Rencana Pembelajaran Semester

	Universitas Negeri Surabaya **Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam** **Prodi Fisika/Pendidikan Fisika**	**Kode Dokumen** **FM-22424321**

RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER

MATA KULIAH (MK)	KODE	Rumpun MK	Bobot (Sks)		Semester	Tgl Penyusunan
Fisika Statistik			T=3	P=0	5	30 Nop. 2019

OTORISASI	Pengembang RPS	Koordinator RMK	Ketua PRODI
Departemen Fisika	Utama Alan Deta, S.Pd., M.Pd., M.Si	Tjipto Prastowo, Ph.D.	Dr. Munasir, S.Si., M.Si. Nadi Suprapto, Ph.D.

Capaian Pembelajaran (CP)	**PLO-PRODI yang dibebankan pada MK**	
	PLO-5	Mahasiswa mampu merancang dan melaksanakan percobaan fisika atau percobaan terkait dengan fisika untuk memperoleh dan menganalisis data serta menginterpretasikan hasil-hasil percobaan
	PLO-6	Mahasiswa memiliki kemampuan dasar dalam bidang komunikasi verbal dan penulisan laporan ilmiah sesuai dengan kaidah penulisan ilmiah yang baku
	PLO-7	Mahasiswa mampu bekerja secara efektif baik secara individu maupun dalam kelompok
	PLO-8	Mahasiswa mampu menerapkan pengetahuan fisika dalam bidang kajian yang lebih luas atau masalah-masalah lintas disiplin
	PLO-9	Mahasiswa memiliki karakteristik sebagai ilmuwan yang baik
	PLO-10	Mahasiswa mampu untuk meningkatkan pengetahuan dan melanjutkan studi
	Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)	
	CPMK1	Mahasiswa mampu menguasai konsep teoritis Fisika Statistik secara umum dan konsep teoritis distribusi Statistik Klasik (Maxwell-Boltzmann) dan distribusi Statistik Kuantum (Bose-Einstein dan Fermi-Dirac) secara mendalam.
	CPMK2	Mahasiswa mampu memformulasikan penyelesaian masalah prosedural terkait penerapan konsep teoritis distribusi Statistik Klasik dan Statistik Kuantum pada beberapa fenomena sistem fisis mikroskopis.

	CPMK3	Mahasiswa mampu menunjukkan sikap iman, cerdas, mandiri, jujur, peduli, Tangguh dalam menyelesaikan permasalahan terkait penerapan konsep teoritis distribusi Statistik Klasik dan Statistik Kuantum pada beberapa fenomena sistem fisis mikroskopis.
	Kemampuan akhir tiap tahapan belajar (Sub-CPMK)	
	Sub-CPMK1	Memahami perbedaan sistem makro dan mikro, serta hukum-hukum fisis yang mengatur kedua sistem fisis tersebut
	Sub-CPMK2	Memahami prinsip dasar distribusi statistik klasik Maxwell-Boltzmann untuk menurunkan beberapa fungsi distribusi besaran fisis
	Sub-CPMK3	Memahami prinsip dasar statistik klasik Maxwell-Boltzmann dan terapannya pada beberapa kasus fisis terkait sistem mikroskopis
	Sub-CPMK4	Memahami aplikasi statistik klasik Maxwell-Boltzmann pada beberapa kasus fisis terkait sistem mikroskopis dan fungsi partisi klasik Boltzmann
	Sub-CPMK5	Memahami prinsip dasar distribusi statistik kuantum Bose-Einstein dan terapannya pada beberapa kasus fisis terkait sistem mikroskopis
	Sub-CPMK6	Memahami prinsip dasar distribusi statistik kuantum Bose-Einstein dan terapannya pada beberapa kasus fisis terkait sistem mikroskopis dalam radiasi kalor benda hitam
	Sub-CPMK7	Memahami prinsip dasar distribusi statistik kuantum Bose-Einstein dan terapannya pada beberapa kasus fisis terkait sistem mikroskopis dalam zat padat
	Sub-CPMK8	Memahami prinsip dasar statistik kuantum Fermi-Dirac dan terapannya pada beberapa kasus fisis terkait sistem mikroskopis
	Sub-CPMK9	Memahami prinsip dasar statistik kuantum Fermi-Dirac dan terapannya pada beberapa kasus fisis
	Sub-CPMK10	Memahami prinsip dasar termodinamika gas menurut statistik klasik dan kuantum, konsep entropi untuk sistem tertutup dan sistem terbuka, perubahan entropi, gas klasik, paradoks Gibbs, dan gas semi klasik
	Sub-CPMK11	Memahami prinsip dasar model kuantum gas diatomik, kombinasi gerak translasi, rotasi dan vibrasi molekul, fungsi partisi total untuk gas diatomik
	Sub-CPMK12	Memahami prinsip dasar model kuantum gas diatomik, kombinasi gerak translasi, rotasi dan vibrasi molekul, fungsi partisi total untuk gas diatomik, kalor jenis gas diatomik
	Sub-CPMK13	Memahami model ensembel untuk mendeskripsikan sistem mikroskopis, peran fungsi partisi total dalam rumusan energi Helmholtz untuk menurunkan persamaan keadaaan dan energi total gas dengan/tanpa kehadiran interaksi molekuler
Deskripsi Singkat MK	Fisika Statistik mempelajari perilaku sistem mikroskopis dengan jumlah partikel pembentuk yang sangat banyak melalui dua pendekatan, yaitu hukum distribusi statistik klasik (statistik Maxwell-Boltzmann) dan distribusi statistik kuantum (statistik Bose-Einstein dan statistik Fermi-Dirac). Dalam perkuliahan, akan dijelaskan perbedaan antara ketiga hukum distribusi statistik tersebut dan terapan ketiga jenis distribusi pada beberapa kasus fisika, misalnya gas ideal dan gas	

	sejati, gas boson dan gas fermion, gas klasik dan semi-klasik, paradox Gibbs, entropi gas klasik dan semi-klasik, gas monoatomik dan diatomik, kalor jenis gas monoatomik dan diatomik, kalor jenis zat padat menurut statistik klasik dan kuantum, dan fungsi partisi total dalam kehadiran interaksi molekuler, serta pengenalan konsep ensembel (mikro kanonik, kanonik, dan kanonik besar)
Bahan Kajian: Materi Pembelajaran	Bahan kajian yang harus dipelajari mahasiswa, diantaranya mempelajari: 1. Tinjauan umum, fungsi distribusi statistik, ruang fasa dan ruang lingkup. 2. Fungsi distribusi kecepatan, momentum dan energi. 3. Aplikasi Statistik Maxwell-Boltzmann, Teori Ekipartisi berdasarkan tinjauan statistik klasik Maxwell-Bolzmann, Kalor jenis gas ideal dan fungsi partisi Boltzmann. 4. Sistem dan Populasi Boson 5. Gas Bose-Einstein dan Aplikasi Statistik Kuantum Bose-Einstein. 6. Radiasi Benda Hitam. 7. Konsep fonon sebagai Boson. 8. Teori Einstein dan Teori Debye 9. Sistem dan Populasi Fermion 10. Gas Fermi-Dirac dan aplikasi statistik kuantum Fermi-Dirac 11. Teori elektron konduksi, elektron konduksi sebagai fermion dan teori fermi 12. Termodinamika Gas menurut Statistik Klasik dan Kuantum. 13. Konsep Entropi, Sistem Terbuka dan Tertutup, Perubahan Entropi 14. Gas Klasik, Paradoks Gibbs, dan Gas Semi Klasik 15. Gas diatomik, model kuantum gerak rotasi dan vibrasi, fungsi partisi total gas diatomik, dan kalor jenis gas diatomik 16. Ensembel Kanonik, Fungsi Partisi Total Sistem Klasik, Sistem Semi klasik dan dengan kehadiran interaksi molekuler.
Pustaka	**Utama :**
	1. Prastowo, T. 2014. Lecture Notes on Statistical Physics. Unpublished work. 2. Kumpulan artikel dari berbagai jurnal internasional yang cakupannya di bidang Termodinamika dan Fisika Statistik serta yang relevan, yang memiliki aspek kebaharuan.
	Pendukung :
	1. Greiner, W. et al. 1997. Thermodynamics and Statistical Mechanics. New York, US: Springer-Verlag 2. Pointon, A. J. 1978. An Introduction to Statistical Physics. London, UK: Longmann. 3. Beiser, A. 1988. Perspective of Modern Physics. London, UK: McGraw-Hill. 4. Serway, R. A. et al. 2005. Modern Physics. California, US: Thomson Learning Inc. 5. Kittel, C. and H. Kroemer. 1980. Thermal Physics. New York, US: W. H. Freeman and Co. 6. Tipler, P. A. 1990. Physics for Scientists and Engineers. New York, US: W. H. Freeman and Co

Dosen Pengampu	Tjipto Prastowo, Ph.D. Dr. Z.A. Imam Supardi, M.Si. Dr. Munasir, M.Si. Drs. Supardiyono, M.S. Utama Alan Deta, S.Pd., M.Pd., M.Si.						
Matakuliah syarat	Fisika Dasar I dan II, Fisika Matematik I dan II, Termodinamika, Fisika Modern						
Mg Ke-	**Kemampuan akhir tiap tahapan belajar (Sub-CPMK)**	**Penilaian**		**Bantuk Pembelajaran, Metode Pembelajaran, Penugasan Mahasiswa, [Estimasi Waktu]**		**Materi Pembelajaran [Pustaka]**	**Bobot Penilaian (%)**
		Indikator	**Kriteria & Bentuk**	**Luring (*offline*)**	**Daring (*online*)**		
(1)	**(2)**	**(3)**	**(4)**	**(5)**	**(6)**	**(7)**	**(8)**
1	Memahami perbedaan sistem makro dan mikro, serta hukum-hukum fisis yang mengatur kedua sistem fisis tersebut	❖ Mahasiswa mampu memahami perbedaan antara sistem fisis makro dan mikro serta hukum-hukum fisis relevan yang mengatur kedua sistem fisis tersebut	Kreteria: Kuatitatif Bentuk: Presentasi dan Tes tertulis/ lisan	❖ Bentuk Pembelajaran: Kuliah ❖ Metode Pembelajaran: Tanya jawab, diskusi, dan presentasi ❖ Penugasan Mahasiswa: Pemberian tugas individu dan kelompok ❖ [3 X 50 Menit]		**[2-6]**	**Sub-CPMK1: 2%**
2	Memahami prinsip dasar distribusi	❖ Mahasiswa mampu memahami prinsip dasar statistik klasik	1.Kreteria: Kuatitatif	❖ Bentuk Pembelajaran: Kuliah		**[2-6]**	**Sub-CPMK2: 2%**

	statistik klasik Maxwell-Boltzmann untuk menurunkan beberapa fungsi distribusi besaran fisis	Maxwell-Boltzmann dan menyelesaikan masalah-masalah terkait dengan fungsi distribusi	2.Bentuk: Presentasi dan Tes tertulis/ lisan	❖ Metode Pembelajaran: Tanya jawab, diskusi, dan presentasi ❖ Penugasan Mahasiswa: Pemberian tugas individu dan kelompok ❖ [3 X 50 Menit]			
3	Memahami prinsip dasar statistik klasik Maxwell-Boltzmann dan terapannya pada beberapa kasus fisis terkait sistem mikroskopis	Mahasiswa mampu memahami prinsip dasar statistik klasik Maxwell-Boltzmann dan menyelesaikan masalah-masalah terkait aplikasi distribusi statistik klasik Maxwell-Boltzmann	1.Kreteria: Kuatitatif 2.Bentuk: Presentasi dan Tes tertulis/ lisan	❖ Bentuk Pembelajaran: Kuliah ❖ Metode Pembelajaran: Tanya jawab, diskusi, dan presentasi ❖ Penugasan Mahasiswa: Pemberian tugas individu dan kelompok ❖ [3 X 50 Menit]		**[2-6]**	**Sub-CPMK3: 2%**
4	Memahami aplikasi statistik klasik	Mahasiswa mampu menyelesaikan masalah-masalah	1.Kreteria: Kuatitatif	❖ Bentuk Pembelajaran: Kuliah		**[2-6]**	**Sub-CPMK4: 2%**

	Maxwell-Boltzmann pada beberapa kasus fisis terkait sistem mikroskopis dan fungsi partisi klasik Boltzmann	perhitungan kalor jenis gas monoatomik dan rumusan persamaan keadaan dan energi kinetik gas ideal	2.Bentuk: Presentasi dan Tes tertulis/ lisan	❖ Metode Pembelajaran: Tanya jawab, diskusi, dan presentasi ❖ Penugasan Mahasiswa: Pemberian tugas individu dan kelompok ❖ [3 X 50 Menit]			
5	Memahami prinsip dasar distribusi statistik kuantum Bose-Einstein dan terapannya pada beberapa kasus fisis terkait sistem mikroskopis	Mahasiswa mampu memahami prinsip dasar statistik kuantum Bose-Enstein dan menyelesaikan masalah-masalah terkait dengan sistem boson	1.Kreteria: Kuatitatif 2.Bentuk: Presentasi dan Tes tertulis/ lisan	❖ Bentuk Pembelajaran: Kuliah ❖ Metode Pembelajaran: Tanya jawab, diskusi, dan presentasi ❖ Penugasan Mahasiswa: Pemberian tugas individu dan kelompok ❖ [3 X 50 Menit]		**[2-6]**	**Sub-CPMK5: 2%**
6	Memahami prinsip dasar distribusi	Mahasiswa mampu memahami prinsip dasar statistik	1.Kreteria: Kuatitatif	❖ Bentuk Pembelajaran: Kuliah		**[2-6]**	**Sub-CPMK6: 2%**

	statistik kuantum Bose-Einstein dan terapannya pada beberapa kasus fisis terkait sistem mikroskopis dalam radiasi kalor benda hitam	kuantum Bose-Enstein dan menyelesaikan masalah-masalah terkait dengan teori radiasi benda hitam Planck	2. Bentuk: Presentasi dan Tes tertulis/ lisan	❖ Metode Pembelajaran: Tanya jawab, diskusi, dan presentasi ❖ Penugasan Mahasiswa: Pemberian tugas individu dan kelompok ❖ [3 X 50 Menit]			
7	Memahami prinsip dasar distribusi statistik kuantum Bose-Einstein dan terapannya pada beberapa kasus fisis terkait sistem mikroskopis dalam zat padat	Mahasiswa mampu menyelesaikan masalah-masalah perhitungan kalor jenis zat padat menurut pendekatan klasik, vibrasi atom Einstein dan Debye	1. Kreteria: Kuatitatif 2. Bentuk: Presentasi dan Tes tertulis/ lisan	❖ Bentuk Pembelajaran: Kuliah ❖ Metode Pembelajaran: Tanya jawab, diskusi, dan presentasi ❖ Penugasan Mahasiswa: Pemberian tugas individu dan kelompok ❖ [3 X 50 Menit]		**[2-6]**	**Sub-CPMK7: 3%**
8	**Evaluasi Tengah Semester / Ujian Tengan Semester**						***UTS*** sub-CPMK1: 4% ; sub-

							CPMK2: 4% ; sub-CPMK3: 4%; sub-CPMK4: 4%; sub-CPMK5: 4%; sub-CPMK6: 5%; sub-CPMK6: 5% .
9	Memahami prinsip dasar statistik kuantum Fermi-Dirac dan terapannya pada beberapa kasus fisis terkait sistem mikroskopis	Mahasiswa mampu memahami prinsip dasar statistik kuantum Fermi-Dirac dan menyelesaikan masalah-masalah terkait dengan sistem fermion	1. Kreteria: Kuatitatif **2.** Bentuk: Presentasi dan Tes tertulis/ lisan	❖ Bentuk Pembelajaran: Kuliah ❖ Metode Pembelajaran: Tanya jawab, diskusi, dan presentasi ❖ Penugasan Mahasiswa: Pemberian tugas individu dan kelompok ❖ [3 X 50 Menit]		**[2-6]**	**Sub-CPMK7: 2%**
10-11	Memahami prinsip dasar statistik kuantum Fermi-Dirac dan terapannya pada	Mahasiswa mampu memahami prinsip dasar statistik kuantum Fermi-Dirac dan menyelesaikan masalah-masalah terkait dengan eksistensi elektron konduksi dalam logam	1. Kreteria: Kuatitatif **2.** Bentuk: Presentasi dan Tes tertulis/ lisan	❖ Bentuk Pembelajaran: Kuliah ❖ Metode Pembelajaran: Tanya jawab, diskusi, dan presentasi		**[1-6]**	**Sub-CPMK8: 2%**

	beberapa kasus fisis	Mahasiswa mampu menyelesaikan masalah-masalah terkait dengan perambatan panas dalam logam dan perhitungan kalor jenis logam menurut teori elektron konduksi dalam lautan Fermi		❖ Penugasan Mahasiswa: Pemberian tugas individu dan kelompok ❖ [6 X 50 Menit]			
12	Memahami prinsip dasar termodinamika gas menurut statistik klasik dan kuantum, konsep entropi untuk sistem tertutup dan sistem terbuka, perubahan entropi, gas klasik, paradoks Gibbs, dan gas semi klasik	Mahasiswa mampu memahami prinsip dasar termodinamika gas menurut statistik klasik dan kuantum serta menyelesaikan masalah-masalah terkait dengan entropi sistem	1. Kreteria: Kuatitatif **2.** Bentuk: Presentasi dan Tes tertulis/ lisan	❖ Bentuk Pembelajaran: Kuliah & Praktikum ❖ Metode Pembelajaran: Tanya jawab, diskusi, dan presentasi ❖ Penugasan Mahasiswa: Pemberian tugas individu dan kelompok ❖ [3 X 50 Menit]		**[1-6]**	**Sub-CPMK9: 2%**
13	Memahami prinsip dasar model kuantum gas	Mahasiswa mampu menyelesaikan masalah-masalah terkait dengan model	1. Kreteria: Kuatitatif	❖ Bentuk Pembelajaran: Kuliah & Praktikum		**[1-6]**	**Sub-CPMK10: 3%**

	diatomik, kombinasi gerak translasi, rotasi dan vibrasi molekul, fungsi partisi total untuk gas diatomik	kuantum gerak rotasi dan vibrasi molekul gas diatomik dan fungsi partisi total gas diatomic	2. Bentuk: Presentasi dan Tes tertulis/ lisan	❖ Metode Pembelajaran: Tanya jawab, diskusi, dan presentasi ❖ Penugasan Mahasiswa: Pemberian tugas individu dan kelompok ❖ [3 X 50 Menit]			
14	Memahami prinsip dasar model kuantum gas diatomik, kombinasi gerak translasi, rotasi dan vibrasi molekul, fungsi partisi total untuk gas diatomik, kalor jenis gas diatomik	Mahasiswa mampu menyelesaikan masalah-masalah terkait dengan fungsi partisi total gas diatomik, persamaan keadaan dan energi kinetik total gas diatomik, dan menurunkan kalor jenis gas diatomik	1. Kreteria: Kuatitatif 2. Bentuk: Presentasi dan Tes tertulis/ lisan	❖ Bentuk Pembelajaran: Kuliah & Praktikum ❖ Metode Pembelajaran: Tanya jawab, diskusi, dan presentasi ❖ Penugasan Mahasiswa: Pemberian tugas individu dan kelompok ❖ [3 X 50 Menit]		**[1-6]**	**Sub-CPMK11: 3%**
15	Memahami model	Mahasiswa mampu memahami arti	1. Kreteria: Kuatitatif	❖ Bentuk Pembelajar		**[1-6]**	**Sub-CPMK12: 3%**

	ensembel untuk mendeskripsikan sistem mikroskopis, peran fungsi partisi total dalam rumusan energi Helmholtz untuk menurunkan persamaan keadaaan dan energi total gas dengan/tanpa kehadiran interaksi molekuler	penting pemodelan ensembel untuk mendeskripsikan sistem mikroskopis dan dapat menurunkan rumusan fungsi partisi total gas klasik dan semi klasik serta rumusan fungsi partisi dengan kehadiran interaksi molekuler	2. Bentuk: Presentasi dan Tes tertulis/ lisan	an: Kuliah & Praktikum ❖ Metode Pembelajaran: Tanya jawab, diskusi, dan presentasi ❖ Penugasan Mahasiswa: Pemberian tugas individu dan kelompok ❖ [3 X 50 Menit]			
16	**Evaluasi Akhir Semester / Ujian Akhir Semester**						***UAS*** sub-CPMK7: 6% ; sub-CPMK8: 6% ; sub-CPMK9: 7% ; sub-CPMK10: 7%; sub-CPMK11: 7%; sub-CPMK12: 7%

Catatan :

1. **Capaian Pembelajaran Lulusan PRODI (CPL-PRODI)** adalah kemampuan yang dimiliki oleh setiap lulusan PRODI yang merupakan internalisasi dari sikap, penguasaan pengetahuan dan ketrampilan sesuai dengan jenjang prodinya yang diperoleh melalui proses pembelajaran.
2. **CPL yang dibebankan pada mata kuliah** adalah beberapa capaian pembelajaran lulusan program studi (CPL-PRODI) yang digunakan untuk pembentukan/pengembangan sebuah mata kuliah yang terdiri dari aspek sikap, ketrampulan umum, ketrampilan khusus dan pengetahuan.
3. **CP Mata kuliah (CPMK)** adalah kemampuan yang dijabarkan secara spesifik dari CPL yang dibebankan pada mata kuliah, dan bersifat spesifik terhadap bahan kajian atau materi pembelajaran mata kuliah tersebut.
4. **Sub-CP Mata kuliah (Sub-CPMK)** adalah kemampuan yang dijabarkan secara spesifik dari CPMK yang dapat diukur atau diamati dan merupakan kemampuan akhir yang direncanakan pada tiap tahap pembelajaran, dan bersifat spesifik terhadap materi pembelajaran mata kuliah tersebut.
5. **Indikator penilaian** kemampuan dalam proses maupun hasil belajar mahasiswa adalah pernyataan spesifik dan terukur yang mengidentifikasi kemampuan atau kinerja hasil belajar mahasiswa yang disertai bukti-bukti.
6. **Kreteria Penilaian** adalah patokan yang digunakan sebagai ukuran atau tolok ukur ketercapaian pembelajaran dalam penilaian berdasarkan indikator-indikator yang telah ditetapkan. Kreteria penilaian merupakan pedoman bagi penilai agar penilaian konsisten dan tidak bias. Kreteria dapat berupa kuantitatif ataupun kualitatif.
7. **Bentuk penilaian:** tes dan non-tes.
8. **Bentuk pembelajaran:** Kuliah, Responsi, Tutorial, Seminar atau yang setara, Praktikum, Praktik Studio, Praktik Bengkel, Praktik Lapangan, Penelitian, Pengabdian Kepada Masyarakat dan/atau bentuk pembelajaran lain yang setara.
9. **Metode Pembelajaran:** Small Group Discussion, Role-Play & Simulation, Discovery Learning, Self-Directed Learning, Cooperative Learning, Collaborative Learning, Contextual Learning, Project Based Learning, dan metode lainnya yg setara.
10. **Materi Pembelajaran** adalah rincian atau uraian dari bahan kajian yg dapat disajikan dalam bentuk beberapa pokok dan sub-pokok bahasan.
11. **Bobot penilaian** adalah prosentasi penilaian terhadap setiap pencapaian sub-CPMK yang besarnya proposional dengan tingkat kesulitan pencapaian sub-CPMK tsb., dan totalnya 100%.
12. TM=Tatap Muka, PT=Penugasan terstruktur, BM=Belajar mandiri.