakan plagiarisme dan kecurangan dalam ujian akan diberikan nilai E pada ujian tersebut.
- e. Etika di dalam kelas luring :
 - Mahasiswa tidak diperkenankan mengenakan pakaian yang memperlihatkan aurat (ketat/transparan).
 - Mahasiswa tidak menggunakan alat komunikasi untuk keperluan yang tidak terkait dengan pembelajaran.
 - Mahasiswa tidak membuat kegaduhan yang mengganggu ketertiban pembelajaran.
- f. Etika di dalam kelas daring :
 - Mahasiswa tidak diperkenankan mengenakan pakaian yang memperlihatkan aurat (ketat/transparan).
 - Mahasiswa wajib menampilkan identitas diri dalam bentuk tulisan, citra, atau video.

I. SUMBER (REFERENSI)

Referensi Utama:

Buku Teks

1. Raymond A. Serway, Clement J. Moses and Curt A Moyer. (2005). Modern Physics, 3 rd edition, Belmont: Thomson Learning ,Inc.
2. Arthur Beiser. (1995). Concept of Modern Physics, 5th edition, New York: McGraw Hill.
3. Paul A. Tipler and Ralph A. Llewellyn (2012). Modern Physics, 6th edition, New York: W.H. Freeman and Company.
4. Kenneth S Krane. (2012). Modern Physics, 3rd edition, John Wiley and sons inc.
5. Esmar Budi, Hadi Nasbey. Fisika Modern: Teori dan Aplikasinya. UNJ.2014

Sumber Lainnya

1. Stephen T Thornton and Andrew Rex. (2013). Modern Physics for Scientists and Engineer, 4th edition, Brooks/Cole, Cengage Learning.
2. John C. Morrison (2015) Modern Physics for Scientists and Engineers Second Edition, Elsevier.



UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM STUDI FISIKA

RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER

MATAKULIAH (MK)	KODE MATAKULIAH	BOBOT (SKS)	SEMESTER	TANGGAL PENYUSUNAN
FISIKA MODERN	32256342	3	GANJIL	28 Juni 2021
DOSEN PENGAMPU MATAKULIAH	KOORDINATOR PROGRAM STUDI	OTORISASI/PENGAWASAN/ GPJM FAKULTAS GPJM FAKULTAS	WAKIL DEKAN I	TANGGAL REVISI
 Dr. Esmar Budi, M.T.	 Dr. Widyaningrum Indrasari, M.Si	 Dr. Umiatin, M.Si		
Capaian Pembelajaran	CPL-Program Studi yang Dibebankan pada Matakuliah			
	CPL-1		Bertfikir kritis, berkomunikasi, berkolaborasi secara aktif dan efektif, yang adaptif dan kreatif dalam menyelesaikan berbagai masalah (S-3)	
	CPL-2		Mampu menerapkan pemikiran logis, sistematis, inovatif, serta mampu melakukan analisis data untuk menyusun deskripsi saintifik berdasarkan kaidah, dan etika ilmiah untuk menghasilkan solusi permasalahan secara tepat (KU-1)	
	CPL-3		Mampu bekerja optimal secara mandiri maupun kelompok, melakukan supervisi dan evaluasi terhadap penyelesaian pekerjaannya, serta berkolaborasi untuk membangun jejaring yang memiliki integritas dan kepedulian terhadap permasalahan di berbagai bidang. (KU-2)	
	CPL-4		Menguasai konsep-konsep teoritis dan prinsip-prinsip pokok fisika klasik dan fisika modern (P1).	

	CPL-5		Mampu melakukan analisis teoritis, dengan menerapkan prinsip-prinsip dasar fisika dan konsep matematika untuk menghasilkan model atau simulasi yang sesuai dengan hipotesis. (KK-1)
	CPL-6		Mampu melakukan eksperimen dengan menerapkan prinsip dasar pengukuran fisika dan metodologi ilmiah baku untuk menginterpretasikan data dan merumuskan gejala atau permasalahan fisika (KK-1)
	Capaian Pembelajaran Matakuliah (CPMK)		
	CPMK-1		Mampu mengidentifikasi konsep-konsep fundamental fisika modern
	CPMK-2		Mampu merumuskan permasalahan yang terdapat pada bidang fisika modern baik yang diperoleh dari hasil observasi, teori maupun eksperimen.
	CPMK-3		Mampu menghasilkan solusi matematis dalam persoalan fisika modern
	CPMK-4		Mampu menggunakan teori pengetahuan yang telah didapat untuk membuat kajian saintifik fisika modern
	CPMK-5		Mampu membuktikan konsep fisika modern dengan menggunakan eksperimen
	Sub-Capaian Pembelajaran Matakuliah (Sub-CPMK) (uraian dari CPMK berbasis pertemuan/tatap muka)		
	Sub-CPMK-1	1.1.	1.2. Mengidentifikasi fenomena kuantum: radiasi termal, efek foto listrik, hamburan compton, produksi pasangan dan sinar x. 1.3. Menganalisis fenomena kuantum: radiasi termal, efek foto listrik, hamburan compton, produksi pasangan dan sinar x. 1.4. Menerapkan rumusan fenomena kuantum radiasi termal, efek foto listrik, hamburan compton, produksi pasangan dan sinar x. dalam berbagai aplikasi.
	Sub-CPMK-2	2.1.	2.2. Mengidentifikasi postulat teori relativitas Newton dan relativitas khusus 2.3. Menguraikan percobaan Michelson-Morley 2.4. Merumusan dilatasi waktu dan kontraksi panjang, paradok kembar dan efek doppler. 2.5. Menerapkan rumusan dilatasi waktu dan kontraksi panjang, paradok kembar dan efek doppler pada berbagai aplikasi 2.6. Merumusan teori relativitas umum.
	Sub-CPMK-3	3.1.	3.2. Merumusan teori kuantisasi energi radiasi termal benda hitam Planck, efek foto listrik, hamburan compton, pembentukan sinar x. 3.3. Menganalisis rumusan radiasi termal benda hitam Planck, efek foto listrik, hamburan compton, pembentukan sinar x. 3.4. Menerapkan rumusan radiasi termal benda hitam Planck, efek foto listrik, hamburan compton, pembentukan sinar x. 3.5. Menganalisis sifat gelombang partikel melalui hasil percobaan thomson, rutherford, milikan, balmer, frank-hertz, Davisson-Gremer, Bohr.
	Sub-CPMK-4	4.1.	4.2. Menganalisis Interpretasi Born. 4.3. Merumusan Fungsi gelombang partikel. 4.4. Menerapkan fungsi gelombang partikel

		<p>4.5. Merumuskan persamaan Schrodinger</p> <p>4.6. Menerapkan persamaan Schrodinger dalam berbagai aplikasi.</p> <p>4.7. Menganalisis partikel dalam kotak dengan potensial persegi, potensial osilator</p> <p>4.8. Menerapkan gerak partikel dalam sumur potensial persegi: potensial tak hingga, potensial hingga, potensial tangga, potensial penghalang.</p> <p>4.9. Menganalisis Sumur potensial osilator harmonis.</p> <p>4.10. Menganalisis nilai ekspektasi dan operator kuantum.</p>
Sub-CPMK-5	5.1.	<p>5.2. Menganalisis partikel dalam kotak 3 dimensi: sistem koordinat kartesian, silinder dan bola.</p> <p>5.3. Menganalisis Gaya sentral dan momentum sudut.</p> <p>5.4. Menganalisis kuantisasi ruang, momentum dan energi.</p> <p>5.5. Menerapkan rumusan kuantum pada atom hidrogen.</p> <p>5.6. Menganalisis Efek Zeeman.</p> <p>5.7. Menganalisis Spin elektron.</p>
Sub-CPMK-6	6.1.	<p>6.2. Menganalisis Distribusi Maxwell-Boltzmann: aplikasi pada partikel gas</p> <p>6.3. Menganalisis Distribusi Bose-Einstein: aplikasi pada radiasi termal, kapasitas kalor padatan.</p> <p>6.4. Menganalisis Distribusi Fermi Dirac: aplikasi pada elektron bebas dalam logam.</p>
Sub-CPMK-7	7.1.	<p>7.2. Menganalisis mekanisme ikatan antar atom: ikatan ionik, kovalen, logam, van Der Waals, hidrogen.</p> <p>7.3. Menganalisis energi rotasi dan vibrasi molekular.</p> <p>7.4. Menganalisis spektrum energi molekular.</p>
Sub-CPMK-8	8.1.	<p>8.2. Menganalisis kristal ionik, kovalen, logam.</p> <p>8.3. Menganalisis Struktur kristal dan non kristak.</p> <p>8.4. Menganalisis Model elektron bebas logam: hukum Ohm.</p> <p>8.5. Menganalisis Teori pita energi.</p> <p>8.6. Menerapkan teori Semikonduktor, isolator, superkonduktor.</p>
Sub-CPMK-9	9.1.	<p>9.2. Menganalisis muatan dan massa inti atom.</p> <p>9.3. Menganalisis ukuran inti atom.</p> <p>9.4. Menganalisis Kestabilan inti atom.</p> <p>9.5. Menganalisis Momen magnetik dan spin inti atom.</p> <p>9.6. Menganalisis Energi ikatan dan gaya inti.</p> <p>9.7. Menganalisis Model-model inti.</p> <p>9.8. Menganalisis Radioaktif dan Peluruhan.</p> <p>9.9. Menganalisis Reaksi fisi dan fusi inti.</p>
Sub-CPMK-10	10.1.	<p>10.2. Menganalisis Muatan dan massa inti atom.</p> <p>10.3. Menganalisis Ukuran inti atom.</p> <p>10.4. Menganalisis Kestabilan inti atom.</p> <p>10.5. Menganalisis Momen magnetik dan spin inti atom.</p> <p>10.6. Menganalisis Energi ikatan dan gaya inti.</p>

		10.7. Menganalisis Model-model inti. 10.8. Menganalisis Radioaktif dan Peluruhan. 10.9. Menganalisis Reaksi fisi dan fusi inti.								
	Korelasi CPMK dan Sub-CPMK (beri tanda \ddot{O} atau arsiran)									
	Sub-CPMK-1	Sub-CPMK-2	Sub-CPMK-3	Sub-CPMK-4	Sub-CPMK-5	Sub-CPMK-6	Sub-CPMK-7	Sub-CPMK-8	Sub-CPMK-9	Sub-CPMK-10
CPMK-1	\ddot{O}	\ddot{O}	\ddot{O}	\ddot{O}	\ddot{O}	\ddot{O}	\ddot{O}	\ddot{O}		\ddot{O}
CPMK-2	\ddot{O}	\ddot{O}	\ddot{O}	\ddot{O}	\ddot{O}	\ddot{O}	\ddot{O}	\ddot{O}		\ddot{O}
CPMK-3	\ddot{O}	\ddot{O}	\ddot{O}	\ddot{O}	\ddot{O}	\ddot{O}	\ddot{O}	\ddot{O}		\ddot{O}
CPMK-4	\ddot{O}	\ddot{O}	\ddot{O}	\ddot{O}	\ddot{O}	\ddot{O}	\ddot{O}	\ddot{O}		\ddot{O}
CPMK-5	\ddot{O}	\ddot{O}	\ddot{O}	\ddot{O}	\ddot{O}	\ddot{O}	\ddot{O}	\ddot{O}		\ddot{O}

RINCIAN RENCANA KEGIATAN PEMBELAJARAN

Pekan Ke-	Sub-CPMK	Indikator	Materi Perkuliahan/ Pokok Bahasan	Bentuk/ Metode Pembelajaran	Moda Pembelajaran		Alokasi Waktu	Penilaian		Referensi
					Luring	Daring		Strategi	Kriteria dan Rubrik	
1	1.1. Mengidentifikasi fenomena kuantum: radiasi termal, efek foto listrik, hamburan	1.1. Mengidentifikasi fenomena kuantum: radiasi termal, efek foto listrik, hamburan	1.1. radiasi termal, 1.2. efek foto listrik, 1.3. hamburan compton, 1.4. produksi pasangan	Project Based		V	100	Fortofoli	Lembar Penilaian	1-9

Pekan Ke-	Sub-CPMK	Indikator	Materi Perkuliahan/ Pokok Bahasan	Bentuk/ Metode Pembelajaran	Moda Pembelajaran		Alokasi Waktu	Penilaian		Referensi
					Luring	Daring		Strategi	Kriteria dan Rubrik	
	<p>compton, produksi pasangan dan sinar x.</p> <p>1.2. Menganalisis fenomena kuantum: radiasi termal, efek foto listrik, hamburan compton, produksi pasangan dan sinar x.</p> <p>1.3. Menerapkan rumusan fenomena kuantum radiasi termal, efek foto listrik, hamburan compton, produksi pasangan dan sinar x. dalam berbagai aplikasi.</p>	<p>compton, produksi pasangan dan sinar x.</p> <p>1.2. Menganalisis fenomena kuantum: radiasi termal, efek foto listrik, hamburan compton, produksi pasangan dan sinar x.</p> <p>1.3. Menerapkan rumusan fenomena kuantum radiasi termal, efek foto listrik, hamburan compton, produksi pasangan dan sinar x. dalam berbagai aplikasi.</p>	1.5. sinar x.	Learnin g (PjBl)					Portfolio (LPP)	
2	<p>2.1. Mengidentifikasi postulat teori relativitas Newton dan relativitas khusus</p> <p>2.2. Menguraikan percobaan Michelson-Morley</p> <p>2.3. Merumuskan dilatasi waktu dan kontraksi panjang, paradok kembar dan efek doppler.</p> <p>2.4. Menerapkan rumusan dilatasi waktu dan kontraksi panjang, paradok kembar dan efek doppler pada berbagai aplikasi</p> <p>2.5. Merumusan teori relativitas umum.</p>	<p>2.1. Mengidentifikasi postulat teori relativitas Newton dan relativitas khusus</p> <p>2.2. Menguraikan percobaan Michelson-Morley</p> <p>2.3. Merumuskan dilatasi waktu dan kontraksi panjang, paradok kembar dan efek doppler.</p> <p>2.4. Menerapkan rumusan dilatasi waktu dan kontraksi panjang, paradok kembar dan efek doppler pada berbagai aplikasi</p> <p>2.5. Merumusan teori relativitas umum.</p>	<p>2.1. Teori relativitas Newton dan relativitas khusus Einstein</p> <p>2.2. Percobaan Michelson-Morley</p> <p>2.3. Dilatasi waktu dan kontraksi panjang, paradok kembar dan efek doppler.</p> <p>2.4. Merumusan teori relativitas umum.</p>	Project Based Learnin g (PjBl)		V	100	Fortofoli	Lembar Penilain Portfolio (LPP)	1-9

Pekan Ke-	Sub-CPMK	Indikator	Materi Perkuliahan/ Pokok Bahasan	Bentuk/ Metode Pembelajaran	Moda Pembelajaran		Alokasi Waktu	Penilaian		Referensi
					Luring	Daring		Strategi	Kriteria dan Rubrik	
3	<p>3.1. Merumusan teori kuantisasi energi radiasi termal benda hitam Planck, efek foto listrik, hamburan Compton, pembentukan sinar x.</p> <p>3.2. Menganalisis rumusan radiasi termal benda hitam Planck, efek foto listrik, hamburan Compton, pembentukan sinar x.</p> <p>3.3. Menerapkan rumusan radiasi termal benda hitam Planck, efek foto listrik, hamburan Compton, pembentukan sinar x.</p> <p>3.4. Menganalisis sifat gelombang partikel melalui hasil percobaan Thomson, Rutherford, Milikan, Balmer, Frank-Hertz, Davisson-Gremer, Bohr.</p>	<p>3.1. Merumusan teori kuantisasi energi radiasi termal benda hitam Planck, efek foto listrik, hamburan Compton, pembentukan sinar x.</p> <p>3.2. Menganalisis rumusan radiasi termal benda hitam Planck, efek foto listrik, hamburan Compton, pembentukan sinar x.</p> <p>3.3. Menerapkan rumusan radiasi termal benda hitam Planck, efek foto listrik, hamburan Compton, pembentukan sinar x.</p> <p>3.4. Menganalisis sifat gelombang partikel melalui hasil percobaan Thomson, Rutherford, Milikan, Balmer, Frank-Hertz, Davisson-Gremer, Bohr.</p>	<p>3.1. Teori kuantisasi energi</p> <p>3.2. Radiasi termal benda hitam Planck,</p> <p>3.3. efek foto listrik,</p> <p>3.4. hamburan Compton,</p> <p>3.5. pembentukan sinar x.</p> <p>3.6. percobaan Thomson,</p> <p>3.7. percobaan Rutherford,</p> <p>3.8. percobaan Milikan,</p> <p>3.9. percobaan Balmer,</p> <p>3.10. percobaan Frank-Hertz,</p> <p>3.11. percobaan Davisson-Gremer,</p> <p>3.12. Model Bohr.</p>	Project Based Learning (PjBl)		V	100	Portofolio	Lembar Penilaian Portofolio (LPP)	1-9
4	<p>4.1. Sifat dualisme gelombang-partikel Broglie.</p> <p>4.2. Grup gelombang.</p> <p>4.3. Integral Fourier.</p> <p>4.4. Prinsip ketidakpastian Heisenberg.</p> <p>4.5. Fungsi gelombang sebagai fungsi keadaan suatu partikel.</p>	<p>4.1. Sifat dualisme gelombang-partikel Broglie.</p> <p>4.2. Grup gelombang.</p> <p>4.3. Integral Fourier.</p> <p>4.4. Prinsip ketidakpastian Heisenberg.</p> <p>4.5. Fungsi gelombang sebagai fungsi keadaan suatu partikel.</p>	4.6.							

Pekan Ke-	Sub-CPMK	Indikator	Materi Perkuliahan/ Pokok Bahasan	Bentuk/ Metode Pembelajaran	Moda Pembelajaran		Alokasi Waktu	Penilaian		Referensi
					Luring	Daring		Strategi	Kriteria dan Rubrik	
5	5.1. Menganalisis Interpretasi Born. 5.2. Merumuskan Fungsi gelombang partikel. 5.3. Menerapkan fungsi gelombang partikel 5.4. Merumuskan persamaan Schrodinger 5.5. Menerapkan persamaan Schrodinger dalam berbagai aplikasi. 5.6. Menganalisis partikel dalam kotak dengan potensial persegi, potensial osilator 5.7. Menerapkan gerak partikel dalam sumur potensial persegi: potensial tak hingga, potensial hingga, potensial tangga, potensial penghalang. 5.8. Menganalisis Sumur potensial osilator harmonis. 5.9. Menganalisis nilai ekspektasi dan operator kuantum.	5.1. Menganalisis Interpretasi Born. 5.2. Merumuskan Fungsi gelombang partikel. 5.3. Menerapkan fungsi gelombang partikel 5.4. Merumuskan persamaan Schrodinger 5.5. Menerapkan persamaan Schrodinger dalam berbagai aplikasi. 5.6. Menganalisis partikel dalam kotak dengan potensial persegi, potensial osilator 5.7. Menerapkan gerak partikel dalam sumur potensial persegi: potensial tak hingga, potensial hingga, potensial tangga, potensial penghalang. 5.8. Menganalisis Sumur potensial osilator harmonis. 5.9. Menganalisis nilai ekspektasi dan operator kuantum.	5.1. Interpretasi Born. 5.2. Fungsi gelombang partikel. 5.3. persamaan Schrodinger 5.4. partikel dalam kotak dengan potensial persegi, potensial osilator 5.5. Gerak partikel dalam sumur potensial persegi: potensial tak hingga, potensial hingga, potensial tangga, potensial penghalang. 5.6. Gerak partikel dalam Sumur potensial osilator harmonis. 5.7. Nilai ekspektasi dan operator kuantum.	Project Based Learning (PjBl)		V	100	Fortofoli	Lembar Penilaian Portfolio (LPP)	1-9
5-7	6.1. Menganalisis partikel dalam kotak 3 dimensi: sistem koordinat kartesian, silinder dan bola. 6.2. Menganalisis Gaya sentral dan momentum sudut.	6.1. Menganalisis partikel dalam kotak 3 dimensi: sistem koordinat kartesian, silinder dan bola. 6.2. Menganalisis Gaya sentral dan momentum sudut.	6.1. partikel dalam kotak 3 dimensi: sistem koordinat kartesian, silinder dan bola. 6.2. Gaya sentral dan momentum sudut. 6.3. kuantisasi ruang, momentum dan energi.	Project Based Learning (PjBl)		V	300	Fortofoli	Lembar Penilaian Portfolio (LPP)	1-9

Pekan Ke-	Sub-CPMK	Indikator	Materi Perkuliahan/ Pokok Bahasan	Bentuk /Metode Pembelajaran	Moda Pembelajaran		Alokasi Waktu	Penilaian		Referensi
					Luring	Daring		Strategi	Kriteria dan Rubrik	
	6.3. Menganalisis kuantisasi ruang, momentum dan energi. 6.4. Menerapkan rumusan kuantum pada atom hidrogen. 6.5. Menganalisis Efek Zeeman. 6.6. Menganalisis Spin elektron.	6.3. Menganalisis kuantisasi ruang, momentum dan energi. 6.4. Menerapkan rumusan kuantum pada atom hidrogen. 6.5. Menganalisis Efek Zeeman. 6.6. Menganalisis Spin elektron.	6.4. atom hidrogen. 6.5. Efek Zeeman. 6.6. Spin elektron.							
8	UTS									
9-15	7.1. Menganalisis Distribusi Maxwell-Boltzmann: aplikasi pada partikel gas 7.2. Menganalisis Distribusi Bose-Einstein: aplikasi pada radiasi termal, kapasitas kalor padatan. 7.3. Menganalisis Distribusi Fermi Dirac: aplikasi pada elektron bebas dalam logam.	7.1. Menganalisis Distribusi Maxwell-Boltzmann: aplikasi pada partikel gas 7.2. Menganalisis Distribusi Bose-Einstein: aplikasi pada radiasi termal, kapasitas kalor padatan. 7.3. Menganalisis Distribusi Fermi Dirac: aplikasi pada elektron bebas dalam logam.	7.1. Distribusi Maxwell-Boltzmann: aplikasi pada partikel gas 7.2. Distribusi Bose-Einstein: aplikasi pada radiasi termal, kapasitas kalor padatan. 7.3. Distribusi Fermi Dirac: aplikasi pada elektron bebas dalam logam.	Project Based Learning (PjBl) Atau Case-Based Learning		V	600			1-9
	8.1. Menganalisis mekanisme ikatan antar atom: ikatan ionik, kovalen, logam, van Der Waals, hidrogen. 8.2. Menganalisis energi rotasi dan vibrasi molekular. 8.3. Menganalisis spektrum energi molekular. 8.4. Prinsip ketidakpastian Heisenberg.	8.1. Menganalisis mekanisme ikatan antar atom: ikatan ionik, kovalen, logam, van Der Waals, hidrogen. 8.2. Menganalisis energi rotasi dan vibrasi molekular. 8.3. Menganalisis spektrum energi molekular. 8.4. Prinsip ketidakpastian Heisenberg.	8.1. ikatan ionik, 8.2. Ikatan kovalen, 8.3. Ikatan logam, 8.4. Ikatan van Der Waals, 8.5. Ikatan hidrogen. 8.6. energi rotasi dan vibrasi molekular. 8.7. spektrum energi molekular.	Project Based Learning (PjBl) Atau Case-Based Learning						

Pekan Ke-	Sub-CPMK	Indikator	Materi Perkuliahan/ Pokok Bahasan	Bentuk /Metode Pembelajaran	Moda Pembelajaran		Alokasi Waktu	Penilaian		Referensi
					Luring	Daring		Strategi	Kriteria dan Rubrik	
	8.5. Fungsi gelombang sebagai fungsi keadaan suatu partikel.	8.5. Fungsi gelombang sebagai fungsi keadaan suatu partikel.								
	9.1. Menganalisis kristal ionik, kovalen, logam. 9.2. Menganalisis Struktur kristal dan non kristal 9.3. Menganalisis Model elektron bebas logam: hukum Ohm. 9.4. Menganalisis Teori pita energi. 9.5. Menerapkan teori Semikonduktor, isolator, superkonduktor.	9.1. Menganalisis Kristal ionik, kovalen, logam. 9.2. Menganalisis Struktur kristal dan non kristal. 9.3. Menganalisis Model elektron bebas logam: hukum Ohm. 9.4. Menganalisis Teori pita energi. 9.5. Menerapkan teori Semikonduktor, isolator, superkonduktor.	9.1. Kristal ionik, kovalen, logam. 9.2. Struktur kristal dan non kristal. 9.3. Model elektron bebas logam: hukum Ohm. 9.4. Teori pita energi. 9.5. Teori Semikonduktor, isolator, superkonduktor.							
	10.1.Menganalisis Muatan dan massa inti atom. 10.2.Menganalisis Ukuran inti atom. 10.3. Menganalisis Kestabilan inti atom. 10.4. Menganalisis Momen magnetik dan spin inti atom. 10.5. Menganalisis Energi ikatan dan gaya inti. 10.6. Menganalisis Model-model inti. 10.7. Menganalisis Radioaktif dan Peluruhan. 10.8. Menganalisis Reaksi fisi dan fusi inti.	10.10. Menganalisis Muatan dan massa inti atom. 10.11. Menganalisis Ukuran inti atom. 10.12. Menganalisis Kestabilan inti atom. 10.13. Menganalisis Momen magnetik dan spin inti atom. 10.14. Menganalisis Energi ikatan dan gaya inti. 10.15. Menganalisis Model-model inti. 10.16. Menganalisis Radioaktif dan Peluruhan. 10.17. Menganalisis Reaksi fisi dan fusi inti.	10.1.Muatan dan massa inti atom. 10.2. Ukuran inti atom. 10.3. Kestabilan inti atom. 10.4. Momen magnetik dan spin inti atom. 10.5. Energi ikatan dan gaya inti. 10.6. Model-modelinti. 10.7. Radioaktif dan Peluruhan. 10.8. Reaksi fisi dan fusi inti.							
16	UAS									

