

Laporan Penelitian
Penelitian Hibah Pengajaran

**MODEL PEMBELAJARAN SISTEM TUTORIAL UNTUK
MENERAPKAN ANALISIS MATEMATIS MELALUI
REPRESENTASI FISIS DALAM MENYELESAIKAN
PERSOALAN FISIKA**



MILIK PERPUSTAKAAN UNIV. NEGERI PADANG
DITERIMA TGL. : 13/12/2000
SUMBER/HARGA. Hadiah,

Oleh :
Dra. Syakbariah, M.Si
(Ketua Peneliti)

KOLEKSI : FI
NO. INVENTARIS : 4819 IK/2000 - m
NO. ABSTRAK : 530.07 Syakbariah - m

Penelitian ini didanai oleh :
Proyek DUE-Like UNP Padang
Tahun Anggaran 1999/2000
Surat Perjanjian Kerja No.76/K12.35/DUE-Like/1999
Tanggal : 1 September 1999

UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2000

USAHA MENINGKATKAN PEMAHAMAN MAHASISWA MENYELESAIKAN
PERSOALAN FISIKA MENGGUNAKAN ANALISIS MATEMATIS MELALUI
SISTEM TUTORIAL

Dra. Syakbaniah, M.Si, Drs. Gusnedi, M.Si, Dra. Yenni Darvina

ABSTRAK

Sejak mata kuliah Fisika Matematika I dijalankan telah banyak usaha yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran baik berupa pengajaran di kelas maupun dari segi kualitas dosen yang mengajar. Namun sampai saat ini masih banyak permasalahan yang dihadapi seperti kurang aktifnya mahasiswa dalam perkuliahan tidak berani bertanya pada dosen dan menjawab pertanyaan yang diajukan dosen, rendahnya hasil belajar yang disebabkan oleh kesulitan mahasiswa dalam memahami konsep fisis secara kualitatif sebelum menggunakan analisis matematis. Untuk mengatasi permasalahan ini dilakukan penelitian tindakan kelas yang bertujuan untuk meningkatkan mutu pembelajaran Fisika Matematika I.

Penelitian dibagi atas 2 siklus masing-masing dilaksanakan setengah semester. Subjek dalam penelitian ini adalah mahasiswa Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA UNP angkatan 1997 yang mengikuti perkuliahan Fisika Matematika I pada tahun akademik 1999/2000 sebanyak 32 orang. Yang terlibat dalam penelitian ini adalah 2 orang dosen Fisika Matematika I dan seorang pengamat.

Tindakan yang dilakukan pada siklus I adalah memberikan pretest dan posttest untuk setiap pokok bahasan, penyajian materi diikuti dengan contoh soal, pemberian tugas rumah, kegiatan tutorial menggunakan LSBA (Lembaran Soal Belajar Aktif) yang dilaksanakan dalam kelompok kecil (anggota 5-6 orang) dibimbing oleh 2 orang instruktur (dosen mata kuliah), dan ujian akhir untuk satu siklus. LSBA berisikan soal-soal aplikasi matematika dalam fisika yang membutuhkan representasi fisis sebelum menggunakan analisis matematis dan jawaban dikumpulkan satu perkelompok. Pada setiap kegiatan yang dilakukan diadakan observasi terhadap aktivitas mahasiswa, catatan lapangan tentang kelemahan dan kekurangan yang dilaksanakan dan dokumentasi berupa nilai posttest serta nilai akhir dari satu siklus.

Hasil yang diperoleh pada siklus I adalah mahasiswa mulai termotivasi untuk aktif dalam belajar seperti dalam bertanya, menjawab pertanyaan, menyelesaikan contoh soal memperhatikan pelajaran dan mencatat penjelasan dosen. Kegiatan tutorial yang dilakukan dengan berkelompok dan menggunakan LSBA dapat memotivasi mahasiswa untuk aktif berdiskusi, bertanya dan memberikan penjelasan pada teman sekelompoknya, serta dapat menghilangkan kejenuhan dalam bekerja yang terbukti berkurangnya sikap negatif, seperti mengantuk, dan acuh. Keberhasilan dari beberapa tindakan yang dilakukan pada siklus I terlihat dari meningkatnya aktivitas positif dan berkurangnya aktivitas negatif dan meningkatnya skor rata-rata hasil posttest (nilai berturut-turut 29, 52 dan 63), Namun masih ada beberapa permasalahan yang belum tercapai pemecahannya, diantaranya perasaan malu untuk bertanya, kurang percaya diri untuk menjawab pertanyaan dosen, takut mengerjakan soal di papan tulis, masih belum meratanya mobilitas dalam diskusi, tingginya ketergantungan mahasiswa pada dosen dalam menyelesaikan soal pada LSBA, dan masih terlihat kejenuhan dalam perkuliahan tatap muka. Untuk itu direncanakan kegiatan revisi pada siklus II.

Tindakan revisi pada siklus II adalah anggota kelompok diperkecil menjadi 3-4 orang agar mobilitas dalam diskusi lebih tinggi, jawaban LSBA dikumpulkan secara perorangan agar semua aktif bekerja serta, memberikan kunci jawaban tugas rumah agar tidak ada keraguan atas jawaban tugas yang benar, melaksanakan diskusi kelas setelah diskusi kelompok untuk menyamakan persepsi serta memperbanyak contoh soal aplikasi fisis dalam perkuliahan agar memudahkan dalam diskusi pada kegiatan tutorial dan mengurangi ketergantungan pada dosen.

Hasil yang diperoleh pada siklus II adalah semakin meningkatnya aktivitas positif baik dalam perkuliahan maupun dalam kegiatan tutorial kecuali dalam mengerjakan soal ke papan tulis. Meningkatnya skor rata-rata dari posttest (74, 59, 66). Skor rata-rata ujian akhir pada siklus I adalah 55 dan pada siklus kedua meningkat menjadi 68. Hal ini memperlihatkan suatu peningkatan hasil belajar mahasiswa dalam mata kuliah Fisika Matematika I.

PENGANTAR

Kegiatan penelitian merupakan bagian dari darma perguruan tinggi, di samping pendidikan dan pengabdian kepada masyarakat. Kegiatan penelitian ini harus dilaksanakan oleh Universitas Negeri Padang yang dikerjakan oleh staf akademiknya ataupun tenaga fungsional lainnya dalam rangka meningkatkan mutu pendidikan, melalui peningkatan mutu staf akademik, baik sebagai dosen maupun peneliti.

Kegiatan penelitian mendukung pengembangan ilmu serta terapannya. Dalam hal ini, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang berusaha mendorong dosen untuk melakukan penelitian sebagai bagian yang tidak terpisahkan dari kegiatan mengajarnya, baik yang secara langsung dibiayai oleh dana Universitas Negeri Padang maupun dana dari sumber lain yang relevan atau bekerja sama dengan instansi terkait. Oleh karena itu, peningkatan mutu tenaga akademik peneliti dan hasil penelitiannya dilakukan sesuai dengan tingkatan serta kewenangan akademik peneliti.

Kami menyambut gembira usaha yang dilakukan peneliti untuk menjawab berbagai permasalahan pendidikan, baik yang bersifat interaksi berbagai faktor yang mempengaruhi praktek kependidikan, penguasaan materi bidang studi, ataupun proses pengajaran dalam kelas yang salah satunya muncul dalam kajian ini. Hasil penelitian seperti ini jelas menambah wawasan dan pemahaman kita tentang proses pendidikan. Walaupun hasil penelitian ini mungkin masih menunjukkan beberapa kelemahan, namun kami yakin hasilnya dapat dipakai sebagai bagian dari upaya peningkatan mutu pendidikan pada umumnya. Kami mengharapkan di masa yang akan datang semakin banyak penelitian yang hasilnya dapat langsung diterapkan dalam peningkatan dan pengembangan teori dan praktek kependidikan.

Hasil penelitian ini telah ditelaah oleh tim pereviu usul dan laporan penelitian Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang, yang dilakukan secara "blind reviewing". Kemudian untuk tujuan diseminasi, hasil penelitian ini telah diseminarkan yang melibatkan dosen/tenaga peneliti Universitas Negeri Padang sesuai dengan fakultas peneliti. Mudah-mudahan penelitian ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pada umumnya, dan peningkatan mutu staf akademik Universitas Negeri Padang.

Pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang membantu terlaksananya penelitian ini, terutama kepada pimpinan lembaga terkait yang menjadi objek penelitian, responden yang menjadi sampel penelitian, tim pereviu Lembaga Penelitian dan dosen senior pada setiap fakultas di lingkungan Universitas Negeri Padang yang menjadi pembahas utama dalam seminar penelitian. Secara khusus kami menyampaikan terima kasih kepada proyek Due-Like dan Rektor Universitas Negeri Padang yang telah berkenan memberi bantuan pendanaan bagi penelitian ini. Kami yakin tanpa dedikasi dan kerjasama yang terjalin selama ini, penelitian ini tidak akan dapat diselesaikan sebagaimana yang diharapkan dan semoga kerjasama yang baik ini akan menjadi lebih baik lagi di masa yang akan datang.

Terima kasih.



Padang, Maret 2000
Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Negeri Padang,

Kumaidi
Prof. Drs. Kumaidi, MA., Ph.D.
NIP. 130605231

DAFTAR ISI

	hal
ABSTRAK	I
PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	4
BAB II. SIKLUS PERTAMA	5
A. Perenungan	5
B. Perencanaan	5
C. Pelaksanaan	11
D. Observasi	13
E. Refleksi	27
BAB III. SIKLUS KEDUA	30
A. Perencanaan	30
B. Pelaksanaan	31
C. Observasi	32
D. Refleksi	43
BAB IV. HASIL	44
A. Hasil Yang Diharapkan	44
B. Hasil Yang Belum Dicapai	45
BAB V. TINDAK LANJUT	46
A. Tindak Lanjut Yang Direkomendasikan	46
B. Tindak Lanjut Yang Direncanakan	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	49

DAFTAR GAMBAR

	hal
1. Grafik aktivitas positif mahasiswa dalam perkuliahan siklus pertama	19
2. Grafik aktivitas negatif mahasiswa dalam perkuliahan siklus pertama	20
3. Grafik aktivitas positif mahasiswa dalam kegiatan tutorial siklus pertama	21
4. Grafik aktivitas negatif mahasiswa dalam kegiatan tutorial siklus pertama	22
5. Grafik persentase mahasiswa dalam mengumpulkan tugas rumah siklus pertama	22
6. Grafik aktivitas positif mahasiswa dalam perkuliahan siklus kedua	35
7. Grafik aktivitas negatif mahasiswa dalam perkuliahan siklus kedua	36
8. Grafik positif aktivitas mahasiswa dalam kegiatan tutorial siklus kedua	38
9. Grafik negatif aktivitas mahasiswa dalam kegiatan tutorial siklus kedua.....	38
10. Grafik persentase mahasiswa dalam mengumpulkan tugas rumah siklus kedua.....	41

DAFTAR TABEL

	hal
Tabel 1. Aktivitas Mahasiswa Dalam Perkuliahan	23
Tabel 2. Hasil Postes Pada Siklus I	25
Tabel 3. Catatan Lapangan	26
Tabel 4. Hasil Postest Pada Siklus II	41

DAFTAR LAMPIRAN

	hal
Lampiran 1. Aktivitas Mahasiswa Dalam Perkuliahan	49
Lampiran 2. Aktivitas Mahasiswa Dalam Tutorial	50
Lampiran 3. Aktivitas Dosen Yang Diamati Dalam Mengajar....	51
Lampiran 4. Aktivitas Dosen Dalam Tutorial	52
Lampiran 5. Angket Penelitian Hasil Pengajaran	53
Lampiran 6. Silabus Mata Kuliah	55
Lampiran 7. Tabulasi Data Aktivitas Positif Dalam Perkuliahan Pada Siklus I.....	58
Lampiran 8. Tabulasi Data Aktivitas Positif Dalam Perkuliahan Pada Siklus II	59
Lampiran 9. Postest	60
Lampiran 10 . Tugas Rumah	64
Lampiran 11. LSBA	72

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Matematika merupakan alat bantu dalam menyelesaikan persoalan fisika. Sebagai alat bantu maka matematika diperlukan sebagai salah satu mata kuliah di Jurusan Fisika yang disebut Fisika Matematika. Menurut Sutrisno (1995) mata kuliah Fisika Matematika pada kurikulum Fisika di Perguruan Tinggi merupakan salah satu perkakas pikir untuk dapat membahas fisika sebagai suatu kesatuan yang utuh. Begitu pentingnya mata kuliah ini maka sejak tahun 1991 mata kuliah ini telah disediakan di Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang dalam dua mata kuliah Fisika Matematika I dan Fisika Matematika II. Adapun tujuan mata kuliah ini adalah agar mahasiswa memiliki kemampuan untuk menerapkan berbagai bentuk dasar matematika dalam penyelesaian secara analitis berbagai persoalan fisika. Disamping itu mata kuliah ini juga akan digunakan pada mata kuliah fisika lainnya yang berada pada siklus yang lebih tinggi, seperti pada mata kuliah Fisika Kuantum, Fisika Inti, Fisika Statistik dll. (Buku Pedoman IKIP Padang, 1998).

Setelah beberapa tahun mata kuliah ini dijalankan, banyak masalah atau hambatan yang dijumpai bagi mahasiswa, terutama dalam penerapan analisis matematis dalam menyelesaikan persoalan fisika. Hal ini dapat dilihat dari nilai akhir semester untuk mata kuliah ini sebagian besar berada di bawah batas belajar tuntas ($\leq 65\%$). Permasalahan yang paling mendasar yang dapat dilihat adalah jika mahasiswa dihadapkan pada permasalahan fisika, mahasiswa sering mengalami kesulitan dalam menentukan analisis matematis yang diperlukan untuk menyelesaikannya. Ini mungkin disebabkan karena mahasiswa belum memahami konsep fisis secara kualitatif meskipun telah dibahas dalam perkuliahan Fisika Dasar. Untuk itu diperlukan terlebih dahulu pemahaman konsep fisis secara kualitatif sebelum menggunakan analisis matematis.

Untuk mengatasi permasalahan di atas, beberapa usaha telah dilakukan seperti memberikan latihan dalam bentuk tugas rumah dan membahasnya melalui kegiatan responsi dalam kelompok besar (satu kelas sekitar 40 mahasiswa) yang dibimbing oleh dua orang dosen (satu kelas dikelola oleh 2 orang dosen). Dalam kegiatan responsi ini mahasiswa diberi kesempatan untuk mengerjakan penyelesaian soal di depan kelas dan mahasiswa lain diberi kesempatan untuk bertanya, tapi ternyata semua usaha di atas belum efektif. Begitu juga jika diberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk mengajukan pertanyaan tentang bahan yang sedang dibahas yang belum dimengerti, mahasiswa umumnya tidak mempunyai keberanian untuk bertanya ataupun untuk mengeluarkan pendapat. Hal ini diduga dari lembar jawaban tugas rumah, terdapat indikasi bahwa kebudayaan mengopi tugas teman sudah menjadi hal yang lumrah.

Boas (1983) menyatakan untuk pemakaian matematika yang efektif dalam aplikasinya dibutuhkan tidak hanya pengetahuan/pemahaman tapi juga keterampilan. Untuk memberikan pengetahuan dan keterampilan itu dalam pengajaran dapat dilakukan melalui sistem tutorial. Pride dkk.(1998) melalui penelitiannya menemukan bahwa perkuliahan dengan sistem tutorial dengan menggunakan lembaran kerja dapat membuat mahasiswa belajar aktif. Begitu juga dengan melakukan banyak latihan untuk menyelesaikan soal dalam kegiatan baik dalam tugas rumah maupun dalam kegiatan tutorial akan dapat meningkatkan aktifitas mahasiswa dalam pembelajaran.

McDermott(1994) menggunakan kegiatan tutorial dalam melibatkan keaktifan mahasiswa melalui serangkaian penelitian di mana ia melakukan serangkaian kegiatan yang dimulai dengan pretest, dan langkah berikutnya diikuti dengan kegiatan tutorial dengan menggunakan lembar kerja yang mereka sebut *Active Learning Problem Sheet* (atau Lembaran Soal Belajar Aktif, LSBA) untuk membimbing mahasiswa dalam menganalisis persoalan fisis secara kualitatif untuk memperoleh analisis kuantitatif Untuk memotivasi keterlibatan mental mahasiswa sebanyak mungkin, maka diawal perkuliahan sebelum membahas suatu sub pokok bahasan, mahasiswa diberi pretest yang akan dapat digunakan nantinya sebagai gambaran untuk mengetahui materi mana yang akan dibahas pada kegiatan tutorial. Dalam kegiatan tutorial ini di mana 1 sesi 20 - 25 mahasiswa yang dibagi dalam kelompok kecil 4-5 mahasiswa menyebabkan mahasiswa lebih aktif dan berani mengeluarkan pendapat (Syakbaniah, 1995). Untuk mengetahui tingkat pemahaman mahasiswa terhadap materi yang sudah dibahas untuk satu pokok bahasan, maka dilakukan posttest

Dari pengalaman peneliti ke Jurusan Fisika di University of Washington, USA (1994) ditemui bahwa untuk memberikan pengetahuan/pemahaman kepada mahasiswa mereka selalu membahas konsep dan prinsip dasar ini dengan penekanan pada konsep-konsep yang essensial dan prinsip-prinsip dasar tersebut dibahas dengan tuntas secara kualitatif (dalam arti fisis) dan baru dilanjutkan dengan analisis kuantitatif (persamaan matematis) sehingga merupakan dasar pengetahuan yang baik dan mantap bagi mahasiswa untuk mengembangkan materi tersebut lebih dalam. Selanjutnya Subroto (1993) melalui pengalaman langsungnya dalam studi banding ke University of Glasglow, Scotland, United Kingdom, juga menemukan bahwa dalam sistem pengajaran di Jurusan Fisika menggunakan kegiatan tutorial yang dipandu dengan lembaran kerja yang berisikan soal-soal dan dibimbing oleh 4 orang dosen mata kuliah yang bersangkutan ternyata mutu pembelajarannya lebih baik.

Dari uraian di atas peneliti ingin mengembangkan model pembelajaran menggunakan sistem tutorial ini dalam perkuliahan Fisika Matematika I sebagai inovasi dalam metoda pengajaran untuk membantu mahasiswa dalam mengaplikasikan matematika untuk menyelesaikan persoalan fisika.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan, dapat dirumuskan masalah penelitian sebagai berikut :

1. Apakah pelaksanaan pretest dan posttest untuk setiap pokok bahasan dapat memotivasi mahasiswa untuk aktif dalam kegiatan perkuliahan.
2. Apakah dengan menggunakan LSBA (Lembaran Soal Belajar Aktif) dalam kegiatan tutorial dapat membentuk kebiasaan belajar mahasiswa untuk aktif dan terbiasa bekerja dengan analisis kualitatif sebelum menggunakan analisis matematis.
3. Apakah dengan analisis kualitatif dapat membantu mahasiswa dalam menentukan representasi matematis untuk menyelesaikan soal fisika.
4. Apakah model pembelajaran dengan sistem tutorial dapat meningkatkan keterampilan mahasiswa dalam penyelesaian soal fisika.
5. Apakah model pembelajaran dengan sistem tutorial cocok digunakan dalam perkuliahan Fisika Matematika I.

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui apakah dengan mengadakan pretest dan posttest untuk setiap pokok bahasan dapat memotivasi mahasiswa untuk aktif dalam kegiatan perkuliahan.
2. Untuk mengetahui apakah dengan menggunakan LSBA (Lembaran Soal Belajar Aktif) dalam kegiatan tutorial dapat membentuk kebiasaan belajar mahasiswa untuk aktif dan terbiasa bekerja dengan analisis kualitatif sebelum menggunakan analisis matematis.
3. Untuk mengetahui apakah dengan analisis kualitatif dapat membantu mahasiswa dalam menentukan representasi matematis untuk menyelesaikan soal fisika.
4. Untuk mengetahui apakah model pembelajaran dengan sistem tutorial dapat meningkatkan keterampilan mahasiswa dalam penyelesaian soal fisika.

5. Untuk mengetahui apakah model pembelajaran dengan sistem tutorial cocok digunakan dalam perkuliahan Fisika Matematika I yang sekaligus merupakan masukan bagi Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang.

D. Manfaat Penelitian

Dengan tercapainya tujuan penelitian ini, diharapkan hasilnya akan dapat

1. Meningkatkan mutu perkuliahan dalam kuliah Fisika Matematika I
2. Meningkatkan aktivitas belajar mahasiswa dalam perkuliahan
3. Membentuk kebiasaan belajar mahasiswa untuk aktif dan terbiasa bekerja dengan analisis kualitatif sebelum menggunakan analisis matematis
4. Sebagai bahan perbandingan bagi teman sejawat Staf Pengajar Jurusan Fisika dalam rangka meningkatkan proses pembelajaran dan memperpendek masa studi mahasiswa

BAB II

SIKLUS PERTAMA

A. Perenungan

Seperti telah dikemukakan pada latar belakang, setelah beberapa tahun mata kuliah Fisika Matematika I dijalankan sejak tahun 1991, masih ditemui kendala di mana mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami materi perkuliahan terutama dalam penerapan analisis matematis dalam menyelesaikan persoalan fisika, sehingga hasil belajar yang diperoleh masih rendah. Banyak faktor penyebab rendahnya hasil belajar ini antara lain disebabkan mahasiswa belum memahami konsep fisis secara kualitatif sebelum menggunakan analisis matematis. Penyebab lain mungkin karena mahasiswa belum terbiasa bekerja keras sehingga misalnya bila diberikan tugas, biasanya mengopi punya teman tanpa tahu apa isinya, dan juga dalam perkuliahan tingkat keaktifan mahasiswa masih rendah.

Kalau keadaan di atas dibiarkan berlarut-larut tentu akan berdampak pada mutu lulusan, sementara sebagai staf pengajar mempunyai tanggung jawab moral terhadap peningkatan mutu lulusan sebagai perluasan mandat Universitas Negeri Padang. Dari pengalaman studi banding ke Jurusan Fisika University of Washington dan setelah mengikuti kuliah Fisika Matematika di Program Pra Magister di ITB Bandung, timbul keinginan peneliti untuk membantu mengatasi masalah yang dihadapi mahasiswa tersebut melalui suatu usaha kearah perbaikan proses belajar mengajar.

B. Perencanaan

1. Subjek Penelitian

Sebagai subjek dalam penelitian ini adalah mahasiswa Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang angkatan 1997 yang mengikuti mata kuliah Fisika Matematika I pada tahun akademik 1999/2000 sebanyak 32 orang (peneliti merupakan pembina mata kuliah ini).

2. Yang Terlibat Dalam Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian tindakan kelas (*classroom action research*) yaitu penelitian tindakan yang dilakukan di kelas oleh dosen yang bersangkutan berdasarkan kekurangan-kekurangan di dalam pembelajaran yang dirasakan selama ini, di mana anggota peneliti terdiri dari dua orang dosen mata kuliah Fisika Matematika I (karena mata kuliah ini keluar pada semester Juli-Desember 1999) ditambah satu orang lagi sebagai pengamat. Satu orang dosen berfungsi sebagai peneliti utama yang melakukan kegiatan perkuliahan tatap muka di kelas dan sekaligus sebagai instruktur dalam kegiatan tutorial yang dibantu oleh satu orang anggota peneliti lainnya. Ketua peneliti lebih banyak bertindak sebagai pengelola dalam semua kegiatan. Setelah beberapa kali pertemuan proses belajar mengajar berlangsung, dilakukan diskusi diantara

tim untuk membahas permasalahan yang dihadapi dalam pembelajaran sebagai dasar melakukan tindakan berikutnya.

3. Rencana Tindakan

Sebelum penelitian dilakukan maka dirasa perlu melakukan hal-hal yang dipandang penting, sebagai berikut :

- a. Menelaah kurikulum dan silabus mata kuliah Fisika Matematika I guna mengetahui deskripsi, tujuan dan materi perkuliahan.
- b. Memilih buku ajar yang terdapat dalam silabus.
- c. Merevisi bahan ajar dalam bahasa Indonesia untuk setiap pertemuan tatap muka perminggu, karena buku sumber wajib masih dalam bahasa Inggris. Kalaupun ada buku ajar dalam Bahasa Indonesia, kebanyakan terjemahan dengan isi dan urutan yang kurang sesuai dengan kurikulum.
- d. Membuat penjelasan tentang representasi kualitatif untuk menyelesaikan soal fisika dan membuat soal dalam Lembaran Soal Belajar Aktif yang dilaksanakan pada kegiatan tutorial.
- e. Mempersiapkan soal-soal dan penyelesaiannya untuk setiap pokok bahasan baik untuk pretest dan posttest serta tugas rumah.
- f. Mempersiapkan lembar observasi baik untuk dosen maupun untuk aktivitas mahasiswa dalam proses belajar mengajar.
- g. Mempersiapkan tes hasil belajar untuk akhir suatu siklus

Selanjutnya berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diatas, dimana ditemukan beberapa faktor kemungkinan penyebab rendahnya aktivitas belajar mahasiswa antara lain kurang pemahannya mahasiswa akan konsep dasar fisis untuk menemukan representasi matematis, kebiasaan mengkopi tugas teman, kurang punya keberanian mengajukan pertanyaan saat perkuliahan, untuk itu perlu dirancang suatu model perkuliahan yang akan dapat meningkatkan aktivitas belajar mahasiswa yaitu melaksanakan perkuliahan dengan sistem tutorial. Adapun pelaksanaan perkuliahan dengan sistem tutorial menurut Pride, dkk. (1998) sistem tutorial terdiri dari beberapa komponen yang terintegrasi, berupa pretest, tugas rumah, kegiatan tutorial dengan menggunakan Lembaran Kerja (dalam bentuk *Active Learning Problem Sheets* atau Lembaran Soal Belajar Aktif, LSBA) posttest dan ujian akhir.

Pada penelitian ini dengan menggunakan sistem tutorial menurut Pride, Dkk. (1998) di atas dan diadakan beberapa penyesuaian direncanakan urutan kegiatan sebagai berikut: melaksanakan pretest sebelum perkuliahan dimulai, di mana pretest ini dilakukan untuk setiap pokok bahasan yang akan dibahas,

penyampaian materi perkuliahan sesuai pokok bahasan yang bersangkutan materinya dipenggal untuk satu kali tatap muka perminggu, kemudian sesuai dengan materi yang dibahas pada minggu tersebut mahasiswa diberi tugas rumah. Pada pertemuan berikutnya untuk minggu yang sama diadakan kegiatan tutorial dimana mahasiswa dibagi dalam kelompok kecil 4-5 orang untuk berdiskusi dan bekerja dengan bantuan LSBA, kemudian setelah selesai satu pokok bahasan lalu diberi posttest, kemudian diadakan ujian diakhir pelaksanaan siklus I. Untuk jelasnya berikut ini akan dibicarakan untuk masing-masing kegiatan tersebut:

a. Melaksanakan Pretest

Di negara maju banyak dilakukan penelitian dalam pengajaran untuk meningkatkan pemahaman kualitatif peserta didik, seperti Resequist & McDermott (1987) dengan sistem tutorial dalam pengajaran fisika. Pada sistem tutorial ini kegiatannya diawali dengan memberikan pretest pada awal perkuliahan untuk satu pokok bahasan dengan menggunakan waktu sekitar 15 menit. Test yang diberikan dalam bentuk pretest ini dapat memotivasi mahasiswa untuk belajar aktif seperti dikemukakan Surachmad (1986) dimana test dapat dijadikan alat bantu untuk menolong pengajar memotivasi mahasiswa dalam belajar. Pretest ini dibuat dalam bentuk essay dengan berisikan materi yang akan dibahas pada perkuliahan tatap muka di kelas. Pretest ini dapat digunakan untuk informasi bagi dosen tentang tingkat pengetahuan mahasiswa pada pokok bahasan yang akan dibahas di mana menurut Slameto (1988: 27) konsep yang mantap dan jelas yang telah ada dalam struktur kognitif mahasiswa memudahkan mereka untuk belajar. Pretest juga membantu mahasiswa agar ia dapat mengidentifikasi apa kira-kira yang akan dibahas dalam kegiatan tutorial berikutnya.

b. Pertemuan Tatap Muka

Cara mengajar yang menggunakan berbagai jenis dan teknik yang dilakukan secara tepat dan penuh kesadaran oleh pengajar, akan memperbesar minat belajar para peserta didik dan karena itu pula akan mempertinggi hasil belajar mereka (Alipandie, 1984:72). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran akan meningkat bila dalam proses itu melibatkan keaktifan mahasiswa sebanyak mungkin. Keterlibatan itu akan dapat terlaksana bila materi yang dibahas dalam proses pembelajaran disampaikan dengan cara yang menarik. Berangkat dari pendapat di atas maka setelah pretest selesai dilaksanakan, kepada mahasiswa diberi kesempatan untuk menanyakan sesuatu yang dirasa perlu termasuk permasalahan yang dihadapi dalam mengerjakan pretest.

Kegiatan selanjutnya memberi penjelasan tentang teori, konsep, untuk materi yang dibahas pada minggu yang bersangkutan. Sesuai dengan materi mata kuliah Fisika Matematika I pembahasan diawali dengan cara memberikan konsep dasar-dasar matematika beserta contoh, kemudian dilanjutkan dengan

aplikasinya dalam menyelesaikan persoalan fisika. Dalam menyelesaikan persoalan fisika ini, terlebih dahulu dilakukan analisis fisis dalam bentuk kualitatif untuk menemukan model matematis yang cocok untuk menyelesaikan persoalan fisis tersebut kemudian baru dilanjutkan dengan analisis matematis.

Para ahli pada umumnya selalu mempertimbangkan beberapa hal dalam menyelesaikan persoalan fisika. Salah satu diantaranya adalah menggunakan konsep-konsep fundamental untuk menganalisa secara kualitatif sebelum melakukan perhitungan secara matematis (Heller, 1995, Heuvelen, 1991). Menurut Heuvelen (1991) dalam pengajaran fisika tujuan yang hendak dicapai adalah untuk memahami besaran dan konsep-konsep dasar fisis, mahasiswa harus belajar untuk merepresentasikan besaran dan konsep fisis ini menggunakan representasi kualitatif. Ia juga menambahkan mengapa menggunakan analisis kualitatif dalam menyelesaikan persoalan fisika, sebelum melakukan analisis matematis, diantaranya adalah karena masih banyak mahasiswa yang belum memahami besaran dan konsep dalam permasalahan fisika.

Heller (1995) mengidentifikasi beberapa macam strategi yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah. Analisis kualitatif ini merupakan langkah pertama yang harus dilakukan, yaitu berupa visualisasi masalah dimana situasi verbal diubah menjadi situasi dalam sketsa fisis sesuai dengan ujud yang sesungguhnya. Kemudian diidentifikasi dan dinyatakan dengan kata-kata sendiri secara kualitatif sebelum melakukan perhitungan matematis secara kuantitatif (Sutrisno, 1995).

Dalam proses tatap muka untuk penyampaian materi, setiap selesai membahas sub konsep kepada mahasiswa selalu diberi kesempatan untuk bertanya atau dosen mengajukan pertanyaan kepada mahasiswa kira-kira pada bagian mana mahasiswa yang belum paham. Dalam membahas contoh soal, mahasiswa diberi kesempatan untuk mengerjakan di depan kelas dengan tujuan mahasiswa dapat aktif dalam kegiatan perkuliahan. Setelah seluruh materi selesai disajikan untuk minggu yang bersangkutan, kemudian mahasiswa diberi tugas rumah.

c. Tugas Rumah

Seperti disebutkan di atas, agar mahasiswa terbiasa bekerja dengan aktif, maka setelah materi untuk minggu yang bersangkutan selesai dibahas, mahasiswa diberi tugas rumah yang dikumpulkan sesaat sebelum kegiatan tutorial pada minggu yang sama, dimana sebagian dari bahan ini akan dibahas pada kegiatan tutorial. Dengan kegiatan memberikan tugas ini mahasiswa akan merasa terangsang untuk meningkatkan aktivitas belajarnya kearah yang lebih baik serta dapat memupuk inisiatif dan berani bertanggung jawab (Roestiyah, 1985). Tugas rumah ini diberikan dalam bentuk essay yang sebagian besar berupa soal-soal aplikasi matematika dalam menyelesaikan persoalan fisika. Tugas rumah ini dimaksudkan

agar mahasiswa dapat memahami materi yang baru saja dibahas pada pertemuan tatap muka, dan juga sebagai persiapan untuk dibahas dalam kegiatan tutorial

d. Kegiatan Tutorial

Kegiatan tutorial dilaksanakan dalam satu sesi sebanyak 20 – 25 mahasiswa yang dibagi dalam kelompok kecil 4 – 5 orang. Dalam kelompok kecil ini mahasiswa bekerja dan berdiskusi dengan bantuan Lembaran Soal Belajar Aktif dibawah bimbingan 2 orang dosen sebagai instruktur. Biasanya setiap pembahasan dalam penyampaian materi Fisika Matematika pada setiap pokok bahasan sebagian besar membahas matematika terlebih dahulu, baru kemudian diikuti dengan penggunaan matematika tersebut dalam menyelesaikan persoalan fisika, sehingga sebagian besar waktu perkuliahan banyak dihabiskan untuk membahas persoalan matematikanya. Oleh sebab itu untuk isi dari LSBA harus dirancang sedemikian rupa agar matematika yang sudah dibahas tadi dapat diaplikasikan ke persoalan fisika.

Hasil penelitian di luar negeri menunjukkan bahwa mahasiswa dapat dengan mudah menyelesaikan soal fisika dalam bentuk matematika, tapi menemui kesulitan dalam menyelesaikan persoalan secara fisis. Seperti hasil penelitian Thacker (1994) di mana ia membuat soal yang penyelesaiannya dalam bentuk kualitatif dan kuantitatif, dan ternyata dari hasil penelitiannya diperoleh bahwa penyelesaian soal secara kuantitatif memang lebih berhasil, tapi kurang berhasil dalam meningkatkan pemahaman konsep dari mahasiswa. Dengan demikian perlu suatu usaha untuk menjembatani bagaimana menyelesaikan persoalan fisis ini melalui representasi fisis untuk menemukan model matematis yang akan diterapkan untuk menyelesaikan persoalan tadi.

Menurut Leonard (1996) dalam penyelesaian soal fisika secara kualitatif ini terdiri dari tiga komponen utama yaitu: (1) prinsip atau konsep dasar apa yang dapat digunakan untuk menyelesaikan soal; (2) alasan mengapa prinsip atau konsep dapat digunakan; dan (3) prosedur yang digunakan untuk dapat menyelesaikan soal.

Dari uraian di atas maka LSBA yang dipakai pada kegiatan tutorial, keberisikan soal-soal yang dapat membimbing mahasiswa kearah pemahaman konsep fisis secara kualitatif untuk menemukan representasi matematis guna menyelesaikan persoalan fisika sehingga melibatkan proses mental mahasiswa secara optimal.. Untuk keperluan itu LSBA juga dapat memuat pertanyaan-pertanyaan yang mengarahkan mahasiswa untuk menyatakan situasi persoalan fisika dalam bentuk skets, diagram, konsep fisis dalam bahasa matematika (Heuvelen, 1991).

Dalam kegiatan tutorial dengan menggunakan LSBA ini, mahasiswa bekerja dalam kelompok kecil dimana menurut Kemp (1985) bekerja dalam kelompok kecil akan terjadi interaksi antara mahasiswa dengan dosen, atau antara mahasiswa sesamanya untuk mendiskusikan, mempertanyakan, memecahkan masalah

sehingga mahasiswa dapat mengikuti kegiatan pembelajaran secara aktif. Dengan adanya kegiatan diskusi kelompok pada kegiatan tutorial ini, maka mahasiswa akan mengalami aktivitas mental, seperti mahasiswa dapat mengembangkan kemampuan intelektualnya, kemampuan berpikir kritis, kemampuan menganalisis dan kemampuan menerapkan pengetahuan (Roestiyah, 1989). Dari pendapat di atas menunjukkan betapa pentingnya keterlibatan mental mahasiswa secara langsung dalam mencapai tujuan pembelajaran. Keterlibatan mental secara optimal akan membangkitkan motivasi yang optimal pula. Hal ini akan berpengaruh pada rasa percaya diri dalam mengungkapkan ide-ide ataupun memberikan tanggapan atas pendapat orang lain yang pada gilirannya akan berdampak terhadap tingkat pemahaman dan tentu pula akan meningkatkan hasil belajar mereka.

e. Melaksanakan Posttest

Setelah satu pokok bahasan selesai dibahas, maka kepada mahasiswa diberikan posttest untuk mengetahui tingkat pemahaman mahasiswa terhadap materi yang dibahas untuk pokok bahasan yang bersangkutan. Test yang diberikan pada setiap pokok bahasan ini akan memberikan hasil yang lebih baik dari pada itu dilaksanakan dalam waktu yang lama tapi hanya satu kali (Agus Sujianto, 1981; Sumadi Surya Brata, 1986). Test ini diberikan kepada mahasiswa dalam waktu sekitar setengah jam. Soal dibuat dalam bentuk essay sesuai dengan karakterisasi materi dan tujuan mata kuliah yang hendak dicapai, yaitu agar mahasiswa mampu menerapkan berbagai bentuk dasar matematika dalam penyelesaian secara analitis berbagai persoalan fisika. Jumlah soal setiap posttest berkisar dua sampai tiga soal sesuai dengan pokok bahasan yang dibahas.

Test yang diberikan dalam bentuk pretest dan posttest dapat memotivasi mahasiswa untuk belajar aktif seperti yang dikemukakan Surachmad (1986) bahwa test dapat dijadikan alat bantu untuk menolong pengajar memotivasi mahasiswa dalam belajar. Sebelum pelaksanaan test, mahasiswa diberitahukan tentang akan diadakan test dan hasilnya akan memberikan kontribusi terhadap hasil akhir dari mata kuliah. Dengan adanya informasi ini diharapkan mahasiswa akan mempersiapkan diri sebaik-baiknya untuk memperoleh hasil yang baik. Hasil test ini akan dibagikan kepada mahasiswa sebelum perkuliahan untuk pokok bahasan berikutnya dibahas dengan tujuan agar dapat menjadi umpan balik bagi mahasiswa untuk meningkatkan aktivitas belajar selanjutnya.

f. Ujian Akhir

Diakhir siklus pertama diadakan ujian akhir yang materinya mencakup semua pokok bahasan yang telah dibahas pada siklus pertama. Tujuan dari ujian akhir ini adalah untuk melihat apakah mahasiswa

sudah memahami materi yang sudah dibahas selama satu siklus tersebut. Ujian akhir ini juga dapat digunakan sebagai sarana memberikan motivasi kepada mahasiswa untuk belajar lebih giat. Pengalaman menunjukkan bahwa mahasiswa akan lebih giat belajar dan berusaha lebih keras apabila mereka mengetahui bahwa diakhir program yang ditempuh akan diadakan ujian untuk mengetahui prestasi mereka (Saifudin Anwar, 1984: 72).

C. Pelaksanaan

Pelaksanaan penelitian selama satu semester dibagi atas dua siklus di mana satu siklus selama setengah semester (8 minggu). Sesuai dengan tujuan penelitian yang hendak dicapai, yaitu untuk meningkatkan kualitas pembelajaran mahasiswa dalam mata kuliah Fisika Matematika I, maka aktivitas pelaksanaan pengajaran diarahkan untuk mencapai tujuan tersebut. Dalam pengajaran diupayakan agar sebanyak mungkin melibatkan aktivitas belajar mahasiswa dengan memberi peluang mendorong dan membimbing mahasiswa untuk melaksanakan aktivitas mereka tersebut dengan menggunakan sistem tutorial.

Adapun materi mata kuliah Fisika Matematika I yang dibahas pada siklus pertama ini terdiri dari pokok bahasan Deret Tak Hingga, Deret Fourier dan Bilangan Kompleks. Untuk setiap pokok bahasan ini telah ditulis bahan ajarnya untuk setiap pertemuan setiap minggu dengan kegiatan tatap muka 3 x 50 menit. Sesuai dengan materi yang dibahas untuk setiap pokok bahasan terdiri dari dua kali pertemuan sehingga semua membutuhkan waktu 6 minggu. Adapun kegiatan yang dilakukan pada siklus pertama adalah :

- a. Pada pertemuan pertama awal perkuliahan dosen membagikan silabus dan menjelaskan materi yang akan dibahas selama satu semester dan tujuan pengajaran yang hendak dicapai, juga buku wajib dan buku anjuran yang dipakai dalam perkuliahan Fisika Matematika I. Pada pertemuan pertama ini juga diberi penjelasan tentang kegiatan pengajaran dengan sistem tutorial yang diikuti dengan penjelasan tentang penggunaan cara penyelesaian soal melalui representasi fisis untuk menggunakan analisis matematis serta kegiatan yang akan dilakukan selama satu semester. Pada pertemuan pertama ini belum dapat dilaksanakan pretest karena mahasiswa tidak mengetahui sebelumnya akan diadakan test dan lagi pula walaupun diadakan test mungkin hasilnya tidak akan memberikan kontribusi sebab materi mata kuliah ini bagi mahasiswa merupakan materi yang masih baru sehingga pada pertemuan pertama ini langsung saja dibahas materi untuk pokok bahasan minggu pertama.
- b. Pada pertemuan kedua perkuliahan dan pada setiap awal pokok bahasan pada pertemuan berikutnya sebelum membahas materi diberikan pretest selama lebih kurang 15 menit untuk memotivasi mahasiswa serta mengetahui kemampuan awal mahasiswa dalam membahas materi yang akan dipelajari.

- c. Setiap pertemuan perkuliahan di kelas dosen membahas materi dasar-dasar matematika dan penggunaannya dalam persoalan fisika yang diikuti dengan contoh soal fisika yang penyelesaiannya melalui representasi fisis. Materi yang dibahas pada satu kali pertemuan setiap minggunya telah dipenggal berdasarkan pokok bahasannya. Pada siklus pertama pokok bahasan yang disajikan diperlukan dua kali pertemuan, sehingga pokok bahasan ini dipenggal ke dalam sub pokok bahasan. Materi disajikan atas dasar jalinan fungsional materi sehingga keterkaitan antara satu materi dengan materi lain tetap utuh. Sesuai dengan tujuan mata kuliah ini, maka di sini dituntut kemampuan dalam memahami dasar-dasar matematika dan diikuti dengan kemampuan dalam mengaplikasikannya dalam memecahkan persoalan fisika. Oleh sebab itu dalam perkuliahan tatap muka, perlu terlebih dahulu membahas dasar-dasar matematika beserta contoh-contoh soal barulah kemudian diikuti dengan contoh soal penggunaannya dalam menyelesaikan persoalan fisika.

Contoh soal tentang aplikasi matematika dalam fisika, dalam cara penyelesaiannya disesuaikan dengan strategi yang sudah dikemukakan yaitu terlebih dahulu menganalisis persoalan fisiknya melalui representasi fisis untuk menemukan model atau rumusan matematis yang akan digunakan dan setelah itu dilanjutkan dengan menyelesaikan persoalan matematis ini untuk mendapatkan solusi dari persoalan fisika tadi. Dalam membahas contoh soal ini, mahasiswa diikut sertakan dalam memikirkan pemecahan langkah demi langkah agar mahasiswa termotivasi untuk aktif dan kalau perlu salah seorang diantara mereka diminta menyelesaikan didepan kelas beserta penjelasannya.

- d. Setiap akhir pertemuan mahasiswa diberi latihan untuk dikerjakan di rumah yang harus dikumpulkan. Tugas rumah yang diberikan dalam bentuk essay dengan jumlah soal antara 4 - 5 soal disesuaikan dengan materi yang dibahas. Pada umumnya terdiri dari soal yang materinya merupakan soal fisika yang penyelesaiannya memerlukan analisis matematika yang sedang dibahas. Sebagian dari tugas rumah yang diberikan ini dibahas dalam kegiatan tutorial untuk mengetahui apakah mahasiswa sudah dapat menggunakan rumusan matematis melalui analisis kualitatif seperti yang diharapkan.
- e. Pada kegiatan tutorial dalam satu sesi semula direncanakan terdiri dari 20 - 24 mahasiswa yang dibagi dalam kelompok kecil 4 - 5 orang, tapi dengan keterbatasan waktu bagi mahasiswa karena padatnya jadwal perkuliahan, maka mahasiswa yang berjumlah 32 orang terpaksa diadakan dalam satu sesi dengan anggota kelompok 5 - 6 orang sehingga diperoleh 6 kelompok kecil. Adapun pengelompokan didasarkan pada nilai indek prestasi (IP) mahasiswa pada semester sebelumnya. Kelompok mahasiswa diusahakan homogen satu sama lain dengan anggota kelompok dibuat bervariasi, di mana untuk setiap anggotanya terdiri dari IP yang tinggi sampai yang rendah. Mahasiswa bekerja dengan menggunakan

LSBA (Lembaran Soal Belajar Aktif) dibawah bimbingan dua orang dosen (anggota tim) yang bertindak sebagai instruktur. Selama kegiatan tutorial, dilakukan pengamatan terhadap aktivitas belajar mahasiswa. Alokasi waktu untuk kegiatan tutorial ini 3 x 50 menit. Diakhir kegiatan tutorial, dilakukan diskusi umum untuk memberi penjelasan tentang jawaban yang benar dari soal-soal dalam LSBA, lalu dikumpulkan satu perkelompok.

- f. Setelah selesai pembahasan setiap akhir pokok bahasan lalu dilaksanakan posttest. Soal posttest dalam bentuk essay dengan soal sesuai dengan materi yang dibahas pada pokok bahasan yang bersangkutan. Jumlah soal berkisar 1 - 2 soal yang membahas soal aplikasi fisika.
- g. Setelah selesai semua materi dibahas untuk setengah semester pertama, diadakan ujian tengah semester yang merupakan ujian akhir pada siklus pertama dengan materi semua bahan yang dibahas dari awal perkuliahan., untuk mengetahui apakah ada peningkatan pemahaman mahasiswa terhadap materi yang dibahas. Karena melibatkan semua materi pada pokok bahasan yang telah dibahas, untuk membantu pemahaman mahasiswa agar hasil yang diperoleh lebih baik, maka diadakan kegiatan tutorial tambahan berupa review materi untuk semua bahan yang akan diujikan, sehingga soal pada LSBA berjumlah 3 soal masing-masing satu soal untuk satu pokok bahasan. Untuk review ini diadakan pada minggu ke-7 dan ujian akhir siklus pertama pada minggu ke-8.

D. Observasi

1. Teknik Pengumpulan Data.

Dalam penelitian tindakan kelas ini teknik pengumpulan data dilakukan dengan pengamatan langsung, wawancara, merekam dengan kamera video dan rekaman pita, angket terbuka dan melaksanakan test dalam bentuk posttest dan test diakhir setiap siklus.

a. Pengamatan Langsung

Karena penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan aktivitas belajar mahasiswa seoptimal mungkin, maka data yang diperlukan terutama yang menyangkut aktivitas tersebut. Pengamatan dilakukan terhadap aktivitas mahasiswa pada saat perkuliahan tatap muka (penyampaian materi perkuliahan) dan pada saat kegiatan tutorial. Aktivitas mahasiswa ini dibagi dua yaitu aktivitas yang positif dan aktivitas yang negatif. Adapun aktivitas positif dalam kuliah tatap muka meliputi :

- ♦ Memperhatikan penjelasan dosen. Penjelasan yang dimaksud di sini adalah penjelasan tentang materi yang sedang dibahas, dan penjelasan lain seperti pertanyaan oleh mahasiswa.

- ◆ Mengajukan pertanyaan pada dosen, maksudnya adalah pertanyaan tentang materi yang sedang dibahas ataupun yang sudah berlalu dan yang akan datang.
- ◆ Menjawab pertanyaan dosen, maksudnya adalah pertanyaan tentang materi pelajaran.
- ◆ Bertanya pada teman atau diskusi, maksudnya adalah bertanya pada teman tentang materi yang kurang jelas atau mendiskusikan sesuatu yang berhubungan dengan materi yang dibahas.
- ◆ Mendengar teman menjawab pertanyaan maksudnya adalah pertanyaan yang diajukan dosen ataupun yang diajukan mahasiswa pada dosen tapi dijawab oleh mahasiswa.
- ◆ Mencatat materi perkuliahan, maksudnya mencatat materi yang sedang dijelaskan oleh dosen.
- ◆ Maju ke depan menyelesaikan soal, maksudnya menyelesaikan soal di papan tulis.
- ◆ Menyelesaikan contoh soal yaitu soal-soal yang diberikan dosen sewaktu terjadi proses belajar mengajar, yang dikerjakan di dalam buku.

Selanjutnya untuk ktivitas negatif dalam perkuliahan tatap muka adalah:

- ◆ Terlambat masuk kelas maksudnya mahasiswa yang masuk kelas setelah palajaran dimulai dianggap telah terlambat masuk kelas.
- ◆ Acuh, maksudnya adalah mahasiswa yang tidak peduli pada proses yang sedang berlangsung.
- ◆ Mengantuk adalah mahasiswa yang mengantuk dalam belajar
- ◆ Bercanda dengan teman maksudnya bercanda yang berlebihan sehingga mengganggu kegiatan yang berlangsung.
- ◆ Minta izin keluar kelas yaitu minta izin yang dilakukan disaat proses pembelajaran sedang berlangsung .
- ◆ Resah adalah perasaan tidak nyaman yang dialami mahasiswa sewaktu belajar yang terlihat berupa keresahan fisik dan mentalnya.

Kemudian aktifitas mahasiswa yang diamati dalam kegiatan tutorial pada siklus pertama ini juga terbagi dua yaitu aktivitas positif dan aktivitas negatif. Aktivitas positif meliputi:

- ◆ Membaca LSBA (Lembaran Soal Belajar Aktif)
- ◆ Memperhatikan penjelasan dosen baik mengenai soal yang diberikan atau hal-hal lain yang berkaitan dengan kegiatan tutorial.
- ◆ Memperhatikan teman yang berbicara maksudnya adalah teman dalam kelompok ataupun teman yang memberikan komentar saat diskusi kelas.
- ◆ Mengajukan pertanyaan pada dosen yaitu sehubungan dengan soal yang ada dalam LSBA.

- ◆ Menjawab pertanyaan dosen maksudnya adalah menjawab pertanyaan dosen disaat dosen membimbing kelompok yang bermasalah dalam rangka mencari penyelesaian dari masalah yang dihadapi.
- ◆ Menulis/mencatat jawaban LSBA yaitu yang dilakukan dalam masing-masing kelompok.
- ◆ Menjelaskan pada teman sekelompok maksudnya menjelaskan penyelesaian soal yang didapatnya secara pribadi atau diskusi pada anggota kelompoknya yang kurang memahami penyelesaian permasalahan yang dihadapi.

Aktivitas negatif dalam kegiatan tutorial yang diamati adalah: terlambat masuk kelas, minta izin keluar kelas, acuh, mengantuk, dan bercanda.

Semua aktivitas yang disebutkan di atas dicatat langsung oleh observer (anggota tim) yang ikut berada dalam kelas selama perkuliahan dan kegiatan tutorial berlangsung. Data dicatat frekwensi munculnya setiap 25 menit pada lembar observasi (yang telah disediakan sebelumnya, lampiran 1,2) dalam selang waktu 25 menit pertama, 25 menit kedua sampai 25 menit keenam, hal ini dilakukan agar setiap aktivitas yang muncul diamati dan dicatat datanya. di mana untuk setiap kali perkuliahan alokasi waktu 3 X 50 menit. Pengamatan untuk perkuliahan dilakukan secara klasikal sedangkan pada kegiatan tutorial secara kelompok, di mana anggota setiap kelompok sebanyak 5-6 orang dengan jumlah kelompok sebanyak 6 kelompok. Dalam lembar observasi juga dicatat aktivitas dosen baik dalam kegiatan perkuliahan tatap muka maupun dalam kegiatan membimbing mahasiswa dalam diskusi kelompok pada kegiatan tutorial (lampiran 3,4).

b. Wawancara

Untuk mengetahui kesan ataupun persepsi mahasiswa tentang proses perkuliahan Fisika Matematika I yang sedang mereka ikuti, dilakukan wawancara langsung dengan lisan ataupun dengan cara tidak langsung (tertulis), yang dilakukan secara acak, ada kalanya setelah perkuliahan tatap muka selesai, adakalanya setelah kegiatan tutorial dan adakalanya setelah posttest. Untuk wawancara secara langsung mahasiswa yang diwawancarai sebanyak dua orang yang diambil secara acak, sedangkan untuk wawancara secara tertulis melibatkan seluruh mahasiswa. Yang ditanyakan adalah hal-hal positif yang dilakukan dosen dan saran-saran perbaikan menurut mereka sehubungan dengan kegiatan tatap muka/penyajian, pretest dan posttest, kegiatan tutorial (seperti pemilihan anggota kelompok kecil dalam diskusi), materi dan model soal dalam LSBA, prosedur kerja dan alokasi waktu pelaksanaan diskusi.

Hasil wawancara ini dicatat dan dianalisis. Sesaat selesai ujian tengah semester, mahasiswa diberi angket (lampiran 5) untuk menanyakan kembali tentang kesan dan persepsi mereka secara keseluruhan tentang perkuliahan yang diikuti.

c. Perekaman

1) Perekaman video

Untuk melihat dan mendengar ulang kejadian tentang aktivitas mahasiswa dalam perkuliahan ataupun dalam kegiatan diskusi pada kegiatan tutorial serta penampilan dosen dalam memberikan kuliah dan membimbing mahasiswa dalam kegiatan tutorial, maka dilakukan perekaman gambar dan suaranya dengan menggunakan kamera video yang dilakukan oleh seorang kameramen. Dari pengamatan hasil rekaman dapat diketahui hal positif yang akan dipertahankan dan negatif yang harus diperbaiki.

2) Perekaman pita

Wawancara dengan rekaman pita bertujuan untuk mengetahui secara langsung tanggapan mahasiswa terhadap kegiatan yang dilakukan baik positif maupun negatif. Selain itu untuk mengetahui dampak dari kegiatan yang dilakukan terutama mengenai kegiatan tutorial.

d. Angket

Angket juga bertujuan untuk mengetahui tanggapan mahasiswa terhadap kegiatan yang dilakukan. Angket ini diberikan setiap selesai satu pokok bahasan. Tanggapan mahasiswa yang diminta adalah tentang cara pelaksanaan perkuliahan secara keseluruhan baik dari aspek dosen, materi perkuliahan, dan penggunaan LSBA. Disamping itu juga diminta alasan tentang aktivitas yang mereka lakukan.

e. Dokumen

Dokumen yang diperlukan berupa LSBA (Lembaran Soal Belajar Aktif) yang telah diisi mahasiswa melalui kegiatan tutorial, nilai posttest dan nilai ujian akhir siklus pertama (Ujian Mid Semester).

2. Teknik Analisis Data

Secara umum data dan informasi yang diperoleh dalam observasi dapat dibagi atas tiga kelompok yaitu data kuantitatif keaktifan mahasiswa, informasi tentang hal-hal positif dan negatif serta saran-saran perbaikan dan skor yang diperoleh mahasiswa dalam posttest dan ujian akhir siklus pertama. Teknik analisis tiap kelompok data adalah sebagai berikut:

a. Data Keaktifan Mahasiswa

Data keaktifan mahasiswa yang diamati dibagi dalam tiga bagian, yaitu keaktifan pada saat perkuliahan, keaktifan pada saat kegiatan tutorial dan keaktifan dalam membuat tugas rumah. Untuk keaktifan dalam perkuliahan dan kegiatan tutorial masing-masing dibagi lagi atas dua aspek yaitu aktivitas yang positif dan aktivitas negatif. Untuk data pada aktivitas yang positif yaitu yang mendukung kegiatan perkuliahan dan aktivitas negatif yang menghambat kelancaran perkuliahan

1) Data aktivitas mahasiswa dalam perkuliahan

♦ Data aktivitas positif mahasiswa dalam perkuliahan meliputi:

- (1) Memperhatikan penjelasan dosen,
- (2) Mencatat materi perkuliahan.
- (3) Menyelesaikan contoh soal
- (4) Mengajukan pertanyaan pada dosen
- (5) Menjawab pertanyaan dosen
- (6) Bertanya pada teman atau diskusi.
- (7) Mendengarkan teman menjawab pertanyaan
- (8) Menyelesaikan contoh soal di papan tulis

♦ Sedangkan data aktivitas negatif dalam perkuliahan adalah: (1) Terlambat masuk kelas, (2) Acuh, (3) Mengantuk, (4) Bercanda dengan teman (5) Minta izin ke luar dan (6) Resah.

2) Data aktivitas dalam kegiatan tutorial.

Aktivitas mahasiswa yang diamati dalam kegiatan tutorial juga terbagi dua pula yaitu aktivitas positif dan aktivitas negatif.

♦ Data aktivitas positif dalam kegiatan tutorial meliputi :

- (1) membaca LSBA
- (2) memperhatikan penjelasan dosen,
- (3) memperhatikan teman yang berbicara,
- (4) mengajukan pertanyaan pada dosen,
- (5) menjawab pertanyaan instruktur/dosen.
- (6) Menulis/mencatat jawaban pada LSBA.
- (7) Menjelaskan pada teman sekelompok.

♦ Data aktivitas negatif dalam kegiatan tutorial yang diamati adalah: (1) terlambat masuk kelas, (2) minta izin keluar kelas, (3) acuh, (4) mengantuk, dan (5) bercanda.

Data diplot dalam bentuk grafik antara frekuensi aktivitas yang muncul terhadap aspek yang diamati. Data aktivitas yang diperoleh melalui observasi yang dilakukan dituangkan dalam sebuah grafik yang diplot antara frekuensi munculnya suatu aktivitas terhadap aspek yang diamati. Dari grafik akan terlihat kecendrungan tiap aspek.

3) Data aktivitas dalam mengerjakan tugas rumah

Tugas rumah yang diberikan kepada setiap mahasiswa setelah perkuliahan tatap muka berakhir dikumpulkan pada saat sebelum kegiatan tutorial dimulai. Tugas rumah ini diperiksa, tapi tidak diberi nilai/skor karena pada umumnya isi tugas rumah ini hampir sama, jadi tidak dapat diidentifikasi siapa sumber dan siapa yang mengopi. Cuma saja mahasiswa sudah dapat memperoleh nilai tambah bila tugas rumah dikerjakan dan dikumpulkan tepat waktu. Data untuk tugas rumah ini diplot grafiknya antara banyaknya mahasiswa yang mengumpulkan tugas pada setiap pemberian tugas rumah tersebut.

b. Informasi Tentang Hal-hal Positif dan Negatif Serta Saran-saran Perbaikan

Informasi tentang hal-hal positif dan negatif serta saran-saran perbaikan yang dikemukakan baik oleh anggota tim dan mahasiswa maupun dari pemutaran ulang video serta pemutaran rekaman pita tape recorder, merupakan informasi penting yang berguna sebagai umpan balik sebagai dasar untuk langkah perbaikan pada siklus kedua.

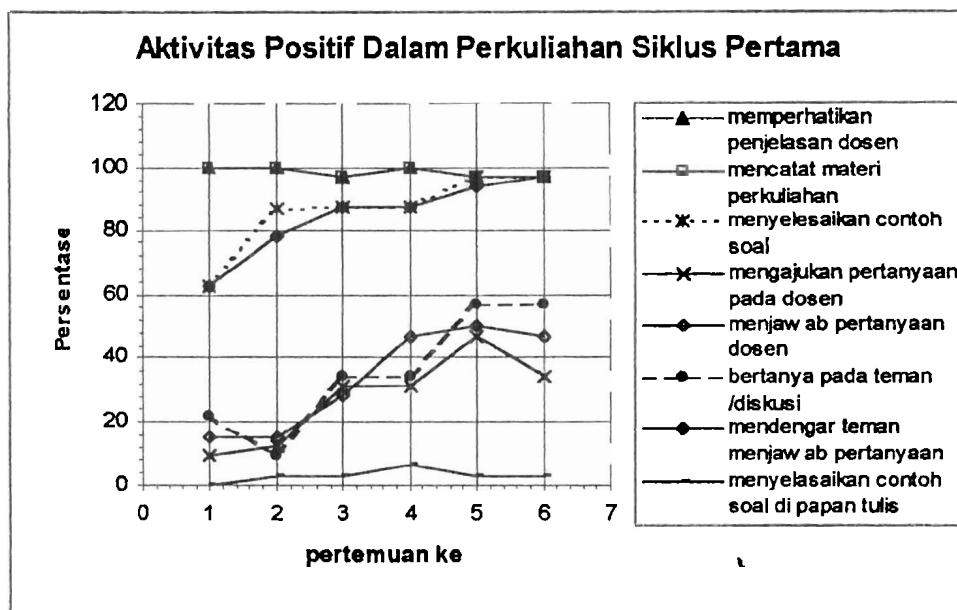
c. Nilai Mahasiswa

Dari data nilai mahasiswa dalam mata kuliah Fisika Matematika I ini yang terdiri dari dua bentuk nilai/skor, yaitu nilai/skor posttest setiap akhir pokok bahasan dan nilai ujian akhir siklus pertama. Untuk setiap nilai posttest ini dicari nilai rata-ratanya kemudian diamati perkembangannya, lalu rata-rata nilai/skor ini dibandingkan dengan skor ujian akhir siklus pertama.

3. Hasil Analisis Data

a. Hasil Observasi dalam Perkuliahan

Data yang diperoleh selama perkuliahan pada siklus pertama (6 kali pertemuan) berupa aktivitas positif dapat dilihat grafiknya pada Gambar 1. berikut



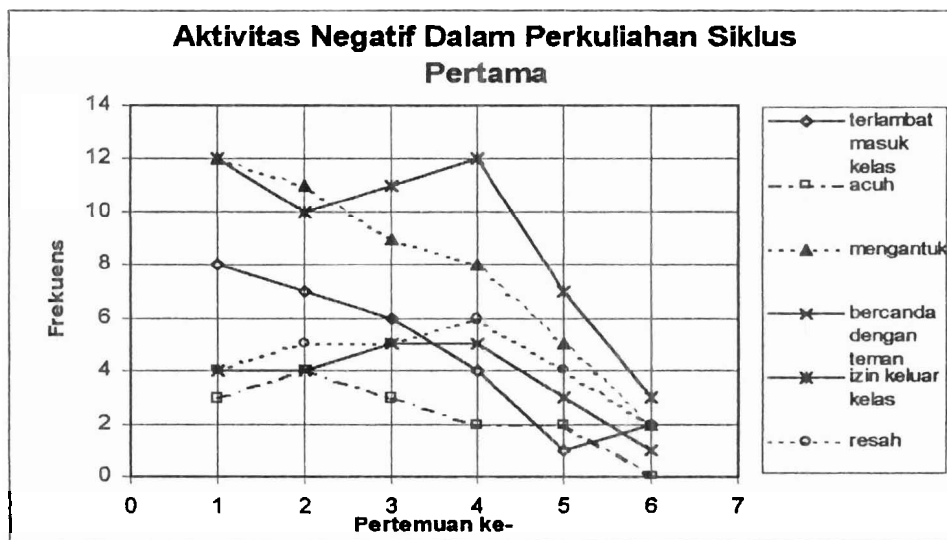
Gambar 1. Grafik aktivitas positif mahasiswa dalam perkuliahan pada siklus pertama

Dari grafik tentang aktivitas positif yang dilakukan oleh mahasiswa dalam perkuliahan di atas terlihat bahwa aktivitas yang menonjol adalah memperhatikan penjelasan dosen dan mencatat materi perkuliahan, dimana hampir semua mahasiswa melakukan aktivitas tersebut selama perkuliahan berlangsung. Aktivitas positif lain yang juga dilakukan oleh sebagian besar mahasiswa adalah mendengarkan teman menjawab pertanyaan dosen dan menyelesaikan contoh soal. Berikutnya adalah bertanya pada teman atau diskusi tentang materi yang belum jelas. Urutan berikutnya yang tergolong sedang frekuensinya adalah menjawab pertanyaan dosen. Dalam menjawab pertanyaan dosen terdapat suatu kecenderungan mahasiswa menjawab secara bersama-sama, sedangkan yang menjawab secara sendiri-sendiri hanya dilakukan oleh beberapa orang mahasiswa tertentu saja. Aktivitas yang rendah frekuensinya adalah mengajukan pertanyaan pada dosen, dan maju kedepan menyelesaikan contoh soal.

Pada kegiatan perkuliahan aktivitas bertanya akan meningkat disaat dosen mulai memberikan contoh soal. Pada perkuliahan pertama, kedua dan ketiga pada umumnya pemberian contoh soal adalah diakhir perkuliahan yaitu pada 25 menit ke 4 atau ke5. Hal ini menyebabkan aktivitas bertanya diawal perkuliahan sangat rendah. Oleh sebab itu stratagi mengajar dirubah dengan memberikan contoh soal sebanyak mungkin dan tersebar sepanjang perkuliahan, sehingga aktifitas bertanya akan muncul sepanjang perkuliahan. Namun sayangnya walaupun aktivitas ini meningkat, frekuensinya tidak terlalu tinggi. Dari berbagai aktivitas positif yang diamati dalam perkuliahan selama siklus pertama terlihat dari

grafik di atas frekuensinya cenderung meningkat pada setiap pertemuan berikutnya. Kenyataan ini merupakan suatu hal yang menggembirakan.

Untuk aktifitas negatif yang muncul dalam perkuliahan dapat dilihat grafiknya pada Gambar 2 berikut:



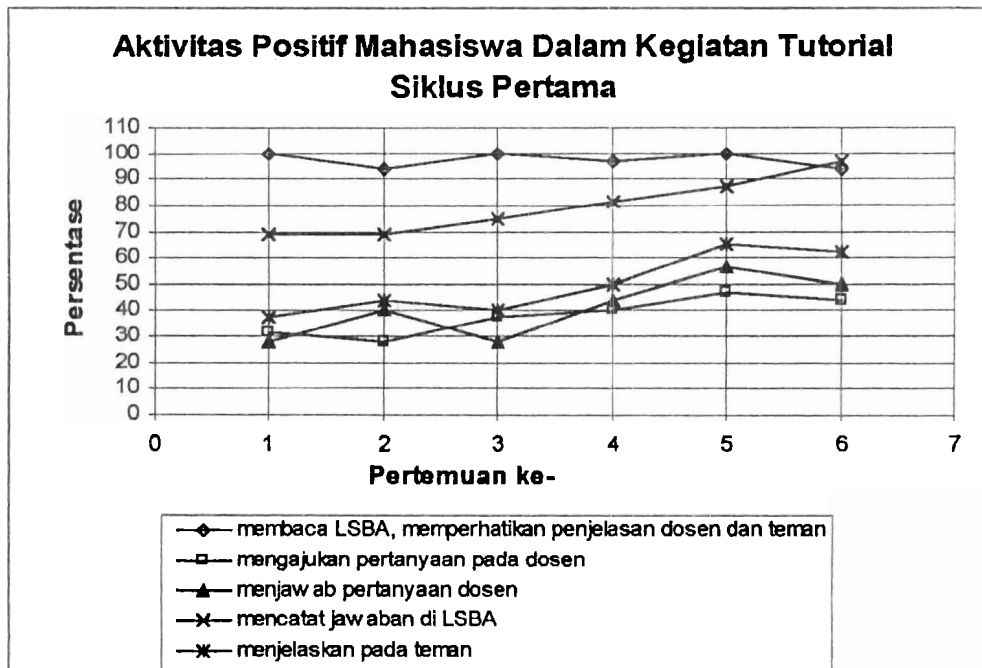
Gambar 2. Grafik aktivitas negatif mahasiswa dalam perkuliahan pada siklus pertama

Dari pengamatan pada setiap perkuliahan, aktivitas negatif akan muncul apabila mahasiswa mulai merasakan kejenuhan. Frekuensinya akan meningkat pada menit-menit terakhir seperti pada 25 menit ke-4,5 dan ke-6 (perkuliahan tatap muka ini 3x 50 menit). Dari pengamatan terlihat bahwa aktifitas ini cenderung turun naik sesuai keadaan saat belajar. Selain itu faktor kesulitan materi yang dibahas juga mempengaruhi kejenuhan yang dapat memicu timbulnya sikap negatif. Untuk mengatasinya biasanya dosen mengganti metode mengajarnya seperti ceramah diganti dengan metode bertanya atau memberikan soal-soal dengan meminta salah seorang mahasiswa maju ke papan tulis di depan kelas.

a. Hasil Observasi dalam Kegiatan Tutorial

Hasil observasi aktivitas selama kegiatan tutorial dapat dilihat grafiknya pada Gambar 3. Dari grafik aktivitas positif dalam tutorial pada Gambar 3 tersebut terlihat bahwa aktivitas yang menonjol adalah membaca LSBA, memperhatikan penjelasan dosen, dan memperhatikan teman yang bicara. Menulis/mencatat jawaban LSBA hanya dilakukan oleh sebagian mahasiswa. Aktivitas yang masih kurang adalah mengajukan pertanyaan pada dosen, menjawab pertanyaan dosen, dan menjelaskan pada teman sekelompok. Dari hasil pengamatan terlihat suatu kecenderungan dari anggota kelompok

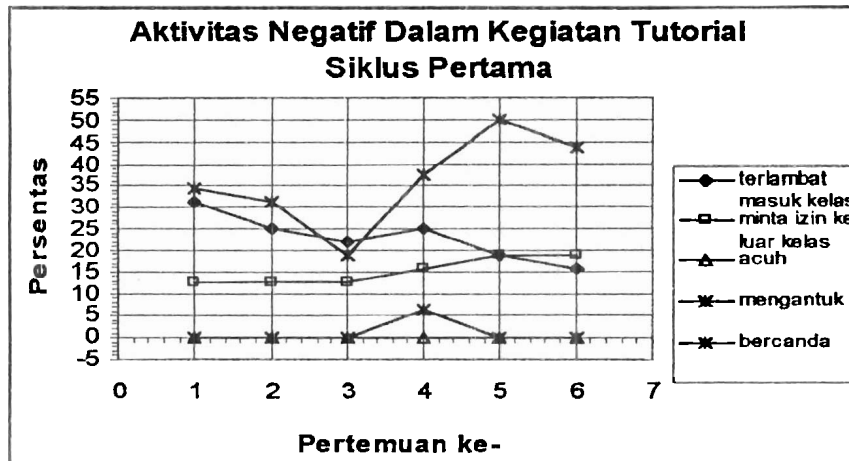
untuk menunggu jawaban dari temannya atau penjelasan dari dosen. Akibatnya kegiatan diskusi kurang efektif karena lebih banyak yang pasif dari pada yang aktif. Penyebab dari hal ini mungkin



Gambar 3. Grafik aktivitas positif mahasiswa dalam kegiatan tutorial pada siklus pertama

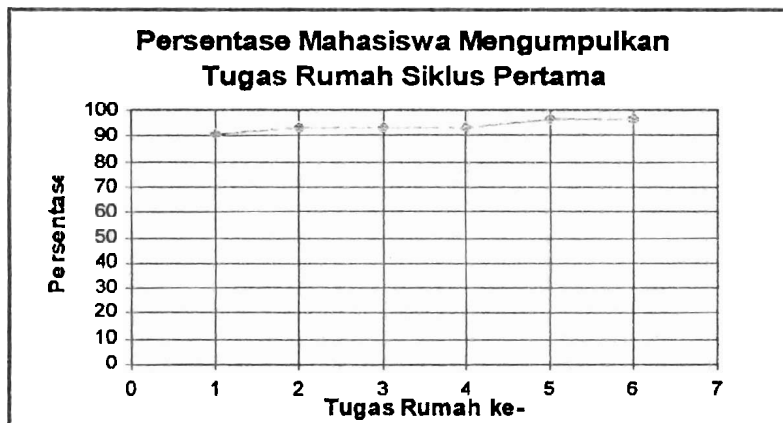
karena jumlah anggota dalam setiap kelompok kecil terlalu banyak (5 - 6 orang). Namun dengan berbagai motivasi yang diberikan dosen pada mahasiswa dan perbaikan terhadap LSBA, menyebabkan aktifitas yang masih kurang dapat ditingkatkan frekuensinya sedikit demi sedikit. Kenyataan ini merupakan suatu hal yang menggembirakan karena penggunaan LSBA dapat meningkatkan aktifitas dalam tutorial.

Selanjutnya untuk aktifitas negatif dalam kegiatan tutorial dapat kita lihat grafiknya pada Gambar 3. berikut: Dari grafik terlihat bahwa sikap negatif yang sering muncul adalah terlambat masuk kelas dan bercanda. Sedangkan yang sangat sedikit sekali atau boleh dikatakan tidak ada adalah acuh dan mengantuk. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa penggunaan LSBA dapat menekan sikap negatif dalam bentuk sikap acuh dan mengantuk, dimana hal ini biasanya merupakan indikator kejenuhan dalam belajar. Dari data ini dapat diprediksikan bahwa pemberian LSBA dapat mengurangi kejenuhan dalam belajar. Dalam hal bercanda terkadang bukan merupakan ungkapan kejenuhan tetapi ungkapan kegembiraan karena berhasil menyelesaikan suatu persoalan.



Gambar 4. Grafik aktivitas negatif mahasiswa dalam kegiatan tutorial pada siklus pertama

Data tentang aktivitas mahasiswa dalam mengerjakan dan mengumpulkan tugas rumah dapat dilihat grafiknya pada Gambar 5. berikut :



Gambar 5. Grafik persentase mahasiswa dalam mengumpulkan tugas rumah

Dari grafik dapat kita lihat bahwa hampir semua mahasiswa mengerjakan dan mengumpulkan tugas tepat pada waktunya. Namun pada umumnya dari pekerjaan rumah yang dikumpulkan dapat dilihat bahwa mahasiswa masih mengalami kesulitan dalam menentukan representasi fisis dari persoalan yang diberikan.

b. Hasil Rekaman Video

Rekaman video dilakukan pada perkuliahan siklus pertama sebanyak dua kali. Dari rekaman sewaktu perkuliahan berlangsung dimana momen yang disorot sesuai dengan indikator yang diamati

melalui observasi, terlihat bahwa aktivitas mahasiswa yang menonjol adalah mencatat materi perkuliahan dan memperhatikan penjelasan dosen. Sedangkan aktivitas lain muncul dalam rentang waktu yang lama, seperti bertanya dan mengerjakan soal di papan tulis. Melalui rekaman video dapat secara langsung diketahui hal-hal yang positif dan yang negatif, sehingga dapat menjadi masukan untuk perbaikan pada siklus berikutnya.

c. Hasil Wawancara dengan Rekaman Pita dan Angket Terbuka

Dari hasil wawancara dengan rekaman pita yang berisikan tanggapan mahasiswa terhadap kegiatan perkuliahan dan tutorial, baik terhadap dosen maupun kegiatan itu sendiri, juga diungkapkan tentang alasan mereka melakukan suatu aktifitas dan juga alasan kenapa tidak melakukan aktifitas tertentu. Hasil wawancara ternyata tidak jauh berbeda dengan hasil angket terbuka yang diberikan kepada mahasiswa. Secara umum hasil wawancara dan angket terbuka yang diberikan dapat dilihat pada Tabel 1. berikut:

TABEL 1. AKTIVITAS MAHASISWA DALAM PERKULIAHAN

No	Aktivitas yang dilakukan	Alasan melakukan aktivitas	Alasan tidak melakukan aktivitas
1	2	3	4
1	Memperhatikan penjelasan dosen	Penjelasan yang diberikan sangat berguna sebab berhubungan dengan materi dan permasalahan dalam perkuliahan	_____
2	Mengajukan pertanyaan pada dosen	Ada materi yang kurang dipahami Contoh soal kurang dimengerti Tugas tidak dapat dikerjakan	Tidak tahu apa yang akan ditanyakan Merasa malu pada teman dan tidak percaya diri. Lebih memilih bertanya pada teman
3	Menjawab pertanyaan dosen	Tahu jawabannya. Dengan menjawab akan meningkatkan rasa percaya diri dan lebih memahami materi	Tidak tahu jawabannya Tidak percaya diri untuk menjawab Malu jika nanti jawabannya salah
4	Menanyakan materi pada teman/diskusi	Merasa lebih senang bertanya pada teman karena tidak takut ditertawakan teman lain	Merasa kurang percaya pada jawaban teman sebab pengetahuan yang didapat sederajat
5	Mendengarkan teman menjawab pertanyaan	Pertanyaan teman sama dengan permasalahan yang dihadapi Jawaban teman dapat membantu penguasaan materi yang dipelajari	Sibuk mencatat materi yang dijelaskan Permasalahan yang dihadapi tidak sama

1	2	3	4
6	Mencatat materi perkuliahan	Jika tidak dicatat sulit untuk dimengerti Tidak mempunyai buku sumber	_____
7	Maju ke depan menyelesaikan soal	Dapat menjawab soal tersebut Percaya diri untuk menulis di papan tulis	Tidak tahu jawabannya Tidak percaya diri Takut ditertawakan teman jika salah
8	Menyelesaikan contoh soal	Contoh soal sangat penting untuk lebih memahami materi Dapat menyelesaikannya berdasarkan teori yang diberikan	Contoh soal sangat penting tetapi tidak tahu cara menyelesaikannya Waktu yang diberikan untuk menyelesaikan digunakan untuk mencatat materi yang diberikan
9	Terlambat masuk kelas	Tempat tinggal jauh dari kampus Baru selesai kuliah lain sehingga terlambat masuk	Jika terlambat maka akan ketinggalan informasi Merasa malu pada dosen dan teman
10	Acuh	Merasa jenuh karena materinya sulit sehingga kepala jadi sakit	Takut ketinggalan informasi
11	Mengantuk	Terlambat tidur karena mengerjakan tugas Merasa jenuh karena materinya sulit	Malu bila mengantuk di kelas Jika mengantuk maka materi tidak dapat diikuti dengan baik
12	Bercanda dengan teman	Pelajaran membosankan Menghilangkan kejenuhan dalam belajar	Takut ketinggalan informasi Teman lain sedang serius, jadi takut akan mengganggu
13	Minta izin keluar	Mau kebelakang Menghilangkan kejenuhan dalam belajar atau menghilangkan kantuk Karena ada keperluan lain	Tidak merasa memerlukan Takut ketinggalan informasi sehingga kalau dapat tidak keluar kelas
14	Resah	Merasa capek sehingga waktu terasa berjalan lama Ada masalah lain yang mengganggu	Karena belajarnya serius sehingga tidak merasa waktunya telah habis Akan menghilangkan semangat belajar

Selain alasan melakukan aktivitas di atas juga dimintakan saran tentang pelaksanaan perkuliahan, pemberian tugas rumah dan kegiatan tutorial. Dari jawaban yang diberikan mahasiswa dapat disimpulkan bahwa mereka menginginkan kuliah diberikan secara jelas dan catatan yang teratur. Selain itu mereka meminta penyelesaian contoh soal yang tuntas dan semua tugas rumah diberi umpan balik apakah yang mereka kerjakan sudah benar atau belum. Untuk kegiatan tutorial mereka mengharapkan dosen membimbing setiap kelompok secara intensif dan memberikan jawaban tugas diakhir pelaksanaan tutorial atau dilakukan diskusi kelas.

d. Analisis Dokumen

Dari dokumen jawaban LSBA yang selalu dikumpulkan satu perkelompok setiap selesai tutorial dapat disimpulkan bahwa pada umumnya mahasiswa mampu menyelesaikan soal secara matematis namun mengalami kesulitan untuk membuat representasi fisisnya. Penyebab dari hal ini adalah kurangnya pemahaman mahasiswa terhadap konsep fisis yang telah dipelajari pada mata kuliah sebelumnya. Masalah ini diatasi dengan melakukan diskusi kelas sekitar 30 menit diakhir kegiatan tutorial yang dimulai pada pertengahan siklus pertama. Diskusi kelas bertujuan memberikan pola jawaban LSBA dan menjelaskan representasi fisis dari soal yang diberikan.

Setiap akhir dari satu pokok bahasan selalu diadakan posttes. Dalam pelaksanaan siklus pertama dilakukan 3 kali posttes sebab materinya juga terdiri dari 3 pokok bahasan. Skor tertinggi dari setiap posttes yang dilakukan adalah 100 dan terendah 0. Pada setiap posttes dicari skor rata-rata dan persentase yang telah belajar tuntas (skor ≥ 65). Hasil posttes pada siklus pertama dapat dilihat pada tabel berikut:

TABEL 2. HASIL POSTTES PADA SIKLUS I

Posttest ke-	Pokok Bahasan	Skor tertinggi	Skor terendah	Skor rata-rata	% Skor ≥ 65
1	Deret Tak Hingga	55	10	29	0%
2	Bilangan Kompleks	75	25	52	31,25%
3	Deret Fourier	88	35	63	45,45%

Dari hasil posttes di atas terlihat adanya peningkatan skor rata-rata dari waktu ke waktu, hal ini sekaligus menggambarkan bahwa hasil belajarnya juga semakin meningkat. Namun perlu diketahui bahwa tingkat ketuntasan belajar secara klasikal belum terpenuhi ($\geq 65\%$ jumlah mahasiswa mempunyai skor ≥ 65). Adapun hasil ujian akhir mahasiswa pada siklus pertama ini diperoleh skor rata-rata 55, dan yang memperoleh nilai ≥ 65 sebanyak 55,6%. Bila dibandingkan dengan skor rata-rata posttest nilai ini berada di bawah skor rata-rata posttest ketiga. Hal ini bisa saja terjadi karena materi yang diujikan pada ujian akhir ini mencakup semua materi pada ketiga pokok bahasan yang dibahas selama siklus pertama.

e. Catatan Lapangan

Catatan lapangan berisikan tentang hal positif dan negatif yang ditemui selama proses berlangsung, baik pada kegiatan perkuliahan maupun dalam kegiatan tutorial. Secara umum catatan lapangan dapat dilihat pada tabel berikut:

TABEL 3. CATATAN LAPANGAN

No.	Hal positif dan alasannya	Hal negatif dan alasannya
1	2	3
1	Dalam proses belajar mengajar dosen telah memberikan materi perkuliahan sesuai dengan silabus dan telah mengikuti pola membuka pelajaran, memberikan materi, dan contoh soal serta menutup pelajaran dengan memberikan tugas rumah sebab memang telah dipersiapkan sebelumnya	Dalam menyelesaikan tugas, membuat contoh soal, menyelesaikan soal pada LSBA, mahasiswa mengalami kesulitan dalam membuat representasi fisis dari soal yang diberikan sehingga ketergantungan pada dosen sangat tinggi. Penyebabnya antara lain mahasiswa kurang memahami konsep fisis dari materi yang telah dipelajarinya.
2	Contoh soal, tugas rumah dan soal pada LSBA telah diberikan dalam bentuk soal matematis dan aplikasi fisisnya.	Dalam siklus pertama hasil belajar mahasiswa belum mencapai tingkat belajar tuntas secara klasikal penyebabnya antara lain mahasiswa kurang memahami materi perkuliahan dengan baik.
3	Untuk setiap pokok bahasan telah dilaksanakan posttes dan hasilnya dikembalikan pada mahasiswa	Aktivitas mahasiswa dalam perkuliahan tergolong rendah ini terlihat dari aktivitas yang menonjol hanya mendengar dan menulis.
4	Dalam kegiatan tutorial pembimbing telah melaksanakan tugasnya dengan baik seperti membimbing kelompok yang bermasalah, memberikan pola jawaban soal dan melaksanakan diskusi kelompok dengan anggota 5-6 orang perkelompok	Aktivitas mahasiswa dalam berdiskusi belum tergolong tinggi sebab lebih banyak pendengar dari pada yang memberikan komentar atau penjelasan dan bahkan cenderung menunggu dosen menjelaskan pada kelompoknya terutama untuk menyelesaikan representasi fisis dari soal yang ada dalam LSBA.

1	2	3
5	Dalam belajar mahasiswa sudah mulai berani untuk bertanya pada dosen hal ini terlihat dari meningkatnya aktivitas bertanya baik pada perkuliahan maupun pada tutorial.	Kejuhan dalam perkuliahan masih tetap muncul, ini terbukti dengan masih adanya sikap negatif yang muncul dalam kuliah seperti mengantuk.
6	Pemberian LSBA dapat mengurangi kejuhan dalam belajar yang terlihat dalam bentuk tidak timbulnya sikap acuh dan mengantuk selama mengerjakan LSBA.	Jumlah anggota kelompok terlalu banyak sehingga mengurangi mobilitas dalam diskusi
7	Aktivitas positif yang paling menonjol pada kegiatan perkuliahan adalah memperhatikan penjelasan dosen dan mencatat materi perkuliahan, ini terlihat dari aktivitas selama kuliah	-----
8	Pada kegiatan tutorial aktifitas yang menonjol adalah membaca LSBA, memperhatikan penjelasan dosen, memperhatikan teman bicara dan menulis/ mencatat jawaban LSBA.	-----
9	Mahasiswa mulai menyadari bahwa kuliah dan tutorial yang dilaksanakan merupakan satu kesatuan yang utuh yang dapat meningkatkan penguasaan terhadap materi perkuliahan.	-----

E. Refleksi

Dari hasil pengamatan terhadap pelaksanaan perkuliahan dan tutorial pada siklus pertama terlihat bahwa masih banyak permasalahan yang belum teratasi. Oleh sebab itu perlu adanya tindak lanjut dari penelitian ini pada siklus kedua guna mengatasi masalah yang masih ada.

Dalam perkuliahan permasalahan yang masih terlihat adalah kurangnya keaktifan mahasiswa terutama dalam hal bertanya. Dari hasil wawancara dan angket terbuka ternyata mereka merasa malu untuk bertanya atau tidak percaya diri. Selain itu juga tidak tahu apa yang akan ditanyakan dan lebih memilih

bertanya pada teman. Untuk mengatasi hal ini direncanakan pada siklus II dalam perkuliahan dosen memberikan kesempatan untuk mendiskusikan materi dengan temannya terutama diwaktu menyelesaikan contoh soal, kemudian mengajukan pertanyaan terhadap masalah yang dihadapi sehubungan dengan materi yang dibahas. Dengan demikian diharapkan akan timbul keberanian bertanya dan rasa percaya diri karena sudah diarahkan terlebih dahulu.

Untuk aktivitas menjawab pertanyaan dosen akan dimotivasi dengan menggilirkan kesempatan untuk menjawab sehingga mahasiswa harus siap dengan materi yang akan dan sudah dipelajarinya. Selain itu juga diperhatikan kemampuan mahasiswa yang akan menjawab pertanyaan yang diberikan, diharapkan mahasiswa tersebut mampu menjawabnya sehingga rasa percaya dirinya semakin meningkat dan tidak malu pada temannya. Disamping itu jumlah contoh soal dan soal-soal tambahan lebih diperbanyak, sebab suatu kecendrungan bagi mahasiswa untuk bertanya bila telah ada contoh soal. Dengan tindakan ini diharapkan keberanian untuk menjawab pertanyaan yang diajukan dosen semakin meningkat aktifitasnya.

Dalam menyelesaikan contoh soal direncanakan mahasiswa diberi kesempatan untuk berdiskusi dengan temannya dan dimotivasi dengan cara diawasi berkeliling sekaligus dibimbing kemudian diberi kesempatan pada mahasiswa untuk mengerjakannya ke papan tulis. Bagi yang berani mengacungkan tangan dan dapat menyelesaikannya dengan baik akan diberi nilai bonus. Dengan demikian diharapkan aktivitas dalam mengerjakan contoh soal akan meningkat sekaligus juga dapat meningkatkan aktivitas menyelesaikan soal di papan tulis.

Untuk mengatasi kejenuhan mahasiswa dalam perkuliahan yang berdampak pada timbulnya aktivitas yang negatif diatasi dengan menggunakan metoda yang lebih bervariasi dalam mengajar. Selain itu adalah dengan meningkatkan kepedulian dosen terhadap lingkungan kelas selama perkuliahan, sehingga kondisi yang akan memicu timbulnya aktivitas negatif dapat dikurangi.

Untuk mengatasi permasalahan tugas rumah yang dikembalikan tanpa skor/nilai, diusahakan pada siklus kedua dengan cara memberikan kunci jawaban untuk setiap soal yang diberikan pada tugas rumah tersebut, sehingga mahasiswa dapat mengetahui langsung apakah pekerjaan mereka benar atau salah dengan membandingkan hasil kerja mereka dengan kunci jawaban yang diberikan.

Penggunaan LSBA dalam tutorial dapat menekan timbulnya aktivitas negatif terutama sikap acuh dan mengantuk. Namun beberapa aktivitas positif yang diharapkan masih mempunyai frekuensi yang rendah diantaranya dalam mengajukan pertanyaan pada dosen, menjawab pertanyaan dosen dan menjelaskan pada teman sekelompok. Selain itu secara umum terlihat mobilitas diskusinya rendah yang

terlihat dalam bentuk interaksi anggota kelompok secara keseluruhan. Untuk itu perlu adanya beberapa revisi terhadap tindakan dalam diskusi pada siklus kedua.

Untuk meningkatkan mobilitas dalam berdiskusi maka jumlah anggota dalam satu kelompok dikurangi menjadi 3 - 4 orang. Selain itu pengaturan anggota dalam satu kelompok didasari pada hasil tabulasi pemilihan anggota/teman sekelompok yang dikehendaki oleh mahasiswa itu sendiri. Dengan demikian tidak ada halangan lagi antar anggota kelompok untuk berinteraksi sesamanya. Diharapkan dengan semakin sedikitnya jumlah anggota kelompok maka aktivitas seperti menjelaskan pada teman sekelompok, bertanya pada dosen, dan menjawab pertanyaan dosen sekaligus dapat ditingkatkan.

Dalam menghadapi permasalahan tingginya ketergantungan mahasiswa pada dosen dalam menyelesaikan representasi fisis dari soal-soal yang diberikan, diatasi dengan meningkatkan jumlah contoh soal aplikasi fisis dan memberikan pedoman pada mahasiswa dimana saja konsep yang dibahas tersebut digunakan dalam fisika. Selain itu juga mengharuskan mahasiswa membaca kembali konsep-konsep fisis yang terkait serta mahasiswa diminta untuk memahami tugas rumah yang dikerjakannya sebelum mengikuti kegiatan tutorial.

Dari berbagai rencana revisi tindakan yang akan dilakukan pada siklus kedua ini, diharapkan dapat memperbaiki proses pembelajaran yang terlihat berupa meningkatnya aktifitas dalam perkuliahan dan kegiatan tutorial sekaligus dapat meningkatkan hasil belajarnya.

BAB III

SIKLUS KEDUA

A. Perencanaan

Berdasarkan hasil pada siklus pertama, maka pada siklus kedua ini akan dilaksanakan tindakan-tindakan untuk memperbaiki kekurangan-kekurangan atau hal-hal negatif yang masih ditemui serta hal-hal yang belum tercapai pada siklus pertama.

1. Melaksanakan Pretest

Dari pengamatan dan saran-saran pada siklus pertama pelaksanaan pretest ini tetap dipertahankan dan dirasa membantu dosen dalam hal menetapkan materi yang akan dibahas dalam kuliah tatap muka, disamping juga membantu mahasiswa untuk termotivasi membaca/mempelajari materi yang akan dibahas.

2. Pertemuan Tatap Muka

Sesuai dengan proses belajar mengajar yang berlaku secara umum, pertemuan tatap muka tetap dilanjutkan pada siklus kedua ini, namun materi yang dibahas sesuai dengan silabus. Pada siklus kedua ini materi yang dibahas terdiri dari pokok bahasan : Matriks dan Vektor, Integral Ganda dan Persamaan Differensial Biasa. Ada beberapa perbaikan dalam pelaksanaannya, seperti cara penyajian, usaha meningkatkan meningkatkan motivasi mahasiswa dalam bertanya dan aktif dalam belajar dan usaha lain yang diperlukan.

3. Tugas Rumah

Tugas rumah tetap dilakukan setiap akhir pertemuan tatap muka perkuliahan seperti pada siklus pertama. Cuma ada perbaikan dalam siklus kedua yaitu setiap soal yang diberikan dalam tugas rumah ini diberi kunci jawabannya sehingga mahasiswa akan mengetahui apakah hasil pekerjaan mereka benar atau salah sebelum menyerahkan tugas rumah ini kepada dosen.

4. Kegiatan Tutorial

Pelaksanaan kegiatan tutorial tetap dipertahankan namun diadakan perbaikan untuk mengatasi kekurangan pada siklus pertama. Perbaikan yang dilakukan adalah :

- 1) Memperkecil jumlah anggota kelompok dan penentuan anggota dalam kelompok didasarkan pada pilihan mahasiswa itu sendiri.
- 2) Menyesuaikan jumlah soal pada LSBA dengan tingkat kesulitan dan waktu yang tersedia.
- 3) Mengintensifkan bimbingan pada setiap kelompok.
- 4) Mengharuskan mahasiswa membaca kembali konsep-konsep fisis sehubungan dengan materi perkuliahan yang telah dibahas.

5. Melaksanakan Posttest

Posttest tetap dilaksanakan setiap akhir pokok bahasan. Untuk siklus kedua ini ada tiga pokok bahasan, jadi ada tiga kali pelaksanaan posttest. Pada pelaksanaan siklus kedua ini hasil posttest diperiksa dan diberi nilai serta segera dikembalikan.

6. Ujian Akhir

Diakhir siklus kedua diadakan ujian akhir yang materinya hanya mencakup semua pokok bahasan yang dibahas pada siklus kedua. Materi yang diujikan tidak termasuk materi yang dibahas pada siklus pertama. Pembatasan materi ini dimaksudkan agar mahasiswa benar-benar mempersiapkan diri untuk ujian karena dengan skop bahan uji yang tidak terlalu banyak perhatian mahasiswa bisa terfokus untuk mempelajari materi yang terbatas tersebut. Tujuan dari ujian akhir ini adalah untuk melihat apakah mahasiswa sudah memahami materi yang sudah dibahas selama satu siklus tersebut. Ujian akhir ini juga dapat digunakan sebagai sarana memberikan motivasi kepada mahasiswa untuk belajar lebih giat.

B. Pelaksanaan

Secara umum pelaksanaan pengajaran pada siklus kedua ini merupakan kelanjutan dan perbaikan dari siklus pertama. Perbaikan dilakukan berdasarkan hasil pengamatan pada siklus pertama di mana hal-hal yang positif akan tetap dilaksanakan dan hal-hal negatif akan dicoba ditekan. Perbaikan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Dalam perkuliahan tatap muka,
 - a) penyajian diusahakan diperlambat agar mahasiswa dapat mengikuti perkuliahan sesuai dengan tuntutan (saran) dari mahasiswa.
 - b) menjelaskan analisis matematis beserta contoh soal sampai mahasiswa dianggap faham, kemudian baru diberikan contoh soal aplikasi fisika dalam menerapkan analisis matematis.
 - c) memancing mahasiswa untuk bisa bertanya dengan cara memberikan kesempatan untuk berdiskusi dengan teman baik terhadap materi maupun dalam menyelesaikan contoh soal.
 - d) memotivasi mahasiswa untuk menjawab pertanyaan dosen dengan jalan menggilirkan kesempatan untuk menjawab sehingga mahasiswa harus siap dengan materi yang akan dan sudah dipelajari. Disamping itu juga memperbanyak contoh soal, sebab suatu kecendrungan bagi mahasiswa untuk bertanya bila telah ada contoh soal.
 - e) untuk memotivasi mahasiswa agar aktif dalam belajar, terutama dalam menyelesaikan soal, maka dimotivasi dengan cara mahasiswa diberi waktu untuk mencoba menyelesaikan sendiri

soal yang diberikan lalu dosen mengamati dan mendekati langsung ketempat duduk mahasiswa sambil memberikan bimbingan seperlunya. Kemudian bagi yang dapat menyelesaikan soal dengan baik mahasiswa tersebut diminta mengerjakannya di depan.

- f) untuk mengatasi kejenuhan maka dalam perkuliahan yang berdampak pada timbulnya aktivitas negatif diatasi dengan menggunakan metode yang bervariasi.

2. Dalam Kegiatan Tutorial

- a) Untuk meningkatkan mobilitas dalam diskusi, jumlah kelompok diperkecil dari 5 - 6 orang menjadi 3 - 4 orang. Penentuan anggota dalam kelompok didasarkan pada pilihan teman yang disukai oleh mahasiswa itu sendiri.
 - b) Soal-soal dalam LSBA lebih difokuskan pada soal fisika yang membutuhkan analisis matematis melalui representasi fisis.
 - c) Menyesuaikan jumlah soal yang diberikan dengan tingkat kesulitan materi dan waktu yang tersedia yang telah dialokasikan.
 - d) Mengharuskan mahasiswa membaca kembali konsep-konsep fisis sehubungan dengan materi perkuliahan yang telah dibahas pada tatap muka sebelumnya yang merupakan bahan dari LSBA.
 - e) Mengintensifkan bimbingan dari dosen/instruktur pada setiap kelompok ataupun individu dengan cara mendatangi setiap kelompok bergiliran dan memancing mereka dengan permasalahan agar mahasiswa dapat bertanya lebih lanjut.
3. Posttest dan ujian akhir tetap dilaksanakan sesuai dengan rencana. Untuk posttest diadakan setiap akhir pokok bahasan selesai dibahas. Jumlah soal pada posttest ini disesuaikan dengan tingkat kesukaran materi dan menggunakan waktu sekitar 45 menit, yang dilaksanakan setelah kegiatan tutorial berakhir. Sedangkan untuk ujian akhir siklus pertama diadakan setelah semua pokok bahasan pada siklus kedua selesai dibahas dengan jumlah soal disesuaikan dengan materi yang dibahas pada siklus kedua dan waktu yang diperlukan selama 2 x 60 menit dan pelaksanaan ujian ini disesuaikan dengan waktu ujian akhir semester yang terjadwal.

C. Observasi

1. Teknik Pengumpulan data

Pada siklus kedua ini teknik mengumpulkan data yang digunakan sama seperti pada siklus pertama, yaitu pengamatan dengan lembar observasi, rekaman video, wawancara dengan rekaman pita, angket terbuka, analisis dokumen, dan catatan lapangan.

a. Pengamatan langsung

Data yang diperlukan dalam pengamatan langsung pada siklus kedua ini sama seperti siklus pertama, sehingga lembar observasi untuk melihat aktivitas mahasiswa baik untuk perkuliahan (lihat kembali lampiran 1 dan 2), maupun untuk kegiatan tutorial yang digunakan tetap yang telah ada (lihat kembali lampiran 3 dan 4). Namun lembar observasi pada kegiatan tutorial jumlah kolom untuk kelompok ditambah sebab jumlah anggota kelompok dikurangi berarti jumlah kelompok menjadi bertambah. Data diambil melalui observasi langsung oleh seorang pengamat yang mengikuti setiap kegiatan baik perkuliahan maupun kegiatan tutorial dari awal sampai akhir.

Data dicatat frekuensi munculnya setiap 25 menit, hal ini dilakukan agar setiap aktifitas yang muncul dapat diamati dan dicatat. Selain itu yang tak kalah pentingnya adalah mengamati apakah aktivitas positif yang masih rendah frekuensinya pada siklus pertama dapat ditingkatkan pada siklus kedua ini. Pengamatan untuk perkuliahan dilakukan secara klasikal sedangkan pada kegiatan tutorial secara berkelompok, dimana anggota setiap kelompok 3 - 4 orang dengan jumlah kelompok sebanyak 9 kelompok (satu kelas 32 orang).

b. Wawancara dengan rekaman pita.

Wawancara dengan rekaman pita bertujuan untuk mengetahui secara langsung tanggapan mahasiswa terhadap kegiatan yang dilakukan pada siklus kedua baik yang positif maupun yang negatif. Selain itu untuk mengetahui dampak dari kegiatan yang dilakukan terutama mengenai pengaruh pengurangan jumlah anggota kelompok terhadap aktivitas yang dilakukan dalam kegiatan tutorial.

c. Rekaman video

Rekaman video dilakukan untuk mendokumentasikan kegiatan secara langsung sehingga dapat diamati baik untuk perkuliahan maupun kegiatan tutorial. Pengamatan dilakukan sesuai dengan aspek yang dilihat melalui lembar observasi, selain itu juga melihat proses pembelajaran secara langsung. Dari hasil pengamatan dapat diketahui apakah rencana perbaikan yang telah dibuat untuk siklus kedua ini terlaksana sesuai dengan yang telah ditetapkan. Selain itu apakah hal positif dapat dipertahankan dan yang negatif dapat ditekan.

d. Angket terbuka

Angket terbuka juga bertujuan untuk mengetahui tanggapan mahasiswa terhadap kegiatan yang dilakukan. Angket ini diberikan setiap selesai satu pokok bahasan. Tanggapan mahasiswa

yang diminta adalah tentang cara pelaksanaan perkuliahan secara keseluruhan baik dari aspek dosen, materi perkuliahan, dan penggunaan LSBA serta pengaruh perubahan jumlah anggota kelompok terhadap pelaksanaan kegiatan tutorial. Disamping itu juga diminta alasan tentang aktivitas yang mereka lakukan (lampiran 5).

e. Dokumen

Semua Lembaran Soal Belajar Aktif setiap mahasiswa pada akhir kegiatan tutorial dikumpulkan untuk melihat pola jawaban yang dibuat oleh mahasiswa. Semua nilai mahasiswa pada posttest dan ujian akhir siklus kedua (ujian akhir semester) dicatat sebagai bahan yang akan dianalisis untuk melihat kemajuan belajar dari mahasiswa.

2. Teknik Analisis Data.

a. Catatan lapangan

Catatan lapangan berisikan hal positif dan negatif yang ditemukan dalam pelaksanaan siklus kedua baik dalam perkuliahan maupun dalam kegiatan tutorial.

b. Analisis Dokumen

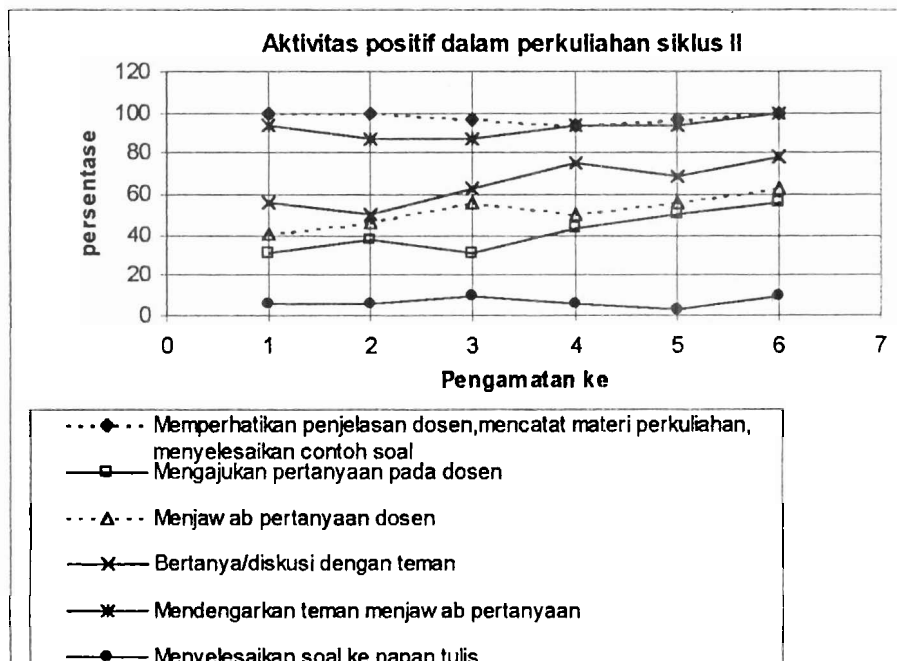
Dokumen yang dianalisis adalah tentang pola jawaban LSBA, posttest yang diberikan setiap akhir pokok bahasan yaitu dari segi tingkat ketuntasan belajar yang diperoleh pada pelaksanaan siklus kedua.

3. Hasil Analisis Data

a. Hasil observasi dalam perkuliahan

Data aktivitas mahasiswa yang diamati sama dengan aktivitas pada siklus pertama yaitu aktivitas positif : adalah : (1) memperhatikan penjelasan dosen, mencatat materi perkuliahan, menyelesaikan contoh soal, (2) mengajukan pertanyaan pada dosen, (3) menjawab pertanyaan dosen, (4) bertanya pada teman atau diskusi, (5) mendengarkan teman menjawab pertanyaan dan (6) menyelesaikan contoh soal di papan tulis

Sedangkan aktivitas negatif adalah : (1) terlambat masuk kelas, (2) acuh, (3) mengantuk, (4) bercanda dengan teman, (5) minta izin ke luar dan (6) resah. Data diplot dalam bentuk grafik antara frekuensi aktivitas yang muncul terhadap aspek yang diamati. Data yang diperoleh selama perkuliahan siklus kedua (6 kali pertemuan) yang berupa aktivitas positif grafiknya dapat kita lihat pada Gambar 6 berikut:



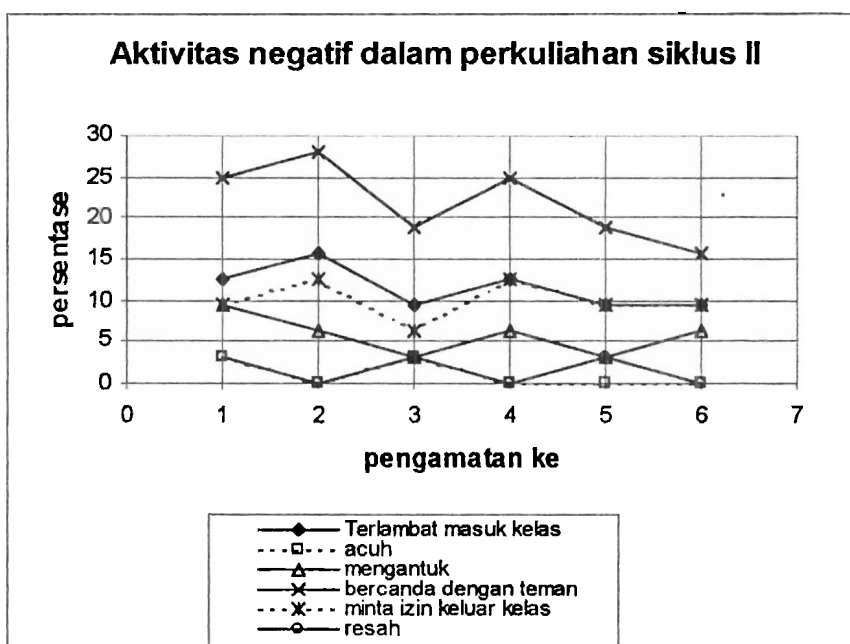
Gambar 6. Grafik aktivitas positif mahasiswa dalam perkuliahan pada siklus kedua

Dari grafik tentang aktivitas positif yang dilakukan oleh mahasiswa dalam perkuliahan di atas terlihat bahwa aktivitas yang menonjol adalah memperhatikan penjelasan dosen, mencatat materi perkuliahan dan menyelesaikan contoh soal dimana hampir semua mahasiswa melakukan aktivitas tersebut selama perkuliahan berlangsung dengan persentase aktivitas rata-rata sebesar 97,92%. Aktivitas positif lain yang juga dilakukan oleh sebagian besar mahasiswa adalah mendengarkan teman menjawab pertanyaan dosen dengan persentase rata-ratanya 92,7%. Dalam menyelesaikan contoh soal pada siklus kedua, ini terlihat semakin banyak proses kerja sama dengan teman yang berdekatan atau dengan kata lain berdiskusi, persentase aktivitas rata-rata dalam bertanya/diskusi dengan teman adalah 65,11%. Dalam menjawab pertanyaan dosen pada siklus I terdapat suatu kecenderungan mahasiswa menjawab secara bersama-sama, namun pada siklus kedua sudah ada keberanian untuk menjawab secara individu. Dalam mengajukan pertanyaan pada dosen terdapat peningkatan aktivitas yang terlihat dari frekuensi yang semakin meningkat dengan persentase rata-ratanya sebesar 41,72%.

Pada kegiatan perkuliahan aktivitas bertanya akan meningkat disaat dosen mulai memberikan contoh soal, oleh sebab itu pada siklus kedua ini contoh soal diberikan dalam sebaran waktu selama perkuliahan bukan ditumpuk pada akhir perkuliahan saja. Untuk itu strategi

mengajar diganti dengan memberikan contoh soal sebanyak mungkin dan tersebar sepanjang perkuliahan, sehingga aktifitas bertanya akan muncul sepanjang perkuliahan. Namun pada siklus kedua ini aktivitas mengerjakan soal ke papan tulis tetap yang terendah frekuensinya tetapi meningkat dibandingkan dengan siklus I dengan persentase rata-ratanya 6,77%. Dari berbagai aktivitas positif yang diamati dalam perkuliahan selama siklus KEDUA ini terlihat bahwa frekuensinya cenderung meningkat pada setiap pertemuan berikutnya. Peningkatan beberapa jenis aktifitas ini merupakan suatu hal yang menggembirakan.

Aktifitas negatif dalam perkuliahan pada siklus kedua dapat dilihat grafiknya pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik aktivitas negatif mahasiswa dalam perkuliahan pada siklus kedua

Dari pengamatan pada setiap perkuliahan pada siklus kedua ini, aktivitas negatif tetap saja muncul apabila mahasiswa mulai merasakan kejenuhan. Selain faktor tingkat kesulitan materi, faktor lingkungan dan suasana juga mempengaruhinya. Untuk mengatasi hal ini biasanya dosen mengganti metode pengajarnya seperti ceramah diganti dengan metode bertanya atau memberikan contoh soal. Walaupun demikian frekuensinya terlihat semakin berkurang. Ini menandakan mahasiswa menyadari bahwa sikap negatif tidak menguntungkan dalam perkuliahan.

Persentase rata-rata aktivitas negatif dalam perkuliahan pada siklus KEDUA ini berturut-turut adalah bercanda dengan teman 25,52%, terlambat masuk kelas 11,46%, minta izin keluar kelas

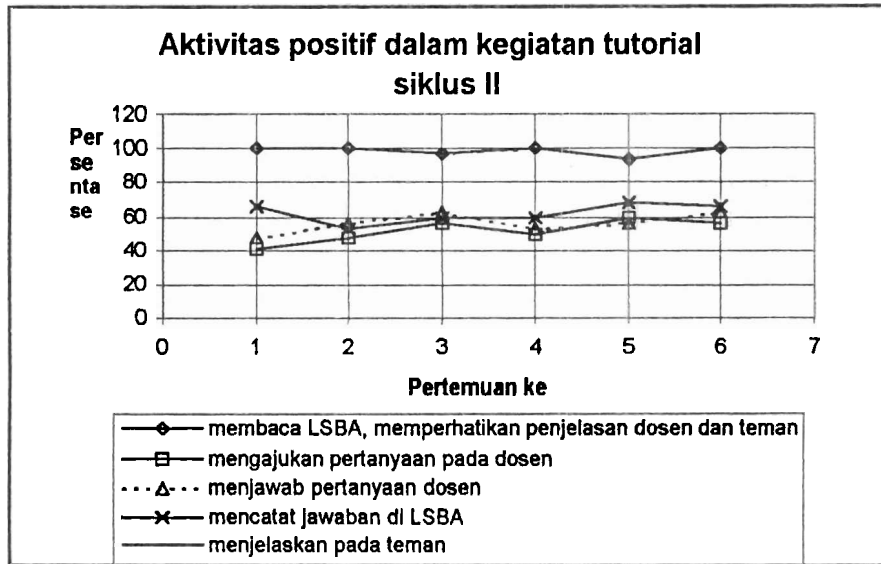
10,42%, mengantuk 5,72%, , resah 2,08% dan acuh 1,56%. Dari aktivitas negatif ini terlihat bahwa bercanda merupakan aktifitas yang tertinggi, namun hal ini bukan merupakan ungkapan sikap negatif saja tetapi juga dapat merupakan ungkapan rasa senang.

b. Hasil observasi dalam kegiatan tutorial.

Aktifitas mahasiswa yang diamati dalam kegiatan tutorial pada siklus kedua ini juga terbagi dua yaitu aktivitas positif dan aktivitas negatif. Aktivitas positif meliputi: (1) membaca LSBA, memperhatikan penjelasan dosen dan teman. (2) mengajukan pertanyaan pada dosen, (3) menjawab pertanyaan dosen (4) menulis/mencatat jawaban di LSBA dan (5) menjelaskan pada teman. Sedangkan aktivitas negatif yang diamati adalah: terlambat masuk kelas, minta izin keluar kelas, acuh, mengantuk, dan bercanda.

Data aktivitas yang diperoleh melalui observasi yang dilakukan dituangkan dalam sebuah grafik yang memplot antara frekuensi munculnya suatu aktivitas terhadap aspek yang muncul. Grafik aktivitas positif selama kegiatan tutorial tersebut dapat dilihat pada Gambar 8. Dari grafik aktivitas positif dalam kegiatan tutorial pada siklus kedua pada Gambar 8 terlihat bahwa aktivitas yang menonjol adalah membaca LSBA, memperhatikan penjelasan dosen, memperhatikan teman yang bicara dan menulis/mencatat jawaban LSBA, aktivitas ini dilakukan oleh semua mahasiswa yang hadir dengan persentase rata-ratanya 98,44%. Aktivitas dalam mencatat atau menulis jawaban LSBA ini meningkat disebabkan oleh perbedaan tindakan dalam melaporkan hasil diskusi. Jika pada siklus I laporan hanya diberikan satu untuk setiap kelompok, maka pada siklus kedua diubah menjadi laporan perorangan/pribadi. Perubahan perlakuan ini nampaknya juga merubah pola kerja sekaligus meningkatkan frekuensi aktifitasnya dalam membuat jawaban soal pada LSBA. Aktivitas dalam mengajukan pertanyaan pada dosen memiliki persentase rata-rata sebesar 51,56%, dalam menjawab pertanyaan dosen sebesar 54,69%, dan menjelaskan pada teman sekelompok sebesar 61,46%. Dari angka-angka ini terlihat peningkatannya dibandingkan dengan siklus pertama.

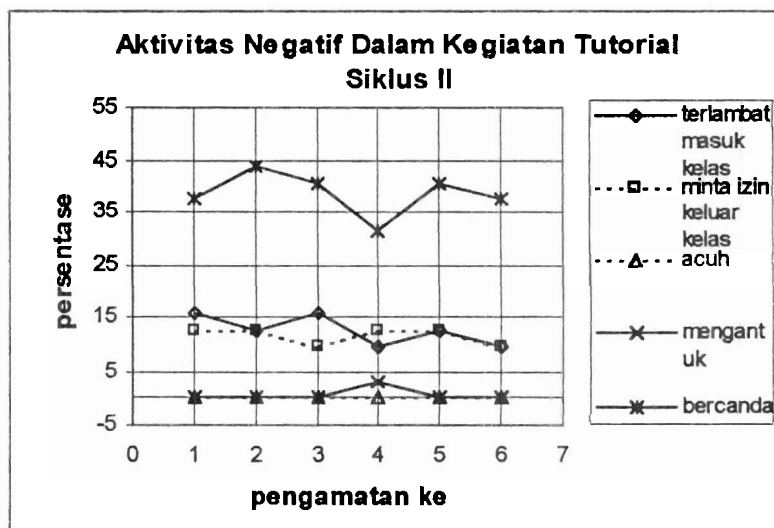
Jika pada siklus pertama terdapat suatu kecenderungan dari anggota kelompok untuk menunggu jawaban dari temannya atau penjelasan dari dosen, maka pada siklus kedua terlihat bahwa mereka mulai proaktif, hal ini disebabkan setiap pribadi harus menyerahkan lembaran jawaban LSBA yang dibuatnya, karena nilai anggota kelompok tidak sama dengan nilai pribadi. Akibatnya kegiatan diskusi pada siklus kedua lebih aktif dan efektif dibandingkan dengan kegiatan tutorial pada siklus pertama. Dari hasil di atas berarti jumlah anggota kelompok 3-4 orang



Gambar 8. Grafik aktivitas positif mahasiswa dalam kegiatan tutorial pada siklus kedua

, komposisi teman dalam satu kelompok yang didasari oleh pilihan mahasiswa itu sendiri dan sistim lembar jawaban pribadi sangat berpengaruh pada aktivitas mahasiswa bekerja dalam kelompoknya. Kenyataan ini merupakan suatu hal yang menggembirakan karena pola pelaksanaan diskusi dan penggunaan LSBA dapat meningkatkan aktifitas dalam kegiatan tutorial seperti yang terlihat pada siklus kedua ini.

Adapun grafik aktifitas negatif dalam kegiatan tutorial dapat dilihat pada Gambar 9



Gambar 9. Grafik aktivitas negatif mahasiswa dalam kegiatan tutorial pada siklus kedua

Dari grafik di atas terlihat bahwa sikap negatif masih tetap muncul, seperti terlambat masuk kelas dengan persentase aktivitas rata-rata sebesar 12,5 % dan bercanda sebesar 38,54%. Bercanda dalam diskusi terkadang bukanlah sikap negatif tetapi merupakan ungkapan rasa senang karena telah berhasil menyelesaikan soal yang diberikan dalam LSBA. Minta izin keluar kelas persentase rata-ratanya adalah 12,5%. Sedangkan yang boleh dikatakan tidak ada adalah acuh dan mengantuk dengan persentase rata-ratanya berturut-turut sebesar 0% dan 0,52%. Hal ini berbeda sekali dengan saat perkuliahan. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa penggunaan LSBA dan pelaksanaan tutorial dengan sistim kelompok kecil dengan anggota kelompok dipilih sendiri oleh mahasiswa tersebut dapat menekan sikap negatif. Dari data ini dapat direkomendasikan bahwa pemberian LSBA yang dikerjakan dalam kelompok kecil yang anggota kelompoknya dipilih sendiri oleh mahasiswa yang bersangkutan dan jawabannya diberikan secara perseorangan dapat merupakan suatu alternatif bentuk pembelajaran tutorial yang mampu meningkatkan aktifitas positif dan mengurangi kejenuhan dalam belajar sehingga dapat menekan timbulnya sikap negatif.

c. Hasil Rekaman Video

Rekaman video dilakukan pada siklus kedua sebanyak 2 kali. Dari rekaman sewaktu perkuliahan berlangsung dimana momen yang disorot sesuai dengan indikator yang diamati melalui observasi, terlihat bahwa aktivitas mahasiswa yang menonjol tersebut adalah mencatat materi perkuliahan, memperhatikan penjelasan dosen. Sedangkan aktivitas lain muncul dalam rentang waktu tertentu. Dalam menjawab pertanyaan dosen biasanya cenderung dijawab secara bersama-sama sedangkan pada siklus kedua ini sudah mulai ada keberanian untuk menjawab secara pribadi. Dalam bertanya pada dosen sudah mulai terlihat keberanian dari mahasiswa sehingga terlihat peningkatan aktivitasnya. Adapun aktivitas mengerjakan soal dipapan tulis masih tetap sangat rendah sekali. Aktivitas negatif seperti mengantuk, acuh, resah dan minta izin keluar kelas masih tetap ada tetapi frekuensinya tidak banyak.

Rekaman video terhadap pelaksanaan kegiatan tutorial memperlihatkan bahwa kegiatan diskusi berjalan dengan baik dan hampir semua mahasiswa aktif dalam berdiskusi baik dalam menjelaskan pada teman sekelompok, bertanya dan menjawab pertanyaan dosen serta membuat atau menulis jawaban soal-soal pada LSBA yang diberikan. Suatu hal yang sangat menggembirakan adalah sikap negatif seperti acuh, mengantuk dan resah boleh dikatakan tidak kelihatan.

d. Wawancara dengan rekaman pita dan angket terbuka.

Wawancara dengan rekaman pita pada siklus kedua ini berisikan tanggapan mahasiswa terhadap kegiatan perkuliahan dan tutorial, baik terhadap dosen maupun kegiatan itu sendiri. Tanggapan terhadap perkuliahan secara umum adalah bahwa penyampaian materi agak terlalu cepat sehingga mereka tidak sempat mencatat dengan baik. Namun melalui angket yang diberikan setiap selesai satu pokok bahasan permasalahan ini dapat segera diatasi yaitu dengan memperlambat tempo pemberian materi. Sedangkan untuk kegiatan tutorial mereka berkomentar bahwa pada siklus kedua ini diskusi kelompok terasa lebih menyenangkan dibandingkan siklus pertama. Selain itu melalui wawancara juga diungkapkan tentang alasan mereka melakukan suatu aktifitas dan juga alasan kenapa tidak melakukan aktifitas tertentu, dimana hasilnya ternyata tidak jauh berbeda dengan hasil angket terbuka yang diberikan pada mahasiswa pada siklus pertama.

Selain alasan melakukan aktivitas juga dimintakan saran tentang pelaksanaan perkuliahan dan kegiatan tutorial. Dari jawaban yang diberikan mahasiswa dapat disimpulkan bahwa mereka menginginkan dalam perkuliahan materi diberikan secara jelas, jangan terlalu cepat dan catatan yang teratur. Selain itu mereka meminta penyelesaian contoh soal yang tuntas. Untuk kegiatan tutorial mereka mengemukakan bahwa pelaksanaan pada siklus kedua ini sudah lebih baik dari pada siklus pertama dengan indikator keaktifan mereka dalam berdiskusi lebih meningkat. Namun mereka tetap mengharapkan agar soal-soal yang ada dalam LSBA yang tidak dapat mereka selesaikan dengan baik, dibicarakan dalam diskusi kelas secara tuntas terutama pembahasan representasi fisisnya.

e. Analisis dokumen

Dari data tentang jawaban LSBA yang selalu dikumpulkan setiap selesai kegiatan tutorial dapat disimpulkan bahwa pada umumnya mahasiswa mulai dapat membuat representasi fisis dari soal yang diberikan dalam LSBA walaupun belum untuk semua materi yang diberikan pada siklus kedua. Kemajuan ini disebabkan oleh kesadaran mereka bahwa materi Fisika Matematika I ini sangat penting dalam menyelesaikan persoalan fisika sehingga mereka berusaha mempelajari kembali materi fisika yang terkait dengan materi Fisika Matematika I yang sedang mereka bahas. Dari kenyataan ini dapat direkomendasikan bahwa pemberian soal-soal berbentuk persoalan aplikasi matematika dalam fisika dengan menggunakan LSBA dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap materi fisika dan Fisika Matematika I itu sendiri, karena pembahasannya menggunakan representasi fisis terlebih dahulu sebelum melakukan perhitungan matematisnya.

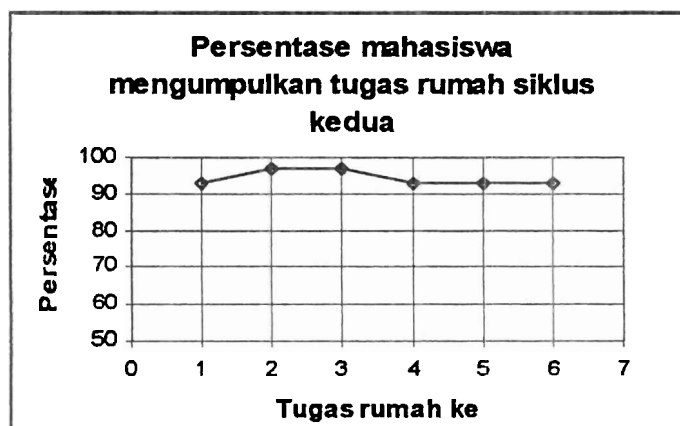
Setiap akhir dari satu pokok bahasan selalu diadakan posttest. Dalam pelaksanaan siklus kedua ini dilakukan 3 kali posttest sebab materinya juga terdiri dari 3 pokok bahasan. Skor yang diperoleh dari 3 kali posttest pada siklus kedua ini dapat dilihat pada tabel berikut ini:

TABEL 4. HASIL POSTTEST PADA SIKLUS KEDUA

Posttest ke-	Pokok Bahasan	Skor tertinggi	Skor terendah	Skor rata-rata	% Skor \geq 65
4	Matriks dan Vektor	100	30	74	50%
5	Integral Ganda	88	25	59	48,4%
6	Pers. Diff. Biasa	89	55	66	87,5%

Dari hasil posttest di atas terlihat adanya peningkatan dan penurunan skor rata-rata dari waktu ke waktu. Namun dari segi persentase mahasiswa yang memperoleh nilai \geq 65 terdapat peningkatan, terutama untuk posttest yang terakhir. Sedangkan skor rata-rata posttest mahasiswa pada siklus kedua ini adalah 66,33. Berdasarkan hasil ini tergambar bahwa hasil belajar pada siklus kedua ini lebih baik dibandingkan dengan siklus pertama dimana skor rata-rata posttest pada siklus pertama hanya 48. Namun perlu diketahui bahwa tingkat ketuntasan belajar secara klasikal baru terpenuhi pada posttest ke 6 (\geq 65% jumlah mahasiswa yang mempunyai skor \geq 65). Selanjutnya bila dilihat skor rata-rata mahasiswa untuk ujian akhir siklus kedua adalah 68, sedangkan skor ujian akhir siklus pertama hanya 55, ini memperlihatkan suatu peningkatan hasil belajar mahasiswa.

Data tentang aktivitas mahasiswa dalam mengerjakan tugas rumah pada siklus kedua ini dapat dilihat grafiknya pada Gambar 10 berikut.



Gambar 10. Grafik persentase mahasiswa yang mengumpulkan tugas rumah pada siklus kedua

Dari grafik dapat dilihat bahwa hampir semua mahasiswa mengumpulkan tugas rumah tepat waktu sama seperti pada siklus pertama. Memang masih ada mahasiswa yang mengumpulkan tidak tepat waktu, namun mereka tetap mengumpulkan pada pertemuan berikutnya, sehingga semua mahasiswa akhirnya mengerjakan dan mengumpulkan tugas rumah tersebut. Hal ini disebabkan pada siklus kedua ini tugas rumah setelah diperiksa segera dikembalikan kepada mahasiswa, sehingga mahasiswa merasa rugi bila tidak mengerjakan tugas rumah ini. Dari hasil analisis tugas rumah yang dikerjakan mahasiswa sudah terlihat ada kemajuan dalam hal memahami arti fisis dari soal aplikasi matematika dalam fisika yang diberikan, hal ini disebabkan beberapa soal dari tugas rumah ini diberi kunci jawaban sehingga mahasiswa bersemangat dalam mengerjakannya.

Berdasarkan pada hasil analisis dokumen ini dapat direkomendasikan bahwa pembelajaran dengan sistem tutorial dengan pemerian tugas rumah, pelaksanaan posttest serta melaksanakan kegiatan tutorial menggunakan LSBA yang berisikan soal-soal aplikasi matematika dalam fisika yang dibahas dengan menerapkan analisis matematis melalui representasi fisis yang dikerjakan dalam kelompok kecil dengan laporan perseorangan dapat meningkatkan hasil belajar dalam mata kuliah Fisika Matematika I.

f. Hasil Catatan Lapangan

Catatan lapangan berisikan tentang hal positif dan negatif yang ditemui selama proses berlangsung, baik pada kegiatan perkuliahan maupun dalam kegiatan tutorial. Secara umum catatan lapangan tersebut sebagai berikut:

- Hal yang dapat direkomendasikan.

Pelaksanaan perkuliahan dengan sistim tutorial menggunakan LSBA yang berisikan soal-soal aplikasi matematika dalam fisika dan diselesaikan dengan membuat representasi fisis kemudian dilanjutkan dengan representasi matematis merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan dalam pembelajaran Fisika Matematika I.

- (1) Pelaksanaan kegiatan tutorial dengan kelompok kecil (anggota 3-4 orang) lebih baik dari pada kelompok besar (anggota 5-6 orang).
- (2) Pemilihan anggota kelompok berdasarkan keinginan peserta diskusi lebih baik dari pada didistribusikan langsung oleh dosen berdasarkan tingkat kemampuan atau IP mahasiswa saja.
- (3) Hasil diskusi yang dilaporkan secara pribadi lebih baik dari pada dilaporkan secara berkelompok karena dapat lebih meningkatkan keaktifannya dalam berdiskusi.

- Saran untuk pelaksanaan tindak lanjut berikutnya.

- (1) Agar memperoleh hasil yang maksimal dalam berdiskusi sebaiknya diberitahukan materi yang akan didiskusikan dan diharapkan peserta diskusi membawa buku-buku referensi sehubungan dengan materi yang terkait .
- (2) Dalam membuat LSBA selain dibutuhkan soal-soal yang sesuai dengan materi yang diberikan haruslah dapat menambah wawasan peserta dan bersifat kompleks serta menantang, sehingga mereka selalu bersemangat dan tidak merasa bosan. Selain itu mulailah dengan soal yang mudah terlebih dahulu dan sesuaikan dengan waktu yang tersedia.
- (3) Agar pengerjaan soal-soal dengan pola penyelesaian representasi fisis dan matematis berjalan dengan lancar maka pada mahasiswa diwajibkan membaca materi fisika yang terkait di rumah sebelum mengikuti diskusi dan membawa buku-buku yang diperlukan kedalam kelas baik waktu kuliah maupun waktu kegiatan tutorial.

E. Refleksi

Dari tanggapan mahasiswa baik melalui angket terbuka dan wawancara dapat disimpulkan bahwa pelaksanaan sistem tutorial dengan menggunakan LSBA dengan metode penyelesaian soal menggunakan representasi fisis dan dilanjutkan dengan perhitungan matematis menuntut mahasiswa untuk menguasai materi Fisika Matematika I dan konsep-konsep fisika yang terkait secara baik. Upaya kearah itu telah dilakukan dengan interaksi tanya jawab dalam kuliah dan memberikan contoh soal yang mengkaitkan antara konsep fisis dengan materi Fisika Matematikanya. Untuk lebih memahami materi yang sedang dibahas dan memotivasi mahasiswa untuk belajar kembali di rumah maka setelah pembahasan materi dalam perkuliahan berakhir diberikan tugas rumah. Selain itu lebih difokuskan dengan melaksanakan kegiatan tutorial berupa diskusi kelompok dengan menggunakan LSBA itu sendiri. Bentuk pelaksanaan pembelajaran seperti yang telah dilakukan ini mendapat respon dari mahasiswa berupa meningkatnya aktifitas mahasiswa dalam belajar dan sewaktu pelaksanaan kegiatan tutorial. Selain itu hasil belajarnya pun semakin meningkat yang terlihat berupa peningkatan skor rata-rata dan peningkatan persentase mahasiswa yang memperoleh nilai besar sama 65.

BAB IV

HASIL

Telah dikemukakan sebelumnya bahwa tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan kualitas pembelajaran Fisika Matematika I menggunakan sistim tutorial yang terdiri dari komponen pretest, perkuliahan tatap muka, pemberian tugas rumah, kegiatan tutorial, posttest dan ujian akhir. Pelaksanaannya adalah berupa pemberian pretest pada setiap awal perkuliahan membahas pokok bahasan baru, penjelasan materi dan contoh soal pada perkuliahan tatap muka, pemberian tugas rumah setelah kegiatan perkuliahan tatap muka berakhir, pelaksanaan tutorial dengan menggunakan LSBA, pemberian posttest setiap selesai satu pokok bahasan dan diakhiri dengan ujian akhir. Kekhususan disini adalah pemberian soal-soal pada LSBA yang menggunakan representasi fisis sebelum melakukan perhitungan matematis. Berdasarkan pada pelaksanaan dari penelitian ini, berikut akan diuraikan hasil yang telah dicapai dan yang belum dicapai.

A. Hasil Yang Telah Dicapai.

1. Pemberian pretest pada setiap memulai pokok bahasan baru, dapat memotivasi mahasiswa untuk membaca materi yang akan dipelajari dalam perkuliahan, sehingga sewaktu kuliah mahasiswa tidak terlalu sulit dalam mengikuti materi yang dijelaskan dosen.
2. Pemberian materi pada kuliah tatap muka yang diselingi oleh contoh soal baik soal matematis maupun aplikasi fisis berdampak mengaktifkan mahasiswa dalam kuliah, terutama untuk aktifitas bertanya dan menjawab pertanyaan dosen.
3. Pemberian tugas rumah setelah perkuliahan tatap muka berakhir dapat memotivasi mahasiswa untuk mengulang kembali materi yang telah dibahas sekaligus mempersiapkan diri untuk mengikuti kegiatan tutorial.
4. Pemberian soal beserta kunci jawaban tugas rumah dalam bentuk lembaran foto copy dapat memotivasi mahasiswa untuk mengerjakan tugas rumah lebih serius sebab setelah tugas rumah dikumpulkan mereka dapat langsung mengetahui tingkat kemampuannya dalam menyelesaikannya.
5. Pengambilan kembali beberapa soal yang agak sulit dan kompleks dari tugas rumah yang telah **diberikan untuk** dimasukkan dalam LSBA dengan merubah pola penyajiannya, dapat lebih memantapkan penguasaan materi yang telah dibahas terutama mengenai aplikasi fisis yang menghendaki representasi fisis dan perhitungan matematis.
6. Penggunaan LSBA pada kegiatan tutorial yang dikerjakan dalam kelompok kecil (anggota 3-4 orang) dapat meningkatkan aktivitas mahasiswa dalam berdiskusi.

7. LSBA yang berisikan soal-soal aplikasi matematika dalam fisika dirancang sedemikian rupa dengan pertanyaan-pertanyaan yang membimbing proses berfikir mahasiswa langkah demi langkah ke arah menemukan representasi fisis dan rumusan matematis yang digunakan untuk menyelesaikan persoalan yang dibahas, sangat membantu mahasiswa ke arah pemahaman konsep fisis secara kualitatif untuk menemukan analisis matematis.
8. Bimbingan intensif yang dilakukan dosen sewaktu melaksanakan diskusi pada kegiatan tutorial dapat membantu mahasiswa yang bermasalah sewaktu berdiskusi terutama dalam menyelesaikan representasi fisis dari soal yang ada pada LSBA.
9. Pelaksanaan diskusi kelas diakhir kegiatan tutorial sangat bermanfaat untuk menyamakan persepsi terhadap penyelesaian soal dalam mendapatkan jawaban yang benar.
10. Pelaksanaan posttest setelah satu pokok bahasan berakhir, sangat bermanfaat untuk memotivasi mahasiswa belajar secara intensif dan sekaligus dapat mengetahui tingkat penguasaan mahasiswa terhadap materi yang telah dibahas. Disamping itu dengan adanya posttest setiap akhir pokok bahasan, membantu mahasiswa dalam memahami materi yang dibahas dan sebagai persiapan untuk menghadapi ujian akhir yang melibatkan tiga pokok bahasan untuk setiap siklus.
11. Ujian akhir siklus pertama (Ujian Mid Semester) dan ujian akhir siklus kedua (Ujian Akhir Semester) yang materinya dipenggal sesuai dengan materi yang dibahas pada siklus yang bersangkutan membantu mahasiswa untuk lebih memahami materi tersebut. Hal ini karena mahasiswa hanya terfokus pada materi yang tidak terlalu padat bila dibandingkan dengan bila untuk Ujian Akhir Semester melibatkan semua materi untuk satu semester dalam mata kuliah tersebut.

B. Hasil Yang Belum Dicapai

Hal yang belum dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Masih terdapat mahasiswa yang mengalami kesulitan dalam membuat representasi fisis dan perhitungan matematis sewaktu mengerjakan soal yang ada dalam LSBA.
2. Masih ada mahasiswa yang tidak mempersiapkan diri untuk mengikuti perkuliahan dengan kata lain tidak membaca materi yang akan dipelajari terlebih dahulu di rumah.
3. Belum tercapainya ketuntasan belajar secara klasikal yaitu 85% memperoleh nilai besar sama 65.

BAB V TINDAK LANJUT

Berdasarkan hasil yang telah dan yang belum dicapai maka berikut ini akan dikemukakan tindak lanjut yang direkomendasikan dan yang direncanakan untuk dilaksanakan.

A. Tindak lanjut yang direkomendasikan

1. Hal yang dapat direkomendasikan.

a. Melaksanakan perkuliahan tatap muka dengan cara:

- 1). Memberikan pretest pada setiap akan memulai pokok bahasan baru.
- 2). Menanyakan permasalahan pertemuan sebelumnya sebelum memulai materi baru
- 3). Menyelingi pemberian materi dengan contoh soal yang bervariasi antara soal matematis dan aplikasi fisis.
- 4). Memberikan kesempatan pada mahasiswa untuk bertanya apabila materi atau contoh soal kurang dipahami.
- 5). Mengajukan pertanyaan pada mahasiswa apakah materi atau contoh soal yang diberikan sudah dimengerti atau belum.
- 6). Memberikan kesempatan pada mahasiswa untuk berdiskusi dengan teman didekatnya dalam menyelesaikan contoh soal.
- 7). Membimbing mahasiswa dalam mengerjakan contoh soal.
- 8). Memotivasi mahasiswa untuk mau mengerjakan soal ke papan tulis.
- 9). Memberikan tugas rumah setelah perkuliahan tatap muka berakhir.
- 10). Memberikan kunci jawaban tugas rumah dalam bentuk lembaran fotokopi
- 11). Memberikan posttest setelah satu pokok bahasan berakhir.

b. Melaksanakan kegiatan tutorial dengan cara:

- (1) Memberitahukan sebelumnya materi fisika apa saja yang terkait dengan materi yang akan dibahas dalam kegiatan tutorial.
- (2) Mengajukan pada mahasiswa untuk membawa buku fisika yang terkait sewaktu kegiatan tutorial.
- (3) Menyesuaikan jumlah soal dengan tingkat kesukaran materi dan waktu yang tersedia.
- (4) Menggunakan LSBA yang berisikan soal-soal aplikasi fisis dengan menggunakan representasi fisis dan dilanjutkan dengan perhitungan matematis.
- (5) Melaksanakan diskusi dalam bentuk delompok kecil (3-4 orang), yang dibimbing oleh 2 orang dosen.
- (6) Melakukan bimbingan secara intensif terhadap kelompok yang bermasalah dalam menyelesaikan soal-soal yang ada pada LSBA.
- (7) Melakukan pengarahannya secara klasikal apabila semua mahasiswa mengalami kesulitan dalam berdiskusi.
- (8) Melakukan diskusi kelas diakhir kegiatan tutorial.

B. Tindak Lanjut Yang Direncanakan.

Berdasarkan pada refleksi akhir siklus kedua masih ditemukan hal-hal yang masih perlu diperbaiki dan perlu dikembangkan demi mengoptimalkan proses kegiatan belajar mahasiswa baik sebelum perkuliahan dimulai maupun selama proses perkuliahan berlangsung. Untuk itu direncanakan tindakan yang akan dilakukan di masa mendatang di dalam perkuliahan Fisika Matematika I sebagai berikut :

1. Menyempurnakan LSBA yang telah ada sesuai dengan waktu yang tersedia.
2. Melengkapi seluruh tugas rumah dengan jawabannya.
3. Menyiapkan ringkasan materi perkuliahan yang dapat dibagikan pada mahasiswa.
4. Membuat suatu tabel yang berisikan keterangan penggunaan materi fisika matematika tertentu dalam membahas konsep-konsep fisis yang ada pada matakuliah bidang studi fisika.
5. LSBA dapat meningkatkan aktivitas dalam pembelajaran, untuk itu LSBA mungkin dapat digunakan pada mata kuliah lain sesuai dengan materi yang dibahas.
6. Model penyelesaian soal dengan representasi fisis menuju analisis matematis mungkin dapat diaplikasikan pada mata kuliah lain yang relevan.

DAFTAR BACAAN

- Boas, Mary. L. (1985). *Mathematical Methods in The Physical Sciences*. Second Edition. New York. John Wiley & Son.
- Heller, P and Heller, K, (1995). Preparing Task to Teach Undergraduate Courses. Makalah untuk AAPT, Winter Meeting, Orlando, Florida. Januari.
- Heuvelen, Alan Van, (1991). Learning to Think Like a Physicist a Review of Research-based Instructional Strategies. *Am. J. Phys.* 59(10). Oct.
- IKIP Padang. (1998) . *Buku Pedoman IKIP Padang 1998*.
- Kemp, Jerrold E. (1985). *Proses Perencanaan Pengajaran*. Bandung. ITB Bandung.
- Leonard, William, J., Dufresne, Robert J., and Mestre Jose P. (1996). Using Qualitative Problem-Solving to Highlight the Role of Conceptual Knowledge in Solving Problem. *Am. J. Phys.* 64(12), Dec.
- Mark, L. Resequist, and McDermott, Lillian C. (1987). A Conceptual Approach to Teaching Kinematics. *Am. J. Phys.* 55(5). May.
- McDermott, Lillian C., Shaffer, Peter S. and Somers, Mark D. (1994). Research as Aquide for Teaching Introductory Mechanics an Illustration in The Context of The Atwood's Machine. *Am. J. Phys.* 62(1). January.
- Pride, Tara O'Brien, Stamatis Vokos, and Lillian C. McDermott, (1998). The Challenge of Matching Learning Assesments to Teaching Goals; An Example from the Work-Energy and Impulse-Momentum Theorems. *Am. J. Phys.* 66(2), February 1998.
- Roestiyah N.K. (1985). *Masalah Ilmu Keguruan*. Jakarta. Bina Aksara.
- Subroto, (1993). *Studi Tentang Perkuliahan Mekanika*. Laporan Program Pelatihan Singkat Luar Negeri di Glosglow University, Scotland, United Kingdom. Proyek Pengembangan P.T. Bantuan L.N. Bank Bunia XXI.
- Surachmad, Winarno. (1986). *Pengantar Interaksi Belajar Mengajar*. Bandung. Transito.
- Sutrisno, Leo. (1995). Keterampilan Membuat Strategi Pemecahan Masalah: Suatu Alternatif Kegiatan Untuk Meningkatkan Pengajaran MIPA. Makalah untuk Seminar Nasional MIPA di FMIPA UGM. September.
- Thacker, Beth Kim Eunsook, and Trefz, Kelvin, (1994). Comparing Prolem Solving Performance of Physics Students in Inquiry-based and Traditional Introductory Physics Courses. *Am. J. Phys.* 62(7). July.

Hari/Tanggal : _____

Minggu ke : _____

No	Kelompok Aktivitas	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
		1	Terlambat masuk						
	Membaca LSBA								
3	Memperhatikan penjelasan Dosen								
4	Memperhatikan teman yang bicara								
5	Mengajukan pertanyaan pada dosen								
6	Menjawab pertanyaan Dosen								
7	Menulis/mencatat jawaban LSBA								
8	Menjelaskan pada teman sekelompok								
9	Sering minta izin								
10	Acuh								
11	Mengantuk								
12	Bercanda								

Catatan :

Pengamat,

Lampiran 3

AKTIVITAS DOSEN YANG DIAMATI DALAM MENGAJAR

Hari/Tanggal : _____

Minggu ke : _____

No	Waktu / Aktivitas	25' I	25' II	25' III	25' IV	25' V	25' VI
	1	Membuka pelajaran					
2	Memberikan pretest						
3	Menjelaskan materi Sesuai silabus <ul style="list-style-type: none"> ▫ Terorganisis ▫ Dijelaskan secara rinci 						
4	Mengajukan pertanyaan pada mahasiswa						
5	Menghargai pendapat mahasiswa						
6	Melemparkan kembali pertanyaan kepada mhs lain						
7	Menjawab pertanyaan mahasiswa						
8	Memberi contoh soal <ul style="list-style-type: none"> ▫ Matematis ▫ Fisis/aplikasi 						
9	Memberi tugas rumah						
10	Menutup pelajaran						

Catatan :

Pengamat,

Lampiran 4

AKTIVITAS DOSEN DALAM TUTORIAL

Hari/Tanggal : _____

Minggu ke : _____

No	Kelompok/Waktu Aktivitas	I	II	III	IV	V	VI
1	Memperhatikan seluruh anggota kelas						
2	Membimbing kelompok yang bermasalah						
3	Mendatangi kelompok secara bergiliran						
4	Menjelaskan penyelesaian soal yang bermasalah pada klpk. tertentu						
5	Menyelesaikan soal yang bermasalah di papan tulis						
6	Memberikan kunci jawaban						
7	Melaksanakan postest						

Catatan :

ANGKET PENELITIAN HIBAH PENGAJARAN

- Petunjuk : 1) Mohon kesediaan sdr. untuk mengisi angket ini sesuai dengan kenyataan apa adanya
2) Isi angket ini tidak akan mempengaruhi nilai ujian mata kuliah Fisika Matematika I yang sedang sdr. ikuti
3) Coret yang tidak diperlukan

1. Apakah pelaksanaan pre-test pada perkuliahan Fisika Matematika I

a. dapat meningkatkan motivasi sdr. untuk belajar ?

Ya/Tidak ; Alasan : -----

b. dapat meningkatkan penguasaan sdr. terhadap materi yang diberikan ?

Ya/Tidak ; Alasan : -----

2. Apakah dengan adanya Tugas Rumah (PR) dapat membantu sdr. dalam memahami materi pelajaran ?

Ya/Tidak ; Alasan : -----

3. Apakah pelaksanaan diskusi dalam kegiatan tutorial :

a. dapat meningkatkan penguasaan sdr. terhadap materi yang dibahas (secara matematis)?

Ya/Tidak ; Alasan : -----

b. dapat meningkatkan motivasi sdr. untuk belajar agar memperoleh nilai yang baik ?

Ya/Tidak ; Alasan : -----

c. dapat mengeluarkan pendapat secara bebas ?

Ya/Tidak ; Alasan : -----

4. Apakah ada nilai tambah yang sdr. rasakan dalam memahami materi dengan model soal pada lembaran kerja untuk kegiatan tutorial :

a. dalam memahami arti fisis dari materi yang dibahas ?

Ya/Tidak ; Alasan : -----

b. apakah dapat meningkatkan penguasaan sdr. terhadap materi yang dibahas ?

Ya/Tidak ; Alasan : -----

5. Dengan adanya post-test :

a. apakah dapat membantu sdr. untuk meningkatkan penguasaan materi yang dibahas ?

Ya/Tidak ; Alasan : -----

b. dapat meningkatkan motivasi belajar untuk menghadapi ujian

Ya/Tidak ; Alasan : -----

6. Apa manfaat lain yang sdr. rasakan dari kegiatan tutorial yang diberikan ?

7. Kendala apa yang sdr. rasakan dalam menjawab lembaran soal pada kegiatan tutorial ?

8. Materi yang diberikan dalam kegiatan tutorial apakah sudah cocok dengan materi yang sdr. dapat sesuai dengan silabus ?

9. Apa saran sdr. terhadap pelaksanaan tutorial untuk masa mendatang ?

10. Berilah komentar sdr. secara bebas diluar hal-hal yang ditanyakan di atas sehubungan dengan kegiatan perkuliahan Fisika Matematika I

SILABUS MATA KULIAH

A. INFORMASI UMUM

Fakultas	: FPMIPA
Jurusan	: Pendidikan Fisika
Matakuliah	: FISIKA MATEMATIKA I
Jumlah SKS (bobot)	: 3 SKS
Tempat/Ruang Kuliah	
Tempat konsultasi	: Jurusan Pend. Fisika
Waktu Konsultasi	: Setiap Hari Kerja
Kode matakuliah	: FIS 203
Dosen	

B. DESKRIPSI MATA KULIAH

- Kedudukan matakuliah ini diantar matakuliah lainnya:
Perkakas logika dalam memecahkan masalah fisika
- Garis Besar isi mata kuliah :
 - Deret tak hingga
 - Bilangan kompleks
 - Deret Fourier
 - Persamaan Linier dan matriks
 - Vektor
 - Integral ganda
 - Persamaan Diferensial Biasa
- Manfaat matakuliah ini dalam pembentukan profesi :
membantu daya nalar mahasiswa dalam menghadapi permasalahan fisika.
- Kegiatan Mahasiswa selama satu semester :
Mengikuti perkuliahan, responsi, mengerjakan tugas
- Prasyarat pengambilan matakuliah ini MTK 101 , MTK 102
dan FSK 101 , FSK 102

C. TUJUAN MATA KULIAH

Mahasiswa memiliki kemampuan untuk menerapkan berbagai bentuk dasar matematika dalam penyelesaian secara analitis berbagai permasalahan fisika.

D. KEPUSTAKAAN

A. WAJIB

Mary L. Boas (1993), MATHEMATICAL METHODS IN THE PHYSICAL SCIENCE
Mc. Grow Hill Book New York (MB).

B. ANJURAN

- Filles (1983) ' APPLIED MATHEMATICAL FOR ENGINEER AND PHYSICIST
Mc Grow Hill Book New York
- Murray Spiegel (1983), ANALISIS VEKTOR ,
Mc Grow Hill Book New York
- Murray Spiegel (1983), PEUBAH KOMPLEKS ,
Mc Grow Hill Book New York
- Frank Ayres ,PERSAMAAN DIFRENSIAL , Erlangga Jakarta

E. EVALUASI

- | | |
|-------------------|--------|
| 1. Ujian semester | : 60 % |
| 2. Ujian Mid | : 30 % |
| 3. Tugas | : 10 % |

Minggu	Pokok Bahasan/Sub pokok bahasan	Referensi
I	DERET TAK HINGGA 1. Pengertian 2. Deret Konvergen dan Divergen 3. Uji Konvergensi 4. Deret Bolak balik	MB 1-41
II	5. Selang konvergensi 6. Ekspansi deret pangkat -Deret Taylor -Deret Maclaurin 7. Teknik-teknik ekspansi 8. Beberapa penggunaan	
III	BILANGAN KOMPLEKS 1. Pengantar 2. Aljabar Kompleks 3. Rumus Euler 4. Pangkat dan akar kompleks	MB 43 - 79
IV	5. Fungsi eksponensial 6. Fungsi hiperbolis 7. Invers Trigonometri dan hiperbolis	
V	DERET FOURIER 1. Pendahuluan 2. Penggunaan deret Fourier 3. Nilai rata-rata 4. Koefisien Fourier	MB 297 - 334
	5. Kondisi Dirichlet 6. Deret Fourier Kompleks 7. Fungsi genap dan ganjil 8. Teorema Parseval	
VII	PERSAMAAN LINIER DAN MATRIKS 1. Persamaan linier 2. Matriks 3. Determinan	MB 81 - 113
VIII	MID SEMESTER	
IX	VEKTOR 1. Pengertian 2. Garis dan bidang 3. Perkalian vektor 4. Difrensial Vektor 5. Operator Vektor	MB 95 - 105 MB 235 - 254
X	INTEGRAL GANDA 1. Integral ganda 2. Perubahan Variabel 3. Integral Garis	MB 257 - 266 MB 201 - 231

Minggu	: Pokok Bahasan/Sub pokok bahasan	: Referensi	:
XI	: 4. Teorema Green : 5. Teorema Divergensi : 6. Teorema Stokes	.	:
XII	: PERSAMAAN DIFRENSIAL BIASA : 1. Pengantar : 2. Pemisahan variabel : 3. Pers. Linier orde satu : 4. Metode lain untuk pers. orde satu	: MB 337 - 379	:
XIII	: 5. Pers. linier orde dua dengan ruas : kanan sama dengan nol dan tak sama : dengan nol : 6. Pers. orde dua yang lainnya	.	:
XIV-XV	: REVIUW	.	:

Lampiran 7.

**TABULASI DATA AKTIVITAS POSITIF
DALAM PERKULIAHAN PADA SIKLUS I**

No	Aktivitas positif	Pengamatan ke					
		1	2	3	4	5	6
1	Memperhatikan penjelasan dosen	32	32	31	32	31	31
2	Mengajukan pertanyaan pada dosen	3	4	10	13	15	11
3	Menjawab pertanyaan dosen	3	5	9	15	16	15
4	Bertanya/diskusi materi dengan teman	7	3	11	11	18	18
5	Memperhatikan teman menjawab pertanyaan	20	25	28	28	30	31
6	Mencatat materi perkuliahan	32	32	31	32	31	31
7	Menyelesaikan soal di papan tulis	0	1	1	1	2	1
8	Menyelesaikan contoh soal	20	23	28	28	31	31

**TABULASI DATA AKTIVITAS NEGATIF
DALAM PERKULIAHAN PADA SIKLUS I**

No	Aktivitas negatif	Pengamatan ke					
		1	2	3	4	5	6
1	Terlambat masuk kelas	8	7	6	4	1	2
2	Acuh	3	4	3	2	2	0
3	Mengantuk	12	11	9	8	5	2
4	Bercanda dengan teman	12	10	11	12	7	3
5	Resah	4	5	5	6	4	2
6	Minta izin keluar kelas	4	4	5	5	3	1

Lampiran 8

**TABULASI DATA AKTIVITAS POSITIF
DALAM PERKULIAHAN PADA SIKLUS II**

No	Aktivitas positif	Pengamatan ke					
		1	2	3	4	5	6
1	Memperhatikan penjelasan dosen	32	32	31	31	30	32
2	Mengajukan pertanyaan pada dosen	10	12	10	16	14	18
3	Menjawab pertanyaan dosen	13	15	18	18	16	20
4	Bertanya/diskusi materi dengan teman	18	16	20	22	24	25
5	Memperhatikan teman menjawab pertanyaan	30	28	28	30	30	32
6	Mencatat materi perkuliahan	32	32	31	31	30	32
7	Menyelesaikan soal di papan tulis	2	2	3	1	2	3
8	Menyelesaikan contoh soal	32	32	31	31	30	32

**TABULASI DATA AKTIVITAS NEGATIF
DALAM PERKULIAHAN PADA SIKLUS II**

No	Aktivitas negatif	Pengamatan ke					
		1	2	3	4	5	6
1	Terlambat masuk kelas	4	5	3	3	4	3
2	Acuh	1	0	0	0	0	0
3	Mengantuk	3	2	1	1	2	2
4	Bercanda dengan teman	8	10	6	10	8	7
5	Resah	1	0	2	1	0	0
6	Minta izin keluar kelas	3	4	2	3	4	4

1. Berapa besar amplitudo, periode, frekwensi dan kecepatan amplitudo sebuah partikel yang bergerak yang perpindahannya dinyatakan oleh persamaan berikut :

$$s = 2 \sin (4t-1)$$

2. Gambarkan grafik dari gabungan frekwensi nada dasar berikut :

$$\sin \pi t + \sin 2\pi t + \frac{1}{3} \sin 3\pi t$$

3. Apa yang dimaksud dengan fungsi genap dan fungsi ganjil ? Jelaskan dengan grafik

- (1) Dengan rumus abc hitunglah persamaan kuadrat berikut :

$$x^2 - 2x + 2 = 0$$

- (2) Hitunglah : (a) $\frac{1}{1+i}$

(b) $(i + \sqrt{3})^2$

- (3) Apakah deret $\sum \frac{i^n}{n}$ konvergen ?

- (4) Tulislah dalam bentuk deret : $\sin z$ dan $\cos z$.

(5) $|Z - (1 + 2i)| = (x-1) + i(y-2) = 2 = \sqrt{(x-1)^2 + (y-2)^2}$

Persamaan di atas setara dengan $(x-1)^2 + (y-2)^2 = 4$. Apakah bentuk persamaan terakhir ?

1. Apa yang dimaksud dengan matriks ?
2. Hitung $5A + 3B$ dimana

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 6 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 10 & 4 \\ -5 & 2 \end{pmatrix}$$

3. Berapa determinan dari matriks berikut

$$\begin{pmatrix} 1 & -2 & 3 \\ 2 & 0 & -4 \\ -1 & -1 & 1 \end{pmatrix}$$

4. Vektor $A = 2i + j - k$; dan $B = i + 3j - 2k$. Hitung $A + B$; $A \times B$; $A \cdot B$

Fisimat I

Pretest
INTEGRAL GANDA

Nama : _____

NIM : _____

Diberikan kurva $y = x^2$ dari $x = 0$ ke $x = 1$

Tentukan :

- (a) Luas daerah di bawah kurva
- (b) Masa bidang material yang bentuknya seperti luasan pada (a) jika rapat massanya (massa persatuan luas) adalah xy

1. Gunakan ekspansi binomial untuk persamaan pergeseran Doppler berikut :

a. Untuk sumber yang bergerak $v' = v \left(1 \pm \frac{v}{c} \right)^{-1}$

b. Untuk pengamat yang bergerak $v' = v \left(1 \pm \frac{v}{c} \right)$

c. Efek relativitas $v' = v \left(1 \pm \frac{v}{c} \right) \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right)^{-1/2}$

Bandungkan uraian deret ketiga persamaan di atas dan jika pada relativitas suku v^2/c^2 diabaikan, bandingkan persamaan ini dengan persamaan yang lain.

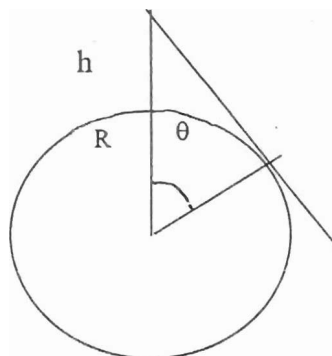
2. Pergeseran dari suatu partikel yang bermassa diam m_0 yang dihasilkan oleh gaya $m_0 g$ sepanjang sumbu x adalah :

$$x = \frac{c^2}{g} \left\{ \left[1 + \left(g \frac{t}{c} \right)^2 \right]^{1/2} - 1 \right\}$$

Dapatkan pergeseran x dalam deret pangkat sebagai fungsi t. Bandingkan hasil ini dengan hasil klasik

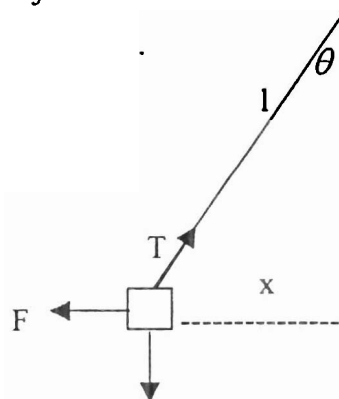
$$x = \frac{1}{2} g t^2$$

3. Jika kita naik ke atas tower setinggi h dari atas permukaan bumi, tunjukkan bahwa jarak permukaan bumi yang dapat dilihat mendekati $s = \sqrt{2Rh}$, dengan R jari-jari bumi. (Petunjuk : Buktikan terlebih dahulu bahwa $h/R = \sec^2 \theta - 1$ dan dapatkan dua suku pertama dari deret untuk $\sec \theta = 1/\cos \theta$ dan gunakan $s = R\theta$.)

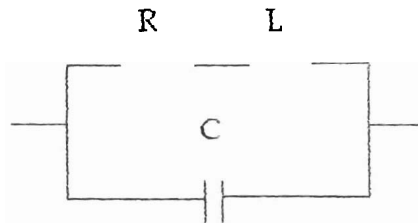


4. Sebuah beban dengan massa m tergantung pada seutas tali (seperti pada gambar). Beban ditarik oleh gaya F. Jika beban ditarik sejauh x dari titik kesetimbangannya, Tentukanlah :

- a. F/W dalam deret θ
b. Biasanya dalam hal ini yang diketahui adalah x dan l bukan θ .
Dapatkanlah F/W dalam deret x/l .



1. Z menyatakan perpindahan partikel dari titik asal. Tentukan laju dan besar percepatan dan gambarkan gerak tersebut:
 - a) $Z = 5e^{i\omega t}$; $\omega = \text{konstan}$
 - b) $Z = (1 + i)e^{it}$
2. a) $Z = (1 + i)t - (2 + i)(1 - t)$. Buktikan bahwa partikel bergerak sepanjang garis lurus melalui titik $(1 + i)$ dan $(-2 - i)$
b) $Z = Z_1 t + Z_2(1 - t)$. Buktikan bahwa partikel bergerak sepanjang garis lurus melalui Z_1 dan Z_2 .
3. Tentukan impedansi Z_1 dan Z_2 dalam rangkaian seri dan paralel yang diberikan oleh : a) $Z_1 = 2 + 3i$, $Z_2 = 1 - 5i$
b) $Z_1 = 1 - i$, $Z_2 = 3i$
4. Tentukan impedansi rangkaian seri R & L dengan C paralel dengan R & L. Rangkaian disebut beresonansi bila Z riil, tentukan ω dalam bentuk R, L dan C pada saat resonansi.



5. Untuk rangkaian R,L,C seri dengan $V(\sim)$
 - a) Tentukan ω dalam bentuk R,L dan C jika sudut $Z = 45^\circ$
 - b) Tentukan frekwensi resonansi ω (lihat soal 4)

1. Tentukan dan plotlah konjugate kompleks dari masing-masing bilangan kompleks berikut:

a. $1 + i$ b. -1 c. $2\left(\cos\frac{\pi}{6} + i\sin\frac{\pi}{6}\right)$

2. Gunakan persamaan $|z| = r = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{zz^*}$ untuk mencari nilai dari :

a. $\frac{2i-1}{i-2}$ b. $(2-3i)^4$

3. Tentukan besar kecepatan dan percepatan jika :

a. $z = \frac{1-it}{2t+1}$ b. $z = \cos 2t + i\sin 2t$

4. Rangkaian seri R, L dan C dihubungkan dengan sumber tegangan $v(t) = v_m e^{i\omega t}$.

- Dapatkan anda menggambarkan rangkaian tersebut.?
- Bagaimana hubungan antara tegangan $v(t)$ dengan tegangan pada R, L dan C ? (Nyatakan V_L dalam L dan V_C dalam C)
- Buatlah hubungan tegangan pada soal b dalam besaran $I(t)$ dengan cara mendifferensialkan $v(t)$ atau tulislah turunan pertama dari persamaan tersebut.
- Jika arus yang mengalir dalam rangkaian $I(t) = I_m e^{i\omega t}$, gunakanlah persamaan pada (c) dan nyatakanlah persamaan ini dalam bentuk hukum Ohm.
- Tentukanlah besar tahanan total yang ada dalam rangkaian diatas. (tahanan ini disebut dengan Impedansi yang dinyatakan dengan Z).
- Gambarkanlah Z pada bidang kompleks dan sebutkan apa nama bagian imajiner dari Z ini, bagaimana perbedaan fase antara R, X_C dan X_L ?
- Kapankah arus dalam rangkaian akan maksimum ? Jika terjadi bagaimana kondisi frekuensi dalam rangkaian. (Frekuensi ini disebut dengan frekuensi resonansi).

5. Suatu rangkaian listrik seperti gambar

Jika $v(t) = 100\sqrt{2} \cos \omega t$, dengan $\omega = 100 \text{ rad/dt}$,

$R = 3\Omega$, $X_L = 4\Omega$ dan $X_C = 2\Omega$

a. Carilah Impedansi pengganti rangkaian paralel LC

b. Carilah Impedansi total rangkaian

c. Nyatakanlah impedansi

ini dalam bentuk polar

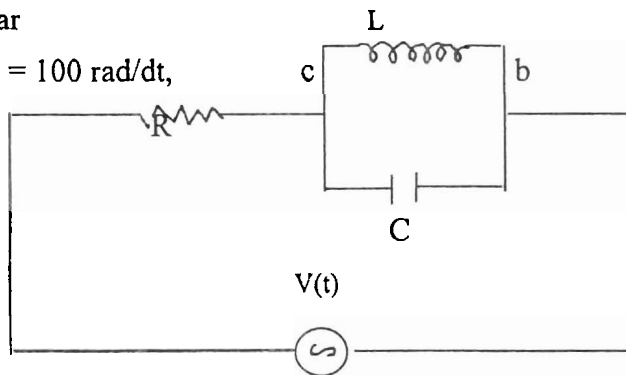
d. Ubahlah Tegangan $v(t)$ dalam bentuk polar.

e. Tentukan arus yang melewati R

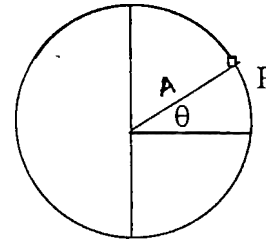
f. Tentukan tegangan pada titik bc

g. Berapakah besarnya frekuensi resonansi rangkaian ?

h. Berapakah harga V_{bc} pada saat resonansi?



1. Suatu titik bergerak melingkar dengan kecepatan sudut ω seperti pada gambar.
 - a. Tentukan posisi $P(x,y)$ setelah bergerak selama t detik, tulis dalam bentuk kompleks
 - b. Berapa besar kecepatan dan percepatan pada saat simpangan terbesar dan pada saat simpangan nol ?
 - c. Berapa besar energi kinetik dan energi potensial setiap saat ?
 - d. Jika P bergerak kekanan (sepanjang sb. x) dan jika cepat rambat titik P tersebut adalah v , tulislah persamaan geraknya.



2. a. Gambarkanlah gelombang persegi yang memiliki perioda 2π detik, di mana :

$$y(t) = \begin{cases} 1 & 0 < t < \pi \\ 0 & \pi < t < 2\pi \end{cases}$$
- b. Gambarlah dalam satu grafik fungsi berikut untuk $t = 0 \rightarrow 2\pi$ (buat dalam 1 lembar folio)

$$y_1(t) = \frac{1}{2}; \quad y_2(t) = (2/\pi) \sin t; \quad y_3(t) = (2/3\pi) \sin 3t;$$

$$y_4(t) = (2/5\pi) \sin 5t; \quad y_5(t) = (2/7\pi) \sin 7t;$$
- c. Jumlahkan tiap simpangan $y_1 \dots y_5$ dan buat grafiknya.

3. Sebuah partikel yang mempunyai koordinat $x = \text{Re } z$ dan $y = \text{Im } z$ bergerak dengan gerak harmonis sederhana dengan persamaan geraknya $z = -4e^{i(2t+3\pi)}$. Tentukan amplitudo, perioda, frekwensi dan kecepatan amplitudo dari gerak tersebut.

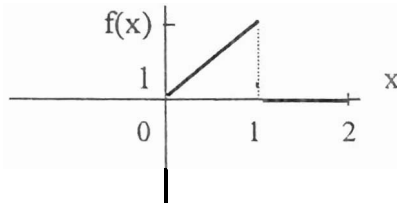
4. Diketahui persamaan $\int_a^b \sin^2 kx dx = \int_a^b \cos^2 kx dx = \frac{1}{2}(b-a)$

dengan $k(b-a)$ merupakan perkalian dengan π . Gunakan persamaan tersebut untuk menghitung integral berikut : Boas: (a). 7.4.14; (b) 7.4.16

(a) $\int_0^{\frac{4\pi}{3}} \sin^2\left(\frac{3x}{2}\right) dx$ $\int_{-\frac{\pi}{2}}^{\pi} \cos^2\left(\frac{x}{2}\right) dx$

(b) $\int_0^{\frac{2\pi}{\omega}} \sin^2 \omega t dt$ $\int_0^2 \cos^2 2\pi t dt$

1. Suatu fungsi dengan bentuk seperti gambar, mempunyai perioda = 2



- Carilah persamaan fungsi tersebut dalam variabel x
 - Carilah deret Fourier fungsi tersebut
 - Carilah deret Fourier fungsi tersebut dalam bentuk kompleks
 - Bentuklah fungsi tersebut menjadi fungsi genap dan berapa periodanya sekarang ?
 - Carilah deret Fourier fungsi genap ini
 - Bentuklah fungsi tersebut menjadi fungsi ganjil dan berapa periodanya sekarang ?
 - Tentukan deret Fourier fungsi ganjil ini.
- g. Petunjuk : Pada soal no. 2 sampai no. 5 masing-masing satu perioda untuk satu fungsi, kemudian tentukan deret Fourier untuk masing-masing fungsi tersebut.

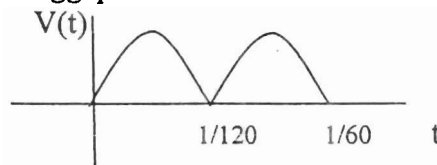
2. Buat sket untuk beberapa perioda dan kembangkan dalam bentuk deret Fourier sinus dan cosinus dan dalam bentuk kompleks

$$(a) \quad \begin{cases} f(x) = x^2 & -\pi < x < \pi; \\ f(x) = x^2 & 0 < x < 2\pi; \end{cases} \quad (b) \quad f(x) = \begin{cases} 0 & -1/2 < x < 0 \\ x & 0 < x < 1/2 \end{cases}$$

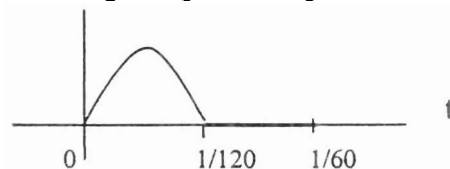
3. Apakah fungsi berikut fungsi genap atau fungsi ganjil ?

$$f(x) = \begin{cases} -1 & -\pi < x < 0 \\ x & 0 < x < \pi \end{cases}$$

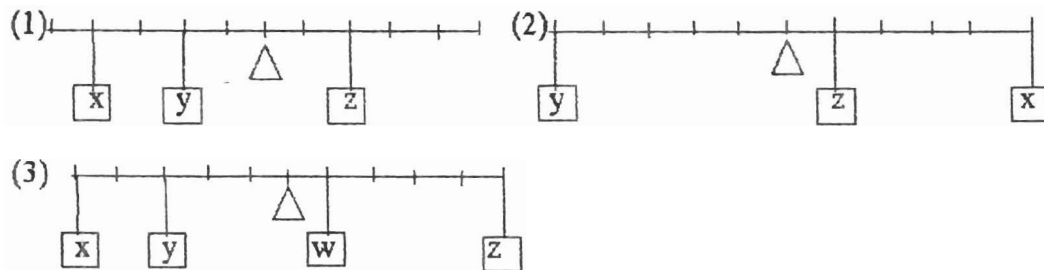
4. Keluaran dari suatu generator a-c sederhana bentuk kurvanya berupa fungsi sinus seperti pada gambar. Anggap voltase maksimum 100 Volt.



5. Bentuk kurva dari arus listrik seperti pada gambar, dimana pada setengah lingkaran berupa fungsi sinus dan setengah lagi berharga nol. Arus maksimum 5 Amp.



1. Untuk menentukan berat tiga buah benda x, y, z digunakan suatu batang yang panjangnya 110 cm dan beban 5 kg (berat batang diabaikan). Untuk itu dilakukan tiga percobaan yang menghasilkan kesetimbangan



- Tuliskan momen gaya yang ditimbulkan oleh suatu benda dengan beban 5 kg (w) yang berjarak L dari suatu titik
 - Tentukanlah momen gaya pada percobaan (1)
 - Tentukanlah momen gaya pada percobaan (2)
 - Tentukanlah momen gaya pada percobaan (3)
 - Bentuklah dari ke tiga persamaan momen diatas dalam bentuk matriks
 - Carilah berat x, y, z dengan menggunakan eliminasi Gauss
 - Carilah berat x, y, z dengan menggunakan matriks invers
2. Dua unsur radio aktif A dan B memiliki waktu paruh 2 dan 3 jam. Setelah 12 jam massa kedua unsur ini tinggal 56 gram dan 6 jam kemudian massanya tinggal 12 gram
- Apakah yang dimaksud dengan waktu paruh ?
 - Tuliskan persamaan jumlah unsur yang tinggal dari suatu peluruhan
 - Tuliskan persamaan unsur yang tinggal untuk A dan B dengan waktu paruh masing-masing
 - Tuliskan persamaan unsur A dan B yang tinggal setelah 12 jam dan 18 jam
 - Bentuklah dari persamaan d) dalam bentuk matriks
 - Carilah unsur A dan B dari matriks soal c) dengan aturan Cramer

1. Carilah usaha yang dilakukan dalam menggerakkan sebuah objek sepanjang garis lurus dari $(3,2,-1)$ hingga $(2,-1,4)$ dalam sebuah medan gaya yang diberikan oleh $\mathbf{F} = 4\mathbf{i} - 3\mathbf{j} + 2\mathbf{k}$. (Jwb. 15)
2. Sebuah gaya diberikan oleh $\mathbf{F} = 3\mathbf{i} + 2\mathbf{j} - 4\mathbf{k}$ dikenakan pada titik $(1,-1,2)$. Carilah momen dari \mathbf{F} terhadap titik $(2,-1,3)$. (Jwb. $2\mathbf{i} - 7\mathbf{j} - 2\mathbf{k}$)
3. Sebuah partikel bergerak sepanjang kurva $x = 2t^2$, $y = t^2 - 4t$, $z = 3t - 5$ dimana t adalah waktu. Carilah komponen-komponen kecepatan dan percepatan pada saat $t = 1$ detik dalam arah $2\mathbf{i} - 2\mathbf{j} + 4\mathbf{k}$ (Jwb. $2\sqrt{6}$, $\frac{1}{3}\sqrt{6}$)
4. Jika temperatur suatu benda dinyatakan oleh $T = x^2yz + 4xz^2$
 - a. Tentukan arah aliran panas pada $(1,-2,-1)$
 - b. Tentukan perubahan temperatur dalam arah $2\mathbf{i} - \mathbf{j} - 2\mathbf{k}$
(Jwb. (a) $-8\mathbf{i} + \mathbf{j} + 10\mathbf{k}$, (b) $37/3$)

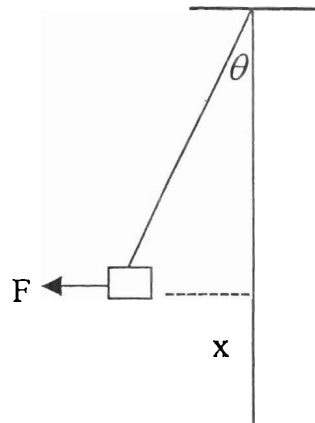
Tutorial # 9
Fisimat I

Tugas Rumah
INTEGRAL GANDA

Nama : _____
NIM : _____

1. Tentukan volume dengan integral lipat dua untuk daerah segitiga dengan titik-titik sudutnya $(0,0)$, $(2,0)$ dan $(2,1)$ dibawah parabola $z = 24 - x^2 - y^2$ (Jwb. $131/6$)
2. Tentukan volume diantara permukaan $z = 2x^2 + y^2 + 12$ dan $z = x^2 + y^2 + 8$ yang dibatasi oleh segitiga dengan titik-titik sudutnya $(0,0)$, $(1,0)$ dan $(1,2)$
3. Tentukan massa dari benda pada soal no.2 jika rapat massa berbanding lurus dengan x
4. Suatu persegi panjang dengan sudut-sudut $(0,0)$, $(0,2)$, $(3,0)$, $(3,2)$ dan rapat massa xy . Tentukan :
 - (a) M
 - (b) Pusat massa
 - (c) I_x, I_y
 - (d) I_x sekitar sumbu paralel dengan sumbu z . (Petunjuk : Gunakan teorema sumbu sejajar dan sumbu tegak lurus)
5. Suatu lingkaran dengan jari-jari a , gunakan koordinat polar untuk menentukan :
 - (a) Luas daerahnya
 - (b) Sentroid pada kuadran pertama
 - (c) Momen inersia sekitar diameter
 - (d) Lingkarannya
 - (e) Sentroid pada seperempat lingkaran

1. Gambar di samping memperlihatkan sebuah benda yang digantung dengan seutas tali sepanjang l . Benda ditarik ke salah satu sisi dengan gaya F sehingga tali membentuk sudut θ dari arah kesetimbangannya.



- Saat benda berada sejauh x dari posisi kesetimbangan, apakah ada gaya-gaya yang bekerja dalam arah vertikal? Jika ada gambarkan gaya tersebut.

Karena ada gaya tarik pada benda sebesar F , apakah ada gaya lain yang mengimbangnya? Dalam hal ini berlakukah hukum Newton? Gambarkanlah gaya yang mengimbangi gaya F tersebut.

- Tentukanlah komponen tegangan tali dalam arah vertikal dan horizontal.
- Tentukanlah perbandingan F/W dalam deret pangkat sebagai fungsi θ
- Carilah $\tan \theta$ dalam variabel x dan l dari sistem kesetimbangan tersebut.

Tentukanlah perbandingan F/W dalam deret pangkat sebagai fungsi x/l

2. Gunakan ekspansi binomial untuk persamaan pergeseran Doppler berikut :

a. Untuk sumber yang bergerak
$$v' = v \left(1 \pm \frac{v}{c} \right)^{-1}$$

b. Untuk pengamat yang bergerak $v' = v \left(1 \pm \frac{v}{c} \right)$

c. Efek relativitas $v' = v \left(1 \pm \frac{v}{c} \right) \left(1 - \frac{v}{c} \right)^{-1/2}$

Jika pada relativitas suku v^2/c^2 diabaikan, bila dibandingkan dengan dua persamaan sebelumnya, apakah yang dapat anda lihat.

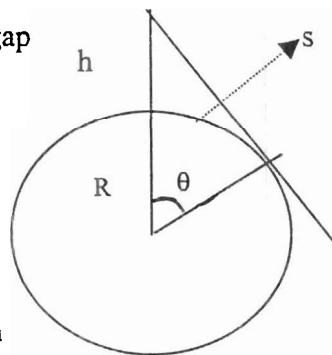
2. Pergeseran dari suatu partikel yang bermassa diam m_0 yang dihasilkan oleh gaya m_0g sepanjang sumbu x adalah :

$$x = \frac{c^2}{g} \left\{ \left[1 + \left(g \frac{t}{c} \right)^2 \right]^{1/2} - 1 \right\}$$

- Bagaimana cara anda melihat untuk memperoleh deret binomial ? Carilah terlebih dahulu deret binomial tersebut.
- Setelah memperoleh deret binomial, langkah apa yang harus anda lakukan untuk menyelesaikan soal agar diperoleh harga x dalam fungsi t ?
- Dari hasil yang diperoleh, bandingkan dengan hasil $x = \frac{1}{2} gt^2$. Kapan hal itu terjadi?

3. Jika kita naik ke atas tower setinggi h dari atas permukaan bumi, (lihat gambar dan bumi dianggap bulat dengan jari-jari R).

- Carilah hubungan antara s dan θ



- Dari gambar, apakah R tegak lurus terhadap Garis singgung yang dibentuk dari sudut pandang orang di atas tower. Jika ya, carilah hubungan h dan θ .

- Setelah hubungan antara R, h dan θ diperoleh, jadikan persamaan tersebut dalam bentuk h/R sebagai fungsi θ .
 - Tuliskan h/R dalam deret sebagai fungsi θ
 - Substitusi harga θ dalam bentuk s dan R pada deret h/R di atas.
 - Karena s jauh lebih kecil dari R , apa yang terjadi dengan deret h/R ? Buktikan dalam hal ini $s = \sqrt{2Rh}$.
4. Energi Elektron pada laju v dalam teori relativitas khusus adalah $mc^2(1-v^2/c^2)^{-1/2}$ dengan m = massa elektron dan c = laju cahaya.
- Apa arti fisis dari mc^2 ?
 - Apa yang dimaksud dengan energi massa diam?
Berapa besar v pada energi massa diam ini?
 - Tentukan deret dari persamaan $(1-v^2/c^2)^{-1/2}$?
 - Bila deret di atas dikalikan dengan mc^2 , tuliskan persamaan energi yang dimiliki elektron dalam bentuk energi diam dan energi lainnya.
 - Jika v/c sangat kecil, suku ketiga dan seterusnya dapat diabaikan, kenapa?
Bagaimana bentuk persamaan energi elektron sekarang? Apa arti fisis suku kedua dari persamaan energi tersebut.
 - Kapan kita dapat memperoleh harga v/c yang sangat kecil?

1. Impedansi suatu rangkaian diberikan oleh :

$$Z_1 = 2 + 3i; \quad Z_2 = 1 - 5i$$

Gunakan hukum yang berlaku seperti pada rangkaian listrik untuk tahanan seri dan tahanan paralel

- Carilah impedansi dalam hubungan seri
- Gambarkan hasil (a) pada bidang kompleks dan bagaimana menentukan sudut θ nya ?
- Cari impedansi pada hubungan paralel
- Gambarkan hasil (c) pada bidang kompleks dan berapa besar sudut θ nya ?

2. Perpindahan partikel yang bergerak dari titik asal dinyatakan oleh Z sebagai fungsi waktu seperti persamaan berikut :

$$Z = (1+i)t - (2+i)(1-t)$$

- Bagaimana cara menentukan kecepatan dari partikel tersebut ? Tulis kecepatan kompleksnya
- Apakah kecepatan partikel ini konstan ? Beri alasan
- Berapa percepatan dari partikel yang bergerak ini ? Apa arti fisisnya ?

- d. Ambil Z_0 pada saat $t = 0$ dan Z_1 pada saat $t = 1$. Di mana posisi partikel pada saat ini ?
- e. Dari semua hasil di atas, apakah partikel bergerak sepanjang garis lurus melalui Z_0 dan Z_1 ?
- f. Gambarkan lintasan partikel tersebut dalam bidang kompleks.

3. Rangkaian seri R dan C dihubungkan dengan sumber tegangan $v(t) = v_m e^{i\omega t}$.

- a. Gambarkanlah rangkaian tersebut.
- b. Tentukanlah hubungan tegangan $v(t)$ dengan tegangan pada R dan C.
- c. Buatlah hubungan tegangan pada soal b dalam besaran $I(t)$ dengan cara mendifferensialkan $v(t)$.
- d. Jika arus yang mengalir dalam rangkaian $I(t) = I_m e^{i\omega t}$, gunakanlah persamaan ini pada persamaan $v(t)$ soal c dan nyatakanlah persamaan ini dalam bentuk hukum Ohm.
- e. Tentukanlah besar tahanan total yang ada dalam rangkaian diatas. (tahanan ini disebut dengan Impedansi yang dinyatakan dengan Z).

- f. Gambarkanlah Z pada bidang kompleks dan sebutkan apa nama bagian imajiner dari Z ini .
4. Rangkaian seri R dan L dihubungkan dengan sumber tegangan $v(t) = v_m e^{i\omega t}$.
- a. Gambarkanlah rangkaian tersebut.
- b. Tentukanlah hubungan tegangan $v(t)$ dengan tegangan pada R dan L .
- c. Buatlah hubungan tegangan pada soal b dalam besaran $I(t)$ dengan cara mendifferensialkan $v(t)$.
- d. Jika arus yang mengalir dalam rangkaian $I(t) = I_m e^{i\omega t}$, gunakanlah persamaan ini pada persamaan $v(t)$ soal c dan nyatakanlah persamaan ini dalam bentuk hukum Ohm.
- e. Gambarkanlah Z pada bidang kompleks dan sebutkan apa nama bagian imajiner dari Z ini .
- f. Tentukanlah besar tahanan total yang ada dalam rangkaian diatas.(tahanan ini disebut dengan Impedansi yang dinyatakan dengan Z).
- g. Kapankah arus dalam rangkaian akan maksimum ? Jika terjadi bagaimana kondisi frekwensi dalam rangkaian. (Frekuensi ini disebut dengan frekuensi resonansi).

1. Rangkaian seri R, L dan C dihubungkan dengan sumber tegangan

$$v(t) = v_m e^{i\omega t}.$$

- a. Dapatkah anda menggambarkan rangkaian tersebut.?

- b. Bagaimana hubungan antara tegangan $v(t)$ dengan tegangan pada R, L dan C ?
(Nyatakan V_L dalam L dan V_C dalam C)

- c. Buatlah hubungan tegangan pada soal b dalam besaran $I(t)$ dengan cara mendifferensialkan $v(t)$ atau tulislah turunan pertama dari persamaan tersebut.

- d. Jika arus yang mengalir dalam rangkaian $I(t) = I_m e^{i\omega t}$, gunakanlah persamaan pada (c) dan nyatakanlah persamaan ini dalam bentuk hukum Ohm.

- e. Tentukanlah besar tahanan total yang ada dalam rangkaian diatas. (tahanan ini disebut dengan Impedansi yang dinyatakan dengan Z).

- f. Gambarkanlah Z pada bidang kompleks dan sebutkan apa nama bagian imajiner dari Z ini, bagaimana perbedaan fase antara R, X_C dan X_L ?

- g. Kapanakah arus dalam rangkaian akan maksimum ? Jika terjadi bagaimana kondisi frekuensi dalam rangkaian. (Frekuensi ini disebut dengan frekuensi resonansi).

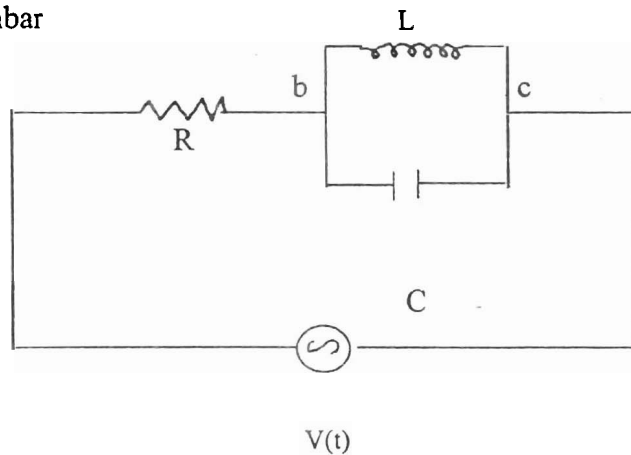
2. Suatu rangkaian listrik seperti gambar

Jika $v(t) = 100\sqrt{2} \cos \omega t$,

dengan $\omega = 100 \text{ rad/dt}$,

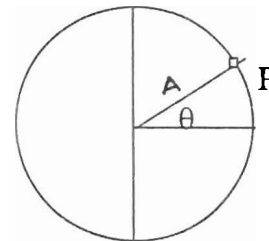
$R = 3\Omega$, $X_L = 4\Omega$

dan $X_C = 2\Omega$.



- Carilah Impedansi pengganti rangkaian paralel LC.
- Carilah Impedansi total rangkaian.
- Nyatakanlah impedansi ini dalam bentuk polar
- Ubahlah Tegangan $v(t)$ dalam bentuk polar.
- Tentukan arus yang melewati R
- Tentukan tegangan pada titik bc
- Berapakah besarnya frekuensi resonansi rangkaian ?
- Berapakah harga V_{bc} pada saat resonansi?

1. Suatu titik bergerak melingkar dengan kecepatan sudut ω seperti pada gambar.
- a. Tentukan posisi $P(x,y)$ setelah bergerak selama t detik,



- b. Tulislah persamaan gerak titik P dalam bentuk kompleks
- c. Gambarkan grafik gerak titik P bagian imajinerinya pada grafik y dan t
- d. Gambarkan vektor kecepatan titik P pada arah y . Bagaimana kecepataannya pada saat titik P mencapai simpangan terbesar?
- e. Gambarkan vektor percepatan titik P pada sumbu y . Bagaimana arahnya dengan kecepatan pada sumbu y ?
- f. Berapa besar kecepatan dan percepatan pada saat simpangan maksimum dan pada saat simpangan nol ?
- g. Berapa besar energi kinetik dan energi potensial setiap saat ? Kapan E_k dan E_p maksimum dan apa hubungannya dengan E_k dan E_p ?
- h. Jika titik P bergerak kekanan (sepanjang sb. x) apa yang terbentuk ? Jika cepat rambat titik P tersebut adalah v , tulislah persamaan geraknya.

2. a. Gambarkanlah gelombang persegi yang memiliki perioda 2π detik, di mana :

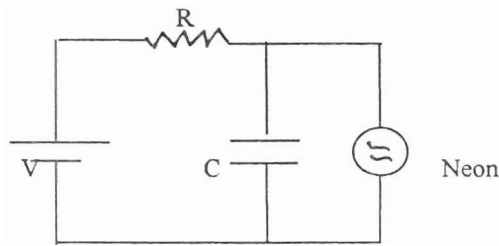
$$y(t) = \begin{cases} 1 & 0 < t < \pi \\ 0 & \pi < t < 2\pi \end{cases}$$

b. Gambarlah dalam satu grafik fungsi berikut untuk $t = 0 \rightarrow 2\pi$ (buat dalam 1 lembar folio)

$$\begin{aligned} y_1(t) &= \frac{1}{2}; & y_2(t) &= (2/\pi) \sin t; & y_3(t) &= (2/3\pi) \sin 3t; \\ y_4(t) &= (2/5\pi) \sin 5t; & y_5(t) &= (2/7\pi) \sin 7t; \end{aligned}$$

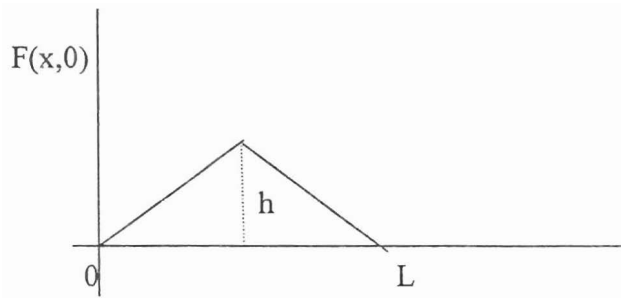
c. Bagilah interval 2π menjadi 2 bagian dalam tiap bagian dibagi 10 bagian. Jumlahkan tiap simpangan $y_1 \dots y_5$ untuk setiap bagian di atas dan hubungkan titik-titik yang didapat sampai untuk $t = 2\pi$.

1 Suatu rangkaian RC seri dipasang suatu neon (lihat gambar)



- Bentuklah hubungan tegangan sumber V dengan tegangan R dan C .
- Tulislah persamaan V diatas dalam bentuk persamaan Q .
- Carilah solusi Persamaan Diferensial Q diatas dengan mengintegrgalkan persamaan (lakukan permisalan variabel) dengan kondisi pada $t=0, Q=0$.
- Apa arti fisis solusi persamaan (c).
- Jika Neon berapi pada $t = \frac{1}{2} RC$, sketlah Q sebagai fungsi t untuk beberapa siklus dan tentukanlah periode dari Q .
- Uraikanlah fungsi Q dalam deret Fourier.

2. Suatu dawai gitar bergetar jika dipetik dengan fungsi $f(x,t)$. Dawai ini diberi Simpangan awal seperti gambar berikut.



- Tentukanlah fungsi simpangan untuk $0 < x < L/2$.
- Tentukanlah fungsi simpangan untuk $L/2 < x < L$.
- Dapatkanlah deret Fourier simpangan getar tersebut.

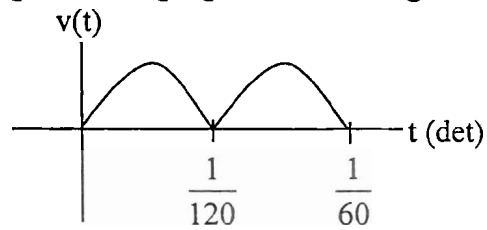
-
1. Kecepatan elektron v dari sebuah akselerator energi tinggi hampir mendekati kecepatan cahaya. Akselerator diberi tegangan sebesar V .
- a. Dari hukum relativitas diberikan hubungan antara rasio v/c dan tegangan V dengan persamaan berikut:

$$\frac{v}{c} = \sqrt{1 - \frac{1}{4V^2}}$$

- b. Dari persamaan di atas, bagaimana anda dapat melihatnya sebagai suatu deret?
- c. Dapatkah anda menuliskan kembali deret binomial?
- d. Apakah persamaan di atas dapat dibuat kedalam bentuk deret binomial?
- e. Tulis dua suku pertama deret binomial untuk mendapatkan $1 - v/c$ dalam bentuk V , lalu substitusi harga-harga $V = 100 \text{ mV}$.

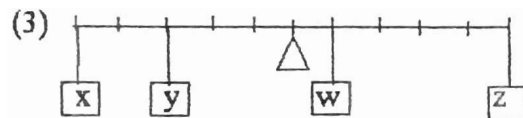
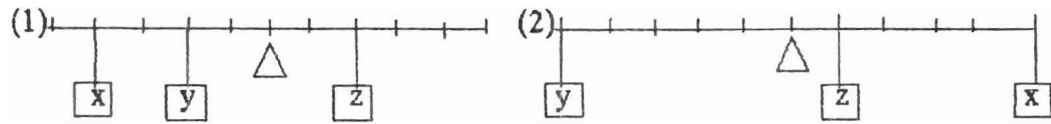
2. Tentukan besar kecepatan dan percepatan jika $Z = (1-it)/(3t+i)$ dan gambarkan gerak tersebut dalam bidang kompleks

3. Bentuk kurva untuk satu perioda dari keluaran generator a-c sederhana berupa fungsi sinus seperti pada gambar. Tegangan maksimum generator ini 100 volt.



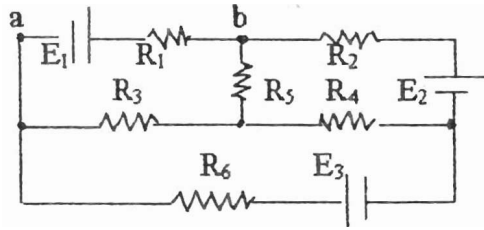
- Tuliskan persamaan fungsi v dalam variabel t
- Dari gambar, dapat dilihat bahwa perioda dinyatakan dalam l , dapatkan sdr. menentukan perioda dari $v(t)$ tersebut? Berapa besarnya l ?
- Dapatkan sdr. menulis bentuk rumusan umum dari deret Fourier untuk $v(t)$ ini?
- Berapa besar koefisien Fouriernya?
- Dengan telah didapatkan koefisien Fourier untuk fungsi $v(t)$ ini, tuliskan kembali deret Fouriernya.

1. Untuk menentukan berat tiga buah benda x, y, z digunakan suatu batang yang panjangnya 110 cm dan beban 5 kg (berat batang diabaikan). Untuk itu dilakukan tiga percobaan yang menghasilkan kesetimbangan



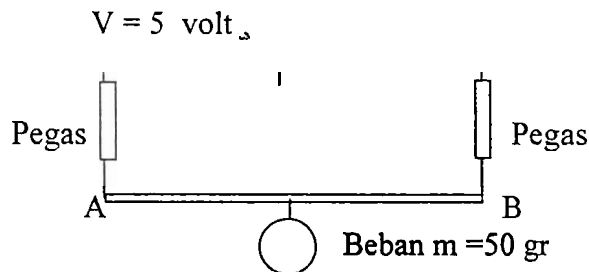
- Tuliskan momen gaya yang ditimbulkan oleh suatu benda dengan beban 5 kg (w) yang berjarak L dari suatu titik
- Tentukanlah momen gaya pada percobaan (1)
- Tentukanlah momen gaya pada percobaan (2)
- Tentukanlah momen gaya pada percobaan (3)
- Bentuklah dari ke tiga persamaan momen diatas dalm bentuk matriks
- Carilah berat x, y, z dengan menggunakan eliminasi Gauss
- Carilah berat x, y, z dengan menggunakan matriks invers

2. Suatu rangkaian listrik campuran seperti berikut :



- a. Gambarkanlah tiga loop dari rangkaian di atas
- b. Tulislah persamaan untuk ketiga loop dengan menggunakan hukum Kirchoff
- c. Bentuklah persamaan loop di atas dalam bentuk matriks
- d. Tentukanlah arus yang mengalir pada loop I dengan menggunakan aturan Cramer
- e. Tentukanlah beda potensial antara titik a dan b

1. Sebuah benda digantung dengan kawat AB yang panjangnya 1 meter. Massa benda 50 gram. Kawat diletakan dalam suatu medan magnet \mathbf{B} .



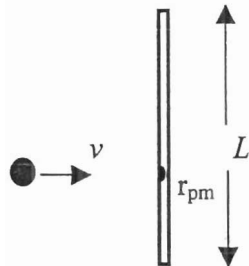
- Hitunglah kuat arus yang mengalir dalam kawat AB dan kemana arah arus mengalir.
 - Agar pegas tidak teregang oleh berat beban berapa besar gaya yang harus dikerja pada kawat AB dan kemana arah gaya ini .
 - Tulislah gaya yang dibutuhkan oleh kawat AB untuk mengimbangi berat beban dengan menggunakan vektor satuan \mathbf{i} , \mathbf{j} dan \mathbf{k} .
 - Tuliskanlah persamaan gaya yang dialami oleh muatan yang bergerak dalam medan magnet \mathbf{B} . Kalikan persamaan ini dengan t/t ($t = \text{waktu}$). Bagaimana bentuk persamaan ini sekarang.
 - Dengan menggunakan $\mathbf{B} = B_x \mathbf{i} + B_y \mathbf{j} + B_z \mathbf{k}$ Tuliskanlah persamaan gaya Lorentz yang dialami kawat AB. (Gunakan perkalian vektor).
 - Dari persamaan pada e) berapa besar medan magnet yang dibutuhkan untuk menghindari agar pegas jangan tertekan dan kemana arahnya. (gunakan syarat dua vektor dikatakan sama).
2. Suatu partikel bermassa m berotasi dengan kecepatan sudut ω ,vektor posisi m terhadap titik asal adalah \mathbf{r} .
- Tulislah torsi yang dialami oleh benda m dengan menggunakan momen inerti benda I .

- b) Jika percepatan benda $\mathbf{a} = \boldsymbol{\omega} \times \mathbf{v}$, dimana $\mathbf{v} = \boldsymbol{\omega} \times \mathbf{r}$. Tuliskanlah bentuk hukum kedua Newton untuk hal ini.
- c) Tentukanlah torsi yang dialami oleh benda m dengan menggunakan gaya \mathbf{F} pada soal b).
- d) Berdasarkan soal di atas buktikan bahwa momen inertiya benda bermassa m adalah $I = m r^2$.

3. Sebuah partikel bergerak dengan sepanjang kurva $x = 2t^2$, $y = t^2 - 4t$ dan $z = 3t - 5$ dengan t adalah waktu.

- a) Tuliskan vektor posisi partikel setiap saat.
- b) Tentukanlah kecepatan partikel pada $t = 2$ detik dan berapa besarnya dalam arah $2\mathbf{i} - 2\mathbf{j} + 8\mathbf{k}$
- c) Tentukanlah percepatan partikel pada $t = 2$ detik dan berapa besarnya dalam arah $2\mathbf{i} - 2\mathbf{j} + 8\mathbf{k}$
- d) Jika massa partikel 2 kg , tuliskan gaya yang bekerja pada partikel untuk $t = 2$ detik.
- e) Berapa besar usaha yang dilakukan oleh benda pada saat $t = 2$ detik jika vektor perpindahannya adalah $5\mathbf{i} - 3\mathbf{j} + 8\mathbf{k}$.
- f) Berapa jarak partikel kebidang $3x + 2y - 8z = 2$ setelah partikel bergerak selama 2 detik

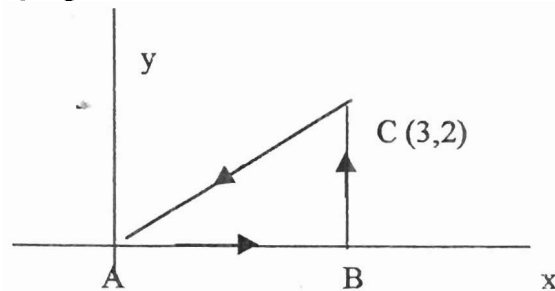
1. Suatu batang panjangnya L dan bermassa M , rapat massanya sebanding dengan panjangnya. Rapat massa pada ujung-ujungnya adalah 2 satuan dan 10 satuan. Batang digantung seperti pada gambar. Sebuah benda bermassa m dengan kecepatan v menumbuk pusat massa batang dan benda ini menempel pada batang.



- Bagaimanakah bentuk momentum sudut benda yang berputar dengan kecepatan v yang berjarak r dari pusat O
- Bagaimana persamaan rapat massa batang
- Dimanakah pusat massa batang
- Berapa momen inersia batang yang digantung
- Berapakah momentum sudut batang dan benda setelah tumbukan
- Berapakah kecepatan linear batang dan benda setelah bertumbukan

- g. Berapa energi kinetik batang saat bertumbukan
- h. Jika batang berputar 180° lalu berhenti, berapa energi potensial batang
- i. Jika batang dapat berputar satu lingkaran penuh, berapa kecepatan v dari benda m
2. Suatu kerucut dengan persamaan $x^2 + y^2 = z^2$ dalam bidang $z = 1$ dan 2 dan rapat massa $\rho = (x^2 + y^2 + z^2)^{-1}$
- Dengan menggunakan koordinat bola, berapakah sudut antara sumbu z dengan permukaan kerucut
 - Berapakah jari-jari alas dan tutup kerucut dalam θ
 - Bagaimanakah bentuk rapat massa kerucut dalam koordinat bola
 - Hitunglah massa kerucut
 - Tentukan pusat massa dari kerucut
 - Tentukan momen inersia jika diputar pada sumbu z

1. Dua gaya masing-masing $F_1 = 2xy \mathbf{i} + 3x^2y \mathbf{j}$ dan $F_2 = 1/3 y^3 \mathbf{i} + xy^2 \mathbf{j}$ bekerja sepanjang lintasan ABCA .



- Carilah $\nabla \times F_1$ dan $\nabla \times F_2$
- Carilah persamaan garis AB , BC dan AC
- Carilah usaha yang dilakukan oleh gaya tersebut dalam lintasan ABCA
Apa ke simpulan anda tentang gaya ini dengan melihat hasil $\nabla \times F$
- Carilah luas daerah segitiga ABC untuk $f(x,y) = 2xy + 3yx^2$ dan $f(x,y) = 1/3 y^3 + xy^2$
- Bandingkanlah hasil pada soal c) dan d)

2. Suatu kawat panjang L berarus listrik , berjari-jari R dengan rapat massa $\rho = kr$
Tentukanlah :

- Dengan menggunakan sistem koordinat silinder tentukanlah volume silinder .
- Muatan total kawat .
- Tentukanlah kuat medan listrik dalam kawat
- Tentukanlah kuat medan listrik di luar kawat

3. Suatu bola berongga berjari-jari R dengan rapat muatan persatuan luas $\rho = 2 \text{ C/m}^2$

a) Carilah luas permukaan bola .

b) Tentukanlah kuat medan listrik dalam bola

c) Tentukanlah kuat medan listrik di luar bola

d) Tentukanlah potensial listrik dalam bola

e) Tentukanlah potensial listrik di luar bola

f) Grtafik potensilal vs r

-
1. Suatu tank mengandung 8 liter air dan 32 gram garam. Kedalam tank ini mengalir larutan lain dengan konsentrasi garam 2 gr/lt . dengan laju 4 liter /menit . Campuran larutan ini keluar dari tank dengan kecepatan 2 liter /menit.
 - a) Tentukanlah jumlah volume larutan yang masuk kedalam tank untuk selang waktu Δt .
 - b) Tentukanlah jumlah volume larutan yang keluar dari tank untuk selang waktu Δt .
 - c) Perubahan/pertambahan volume tank untuk selang waktu Δt .
 - d) Carilah solusi persamaan c) dimana volume awalnya 8 liter
 - e) Hitunglah pertambahan jumlah zat untuk waktu Δt dalam tank . (ingat konsentrasi larutan dalam tank sekarang adalah N/V).
 - f) Carilah solusi persamaan e) dengan N awal 32 gram.
 - g) Carilah volume larutan dalam tank dan jumlah zat untuk waktu 20 menit .
 - h) Carilah Konsentrasi larutan pada waktu 20 menit ini .

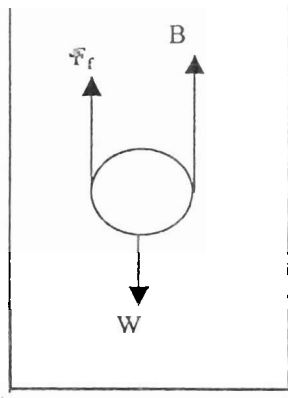
 2. Suatu rangkaian listrik RL seri dihubungkan dengan sumber tegangan $E = E_0 \cos \omega t$
 - a) Gambarkanlah rangkain tersebut .

 - b) Bagaimana hubungan tegangan pada R dan L dengan E .

 - c) Nyatakanlah hubungan pada persamaan b) dengan persamaan difrensial dan termasuk kedalam persamaan mana persamaan ini.

- d) Carilah faktor integrasi dari persamaan diferensial ini .
- e) Bagaimana solusi persamaan c) jika pada $t = 0$ arus $i(0) = 0$.
- f) Dari solusi ini persamaan manakah yang arusnya bersifat transien i_t (akan lenyap dengan bertambahnya waktu) dan bagian mana yang menuju keadaan steady state i_s .
3. Peluruhan “ Suatu unsur akan berkurang sebanding dengan jumlah unsur yang tinggal” . Suatu unsur setelah satu jam tinggal 5 gram dan setelah 1 jam berikutnya tinggal 2 gram .
- a) Rumuskanlah persamaan diferensial untuk peluruhan ini dengan konstanta peluruhan λ .
- b) Carilah solusi persamaan a) dimana pada $t = 0$, $N = N_0$.
- c) Apa yang dimaksud dengan waktu paruh ?
- d) Dengan pengertian waktu paruh ini apa hubungan λ dengan waktu paruh
- e) Apa bentuk persamaan peluruhan secara umum dengan menggunakan waktu paruh .
- f) Tulislah persamaan jika pada t_1 jumlah unsur yang tinggal N_1 .
- g) Carilah apa persamaan t_1 untuk N_1 ini .
- h) Tuliskan persamaan seperti f) dan g) tetapi untuk t_2 dan N_2 .
- i) Carilah apa persamaan untuk untuk t_2 untuk N_2 .
- j) Carilah waktu paruh dengan mengurangkan $t_2 - t_1$
- k) Berapakah waktu paruh untuk masalah yang dikemukakan di atas.

1. Suatu bola dengan massa m bergerak dari suatu ketinggian dalam suatu fluida dengan viskositas η . Gaya-gaya yang berkerja pada bola adalah gaya gesek, gaya berat dan gaya apung.



$$F_f = \text{gaya gesek} = 6\pi r \eta v$$

$$B = \text{Gaya apung} = m_f g$$

$$m_f = \text{massa fluida yang bergeser}$$

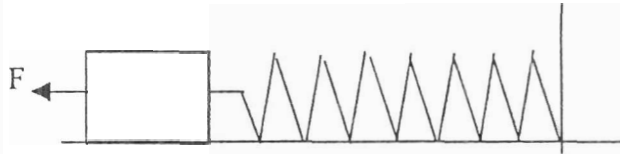
$$W = \text{gaya berat} = mg$$

$$\rho = \text{rapat massa bola}$$

$$\rho_f = \text{rapat massa fluida}$$

- a) Tulislah resultan gaya yang bekerja pada bola .
- b) Dengan menggunakan hukum Newton bagaimana persamaan gerak (diferensial) dari bola.
- c) Carilah solusi persamaan gerak ini jika kecepatan awal bola adalah nol. (Hati-hati dalam memisahkan variabel).
- d) Bagaimana bentuk solusi c) untuk t yang cukup besar, apakah kecepatan fungsi waktu dan apa jenis gerak bola. (dalam kasus ini kecepatan bola disebut dengan kecepatan terminal v_L).
- e) Gunakan rapat massa bola dan fluida untuk menghitung massa bola dan massa fluida yang bergeser untuk persamaan v_L .
- f) Dari persamaan e) apa yang dapat anda lakukan untuk menentukan viskositas cairan di laboratorium.

2. Suatu pegas dengan konstanta pegas $k = 10$,pada ujungnya diberi massa $m = 2$. Pada pegas dikerjakan gaya $F = 34 \sin 10t$.Jika gaya gesekan benda dengan lantai adalah $f = 4v$ ($v =$ kecepatan benda) tentukanlah:



- a) Gaya resultan yang bekerja pada pegas .
- b) Persamaan gerak pegas dengan variabel sebagai x simpangan pegas .
- c) Apa jenis persamaan diferensial yang anda dapatkan ?
- d) Tentukan solusi homogen dari persamaan gerak pegas?
- e) Tentukan solusi partikuler gerak pegas ?
- f) Jika pada $t = 0$ $x(0) = -2$ dan $v = 0$ bagaimana solusi khusus gerak pegas ?
- g) Apakah pegas teredam kritis, teredam osilasi atau teredam tinggi ?

1. Suatu rangkaian seri R dan C dengan sumber tegangan E konstan seperti gambar

a. Carilah E sebagai jumlah tegangan R dan C

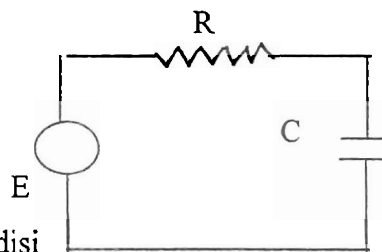
b. Tulislah persamaan E dalam bentuk I .

c. Differensialkan persamaan E terhadap t dan dapatkan persamaan dI/dt

d. Integrasikan persamaan pada (c) dengan kondisi pada $t = 0$, $I = I_0$ di mana $I_0 = E/R$

e. Uraikan I dalam deret sebagai fungsi t.

f. Jika t cukup kecil apa yang terjadi terhadap persamaan soal (e) dan apa arti fisisnya.



2. Sebuah benda massa m dijatuhkan dari suatu ketinggian, gaya gesekan udara adalah $-kv$ dengan $k =$ konstanta dan $v =$ kecepatan.

a. Lukiskan gaya-gaya yang bekerja pada benda

b. Tuliskan gaya total yang bekerja pada benda

c. Karena gaya total ini merupakan gaya Newton (hukum kedua Newton), tuliskan persamaan gerak benda dalam bentuk persamaan differensial v terhadap t

d. Dengan cara mengintegrasikan persamaan pada (c) dan melakukan pemisalan variabel carilah solusi v dari persamaan tersebut dengan kondisi awal $v = 0$ pada saat $t = 0$

e. Ganti v dengan dy/dt pada persamaan (d) dan integralkan terhadap t dengan kondisi pada $t = 0$, $y = 0$.

f. Uraikan y dalam deret sebagai fungsi t dari persamaan (e). Kapan kondisi $y = \frac{1}{2}gt^2$ terjadi ?

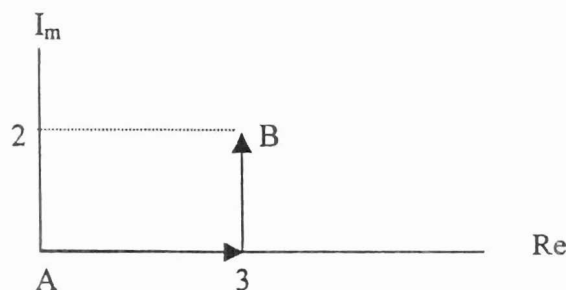
1. Suatu rangkaian seri R-C arus bolak-balik dengan $R = 300 \Omega$, $C = 79,9 \mu\text{F}$ dan frekwensi tegangan adalah 50 Hz serta tegangan rms sumber 100 Volt. Tentukanlah :
 - a. Reaktansi kapasitif
 - b. Impedansi rangkaian dalam bentuk eksponensial
 - c. Arus yang mengalir pada rangkaian [Amplitudo dari arus ini disebut dengan arus rms dan sudut dari arus ini disebut dengan fasa arus ϕ]
 - d. Arus kompleks $I_s(t) = I_{\text{rms}} \sqrt{2} e^{i(\omega t + \phi)}$
 - e. Arus sesaat pada rangkaian ini (bagian riil dari $I_s(t)$ kompleks)
 - f. Tegangan sesaat pada R
 - g. Tegangan sesaat pada C
 - h. Jumlah tegangan rms pada R dan C dan bandingkan dengan tegangan rms sumber
 - i. Jumlah tegangan rms kompleks dari R dan C dan bandingkan dengan tegangan rms sumber
 - j. Gambarkanlah tegangan R dan C pada bidang kompleks
2. Suatu partikel bergerak dalam suatu bidang

$$z = \cos 2t + i \sin 2t \quad (Z \text{ dalam meter})$$

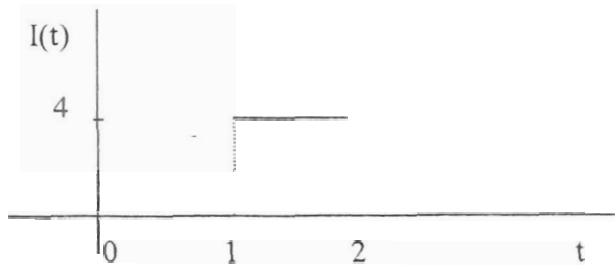
Tentukanlah :

- a. Kecepatan partikel
- b. Percepatan partikel
- c. Jika massa partikel 1 kg, hitunglah usaha yang diperlukan dari A ke B dengan lintasan seperti gambar. Catatan : Gunakan $W = \int F dz$,

dimana $z = x + iy$ dan $dz = dx + idy$



Suatu fungsi arus listrik diberikan oleh fungsi berikut ini :



- Uraikanlah $I(t)$ dalam deret Fourier.
- Bentuk $I(t)$ sebagai fungsi genap dan berapa periodenya sekarang.
- Uraikanlah fungsi soal (b) dalam deret Fourier.
- Bentuklah $I(t)$ sebagai fungsi ganjil dan berapa periodenya sekarang.
- Uraikanlah fungsi soal (c) dalam deret Fourier.
- Jika arus yang mengalir melalui tahanan R maka energi disipasinya adalah rata-rata RI^2 . Berapa energi rata-rata ini untuk $I(t)$ soal di atas.

-
1. Dengan menggunakan aturan Cramer tentukan x dan t dari persamaan relativitas khusus Lorentz berikut

$$x' = \gamma(x - vt)$$

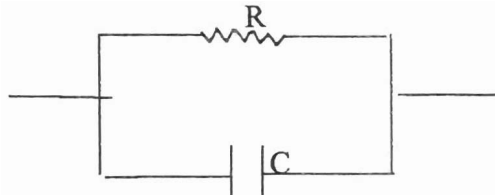
$$t' = \gamma\left(t - v\frac{x}{c^2}\right) \quad \text{dimana : } \gamma^2\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) = 1$$

2. Sebuah partikel bergerak sepanjang lintasan yang diberikan oleh : $x = t^3 - t + 2$, $y = 2 - t^4$, $z = t^3 - 4t^2$.
- Tentukan posisi dari partikel tersebut setiap saat
 - Tentukan besar kecepatan dalam arah $\mathbf{i} + 3\mathbf{j} - 3\mathbf{k}$ pada $t = 1$ detik

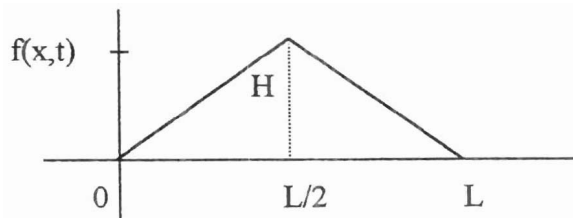
**UJIAN AKHIR SIKLUS PERTAMA
FISIKA MATEMATIKA I
18 Oktober 1999**

1. Tentukan selang konvergensi deret berikut : $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^n n^2}{4^n (n^2 + 1)}$

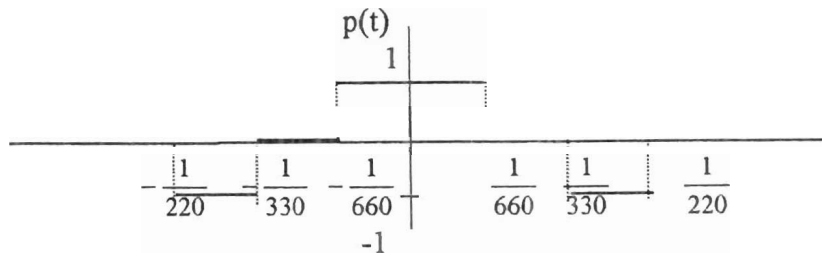
2. Tentukan Impedansi rangkaian listrik berikut



3. Suatu dawai gitar akan bergetar jika dipetik dengan fungsi $f(x,t)$. Dawai ini diberi simpangan awal seperti gambar berikut
- Tentukan fungsi simpangan untuk $0 < x < L/2$
 - Tentukan fungsi simpangan untuk $L/2 < x < L$
 - Dapatkan deret Fourier simpangan tersebut



4. Grafik pada gambar menyatakan frekwensi suatu tekanan sebagai fungsi waktu $p(t)$ untuk satu perioda.



- Apakah fungsi tersebut fungsi genap atau ganjil ? Koefisien Fourier mana yang harganya nol ?
- Tulis persamaan fungsi tersebut dalam variabel t
- Tentukan deret Fourier untuk fungsi tersebut
- Bila intensitas relatif sebanding dengan kuadrat dari koefisien-koefisien Fouriernya, tentukan intensitas relatif tersebut untuk $n = 1$ sampai $n = 7$

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
UJIAN SEMESTER JULI- DESEMBER 1999**

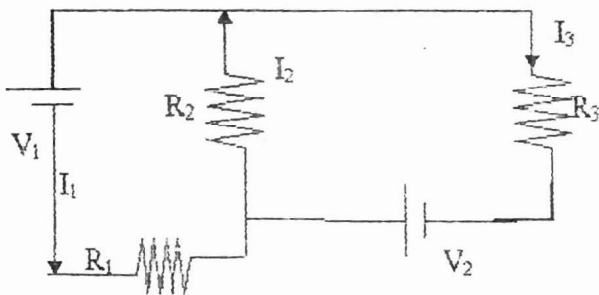
Mata Kuliah : Fisika matematik 1
PROG/JURUSAN : S-1 / Pendidikan Fisika
Hari / Tanggal : Senin / 27 Desember 1999
Waktu : 120 Menit
Pembina Mata Kuliah : Dra. Syakbaniah, M.Si

Petunjuk :

1. Baca soal dengan teliti
2. Jawablah semua soal dengan tepat dan benar

Soal

1. Dengan aturan Cramer tentukan besar masing-masing arus yang mengalir dalam rangkaian listrik pada gambar berikut :

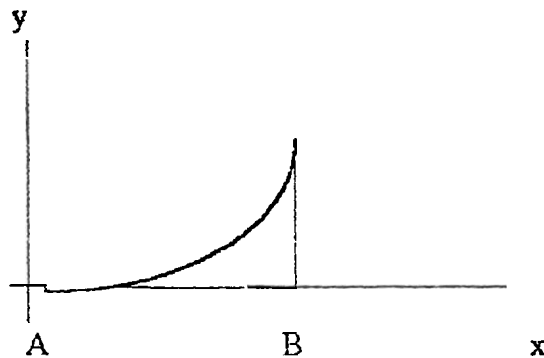


Dengan :

- $V_1 = 20$ volt
- $V_2 = 4$ volt
- $R_1 = 4 \Omega$
- $R_2 = 1 \Omega$
- $R_3 = 2 \Omega$

2. Sebuah gaya $\vec{F} = 3xy\hat{i} + 2x^2y\hat{j}$ bekerja sepanjang lintasan ABCA, dimana lintasan AC berbentuk parabola $y = \frac{1}{4}x^2$.

- a). Apakah gaya tersebut konservatif.
- b). Cari usaha yang dilakukan oleh gaya tersebut sepanjang lintasan ABCA dengan menggunakan integral garis atau teorema Green (pilih salah satu)



3. Suatu rangkaian RL dengan komponen $R = 4 \Omega$, $L = \frac{2}{3} H$ diberi sumber tegangan $E(t) = 6 \cos 2t$. Carilah :
 - a). Persamaan diferensial untuk I (arus).
 - b). Solusi PD untuk arus.
 - c). Jika pada $t = 0$ arus $i = 0$ carilah solusi lengkapnya, mana arus yang transien dan stedy state.