



**UNIVERSITAS GADJAH MADA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN**  
**ALAM**  
**DEPARTEMEN FISIKA PRODI S2 FISIKA**

**RPKPS**

(Rencana Program dan Kegiatan Pembelajaran  
Semester)

**TEORI MEDAN KUANTUM**

Semester 3/ 3sks/MFF 5115

oleh

Mirza Satriawan, Ph.D

Tahun Anggaran 2017

Oktober 2017

**RPKPS**  
**RANCANGAN PROGRAM DAN KEGIATAN**  
**PEMBELAJARAN SEMESTER**

1. **Nama Mata Kuliah** : **Teori Medan Kuantum**
2. **Kode/SKS** : **MFF 5115 / 3 SKS**
3. **Prasyarat** : **MFF 5033 Mekanika Kuantum (dapat diambil bersamaan)**
4. **Status Matakuliah** : **Pilihan**
5. **Nama Pengusul** : **Mirza Satriawan, Ph.D.**
6. **Program Studi** : **S2 Fisika**

Yogyakarta, 13 Oktober 2017  
Dosen Pengusul RPKPS

Menyetujui  
Ketua Departemen Fisika UGM

Dr. Mitrayana, M.Si.  
NIP 197303031999031004

Mirza Satriawan, Ph.D  
NIP 197211171997021001

# **RPKPS**

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

1. **Nama Mata Kuliah** : **Teori Medan Kuantum**
2. **Kode/SKS** : **MFF 5115 / 3 SKS**
3. **Prasyarat** : **MFF 5033 Mekanika Kuantum (dapat diambil bersamaan)**
4. **Status Matakuliah** : **Pilihan**
5. **Deskripsi singkat matakuliah**

Matakuliah Teori Medan Kuantum adalah matakuliah pilihan program studi S2 Fisika Universitas Gadjah Mada, yang dapat diambil mahasiswa di semester ganjil pada tahun kedua kuliahnya atau pada tahun pertama dengan persetujuan dosen pengampunya. Sebelum mengambil matakuliah ini mahasiswa harus sudah lulus matakuliah Mekanika Kuantum. Sangat dianjurkan untuk mengambil matakuliah Mekanika Kuantum Lanjut sebelum mengambil matakuliah ini. Pemahaman yang solid mengenai Teori Medan Kuantum sangat dibutuhkan bagi seorang mahasiswa Fisika, yang ingin mendalami Fisika Teori Energi Tinggi pada tingkat lebih lanjut (S-2 dan S-3). Dengan kuliah Teori Medan Kuantum, mahasiswa diharapkan dapat memahami landasan teoretik dari berbagai fenomena Fisika Partikel, dan mampu melakukan perhitungan-perhitungan sederhana (tree level) terkait dengan proses hamburan dan peluruhan untuk interaksi yang sederhana.

### **6. Tujuan pembelajaran**

Kuliah Teori Medan Kuantum ini bertujuan untuk:

1. Memberikan kepada mahasiswa pemahaman yang benar mengenai penggabungan konsep relativitas khusus dan mekanika kuantum sebagai landasan bagi teori medan kuantum relativistik.

2. Memberikan pemahaman kepada mahasiswa mengenai dinamika wakilan medan skalar dan medan spinor dalam persamaan medan Klein Gordon dan persamaan medan Dirac, beserta penyelesaian kedua persamaan medan tersebut ketika tanpa ada interaksi.

3. Memberikan pemahaman kepada mahasiswa mengenai cara perhitungan dengan menggunakan diagram Feynman orde terendah untuk menghitung besaran-besaran fisis terkait dalam proses hamburan dan peluruhan.

## 7. **Capaian pembelajaran (Learning outcomes=LO)**

Setelah mengikuti kuliah ini mahasiswa diharapkan dapat

1. menjelaskan hubungan keterpaduan antara teori relativitas khusus dan mekanika kuantum dalam teori medan kuantum.
2. menjabarkan penyelesaian medan tanpa interaksi untuk persamaan Klein Gordon dan persamaan Dirac.
3. menjelaskan berbagai simetri diskrit dan kontinyu dalam teori medan Lagrangan, khususnya terkait Lagrangan Klein Gordon dan Lagrangan Dirac.
4. melakukan perhitungan tampang lintang hamburan dan laju peluruhan dengan menggunakan diagram Feynmann orde terendah sederhana.
5. menggunakan teori medan kuantum dalam menganalisa beberapa masalah sederhana dalam fenomena fisika partikel.

## 8. **Materi Pembelajaran**

1. Pendahuluan: Posisi Teori Medan Kuantum dalam kajian dunia Fisika Partikel dan kaitannya dengan konsep-konsep sebelumnya (teori relativitas khusus dan mekanika kuantum)
2. Medan Klein Gordon:
  - a. Keharusan memakai medan.
  - b. Teori medan klasik: teori medan Lagrangan, teor medan Hamiltonan, teorema Noether.
  - c. Medan Klein Gordon sebagai osilator harmonik.
  - d. Medan Klein Gordon di ruang waktu: kausalitas, propagator, kreasi partikel karena sumber klasik.
3. Medan Dirac:
  - a. Invariansi Lorentz dari persamaan medan.
  - b. Persamaan Dirac: spinor Weyl.
  - c. Solusi partikel bebas untuk persamaan Dirac, dan penjumlahan spin.
  - d. Matrik Driac dan bilinear medan Dirac
  - e. Kuantisasi medan Dirac, spin dan statistik, dan propagator Dirac.

- f. Simetri diskrit dari teori medan Dirac: Paritas, Pembalikan Waktu, dan Konjugasi Muatan.
- 4. Diagram Feynman dan medan yang berinteraksi:
  - a. Teori gangguan.
  - b. Ekspansi gangguan fungsi korelasi.
  - c. Teorema Wick.
  - d. Diagram Feynman.
  - e. Tampang lintang dan matriks-S.
  - f. Perhitungan elemen matriks-S dengan diagram Feynman.
  - g. Aturan Feynman untuk fermion, dan teori Yukawa.
  - h. Aturan Feynman untuk Elektrodinamika Kuantum, dan potensial Coulomb.
- 5. Proses elementer dalam Elektrodinamika Kuantum:
  - a. Proses anihilasi elektron-positron menjadi muon dan anti muon. Teknologi trace, tampang lintang tak terpolarisasi. Proses anihilasi elektron-positron menjadi hadron.
  - b. Struktur helisitas dalam anihilasi elektron-positron menjadi muon dan anti muon.
  - c. Limit nonrelativistik untuk anihilasi elektron-positron menjadi muon dan anti muon, keadaan terikat, produksi meson vektor dan peluruhan.
  - d. Simetri pertukaran: hamburan elektron-muon, dan variabel Mandelstam.
  - e. Hamburan Compton: Jumlahan polarisasi foton, formula Klein-Nishina, Kelakuan pada energi tinggi, anihilasi pasangan menjadi foton.

## 9. Evaluasi yang direncanakan

Evaluasi berupa ujian tengah semester dan ujian akhir semester yang masing-masing berkontribusi sebesar 40% dari total nilai. Sisanya sebesar 20% diambil dari penilaian terhadap tugas dan pekerjaan rumah.

## 10. Bahan, sumber informasi, dan referensi

Buku acuan:

M.E. Peskin dan D.V. Schroeder, An Introduction to Quantum Field Theory, Perseus Book Publishing, Reading Massachussetts 1995.

## Rencana Kegiatan Pembelajaran Mingguan

Minggu ke	Capaian Pembelajaran (Learning Outcome)	Pokok bahasan	Media Ajar	Metode Pembelajaran		Penilaian (evaluasi substantif)			Pustaka
				Yang dilakukan mahasiswa	Yang dilakukan dosen	Metode Penilaian	Kriteria Penilaian	Bobot Penilaian	
1	2	3		5	6	7	8	9	10
1	Dapat menjelaskan hubungan keterpaduan antara teori relativitas khusus dan mekanika kuantum dalam teori medan kuantum.	1.Pendahuluan: Posisi Teori Medan Kuantum dalam kajian dunia Fisika Partikel dan kaitannya dengan konsep-konsep sebelumnya	Buku teks, tayangan LCD, tugas di website	Mendengarkan penjelasan, bertanya, berdiskusi, mengerjakan tugas PR	Memberi penjelasan lewat tayangan LCD, dan penjabaran di papan tulis. Menjawab pertanyaan dan mengarahkan diskusi. Membuat soal tugas PR.	Penilaian tugas PR, dan UTS	Terpenuhi Capaian Pembelajaran	20% Tugas PR, 40% UTS, 40% UAS	Peskin
	Dapat menjabarkan penyelesaian medan tanpa interaksi untuk persamaan Klein Gordon dan persamaan Dirac.	2. Medan Klein Gordon: i.Keharusan memakai medan.	Buku teks, tayangan LCD, tugas di website	Mendengarkan penjelasan, bertanya, berdiskusi, mengerjakan tugas PR	Memberi penjelasan lewat tayangan LCD, dan penjabaran di papan tulis. Menjawab pertanyaan dan mengarahkan diskusi. Membuat soal tugas PR.	Penilaian tugas PR, dan UTS	Terpenuhi Capaian Pembelajaran	20% Tugas PR, 40% UTS, 40% UAS	Peskin
2	Dapat menjabarkan penyelesaian medan tanpa interaksi untuk persamaan Klein Gordon dan persamaan Dirac. Dapat menjelaskan berbagai simetri diskrit dan kontinyu dalam teori medan Lagrangian,	2. Medan Klein Gordon: ii. Teori medan klasik: teori medan Lagrangian, teor medan Hamiltonan, teorema Noether.	Buku teks, tayangan LCD, tugas di website	Mendengarkan penjelasan, bertanya, berdiskusi, mengerjakan tugas PR	Memberi penjelasan lewat tayangan LCD, dan penjabaran di papan tulis. Menjawab pertanyaan dan	Penilaian tugas PR, dan UTS	Terpenuhi Capaian Pembelajaran	20% Tugas PR, 40% UTS, 40% UAS	Peskin

	khususnya terkait Lagrangian Klein Gordon dan Lagrangian Dirac.				mengarahkan diskusi. Membuat soal tugas PR.				
	Dapat menjabarkan penyelesaian medan tanpa interaksi untuk persamaan Klein Gordon dan persamaan Dirac.	2. Medan Klein Gordon: iii. Medan Klein Gordon sebagai osilator harmonik.	Buku teks, tayangan LCD, tugas di website	Mendengarkan penjelasan, bertanya, berdiskusi, mengerjakan tugas PR	Memberi penjelasan lewat tayangan LCD, dan penjabaran di papan tulis. Menjawab pertanyaan dan mengarahkan diskusi. Membuat soal tugas PR.	Penilaian tugas PR, dan UTS	Terpenuhi Capaian Pembelajaran	20% Tugas PR, 40% UTS, 40% UAS	Peskin
<b>3</b>	Dapat menjabarkan penyelesaian medan tanpa interaksi untuk persamaan Klein Gordon dan persamaan Dirac.	2. Medan Klein Gordon: iv. Medan Klein Gordon di ruang waktu: kausalitas, propagator, kreasi partikel karena sumber klasik	Buku teks, tayangan LCD, tugas di website	Mendengarkan penjelasan, bertanya, berdiskusi, mengerjakan tugas PR	Memberi penjelasan lewat tayangan LCD, dan penjabaran di papan tulis. Menjawab pertanyaan dan mengarahkan diskusi. Membuat soal tugas PR.	Penilaian tugas PR, dan UTS	Terpenuhi Capaian Pembelajaran	20% Tugas PR, 40% UTS, 40% UAS	Peskin
	Dapat menjabarkan penyelesaian medan tanpa interaksi untuk persamaan Klein Gordon dan persamaan Dirac.	2. Medan Klein Gordon: iv. Medan Klein Gordon di ruang waktu: kausalitas, propagator, kreasi partikel karena sumber klasik	Buku teks, tayangan LCD, tugas di website	Mendengarkan penjelasan, bertanya, berdiskusi, mengerjakan tugas PR	Memberi penjelasan lewat tayangan LCD, dan penjabaran di papan tulis. Menjawab pertanyaan dan mengarahkan diskusi. Membuat soal tugas PR.	Penilaian tugas PR, dan UTS	Terpenuhi Capaian Pembelajaran	20% Tugas PR, 40% UTS, 40% UAS	Peskin
<b>4</b>	Dapat menjelaskan berbagai simetri diskrit dan kontinu dalam teori	3. Medan Dirac: i. Invariansi Lorentz dari persamaan medan.	Buku teks, tayangan LCD,	Mendengarkan penjelasan, bertanya,	Memberi penjelasan lewat tayangan	Penilaian tugas PR, dan UTS	Terpenuhi Capaian Pembelajaran	20% Tugas PR, 40%	Peskin

	medan Lagrangian, khususnya terkait Lagrangian Klein Gordon dan Lagrangian Dirac.		tugas di website	berdiskusi, mengerjakan tugas PR	LCD, dan penjabaran di papan tulis. Menjawab pertanyaan dan mengarahkan diskusi. Membuat soal tugas PR.			UTS, 40% UAS	
	Dapat menjabarkan penyelesaian medan tanpa interaksi untuk persamaan Klein Gordon dan persamaan Dirac.	3. Medan Dirac: ii. Persamaan Dirac: spinor Weyl.	Buku teks, tayangan LCD, tugas di website	Mendengarkan penjelasan, bertanya, berdiskusi, mengerjakan tugas PR	Memberi penjelasan lewat tayangan LCD, dan penjabaran di papan tulis. Menjawab pertanyaan dan mengarahkan diskusi. Membuat soal tugas PR.	Penilaian tugas PR, dan UTS	Terpenuhi Capaian Pembelajaran	20% Tugas PR, 40% UTS, 40% UAS	Peskin
5	Dapat menjabarkan penyelesaian medan tanpa interaksi untuk persamaan Klein Gordon dan persamaan Dirac.	3. Medan Dirac: iii. Solusi partikel bebas untuk persamaan Dirac, dan penjumlahan spin.	Buku teks, tayangan LCD, tugas di website	Mendengarkan penjelasan, bertanya, berdiskusi, mengerjakan tugas PR	Memberi penjelasan lewat tayangan LCD, dan penjabaran di papan tulis. Menjawab pertanyaan dan mengarahkan diskusi. Membuat soal tugas PR.	Penilaian tugas PR, dan UTS	Terpenuhi Capaian Pembelajaran	20% Tugas PR, 40% UTS, 40% UAS	Peskin
	Dapat menjelaskan berbagai simetri diskrit dan kontinu dalam teori medan Lagrangian, khususnya terkait Lagrangian Klein Gordon dan Lagrangian Dirac.	3. Medan Dirac: iv. Matrik Dirac dan bilinear medan Dirac	Buku teks, tayangan LCD, tugas di website	Mendengarkan penjelasan, bertanya, berdiskusi, mengerjakan tugas PR	Memberi penjelasan lewat tayangan LCD, dan penjabaran di papan tulis. Menjawab pertanyaan dan mengarahkan	Penilaian tugas PR, dan UTS	Terpenuhi Capaian Pembelajaran	20% Tugas PR, 40% UTS, 40% UAS	Peskin



					diskusi. Membuat soal tugas PR.				
6	Dapat menjabarkan penyelesaian medan tanpa interaksi untuk persamaan Klein Gordon dan persamaan Dirac.	3.Medan Dirac: v.Kuantisasi medan Dirac, spin dan statistik, dan propagator Dirac.	Buku teks, tayangan LCD, tugas di website	Mendengarkan penjelasan, bertanya, berdiskusi, mengerjakan tugas PR	Memberi penjelasan lewat tayangan LCD, dan penjabaran di papan tulis. Menjawab pertanyaan dan mengarahkan diskusi. Membuat soal tugas PR.	Penilaian tugas PR, dan UTS	Terpenuhi Capaian Pembelajaran	20% Tugas PR, 40% UTS, 40% UAS	Peskin
	Dapat menjelaskan berbagai simetri diskrit dan kontinu dalam teori medan Lagrangian, khususnya terkait Lagrangian Klein Gordon dan Lagrangian Dirac.	3.Medan Dirac: vi. Simetri diskrit dari teori medan Dirac: Paritas, Pembalikan Waktu, dan Konjugasi Muatan.	Buku teks, tayangan LCD, tugas di website	Mendengarkan penjelasan, bertanya, berdiskusi, mengerjakan tugas PR	Memberi penjelasan lewat tayangan LCD, dan penjabaran di papan tulis. Menjawab pertanyaan dan mengarahkan diskusi. Membuat soal tugas PR.	Penilaian tugas PR, dan UTS	Terpenuhi Capaian Pembelajaran	20% Tugas PR, 40% UTS, 40% UAS	Peskin
7	Dapat melakukan perhitungan tampang lintang hamburan dan laju peluruhan dengan menggunakan diagram Feynmann orde terendah sederhana.	4.Diagram Feynman dan medan yang berinteraksi: i.Teori gangguan.	Buku teks, tayangan LCD, tugas di website	Mendengarkan penjelasan, bertanya, berdiskusi, mengerjakan tugas PR	Memberi penjelasan lewat tayangan LCD, dan penjabaran di papan tulis. Menjawab pertanyaan dan mengarahkan diskusi. Membuat soal tugas PR.	Penilaian tugas PR, dan UTS	Terpenuhi Capaian Pembelajaran	20% Tugas PR, 40% UTS, 40% UAS	Peskin
	Dapat melakukan perhitungan tampang lintang hamburan dan laju peluruhan dengan	4.Diagram Feynman dan medan yang berinteraksi: ii.Ekspansi gangguan fungsi korelasi.	Buku teks, tayangan LCD, tugas di website	Mendengarkan penjelasan, bertanya, berdiskusi,	Memberi penjelasan lewat tayangan LCD, dan	Penilaian tugas PR, dan UTS	Terpenuhi Capaian Pembelajaran	20% Tugas PR, 40% UTS, 40% UAS	Peskin

	menggunakan diagram Feynmann orde terendah sederhana.			mengerjakan tugas PR	penjabaran di papan tulis. Menjawab pertanyaan dan mengarahkan diskusi. Membuat soal tugas PR.				
	<b>Ujian Tengah Semester</b>								
8	Dapat melakukan perhitungan tampak lintang hamburan dan laju peluruhan dengan menggunakan diagram Feynmann orde terendah sederhana.	4.Diagram Feynman dan medan yang berinteraksi: iii.Teorema Wick.	Buku teks, tayangan LCD, tugas di website	Mendengarkan penjelasan, bertanya, berdiskusi, mengerjakan tugas PR	Memberi penjelasan lewat tayangan LCD, dan penjabaran di papan tulis. Menjawab pertanyaan dan mengarahkan diskusi. Membuat soal tugas PR.	Penilaian tugas PR, dan UTS	Terpenuhi Capaian Pembelajaran	20% Tugas PR, 40% UTS, 40% UAS	Peskin
	Dapat melakukan perhitungan tampak lintang hamburan dan laju peluruhan dengan menggunakan diagram Feynmann orde terendah sederhana.	4.Diagram Feynman dan medan yang berinteraksi: iv.Diagram Feynman.	Buku teks, tayangan LCD, tugas di website	Mendengarkan penjelasan, bertanya, berdiskusi, mengerjakan tugas PR	Memberi penjelasan lewat tayangan LCD, dan penjabaran di papan tulis. Menjawab pertanyaan dan mengarahkan diskusi. Membuat soal tugas PR.	Penilaian tugas PR, dan UTS	Terpenuhi Capaian Pembelajaran	20% Tugas PR, 40% UTS, 40% UAS	Peskin
9	Dapat melakukan perhitungan tampak lintang hamburan dan laju peluruhan dengan menggunakan diagram Feynmann orde terendah sederhana.	4.Diagram Feynman dan medan yang berinteraksi: v.Tampang lintang dan matriks-S.	Buku teks, tayangan LCD, tugas di website	Mendengarkan penjelasan, bertanya, berdiskusi, mengerjakan tugas PR	Memberi penjelasan lewat tayangan LCD, dan penjabaran di papan tulis. Menjawab pertanyaan dan mengarahkan	Penilaian tugas PR, dan UTS	Terpenuhi Capaian Pembelajaran	20% Tugas PR, 40% UTS, 40% UAS	Peskin

					diskusi. Membuat soal tugas PR.				
	Dapat melakukan perhitunganampang lintang hamburan dan laju peluruhan dengan menggunakan diagram Feynmann orde terendah sederhana.	4.Diagram Feynman dan medan yang berinteraksi: vi.Perhitungan elemen matriks-S dengan diagram Feynman.	Buku teks, tayangan LCD, tugas di website	Mendengarkan penjelasan, bertanya, berdiskusi, mengerjakan tugas PR	Memberi penjelasan lewat tayangan LCD, dan penjabaran di papan tulis. Menjawab pertanyaan dan mengarahkan diskusi. Membuat soal tugas PR.	Penilaian tugas PR, dan UTS	Terpenuhi Capaian Pembelajaran	20% Tugas PR, 40% UTS, 40% UAS	Peskin
<b>10</b>	Dapat melakukan perhitunganampang lintang hamburan dan laju peluruhan dengan menggunakan diagram Feynmann orde terendah sederhana.	4.Diagram Feynman dan medan yang berinteraksi: vii.Aturan Feynman untuk fermion, dan teori Yukawa.	Buku teks, tayangan LCD, tugas di website	Mendengarkan penjelasan, bertanya, berdiskusi, mengerjakan tugas PR	Memberi penjelasan lewat tayangan LCD, dan penjabaran di papan tulis. Menjawab pertanyaan dan mengarahkan diskusi. Membuat soal tugas PR.	Penilaian tugas PR, dan UTS	Terpenuhi Capaian Pembelajaran	20% Tugas PR, 40% UTS, 40% UAS	Peskin
	Dapat melakukan perhitunganampang lintang hamburan dan laju peluruhan dengan menggunakan diagram Feynmann orde terendah sederhana.	4.Diagram Feynman dan medan yang berinteraksi: viii.Aturan Feynman untuk Elektrodinamika Kuantum, dan potensial Coulomb.	Buku teks, tayangan LCD, tugas di website	Mendengarkan penjelasan, bertanya, berdiskusi, mengerjakan tugas PR	Memberi penjelasan lewat tayangan LCD, dan penjabaran di papan tulis. Menjawab pertanyaan dan mengarahkan diskusi. Membuat soal tugas PR.	Penilaian tugas PR, dan UTS	Terpenuhi Capaian Pembelajaran	20% Tugas PR, 40% UTS, 40% UAS	Peskin
<b>11</b>	Dapat menggunakan teori medan kuantum dalam menganalisa beberapa	5.Proses elementer dalam Elektrodinamika Kuantum:	Buku teks, tayangan LCD, tugas di website	Mendengarkan penjelasan, bertanya, berdiskusi,	Memberi penjelasan lewat tayangan LCD, dan	Penilaian tugas PR, dan UTS	Terpenuhi Capaian Pembelajaran	20% Tugas PR, 40% UTS, 40% UAS	Peskin

	masalah sederhana dalam fenomena fisika partikel.	i. Proses annihilasi elektron-positron menjadi muon dan anti muon. Teknologi trace, tampang lintang tak terpolarisasi.		mengerjakan tugas PR	penjabaran di papan tulis. Menjawab pertanyaan dan mengarahkan diskusi. Membuat soal tugas PR.				
	Dapat menggunakan teori medan kuantum dalam menganalisa beberapa masalah sederhana dalam fenomena fisika partikel.	5. Proses elementer dalam Elektrodinamika Kuantum: Proses annihilasi elektron-positron menjadi hadron.	Buku teks, tayangan LCD, tugas di website	Mendengarkan penjelasan, bertanya, berdiskusi, mengerjakan tugas PR	Memberi penjelasan lewat tayangan LCD, dan penjabaran di papan tulis. Menjawab pertanyaan dan mengarahkan diskusi. Membuat soal tugas PR.	Penilaian tugas PR, dan UTS	Terpenuhi Capaian Pembelajaran	20% Tugas PR, 40% UTS, 40% UAS	Peskin
<b>12</b>	Dapat menggunakan teori medan kuantum dalam menganalisa beberapa masalah sederhana dalam fenomena fisika partikel.	5. Proses elementer dalam Elektrodinamika Kuantum: ii. Struktur helisitas dalam annihilasi elektron-positron menjadi muon dan anti muon.	Buku teks, tayangan LCD, tugas di website	Mendengarkan penjelasan, bertanya, berdiskusi, mengerjakan tugas PR	Memberi penjelasan lewat tayangan LCD, dan penjabaran di papan tulis. Menjawab pertanyaan dan mengarahkan diskusi. Membuat soal tugas PR.	Penilaian tugas PR, dan UTS	Terpenuhi Capaian Pembelajaran	20% Tugas PR, 40% UTS, 40% UAS	Peskin
	Dapat menggunakan teori medan kuantum dalam menganalisa beberapa masalah sederhana dalam fenomena fisika partikel.	5. Proses elementer dalam Elektrodinamika Kuantum: iii. Limit nonrelativistik untuk annihilasi elektron-positron menjadi muon dan anti muon	Buku teks, tayangan LCD, tugas di website	Mendengarkan penjelasan, bertanya, berdiskusi, mengerjakan tugas PR	Memberi penjelasan lewat tayangan LCD, dan penjabaran di papan tulis. Menjawab pertanyaan dan mengarahkan diskusi.	Penilaian tugas PR, dan UTS	Terpenuhi Capaian Pembelajaran	20% Tugas PR, 40% UTS, 40% UAS	Peskin

					Membuat soal tugas PR.				
<b>13</b>	Dapat menggunakan teori medan kuantum dalam menganalisa beberapa masalah sederhana dalam fenomena fisika partikel.	5. Proses elementer dalam Elektrodinamika Kuantum: Keadaan terikat, produksi meson vektor dan peluruhan.	Buku teks, tayangan LCD, tugas di website	Mendengarkan penjelasan, bertanya, berdiskusi, mengerjakan tugas PR	Memberi penjelasan lewat tayangan LCD, dan penjabaran di papan tulis. Menjawab pertanyaan dan mengarahkan diskusi. Membuat soal tugas PR.	Penilaian tugas PR, dan UTS	Terpenuhi Capaian Pembelajaran	20% Tugas PR, 40% UTS, 40% UAS	Peskin
	Dapat menggunakan teori medan kuantum dalam menganalisa beberapa masalah sederhana dalam fenomena fisika partikel.	5. Proses elementer dalam Elektrodinamika Kuantum: iv. Simetri pertukaran: hamburan elektron-muon, dan variabel Mandelstam.	Buku teks, tayangan LCD, tugas di website	Mendengarkan penjelasan, bertanya, berdiskusi, mengerjakan tugas PR	Memberi penjelasan lewat tayangan LCD, dan penjabaran di papan tulis. Menjawab pertanyaan dan mengarahkan diskusi. Membuat soal tugas PR.	Penilaian tugas PR, dan UTS	Terpenuhi Capaian Pembelajaran	20% Tugas PR, 40% UTS, 40% UAS	Peskin
<b>14</b>	Dapat menggunakan teori medan kuantum dalam menganalisa beberapa masalah sederhana dalam fenomena fisika partikel.	5. Proses elementer dalam Elektrodinamika Kuantum: v. Hamburan Compton: Jumlahan polarisasi foton, formula Klein-Nishina	Buku teks, tayangan LCD, tugas di website	Mendengarkan penjelasan, bertanya, berdiskusi, mengerjakan tugas PR	Memberi penjelasan lewat tayangan LCD, dan penjabaran di papan tulis. Menjawab pertanyaan dan mengarahkan diskusi. Membuat soal tugas PR.	Penilaian tugas PR, dan UTS	Terpenuhi Capaian Pembelajaran	20% Tugas PR, 40% UTS, 40% UAS	Peskin
	Dapat menggunakan teori medan kuantum dalam menganalisa beberapa masalah sederhana dalam fenomena fisika partikel.	5. Proses elementer dalam Elektrodinamika Kuantum:	Buku teks, tayangan LCD, tugas di website	Mendengarkan penjelasan, bertanya, berdiskusi,	Memberi penjelasan lewat tayangan LCD, dan penjabaran di	Penilaian tugas PR, dan UTS	Terpenuhi Capaian Pembelajaran	20% Tugas PR, 40% UTS, 40% UAS	Peskin

		Kelakuan pada energi tinggi, annihilasi pasangan menjadi foton.		mengerjakan tugas PR	papan tulis. Menjawab pertanyaan dan mengarahkan diskusi. Membuat soal tugas PR.				
	<b>Ujian Akhir Semester</b>								