

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



Material Spintronik

Semester Ganjil / 3 SKS / MFF 5853

Magister (S2) Fisika

Oleh

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

Dr. Eng. Edi Suharyadi, S.Si., M. Eng.

**Universitas Gadjah Mada
Fakultas MIPA
2020**



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 5853	Material Spintronik	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.			
	CPT1	Mampu mengkomunikasikan secara lisan dan tertulis hasil-hasil penguasaannya atas berbagai bidang ilmu Fisika.			
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>).			
Pemetaan CPU dengan CPMK		CPMK 1	CPMK 2	CPMK 3	CPMK 4
	CPU1	√	√	√	√
	CPU2	√	√	√	√
	CPU3	√	√	√	√
	CPT1	√	√	√	√
Deskripsi Singkat Mata Kuliah	<p>Matakuliah Material Spintronik 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 Mekanika Statistik.</p> <p>Perkembangan bidang kajian yang baru yang memanfaatkan spin elektron selain muatan elektron sebagai suatu objek kajian dalam zat padat dikenal dengan istilah spintronik. Pada MK ini, pemahaman yang solid mengenai teori-teori dasar spintronik akan sangat dibutuhkan oleh mahasiswa untuk memahami potensi suatu material untuk aplikasinya sebagai divais spintronik. Beberapa konsep penting seperti teori kuantum spin, teori <i>spin-orbit coupling</i>, dan teori kemagnetan dalam bahan yang meliputi <i>magnetic</i></p>				

	<p><i>ordering</i>, <i>domain magnetic</i>, dan <i>magnetic anisotropy</i>, merupakan konsep-konsep dasar yang harus dikuasai oleh mahasiswa dalam rangka mengkarakterisasi sifat fisis spintronik suatu bahan. Selain itu, beberapa pemahaman tentang konsep penting dalam devais yang melibatkan fungsional spintronik, seperti <i>spin dependent transport</i> dan <i>polarization</i>, efek spin Hall, <i>spin-orbit torque</i>, efek <i>tunneling magneto resistance</i>, dan efek <i>giant magnetoresistance</i>., juga diharapkan untuk dikuasai oleh mahasiswa sehingga dapat membantu mahasiswa melakukan analisis, <i>problem-solving</i>, serta mampu untuk memanfaatkannya bagi pengembangan teknologi baru dimasa mendatang.</p> <p>Untuk membantu mahasiswa dalam memahami perkuliahan Material Spintronik, 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 Material Spintronik 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 Material Spintronik dapat diringkas dalam butir berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Memberikan pengetahuan mendasar kepada mahasiswa tentang beberapa teori-teori umum dalam spintronik seperti teori kuantum spin, teori <i>spin-orbit coupling</i>, dan teori kemagnetan dalam bahan yang meliputi <i>magnetic ordering</i>, <i>domain magnetic</i>, dan <i>magnetic anisotropy</i>, serta konsep-konsep dasar tentang devais spintronik seperti <i>spin dependent transport and polarization</i>, efek spin Hall, <i>spin-orbit torque</i>, efek <i>tunneling magneto resistance</i>, dan efek <i>giant magnetoresistance</i>. b. Memberi pengetahuan mendasar tentang jenis-jenis material spintronik baik yang berasal dari bahan magnetik maupun yang non-magnetik. c. Melatih ketrampilan mahasiswa dalam <i>analysis</i> dan <i>problem-solving</i>, dalam rangka memahami karakteristik fisis dalam bahan dan potensi aplikasinya dalam teknologi spintronik. <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 Material Spintronik, 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"> a. Pendahuluan mekanika kuantum spin, interaksi spin-orbit, Tinjauan interaksi spin-orbit pada sistem kristal, sistem spin-orbitronik, Material spinorbitronik, topik-topik khusus pada sistem orbitronik. b. Pengantar dan klasifikasi material magnetik, diamagnetik, ferromagnetik, paramagnetik, antiferromagnetik. c. Domain magnetik, momen magnetik, dan anisotropi magnetik. d. Material spintronic berbasis material magnetic dan non-magnetik, serta aplikasinya e. Metode pengukuran dan karakterisasi sifat magnetik, seperti Vibrating Sample Magnetometer (VSM), Torque Magnetometer, Magnetic Force Microscopy (MFM)

	<p>f. Gejala Giant Magneto-Resistance (GMR) dan fenomena spintronik (spin-dependent electron transport).</p> <p>g. Fenomena polarisasi spin, efek spin Hall, efek Spin Transfer Torque, dan spin injection, serta aplikasinya.</p> <p>h. Devais spintronik seperti MRAM (Magnetoresistive Random Access Memory).</p>					
Metode Penilaian dan Kaitan dengan CPMK	Komponen Penilaian	Persentase	CPMK 1	CPMK 2	CPMK 3	CPMK 4
	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"> Coey, J.M.D., 2010, Magnetism and Magnetic Material, Cambridge Univ. Press Heck, C., 1974, Magnetic Material and Their Application, NewnesButterworth Lombardi, G.C. dan Bianchi, G.E., 2009, Spintronics: Materials, Applications and Devices, Nova Science Pub Inc. Bandyopadhyay, S. dan Cahay, M., 2008, Introduction to spintronics, Taylor & Francis Group Moh. Adhib Ulil Absor, Hand-out: Dasar-dasar spintronic dan aplikasinya, KBK Material Fungsional, Departemen Fisika, FMIPA UGM. 					
Nama Dosen Pengampu (<i>Team Teaching</i>)	<ol style="list-style-type: none"> Moh. Adhib Ulil Absor, S.Si, M.Sc., Ph.D Dr. Eng. Edi Suharyadi, S.Si., M.Eng. 					
Otorisasi	Tanggal Penyusunan	Koordinator Mata Kuliah	Koordinator Bidang Keahlian Material Fungsional	Ketua Program Studi		
	Oktober 2020	Moh. Adhib Ulil Absor, S.Si, M.Sc., Ph.D	Prof. Dr. Kuwat Triyana, M.Si	Dr. Arief Hermanto, SU.		

**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 (CPT):

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	-	-	-	Pendahuluan mekanika kuantum spin, interaksi spin-orbit, Tinjauan interaksi spin-orbit pada sistem kristal, sistem spin-orbitronik, Material spinorbitronik, topik-topik khusus pada sistem orbitronik (bagian I).	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan, video online	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	-	-	-	Pendahuluan mekanika kuantum spin, interaksi spin-orbit, Tinjauan interaksi spin-orbit pada sistem kristal, sistem spin-orbitronik,	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

					Material spinorbitronik, topik-topik khusus pada sistem orbitronik (Bagian II).					
3	CPMK1, CPMK2, CPMK3, CPMK4	-	-	-	Pengantar dan klasifikasi material magnetik, diamagnetik, ferromagnetik, paramagnetik, antiferromagnetik (Bagian I).	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	Penyelesaian Soal pada Tugas	Tugas	10	Pengantar dan klasifikasi material magnetik, diamagnetik, ferromagnetik, paramagnetik, antiferromagnetik (bagian II).	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
5	CPMK1, CPMK2, CPMK3, CPMK4	-	-	-	Domain magnetik, momen magnetik, dan anisotropi magnetik	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	Penyelesaian Soal pada Tugas	Tugas	10	Material spintronic berbasis material	Pemaparan materi serta beberapa bahan	2 x 50 menit 1 x 50 m3nit	Belajar menelaah dan mengkaji sistem fisika	Sinkron (google meet), Asinkron (google	Pustaka 1, 2,3,4

					magnetic dan non-magnetik, serta aplikasinya (bagian I)	tayangan dengan tambahan pemberian Tugas			classroom, video)	
7	CPMK1, CPMK2, CPMK3, CPMK4	-	-	-	Material spintronic berbasis material magnetic dan non-magnetik, serta aplikasinya (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	-	-	-	Ujian Tengah Semester (UTS)	-	-	-	-	-
9	CPMK1, CPMK2, CPMK3, CPMK4	Penyelesaian Soal pada Tugas		30	Ujian Tengah Semester (UTS)	-	-	-	-	-
10	CPMK1, CPMK2, CPMK3, CPMK4	-	-	-	Metode pengukuran dan karakterisasi sifat magnetik, seperti Vibrating Sample Magnetometer (VSM), Torque Magnetometer, Magnetic Force Microscopy (MFM) (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

11	CPMK1, CPMK2, CPMK3, CPMK4	-	-	-	Metode pengukuran dan karakterisasi sifat magnetik, seperti Vibrating Sample Magnetometer (VSM), Torque Magnetometer, Magnetic Force Microscopy (MFM) (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
12	CPMK1, CPMK2, CPMK3, CPMK4	-	-	-	Gejala Giant Magneto-Resistance (GMR) dan fenomena spintronik (spin-dependent electron transport). (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
13	CPMK1, CPMK2, CPMK3, CPMK4	Penyelesaian Soal pada Tugas	Tugas	10	Gejala Giant Magneto-Resistance (GMR) dan fenomena spintronik (spin-dependent electron transport). (bagian II)	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	-	-	-	Fenomena polarisasi spin, efek spin Hall, efek Spin Transfer Torque, dan spin injection, serta aplikasinya (bagian I).	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
15	CPMK1, CPMK2, CPMK3, CPMK4	Penyelesaian Soal pada Tugas	Tugas	10	Fenomena polarisasi spin, efek spin Hall, efek Spin Transfer Torque, dan spin injection, serta aplikasinya (bagian II).	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	CPMK1, CPMK2, CPMK3, CPMK4	-	-	-	Devais spintronik seperti MRAM (Magnetoresistive Random Access Memory	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
17	CPMK1, CPMK2, CPMK3, CPMK4	-	-	-	Ujian Akhir Semester (UAS)	-	-	-	-	-
18		Penyelesaian Soal pada Tugas	UAS	30	Ujian Akhir Semester (UAS)	-	-	-	-	-

