

## IMPLEMENTASI SISTEM PEMBELAJARAN *BLENDEDLEARNING* PADA KULIAH AE3121 GETARAN MEKANIK DI PROGRAM STUDI AERONOTIKA DAN ASTRONOTIKA

Muhammad Kusni  
Program Studi Aeronotika & Astronotika  
Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara  
Jl.Ganeca 10 Bandung 40132  
Jawa Barat, Indonesia  
Phone: +62-22-2504529, FAX: +62-22-2534164, E-mail: kusni@ae.itb.ac.id

### ABSTRAK

*Kuliah AE3121 Getaran Mekanik (3 SKS) merupakan kuliah pada kurikulum 2008 Program Studi Aeronotika dan Astronotika yang merupakan gabungan dari dua kuliah pada kurikulum 2004, yaitu kuliah PN2222 Getaran Mekanik (2 SKS) dan kuliah PN2343 Aeroelastisitas (2 SKS). Penggabungan dua kuliah tersebut membuat gabungan kuliah yang sebelumnya berbobot 4 SKS menjadi berbobot 3 SKS, sehingga mengakibatkan materi pada kuliah AE 3121 Getaran Mekanik cukup padat. Dengan menggunakan metoda Blended Learning, dimana pada metoda ini kita menggabungkan proses pembelajaran tatap muka di kelas dengan sistem Web melalui internet di luar kelas serta dengan sistem praktek, yang memungkinkan untuk menambah kuantitas dan kualitas interaksi antara dosen dan mahasiswa, maka masalah mengenai terlalu padatnya materi kuliah dapat diatasi. Dalam implementasi Blendedlearning disini juga memasukkan aktifitas praktikum sebagai satu cara untuk mencapai tujuan pembelajaran. Makalah berikut memaparkan implementasi sistem pembelajaran blendedlearning pada kuliah AE3121 getaran mekanik di Program Studi Aeronotika dan Astronotik, termasuk di dalamnya adalah pengembangan praktikum untuk kuliah ini. Beberapa kelebihan dan kekurangan antara proses pembelajaran Blended Learning dibandingkan dengan proses pembelajaran yang konvensional disampaikan pada makalah ini, begitu juga respon mahasiswa terhadap pelaksanaan program blendedlearning ini juga akan disampaikan pada makalah ini. Secara garis besar dapat disimpulkan bahwa metoda blendedlearning memberikan kontribusi yang positif pada pelaksanaan proses belajar mengajar pada kuliah AE3121 Getaran Mekanik di Program Studi Aeronotika dan Astronotika FTMD-ITB.*

*Kata kunci: Sistem Pembelajaran, Blendedlearning, Getaran Mekanik.*

### 1. Pendahuluan

Perbaikan proses pembelajaran merupakan sesuatu yang terus-menerus perlu untuk ditingkatkan, agar efektifitas dan efisiensi pembelajaran terus meningkat. Perbaikan proses yang terus menerus merupakan konsekuensi dari penerapan evaluasi pelaksanaan pembelajaran dan penerapan sistem umpan balik pada proses pembelajaran. Evaluasi dan umpan balik pembelajaran dilakukan berdasarkan hasil questioner mahasiswa dan portfolio yang dibuat oleh dosen pengampu kuliah. Pelaksanaan Kuliah AE3121 Getaran Mekanik yang merupakan kuliah wajib pada Program Studi Aeronotika dan Astronotika juga selalu dievaluasi dan dilakukan perbaikan secara terus menerus.

Kuliah AE3121 Getaran Mekanik membahas gerak osilasi atau getaran suatu sistem dinamik serta gaya-gaya penyebab atau akibat dari getaran tersebut. Pembahasan meliputi: Getaran bebas sistem linier satu derajat kebebasan (SDOF), persamaan gerak getaran bebas, frekuensi alami, kondisi awal dan pengaruh redaman. Getaran paksa SDOF, persamaan getaran paksa, respon terhadap gaya harmonik, pengaruh redaman serta respon terhadap gaya non harmonik. Sistem dua derajat kebebasan yang mewakili sistem berderajat kebebasan jamak dibahas guna mewakili sistem yang lebih umum, dimana diperkenalkan analisis modal. Selanjutnya dikenalkan analisis getaran sistem kontinu yang menjadi dasar dalam analisis dinamika struktur. Pada bagian akhir kuliah ini dikenalkan fenomena aeroelastisitas, terutama untuk kasus flutter.



### 1.1. Bahan-bahan dan Buku-buku Referensi

Bahan-bahan kuliah *powerpoint*, bahan bacaan, kumpulan soal, modul praktikum dapat diakses melalui Web Site (<http://blendedlearning.itb.ac.id>), Sedangkan *textbook* yang dipakai adalah :

- a) Inman, D.J.,  
“Engineering Vibrations”, Prentice Hall International Inc., 2<sup>nd</sup> Ed., 2001.
- b) Thomson, W.T., “Theory of Vibrations with Applications”, Prentice Hall International Inc., 4<sup>th</sup> Ed., 1993.
- c) van, “Aeroelasticity”, Diktat Kuliah, 1986.

### 1.2. Hasil (*Learning Outcomes*)

Dengan mengikuti seluruh aktifitas kuliah ini, mahasiswa akan memperoleh pengetahuan dasar mengenai getaran mekanik, materi dasar dinamika struktur, dan materi dasar aeroelastisitas. Pada kuliah ini mahasiswa akan memperoleh *review* beberapa topik matematika yang akan mendukung pemahaman tentang ilmu getaran (baik teoritik maupun eksperimen). Beberapa topik matematika tersebut diantaranya adalah *masalah eigen-value*, deret *fourier* dan *transformasi laplace*. Beberapa topik materi matematika tersebut sebagai pelengkap beberapa kuliah matematika yang wajib bagi mahasiswa Aeronotika dan Astronotika, yaitu kuliah Kalkulus Vektor, Aljabar Linear, dan Persamaan Differensial. Dengan mengikuti kuliah Getaran mekanik ini, mahasiswa juga akan belajar menggunakan *software Matlab* dan *Simuling* untuk menunjang pembuatan simulasi fenomena-fenomena getaran.

Pada materi dasar getaran mekanik, mahasiswa akan memperoleh pengetahuan dan kemampuan analisis mengenai gerak osilasi / getaran suatu sistem dinamik. Pembahasan meliputi: Getaran bebas sistem linier satu derajat kebebasan (*single degree of freedom / SDOF*), persamaan gerak getaran bebas, frekuensi alami, kondisi awal dan pengaruh redaman. Getaran paksa SDOF, persamaan getaran paksa, respon terhadap input gaya harmonik, pengaruh redaman pada getaran paksa, serta respon sistem dinamik terhadap input gaya non harmonik. Sistem dua derajat kebebasan yang mewakili sistem berderajat kebebasan jamak (*multi degree of freedom / MDOF*) dibahas guna mewakili sistem yang lebih umum, dimana diperkenalkan analisis modal.

Pada materi dasar dinamika struktur mahasiswa memperoleh pengetahuan dan kemampuan analisis mengenai getaran benda kontinyu. Kawat senar dan *beam* sebagai benda kontinyu yang sederhana akan dipelajari *eigenfrekwensi* maupun modus getar-nya. Dinamika struktur pesawat terbang akan dikenalkan sebagai dasar untuk mempelajari aeroelastisitas, terutama untuk kasus *flutter*.

Pada materi dasar aeroelastisitas anda akan diberi

kefahaman mengenai fenomena fisik masalah aeroelastisitas, baik yang terjadi pada pesawat terbang maupun yang terjadi pada bangunan sipil. Pada materi aeroelastisitas ini anda akan memperoleh materi aeroelastisitas statis maupun aeroelastisitas dinamik. Perhitungan sederhana untuk kasus *divergence*, *control reversal*, *control effectiveness*, serta *flutter* akan diberikan pada akhir kuliah ini.

## 2. Metode Pembelajaran Pada Matakuliah AE3121

Pada kuliah ini kita menggunakan sistem tatap muka, tutorial, demo alat peraga, dan *web-base learning* serta praktikum. Untuk praktikum telah disiapkan tiga buah modul praktikum sebagai wahana untuk memahami fenomena fisik, yaitu modul getaran mekanik, dinamika struktur dan aeroelastisitas.

Pada saat pelaksanaan praktikum, mahasiswa memperoleh skill dan kemampuan untuk melakukan percobaan sederhana, kemudian membuat laporan dan kemudian mempresentasikan kegiatan yang telah dilakukan, sehingga kemampuan presentasi bagi para peserta juga dikembangkan. Latihan kerjasama juga ditekankan pada mahasiswa pada saat melakukan praktikum pada kuliah ini.

### 2.1. Sistem tatap muka

Sistem tatap muka tetap dilakukan sebagaimana biasanya. Tatap muka harus tetap dilakukan, karena pembelajaran tidak hanya memberikan ilmu, tetapi lebih dari itu juga mempunyai tujuan untuk mendidik peserta didik. Sistem tatap muka tetap dianggap penting untuk dapat mendidik mahasiswa. Dengan sistem WEB melalui internet dirasa cukup sulit untuk mendidik mahasiswa.

Sistem tatap muka dilakukan dengan menggunakan alat papan tulis dan alat infokus. Karena ternyata dari pengalaman diperoleh kesimpulan bahwa dengan menggunakan salah satu alat saja maka proses tatap muka dikelas tidak akan berhasil dengan baik.

### 2.2. Tutorial

Tutorial diberikan di luar jam kuliah, menggunakan jatah jam belajar terstruktur mahasiswa. Tutorial digunakan untuk latihan membahas soal-soal. Kendala pelaksanaan tutorial adalah jadwal mahasiswa dan dosen serta asisten yang tidak mudah dikompromikan serta terbatasnya ruangan.

### 2.3. Demo Alat Peraga dan Pemutaran Film

Demo alat peraga dan pemutaran film diberikan disela-sela waktu kuliah. Beberapa demo yang ditunjukkan adalah Sistem Satu derajat kebebasan. Sistem Dua derajat kebebasan. Getaran batang kontinyu. Alat-alat pengukur getaran (Ground Vibration Test), Gambar-gambar animasi, FFT Analyzer berbasis PC, Oscilloscope berbasis PC. Pengolah dan pemroses sinyal



berbasis PC. Pemutaran film dilakukan juga di sela-sela kuliah. Misal tentang fenomena getaran, resonansi, flutter, Film tentang runtuhnya jembatan Tahoma dan hancurnya sayap pesawat terbang akibat flutter cukup menarik bagi mahasiswa.

#### 2.4. Web-Base learning

Sistem pembelajaran ini adalah sistem yang terakhir dikembangkan pada kuliah AE3121 Getaran Mekanik. Dua tahu sebelumnya yang dikembangkan adalah sistem praktikum, termasuk alat yang digunakan juga dikembangkan sendiri.

Pengembangan WEB memerlukan waktu selama satu semester dan didanai melalui hibah Blendedlearning. Pengembangan web berbasis program MOODL, dimana dengan program ini kita dipermudah membuat web untuk keperluan kuliah. Materi-materi kuliah dan juga tugas dari dosen dapat ditaruh pada wab ini. Tugas yang telah dikerjakan oleh mahasiswa juga dapat dikumpulkan melalui WEB. Ujian secara online juga dapat dilakukan. Tampilan web akan disampaikan pada sub bab selanjutnya.

#### 2.5. Praktikum

Praktikum juga merupakan salah satu metoda pengajaran yang diberikan pada kuliah AE3121. Praktikum lebih dapat memberikan kefahaman tentang fenomena fisik. Pada praktikum ini juga dilatih tentang kerjasama antar anggota dalam satu kelompok.

Telah dikembangkan tiga modul praktikum untuk mendukung kuliah Getaran mekanik ini. Pendanaan dalam pengembangan modul praktikum ini adalah dari dana Program Relevansi Pendidikan yang diadakan oleh DIKTI.

Modul praktikum pertama memberikan *guide* kepada mahasiswa untuk menyusun sendiri sistem satu derajat kebebasan. Disini mahasiswa diminta untuk menentukan kekakuan dan massa benda yang dipakai sehingga diperoleh gerak osilasi yang mudah diamati. Mereka diminta untuk membuat laporan dan mempresentasikan hasil eksperimen mereka.

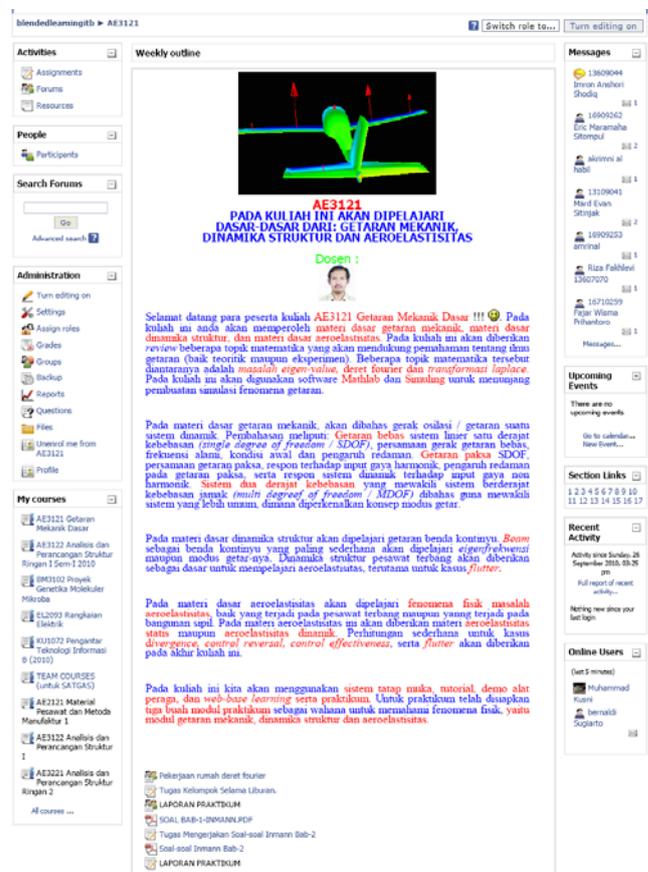
Modul praktikum kedua dirancang untuk memberikan pemahaman tentang getaran benda kontinyu / batang. Mahasiswa di arahkan untuk dapat menghitung frekuensi pribadi dari suatu batang. Kemudian membandingkan dengan hasil pengujian.

Modul praktikum ketiga membahas tentang getaran pada pesawat terbang, khususnya pada sayap. Pada modul ini mahasiswa diarahkan untuk memahami parameter-parameter pada fenomena aeroelastisitas. Kemudian mereka diminta untuk menghitung kecepatan flutter dari parameter yang telah mereka ukur. Hasil ini kemudian dibandingkan dengan hasil di terowongan angin.

### 3. Implementasi Blendedlearning pada AE3121

#### 3.1. Hasil Pengembangan WEB

Pada bagian ini akan disampaikan tampilan WEB yang telah dibangun dan telah digunakan untuk mendukung aktifitas kuliah berbasis blendedlearning. Web yang telah dibangun dapat diakses melalui situs blendedlearning.itb.ac.itb., kemudian setelah login akan ditemui kuliah-kuliah yang sudah menggunakan blendedlearning. Untuk masuk ke situs AE3121 Getaran Mekanik dilakukan dengan memilih kuliah ini. Setelah masuk akan diperoleh tampilan halaman pertama yang berisi tentang pendahuluan kuliah ini.



Gambar 3.1. Tampilan Halaman Pertama WEB  
Halaman pertama berisi tentang pendahuluan kuliah ini. Pada halaman pertama juga ditampilkan fitur-fitur, yaitu assignment, forum, resources.

Assignment merupakan fitur yang digunakan untuk memberikan tugas dari dosen kepada mahasiswa, maupun untuk melihat hasil tugas yang telah dikumpulkan oleh mahasiswa. Penilaian tugas dapat dilakukan di web, begitu juga pelaporan nilai dapat dilakukan secara otomatis, termasuk hasil statistik nilai mahasiswa.

Fitur forum digunakan untuk forum diskusi antar



mahasiswa maupun dengan asisten maupun dengan dosen. Diskusi di web dapat menambah waktu interaksi antara dosen dengan mahasiswa. Diskusi dapat dilakukan tanpa melihat posisi dosen maupun mahasiswa.

Fitur resources digunakan untuk mengelola resources yang ada pada web, termasuk materi-materi kuliah, soal-soal ujian, bahan diskusi, dll.

Pada sisi sebelah kanan terdapat daftar email dari peserta kuliah, sedangkan pada sisi sebelah kiri juga terdapat fitur mengenai administrator, yaitu; turn editing on, setting, assign role, grades, groups, backup, reports, questions, files. Pada bagian bawah terdapat materi-materi yang dapat diunduh berkenaan dengan materi minggu pertama.

Halaman berikutnya berisi rancangan pelaksanaan kuliah yang dibuat berdasarkan kegiatan mingguan. Seluruh materi pada minggu tertentu, dapat di unduh dari halaman tersebut. Berikut disampaikan beberapa contoh kegiatan mingguan.

17 August - 23 August

### KULIAH MINGGU PERTAMA

**1. Perkenalan + Kontrak Belajar**

- Mahasiswa mengenal lebih dekat dosen yang akan mengajar.
- Dosen mengenal lebih dekat dengan para mahasiswa.
- Mahasiswa mengetahui tentang hak dan kewajiban pada kuliah ini.
- Mahasiswa mengetahui aturan-aturan yang diberlakukan.
- Mahasiswa mengetahui apa yang akan dipelajari dan referensi yang akan dipakai.
- Mahasiswa mengetahui sistem pembelajaran yang akan diterapkan.

**2. Sosialisasi Blended Learning.**

- Mahasiswa memahami konsep pembelajaran berbasis blendedlearning.
- Mahasiswa siap untuk berkomunikasi melalui internet.
- Mahasiswa familiar dengan media LMS yang akan digunakan.

**3. Penjelasan Umum Tentang Materi Kuliah Selama Satu Semester.**

- Mahasiswa mengetahui materi bab per bab selama proses belajar satu semester. Mahasiswa termotivasi untuk mempelajari materi kuliah yang akan mereka terima.

**4. Kuliah Materi Pendahuluan Getaran Mekanik. Yang berisi :**

- Mengenal fenomena getaran: getaran bebas, getaran paksa.
- Memahami proses pemodelan.
- Memahami terminologi gerak osilasi: frekuensi, periode, amplitudo, fasa
- Memahami deret Fourier.



Satuan Acara Perkuliahan Minggu Pertama

Topik	Sub Topik	Tujuan Instruksional Khusus (TIK)	Pustaka Yang Relevan
Pendahuluan	Latar belakang, tujuan, gerak osilasi, terminologi getaran, persamaan diferensial biasa orde dua, deret Fourier	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mahasiswa memahami arti penting mempelajari masalah getaran mekanik</li> <li>Mahasiswa mengetahui yang dimaksud dengan gerak osilasi, gerak harmonik, dan gerak periodik.</li> <li>Mahasiswa mengetahui macam-macam terminologi dalam getaran.</li> <li>Mahasiswa mengetahui solusi persamaan diferensial biasa orde dua</li> <li>Mahasiswa memahami tentang konsep deret fourier</li> </ul>	BAB 1 ref 1 dan ref 2

- Perkenalan
- Kontrak Belajar
- Sekilas Info Tentang Blendedlearning
- Silabus
- bahan kuliah power point minggu pertama
- Aplikasi ilmu getaran, getaran bebas vs getaran paksa

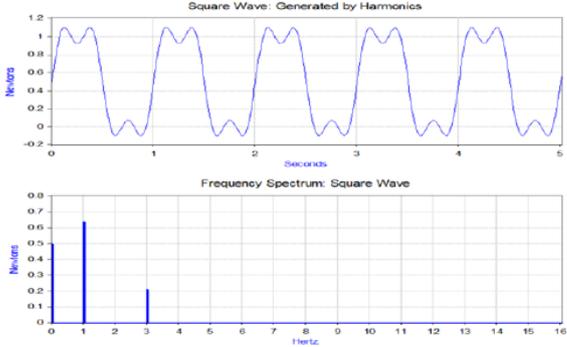
Gambar 3.2. Satuan Acara Perkuliahan Minggu Pertama

Pada rancangan kuliah minggu pertama yang dapat diakses dari web, maka sejak awal kuliah mahasiswa sudah mengetahui tentang materi yang akan disampaikan, bahkan detail apa yang akan disampaikan pada kuliah minggu pertama dapat dilihat. Materi-materi kuliah dapat diunduh disini.

24 August - 30 August

### KULIAH MINGGU KEDUA

**Review Materi Minggu Pertama**



**Satuan Acara Perkuliahan Pada Minggu Ke-Dua**

Topik	Sub Topik	Tujuan Instruksional Khusus (TIK)	Pustaka Yang Relevan
Getaran bebas sistem 1 derajat kebebasan	DBB, persamaan gerak, frekuensi alami	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mahasiswa dapat membuat diagram benda bebas untuk sistem SDOF</li> <li>Mahasiswa dapat memodelkan SDOF sebagai model matematik dengan menggunakan Hk Newton</li> <li>Mahasiswa dapat memodelkan SDOF sebagai model matematik dengan menggunakan Metoda Energi</li> <li>Mahasiswa dapat memperoleh nilai frekuensi alami dari model matematik yang telah diperoleh.</li> </ul>	Bab 1 ref 1 dan Bab 2 ref 2

- bahan kuliah power point minggu kedua
- Tuga Baca - 1

Gambar 3.3. Review Acara Minggu Pertama dan Satuan

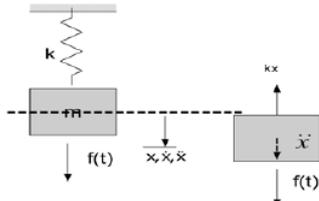


Acara Perkuliahan Minggu Kedua

Pada tampilan web kuliah minggu kedua di bagian atas ditunjukkan review kuliah pada minggu pertama, sedangkan pada bagian bawah ditunjukkan rancangan kuliah pada minggu kedua. Begitu tampilan setiap minggunya, dimulai dari review kuliah pada minggu sebelumnya dan diakhiri dengan rencana kuliah pada minggu tersebut. Berikut disampaikan beberapa tampilan untuk minggu-minggu selanjutnya.

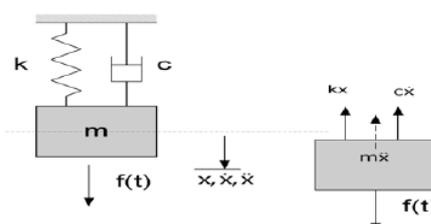
**KULIAH MINGGU KE-ENAM**

Review Materi Minggu Ke-Lima



$$\ddot{x} + \omega_n^2 x = \frac{F_0}{m} \cos \omega t = f_0 \cos \omega t$$

$$x(t) = x_{\text{homogen}} + x_p$$

$$= (A_1 \sin \omega_n t + A_2 \cos \omega_n t) + \frac{f_0}{\omega_n^2 - \omega^2} \cos \omega t$$


$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = F_0 \cos \omega t$$

atau :

$$\ddot{x} + 2\zeta\omega_n\dot{x} + \omega_n^2 x = f_0 \cos \omega t$$

dimana :  $\omega_n = \sqrt{k/m}$ ;  $\zeta = c/(2m\omega_n)$  dan  $f_0 = F_0/m$

Solusinya adalah:

$$x(t) = \frac{F/m}{\sqrt{(\omega_n^2 - \omega^2)^2 + (2\zeta\omega_n\omega)^2}} \cos(\omega t - \tan^{-1} \frac{2\zeta\omega_n\omega}{\omega_n^2 - \omega^2})$$

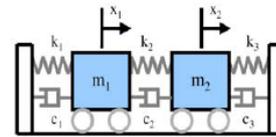
Satuan Acara Perkuliahan Minggu Ke-Enam

Topik	Sub Topik	Tujuan Instruksional Khusus (TIK)	Pustaka Yang Relevan
Getaran paksa sistem 1 derajat kebebasan	Gerak tumpuan, isolasi getaran, prinsip akselerometer	-Mahasiswa mampu menganalisa Sistem SDOF yang memperoleh eksitasi pada tumpuannya -Mahasiswa mengetahui cara-cara untuk mengisolasi getaran -Mahasiswa mampu menganalisis tentang isolasi getaran -Mahasiswa mengetahui prinsip kerja akselerometer	Bab2 ref 1 dan bab 3 ref 2

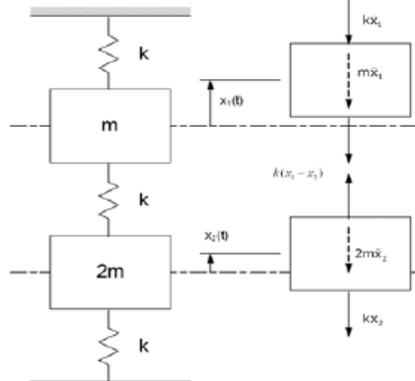
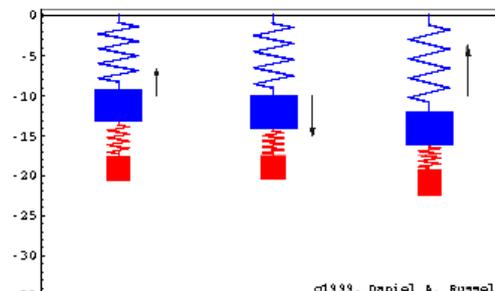
Gambar 3.4. Review Materi Minggu Ke- lima dan Satuan Acara Perkuliahan Minggu Keenam

**KULIAH MINGGU KE-SEBELAS**

Review Materi Kuliah Minggu Ke-Sepuluh



$$\begin{bmatrix} m_1 & 0 \\ 0 & m_2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} c_1 + c_2 & -c_2 \\ -c_2 & c_2 + c_3 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} k_1 + k_2 & -k_2 \\ -k_2 & k_2 + k_3 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} f_1 \\ f_2 \end{Bmatrix}$$

©1999, Daniel A. Russell

Satuan Acara Perkuliahan Minggu Ke-Sebelas

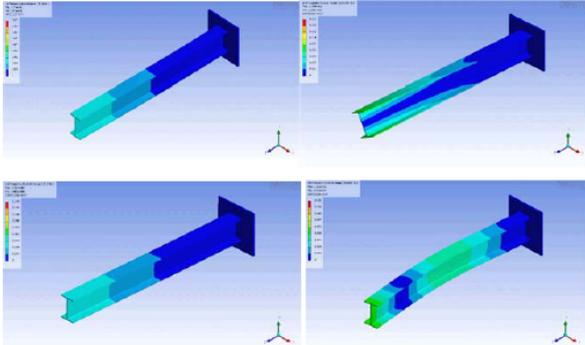
Topik	Sub Topik	Tujuan Instruksional Khusus (TIK)	Pustaka Yang Relevan
Sistem berderajat kebebasan Jamak (MDOF=Multi Degree of Freedom)	Getaran pada modus normal, eigen value, eigen frequencies, analisis modal,	- Mahasiswa mampu membuat model matematik sistem MDOF -Mahasiswa mampu mencari solusi dari model matematik yang diperoleh -Mahasiswa mampu menyelesaikan masalah eigen, dengan berbagai kondisi matrik dinamik -Mahasiswa mampu menentukan nilai eigen dan eigenfrekuensi serta modus getar sistem M DOF	Bab 4 ref 1 dan Bab 5 ref 2

Gambar 3.5. Review Materi Minggu Ke- sepuluh dan Satuan Acara Perkuliahan Minggu Ke-sebelas



KULIAH MINGGU KE-TIGA BELAS

Review Materi Kuliah Minggu Ke-Dua Belas



Satuan Acara Perkuliahan Pada Minggu Ke-Tiga Belas

Topik	Sub Topik	Tujuan Instruksional Khusus (TIK)	Pustaka Yang Relevan
Dinamika struktur pada pesawat terbang	Metoda perhitungan dan metoda eksperimental dinamika struktur pada pesawat terbang,	-Mahasiswa mengetahui metoda perhitungan untuk mengetahui dinamika struktur pesawat terbang. -Mahasiswa mengetahui metoda eksperimental untuk mengetahui dinamika struktur pesawat terbang. -Mahasiswa mengetahui modus-modus getar pesawat terbang	Pengala-man Industri

Gambar 3.6. Review Materi Minggu Ke- duabelas dan Satuan Acara Perkuliahan Minggu Ke-tigabelas

3.2. *Blended Learning Vs Conventional Learning* pada AE3121 Getaran Mekanik

Kuliah AE3121 Getaran Mekanik (3 SKS) merupakan kuliah pada kurikulum 2008 Program Studi Aeronotikan dan Astronotika yang merupakan gabungan dari dua kuliah pada kurikulum 2004, yaitu kuliah PN3224 Getaran Mekanik (2 SKS) dan kuliah PN4251 Aeroelastisitas (2 SKS). Penggabungan dua kuliah tersebut membuat gabungan kuliah yang sebelumnya berbobot 4 SKS menjadi berbobot 3 SKS, sehingga mengakibatkan materi pada kuliah AE 3121 Getaran Mekanik cukup padat.

Dengan menggunakan metoda *Blended Learning*, dimana pada metoda ini kita menggabungkan proses pembelajaran tatap muka di kelas dengan sistem Web melalui internet di luar kelas, yang memungkinkan untuk menambah kuantitas dan kualitas interaksi antara dosen dan mahasiswa, maka masalah mengenai terlalu padatnya materi kuliah diharapkan dapat diatasi.

Berikut adalah beberapa kelebihan dan kekurangan antara proses pembelajaran *Blended Learning* dibandingkan dengan proses pembelajaran yang konvensional.

3.2.1. Kelebihan Metode Blended Learning Dibandingkan Metoda Konvensional Pada Pelaksanaan Kuliah AE3121 Getaran Mekanik.

Berikut disampaikan kelebihan/keuntungan metoda *blended learning* dibandingkan metoda konvensional pada pelaksanaan kuliah AE3121 Getaran Mekanik.

- Mahasiswa menjadi lebih banyak bertanya, barangkali hal ini disebabkan karena tidak adanya beban psikologi pada saat bertanya melalui internet.
- Pertanyaan dan jawaban dapat dilihat sewaktu-waktu oleh peserta kuliah yang lain, karena semua pertanyaan dan jawaban melalui WEB tercatat oleh sistem.
- Kesempatan belajar dan mengajar di luar kelas menjadai lebih banyak, karena interaksi dosen-mahasiswa masih dapat berjalan di luar jam kerja.
- Catatan data statistik tentang pelaksanaan kuliah melalui *blended learning* dapat dengan cepat disediakan oleh sistem.
- Perbaikan materi dan pelaksanaan perkuliahan dapat secara bekesinambungan dipantau, dievaluasi dan diperbaiki, karena dapat diakses oleh pengajar lain maupun oleh *reviewer*, sehingga memungkinkan untuk dilakukan evaluasi pengajaran secara sistematik.
- Meningkatkan aktivitas proses pembelajaran di luar jam-kelas.
- Soal-soal ujian dapat dikoleksi dan di-*manage*, serta dapat dikembangkan terus menerus dengan mudah.
- Mahasiswa sejak awal dapat mengetahui keseluruhan kerangka materi kuliah yang akan dipelajari selama satu semester, karena mahasiswa dapat mengakses garis besar kuliah melalui WEB pada mas a awal kuliah.
- Materi-materi yang membutuhkan penjelasan yang intensif dikelas maka materi tersebut disampaikan di kelas, materi yang dapat diserap oleh mahasiswa tanpa bantuan dosen dapat diakses, dipelajari sendiri oleh mahasiswa dan kemudian didiskusikan melalui internet.
- Kualitas dan kuantitas interaksi antara satu mahasiswa dengan mahasiswa yang lain pada kuliah ini lebih baik dibanding dengan kuliah konvensional.
- Kualitas dan kuantitas interaksi antara mahasiswa dengan dosen pada kuliah ini lebih baik dibanding dengan kuliah konvensional.
- Materi kuliah lebih mudah dan lebih lengkap untuk diakses dan dimiliki oleh mahasiswa.



- Dengan sistem *Blended Learning*, kepastian tentang detail dan cakupan kuliah menjadi lebih jelas, karena dapat diakses oleh semua peserta.
- Meningkatkan etos kerja saya sebagai dosen, karena diberi fasilitas dan kesempatan untuk mengembangkan diri.
- 

### 3.2.2. Kekurangan Metode Blended Learning Dibandingkan Metoda Konvensional Pada Pelaksanaan Kuliah AE3121 Getaran Mekanik.

Berikut adalah kekurangan/kelemahan metode *blended learning* dibandingkan metoda konvensional pada pelaksanaan kuliah AE3121 Getaran Mekanik.

- Dosen maupun mahasiswa sering tidak mengenal waktu pada saat berinteraksi melalui WEB. Sampai di rumahpun hingga larut malam masih sering bekerja, dan hal ini tentu saja kurang baik terhadap keluarga.
- Memerlukan ketergantungan pada sistem internet yang cepat dan andal, baik jaringan di kantor maupun di rumah, karena kalau hanya mengandalkan waktu jam kantor, maka sering masih kurang kegunaannya.
- Pada Metoda *Blended Learning*, materi di WEB harus didesain secara terintegrasi dengan kuliah tatap muka di kelas.
- Membutuhkan usaha, kesungguhan dan komitmen waktu yang tidak sedikit.

### 3.2.3. Keuntungan Penggunaan Metoda Blendedlearning Bagi Mahasiswa

Berikut adalah beberapa keuntungan yang dapat diperoleh mahasiswa pada saat metoda *blendedlearning* ini diimplementasikan .

- ✓ Mahasiswa mempunyai kesempatan untuk bertanya lebih luas, hal ini disebabkan karena tidak adanya beban psikologi pada saat bertanya melalui internet.
- ✓ Mahasiswa sewaktu-waktu dapat melihat perkembangan diskusi suatu masalah tertentu sesuai dengan waktu luang masing-masing.
- ✓ Mahasiswa mempunyai kesempatan belajar di luar kelas menjadi lebih banyak, karena interaksi dosen-mahasiswa masih dapat berjalan di luar jam kerja.
- ✓ Mahasiswa sejak awal dapat mengetahui keseluruhan kerangka materi kuliah yang akan dipelajari selama satu semester, karena mahasiswa dapat mengakses garis besar kuliah melalui WEB

- pada masa awal kuliah.
- ✓ Mahasiswa dapat mengulang materi pelajaran di kelas melalui internet.
- ✓ Kwantitas dan kualitas interaksi antara mahasiswa dan dosen dapat ditentukan sendiri oleh mahasiswanya.
- ✓ Mahasiswa dapat dengan mudah mengakses dan memiliki materi kuliah.
- ✓ Meningkatkan etos kerja mahasiswa.

### 3.2.4. Keuntungan Penggunaan Metoda Blendedlearning Bagi Dosen

Berikut adalah beberapa keuntungan yang diperoleh dosen pada saat metoda *blendedlearning* ini diimplementasikan :

- ✓ Dosen lebih banyak punya waktu untuk menerangkan materi kuliah kepada mahasiswa di luar jam-kelas.
- ✓ Dosen dapat memperoleh data statistik tentang pelaksanaan kuliah melalui *blended learning* dengan cepat.
- ✓ Dosen dapat *manage* materi maupun pelaksanaan kuliah dengan lebih baik.
- ✓ Dosen dipermudah untuk mengoleksi dan *manage* soal-soal ujian, dan menggunakannya untuk ujian.
- ✓ Meningkatkan etos kerja saya sebagai dosen, karena diberi fasilitas dan kesempatan untuk mengembangkan diri.

### 3.3. emanafaatan / penggunaan Infrastruktur Pendukung dalam Pelaksanaan matakuliah AE3121 Getaran Mekanik *Blended learning* ini

Pada kuliah AE 3121 ini kita menggunakan sistem tatap muka, tutorial, demo alat peraga, dan *web-base learning* serta praktikum. Untuk praktikum telah disiapkan tiga buah modul praktikum sebagai wahana untuk memahami fenomena fisik, yaitu modul getaran mekanik, dinamika struktur dan aeroelastisitas.

Pada saat pelaksanaan praktikum, mahasiswa akan memperoleh skill dan kemampuan untuk melakukan percobaan sederhana, kemudian membuat laporan dan kemudian mempresentasikan kegiatan yang telah dilakukan, sehingga kemampuan presentasi bagi para peserta juga dikembangkan.

Latar belakang dikembangkan fasilitas pendukung, terutama fasilitas praktikum untuk mata kuliah ini adalah sbb: Pada proses belajar-mengajar, masih banyak kuliah-kuliah dimana peserta didik sampai selesai kuliah kurang memahami fenomena fisik dari materi kuliah yang dipelajarinya. Termasuk materi kuliah getaran mekanik dan aeroelastisitas.



Matakuliah AE 3121 Getaran Mekanik juga memuat materi Aeroelastisitas. Materi Aeroelastisitas merupakan materi yang mempelajari interaksi antara gaya aerodinamika dengan struktur yang menyebabkan ketidakstabilan pada struktur, baik ketidakstabilan statik maupun ketidakstabilan dinamik. Dalam proses perancangan pesawat terbang harus dilakukan perhitungan untuk masalah aeroelastisitas, yaitu perhitungan untuk mendapatkan kecepatan flutter, kecepatan kontrol reversal, kecepatan divergen, dan efektifitas pengontrolan.

Sampai empat tahun yang lalu, kuliah getaran mekanik+aeroelastisitas diberikan hanya dalam bentuk teori saja berdasarkan pada model-model matematika yang rumit, sehingga pemahaman mahasiswa tentang fenomena fisik dari materi kuliah yang diberikan sering menjadi kabur.

Dalam pengembangan program blended learning pada kuliah AE3121 Getaran Mekanik, dilakukan juga pengembangan kegiatan penunjang yaitu pengembangan praktikum getaran + aeroelastik yang disesuaikan dengan materi kuliah teori getaran + aeroelastik yang telah diberikan. Dengan kegiatan penunjang ini diharapkan pelaksanaan kuliah AE 3121 Getaran Mekanik menjadi lebih baik dimana mahasiswa dibantu dengan penjelasan fisik dari materi kuliah.

Telah tersedia 3 silabus modul praktikum, yang masing-masing terdiri dari tujuan praktikum, pendahuluan, dasar teori, set-up peralatan/urutan kerja, tabel hasil dan data, dan tugas pendahuluan. Kemudian telah disediakan juga model sayap yang mempunyai frekwensi pribadi tertentu sehingga memungkinkan untuk terjadi kopling antara frekwensi bending dan frekwensi torsi pada saat dilakukan percobaan di terowongan angin, yang selanjutnya akan digunakan untuk praktikum modul divergen dan modul flutter. Untuk modul getaran dan dinamika struktur, telah disediakan model praktikum yang berupa susunan pegas dengan satu massa, kemudian batang kantilever, dan model getaran aeroelastik.

### 3.4. Metode Penilaian Bagi Peserta Kuliah

Penilaian dirancang untuk memberi apresiasi aktifitas mahasiswa di luar ujian konvensional. Kontribusi nilai diperoleh mahasiswa melalui Ujian Mid Test, Ujian Akhir, Take Home Test, Quiz, Praktikum, dan Pekerjaan Rumah. Mid Test diberi bobot 30 %, Take Home Test diberi bobot 10 %, Akumulasi Quiz diberi bobot 10 %, Akumulasi Praktikum diberi bobot 5 %, Akumulasi Pekerjaan Rumah diberi bobot 5 %, Ujian akhir 40 %, Bonus nilai diberikan kepada mahasiswa yang aktif di kelas maupun di media WEB.

### 3.5. Aturan Perkuliahan

Pada kuliah perdana sebelum materi dimulai disampaikan, ada beberapa hal yang penting disampaikan, yaitu:

#### 3.5.1. Perkenalan,

dimana pada bagian ini dosen dengan menggunakan power point mengenalkan diri lebih detail kepada mahasiswa. Kemudian dosen juga berusaha untuk mengenal mahasiswa satu persatu. Hal ini dimaksudkan untuk lebih mendekatkan diri dosen kepada mahasiswa. Karena diyakini bahwa dengan menunjukkan perhatian kepada setiap mahasiswa maka ketertarikan mahasiswa terhadap materi kuliah juga akan meningkat. Biasanya juga digunakan kamera/video untuk mengenal lebih dekat mahasiswa. Foto atau video juga membantu dosen untuk menghafal nama-nama mahasiswa.

#### 3.5.2. Motivasi dan Gambaran Umum Materi Kuliah,

pada sesi ini dosen berusaha untuk memberikan motivasi pada mahasiswa untuk menguasai ilmu yang akan diberikan. Alasan-alasan kenapa ilmu ini harus dikuasai mahasiswa ditekankan pada sesi ini. Pemutaran film yang relevan dengan materi kuliah, juga dapat meningkatkan motivasi mahasiswa untuk mengikuti kuliah ini. Kemudian, gambaran umum tentang kuliah ini juga dapat memberikan semangat dan arahan awal untuk mempelajari materi kuliah ini.

#### 3.5.3. Aturan Perkuliahan.

Hal yang juga penting disampaikan pada saat kuliah perdana sebelum materi kuliah dimulai untuk disampaikan adalah aturan perkuliahan yang diberlakukan pada saat proses pembelajaran berjalan. Aturan peraturan ini dimaksudkan untuk mendidik para siswa mempunyai sikap-sikap yang positif. Beberapa aturan yang diberlakukan dan maksud dari aturan tersebut adalah sbb:

➤ ahasiswa boleh bertanya kapanpun kepada dosen, baik di kelas maupun di luar kelas (dengan jalan janji). Ditekankan pada mahasiswa bahwa tidak ada pertanyaan mahasiswa yang tidak baik (tidak bermutu, konyol, menunjukkan ketidak fahaman pada saat diterangkan dosen, dll). Bagi mahasiswa yang lain juga ditekankan untuk menghargai setiap pertanyaan yang disampaikan oleh temannya. Keberanian mahasiswa untuk bertanya dan mengemukakan pendapat/ fikiran sangat didorong pada saat menyampaikan aturan ini. Arti penting dan manfaat untuk berani aktif bertanya dan



mengeluarkan pikiran disampaikan pada para mahasiswa.

➤ mahasiswa harus mengerjakan semua tugas dan mengikuti semua test yang diberikan. Disampaikan bahwa setiap aktifitas yang diberikan akan mempunyai kontribusi terhadap penilaian.

➤ mahasiswa diberitahu bahwa prosentasi maksimal untuk tidak hadir di perkuliahan adalah 25 %. Cara penyampaian aturan ini disampaikan tanpa rasa ancaman sedikitpun, karena yang ditekankan adalah kesadaran dari diri mahasiswa bahwa mendatangi perkuliahan adalah satu cara untuk mendidik diri tentang kesuksesan dan tentang kedisiplinan dan kemampuan berkomitmen. Hal-hal tersebut disadarkan merupakan kunci untuk sukses. Sedang untuk membuat mahasiswa tertarik untuk datang di kuliah adalah dengan membuat kuliah menjadi lebih menarik dan bermutu. Secara kenyataan bahwa (saya) dosen tidak pernah memperhitungkan absensi mahasiswa pada saat memberi penilaian. Absensi diperlukan oleh dosen sebagai umpan balik untuk selalu berusaha memperbaiki daya tarik perkuliahan.

➤ mahasiswa diberitahu bahwa maksimal keterlambatan adalah 10 menit. Cara penyampaian aturan ini juga seperti pada aturan sebelumnya. Mahasiswa diajak untuk berlatih berdisiplin mulai dari dalam diri masing-masing mahasiswa. Disampaikan bahwa datang terlambat akan mengganggu peserta yang lain dan akan merugikan mahasiswa tersebut karena memperoleh informasi tentang kuliah yang tidak lengkap. Begitu juga tentang pentingnya melatih kedisiplinan bagi setiap insan di negeri ini juga disampaikan kepada mahasiswa.

#### 4. Evaluasi Implentasi Blendedlearning pada AE3121

Untuk memperoleh umpan balik dari mahasiswa, berkenaan dengan pelaksanaan kuliah dengan menggunakan metoda blendedlearning, berikut disampaikan evaluasi melalui hasil quessioner yang diisi oleh mahasiswa pada akhir kuliah. Tiap bagian terdiri dari pertanyaan/pernyataan dan hasil quessioner serta kesimpulan yang dapat diambil.

PERNYATAAN	HASIL KUESIONER
1. Anda merasakan manfaat dengan adanya program blended learning	<p>Mayoritas peserta mengatakan bahwa mereka memperoleh manfaat dengan adanya program Blended Learning. Dari hasil evaluasi ini, pada tahun medatang akan tetap dipertahankan program Blended Learning pada kuliah AE3121 GETARAN MEKANIK</p>
2. Program blended learning pada kuliah ini menambah efektifitas proses belajar anda	<p>Mayoritas peserta mengatakan bahwa pengaruh program blended learning pada kuliah ini pada efektifitas belajar adalah sedang-sedang saja. Hal ini memberikan isyarat bahwa untuk tahun depan pengaruh program blended learning terhadap efektifitas proses belajar harus ditingkatkan lagi. Evaluasi untuk tahun ini, karena harus membangun sistem WEB nya, maka dosen kurang memperhatikan upaya-upaya agar pengaruh program ini terhadap proses belajar mahasiswa lebih efektif.</p>
3. Fasilitas internet di ITB sudah mendukung pelaksanaan blended learning	<p>Sebagian mahasiswa mengatakan bahwa fasilitas internet di ITB sudah mendukung pelaksanaan blended learning, tapi sebagian lagi mengatakan bahwa fasilitas internet di itb belum mendukung pelaksanaan blended learning. Hal ini terjadi barangkali belum meratanya fasilitas umum komputer di itb, sehingga sebagian ada yang sudah terbiasa menggunakan fasilitas itb, sebagian lagi belum terbiasa menggunakan fasilitas itb. Sehingga disarankan fasilitas internet di ITB masih harus lebih dimeratakan (diperbanyak).</p>



PERNYATAAN	HASIL KUESIONER
4. Dosen telah mengimplementasikan sistem blended learning dengan baik	
Menurut penilaian mahasiswa dosen telah mengimplementasikan sistem blended learning dengan baik. Untuk tahun selanjutnya tinggal mempertahankan, bahkan meningkatkan prestasinya.	
5. Interaksi anda dengan dosen bertambah dengan menggunakan sistem blended learning	
Dari hasil survey ini, maka untuk tahun depan perlu untuk dikembangkan usaha-usaha yang kreatif agar interaksi antara dosen dan mahasiswa melalui internet agar lebih baik lagi.	
6. Interaksi anda dengan teman mahasiswa bertambah dengan menggunakan sistem blended learning	
Interaksi antar mahasiswa terlihat cukup baik dengan adanya program blended learning, hal ini perlu dipertahankan lagi untuk tahun berikutnya. Dari hasil dua kuesioner terakhir terlihat bahwa interaksi antara mahasiswa dengan mahasiswa lebih baik dibanding dengan interaksi antara dosen dengan mahasiswa. Hal ini barangkali disebabkan dosen belum maksimal untuk merespon diskusi yang ada di WEB.	
7. Pelaksanaan kuliah sesuai dengan rencana pada outline di blended learning (di WEB)	
Dari hasil kuesioner tersebut diatas dapat diketahui bahwa pelaksanaan kuliah sudah sesuai dengan rencana pada outline blended learning yang ada di WEB. Hal ini harus dipertahankan dan terus	

PERNYATAAN	HASIL KUESIONER
ditingkatkan pada tahun berikutnya	
8. Anda dapat memperoleh materi yang diberikan di kelas pada sistem blended learning	
Mahasiswa dapat mengakses semua materi yang diberikan melalui internet. Hal ini harus dipertahankan pada pelaksanaan tahun depan.	
9. Secara keseluruhan saya puas dengan pelaksanaan blended learning selama ini	
Secara keseluruhan mahasiswa menilai bahwa pelaksanaan blended learning pada kuliah AE3121 sudah cukup baik, walaupun masih banyak yang masih belum puas terhadap pelaksanaan blended learning, sehingga tahun depan harus diperbaiki lagi pelaksanaannya agar lebih efektif.	
10. Hubungan antara materi di WEB dan materi di kelas relevan	
Dari hasil kuesioner terlihat bahwa materi yang disampaikan di WEB (Merupakan rancangan kuliah) dengan yang disampaikan di depan kelas (merupakan pelaksanaan kuliah) sudah sesuai. Perlu ditingkatkan tentang capaian prestasi mahasiswa pada tahun depan.	
11. WEB yang disediakan sudah baik	
Dari hasil kuesioner terlihat bahwa WEB yang disediakan sudah baik. Menurut dosen: masih perlu	



PERNYATAAN	HASIL KUESIONER
	untuk disempurnakan lagi pada kuliah tahun depan.
12. Anda merasakan manfaat dengan adanya praktikum pada kuliah ini.	
	Dari hasil kuesioner terlihat bahwa mahasiswa merasakan manfaat dengan adanya praktikum pada kuliah ini. Kegiatan ini akan dilanjutkan pada tahun-tahun berikutnya, dengan catatan bahwa pelaksanaan perlu diperbaiki, terutama penyediaan ruang untuk presentasi mahasiswa pada saat melaporkan hasil praktikum yang dilakukan.
13. Anda merasakan manfaat dengan adanya Pekerjaan Rumah	
	Dari hasil kuesioner terlihat bahwa mahasiswa merasakan manfaat dengan adanya pekerjaan rumah. Agenda ini akan dilanjutkan dan akan lebih diperbanyak PR yang diberikan ke mahasiswa, dengan konskuensi diperlukan asisten yang akan membantu mengoreksi.
14. Anda merasakan Manfaat dengan adanya Quiz	
	Dari hasil kuesioner terlihat bahwa mahasiswa merasakan manfaat dengan adanya quiz. Agenda ini akan tetap dipertahankan pada kuliah selanjutnya. Kekurangan: menyita waktu kuliah.
15. Ruang kelas yang digunakan sudah memadai.	
	Dari hasil kuesioner terlihat bahwa ruang kelas yang digunakan pada kuliah ini sudah cukup

PERNYATAAN	HASIL KUESIONER
	memadai. Masukan dari dosen: Ruang kuliah AE3121 Getaran Mekanik yang di 9213 (GKU Timur) sudah baik, tetapi yang di 9401 kurang baik, diantaranya disebabkan belum adanya proyektor.

## 5. Kesimpulan dan Saran

Telah dilakukan upaya yang terus menerus untuk memperbaiki proses pembelajaran pada kuliah AE3121 Getaran Mekanik di Program Studi Aeronotika dan Astronika – Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara – ITB. Upaya yang telah dilakukan untuk memperbaiki proses pembelajaran pada kuliah AE3121 diantaranya adalah pembuatan modul praktikum dan pembuatan Web Pembelajaran yang dapat diakses oleh mahasiswa melalui internet . Kemudian pada tahun 2009 telah dimulai implementasi blendedlearning pada kuliah AE3121. Hasil evaluasi pelaksanaan blendedlearning dapat dilihat dari hasil quessioner mahasiswa. Masih banyak yang perlu diperbaiki, tetapi mekanisme perbaikan yang berkesinambungan telah terjadi pada kuliah AE3121 Getaran Mekanik.

Untuk pelaksanaan blendedlearning disarankan untuk mengikut sertakan asisten dalam diskusi pada web, karena waktu yang dibutuhkan untuk menanggapi pertanyaan dari mahasiswa cukup menyita banyak waktu.

## Ucapan Terima Kasih

Pengembangan Web dan Implementasi Blendedlearning pada kuliah AE3121 Getaran Mekanik ini dapat terlaksana dengan dukungan dana dari Hibah Pengajaran yang diberikan oleh Direktorat Pendidikan – ITB.

## Daftar Pustaka

- [1] Garrison, D.R, Vaughan, N.D., *Blendedlearning in Higher Education*, John Wiley, Jossey-Bass, San Francisco, 2008.



