

**RENCANA PROGRAM DAN
KEGIATAN PEMBELAJARAN SEMESTER
(RPKPS)**



Metode Komputasi Fisika Material

Semester Ganjil / 3 SKS / MFF 5711

Magister (S2) Fisika

Oleh

Moh. Adhib Ulil Absor, S.Si., M.Sc., Ph.D.

Dr. Sholihun, S.Si., M.Sc.

**Universitas Gadjah Mada
Fakultas MIPA
2021**



Universitas Gadjah Mada
Fakultas MIPA, Departemen Fisika
Program Studi Magister (S2) Fisika

RENCANA PROGRAM DAN KEGIATAN PEMBELAJARAN SEMESTER (RPKPS)

Kode Mata Kuliah	Nama Mata Kuliah	Bobot (sks)	Semester	Status Mata Kuliah	Mata Kuliah Prasyarat	
MFF 5711	Metode Komputasi Fisika Material	3	Ganjil	Pilihan	-	
Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) yang dibebankan pada MK	CPU1	Menguasai bidang dasar ilmu fisika yang meliputi kajian elektrodinamika, mekanika klasik, dan mekanika kuantum.				
	CPU2	Menguasai dan mampu menerapkan salah satu bidang ilmu fisika lanjut.				
	CPU3	Menguasai kemampuan untuk mengkaji suatu permasalahan di dalam suatu bidang fisika melalui penelitian.				
	CPP2	Menguasai berbagai kajian komputasi yang dapat digunakan untuk suatu bidang ilmu Fisika Lanjut				
Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)	CPMK1	Mahasiswa mempunyai kemampuan dalam <i>Physics Skills</i> , yaitu bagaimana untuk merumuskan dan memerikan (<i>to describe</i>) 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 (<i>approximations</i>).				
	CPMK2	Mahasiswa mempunyai kemampuan dalam <i>Analytical Skills</i> , yaitu bagaimana untuk memperhatikan permasalahan fisika dengan rinci (<i>detail</i>), menganalisis persoalan dan membangun argumentasi secara logis dan seksama.				
	CPMK3	Mahasiswa mempunyai kemampuan dalam <i>Investigative Skills</i> , yaitu bagaimana untuk melakukan penelusuran permasalahan fisika dari berbagai sumber dan rujukan untuk mendapatkan pemahaman bagi suatu informasi penting.				
	CPMK4	Mahasiswa mempunyai kemampuan dalam <i>Problem-Solving Skills</i> , yaitu bagaimana untuk memecahkan suatu persoalan dengan penyelesaian yang terstruktur (<i>well-defined solutions</i>), merumuskan suatu masalah dengan cermat dan mencoba pendekatan (<i>approaches</i>) lain dalam upaya untuk memperbaiki pemecahan suatu masalah yang menantang (<i>challenging problems</i>) terutama dalam sistem material.				
	CPMK5	Mahasiswa mempunyai kemampuan dalam Information & Technology (IT) Skills, yaitu bagaimana untuk menerapkan berbagai bentuk visualisasi, grafik atau simulasi melalui bantuan komputer serta penggunaan software, bahasa pemrograman dan paket atau perangkat numerik (<i>numerical tools</i>) yang sesuai untuk menyelesaikan masalah-masalah dalam sistem material.				
Pemetaan CPU dengan CPMK		CPMK 1	CPMK 2	CPMK 3	CPMK 4	CPMK 5
	CPU1	√	√	√	√	
	CPU2	√	√	√	√	√
	CPU3	√	√	√	√	√
	CPP2	√	√	√	√	√
Deskripsi Singkat Mata Kuliah	Matakuliah Metode Komputasi Material adalah salah satu matakuliah pilihan program studi magister (S2) Fisika, Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, yang diselenggarakan sebagai bagian dari matakuliah pendukung bagi mahasiswa yang akan melakukan penelitian pada kelompok bidang keahlian (KBK) Fisika Material Fungsional. Mata kuliah ini dapat diambil mahasiswa di semester ganjil pada tahun pertama atau kedua kuliahnya sesuai dengan persetujuan pengampunya. Sebelum mengambil matakuliah ini mahasiswa dianjurkan untuk mengambil matakuliah Mekanika Kuantum dan Fisika Komputasi. Pemahaman yang solid mengenai teori-teori					

	<p>dasar dalam material mampat (<i>condensed matter</i>) seperti teori ikatan dalam zat mampat, struktur kristal, dan struktur elektronik zat mampat akan, serta dilengkapi dengan pemahaman dan penggunaan metode komputasional, <i>modelling</i>, dan simulasi, akan sangat dibutuhkan oleh mahasiswa untuk memahami dan mengkarakterisasi sifat fisis baik elektronik, optik, dan magnetik suatu zat mampat. Dengan demikian, mahasiswa diharapkan mampu melakukan analisis, penyelesaian dalam bentuk <i>problem-solving</i>, dan mampu memahami dan menjelaskan gejala-gejala fisika yang muncul dalam zat mampat, serta mampu untuk memanfaatkannya bagi pengembangan teknologi baru.</p> <p>Untuk membantu mahasiswa dalam memahami perkuliahan metode komputasi fisika material, proses pendalaman materi kuliah juga sering ditambahkan dengan penggambaran visual untuk mengurangi adanya kesulitan abstraksi dalam memahami materi perkuliahan. Selain itu, proses pembelajaran pada matakuliah Fisika Zat Mampat secara berkala juga dilengkapi dengan pemberian Tugas atau Pekerjaan Rumah atau <i>Assignment</i> kepada mahasiswa untuk meningkatkan ketrampilan <i>problem-solving</i> dan pemahaman terhadap materi kuliah.</p> <p>Tujuan pembelajaran matakuliah metode komputasi fisika material dapat diringkas dalam butir berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> Memberikan pengetahuan mendasar kepada mahasiswa tentang mekanika kuantum dan terpannya. Memberikan pengetahuan mendasar tentang dasar-dasar fisika material mampat. Memberikan pengetahuan kepada mahasiswa mengenai dasar-dasar modelling dan simulasi untuk aplikasi dalam fisika material, seperti metode Hartree-Fock, metode <i>tight-binding</i>, dan metode <i>density-functional theory</i> (DFT), <i>Car-Parinello molecular dynamics</i>, dan teori dan metode komputasi medan rerata dinamik (<i>dynamical mean field theory</i>). <p>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.</p> <p>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 <i>secara berkelompok</i> dan selanjutnya diselesaikan <i>secara mandiri</i> 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 <i>performance</i> mahasiswa dalam mengerjakan tugas mandiri berupa Pekerjaan Rumah yang diberikan.</p>														
<p>Bahan Kajian/Materi Pembelajaran</p>	<p>Berikut adalah topik-topik bahasan yang akan disampaikan pada saat perkuliahan metode komputasi fisika material, yang dibuat dengan mengacu pada panduan akademik magister (S2) Fisika dan juga kurikulum 2017. Secara detail, topik-topik bahasan dalam perkuliahan ini adalah sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> Dasar-dasar mekanika kuantum: kuantum dalam masalah benda tunggal, problem partikel banyak, metode-metode pendekatan dalam mekanika kuantum (metode variasional, metode gangguan, metode semi-klasik WKB). Dasar-dasar Fisika Zat mampat: Bonding dalam Zat mampat, Struktur Kristal Zat Mampat, struktur elektronik Zat mampat Metode komputasi struktur elektronik meliputi: Hartree-Fock, metode <i>tight-binding</i>, dan metode Thomas Fermi theory, metode <i>density-functional theory</i> (DFT), dan metode <i>Car-Parinello molecular dynamics</i>. Teori dan komputasi medan rerata dinamik (<i>dynamical mean field theory</i>). 														
<p>Metode Penilaian dan Kaitan dengan CPMK</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="370 1814 678 1871">Komponen Penilaian</th> <th data-bbox="678 1814 829 1871">Persentase</th> <th data-bbox="829 1814 971 1871">CPMK 1</th> <th data-bbox="971 1814 1112 1871">CPMK 2</th> <th data-bbox="1112 1814 1253 1871">CPMK 3</th> <th data-bbox="1253 1814 1395 1871">CPMK 4</th> <th data-bbox="1395 1814 1503 1871">CPMK 5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Komponen Penilaian	Persentase	CPMK 1	CPMK 2	CPMK 3	CPMK 4	CPMK 5							
Komponen Penilaian	Persentase	CPMK 1	CPMK 2	CPMK 3	CPMK 4	CPMK 5									

	Penilaian formatif sebelum UTS berupa Tugas 1	10	√	√	√	√	√
	Penilaian formatif sebelum UTS berupa Tugas 2	10	√	√	√	√	√
	Penilaian formatif setelah UTS berupa Tugas 3	10	√	√	√	√	√
	Penilaian formatif setelah UTS berupa Tugas 4	10	√	√	√	√	√
	Penilaian sumatif berupa Ujian Tengah Semester (UTS)	30	√	√	√	√	√
	Penilaian sumatif berupa Ujian Akhir Semester (UAS)	30	√	√	√	√	√
Daftar Bahan dan Referensi	<ol style="list-style-type: none"> 1. June Gunn Lee, 2012, Computational Materials Science, an Introduction, CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, USA 2. Richard LeSar, 2013, Introduction to Computational Materials Science, Fundamentals to Applications, Cambridge University Press, Cambridge, UK 3. Dierk Raabe, 1998, Computational Materials Science, Wiley-VCH, New York, USA. 4. Hand-out perkuliahan (ppt, pdf lectures, dll). 						
Nama Dosen Pengampu (<i>Team Teaching</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Moh. Adhib Ulil Absor, S.Si, M.Sc., Ph.D. 2. Dr. Sholihun, S.Si., M.Sc. 						
Otorisasi	Tanggal Penyusunan	Koordinator Mata Kuliah	Koordinator Bidang Keahlian Material Fungsional		Ketua Program Studi		
	1 Februari 2020	Moh. Adhib Ulil Absor, S.Si, M.Sc., Ph.D	Moh. Adhib Ulil Absor, S.Si, M.Sc., Ph.D		Mirza Satriawan, Ph. D.		

**CAPAIAN PEMBELAJARAN LULUSAN
PROGRAM STUDI MAGISTER (S2) FISIKA**

Lulusan program studi S2 Fisika diharapkan memiliki capaian pembelajaran sebagai berikut:

A. Capaian Pembelajaran Utama (CPU):

1. Menguasai bidang dasar ilmu fisika yang meliputi kajian Elektrodinamika, Mekanika Klasik, dan Mekanika Kuantum (CPU1)
2. Menguasai dan mampu menerapkan salah satu bidang ilmu Fisika Lanjut (CPU2)
3. Menguasai kemampuan untuk mengkaji suatu permasalahan di dalam suatu bidang Fisika melalui penelitian (CPU3).

B. Capaian Pembelajaran Pendukung (CPP):

1. Menguasai berbagai disiplin matematika yang relevan dengan suatu bidang ilmu Fisika Lanjut (CPP1).
2. Menguasai berbagai kajian komputasi yang dapat digunakan untuk suatu bidang ilmu Fisika Lanjut (CPP2).

C. Capaian Pembelajaran Tambahan (CPP2):

1. Mampu mengkomunikasikan secara lisan dan tertulis hasil-hasil penguasaannya atas berbagai bidang ilmu Fisika (CPT1).
2. Memiliki etika dan sikap profesionalitas yang terpuji sebagai seorang ilmuwan (CPT2).

Rencana Kegiatan Pembelajaran Mingguan

Minggu Ke-	Sub-CPMK (Kemampuan Akhir yang Direncanakan)	Metode Penilaian			Bahan Kajian (Materi Pembelajaran)	Metode Pembelajaran	Beban Waktu Pembelajaran	Pengalaman Belajar Mahasiswa	Media Pembelajaran	Pustaka dan Sumber Belajar Eksternal
		Indikator	Komponen	Bobot (%)						
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
1	CPMK1, CPMK2, CPMK3, CPMK4, CPMK5	-	-	-	Pendahuluan: Rangkuman konsep-konsep dasar mekanika kuantum (Bagian I)	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan	2 x 50 menit 1 x 50 m3nit	Belajar menelaah dan mengkaji sistem fisika	Sinkron (google meet), Asinkron (google classroom, video)	Pustaka 1, 2,3,4
2	CPMK1, CPMK2, CPMK3, CPMK4, CPMK5	-	-	-	Pendahuluan: Rangkuman konsep-konsep dasar mekanika kuantum (Bagian II)	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan	2 x 50 menit 1 x 50 m3nit	Belajar menelaah dan mengkaji sistem fisika	Sinkron (google meet), Asinkron (google classroom, video)	Pustaka 1, 2,3,4
3	CPMK1, CPMK2, CPMK3, CPMK4, CPMK5	-	-	-	Ikatan (<i>bonding</i>) dalam Zat Mampat	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan	2 x 50 menit 1 x 50 m3nit	Belajar menelaah dan mengkaji sistem fisika		Pustaka 1, 2,3,4
4	CPMK1, CPMK2, CPMK3, CPMK4, CPMK5	Penyelesaian Soal pada Tugas	Tugas	10	Struktur kristal Zat Mampat	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan dengan tambahan	2 x 50 menit 1 x 50 m3nit	Belajar menelaah dan mengkaji sistem fisika	Sinkron (google meet), Asinkron (google classroom, video)	Pustaka 1, 2,3,4

						pemberian Tugas				
5	CPMK1, CPMK2, CPMK3, CPMK4, CPMK5	-	-	-	Struktur Kristal dalam Zat Mampat	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan	2 x 50 menit 1 x 50 m3nit	Belajar menelaah dan mengkaji sistem fisika serta contoh prosedur penyelesaian masalah	Sinkron (google meet), Asinkron (google classroom, video)	Pustaka 1, 2,3,4
6	CPMK1, CPMK2, CPMK3, CPMK4, CPMK5	Penyelesaian Soal pada Tugas	Tugas	10	Struktur elektronik zat mampat (bagian I)	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan dengan tambahan pemberian Tugas	2 x 50 menit 1 x 50 m3nit	Belajar menelaah dan mengkaji sistem fisika	Sinkron (google meet), Asinkron (google classroom, video)	Pustaka 1, 2,3,4
7	CPMK1, CPMK2, CPMK3, CPMK4, CPMK5	-	-	-	Struktur elektronik zat mampat (bagian II)	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan	2 x 50 menit 1 x 50 m3nit	Belajar menelaah dan mengkaji sistem fisika serta contoh prosedur penyelesaian masalah	Sinkron (google meet), Asinkron (google classroom, video)	Pustaka 1, 2,3,4
8	CPMK1, CPMK2, CPMK3, CPMK4, CPMK5	-	-	30	Ujian Tengah Semester (UTS)	-	-	-	-	-
9	CPMK1, CPMK2, CPMK3, CPMK4, CPMK5	-	-	-	Metode Struktur Elektronik: Metode Hartree-Fock, Metode tight-binding (Bagian I)	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan	2 x 50 menit 1 x 50 m3nit	Belajar menelaah dan mengkaji sistem fisika	Sinkron (google meet), Asinkron (google classroom, video)	Pustaka 1, 2,3,4

10	CPMK1, CPMK2, CPMK3, CPMK4, CPMK5	-	-	-	Metode Struktur Elektronik: Metode Hartree-Fock, Metode tight-binding (bagian II)	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan	2 x 50 menit 1 x 50 m3nit	Belajar menelaah dan mengkaji sistem fisika	Sinkron (google meet), Asinkron (google classroom, video)	Pustaka 1, 2,3,4
11	CPMK1, CPMK2, CPMK3, CPMK4, CPMK5	-	-	-	Metode Struktur Elektronik: Teori Thomas-Fermi, Metode density-functional theory (bagian I)	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan	2 x 50 menit 1 x 50 m3nit	Belajar menelaah dan mengkaji sistem fisika	Sinkron (google meet), Asinkron (google classroom, video)	Pustaka 1, 2,3,4
12	CPMK1, CPMK2, CPMK3, CPMK4, CPMK5	-	-	-	Metode Struktur Elektronik: Teori Thomas-Fermi, Metode density-functional theory (bagian II)	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan	2 x 50 menit 1 x 50 m3nit	Belajar menelaah dan mengkaji sistem fisika	Sinkron (google meet), Asinkron (google classroom, video)	Pustaka 1, 2,3,4
13	CPMK1, CPMK2, CPMK3, CPMK4, CPMK5	Penyelesaian Soal pada Tugas	Tugas	10	Metode Struktur Elektronik: Teori Thomas-Fermi, Metode density-functional theory (bagian III)	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan dengan tambahan pemberian Tugas	2 x 50 menit 1 x 50 m3nit	Belajar menelaah dan mengkaji sistem fisika	Sinkron (google meet), Asinkron (google classroom, video)	Pustaka 1, 2,3,4
14	CPMK1, CPMK2, CPMK3, CPMK4, CPMK5	-	-	-	Metode Struktur Elektronik: <i>Car-Parinello</i>	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan	2 x 50 menit 1 x 50 m3nit	Belajar menelaah dan mengkaji sistem fisika serta contoh	Sinkron (google meet), Asinkron (google)	Pustaka 1, 2,3,4

					<i>molecular dynamics</i>			prosedur penyelesaian masalah	classroom, video)	
15	CPMK1, CPMK2, CPMK3, CPMK4, CPMK5	Penyelesaian Soal pada Tugas	Tugas	10	Teori dan komputasi medan rerata dinamik (<i>dynamical mean field theory</i>).	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan dengan tambahan pemberian Tugas	2 x 50 menit 1 x 50 m3nit	Belajar menelaah dan mengkaji sistem fisika	Sinkron (google meet), Asinkron (google classroom, video)	Pustaka 1, 2,3,4
16		Penyelesaian Soal pada Tugas	UAS	30	Ujian Akhir Semester (UAS)	-	-	-	-	-