



**UNIVERSITAS GADJAH MADA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**DEPARTEMEN FISIKA**  
**PROGRAM STUDI S1 FISIKA**

## **RPKPS**

(Rencana Program dan Kegiatan Pembelajaran Semester)

## **FISIKA KUANTUM II**

MFF 3031/3 sks

Oleh:

Drs. Pekik Nurwantoro, M.S., Ph.D.

Tahun Anggaran 2017  
Oktober 2017

# **RPKPS**

## **(RANCANGAN PROGRAM DAN KEGIATAN PEMBELAJARAN SEMESTER)**

1. Nama Mata Kuliah : Fisika Kuantum II
2. Kode/SKS : MFF 3031/3 SKS
3. Prasyarat : MFF 2034
4. Status Matakuliah : Wajib
5. Nama Pengusul : Drs. Pekik Nurwantoro, M.S., Ph.D
6. Program Studi : S1 Fisika

Yogyakarta, 13 Oktober 2017

Menyetujui  
Ketua Departemen Fisika UGM

Dosen Pengusul RPKPS

Dr. Mitrayana, M.Si.  
NIP 197303031999031004

Drs. Pekik Nurwantoro, M.S., Ph.D  
NIP 196304221988031001

# RPKPS

## (RANCANGAN PROGRAM KEGIATAN PEMBELAJARAN SEMESTER)

**1. Nama Mata Kuliah : Fisika Kuantum II**

**2. Kode/SKS : MFF 3031/3 SKS**

**3. Prasarat : MFF 2034**

**4. Status Matakuliah : *Wajib***

### **5. Deskripsi Singkat Matakuliah**

Mata kuliah Fisika Kuantum II merupakan kelanjutan dari mata kuliah Fisika Kuantum I, yang keduanya tercakup pada topik atau kajian tentang Mekanika Kuantum. Mekanika Kuantum merupakan bidang fisika yang mengkaji fenomena fisis dalam skala mikroskopik. Konsekuensi dari ukuran sistem yang begitu kecil dalam sistem mikroskopik tersebut, beberapa fenomena fisis yang muncul secara alamiah di dalamnya akan sepiantas nampak ganjil menurut pemahaman sehari-hari. Kata *kuantum* dalam istilah Mekanika Kuantum merupakan contoh salah satu fenomena fisis yang nampak ganjil tersebut, yaitu berubahnya beberapa besaran fisis dari keadaan kontinu (malar) dalam sistem makroskopik menjadi keadaan diskret (terkuantisasi) saat berada dalam sistem mikroskopik. Dengan melihat kembali awal perkembangan mekanika kuantum pada awal abad ke 20, Max Planck berhasil menjelaskan spektrum radiasi benda hitam dengan tuntas ketika mengasumsikan bahwa cahaya terdiri atas kuantisasi besaran fisis berupa paket-paket tenaga. Beberapa gejala fisis lain ternyata juga hanya dapat dijelaskan dengan peninjauan sejenis Max Planck tersebut, antara lain yang terjadi pada efek fotolistrik dan efek Compton.

Fenomena ganjil lain dalam sistem mikroskopik yang cukup populer adalah berlakunya azas ketidakpastian Heisenberg. Pada azas ini, beberapa pasangan besaran fisis ternyata saling terkait sedemikian hingga apabila salah satu besaran dapat diukur dengan pasti atau ketelitian sangat tinggi, sebagai akibatnya pasangan besaran fisis yang lain tidak mungkin dapat diukur dengan pasti. Dalam sistem makroskopik atau pengalaman sehari-hari, azas ketidakpastian Heisenberg nampak tidak relevan mengingat ketelitian pengukuran satu besaran tidak akan tergantung pada besaran yang lain.

Ada beberapa pendekatan (*approach*) untuk mempelajari Mekanika Kuantum. Dua pendekatan yang umum digunakan adalah pendekatan berlandaskan pada metode penyelesaian persamaan diferensial yang berbentuk mirip persamaan Gelombang, disebut persamaan Schrodinger, serta pendekatan lain berlandaskan pada metode penyelesaian aljabar Matrik. Adanya dua pendekatan tersebut menyebabkan Mekanika Kuantum kadang juga disebut Mekanika Gelombang atau Mekanika Matrik. Melalui penyelesaian persamaan Schrodinger, dua faktor kesulitan yang biasa ditemui saat berhadapan dengan masalah fisika tertentu yaitu:

- Penyelesaian persamaan Schrodinger pada umumnya berbentuk fungsi kompleks, sedangkan besaran fisis semestinya bernilai real. Dengan demikian dalam Mekanika Kuantum, yang berbeda dalam Mekanika Klasik, diperlukan suatu mekanisme atau prosedur matematika yang mampu menghasilkan nilai real berdasar ungkapan yang melibatkan fungsi kompleks.

- Terlibatnya banyak peubah bebas, bahkan dalam banyak kasus peubah bebas tersebut saling terganggu, sehingga memerlukan penyelesaian persamaan diferensial parsial (*partial differential equations*), bukan persamaan diferensial biasa (*ordinary differential equations*).

Selain faktor kesulitan dari sisi teknik penyelesaian di atas, kesulitan lain yang biasa ditemui dalam proses pembelajaran topik Mekanika Kuantum adalah diperlukannya sedikit abstraksi untuk memahami suatu masalah fisika. Ini dapat terjadi karena fenomena atau permasalahan fisika yang dikaji tersebut berada dalam ranah yang sulit untuk dibayangkan, dialami atau *dilihat* secara langsung dalam pengalaman sehari-hari, yaitu dalam ranah mikroskopik, sedangkan pengalaman sehari-hari atau persepsi didasarkan dalam ranah makroskopik.

Dalam mata kuliah Fisika Kuantum I, pendekatan (*approach*) pembelajaran berdasar penyelesaian persamaan diferensial bagi Persamaan Schrodinger telah ditempuh untuk beberapa model permasalahan fisika sederhana. Sebagai kelanjutan, Fisika Kuantum II membahas beberapa permasalahan fisika yang lebih kompleks dan model yang lebih realistis. Beberapa permasalahan baru yang terkait dengan metode penyelesaian akan muncul berupa gandingan (*coupling*) antar besaran fisis, keterlibatan banyak peubah bebas serta bentuk persamaan diferensial yang tidak baku. Akibatnya beberapa metode penyelesaian menjadi penting untuk diperkenalkan, seperti metode operator atau aljabar serta berbagai metode pendekatan (*approximations*). Untuk membantu mengatasi kesulitan ini, proses pendalaman materi kuliah juga sering ditambahkan dengan penggambaran visual untuk mengurangi adanya kesulitan abstraksi dalam memahami materi perkuliahan. Selain itu, proses pembelajaran Fisika Kuantum II secara berkala juga dilengkapi dengan pemberian Tugas atau Pekerjaan Rumah atau *Assignment* kepada mahasiswa untuk meningkatkan ketrampilan *problem-solving* dan pemahaman terhadap materi kuliah.

## 6. Tujuan Pembelajaran

- a. Memberikan pemahaman kepada mahasiswa bahwa beberapa fenomena alam dalam skala mikroskopik ternyata membutuhkan Mekanika Kuantum untuk menjelaskan fenomena tersebut agar sesuai dengan realita atau hasil eksperimen.
- b. Menjelaskan kepada mahasiswa beberapa pernyataan (*postulat*) dan konsep dasar yang melandasi Mekanika Kuantum dan menunjukkan bahwa postulat tersebut memberikan hasil yang sesuai dengan fenomena yang terjadi dalam sistem mikroskopik.
- c. Mengenalkan kepada mahasiswa beberapa prosedur matematika formal dan metode pendekatan (*approximations*) yang menjadi landasan untuk pengkajian berbagai masalah Fisika dalam Mekanika Kuantum.
- d. Melatih ketrampilan mahasiswa dalam *problem-solving*, melalui pemaparan beberapa metode penyelesaian persamaan Schrodinger untuk berbagai contoh sistem fisika yang biasa muncul di alam dan melibatkan permasalahan banyak benda (*many body problems*).

## 7. Capaian Pembelajaran/CP (*Learning outcomes/LO*)

- a. Memahami dan mengetahui konsep-konsep yang mendasari Fisika Modern, yang meliputi teori relativitas dan konsep fisika kuantum (**K2**).

- Mahasiswa mempunyai kemampuan dalam *Physics Skills*, yaitu bagaimana untuk merumuskan dan memerikan (*to describe*) gejala fisika yang sedang dikaji dan mengungkap informasi penting yang terkandung dalam masalah fisika tersebut melalui berbagai trik atau prosedur matematika tertentu serta memanfaatkan berbagai langkah pendekatan (*approximations*).
- b. Memahami dan mengetahui penggunaan konsep-konsep Fisika Klasik dan Fisika Modern pada berbagai tingkatan sistem, mulai dari sistem partikel elementer, sistem material kompleks, hingga sistem makroskopik alam semesta (**K3**).
    - Mahasiswa mempunyai kemampuan dalam *Analytical Skills*, yaitu bagaimana untuk memperhatikan permasalahan fisika dengan rinci (*detail*), menganalisis persoalan dan membangun argumentasi secara logis dan seksama.
  - c. Memahami dan mengetahui beberapa konsep-konsep mutakhir Fisika Modern dan/atau aplikasi Fisika pada bidang teknologi mutakhir (**K6**).
    - Mahasiswa mempunyai kemampuan dalam *Investigative Skills*, yaitu bagaimana untuk melakukan penelusuran permasalahan fisika dari berbagai sumber dan rujukan untuk mendapatkan pemahaman bagi suatu informasi penting.
  - d. Trampil merumuskan aplikasi ilmu fisika untuk menyelesaikan masalah-masalah alam dan masalah dalam kehidupan manusia baik secara kualitatif maupun kuantitatif (**K10**).
    - Mahasiswa mempunyai kemampuan dalam *Problem-Solving Skills*, yaitu bagaimana untuk memecahkan suatu persoalan dengan penyelesaian yang terstruktur (*well-defined solutions*), merumuskan suatu masalah dengan cermat dan mencoba pendekatan (*approaches*) lain dalam upaya untuk memperbaiki pemecahan suatu masalah yang menantang (*challenging problems*).

## 8. Materi Pembelajaran atau Pokok Bahasan atau Topik atau Bahan Kajian

Pemahaman tentang beberapa operator dan kaitan komutasi antar komponen operator, masalah nilai eigen beserta berbagai metode pendekatan untuk penyelesaiannya meliputi:.

- a. momentum sudut orbital, momentum sudut spin, gandengan antar momentum sudut, serta L-S dan J-J *coupling*,
- b. teori gangguan tak gayut dan gayut waktu, metode variasional, metode WKB, medan sentral, metode *self-consistent field* atau *Hartree-Fock* serta penerapannya pada masalah banyak benda (*many body problems*) bagi struktur halus dan hiper-halus untuk atom kompleks,
- c. hamburan kuantum dan pendekatan Born (*Born approximation*),
- d. asas-asas dan berbagai perumusan mekanika kuantum.

## 9. Evaluasi yang direncanakan

Pembelajaran dilaksanakan berdasarkan jadwal tatap muka di kelas selama 14 minggu, dengan tiap minggu terdiri atas dua kali pertemuan selama 50 dan 100 menit. Empat minggu selama masa perkuliahan digunakan untuk Ujian Tengah Semester (UTS) dan Ujian Akhir

Semester (UAS), yang masing-masing dilaksanakan secara terjadwal selama 2 minggu oleh Bagian Akademik FMIPA UGM.

Evaluasi bagi mahasiswa untuk penilaian matakuliah dilakukan secara sumatif dan formatif. Secara sumatif diwujudkan dalam bentuk ujian tertulis, baik UTS maupun UAS, yang membutuhkan waktu paling lama selama 120 menit. Adapun evaluasi secara formatif diwujudkan dalam bentuk tugas mandiri bagi tiap mahasiswa. Bentuk kegiatan mandiri berupa penyelesaian suatu tugas yang diberikan kepada mahasiswa untuk didiskusikan *secara berkelompok* dan selanjutnya diselesaikan *secara mandiri* di rumah dalam bentuk Laporan tertulis bagi tiap tugas tersebut. Proses monitoring dilakukan dengan melihat aktivitas mahasiswa selama proses perkuliahan, seperti: kehadiran dalam perkuliahan, tanya-jawab dan diskusi terhadap materi yang sedang disajikan dan *performance* mahasiswa dalam mengerjakan tugas mandiri berupa Pekerjaan Rumah yang diberikan. Komponen penilaian didasarkan ada Tabel berikut:

**Tabel 1. Komponen penilaian dan Prosentase**

<i>No</i>	<i>Komponen Penilaian</i>	<i>Prosentase</i>
1.	Tugas-tugas sebelum UTS	20%
2.	UTS	30%
3.	Tugas-tugas setelah UTS hingga UAS	20%
4.	UAS	30%

## **10. Bahan, sumber informasi, dan referensi**

- a. Griffiths, D. J., 2005, *Introduction to Quantum Mechanics*, Pearson Education Inc. (Reissued by Cambridge University Press, 2017)
- b. Constantinescu, F., & Magyari, E., 1971, *Problems in Quantum Mechanics*, Pergamon Press.

## 11. Rencana Kegiatan Pembelajaran Mingguan (RKPM)

Minggu ke	Capaian Pembelajaran ( <i>Learning Outcome/LO</i> )	Pokok Bahasan	Media Ajar	Metode Pembelajaran		Penilaian (evaluasi substantif)			Pustaka
				Yang dilakukan mahasiswa	Yang dilakukan dosen	Metode Penilaian	Kriteria Penilaian	Bobot Penilaian	
1	Memahami dan mengetahui konsep-konsep yang mendasari fisika kuantum	Pengenalan aspek formal matematika dan interpretasi beberapa ungkapan dalam perumusan mekanika kuantum tentang ruang vektor abstrak berdimensi $n$ dan sifat-sifat operasi linear yang terkait	Penulisan di <i>White Board</i> serta beberapa bahan tayangan	Mendengarkan dan mencatat materi kuliah	Narasi dan presentasi materi kuliah	-	-	-	Pustaka a
2	Memahami dan mengetahui konsep-konsep yang mendasari fisika kuantum	Pengenalan aspek formal matematika dan interpretasi beberapa ungkapan dalam perumusan mekanika kuantum tentang kombinasi linear, produk dalam ( <i>inner product</i> ),	Penulisan di <i>White Board</i> serta beberapa bahan tayangan	Mendengarkan, menjawab pertanyaan dan mencatat materi kuliah	Narasi, memberikan pertanyaan, <i>Quiz</i> atau <i>Assignment</i> dan presentasi materi kuliah	-	-	-	Pustaka a, b

Minggu ke	Capaian Pembelajaran ( <i>Learning Outcome/LO</i> )	Pokok Bahasan	Media Ajar	Metode Pembelajaran		Penilaian (evaluasi substantif)			Pustaka
				Yang dilakukan mahasiswa	Yang dilakukan dosen	Metode Penilaian	Kriteria Penilaian	Bobot Penilaian	
		sifat orthonormal vektor dan fungsi gelombang sebagai anggota dalam ruang vektor							
3	Memahami dan mengetahui konsep-konsep yang mendasari fisika kuantum	Pengenalan aspek formal matematika dan interpretasi beberapa ungkapan dalam perumusan mekanika kuantum tentang pengenalan beberapa operator yang mewakili besaran fisis, sifat <i>Hermitian</i> , rapat kebolehjadian menemukan partikel, harga harap suatu besaran fisis, ketidakpastian pengukuran besaran fisis dan	Penulisan di <i>White Board</i> serta beberapa bahan tayangan	Mendengarkan, menjawab pertanyaan dan mencatat materi kuliah	Narasi, memberikan pertanyaan, <i>Quiz</i> atau <i>Assignment</i> dan presentasi materi kuliah	-	-	-	Pustaka a, b

Minggu ke	Capaian Pembelajaran ( <i>Learning Outcome/LO</i> )	Pokok Bahasan	Media Ajar	Metode Pembelajaran		Penilaian (evaluasi substantif)			Pustaka
				Yang dilakukan mahasiswa	Yang dilakukan dosen	Metode Penilaian	Kriteria Penilaian	Bobot Penilaian	
		konsep ketidakpastian <i>Heisenberg</i>							
4	Memahami dan mengetahui penggunaan konsep-konsep Fisika Klasik dan Fisika Modern pada berbagai tingkatan sistem	Pengenalan konsep momentum sudut orbital, sifat-sifat operator yang mewakili dan penyelesaian masalah nilai eigen berdasar penyelesaian persamaan diferensial	Penulisan di <i>White Board</i> serta beberapa bahan tayangan	Mendengarkan, menjawab pertanyaan dan mencatat materi kuliah	Narasi, memberikan pertanyaan, <i>Quiz</i> atau <i>Assignment</i> dan presentasi materi kuliah serta pemberian Pekerjaan Rumah kepada mahasiswa	Pekerjaan Rumah terkait	Sesuai capaian mahasiswa	20%	Pustaka a, b
5	Memahami dan mengetahui penggunaan konsep-konsep Fisika Klasik dan Fisika Modern pada berbagai tingkatan sistem	Penyelesaian masalah nilai eigen untuk momentum sudut secara umum menggunakan metode operator naik-turun dan konsep momentum sudut	Penulisan di <i>White Board</i> serta beberapa bahan tayangan	Mendengarkan, menjawab pertanyaan dan mencatat materi kuliah	Narasi, memberikan pertanyaan, <i>Quiz</i> atau <i>Assignment</i> dan presentasi materi kuliah	-	-	-	Pustaka a, b

Minggu ke	Capaian Pembelajaran ( <i>Learning Outcome/LO</i> )	Pokok Bahasan	Media Ajar	Metode Pembelajaran		Penilaian (evaluasi substantif)			Pustaka
				Yang dilakukan mahasiswa	Yang dilakukan dosen	Metode Penilaian	Kriteria Penilaian	Bobot Penilaian	
		spin							
6	Memahami dan mengetahui penggunaan konsep-konsep Fisika Klasik dan Fisika Modern pada berbagai tingkatan sistem	Pengenalan konsep gandingan momentum sudut dan koefisien Clebsch-Gordan	Penulisan di <i>White Board</i> serta beberapa bahan tayangan	Mendengarkan, menjawab pertanyaan dan mencatat materi kuliah	Narasi, memberikan pertanyaan, <i>Quiz</i> atau <i>Assignment</i> dan presentasi materi kuliah serta pemberian Pekerjaan Rumah kepada mahasiswa	Pekerjaan Rumah terkait	Sesuai capaian mahasiswa	20%	Pustaka a, b
7	Trampil merumuskan aplikasi ilmu fisika untuk menyelesaikan masalah-masalah alam dan masalah dalam kehidupan manusia	Beberapa contoh sistem fisis yang melibatkan gandingan momentum sudut (L-S dan J-J <i>coupling</i> ) dan metode penyelesaiannya	Penulisan di <i>White Board</i> serta beberapa bahan tayangan	Mendengarkan, menjawab pertanyaan dan mencatat materi kuliah	Narasi, memberikan pertanyaan, <i>Quiz</i> atau <i>Assignment</i> dan presentasi materi kuliah	-	-	-	Pustaka a, b
8		Libur tengah semester untuk	-	Mengerjakan UTS	Memberikan soal	Pekerjaa UTS	Sesuai capaian	30%	-

Minggu ke	Capaian Pembelajaran ( <i>Learning Outcome/LO</i> )	Pokok Bahasan	Media Ajar	Metode Pembelajaran		Penilaian (evaluasi substantif)			Pustaka
				Yang dilakukan mahasiswa	Yang dilakukan dosen	Metode Penilaian	Kriteria Penilaian	Bobot Penilaian	
		Ujian Tengah Semester (UTS)		sesuai jadwal	UTS sesuai jadwal	terkait	mahasiswa		
9		Libur tengah semester untuk Ujian Tengah Semester (UTS)	-	Mengerjakan UTS sesuai jadwal	Memberikan soal UTS sesuai jadwal	Pekerjaa UTS terkait	Sesuai capaian mahasiswa	30%	-
10	Memahami dan mengetahui beberapa konsep-konsep mutakhir Fisika Modern dan/atau aplikasi Fisika pada bidang teknologi mutakhir	Pengenalan beberapa metode pendekatan ( <i>approximations</i> ) yaitu metode Variasional	Penulisan di <i>White Board</i> serta beberapa bahan tayangan	Mendengarkan, menjawab pertanyaan dan mencatat materi kuliah	Narasi, memberikan pertanyaan, <i>Quiz</i> atau <i>Assignment</i> dan presentasi materi kuliah	-	-	-	Pustaka a, b
11	Memahami dan mengetahui beberapa konsep-konsep mutakhir Fisika Modern dan/atau aplikasi Fisika pada bidang teknologi mutakhir	Pengenalan beberapa metode pendekatan ( <i>approximations</i> ) yaitu metode Gangguan ( <i>Perturbation</i> ) tak gayut waktu	Penulisan di <i>White Board</i> serta beberapa bahan tayangan	Mendengarkan, menjawab pertanyaan dan mencatat materi kuliah	Narasi, memberikan pertanyaan, <i>Quiz</i> atau <i>Assignment</i> dan presentasi materi kuliah	-	-	-	Pustaka a, b
12	Memahami dan mengetahui	Pengenalan beberapa metode	Penulisan di <i>White Board</i>	Mendengarkan,	Narasi, memberi-	-	-	-	Pustaka a, b

Minggu ke	Capaian Pembelajaran ( <i>Learning Outcome/LO</i> )	Pokok Bahasan	Media Ajar	Metode Pembelajaran		Penilaian (evaluasi substantif)			Pustaka
				Yang dilakukan mahasiswa	Yang dilakukan dosen	Metode Penilaian	Kriteria Penilaian	Bobot Penilaian	
	beberapa konsep-konsep mutakhir Fisika Modern dan/atau aplikasi Fisika pada bidang teknologi mutakhir	pendekatan ( <i>approximations</i> ) yaitu metode Gangguan ( <i>Perturbation</i> ) gayut waktu	serta beberapa bahan tayangan	menjawab pertanyaan dan mencatat materi kuliah	kan pertanyaan, <i>Quiz</i> atau <i>Assignment</i> dan presentasi materi kuliah				
13	Trampil merumuskan aplikasi ilmu fisika untuk menyelesaikan masalah-masalah alam dan masalah dalam kehidupan manusia	Pengenalan beberapa metode pendekatan ( <i>approximations</i> ) yaitu metode WKB dan penerapannya untuk penyelesaian sistem molekul	Penulisan di <i>White Board</i> serta beberapa bahan tayangan	Mendengarkan, menjawab pertanyaan dan mencatat materi kuliah	Narasi, memberikan pertanyaan, <i>Quiz</i> atau <i>Assignment</i> dan presentasi materi kuliah serta pemberian Pekerjaan Rumah kepada mahasiswa	Pekerjaan Rumah terkait	Sesuai capaian mahasiswa	20%	Pustaka a, b
14	Memahami dan mengetahui beberapa konsep-konsep mutakhir Fisika Modern	Pengenalan beberapa metode pendekatan ( <i>approximations</i> ) yaitu medan	Penulisan di <i>White Board</i> serta beberapa bahan	Mendengarkan, menjawab pertanyaan dan	Narasi, memberikan pertanyaan, <i>Quiz</i> atau	-	-	-	Pustaka a, b

Minggu ke	Capaian Pembelajaran ( <i>Learning Outcome/LO</i> )	Pokok Bahasan	Media Ajar	Metode Pembelajaran		Penilaian (evaluasi substantif)			Pustaka
				Yang dilakukan mahasiswa	Yang dilakukan dosen	Metode Penilaian	Kriteria Penilaian	Bobot Penilaian	
	dan/atau aplikasi Fisika pada bidang teknologi mutakhir	sentral, metode <i>self-consistent field</i> atau metode <i>Hartree-Fock</i>	tayangan	mencatat materi kuliah	<i>Assignment</i> dan presentasi materi kuliah				
15	Trampil merumuskan aplikasi ilmu fisika untuk menyelesaikan masalah-masalah alam dan masalah dalam kehidupan manusia	Penerapan metode <i>Hartree-Fock</i> serta penerapannya pada masalah banyak benda ( <i>many body problems</i> ) bagi struktur halus dan hiper-halus untuk atom kompleks	Penulisan di <i>White Board</i> serta beberapa bahan tayangan	Mendengarkan, menjawab pertanyaan dan mencatat materi kuliah	Narasi, memberikan pertanyaan, <i>Quiz</i> atau <i>Assignment</i> dan presentasi materi kuliah serta pemberian Pekerjaan Rumah kepada mahasiswa	Pekerjaan Rumah terkait	Sesuai capaian mahasiswa	20%	Pustaka a, b
16	Memahami dan mengetahui beberapa konsep-konsep mutakhir Fisika Modern dan/atau aplikasi Fisika pada bidang teknologi	Pengenalan hamburan kuantum dan pendekatan Born ( <i>Born approximation</i> )	Penulisan di <i>White Board</i> serta beberapa bahan tayangan	Mendengarkan, menjawab pertanyaan dan mencatat materi kuliah	Narasi, memberikan pertanyaan, <i>Quiz</i> atau <i>Assignment</i> dan presentasi	-	-	-	Pustaka a, b

Minggu ke	Capaian Pembelajaran ( <i>Learning Outcome/LO</i> )	Pokok Bahasan	Media Ajar	Metode Pembelajaran		Penilaian (evaluasi substantif)			Pustaka
				Yang dilakukan mahasiswa	Yang dilakukan dosen	Metode Penilaian	Kriteria Penilaian	Bobot Penilaian	
	mutakhir				materi kuliah				
17		Libur akhir semester untuk Ujian Tengah Semester (UAS)	-	Mengerjakan UAS sesuai jadwal	Memberikan soal UAS sesuai jadwal	Pekerjaa UAS terkait	Sesuai capaian mahasiswa	30%	-
18		Libur akhir semester untuk Ujian Tengah Semester (UAS)	-	Mengerjakan UAS sesuai jadwal	Memberikan soal UAS sesuai jadwal	Pekerjaa UAS terkait	Sesuai capaian mahasiswa	30%	-