

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



Kosmologi

Semester genap/ 3 SKS / MFF 5982

Magister Fisika

Oleh

Romy Hanang Setya Budhi

**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 5982	Kosmologi	3 sks	genap	pilihan	-	
Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) yang dibebankan pada MK	CPU1	CPU1. Menguasai bidang dasar ilmu fisika yang meliputi kajian Elektrodinamika, Mekanika Klasik, dan Mekanika Kuantum.				
	CPU2	CPU2. Menguasai dan mampu menerapkan salah satu bidang ilmu Fisika Lanjut.				
	CPU3	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.				
		CPT1. Mampu mengkomunikasikan secara lisan dan tertulis hasil-hasil penguasaannya atas berbagai bidang ilmu Fisika				
Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)	CPMK1	Mahasiswa memahami: Pengantar, Observasi fundamental kosmologis; Relativitas umum sebagai fundamental kosmologi (Perangkat matematis TRU: Prinsip Kovariansi, tensor, metric, turunan kovariant, tensor Einstein, tensor energy-momentum, persamaan geodesic, persamaan Einstein, beberapa contoh solusi persamaan Einstein); Dinamika kosmik (prinsip kosmologis, metric Robertson Walker, proper distance, persamaan Friedmann, fluida dan persamaan percepatan, persamaan keadaan, konstanta kosmologis)				
	CPMK2	Mahasiswa memahami: Single component universe (Evolusi densitas energy, jagadraya hanya dengan komponen kelengkungan, spatially flat universe, jagadraya dengan komponen materi, jagadraya dengan komponen radiasi, jagadraya dengan komponen lambda); Multiple-component universe (materi-kelengkungan, materi- lambda, materi-kelengkungan-lambda, radiasi-materi, benchmack model); Mengukur parameter kosmologis (two numbers, luminosity distance, angular-diameter distance, standard candle-Hubble parameter-acceleration)				
	CPMK3	Mahasiswa memahami: Dark matter (visible matter, dark matter dalam galaksi dan galaxy cluster, kandidat dark matter); Dark Energy (deteksi tak langsung dark energy, alternatif selain dark energy); Cosmic microwave Background radiation (Observasi CMB, rekombinasi dan dekopling, fisika rekombinasi, fluktuasi temperature)				
	CPMK4	Mahasiswa memahami: Early universe (kesetimbangan termodinamis, entropi, persamaan Boltzmann, Saha equation); Early Universe (out-off equilibrium, sejarah termal jagadraya); Big Bang Nucleosynthesis (Nuclear Statistical equilibrium, kondisi awal, produksi elemen ringan, primordial abundance: prediksi dan observasi)				
	CPMK5	Mahasiswa memahami: Inflasi (flatness problem, horizon problem, solusi inflasi, inflasi sebagai medan scalar, density perturbations and relic gravitation, specific models); Formasi stuktur (evolution of density inhomogeneity, spectrum of density perturbations, two stories: hot and cold dark matter, probing the primeval spectrum, the omega problem)				
Pemetaan CPL dengan CPMK		CPMK 1	CPMK 2	CPMK 3	CPMK 4	CPMK 5
	CPU1	√	√	√	√	√
	CPU2	√	√	√	√	√
	CPU3	√	√	√	√	√
		√	√	√	√	√
		√	√	√	√	√

<p>Deskripsi Singkat Mata Kuliah</p>	<p>Matakuliah Kosmologi adalah matakuliah pilihan program studi Magister Fisika, Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, yang merupakan matakuliah pilihan KBK Fisika Teoretik dan Komputasional. Mata kuliah ini dapat diambil mahasiswa di semester genap kuliahnya.</p> <p>Berikut adalah silabus matakuliah ini: Pengantar, Observasi fundamental kosmologis, Relativitas umum sebagai fundamental kosmologi (Perangkat matematis TRU: Prinsip Kovariansi, tensor, metric, turunan kovariant, tensor Einstein, tensor energy-momentum, persamaan geodesic, persamaan Einstein, beberapa contoh solusi persamaan Einstein), Dinamika kosmik (prinsip kosmologis, metric Robertson Walker, proper distance, persamaan Friedmann, fluida dan persamaan percepatan, persamaan keadaan, konstanta kosmologis), Single component universe (Evolusi densitas energy, jagadraya hanya dengan komponen kelengkungan, spatially flat universe, jagadraya dengan komponen materi, jagadraya dengan komponen radiasi, jagadraya dengan komponen lambda), Multiple-component universe (materi-kelengkungan, materi-lambda, materi-kelengkungan-lambda, radiasi-materi, benchmack model), mengukur parameter kosmologis (two numbers, luminosity distance, angular-diameter distance, standard candle-Hubble parameter-acceleration), Dark matter (visible matter, dark matter dalam galaksi dan galaxy cluster, kandidat dark matter), Dark Energy (deteksi tak langsung dark energy, alternatif selain dark enegy), Cosmic microwave Background radiation (Observasi CMB, rekombinasi dan dekopling, fisika rekombinasi, fluktuasi temperature), Early universe (kesetimbangan termodinamis, entropi, persamaan Boltzmann, Saha equation, out-off equilibrium, sejarah termal jagadraya), Big Bang Nucleosynthesis (Nuclear Statistical equilibrium, kondisi awal, produksi elemen ringan, primordial abundance: prediksi dan observasi), inflasi (flatness problem, horizon problem, solusi inflasi, inflasi sebagai medan scalar, density perturbations and relic gravitation, specific models), Formasi stuktur (evolution of density inhomogeneity, spectrum of density perturbations, two stories: hot and cold dark matter, probing the primeval spectrum, the omega problem).</p> <p>Matakuliah ini terdiri dari 14 minggu pertemuan, setiap minggunya terdiri dari 3 jam pertemuan (1 jam = 50 menit). Metode pembelajaran yang digunakan adalah metode blended learning dengan media ajar synchronous googlemeet/webex dan asynchronous googleclassroom/elok..</p>
<p>Bahan Kajian/Materi Pembelajaran</p>	<p>Berikut adalah topik-topik bahasan yang akan disampaikan pada saat perkuliahan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pengantar, Observasi fundamental kosmologis 2. Relativitas umum sebagai fundamental kosmologi (Perangkat matematis TRU: Prinsip Kovariansi, tensor, metric, turunan kovariant, tensor Einstein, tensor energy-momentum, persamaan geodesic, persamaan Einstein, beberapa contoh solusi persamaan Einstein) 3. Dinamika kosmik (prinsip kosmologis, metric Robertson Walker, proper distance, persamaan Friedmann, fluida dan persamaan percepatan, persamaan keadaan, konstanta kosmologis) 4. Single component universe (Evolusi densitas energy, jagadraya hanya dengan komponen kelengkungan, spatially flat universe, jagadraya dengan komponen materi, jagadraya dengan komponen radiasi, jagadraya dengan komponen lambda) 5. Multiple-component universe (materi-kelengkungan, materi- lambda, materi-kelengkungan-lambda, radiasi-materi, benchmack model) 6. Mengukur parameter kosmologis (two numbers, luminosity distance, angular-diameter distance, standard candle-Hubble parameter-acceleration) 7. Dark matter (visible matter, dark matter dalam galaksi dan galaxy cluster, kandidat dark matter) 8. Dark Energy (deteksi tak langsung dark energy, alternatif selain dark enegy) 9. Cosmic microwave Background radiation (Observasi CMB, rekombinasi dan dekopling, fisika rekombinasi, fluktuasi temperature) 10. Early universe (kesetimbangan termodinamis, entropi, persamaan Boltzmann, Saha equation) 11. Early Universe (out-off equilibrium, sejarah termal jagadraya)) 12. Big Bang Nucleosynthesis (Nuclear Statistical equilibrium, kondisi awal, produksi elemen ringan, primordial abundance: prediksi dan observasi) 13. Inflasi (flatness problem, horizon problem, solusi inflasi, inflasi sebagai medan scalar, density perturbations and relic gravitation, specific models)

	14. Formasi struktur (evolution of density inhomogeneity, spectrum of density perturbations, two stories: hot and cold dark matter, probing the primeval spectrum, the omega problem)																																																							
Metode Penilaian dan Kaitan dengan CPMK	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Komponen Penilaian</th> <th>Persentase</th> <th>CPMK 1</th> <th>CPMK 2</th> <th>CPMK 3</th> <th>CPMK 4</th> <th>CPMK 5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tugas kuis sebelum UTS</td> <td>5</td> <td>√</td> <td>√</td> <td>√</td> <td>√</td> <td>√</td> </tr> <tr> <td>Tugas PR sebelum UTS</td> <td>5</td> <td>√</td> <td>√</td> <td>√</td> <td>√</td> <td>√</td> </tr> <tr> <td>UTS</td> <td>40</td> <td>√</td> <td>√</td> <td>√</td> <td>√</td> <td>√</td> </tr> <tr> <td>Tugas kuis setelah UTS</td> <td>5</td> <td>√</td> <td>√</td> <td>√</td> <td>√</td> <td>√</td> </tr> <tr> <td>Tugas PR setelah UTS</td> <td>5</td> <td>√</td> <td>√</td> <td>√</td> <td>√</td> <td>√</td> </tr> <tr> <td>UTS</td> <td>40</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	Tugas kuis sebelum UTS	5	√	√	√	√	√	Tugas PR sebelum UTS	5	√	√	√	√	√	UTS	40	√	√	√	√	√	Tugas kuis setelah UTS	5	√	√	√	√	√	Tugas PR setelah UTS	5	√	√	√	√	√	UTS	40	√	√	√	√	√
	Komponen Penilaian	Persentase	CPMK 1	CPMK 2	CPMK 3	CPMK 4	CPMK 5																																																	
	Tugas kuis sebelum UTS	5	√	√	√	√	√																																																	
	Tugas PR sebelum UTS	5	√	√	√	√	√																																																	
	UTS	40	√	√	√	√	√																																																	
	Tugas kuis setelah UTS	5	√	√	√	√	√																																																	
	Tugas PR setelah UTS	5	√	√	√	√	√																																																	
	UTS	40	√	√	√	√	√																																																	
Daftar Bahan dan Referensi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kolb, E.W & Turner, M.S., The Early universe, 1989, Addison-Wesley Publishing Company. 2. Ryden, B. Introduction of Cosmology, 2016, Department of Astronomy, The Ohio State University, 3. Raine, D.J & Thomas, E.G, An Introduction To The Science Of Cosmology, 2001, IOP Publishing. 4. Scott Dodelson, Modern Cosmology, 2003, Academic Press. 5. Cheng T., 2005, Relativity, Gravitation, and Cosmology. A basic introduction, Oxford University Press, Oxford. 																																																							
Nama Dosen Pengampu (<i>Team Teaching</i>)	Romy Hanang Setya Budhi, , ,																																																							
Otorisasi	Tanggal Penyusunan	Koordinator Mata Kuliah			Ketua Komite Kurikulum																																																			
	11 Februari 2021	Romy Hanang Setya Budhi			Dr. Ing. Ari Setiawan																																																			

Rencana Kegiatan Pembelajaran Mingguan

Ming gu 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
		Indik ator	Kompon en	Bobot (%)						
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
1	Mahasiswa memahami: Pengantar, Observasi fundamental kosmologis				Pengantar, Observasi fundamental kosmologis	Blended learning synchronous dan asynchronous	3 x 50 menit	Mendengar, bertanya, berdiskusi, melihat video rekaman kuliah, dan mengerjakan tugas	Sinkron (google meet), Asinkron (google classroom, video)	Buku teks
2	Mahasiswa memahami: Relativitas umum sebagai fundamental kosmologi (Perangkat matematis TRU: Prinsip Kovariansi, tensor, metric, turunan kovariant, tensor Einstein, tensor energy-momentum, persamaan geodesic, persamaan Einstein, beberapa contoh solusi persamaan Einstein)	Mahasiswa mampu menjawab 70% pertanyaan	Tugas PR/kuis	2	Relativitas umum sebagai fundamental kosmologi (Perangkat matematis TRU: Prinsip Kovariansi, tensor, metric, turunan kovariant, tensor Einstein, tensor energy-momentum, persamaan geodesic, persamaan Einstein, beberapa contoh solusi persamaan Einstein)	Blended learning synchronous dan asynchronous	3 x 50 menit	Mendengar, bertanya, berdiskusi, melihat video rekaman kuliah, dan mengerjakan tugas	Sinkron (google meet), Asinkron (google classroom, video)	Buku teks
3	Mahasiswa memahami: Dinamika kosmik (prinsip kosmologis, metric	Mahasiswa mampu	Tugas PR/kuis	2	Dinamika kosmik (prinsip kosmologis, metric Robertson Walker, proper	Blended learning synchronous	3 x 50 menit	Mendengar, bertanya, berdiskusi, melihat video	Sinkron (google meet), Asinkron (google	Buku teks

	Robertson Walker, proper distance, persamaan Friedmann, fluida dan persamaan percepatan, persamaan keadaan, konstanta kosmologis)	menjawab 70% pertanyaan			distance, persamaan Friedmann, fluida dan persamaan percepatan, persamaan keadaan, konstanta kosmologis)	dan asynchronous		rekaman kuliah, dan mengerjakan tugas	classroom, video)	
4	Mahasiswa memahami: Single component universe (Evolusi densitas energy, jagad raya hanya dengan komponen kelengkungan, spatially flat universe, jagad raya dengan komponen materi, jagad raya dengan komponen radiasi, jagad raya dengan komponen lambda)	Mahasiswa mampu menjawab 70% pertanyaan	Tugas PR/kuis	2	Single component universe (Evolusi densitas energy, jagad raya hanya dengan komponen kelengkungan, spatially flat universe, jagad raya dengan komponen materi, jagad raya dengan komponen radiasi, jagad raya dengan komponen lambda)	Blended learning synchronous dan asynchronous	3 x 50 menit	Mendengar, bertanya, berdiskusi, melihat video rekaman kuliah, dan mengerjakan tugas	Sinkron (google meet), Asinkron (google classroom, video)	Buku teks
5	Mahasiswa memahami: Multiple-component universe (materi-kelengkungan, materi- lambda, materi-kelengkungan-lambda, radiasi-materi, benchmark model)	Mahasiswa mampu menjawab 70% pertanyaan	Tugas PR/kuis	2	Multiple-component universe (materi-kelengkungan, materi- lambda, materi-kelengkungan-lambda, radiasi-materi, benchmark model)	Blended learning synchronous dan asynchronous	3 x 50 menit	Mendengar, bertanya, berdiskusi, melihat video rekaman kuliah, dan mengerjakan tugas	Sinkron (google meet), Asinkron (google classroom, video)	Buku teks
6	Mahasiswa memahami: Mengukur parameter kosmologis (two numbers, luminosity distance, angular-diameter distance, standard	Mahasiswa mampu menjawab 70%	Tugas PR/kuis	2	Mengukur parameter kosmologis (two numbers, luminosity distance, angular-diameter distance, standard candle-Hubble	Blended learning synchronous dan asynchronous	3 x 50 menit	Mendengar, bertanya, berdiskusi, melihat video rekaman kuliah, dan	Sinkron (google meet), Asinkron (google classroom, video)	Buku teks

	parameter-acceleration) parameter-acceleration)	pertanyaan			parameter-acceleration)			mengerjakan tugas		
7	Mahasiswa memahami: Dark matter (visible matter, dark matter dalam galaksi dan galaxy cluster, kandidat dark matter)				Dark matter (visible matter, dark matter dalam galaksi dan galaxy cluster, kandidat dark matter)	Blended learning synchronous dan asynchronous	3 x 50 menit	Mendengar, bertanya, berdiskusi, melihat video rekaman kuliah, dan mengerjakan tugas	Sinkron (google meet), Asinkron (google classroom, video)	Buku teks
		Mahasiswa mampu menjawab 70% pertanyaan	UTS	40						
8	Mahasiswa memahami: Dark Energy (deteksi tak langsung dark energy, alternatif selain dark energy)				Dark Energy (deteksi tak langsung dark energy, alternatif selain dark energy)	Blended learning synchronous dan asynchronous	2 x 50 menit 1 x 50 menit	Mendengar, bertanya, berdiskusi, melihat video rekaman kuliah, dan mengerjakan tugas	Sinkron (google meet), Asinkron (google classroom, video)	Buku teks
9	Mahasiswa memahami: Cosmic microwave Background radiation (Observasi CMB, rekombinasi dan dekopling, fisika rekombinasi, fluktuasi temperature)	Mahasiswa mampu menjawab 70% pertanyaan	Tugas PR/kuis	2	Cosmic microwave Background radiation (Observasi CMB, rekombinasi dan dekopling, fisika rekombinasi, fluktuasi temperature)	Blended learning synchronous dan asynchronous	3 x 50 menit	Mendengar, bertanya, berdiskusi, melihat video rekaman kuliah, dan mengerjakan tugas	Sinkron (google meet), Asinkron (google classroom, video)	Buku teks

10	Mahasiswa memahami: Early universe (kesetimbangan termodinamis, entropi, persamaan Boltzmann, Saha equation)	Mahasiswa mampu menjawab 70% pertanyaan	Tugas PR/kuis	2	Early universe (kesetimbangan termodinamis, entropi, persamaan Boltzmann, Saha equation)	Blended learning synchronous dan asynchronous	3 x 50 menit	Mendengar, bertanya, berdiskusi, melihat video rekaman kuliah, dan mengerjakan tugas	Sinkron (google meet), Asinkron (google classroom, video)	Buku teks
11	Mahasiswa memahami: Early Universe (out-off equilibrium, sejarah termal jagad raya)	Mahasiswa mampu menjawab 70% pertanyaan	Tugas PR/kuis	2	Early Universe (out-off equilibrium, sejarah termal jagad raya)	Blended learning synchronous dan asynchronous	3 x 50 menit	Mendengar, bertanya, berdiskusi, melihat video rekaman kuliah, dan mengerjakan tugas	Sinkron (google meet), Asinkron (google classroom, video)	Buku teks
12	Mahasiswa memahami: Big Bang Nucleosynthesis (Nuclear Statistical equilibrium, kondisi awal, produksi elemen ringan, primordial abundance: prediksi dan observasi)	Mahasiswa mampu menjawab 70% pertanyaan	Tugas PR/kuis	2	Big Bang Nucleosynthesis (Nuclear Statistical equilibrium, kondisi awal, produksi elemen ringan, primordial abundance: prediksi dan observasi)	Blended learning synchronous dan asynchronous	3 x 50 menit	Mendengar, bertanya, berdiskusi, melihat video rekaman kuliah, dan mengerjakan tugas	Sinkron (google meet), Asinkron (google classroom, video)	Buku teks
13	Mahasiswa memahami: Inflasi (flatness problem, horizon problem, solusi inflasi, inflasi sebagai medan scalar, density perturbations and relic gravitation, specific models)	Mahasiswa mampu menjawab 70% pertanyaan	Tugas PR/kuis	2	Inflasi (flatness problem, horizon problem, solusi inflasi, inflasi sebagai medan scalar, density perturbations and relic gravitation, specific models)	Blended learning synchronous dan asynchronous	3 x 50 menit	Mendengar, bertanya, berdiskusi, melihat video rekaman kuliah, dan mengerjakan tugas	Sinkron (google meet), Asinkron (google classroom, video)	Buku teks

14	Mahasiswa memahami: Formasi struktur (evolution of density inhomogeneity, spectrum of density perturbations, two stories: hot and cold dark matter, probing the primeval spectrum, the omega problem)				Formasi struktur (evolution of density inhomogeneity, spectrum of density perturbations, two stories: hot and cold dark matter, probing the primeval spectrum, the omega problem)	Blended learning synchronous dan asynchronous	3 x 50 menit	Mendengar, bertanya, berdiskusi, melihat video rekaman kuliah, dan mengerjakan tugas	Sinkron (google meet), Asinkron (google classroom, video)	Buku teks
		Mahasiswa mampu menjawab 70% pertanyaan	UAS	40	UAS					

