

Rencana Program dan Kegiatan Pembelajaran Semester (RPKPS)

Mekanika Klasik

A



Oleh:

**Yosef Robertus Utomo, IMAN SANTOSA, ROMY HANANG SETYA BUDHI, Dr. Iman Santoso,
S.Si., M.Sc., Romy Hanang Setya Budhi, S.Si., M,Sc., Ph.D.**

**Program Studi MAGISTER FISIKA
Departemen FISIKA
Fakultas MIPA
UNIVERSITAS GADJAH MADA
2020 GANJIL**

RENCANA KEGIATAN PEMBELAJARAN SEMESTER

A. Identitas Matakuliah / *Course Detail*

1. Nama Matakuliah / *Course Name* : Mekanika Klasik
2. Kode/SKS/Sifat / *Code/Credits/Status* : MFF 5401/3/Wajib (*Compulsory*)
3. Prasyarat / *Prerequisite* : tidak ada
4. Deskripsi Singkat / *Short Description* :
Mata kuliah ini mempelajari formulasi mekanika secara umum. Dalam mekanika klasik struktur suatu sistem mekanik diwakili oleh energi. Sebelum mempelajari cara memformulasikan mekanika, diperkenalkan asas variasi yang menjadi dasar pembentukan persamaan Lagrange. Kemudian persamaan Lagrange di aplikasi untuk masalah sistem yang dipengaruhi gaya sentral, masalah benda tegar dan masalah osilasi kecil. Kemudian diperkenalkan persamaan gerak Hamilton yang juga meliputi Transformasi Kanonik dan dilanjutkan dengan Teori Hamilton-Jacobi.
5. Tujuan Pembelajaran / *Learning Objective* :
Tujuan pembelajaran mata kuliah ini adalah pada dasarnya mahasiswa dapat memahami secara menyeluruh tentang Mekanika. Atau dengan kata lain mahasiswa dapat memahami posisi mekanika dalam pembelajaran fisika. Kuliah Mekanika Klasik melibatkan asas variasi sehingga dengan mengikuti kuliah ini mahasiswa semakin memahami tentang Kalkulus. Selanjutnya dengan mengikuti kuliah ini mahasiswa dapat lebih memahami kuliah Mekanika Kuantum dan Mekanika Statistik.
6. Dosen Pengampu Matakuliah / *Lecturers* : Yosef Robertus Utomo, IMAN SANTOSA, ROMY HANANG SETYA BUDHI, Dr. Iman Santoso, S.Si., M.Sc., Romy Hanang Setya Budhi, S.Si., M,Sc., Ph.D.
7. Capaian Pembelajaran Matakuliah / *Course Learning Outome (CPMK/CLO)* :

Kode / Code	Deskripsi / Description	PLO/SO/ELO/CPL/LG	PI
CPMK1	Mahasiswa dapat menerangkan dan membahas mengenai dasar-dasar Mekanika, Mekanika Newtonian untuk sistem partikel tunggal dan partikel jamak.	FM1	FM1-PI3,FM1-PI2,FM1-PI1

Kode / Code	Deskripsi / Description	PLO/SO/ELO/CPL/LG	PI
CPMK2	Mahasiswa mampu menguraikan dan membahas kalkulus variasi untuk menyelesaikan permasalahan mekanika dalam formalism Lagrangian.	FM1,FM4	FM1-PI3,FM1-PI2,FM1-PI1,FM4-PI
CPMK3	Mahasiswa mampu menguraikan dan membahas konsep simetri dan symmetry breaking serta keterkaitannya dengan kelestarian suatu besaran fisika melalui teorema Noether	FM1,FM2,FM4	FM1-PI3,FM1-PI2,FM1-PI1,FM2-PI4,FM2-PI3,FM2-PI2,FM2-PI1,FM4-PI
CPMK4	Mahasiswa mampu menguraikan dan membahas persamaan Lagrange untuk Sistem yang memiliki Potensial Sentral yaitu orbit planet dan hamburan partikel.	FM1,FM2,FM4	FM1-PI3,FM1-PI2,FM1-PI1,FM2-PI4,FM2-PI3,FM2-PI2,FM2-PI1,FM4-PI
CPMK5	Mahasiswa mampu menguraikan dan membahas Formulasi Hamiltonian dalam menyelesaikan permasalahan sistem mekanika.	FM1,FM2,FM4	FM1-PI3,FM1-PI2,FM1-PI1,FM2-PI4,FM2-PI3,FM2-PI2,FM2-PI1,FM4-PI
CPMK6	Mahasiswa dapat menerangkan dan membahas penggunaan formalisme Euler-Lagrange untuk gerak kinematika benda tegar, sudut-sudut Euler, rotasi benda tegar (tensor momen inersia), pers. Euler, dan efek gaya semu (Coriolis)	FM1,FM2,FM4	FM1-PI3,FM1-PI2,FM1-PI1,FM2-PI4,FM2-PI3,FM2-PI2,FM2-PI1,FM4-PI

Kode / Code	Deskripsi / Description	PLO/SO/ELO/CPL/LG	PI
CPMK7	Mahasiswa dapat menerangkan dan membahas penggunaan formalism Euler-Lagrange untuk gerak osilasi kecil (tanda redaman, dengan redaman, dan gaya luar)	FM1,FM2,FM4	FM1-PI3,FM1-PI2,FM1-PI1,FM2-PI4,FM2-PI3,FM2-PI2,FM2-PI1,FM4-PI
CPMK8	Mahasiswa mampu menerangkan dan membahas transformasi kanonik dan kaitannya dengan formalism Euler-Lagrange dan formalism Hamiltonian.	FM1,FM2,FM4	FM1-PI3,FM1-PI2,FM1-PI1,FM2-PI4,FM2-PI3,FM2-PI2,FM2-PI1,FM4-PI
CPMK9	Mahasiswa mampu menerangkan dan membahas formalisme Hamiltonian-Jacobi dalam membahas gerak benda.	FM1,FM2,FM4	FM1-PI3,FM1-PI2,FM1-PI1,FM2-PI4,FM2-PI3,FM2-PI2,FM2-PI1,FM4-PI
CPMK10	Mahasiswa mampu menerangkan dan membahas teori relativitas khusus dan kaitannya dengan formalisme Lagrangian dan formalisme Hamiltonian	FM1,FM2,FM4	FM1-PI3,FM1-PI2,FM1-PI1,FM2-PI4,FM2-PI3,FM2-PI2,FM2-PI1,FM4-PI

PLO / PI Detail

FM1	Capaian Pembelajaran Umum	Menguasai bidang dasar ilmu fisika yang meliputi kajian Elektrodinamika, Mekanika Klasik, dan Mekanika Kuantum	FM1-PI2	Penguasaan Mekanika Klasik	Menguasai bidang dasar ilmu fisika, bidang kajian Mekanika Klasik
FM4	Capaian Pembelajaran Pendukung	Menguasai berbagai disiplin matematika yang relevan dengan suatu bidang ilmu Fisika Lanjut.	FM4-PI	Penguasaan Matematika Lanjut	Menguasai berbagai disiplin matematika yang relevan dengan suatu bidang ilmu Fisika Lanjut.

FM2	Capaian Pembelajaran Umum	Menguasai dan mampu menerapkan salah satu bidang ilmu Fisika Lanjut.	FM2-PI1	Penguasaan Bidang Fisika Teoretik dan Komputasional	Menguasai dan mampu menerapkan pengetahuan dalam bidang Fisika Teoretik dan Komputasional
------------	---------------------------	--	----------------	---	---

B. Topik Perkuliahan / Course Materials

Bahasan / Main Discussion	Estimasi Waktu / Estimated Times (Hour)	Kompetensi (Course Learning Outcomes)
PENDAHULUAN: Rangkuman sejarah mekanika klasik dan perbandingannya dengan mekanika kuantum dan relativistik. Dasar-dasar mekanika Newtonian pada sistem partikel tunggal dan partikel banyak. Penerapan prinsip gaya semu D’alembert dan kaitannya dengan mekanika Newtonian dan mekanika Lagrangian.	2.5	CPMK1
Metode Lagrange: derajat kebebasan, ruang konfigurasi, koordinat umum, momentum conjugate, Kalkulus variasi, Lagrange multiplier, dan pers. gerak Lagrange dengan konstrain dan tanpa konstrain, Metode lagrange untuk sistem dengan potensial yang bergantung pada kecepatan.	5	CPMK2
Teorema Noether, relasi persamaan Lagrange dengan simetri dan hukum kelestarian.	2.5	CPMK3
Formulasi Hamiltonian, ruang fase, transformasi Legendre, relasi mekanika Hamiltonian dengan simetri dan hukum kelestarian.	2.5	CPMK5
Persamaan Lagrange untuk Sistem Potensial Sentral, permasalahan orbit planet dan hamburan Rutherford.	5	CPMK4
Kinematika Benda Tegar, Sudut-Sudut Euler, rotasi benda tegar, tensor momen inersia, Pers. Euler-Langrage dan kaitannya dengan kinematika dan rotasi benda tegar, gaya semu (efek Coriolis)	5	CPMK6
Osilasi kecil (tanda redaman, dengan redaman, dan gaya luar) dan relasinya dengan Pers. Euler-Langrage.	5	CPMK7
Transformasi Kanonik dan kaitannya dengan formulasi Lagrangian dan Hamiltonian	5	CPMK8
Pers. Hamilton-Jacobi dalam mendiskripsikan gerak benda.	2.5	CPMK9
Relativitas khusus dan kaitannya dengan pers. Euler-Langrage. (materi tambahan)	0	CPMK10

C. Rencana Asesmen / Assessment Plan

CO/CPMK	Tipe / Type	Deskripsi / Description	Persentase / Percentage	PLO/SO/ELO/CPL/LG	PI
----------------	--------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------	-----------

CO/CPMK	Tipe / Type	Deskripsi / Description	Persentase / Percentage	PLO/SO/ELO/CPL/LG	PI
CPMK1	TUGAS	Soal no 1 pada tugas 1	2	FM1	FM1-PI2
CPMK2	TUGAS	Soal no 3 pada tugas 1	2	FM1	FM1-PI2
CPMK2	UTS	Soal no.1 pada UTS	5	FM1	FM1-PI2
CPMK2	TUGAS	Soal no 3 pada tugas 1	1	FM4	FM4-PI
CPMK2	UTS	Soal no1 pada UTS	5	FM4	FM4-PI
CPMK3	TUGAS	Soal no 2 pada tugas 1	2	FM1	FM1-PI2
CPMK3	TUGAS	Soal no 2 pada tugas 1	1	FM4	FM4-PI
CPMK3	UTS	Soal no1 pada UTS	5	FM1	FM1-PI2
CPMK3	UTS	Soal no 1 pada UTS	5	FM4	FM4-PI
CPMK3	TUGAS	Soal no 2 pada tugas 1	2	FM2	FM2-PI1
CPMK3	UTS	Soal no 1 pada UTS	5	FM2	FM2-PI1
CPMK4	UTS	Soal no 2 pada UTS	5	FM4	FM4-PI
CPMK4	UTS	Soal no 2 pada UTS	5	FM1	FM1-PI2
CPMK4	UTS	Soal no 2 pada UTS	5	FM2	FM2-PI1
CPMK5	UAS	Soal no 1 pada UAS	3	FM4	FM4-PI
CPMK5	UAS	Soal no 1 pada UAS	3	FM2	FM2-PI1
CPMK5	UAS	Soal no 1 pada UAS	4	FM1	FM1-PI2
CPMK6	UAS	Soal no 1 pada UAS	8.5	FM1	FM1-PI2
CPMK6	UAS	Soal no 1 pada UAS	8.5	FM2	FM2-PI1
CPMK6	UAS	Soal no 1 pada UAS	3	FM4	FM4-PI
CPMK7	UAS	Soal no 2 pada UAS	3	FM4	FM4-PI
CPMK7	UAS	Soal no 2 pada UAS	8.5	FM1	FM1-PI2
CPMK7	UAS	Soal no 2 pada UAS	8.5	FM2	FM2-PI1

D. Referensi / References

1. Symmon, K. R., 1971, Mechanics, edisi 2, Addison-Wesley
2. Goldstein, H., 1980, Classical Mechanics, edisi 2, Addison-Wesley
3. Morin, D., 2004, Introductory Classical Mechanics with Problems and Solutions

E. Rencana Kegiatan Pembelajaran Mingguan (RKPM) / Weekly Teaching Plan

Pertemuan Ke / Week	Tujuan Ajar / Learning Objective	Topik / Topic	Media Ajar / Teaching Media	Metode Assesment / Assesment Method	Metode Ajar / Teaching Method	Aktivitas Mahasiswa / Student Activity	Aktivitas Dosen / Lecturer Activity	Sumber Ajar / Learning Resources
1	Mahasiswa dapat menerangkan dan membahas mengenai dasar-dasar Mekanika, Mekanika Newtonian untuk sistem partikel tunggal dan partikel jamak.	PENDAHULUAN: Rangkuman sejarah mekanika klasik dan perbandingannya dengan mekanika kuantum dan relativistik. Dasar-dasar mekanika Newtonian pada sistem partikel tunggal dan partikel banyak. Penerapan prinsip gaya semu D'alembert dan kaitannya dengan mekanika Newtonian dan mekanika Lagrangian.	In-focus dan Papan Tulis, Video synchronous dan asynchronous	Soal no.1 Tugas 1	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan	Belajar menelaah dan mengkaji bahan kuliah mekanika klasik	Menjelaskan di kelas, memandu diskusi	Pustaka 1, 2,3
2	Mahasiswa mampu menguraikan dan membahas kalkulus variasi untuk menyelesaikan permasalahan mekanika dalam formalism Lagrangian.	Metode Lagrange: derajat kebebasan, ruang konfigurasi, koordinat umum, momentum conjugate, Kalkulus variasi, Lagrange multiplier, dan pers. gerak Lagrange dengan konstrain dan tanpa konstrain, Metode lagrange untuk sistem dengan potensial yang bergantung pada kecepatan.	In-focus dan Papan Tulis, Video synchronous dan asynchronous	Soal no.4 Tugas 1 Soal no.1 UTS	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan	Belajar menelaah dan mengkaji bahan kuliah mekanika klasik	Menjelaskan di kelas, memandu diskusi	Pustaka 1, 2,3
3	Mahasiswa mampu menguraikan dan membahas kalkulus variasi untuk menyelesaikan permasalahan mekanika dalam formalism Lagrangian.	Metode Lagrange: derajat kebebasan, ruang konfigurasi, koordinat umum, momentum conjugate, Kalkulus variasi, Lagrange multiplier, dan pers. gerak Lagrange dengan konstrain dan tanpa konstrain, Metode lagrange untuk sistem dengan potensial yang bergantung pada kecepatan.	In-focus dan Papan Tulis, Video synchronous dan asynchronous	Soal no.4 Tugas 1 Soal no.1 UTS	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan	Belajar menelaah dan mengkaji bahan kuliah mekanika klasik	Menjelaskan di kelas, memandu diskusi	Pustaka 1, 2,3

Pertemuan Ke / Week	Tujuan Ajar / Learning Objective	Topik / Topic	Media Ajar / Teaching Media	Metode Assesment / Assesment Method	Metode Ajar / Teaching Method	Aktivitas Mahasiswa / Student Activity	Aktivitas Dosen / Lecturer Activity	Sumber Ajar / Learning Resources
4	Mahasiswa mampu menguraikan dan membahas konsep simetri dan symmetry breaking serta keterkaitannya dengan kelestarian suatu besaran fisika melalui teorema Noether.	Teorema Noether, relasi persamaan Lagrange dengan simetri dan hukum kelestarian.	In-focus dan Papan Tulis, Video synchronous dan asynchronous	Soal no.2 Tugas 1. Soal no.1 UTS	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan	Belajar menelaah dan mengkaji bahan kuliah mekanika klasik	Menjelaskan di kelas, memandu diskusi	Pustaka 1, 2,3
5	Mahasiswa mampu menguraikan dan membahas Formulasi Hamiltonian dalam menyelesaikan permasalahan sistem mekanika.	Formulasi Hamiltonian, ruang fase, transformasi Legendre, relasi mekanika Hamiltonian dengan simetri dan hukum kelestarian.	In-focus dan Papan Tulis, Video synchronous dan asynchronous	Soal no.3 Tugas1. Soal no.1 UTS	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan	Belajar menelaah dan mengkaji bahan kuliah mekanika klasik	Menjelaskan di kelas, memandu diskusi	Pustaka 1, 2,3,4,5
6	Mahasiswa mampu menguraikan dan membahas persamaan Lagrange untuk Sistem yang memiliki Potensial Sentral yaitu orbit planet dan hamburan partikel.	Persamaan Lagrange untuk Sistem Potensial Sentral, permasalahan orbit planet dan hamburan Rutherford.	In-focus dan Papan Tulis, Video synchronous dan asynchronous	Soal no.2 UTS Soal no.3 Tugas 1	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan	Belajar menelaah dan mengkaji bahan kuliah mekanika klasik	Menjelaskan di kelas, memandu diskusi	Pustaka 1, 2,3
7	Mahasiswa mampu menguraikan dan membahas persamaan Lagrange untuk Sistem yang memiliki Potensial Sentral yaitu orbit planet dan hamburan partikel.	Persamaan Lagrange untuk Sistem Potensial Sentral, permasalahan orbit planet dan hamburan Rutherford.	In-focus dan Papan Tulis, Video synchronous dan asynchronous	Soal no.2 UTS Soal no.3 Tugas 1	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan	Belajar menelaah dan mengkaji bahan kuliah mekanika klasik	Menjelaskan di kelas, memandu diskusi	Pustaka 1, 2,3
8	Evaluasi pemahaman mahasiswa secara menyeluruh.: CPMK 1, CPMK 2, CPMK 3, CPMK 4, CPMK 5	Ujian Tengah Semester (UTS)	Soal diberikan ke mhs melalui google classroom	Tes Summatif	Ujian tertulis, sifat open satu lembar catatan	Menyelesaikan soal UTS selama 2 jam	mempersiapkan soal UTS dan melakukan penilaian/evaluasi pekerjaan UTS	Pustaka 1, 2,3

Pertemuan Ke / Week	Tujuan Ajar / Learning Objective	Topik / Topic	Media Ajar / Teaching Media	Metode Asesment / Assesment Method	Metode Ajar / Teaching Method	Aktivitas Mahasiswa / Student Activity	Aktivitas Dosen / Lecturer Activity	Sumber Ajar / Learning Resources
9	Mahasiswa dapat menerangkan dan membahas penggunaan formalisme Euler-Lagrange untuk gerak kinematika benda tegar, sudut-sudut Euler, rotasi benda tegar (tensor momen inersia), pers. Euler, dan efek gaya semu (Coriolis)	Kinematika Benda Tegar, Sudut-Sudut Euler, rotasi benda tegar, tensor momen inersia, Pers. Euler-Lagrange dan kaitannya dengan kinematika dan rotasi benda tegar, gaya semu (efek Coriolis)	In-focus dan Papan Tulis, Video synchronous dan asynchronous	Soal no.1 Tugas 2	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan	Belajar menelaah dan mengkaji bahan kuliah mekanika klasik	Menjelaskan di kelas, memandu diskusi	Pustaka 1, 2,3
10	Mahasiswa dapat menerangkan dan membahas penggunaan formalisme Euler-Lagrange untuk gerak kinematika benda tegar, sudut-sudut Euler, rotasi benda tegar (tensor momen inersia), pers. Euler, dan efek gaya semu (Coriolis)	Kinematika Benda Tegar, Sudut-Sudut Euler, rotasi benda tegar, tensor momen inersia, Pers. Euler-Lagrange dan kaitannya dengan kinematika dan rotasi benda tegar, gaya semu (efek Coriolis)	In-focus dan Papan Tulis, Video synchronous dan asynchronous	Soal no.1 Tugas 2	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan	Belajar menelaah dan mengkaji bahan kuliah mekanika klasik	Menjelaskan di kelas, memandu diskusi	Pustaka 1, 2,3
11	Mahasiswa dapat menerangkan dan membahas penggunaan formalism Euler-Lagrange untuk gerak osilasi kecil (tanda redaman, dengan redaman, dan gaya luar)	Osilasi kecil (tanda redaman, dengan redaman, dan gaya luar) dan relasinya dengan Pers. Euler-Lagrange.	In-focus dan Papan Tulis, Video synchronous dan asynchronous	Soal no.2 Tugas 2. Soal no.1 UAS	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan	Belajar menelaah dan mengkaji bahan kuliah mekanika klasik	Menjelaskan di kelas, memandu diskusi	Pustaka 1, 2,3
12	Mahasiswa dapat menerangkan dan membahas penggunaan formalism Euler-Lagrange untuk gerak osilasi kecil (tanda redaman, dengan redaman, dan gaya luar)	Osilasi kecil (tanda redaman, dengan redaman, dan gaya luar) dan relasinya dengan Pers. Euler-Lagrange.	In-focus dan Papan Tulis, Video synchronous dan asynchronous	Soal no.2 Tugas 2. Soal no.1 UAS	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan	Belajar menelaah dan mengkaji bahan kuliah mekanika klasik	Menjelaskan di kelas, memandu diskusi	Pustaka 1, 2,3

Pertemuan Ke / Week	Tujuan Ajar / Learning Objective	Topik / Topic	Media Ajar / Teaching Media	Metode Assesment / Assesment Method	Metode Ajar / Teaching Method	Aktivitas Mahasiswa / Student Activity	Aktivitas Dosen / Lecturer Activity	Sumber Ajar / Learning Resources
13	Mahasiswa mampu menerangkan dan membahas transformasi kanonik dan kaitannya dengan formalism Euler-Lagrange dan formalism Hamiltonian.	Transformasi Kanonik dan kaitannya dengan formulasi Lagrangian dan Hamiltonian	In-focus dan Papan Tulis, Video synchronous dan asynchronous	Soal no.2 UAS	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan	Belajar menelaah dan mengkaji bahan kuliah mekanika klasik	Menjelaskan di kelas, memandu diskusi	Pustaka 1, 2,3
14	Mahasiswa mampu menerangkan dan membahas transformasi kanonik dan kaitannya dengan formalism Euler-Lagrange dan formalism Hamiltonian.	Transformasi Kanonik dan kaitannya dengan formulasi Lagrangian dan Hamiltonian	In-focus dan Papan Tulis, Video synchronous dan asynchronous	Soal no.2 UAS	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan	Belajar menelaah dan mengkaji bahan kuliah mekanika klasik	Menjelaskan di kelas, memandu diskusi	Pustaka 1, 2,3
15	Mahasiswa mampu menguraikan dan membahas metode first principle-density functional theory (DFT) dalam menyelesaikan permasalahan struktur elektronik zat mampat.	Pers. Hamilton-Jacobi dalam mendiskripsikan gerak benda.	In-focus dan Papan Tulis, Video synchronous dan asynchronous	Soal no.3 UAS	Pemaparan materi serta beberapa bahan tayangan	Belajar menelaah dan mengkaji bahan kuliah mekanika klasik	Menjelaskan di kelas, memandu diskusi	Pustaka 1, 2,3
16	Evaluasi pemahaman mahasiswa secara menyeluruh.: CPMK 6, CPMK 7, CPMK 8, CPMK 9	Ujian Akhir Semester (UAS)	Soal diberikan ke mhs melalui google classroom	Tes Summatif	Ujian tertulis, sifat open satu lembar catatan	Menyelesaikan soal UAS selama 2 jam	mempersiapkan soal UAS dan melakukan penilaian/evaluasi pekerjaan UAS	Pustaka 1, 2,3