

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



Fisika Material Komputasi

Semester 6 / 3 SKS / MFF 3820

Fisika

Dr. Iman Santoso

Dr. Sholihun

**Universitas Gadjah Mada
Fakultas MIPA
2021**



Universitas Gadjah Mada

Fakultas MIPA

Program Studi S1 Fisika

RENCANA PROGRAM DAN KEGIATAN PEMBELAJARAN SEMESTER (RPKPS)

Kode Mata Kuliah	Nama Mata Kuliah	Bobot (sks)	Semester	Status Mata Kuliah	Mata Kuliah Prasyarat		
MFF 3820	Fisika Material Komputasi	3	6	Pilihan	<i>MFF 2027, MFF 3601</i>		
Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) yang dibebankan pada MK	CPL2	Mampu menjelaskan konsep-konsep teoritis dan prinsip-prinsip fisika klasik dan modern, serta mampu mengaplikasikan konsep-konsep dasar fisika dan metode matematika terkait dalam mencari solusi suatu permasalahan fisis.					
	CPL5	Mampu menganalisis berbagai solusi alternatif yang ada terhadap permasalahan fisis dan menyimpulkannya untuk pengambilan keputusan yang tepat, baik dalam masalah familiar maupun baru					
Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)	CPMK1	Mahasiswa mampu mengaplikasikan metode komputasi turunan numerik, integrasi numerik dan pencarian akar dalam meng-ekstrak- nilai konstanta dielektrik dari dari pantulan dan posisi setimbang dari molekul diatomik.					
	CPMK2	Mahasiswa mampu mengaplikasikan metode komputasi turunan numerik, integrasi numerik, <i>Discrete Fourier Transform</i> , dan <i>Fast Fourier Transform</i> dalam menghitung fungsi respon linear (misalkan konstanta optik, konstanta dielektrik) dari suatu material serta relasi Kramers-Kronig yang menghubungkan bagian real dan imajiner dari fungsi respon linear.					
	CPMK3	Mahasiswa mampu mengaplikasikan metode komputasi turunan numerik, integrasi numerik, metode Numerov, metode faktorisasi, metode iterasi, dan diagonalisasi matrik (<i>similarity transformation</i> , <i>Householder</i> , dan Rotasi Jacobi) dalam menyelesaikan persamaan schrodinger tak gayut waktu yang nantinya menghasilkan <i>band diagram</i> dari sistem material 1D dan 2D.					
	CPMK4	Mahasiswa mampu mengaplikasikan metode komputasi optimisasi Gauss-Newton, Gradient descent, Levenberg-Marquardt, dan BFGS (Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno) dalam melakukan optimisasi geometri dari suatu material.					
	CPMK5						
	CPMK6						
Pemetaan CPL dengan CPMK		CPMK 1	CPMK 2	CPMK 3	CPMK 4	CPMK 5	CPMK 6
	CPL2	√	√	√	√	√	√
CPL5	√	√	√	√	√	√	√
Deskripsi Singkat Mata Kuliah	<p>Mata kuliah (MK) Fisika Material Komputasi merupakan mata kuliah pilihanb di dalam Kurikulum 2016 Program Studi S1 Fisika FMIPA UGM. Penyediaan matakuliah ini dimaksudkan untuk memberikan pengetahuan dasar sampai ke level menengah mengenai sistem perkembangan terkini mengenai nanosains dan nanoteknologi yang mendasari kemajuan di bidang sains dan teknologi dengan pendekatan komputasi. Mata kuliah ini terkait erat dengan dua kecabangan utama di dalam ilmu Fisika yaitu pengetahuan teori dan komputasi. Sebagaimana diketahui fisikawan menggambarkan dan meneliti alam melalui pendekatan Eksperimen, Teori Analitik dan metode Komputasi. Dari segi objek kajian, mata kuliah terkait dengan bidang kajian Fisika Zat Material yaitu interaksi cahaya dengan material, pengenalan struktur elektronik material dan optimisasi geometri dari suatu material</p> <p>Tujuan pembelajaran matakuliah Fisika Material Komputasi dapat dilihat dari capaian pembelajaran yang diinginkan yaitu agar:</p>						

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mahasiswa mampu mengaplikasikan metode komputasi turunan numerik , integrasi numerik dan pencarian akar dalam meng-ekstrak- nilai konstanta dielektrik dari dari pantulan dan posisi setimbang dari molekul diatomik. 2. Mahasiswa mampu mengaplikasikan metode komputasi turunan numerik , integrasi numerik, <i>Discrete Fourier Transform</i>, dan <i>Fast Fourier Transform</i> dalam menghitung fungsi respon linear (misalkan konstanta optik, konstanta dielektrik) dari suatu material serta relasi Kramers-Kronig yang menghubungkan bagian real dan imajiner dari fungsi respon linear. 3. Mahasiswa mampu mengaplikasikan metode komputasi turunan numerik , integrasi numerik, metode Numerov, metode faktorisasi, metode iterasi, dan diagonalisasi matrik (<i>similarity transformation</i>, <i>Householder</i>, dan Rotasi Jacobi) dalam menyelesaikan persamaan schrodinger tak gayut waktu yang nantinya menghasilkan <i>band diagram</i> dari sistem material 1D dan 2D. 4. Mahasiswa mampu mengaplikasikan metode komputasi optimisasi Gauss-Newton, Gradient descent , Levenberg-Marquardt, dan BFGS (Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno) dalam melakukan optimisasi geometri dari suatu material. <p>Pembelajaran dilaksanakan berdasarkan jadwal tatap muka di kelas selama 14 minggu, dengan tiap minggu terdiri atas dua kali pertemuan selama 100 dan 50 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>Untuk mengetahui hasil pembelajaran dilakukan evaluasi melalui komponen-komponen berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tugas Rumah : 20 % 2. Ujian Tengah Semester (UTS) : 40 % 3. Ujian Akhir Semester (UAS) : 40% <p>Tugas rumah diberikan sebanyak dua kali mengenai aspek pemrograman dan penyelesaian kasus sederhana perhitungan fungsi respon linear dan optimisasi geometri material. Ujian tengah semester dan ujian akhir semester berupa soal tertulis yang harus dikerjakan dalam waktu 120 menit atau bisa berupa <i>project</i> menyelesaikan permasalahan fisika material yang harus diselesaikan dalam kurun waktu 2 minggu.</p>																
Bahan Kajian/Materi Pembelajaran	Materi pembelajaran meliputi: <ol style="list-style-type: none"> 1. PENDAHULUAN: peranan komputasi dalam menjelaskan permasalahan fundamental maupun terapan pada permasalahan di fisika material yaitu fungsi respon linear (konstanta optic, konstanta dielektrik, relasi Kramers-Kronig), Band diagram sistem 1D dan 2D, posisi setimbang dan optimisasi geometri dari material. 2. RANGKUMAN METODE NUMERIK : Turunan numerik (Metode <i>finite difference</i>), integrasi numerik (trapezium dan Simpson1/3), <i>Discrete Fourier Transform</i>, dan <i>Fast Fourier Transform</i> 3. PERSAMAAN SCHRODINGER TAK GAYUT WAKTU: Solusi numerik meggunakan metode Numerov orde kedua 4. PERSAMAAN SCHRODINGER TAK GAYUT WAKTU: Solusi numerik meggunakan metode diagonalisasi matrik (<i>similarity transformation</i>, <i>Householder transformation</i>, <i>Jacobi rotation</i>) 5. DIAGRAM TINGKAT TENAGA UNTUK PARTIKEL SISTEM 1D dan 2D: Teorema Bloch, Aplikasi metode diagonalisasi dalam memperoleh <i>band structure</i> sistem 1D dan 2D 6. Pengenalan Metode TIGHT-BINDING: Metode numerik untuk menyelesaikan <i>band structure</i> menggunakan metode <i>tight – binding</i> , integral transfer, integral overlap, orbital overlap. 7. Optimasi Geometri 8. Optimasi Geometri 9. Optimasi Geometri 10. DFT 																
Metode Penilaian dan Kaitan dengan CPMK	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="358 1707 557 1770">Komponen Penilaian</th> <th data-bbox="557 1707 706 1770">Persentase</th> <th data-bbox="706 1707 844 1770">CPMK 1</th> <th data-bbox="844 1707 979 1770">CPMK 2</th> <th data-bbox="979 1707 1109 1770">CPMK 3</th> <th data-bbox="1109 1707 1242 1770">CPMK 4</th> <th data-bbox="1242 1707 1375 1770">CPMK 5</th> <th data-bbox="1375 1707 1508 1770"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="358 1770 557 1833">Penilaian formatif</td> <td data-bbox="557 1770 706 1833">10</td> <td data-bbox="706 1770 844 1833">√</td> <td data-bbox="844 1770 979 1833">√</td> <td data-bbox="979 1770 1109 1833"></td> <td data-bbox="1109 1770 1242 1833"></td> <td data-bbox="1242 1770 1375 1833"></td> <td data-bbox="1375 1770 1508 1833"></td> </tr> </tbody> </table>	Komponen Penilaian	Persentase	CPMK 1	CPMK 2	CPMK 3	CPMK 4	CPMK 5		Penilaian formatif	10	√	√				
Komponen Penilaian	Persentase	CPMK 1	CPMK 2	CPMK 3	CPMK 4	CPMK 5											
Penilaian formatif	10	√	√														

	sebelum UTS berupa Tugas 1							
	Penilaian formatif setelah UTS berupa Tugas 2	10				√	√	
	Penilaian sumatif berupa Ujian Tengah Semester (UTS)	40	√	√	√		√	
	Penilaian sumatif berupa Ujian Akhir Semester (UAS)	40				√	√	
Daftar Bahan dan Referensi	1. Richard Martins, 2004, Electronic Structure, Cambridge University Press 2. J.M., Thijssen, 1999, Computational Physics, Cambridge University Press 3. Tao Pang, An introduction to computational physics, Cambridge press (2006)							
Nama Dosen Pengampu (<i>Team Teaching</i>)	1. Dr. Iman Santoso 2. Dr. Sholihun							
Otorisasi	Tanggal Penyusunan	Koordinator Mata Kuliah		Koordinator Bidang Keahlian		Ketua Program Studi		
	5 Februari 2021	Dr. Iman Santoso		Dr. Dwi Satya Palupi		Dr. Ahmad Kusumaatmaja		

Rencana Kegiatan Pembelajaran Mingguan (RKPM)

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	-	-	-	PENDAHULUAN : Penjelasan dan perjanjian perkuliahan. 1.1 Mengulas singkat mengenai nanosains dan nanoteknologi 1.2 Mengulas sekilas pengaruh komputasi pada Fisika Material (menghitung fungsi respon linear, <i>electronic band structure</i> , posisi setimbang dan optimisasi geometri 1.3. Metode komputasi turunan numerik (<i>finite difference</i>)	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan	2 x 50 menit 1 x 50 menit	Belajar menelaah dan mengkaji metode komputasi pada material	In-focus dan Papan Tulis, Video <i>synchronous</i> dan <i>asynchronous</i>	Pustaka 1, 2,3
2	CPMK2				2.1 Ringkasan metode komputasi: Integrasi Numerik (Metode Trapseium dan Simpson 1/3)	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan	2 x 50 menit 1 x 50 menit	Belajar menelaah dan mengkaji	In-focus dan Papan Tulis, Video <i>synchronous</i>	Pustaka 1, 2,3

					2.2. Ringkasan metode pencarian akar (Metode Newton-Raphson dan Metode Secant) 2.2.PERSAMAAN SCHRODINGER TAK GAYUT WAKTU: Solusi numerik menggunakan metode Numerov			metode komputasi pada material	dan asynchronous	
3	CPMK2				3.1 Ringkasan metode komputasi: <i>Discrete Fourier Transform</i> dan <i>Fast Fourier Transformation</i>	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan	2 x 50 menit 1 x 50 menit	Belajar menelaah dan mengkaji metode komputasi pada material	In-focus dan Papan Tulis, Video <i>synchronous</i> dan <i>asynchronous</i>	Pustaka 1, 2,3
4	CPMK2	Penyelesaian Soal pada Tugas	Tugas 1	10	4.1 Fungsi Respons linear. Transformasi dari domain waktu ke domain energi 4.2 Fungsi Respons Linear (konstanta optic dan konstanta dielektrik) : Relasi Kramers-Kronig. Menghitung bagian real dan imajiner	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan dengan tambahan pemberian Tugas	2 x 50 menit 1 x 50 menit	Belajar menelaah dan mengkaji metode komputasi pada material	In-focus dan Papan Tulis, Video <i>synchronous</i> dan <i>asynchronous</i>	Pustaka 1, 2,3

					dari fungsi respon linear 4.3. Aplikasi metode integrasi numerik dalam menghitung fungsi respons linear					
5	CPMK2 , CPMK3				5.1. Aplikasi metode numerik <i>discrete Fourier Transform</i> dan <i>Fast Fourier Transform</i> dalam menghitung fungsi respons linear 5.2. PERSAMAAN SCHRODINGER TAK GAYUT WAKTU : Solusi numerik menggunakan metode Numerov	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan	2 x 50 menit 1 x 50 m3nit	Belajar menelaah dan mengkaji metode komputasi pada material	In-focus dan Papan Tulis, Video <i>synchronous</i> dan <i>asynchronous</i>	Pustaka 1, 2,3
6	CPMK3	-	-	-	6.1. PERSAMAAN SCHRODINGER TAK GAYUT WAKTU : Solusi numerik menggunakan metode faktorisasi dan iterasi 6.2. Metode Numerik Diagonalisasi Matrik : <i>Similarity transformation</i> ,	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan dengan tambahan pemberian Tugas	2 x 50 menit 1 x 50 m3nit	Belajar menelaah dan mengkaji metode komputasi pada material	In-focus dan Papan Tulis, Video <i>synchronous</i> dan <i>asynchronous</i>	Pustaka 1, 2,3

					Householder, Rotasi Jacobi.					
					6.3.PERSAMAAN SCHRODINGER TAK GAYUT WAKTU: Solusi numerik menggunakan metode diagonalisasi matriks					
7	CPMK3				7.1 DIAGRAM TINGKAT TENAGA UNTUK PARTIKEL PADA SISTEM 1D dan 2D: Teorema Bloch, metode numerik untuk menyelesaikan persamaan central. Zone Brillouin. Aplikasi metode diagonalisasi dalam memperoleh <i>band structure</i> sistem 1D 7.2. Pengenalan Metode TIGHT-BINDING: Metode numerik untuk menyelesaikan band	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan	2 x 50 menit 1 x 50 m3nit	Belajar menelaah dan mengkaji metode komputasi pada material	In-focus dan Papan Tulis, Video <i>synchronous</i> dan <i>asynchronous</i>	Pustaka 1, 2,3

					structure menggunakan metode <i>tight – binding</i> , integral transfer, integral overlap, orbital overlap. Aplikasi metode numerik metode diagonalisasi untuk menyelesaikan model <i>tight-binding</i>					
8	Evaluasi pemahaman mahasiswa secara menyeluruh.: CPMK 1, CPMK 2, CPMK 3	-	-	-	Ujian Tengah Semester (UTS)	-	-	-	-	-
9	Evaluasi pemahaman mahasiswa secara menyeluruh.: CPMK 1, CPMK 2, CPMK 3	Penyelesaian Soal.	UTS	40	Ujian Tengah Semester (UTS)	-Soal diberikan ke mhs melalui google classroom	120 menit	-	-	-
10	CPMK1	-	-	-	PENDAHULUAN : Penjelasan dan perjanjian perkuliahan. 1.1 Mengulas singkat mengenai nanosains dan nanoteknologi 1.2 Mengulas sekilas pengaruh komputasi pada struktur elektronik zat mampat 1.3. Metode komputasi turunan	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan	2 x 50 menit 1 x 50 menit	Belajar menelaah dan mengkaji metode komputasi pada sistem zat mampat	In-focus dan Papan Tulis, Video <i>synchronous</i> dan <i>asynchronous</i>	Pustaka 1, 2,3

CAPAIAN PEMBELAJARAN LULUSAN
PROGRAM STUDI FISIKA
PROGRAM SARJANA (S1)

Setiap lulusan Program Studi Fisika, Program Sarjana (S1) memiliki capaian pembelajaran sebagai berikut:

1. Sikap:

Beriman dan bertakwa kepada Tuhan YME, menerapkan moral, etika, inisiatif dan tanggung jawab yang baik di dalam menyelesaikan tugasnya. (CPL1)

2. Pengetahuan:

Mampu menjelaskan konsep-konsep teoritis dan prinsip-prinsip fisika klasik dan modern, serta mampu mengaplikasikan konsep-konsep dasar fisika dan metode matematika terkait dalam mencari solusi suatu permasalahan fisis. (CPL2)

3. Keterampilan Umum:

Mampu mengkomunikasikan hasil kajian masalah dan perilaku fisis baik secara tulisan maupun lisan, serta mampu memimpin dan berkolaborasi di berbagai level peran dalam sebuah tim. (CPL3)

4. Keterampilan Khusus:

Mampu merancang dan melaksanakan percobaan/tinjauan teoretis, mampu mengidentifikasi suatu permasalahan fisis berdasarkan hasil observasi dan eksperimen, serta mampu mengoperasikan teknologi terkait. (CPL4)

5. *Long Life Learning*/Pengembangan Diri:

Mampu menganalisis berbagai solusi alternatif yang ada terhadap permasalahan fisis dan menyimpulkannya untuk pengambilan keputusan yang tepat, baik dalam masalah familiar maupun baru. (CPL5)

This page is intentionally blank