



**UNIVERSITAS GADJAH MADA**  
**PROGRAM STUDI FISIKA**  
**FMIPA**

**Fisika Sistem Kompleks dan Nonlinier**  
2 sks

Oleh

**Dr. Fahrudin Nugroho**  
**Dr. Rinto Anugraha NQZ**

Tahun Anggaran 2017

Oktober 2017

## RPKPS

### RANCANGAN PROGRAM DAN KEGIATAN PEMBELAJARAN SEMESTER

1. Nama Mata Kuliah : Fisika Sistem Kompleks dan Nonlinier
2. Kode/SKS : MFF 1024/ 2 SKS
3. Prasyarat :
4. Status Matakuliah : Wajib/Pilihan
5. Nama Pengusul : Dr. Fahrudin Nugroho
6. Program Studi : S1 Fisika < 52 >.

Yogyakarta, 13 Oktober 2017

Dosen Pengusul RPKPS

Menyetujui

Ketua Departemen Fisika UGM



Dr. Mitrayana, M.Si.

NIP 197303031999031004



Dr. Fahrudin Nugroho

NIP 198108032005.11001

## RPKPS

### (RANCANGAN PROGRAM KEGIATAN PEMBELAJARAN SEMESTER)

7. Nama Mata Kuliah : **Fisika Sistem Kompleks dan Nonlinier**  
8. Kode/SKS : **MFF 1024 / 2 SKS**  
9. Prasarat : **Pemrograman dan Metode Numerik dan Fisika Atom dan Molekul**  
10. Status Matakuliah : *Pilihan/Wajib*  
11. Deskripsi singkat matakuliah

Matakuliah Fisika Sistem Kompleks dan Nonlinier adalah matakuliah pilihan program studi S1 Fisika di Universitas Gadjah Mada. Matakuliah ini ditawarkan bagi mahasiswa tahun ketiga di semester gasal. Pada sebagian besar matakuliah yang lain, mahasiswa dikenalkan pada fenomena dan model-model yang linear. Penyediaan matakuliah ini dimaksudkan untuk memberikan pengetahuan dasar pada mahasiswa mengenai fenomena yang taklinear. Adapun sistematika dari isi perkuliahan ini adalah mahasiswa dikenalkan pada sistem yang memungkinkan untuk diamati fenomena yang kompleks lalu mengetahui setidaknya dua jenis fenomena yang kompleks yaitu turbulensi dan chaos. Lebih lanjut mereka dikenalkan pada metode analisis dinamika pada sistem kompleks.

Adapun metode pembelajaran yang digunakan dalam kuliah ini adalah:

1. Ceramah tatap muka (CTM): Dosen memberikan materinya secara runut dan menjabarkan detail-detail penjelasan yang dianggap perlu. Pada ceramah tatap muka ini disertai dengan sesi tanya jawab.

Untuk mengetahui hasil pembelajaran dilakukan evaluasi melalui komponen-komponen berikut:

- |                          |        |
|--------------------------|--------|
| 1. Tugas rumah           | : 10 % |
| 2. Tugas kelas           | : 10 % |
| 3. Ujian tengah semester | : 40 % |
| 4. Ujian akhir semester  | : 40 % |

Tugas rumah diberikan setiap dua minggu sekali kecuali pada minggu sebelum ujian tengah semester dan ujian akhir semester. Tugas kelas diberikan setiap minggu, diawal waktu perkuliahan. Nilai tugas rumah diperoleh dari nilai rata-rata dari semua tugas rumah yang diberikan selama perkuliahan sedangkan untuk nilai tugas kelas diambil secara acak dari dua atau tiga tugas kelas yang ditugaskan kepada mahasiswa selama perkuliahan. Ujian tengah semester dan ujian akhir semester berupa pertanyaan esai, dan untuk kebanyakan kasus akan diperbolehkan untuk membuka buku.

## **12. Tujuan pembelajaran**

Tujuan umum dari pembelajaran mata kuliah yang ditawarkan pada semester ganjil tahun ketiga bagi mahasiswa ini adalah agar mahasiswa mendapatkan pemahaman awal mengenai adanya sistem yang kompleks dan taklinear. Selain itu adalah bertujuan untuk memberikan pemahaman tentang metode analisa yang standard bagi sistem dengan dinamika yang kompleks yang terbedakan dengan sistem yang tidak kompleks. Pada bagian akhir mahasiswa dikenalkan pada model-model matematis yang taklinear. Melalui matakuliah ini maka jika mahasiswa menemukan fenomena taklinear pada penelitian tugas akhir atau pada level yang lebih tinggi mereka akan dapat memahami dan bisa melakukan analisis dengan baik.

## **13. Capaian Pembelajaran (Learning outcomes=LO)**

Setelah menempuh matakuliah ini mahasiswa diharapkan dapat:

1. Memberikan contoh sistem yang bisa menunjukkan fenomena yang kompleks.
2. Menjelaskan mekanisme fisis terjadinya fenomena yang kompleks pada beberapa sistem. Termasuk di dalamnya adalah bagaimana mengarahkan dengan cara mengatur satu parameter fisis tertentu agar sistem menuju keadaan kompleks.
3. Menjelaskan apa yang dimaksud dengan turbulensi dan chaos dengan definisi yang Fisis.
4. Melakukan analisis kualitatif dan kuantitatif pada dinamika suatu sistem (time evolution) dan dengan analisis tersebut mahasiswa dapat membedakan apakah suatu dinamika dikategorikan sebagai dinamika yang chaotic atau tidak. Lebih lanjut mahasiswa bisa menentukan seberapa tinggi tingkat ketaklinierannya.

## **14. Materi Pembelajaran atau Pokok Bahasan atau Topik atau bahan kajian (bisa dipilih terminologi yang sesuai)**

Sistem-sistem terbuka diluar kesetimbangan termodinamik, struktur disipatif pada *small* dan *large size system*, Logistic Map, Analisa kestabilan linear Persamaan diferensial tak linear: Schrödinger tak linear; Kuramoto-Sivashinskiy; Swift-Hohenberg; Korteveg-DeVries, simulasi dan pemrograman persamaan Kuramoto-Sivashinskiy.

## **15. Evaluasi yang direncanakan**

1. Hasil Pembelajaran

Hasil pembelajaran dievaluasi berdasarkan prosentase jumlah mahasiswa yang telah mencapai tujuan pembelajaran. Detil evaluasi pembelajaran dianalisa melalui distribusi

prosentase nilai mahasiswa berdasarkan komponen-komponen penilaian tugas rumah, tugas kelas, ujian tengah semester, dan ujian akhir semester.

## 2. Proses Pembelajaran

a. Melalui dokumen monitoring kegiatan mingguan yang disediakan oleh bagian pengajaran FMIPA – UGM, dapat dipantau apakah ada ketidaksesuaian Antara realisasi dan rencana perkuliahan.

b. Pemahaman materi oleh mahasiswa dapat dilacak melalui jawaban mahasiswa untuk soal-soal maupun tugas-tugas rumah dan tugas kelas.

c. Melalui masukan dan diskusi melalui email ataupun media pembelajaran online (ELISA UGM) yang dilakukan oleh mahasiswa dan dosen, dapat diketahui metode pembelajaran yang dapat mentransfer pemahaman secara lengkap kepada mahasiswa.

## 3. Rencana antisipasi terhadap kemungkinan hambatan dan kekurangan yang timbul pada pelaksanaan perkuliahan

Beberapa hambatan yang mungkin terjadi adalah kemampuan mahasiswa dalam melakukan diskusi dengan baik (sebagian besar mahasiswa belum bisa berdiskusi dengan baik), serta kecenderungan hanya sebagian kecil mahasiswa saja yang aktif bertanya maupun berdiskusi. Masalah ini dapat diantisipasi dengan (i) memberikan tugas dan kesempatan kepada mahasiswa untuk mengajukan dan menjawab pertanyaan, (ii) mengharuskan mahasiswa untuk membaca materi kuliah sebelum perkuliahan dimulai, dan (iii) memberikan tugas-tugas tambahan (tugas rumah dan tugas kelas).

## 4. Kemungkinan perbaikan selama proses pembelajaran

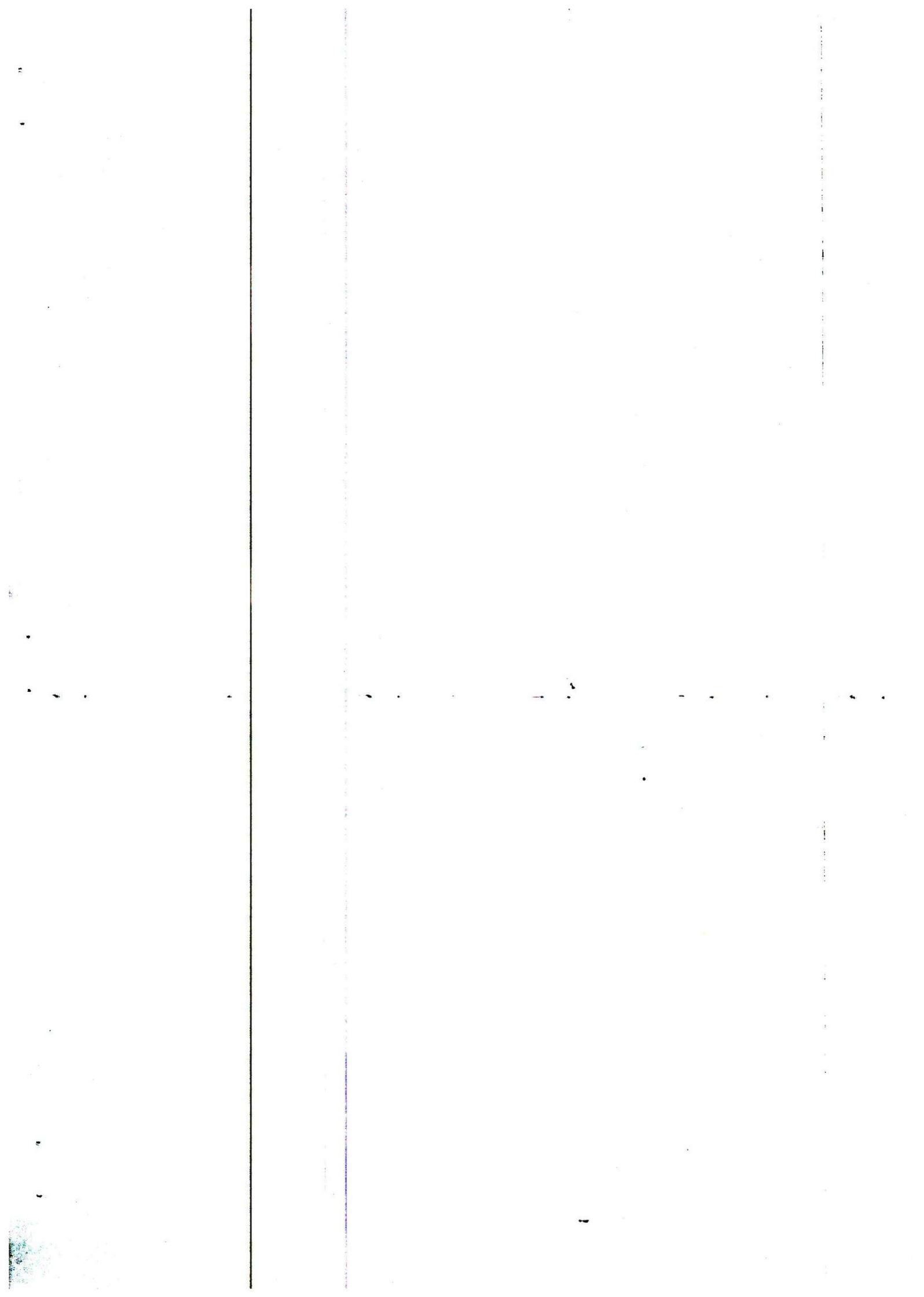
Apabila metode diskusi dan tugas kelas dinilai tidak dapat mentransfer pemahaman dengan baik, maka porsi ceramah tatap muka dan tugas rumah selama proses pembelajaran akan ditambah. Dalam melakukan ceramah tatap muka, porsi diskusi dua arah antara mahasiswa dan dosen akan diperbanyak.

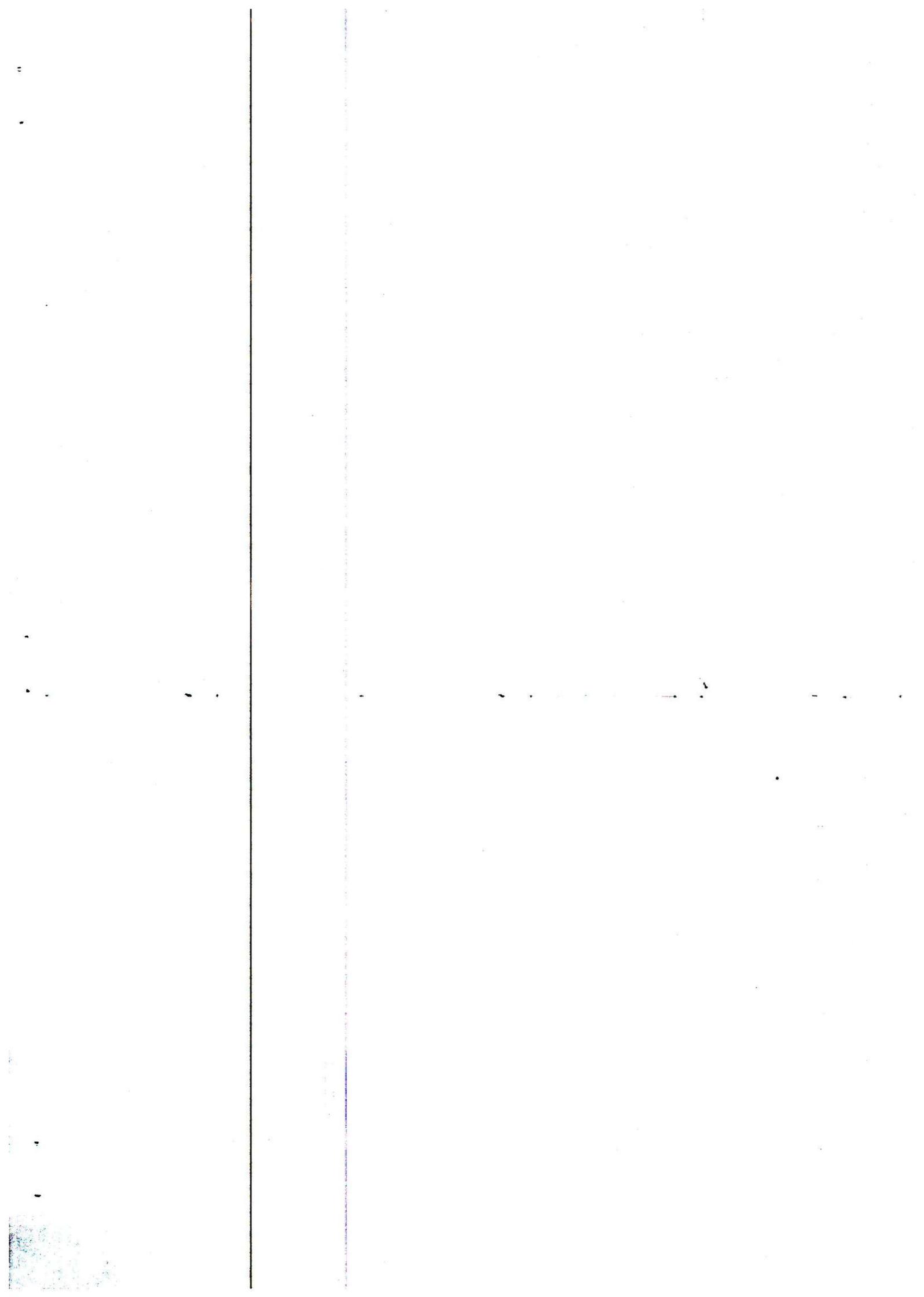
Kesulitan lain dalam proses pembelajaran adalah kurangnya waktu dalam menjelaskan jawaban-jawaban tugas rumah. Hal ini dapat diatasi jika terdapat program asistensi dan tutorial yang dilakukan diwaktu khusus diluar jadwal kuliah. Program ini dapat membahas dan memeriksa semua tugas rumah dari setiap mahasiswa dengan teliti.

## 16. Bahan, sumber informasi, dan referensi

Buku referensi yang digunakan dalam kuliah ini adalah :

1. Mori, H., Kuramoto, Y., 1998, Dissipative structure and chaos, Springer, Berlin
2. Zwanzig, R, 2001, Nonequilibrium statistical mechanics, Oxford Univ Press, UK





### 17. Rencana Kegiatan Pembelajaran Mingguan

Minggu	Hasil Pembelajaran	Pokok bahasan	Sub Pokok bahasan	Metode Pembelajaran	Yang dilakukan mahasiswa	Yang dilakukan dosen	Media ajar	Rumusan assessment	Metode assessment	Pustaka
1	Mahasiswa mendapatkan gambaran isi perkuliahan secara umum.	Pendahuluan	0.0 Penjelasan dan perjanjian perkuliahan. 1.1 Mengulas singkat mengenai kunci pokok pada sistem linier: prinsip superposisi dan	0. Pengantar awal kuliah. 1. Tugas Kelas (kuis). 2. Ceramah tatap muka .	Mendengar, bertanya, menjawab pertanyaan dan berdiskusi.	Menyampaikan materi (pokok bahasan) perkuliahan dengan menggunakan papan tulis dan slide presentasi. Mengajukan pertanyaan terkait dengan materi (pokok bahasan) perkuliahan, menjawab pertanyaan dan berdiskusi.	Diktat (hand-out)	Nilai maksimum tugas kelas adalah 10.  Mengikuti prosentase komponen penilaian akhir (lihat bagian 5).	Melalui jawaban tugas kelas.	1. Mori, H., Kuramoto, Y., 1998, Dissipative structure and chaos, Springer, Berlin 2. Zwanzig, R, 2001, Nonequilibrium statistical mechanics, Oxford Univ Press, UK

2	Mahasiswa mengenal Sistem-sistem terbuka diluar kesetimbangan termodinamik	Pengenalan Konsep dan contoh sistem kompleks	Rayleigh-Bernard Convection	1. Tugas Kelas (kuis). 2. Ceramah tatap muka . 3. Pemberian permasalahan dan diskusi.	Mendengar, bertanya , menjawab pertanyaan dan berdiskusi.	Menyampaikan materi (pokok bahasan) perkuliahan dengan menggunakan papan tulis dan slide presentasi. Mengajukan pertanyaan terkait dengan materi (pokok bahasan) perkuliahan, menjawab pertanyaan dan berdiskusi.	Diktat (hand-out)	Nilai maksimum tugas kelas adalah 10.  Mengikuti prosentase komponen penilaian akhir (lihat bagian 5).	Melalui jawaban tugas kelas.	1. Mori, H., Kuramoto, Y., 1998, Dissipative structure and chaos, Springer, Berlin 2. Zwanzig, R, 2001, Nonequilibrium statistical mechanics, Oxford Univ Press, UK
3	Mahasiswa mengenal Sistem-sistem terbuka diluar kesetimbangan termodinamik	Pengenalan Konsep dan contoh sistem	Electrohydrodynamic System: Kristal Cair Nematik	1. Tugas Kelas (kuis). 2. Ceramah tatap muka . 3. Pemberian permasalahan dan diskusi.	Mendengar, bertanya , menjawab pertanyaan dan berdiskusi.	Menyampaikan materi (pokok bahasan) perkuliahan dengan menggunakan	Diktat (hand-out)	Nilai maksimum tugas kelas adalah 10.  Mengikuti prosentase	Melalui jawaban tugas kelas.	1. Mori, H., Kuramoto, Y., 1998, Dissipative structure and chaos,

		kompleks				kan papan tulis dan slide presentasi. Mengajukan pertanyaan terkait dengan materi (pokok bahasan) perkuliahan, menjawab pertanyaan dan berdiskusi.		komponen penilaian akhir (lihat bagian 5).		Springer, Berlin 2. Zwanzig, R, 2001, Nonequilibrium statistical mechanics, Oxford Univ Press, UK
4.	Mahasiswa mengenal Turbulensi	Turbulensi	1. Sistem aliran fluida 2. Kolmogorov energy cascade	1. Tugas Kelas (kuis). 2. Ceramah tatap muka. 3. Pemberian permasalahan dan diskusi. 4. Tugas rumah.	Mendengar, bertanya, menjawab pertanyaan dan berdiskusi.	Menyampaikan materi (pokok bahasan) perkuliahan dengan menggunakan papan tulis dan slide presentasi.  Mengajukan	Diktat (hand-out)	Nilai maksimum tugas kelas adalah 10.  Nilai maksimum tugas rumah adalah 10  Mengikuti prosentase komponen penilaian	Melalui jawaban tugas kelas.  Melalui jawaban tugas rumah.	1. Mori, H., Kuramoto, Y., 1998, Dissipative structure and chaos, Springer, Berlin 2. Zwanzig, R, 2001, Nonequilibrium

						pertanyaan terkait dengan materi (pokok bahasan) perkuliahan, menjawab pertanyaan dan berdiskusi.		akhir (lihat bagian 5).		statistical mechanics, Oxford Univ Press, UK
5 dan 6	Mahasiswa mengenal Chaos	Chaos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Review Ruang fase dan Lintasan dalam Ruang fase.</li> <li>2. Definisi Chaos.</li> <li>3. Atractor dan strange attractor.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tugas Kelas (kuis).</li> <li>2. Ceramah tatap muka.</li> <li>3. Pemberian permasalahan dan diskusi.</li> <li>4. Tugas rumah.</li> </ol>	Mendengar, bertanya, menjawab pertanyaan dan berdiskusi.	<p>Menyampaikan materi (pokok bahasan) perkuliahan dengan menggunakan papan tulis dan slide presentasi.</p> <p>Mengajukan pertanyaan terkait dengan materi (pokok bahasan)</p>	Diklat (hand-out)	<p>Nilai maksimum tugas kelas adalah 10.</p> <p>Nilai maksimum tugas rumah adalah 10</p> <p>Mengikuti presentase komponen penilaian akhir (lihat bagian 5).</p>	<p>Melalui jawaban tugas kelas.</p> <p>Melalui jawaban tugas rumah.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mori, H., Kuramoto, Y., 1998, Dissipative structure and chaos, Springer, Berlin</li> <li>2. Zwanzig, R, 2001, Nonequilibrium statistical mechanics, Oxford Univ Press, UK</li> </ol>

						perkuliahan, menjawab pertanyaan dan berdiskusi.				
7 dan 8	Mahasiswa mengenal Chaos	Chaos	1. Logistic Map 2. Dina mika yang acak (data plotting). 3. Lyapunov Exponent	1. Tugas Kelas (kuis). 2. Ceramah tatap muka. 3. Pemberian permasalahan dan diskusi. 4. Tugas rumah.	Mendengar, bertanya, menjawab pertanyaan dan berdiskusi.	Menyampaikan materi (pokok bahasan) perkuliahan dengan menggunakan papan tulis dan slide presentasi.  Mengajukan pertanyaan terkait dengan materi (pokok bahasan) perkuliahan, menjawab pertanyaan dan berdiskusi.	Diktat (hand-out)	Nilai maksimum tugas kelas adalah 10.  Nilai maksimum tugas rumah adalah 10  Mengikuti prosentase komponen penilaian akhir (lihat bagian 5).	Melalui jawaban tugas kelas.  Melalui jawaban tugas rumah.	1. Mori, H., Kuramoto, Y., 1998, Dissipative structure and chaos, Springer, Berlin 2. Zwanzig, R, 2001, Nonequilibrium statistical mechanics, Oxford Univ Press, UK

9 dan 10	Menguasai dan Menggunakan Metode analisa pada dinamika tak linear	Analisa pada dinamika tak linear	1. Lyapunov Exponent (Lanjutan) 2. Spectral Analysis	1. Tugas Kelas (kuis). 2. Ceramah tatap muka . 3. Pemberian permasalahan dan diskusi. 4. Tugas rumah.	Mendengar, bertanya , menjawab pertanyaan dan berdiskusi.	Menyampaikan materi (pokok bahasan) perkuliahan dengan menggunakan papan tulis dan slide presentasi.  Mengajukan pertanyaan terkait dengan materi (pokok bahasan) perkuliahan, menjawab pertanyaan dan berdiskusi.	Diklat (hand-out)	Nilai maksimum tugas kelas adalah 10.  Nilai maksimum tugas rumah adalah 10  Mengikuti prosentase komponen penilaian akhir (lihat bagian 5).	Melalui jawaban tugas kelas.  Melalui jawaban tugas rumah.	1. Mori, H., Kuramoto, Y., 1998, Dissipative structure and chaos, Springer, Berlin 2. Zwanzig, R, 2001, Nonequilibrium statistical mechanics, Oxford Univ Press, UK
11 dan 12	Mahasiswa dapat memahami model Fenomenologis	model Fenomenologis	Persamaan Gizburg Landau type: Korteweg-DeVries,	1. Tugas Kelas (kuis). 2. Ceramah tatap muka .	Mendengar, bertanya , menjawab pertanyaan dan berdiskusi.	Menyampaikan materi (pokok bahasan) perkuliahan dengan	Diklat (hand-out)	Nilai maksimum tugas kelas adalah 10.	Melalui jawaban tugas kelas.	1. Mori, H., Kuramoto, Y., 1998, Dissipative structure

			Swift Hohenberg.	3. Pemberian permasalahan dan diskusi. 4. Tugas rumah.		menggunakan papan tulis dan slide presentasi.  Mengajukan pertanyaan terkait dengan materi (pokok bahasan) perkuliahan, menjawab pertanyaan dan berdiskusi.		Nilai maksimum tugas rumah adalah 10  Mengikuti prosentase komponen penilaian akhir (lihat bagian 5).	Melalui jawaban tugas rumah.	and chaos, Springer, Berlin 2. Zwanzig, R, 2001, Nonequilibrium statistical mechanics, Oxford Univ Press, UK
13 dan 14	Mahasiswa dapat memahami model Fenomenologis dan analisis kestabilang linear	model Fenomenologis	Persamaan Gizburg Landau type: Nikolaevskiy, Nikolaevskiy teredam dan analisis kestabilan linear.	1. Tugas Kelas (kuis). 2. Ceramah tatap muka. 3. Pemberian permasalahan dan diskusi. 4. Tugas rumah.	Mendengar, bertanya, menjawab pertanyaan dan berdiskusi.	Menyampaikan materi (pokok bahasan) perkuliahan dengan menggunakan papan tulis dan slide presentasi.	Diktat (hand-out)	Nilai maksimum tugas kelas adalah 10.  Nilai maksimum tugas rumah adalah 10  Mengikuti prosentase	Melalui jawaban tugas kelas.  Melalui jawaban tugas rumah.	1. Mori, H., Kuramoto, Y., 1998, Dissipative structure and chaos, Springer, Berlin 2. Zwanzig, R, 2001,

						Mengajukan pertanyaan terkait dengan materi (pokok bahasan) perkuliahan, menjawab pertanyaan dan berdiskusi.		komponen penilaian akhir (lihat bagian 5).		Nonequilibrium statistical mechanics, Oxford Univ Press, UK
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---