



BUKU RANCANGAN PENGAJARAN (BRP)

MATA KULIAH

FISIKA STATISTIK

oleh

Dedi Suyanto, Ph.D.

**Program Studi Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Indonesia
Depok**

Desember 2017

PENGANTAR

Buku Rancangan Pembelajaran (BRP) mata kuliah Fisika Statistik disusun untuk digunakan sebagai acuan pembelajaran mata kuliah Fisika Statistik di Program Studi Sarjana Fisika FMIPA UI yang diikuti oleh mahasiswa fisika semester 5 dengan persyaratan bahwa mahasiswa telah mengambil mata kuliah Termodinamika, Fisika Matematika 2, dan Fisika Matematika 3. Pada kuliah Fisika Statistik, mahasiswa akan diajarkan menerapkan prinsip-prinsip statistika, konsep mekanika kuantum, dan pendekatan semiklasik terhadap sistem-sistem yang terdiri atas banyak partikel untuk memberikan penjelasan mikroskopis terhadap prinsip-prinsip dan fenomena-fenomena makroskopis termodinamika yang telah umum diketahui, serta menyediakan prosedur pemodelan mikroskopis yang sistematis untuk memprediksi berbagai sifat termodinamika dari suatu sistem. Diharapkan BRP ini dapat menjadi referensi atau acuan pada proses pembelajaran baik bagi dosen sebagai pengajar dan mahasiswa sebagai peserta mata kuliah sehingga materi tersampaikan dengan baik dan sempurna.

Depok, 15 Desember 2017

Dedi Suyanto, Ph.D.

I. Informasi Umum

1. Nama Program Studi / Jenjang Studi : Fisika / S1
2. Nama Mata Kuliah : Fisika Statistik
3. Kode Mata Kuliah : SCFI603110
4. Semester Ke- : 5
5. Jumlah SKS : 4 SKS
6. Metode Pembelajaran : Kuliah mimbar, tugas mandiri, ujian tertulis
7. Mata Kuliah yang Menjadi Prasyarat : Termodinamika, Fisika Matematika 2, Fisika Matematika 3
8. Menjadi Prasyarat untuk Mata Kuliah : Fisika Zat Padat 2, Laboratorium Lanjut, Kapita Selektiva Fisika Materi Terkondensasi
9. Integrasi Antara Mata Kuliah : Tidak ada
10. Dosen Pengampu :
 1. Dedi Suyanto, Ph.D.
 2. Dr. Budhy Kurniawan
 3. Dede Djuhana, Ph.D.
11. Deskripsi Mata Kuliah : Mata kuliah Fisika Statistik adalah salah satu mata kuliah wajib di Program Studi Sarjana Fisika. Materi mata kuliah ini meliputi: ensembel kanonik dan mikrokanonik, potensial kimia, fungsi partisi klasik, energi ekuipartisi, paradoks Gibbs, entropi, gas ideal pada ensembel kanonik besar, distribusi Maxwell-Boltzmann, gas diatomik, gas berinteraksi, densitas keadaan, radiasi benda hitam, distribusi Planck, model Debye, distribusi Bose-Einstein, kondensasi Bose-Einstein, fermion, paramagnetisme Pauli, diamagnetisme Landau, perubahan fase, teori medan rata-rata, model Ising, dan teori Landau-Ginzburg.

II. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) dan Kemampuan pada Akhir Tahap Pembelajaran (Sub-CPMK)

A. CPMK

Mahasiswa mampu menerapkan konsep-konsep dasar fisika statistik pada bidang-bidang zat padat, material, nuklir dan partikel, instrumentasi, dan medis. (ELO(s) 1, 2, 5, 6, 7)

B. Sub-CPMK

1. Menghitung fungsi distribusi dasar dengan jalan acak (C3).
2. Menghubungkan konsep ensemble kanonik dan mikrokanonik dengan beberapa besaran termodinamika (C3)
3. Menghitung potensial kimia, fungsi partisi klasik, energi ekuipartisi, dan entropi serta menerapkannya pada konsep paradoks Gibbs (C3).
4. Menerapkan fungsi distribusi Maxwell-Boltzmann pada gas diatomik dan gas yang berinteraksi serta menghitung rapat keadaan (C3).
5. Menerapkan fungsi distribusi Planck pada radiasi benda hitam dan model Debye dan menerapkan fungsi distribusi Bose-Einstein pada kondensasi Bose-Einstein (C3).
6. Menerapkan fungsi distribusi Fermi-Dirac pada fermion, paramagnetisme Pauli, dan diamagnetisme Landau (C3).
7. Menerapkan ensemble kanonik besar pada gas ideal, perubahan fase, perubahan fase tingkat satu dan dua, dan teori Landau-Ginzburg (C3).
8. Menerapkan teori medan rata-rata pada model Ising satu dimensi (C3).

III. Rencana Pembelajaran

Minggu Ke	Sub-CPMK	Bahan Kajian	Metode Pembelajaran	Waktu yang Dibutuhkan	Pengalaman Belajar (*O-L-U)	Bobot Penerapan Sub-CPMK Pada MK (%)	Indikator Pencapaian Sub-CPMK	Referensi
1	1	Jalan acak, distribusi binomial, Gaussian, dan Poisson, distribusi kemungkinan banyak variabel, distribusi kontinu, dan harga rata-rata	Kuliah mimbar	200 menit	60% O, 20% L, 20% U	5	Menghitung fungsi distribusi dengan jalan acak	No. 1 bab 1
2	2	Interaksi panas dan mekanik antara dua sistem, hubungan ensemble mikrokkanonik dengan termodinamika, dan gas ideal monoatomik	Kuliah mimbar	200 menit	60% O, 20% L, 20% U	5	Menghubungkan ensemble mikrokkanonik dengan besaran termodinamika	No. 2 bab 4
3	2	Paramagnet ideal spin $\frac{1}{2}$, getaran model Einstein, partikel dengan dua keadaan, dan gas Boltzmann	Kuliah mimbar	200 menit	60% O, 20% L, 20% U	5	Menerapkan ensemble kanonik	No. 2 bab 5
4	3	Potensial kimia, fungsi partisi klasik, energi ekuipartisi, paradoks Gibbs, dan entropi	Kuliah mimbar	200 menit	60% O, 20% L, 20% U	10	Menghitung potensial kimia, fungsi partisi, energi ekuipartisi, dan entropi serta menerapkannya pada konsep paradoks Gibbs	No. 1 bab 7
5	4	Distribusi Maxwell-Boltzmann, gas diatomik, gas yang berinteraksi, dan rapat keadaan	Kuliah mimbar	200 menit	60% O, 20% L, 20% U	10	Menerapkan fungsi distribusi Maxwell-Boltzmann dan menghitung rapat keadaan	No. 1 bab 7

6	5	Radiasi benda hitam, distribusi Planck, dan model Debye	Kuliah mimbar	200 menit	60% O, 20% L, 20% U	5	Menghitung fungsi distribusi Planck dan menerapkannya pada radiasi benda hitam dan model Debye	No. 1 bab 9; no. 2 bab 10
7	5	Distribusi Bose-Einstein dan kondensasi Bose-Einstein	Kuliah mimbar	200 menit	60% O, 20% L, 20% U	10	Menghitung fungsi distribusi Bose-Einstein	No. 1 bab 9; no. 2 bab 10
8	Ujian Tengah Semester							
9	6	Distribusi Fermi-Dirac, fermion, paramagnetic Pauli dan diamagnetisme Landau	Kuliah mimbar	200 menit	60% O, 20% L, 20% U	5	Menerapkan fungsi distribusi Fermi-Dirac pada paramagnetisme Pauli dan diamagnetisme Landau	No. 1 bab 9; no. 2 bab 9
10	7	Ensembel kanonik besar dan gas ideal dalam ensembel kanonik besar	Kuliah mimbar	200 menit	60% O, 20% L, 20% U	10	Menerapkan ensembel kanonik besar pada gas ideal	No. 1 bab 8; no. 2 bab 7; no. 3 bab 9
11	7	Ensembel kanonik besar pada perubahan fase	Kuliah mimbar	200 menit	60% O, 20% L, 20% U	5	Menerapkan ensembel kanonik besar pada perubahan fase	No. 1 bab 8; no. 2 bab 7; no. 3 bab 9
12	7	Ensembel kanonik besar pada perubahan fase tingkat satu dan dua	Kuliah mimbar	200 menit	60% O, 20% L, 20% U	5	Menerapkan ensembel kanonik besar pada perubahan fase tingkat satu dan dua	No. 1 bab 8; no. 2 bab 7; no. 3 bab 9
13	7	Ensembel kanonik besar pada teori Landau-Ginzburg	Kuliah mimbar	200 menit	60% O, 20% L, 20% U	5	Menerapkan ensembel kanonik besar pada teori Landau-Ginzburg	No. 1 bab 8; no. 2 bab 7; no. 3 bab 9
14	8	Teori medan rata-rata	Kuliah mimbar	200 menit	60% O, 20% L, 20% U	5	Menjelaskan teori medan rata-rata	No. 2 bab 13
15	8	Model Ising satu dimensi	Kuliah mimbar	200 menit	60% O, 20% L, 20% U	5	Menerapkan teori medan rata-rata pada	No. 2 bab 13

							model Ising satu dimensi	
16	Ujian Akhir Semester							

- *) O : Orientasi
L : Latihan
U : Umpan Balik

Referensi:

1. F. Reif, *Fundamentals of Statistical and Thermal Physics*, McGraww-Hill Book Company, 1985.
2. S. R. Salinas, *Introduction to Statistical Physics*, Springer-Verlag, 2001.
3. H. B. Callen, *Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics 2nd Edition*, John Wiley & Sons, 1985.

IV. Rancangan Tugas dan Latihan

Minggu Ke	Nama Tugas	Sub-CPMK	Penugasan	Ruang Lingkup	Cara Pengerjaan	Batas Waktu	Luaran Tugas yang Dihilkan
1	Tugas Mandiri 1	1	Soal	Jalan acak, distribusi binomial, Gaussian, dan Poisson, distribusi kemungkinan banyak variabel, distribusi kontinu, dan harga rata-rata	Tugas individu di rumah (PR)	1 minggu	Jawaban PR
3	Tugas Mandiri 2	2	Soal	Interaksi panas dan mekanik antara dua sistem, hubungan ensemble mikrokanonik dengan termodinamika, gas ideal monoatomik, paramagnet ideal spin $\frac{1}{2}$, getaran model Einstein, partikel dengan dua keadaan, dan gas Boltzmann	Tugas individu di rumah (PR)	1 minggu	Jawaban PR
4	Tugas Mandiri 3	3	Soal	Potensial kimia, fungsi partisi klasik, energi ekuipartisi, paradoks Gibbs, dan entropi	Tugas individu di rumah (PR)	1 minggu	Jawaban PR
5	Tugas Mandiri 4	4	Soal	Distribusi Maxwell-Boltzmann, gas diatomik, gas yang berinteraksi, dan rapat keadaan	Tugas individu di rumah (PR)	1 minggu	Jawaban PR
7	Tugas Mandiri 5	5	Soal	Radiasi benda hitam, distribusi Planck, model Debye, distribusi Bose-Einstein, dan kondensasi Bose-Einstein	Tugas individu di rumah (PR)	1 minggu	Jawaban PR
9	Tugas Mandiri 6	6	Soal	Distribusi Fermi-Dirac, fermion, paramagnetic Pauli dan diamagnetisme Landau	Tugas individu di rumah (PR)	1 minggu	Jawaban PR
13	Tugas Mandiri 7	7	Soal	Ensemble kanonik besar dan gas ideal dalam ensemble kanonik besar, ensemble kanonik besar pada perubahan fase, perubahan fase tingkat satu dan dua, teori Landau-Ginzburg	Tugas individu di rumah (PR)	1 minggu	Jawaban PR
15	Tugas Mandiri 8	8	Soal	Teori medan rata-rata dan model Ising satu dimensi	Tugas individu di rumah (PR)	1 minggu	Jawaban PR

V. Kriteria Penilaian (Evaluasi Hasil Pembelajaran)

Bentuk Evaluasi	Sub-CPMK	Instrumen/Jenis Asesmen	Frekuensi	Bobot Evaluasi (%)
Tugas Mandiri	1-8	Lembar jawaban	8	30
Ujian Tengah Semester	1-5	Lembar jawaban	1	35
Ujian Akhir Semester	6-8	Lembar jawaban	1	35
Total				100

VI. Rubrik

A. Kriteria Nilai Esai

Nilai	Kualitas Jawaban
100	Jawaban sangat tepat, semua pengertian dan komponen utama dijelaskan dengan sangat lengkap
76-99	Jawaban cukup tepat, pengertian dan komponen utama dijelaskan cukup lengkap
51-75	Jawaban kurang tepat, pengertian dan komponen utama dijelaskan dengan kurang lengkap
26-50	Jawaban sangat kurang tepat, pengertian dan komponen utama dijelaskan dengan sangat kurang lengkap
<25	Jawaban salah

VIII. Lampiran: Contoh Soal Ujian

A. Ujian Tengah Semester

UJIAN I

Mata kuliah : Fisika Statistik.

Hari/tgl: Rabu, 26-10-2016

Waktu : 100 menit.

Dosen : Dedi Suyanto Ph.D

Sifat : tutup buku.

1. Anggap kesalahan ketik terjadi secara acak, buku yang terdiri dari 600 halaman mempunyai 600 kesalahan. Gunakan distribusi Poisson hitung a) kemungkinan sebuah halaman tidak ada yang salah ketik b) kemungkinan sebuah halaman ada tiga salah ketik.

2. Sistem terisolasi terdiri dari N partikel dengan spin $\frac{1}{2}$ tidak berinteraksi, mempunyai momen magnet μ yang bisa sejajar atau berlawanan arah medan magnet luar H . Energy sistem adalah $E = -(n_1 - n_2) \mu H$ dengan n_1 jumlah partikel sejajar medan dan n_2 jumlah partikel berlawanan arah medan. Hitung jumlah keadaan $\Omega(E)$ dalam interval E dan $E + \delta E$, anggap $\delta E \ll E$ tapi $\delta E \gg \mu H$.

3. Kotak dipisahkan oleh sekat hingga perbandingan volumenya 3 : 1, bagian yang besar terdapat 1000 molekul N_e dan yang kecil 100 molekul H_e . Sekat dilubangi dan ditinggu sampai setimbang. Ditanya: a) jumlah rata rata molekul N_e dan H_e dibagian volume yang besar. b) hitung kemungkinan mendapatkan 1000 molekul N_e dibagian besar dan 100 molekul H_e dibagian kecil.

4. 1 kg air pada 0°C didekatkan pada tandon panas temperatur 100°C . Setelah air temperaturnya 100°C , hitung perubahan entropy dari a) air b) tandon panas c) sistem keseluruhan (air dan tandon panas).

C. Ujian Akhir Semester

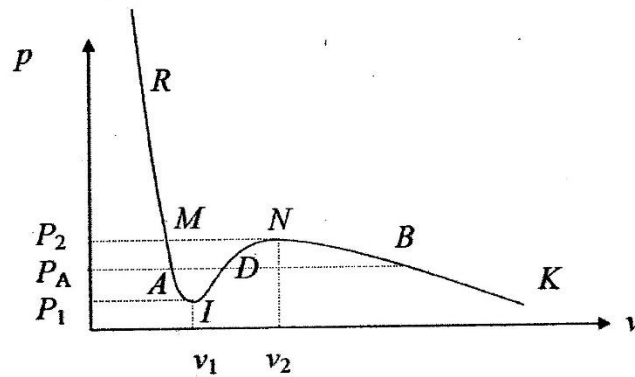
DEPARTEMEN FISIKA FMIPA UI - PS S1 FISIKA
UJIAN AKHIR SEMESTER 2017/2018
MATA KULIAH : FISIKA STATISTIK (3 SKS)
DOSEN : Dr. BudhyKurniawan
HARI/TANGGAL: Rabu/13Des 2017
WAKTU : 10.00-12.00
SIFAT UJIAN : TUTUP BUKU

Soal No 1 :

Apa yang dimaksud dengan paradoks Gibbs ?

Soal No. 2 :

Kita tinjau, misalnya, kurva isoterma yang paling bawah, kurva ini cukup banyak mengandung informasi. Jelaskan informasi apa saja yang bisa diperoleh ?



Soal No. 3 :

Apa yang dimaksud dengan teorema ekuipartisi ?

Soal No. 4 :

Tinjau kasus 2 partikel dengan keadaan kuantum yang mungkin ada tiga $s = 1, 2, 3$.

- Gambarkan matriks probabilitas untuk ketiga statistik Maxwell Boltzman, Bose Einstein dan Fermi Dirac !
- Hitung ratio probabilitas menemukan partikel pada keadaan yang sama dengan probabilitas menemukan partikel pada keadaan yang berbeda untuk ketiga statistik Maxwell Boltzman, Bose Einstein dan Fermi Dirac !
- Apa arti fisis dari ratio di atas ?