



**BUKU RANCANGAN PENGAJARAN (BRP)**

**MATA KULIAH**

**MEKANIKA DAN PANAS**

**oleh**

**Efta Yudiarsah, Ph.D.**

**Program Studi S1 Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Indonesia  
Depok**

**November 2016**

## PENGANTAR

Pada pembelajaran mata kuliah Mekanika dan Panas, mahasiswa mempelajari beragam topik mengenai konsep-konsep dasar ilmu Fisika dalam bidang Mekanika dan Panas. Topik-topik tersebut antara lain penulisan hasil pengukuran dan perhitungan, keadaan mekanik benda atau sistem serta pengaruh gaya padanya, interaksi gravitasi dua benda, fluida, gerak periodik dan gelombang mekanik, keadaan termodinamik gas, dan hubungan beragam besaran termodinamika. Metode pembelajaran dilakukan dengan menggunakan metode kuliah tatap muka (*teacher centered learning*). Dalam pelaksanaan metode pembelajaran ini, mahasiswa pasif mendengarkan penjelasan dosen mengenai konsep-konsep dasar dan beberapa contoh penggunaannya dengan mencatat hal yang dianggap perlu. Mahasiswa melatih penguasaan materi dengan mengerjakan tugas terstruktur berupa pekerjaan rumah.

Metode pembelajaran lain yang dilakukan dalam mata kuliah ini adalah kombinasi beberapa metode pembelajaran aktif (*student centered learning*) meliputi, *question based learning*, *computer assisted learning*, dan *project based learning*. Metode *question based learning* dan *project based learning* dilakukan dalam kelompok untuk memberi kesempatan pada mahasiswa melatih *softskills* seperti kemampuan bekerja sama dan komunikasi. Sementara metode *computer assisted learning* dilakukan dengan fasilitas SCELE (Student Centered E-Learning) UI, agar mahasiswa dapat mengembangkan kemampuan menggunakan teknologi informasi dan komputer.

Buku Rancangan Pembelajaran ini disusun sebagai kelengkapan pengajaran di Departemen Fisika FMIPA Universitas Indonesia. Buku ini merupakan pedoman kegiatan selama proses pembelajaran. Dengan demikian, proses pembelajaran yang dilakukan oleh mahasiswa dapat diarahkan dan pada akhirnya tujuan pembelajaran dapat tercapai.

Depok, 26 November 2017

**Efta Yudiarsah, Ph.D.**

## I. Informasi Umum

1. Nama Program Studi / Jenjang Studi : Fisika / S1
2. Nama Mata Kuliah : Mekanika dan Panas
3. Kode Mata Kuliah : SCFI601114
4. Semester Ke- : 1
5. Jumlah SKS : 4 SKS
6. Metode Pembelajaran : Kuliah interaktif, *Question based learning*, *Computer assisted learning* dan *Project based learning*
7. Mata Kuliah yang Menjadi Prasyarat : -
8. Menjadi Prasyarat untuk Mata Kuliah : Fisika Getaran Gelombang dan Optik, Praktikum Fisika Dasar 1, dan Praktikum Fisika Dasar 2
9. Integrasi Antara Mata Kuliah : Praktikum Fisika Dasar 1 dan Praktikum Fisika Dasar 2
10. Dosen Pengampu : Efta Yudiarsah, Ph.D.
11. Deskripsi Mata Kuliah : Mata kuliah Mekanika dan Panas mencakup dua topik besar, yaitu Mekanika dan Panas. Mahasiswa mempelajari mata kuliah ini dengan gabungan beberapa metode pembelajaran aktif yaitu kuliah interaktif, *question based learning*, *computer assisted learning*, dan *project based learning*. Mahasiswa mempunyai kesempatan untuk berlatih menyatukan pemahaman konsep dasar, kemampuan analitik dan berhitung dalam mempelajari kedua topik ini. Mahasiswa juga berlatih menjelaskan dan menganalisis gejala alam dan hasil rekayasa manusia yang ada di lingkungannya baik secara kualitatif maupun kuantitatif dengan menggunakan konsep Fisika Dasar.

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

### **A. CPMK**

Setelah menyelesaikan mata kuliah ini, mahasiswa semester pertama diharapkan mampu menerapkan prinsip dan konsep Mekanika dan Panas untuk memformulasikan/merumuskan penyelesaiannya (**ELOs 1,2,5,6, dan 7**)

### **B. Sub-CPMK**

1. Menentukan jumlah angka penting dan satuan suatu besaran hasil pengukuran dan/atau perhitungan (C3).
2. Menyelesaikan masalah gerak benda di lintasan lurus (C3).
3. Merumuskan penyelesaian masalah gerak benda di bidang (dua dimensi) dan ruang (gerak tiga dimensi) (C3).
4. Menganalisis gaya-gaya yang berkerja pada benda dan pengaruhnya terhadap keadaan mekanika benda (C4).
5. Menyelesaikan masalah keadaan mekanik benda dalam pengaruh beberapa gaya (C3).
6. Menentukan hubungan perubahan energi mekanik benda dan kerja gaya pada suatu benda (C3).
7. Menyelesaikan masalah kerja oleh gaya konservatif dan gaya non-konservatif (C3).
8. Menghitung penyelesaian perubahan momentum satu atau beberapa benda dalam pengaruh gaya internal dan eksternal (C3).
9. Menghitung gerak rotasi suatu benda (C3).
10. Merumuskan penyelesaian gerak rotasi benda dibawah pengaruh gaya (C3).
11. Menjelaskan sistem dalam keseimbangan (C3).
12. Menjelaskan hukum gravitasi Newton pada sistem partikel dan benda langit (C3).
13. Mencari solusi dari permasalahan fluida diam dan bergerak (C3).
14. Menghitung permasalahan dari perubahan dimensi objek karena perubahan temperatur (C3).
15. Menentukan keadaan gas berdasarkan kecepatan, enenrgi kinetik, tekanan, temperatur, volume, dan jumlah molekul (C3).
16. Menganalisis permasalahan panas yang melibatkan kerja mekanik, aliran energi, dan perubahan energi sistem (C4).

17. Menentukan efisiensi suatu mesin kalor dan perubahan entropi sistem karena suatu proses (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	Satuan, Besaran, dan Vektor	Kuliah tatap muka	200 menit	20% O, 60% L, 20% U	6	Menjelaskan konsep dan perhitungan fisika dan hukum alam, besaran dan satuan, konversi dan konsistensi satuan, estimasi dan orde magnitudo, vektor, penjumlahan dan perkalian vektor	Bab 1 dan Bab 3
2	2	Gerak sepanjang garis lurus	Kuliah tatap muka	200 menit	20% O, 60% L, 20% U	8	Menjelaskan konsep dan perhitungan perpindahan, waktu dan kecepatan rata-rata, kecepatan sesaat, percepatan rata-rata dan sesaat, gerak dengan percepatan konstan, dan benda jatuh bebas	Bab 2
3	3	Gerak dalam 2 dan 3 dimensi	Kuliah tatap muka	200 menit	20% O, 60% L, 20% U,	6	Menjelaskan konsep vektor posisi dan kecepatan, vektor percepatan, gerak bola, gerak melingkar beraturan, kecepatan relatif	Bab 4
4	4	Hukum gerak Newton	Kuliah tatap muka	200 menit	20% O, 60% L, 20% U	6	Menjelaskan konsep gaya dan interaksi hukum Newton 1,	Bab 5

							hukum Newton 2, massa dan berat, hukum Newton 3 dan diagram benda bebas	
5	5	Aplikasi hukum Newton	Kuliah tatap muka	200 menit	20% O, 60% L, 20% U	8	Menjelaskan konsep dan perhitungan mengenai aplikasi hukum Newton 1: partikel dalam kesetimbangan, pemakaian hukum Newton 2: dinamika partikel, gaya gesek, dan dinamika gerak melingkar	Bab 6
6	6	Kerja dan energi kinetik	Kuliah tatap muka	200 menit	20% O, 60% L, 20% U	6	Menjelaskan konsep kerja, energi kinetik dan teorema kerja-energi	Bab 7
7	7	Energi potensial dan kekekalan energi	Kuliah tatap muka	200 menit	20% O, 60% L, 20% U	6	Menjelaskan konsep energi potensial gravitasi, energi potensial elastik, gaya konservatif dan non-konservatif, gaya dan energi potensial dan diagram energi	Bab 8
8	8	Momentum impuls dan tumbukan	Kuliah tatap muka	200 menit	20% O, 60% L, 20% U	6	Menjelaskan momentum dan impuls, kekekalan momentum dan tumbukan, tumbukan elastik dan inelastik, pusat massa, sistem bergerak dengan massa berubah	Bab 9
9	<b>Ujian Tengah Semester</b>							

10	9	Rotasi benda tegar	Kuliah tatap muka	200 menit	20% O, 60% L, 20% U	8	Menjelaskan konsep dan perhitungan fisika mengenai kecepatan dan percepatan sudut, rotasi dengan percepatan sudut konstan, hubungan antara kinematika linier dan kinematika sudut, energi dalam gerak rotasi, teorema sumbu sejajar	Bab 10
11	11	Dinamika gerak rotasi	Kuliah tatap muka	200 menit	20% O, 60% L, 20% U	8	Menjelaskan konsep dan perhitungan Fisika mengenai; torka, torka dan percepatan sudut benda tegar, kerja dan gaya gerak rotasi, momentum sudut, kekekalan momentum sudut, giroskop dan presisi, konsep kondisi keseimbangan, pusat gravitasi, penyelesaian soal keseimbangan benda tegar, tegangan, regangan, modulus elastisitas, elastisitas dan plastisitas	Bab 10, 11 dan 12
12	12	Gravitasi	Kuliah tatap muka	200 menit	20% O, 60% L, 20% U	6	Menjelaskan hukum gravitasi Newton, berat, hukum Kepler dan gerak planet, energi potensial gravitasi, gerak satelit, dan	Bab 13



							lubang hitam	
13	13	Mekanika fluida	Kuliah tatap muka	200 menit	20% O, 60% L, 20% U	6	Menjelaskan konsep Fisika pada; rapat jenis, tekanan dalam fluida, gaya apung, aliran fluida, persamaan Bernouli, viskositas dan turbulensi	Bab 14
14	14	Temperatur	Kuliah tatap muka	200 menit	20% O, 60% L, 20% U	8	Menjelaskan konsep model molekuler gas ideal, kalor jenis molar gas ideal, proses adiabatik gas ideal, ekpartisi energi, hukum distribusi botzman, dan distribusi kecepatan dan molekuler rata-rata	Bab 18 (sub bab 1-6) dan Bab 19 (sub bab 1-3), Bab 19 (sub bab 4-11)
15	15-17	Teori Kinetik Gas; Kalor dan Hukm Termodinamika I	Kuliah tatap muka	200 menit	20% O, 60% L, 20% U	8	Menjelaskan konsep kalor dan energi dalam, kalor jenis dan kalorimetri, kalor laten, kerja dan kalor dalam proses Termodinamika, Hukum I Termodinamika, Aplikasi Hukum I Termodinamika, serta Mekanisme Transfer Energi, menjelaskan konsep mengenai Mesin Kalor dan Hukum II Termodinamika, Pompa Kalor dan Rafrigerator, Proses Reversibel dan	Bab 18 (sub bab 7-12) dan Bab 20

							Irreversibel, Mesin Carnot, Mesin Bensin dan Diesel, Entropi dan Perubahan Entropi Dalam Proses Irreversibel serta Entropi dalam Skala Mikroskopik	
16	<b>Ujian Akhir Semester</b>							

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

Referensi:

1. Halliday, Resnick, dan Walker, *Principles of Physics 9<sup>th</sup> Edition*, Wiley, 2011.
2. Serway Jewett, *Physics for Scientists and Engineers 7<sup>th</sup> Edition*, Thomson Brooks/Cole, 2010.
3. Giancoli, *Physics for Scientists and Engineers 4<sup>th</sup> Edition*, Pearson, 2008

#### IV. Rancangan Tugas dan Latihan

Minggu Ke	Nama Tugas	Sub-CPMK	Penugasan	Ruang Lingkup	Cara Pengerjaan	Batas Waktu	Luaran Tugas yang Dihasilkan
1	Tugas Mandiri 1	1	Soal	Satuan, besaran dan vektor	Tugas individu di rumah (PR)	1 minggu	Laporan tertulis
2	Tugas Kelompok 1	2,3	Soal	Gerak sepanjang garis lurus dan Gerak dalam dua dan/atau tiga dimensi	Tugas Kelompok	1 minggu	Laporan tertulis
3	Tugas Mandiri 2	4,5	Soal	Hukum newton dan aplikasi hukum newton	Tugas individu di rumah (PR)	1 minggu	Laporan tertulis
4	Tugas Kelompok 2	6,7	Soal	Kerja energi kinetik dan energi potensial serta kekelan energi	Tugas kelompok	1 minggu	Laporan tertulis
5	Tugas Mandiri 3	8,9	Soal	Momentum impuls dan tumbukan serta rotasi benda tegar	Tugas individu di rumah (PR)	1 minggu	Laporan tertulis
6	Tugas Kelompok 3	10	Soal	Dinamika Gerak Rotasi	Tugas kelompok	1 minggu	Laporan tertulis
7	Tugas Mandiri 4	11	Soal	Keseimbangan dan elastisitas	Tugas individu di rumah (PR)	1 minggu	Laporan tertulis
8	Tugas Kelompok 4	12	Soal	Gravitasi	Tugas kelompok	1 minggu	Laporan tertulis
9	<b>Ujian Tengah Semester</b>						
10	Tugas Mandiri 5	13	Soal	Mekanika fluida	Tugas individu di rumah (PR)	1 minggu	Laporan tertulis
11	Tugas Mandiri 6	14,15	Soal	Temperatur dan teori kinetik gas	Tugas individu di rumah (PR)	1 minggu	Laporan tertulis
12	Tugas Mandiri 7	15,16	Soal	Kalor dan Hukum Termodinamika I	Tugas individu di rumah (PR)	1 minggu	Laporan tertulis
13	Tugas Mandiri 8	16,17	Soal	Mesin kalor, entropi dan hukum termodinamika II	Tugas individu di rumah (PR)	1 minggu	Laporan tertulis
14-15	Tugas Kelompok 4	Beberapa sub pokok bahasan 1	Tugas Proyek	Beberapa sub pokok bahasan diantara sbp. 1 s.d 15	Tugas kelompok	6 minggu	Poster dan Makalah

		s.d 15					
16	<b>Ujian Akhir Semester</b>						

## V. Kriteria Penilaian (Evaluasi Hasil Pembelajaran)

Bentuk Evaluasi	Sub-CPMK	Instrumen/Jenis Asesmen	Frekuensi	Bobot Evaluasi (%)
Post- dan pre-test	1-17	Kuiz di scele	26	7
Kuis	1-17	Lembar tes	4	15
Tugas Mandiri	1,4,5,8,9,11,13,14,15,16,17	Berkas tugas	17	7
Tugas Kelompok	2,3,6,7,10,12	Lembar penilaian	1	7
Keaktifan	1-17	Lembar penilaian	1	4
UTS	1-8	Soal ujian	1	30
UAS	10-15	Soal ujian	1	30
<b>Total</b>				<b>100</b>

## VI. Rubrik

### A. Kriteria Nilai Tugas Mandiri

Nilai	Kualitas Jawaban
>90	Apabila mahasiswa dapat menyelesaikan lebih dari 90% soal dengan benar
70-89	Apabila mahasiswa dapat menyelesaikan antar 70% s.d. 89% soal dengan benar
60-69	Apabila mahasiswa dapat menyelesaikan antar 60% s.d. 69% soal dengan benar
55-59	apabila mahasiswa dapat menyelesaikan antar 55% s.d. 59% soal dengan benar
50-54	apabila mahasiswa dapat menyelesaikan antar 50% s.d. 54% soal dengan benar

### B. Kriteria Nilai Makalah Kelompok

Nilai	Kualitas Jawaban
90-100	Apabila mahasiswa dapat menerapkan konsep-konsep dasar dalam menjelaskan fenomena alam dan teknologi dengan ketepatan 80-90%, runtut dan bahasa yang benar
70-89	Apabila mahasiswa dapat menerapkan konsep-konsep dasar dalam menjelaskan fenomena alam dan teknologi dengan ketepatan 60-79% dan dengan bahasa yang baik.
60-69	Apabila mahasiswa dapat menerapkan konsep-konsep dasar dalam menjelaskan fenomena alam dan teknologi dengan ketepatan 59% dengan bahasa yang baik.

### C. Kuis, Ujian Tengah Semester (UTS), dan Ujian Akhir Semester (UAS)

[1] Mampu menuangkan gagasan dalam penyelesaian soal (25%)

- [2] Mampu menentukan konsep-konsep dasar yang tepat dalam penyelesaian soal (35%)
- [3] Mampu merumuskan penyelesaian akhir soal memperbaiki kesalahan berbahasa (30%)
- [4] Mampu menggunakan satuan dan angka penting yang sesuai 10%

## **VII. Lampiran: Contoh Soal Ujian**

### CONTOH TUGAS DAN SOAL EVALUASI (UTS, UAS, DAN LAIN-LAIN)

#### **Lampiran 1. Contoh Penugasan**

##### 1. Contoh Tugas Kerja Kelompok:

Tugas Kerja Kelompok (Tugas Kelompok). Diskusikanlah bagaimana pesawat dapat terbang. Analisislah fenomena tersebut berdasarkan prinsip-prinsip fisika dasar 1. Buatlah laporan dalam bentuk makalah dan poster. Poster akan dipresentasikan di pekan kedua belas

##### 2. Contoh Tugas Pekerjaan Rumah:

Pekerjaan Rumah ke-1 (Tugas Individu), Satuan Besaran dan Vektor. Kerjakan soal di buku teks utama (Halliday) Bab 1 soal nomor: 1, 16, 26, 36, dan 46, serta Bab 3 soal nomor: 2, 13, 24, 36, 50, dan 60

#### **Lampiran 2 . Contoh Soal Evaluasi**

##### **1. Pilihan Ganda**

1. Saat pedal rem pada mobil diinjak, jalan memberikan gaya hambat paling besar:
  - A. ketika roda menggelinding
  - B. hanya sebelum roda mulai meluncur
  - C. ketika mobil bergerak paling cepat
  - D. ketika percepatan yang paling kecil
  - E. ketika kelajuan mulai berubah
  
2. Suatu gaya horizontal 12 N digunakan untuk menarik 240 N balok kayu pada kecepatan konstan melewati suatu lantai horizontal. Koefisien gesek permukaan lantai tersebut sebesar
  - A. 0,5
  - B. 0,05
  - C. 2

D. 0,2

E. 20

3. Laju 4,0 N bola *hockey*, yang meluncur melewati permukaan es, menurun dengan laju  $0,61 \text{ m/s}^2$ . Koefisien gesek kinetik antara bola dan es sebesar
- A. 0,062
  - B. 0,41
  - C. 0,62
  - D. 1,2
  - E. 9,8

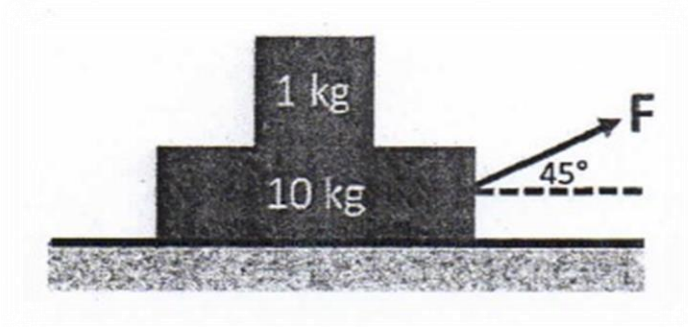
## 2. Esai

Sebuah pesawat ruang angkasa melepaskan sebuah satelit komunikasi bermassa 475 kg saat mengorbit bumi di ketinggian 281 km. Roket di satelit meletakkan satelit ke orbit geosinkronus, dimana satelit mengorbit bumi dengan periode yang sama dengan periode rotasi bumi sehingga satelit selalu berada di atas satu titik di permukaan bumi. (30 point)

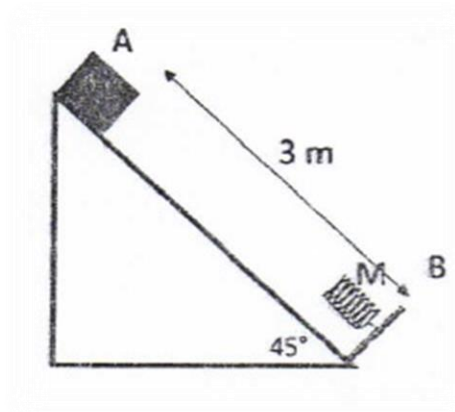
- a. Buatlah sketsa kasus ini.
- b. Carilah posisi  $\vec{r}$  orbit geosinkronus dari pusat bumi dan medan gravitasi bumi  $\vec{g}_{bumi}$  di orbit ini.
- c. Carilah energi yang harus disediakan oleh roket tadi saat meletakkan satelit di orbit?

## Lampiran 3. Contoh Soal Ujian Tengah Semester (UTS).

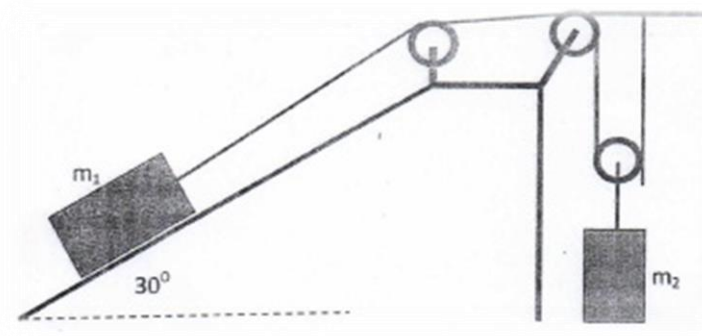
1. Sebuah pesawat pembom tempur bergerak horisontal dengan laju 900 km/jam pada ketinggian 2 km dari permukaan bumi melepas bom yang bermassa 500 kg. Tepat diatas meriam penangkis udara pesawat terbang tertembus peluru meriam dengan kecepatan 0,05 dari kecepatan peluru meriam awal. Tentukan:
  - a. Kecepatan awal dari peluru meriam,
  - b. Sudut meriam saat ditembakkan agar bom yang dijatuhkan pesawat tertembak dan hancur oleh peluru meriam sebelum mengenai meriam penangkis udara.
2. Sebuah benda bermassa 1 kg berada diatas benda bermassa 10 kg seperti dalam gambar. Keduanya sama-sama dalam keadaan diam. Gaya F yang menarik benda dalah arah  $45^\circ$  bervariasi terhadap waktu,  $F = 0,2t$  Newton. Jika koefisien gesek statik 0,2 dan koefisien gesek kinetik 1,5 antara semua permukaan. Tentukan persamaan gerak tiap benda sebagai fungsi waktu.



3. Sebuah benda A dalam gambar dibawah ini mempunyai massa 0,5 kg. Mula-mula benda dalam keadaan diam kemudian meluncur sejauh 3 m diatas sebuah bidang halus yang membentuk sudut  $45^\circ$  dengan horizontal sampai menumbuk pegas M. Salah satu ujung pegas B terkait pada ujung bidang. Konstanta pegas  $k = 400 \text{ N/m}$ . Hitunglah simpangan maksimum pegas dan frekuensi osilasi benda setelah menumbuk benda lengket dengan pegas.



4. Dua benda  $m_1 = 6 \text{ kg}$  dihubungkan dengan seutas tali seperti gambar. Bila mula-mula kedua benda tersebut diam, koefisien gesek benda dengan bidang miring 0,2 dan kemiringan bidang  $30^\circ$ . Tentukan :
- Besar tegangan tali yang menghubungkan kedua benda
  - Percepatan yang dialami benda  $m_2$
  - Lintasan benda  $m_1$  setelah 5 detik



5. Air sebanyak  $6,5 \times 10^6 \text{ kg}$  diperkirakan jatuh dari air terjun niagara (yang tingginya 50 cm) tiap detiknya. Tentukan:



- (a) berapakah pengurangan energi potensial gravitasi dari sistem air-bumi setiap detiknya?,
- (b) jika semua energi bisa dikonversi ke energi listrik, pada laju berapakah energi listrik yang disuplai? (massa  $1 \text{ m}^3$  air adalah  $1000 \text{ kg}$ )?,
- (c) jika energi listrik dijual pada nilai  $1 \text{ sen/kW.jam}$ , berapakah pemasukannya per tahun?