

PEMANFAATAN GAMBAR GAYA LINTANG DALAM PERHITUNGAN MOMEN STATIS TERTENTU

Bambang Sabariman

Jurusan Teknik Sipil FT Unesa
bambang.sabariman@gmail.com

Hasan Dani

Jurusan Teknik Sipil FT Unesa
hasdan64@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran dan memeragakan pemanfaatan gaya lintang dalam perhitungan momen statis tertentu, sebagai upaya pencapaian indikator kompetensi dalam mekanika teknik, sehingga mahasiswa mampu menghitung, menggambar, dan mengoreksi analisis statika berupa M, N, D. Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif yang menggunakan metode analisis dokumen hasil tes. Analisis dokumen dilakukan terhadap perangkat pembelajaran berupa pemanfaatan gambar bidang D dalam upaya mempermudah perhitungan momen balok statis tertentu. Pengamatan dilakukan saat kuliah mekanika teknik berlangsung pada Semester III 2012/2013 Kelas S1-TS-2011-C. Pengolahan data dilakukan secara kuantitatif dengan menggunakan nilai rata-rata dan presentase, sedangkan analisis data dilakukan secara kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (a). Sebagian besar mahasiswa (sejumlah 83,33%) menyatakan bahwa dengan memanfaatkan bidang D, perhitungan momen menjadi lebih mudah dan tepat (besar momen, arah dan gambar bidang M). (b). Sebelum memanfaatkan bidang D mahasiswa yang mampu menghitung momen baru mencapai sejumlah 51,43% mahasiswa, setelah memanfaatkan bidang D mahasiswa yang mampu menghitung momen dengan benar sejumlah 95,15% mahasiswa atau terjadi peningkatan jumlah mahasiswa yang mampu menghitung momen dengan benar sebesar 43,72%. (c). Sebelum memanfaatkan bidang D mahasiswa yang mampu menghitung momen baru mencapai sejumlah 51,43% mahasiswa, setelah memanfaatkan bidang D terjadi peningkatan jumlah mahasiswa yang mampu menghitung momen dengan benar yakni 43,72%, sehingga secara keseluruhan jumlah mahasiswa yang mampu menghitung momen dengan benar sejumlah 95,15.

Kata Kunci: perangkat pembelajaran, mekanika teknik, bid D, bid. M.

Abstract

The aims of this study are to develop a learning tool and to demonstrate the use of latitude in static moment calculation, as an indicator of the competence achievement in engineering mechanics, so that students are able to calculate, to draw, and to correct statics analysis in the form of M, N, D. Document analysis was conducted on the use of D plane picture images in an effort to simplify the calculation of a certain static beam moment. Observations were performed in engineering mechanics lectures in Semester III 2012/2013 on class S1-TS-2011-C. Data processing was carried out quantitatively by using the average and percentage, while data analysis was analyzed by qualitative method. The results showed that: (a) Most students (83.33%) stated the moment calculations were become easier and more precise by using the plane D (moment value, direction and plane M image). (b) Before utilizing the plane D, the number of students which were able to calculate the moment value was only 51.43%, however the use of plane D has increased to 95.15% students, which showed an increase of 43.72%.

Keywords: learning tools, engineering mechanics, plane D, plane M.

PENDAHULUAN

a. Latar Belakang Masalah

Mekanika teknik (Mektek) yang dipelajari oleh mahasiswa teknik sipil lebih menfokuskan pada statika bangunan (mempelajari keseimbangan gaya akibat beban luar dan atau beban sendiri). Beban luar dan beban sendiri yang bekerja pada konstruksi akan menimbulkan GAYA-GAYA DALAM yang lazim disebut momen (M), gaya normal/aksial (N), gaya lintang/geser (D), serta deformasi (perubahan bentuk) berupa defleksi Δ dan rotasi θ . Hasil analisisnya kemudian dapat dijadikan *input* dalam perencanaan struktur bangunan. Bila penguasaan analisis mekanika teknik masih rendah maka mahasiswa akan kesulitan saat menempuh mata kuliah yang didalamnya memerlukan analisis statika, seperti mata kuliah Struktur beton & Struktur Baja terutama saat mengerjakan tugas merencananya. Dari studi awal didapat hasil Pra UAS Semester Genap 2011/2012 Mahasiswa Prodi S1-TS-2011-C sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Pra UAS Mektek II Smtr Genap 2011/2012 S1-TS-2011-C.

No.	Item ujian Mektek yg diamati	Hasil Ujian		Persentase	
		Benar	Salah	Benar	Salah
1.	Perhitungan Reaksi Tumpuan	33	2	94,29%	5,71%
2.	Perhitungan Gaya Lintang (D)	28	7	80,00%	20,00%
3.	Perhitungan Momen (M)	18	17	51,43%	48,57%
4.	Gambar Bidang D	15	20	42,86%	57,14%
5.	Gambar Bidang M	3	32	8,57%	91,43%

Dari Tabel 1 tersebut menunjukkan bahwa baru 18 mahasiswa (51,43%) yang bisa menyelesaikan perhitungan momen atau hampir setengah jumlah mahasiswa seluruhnya (setara 48,57%) masih menemui kesulitan dalam perhitungan momen. Jika dibandingkan dengan kemampuan dalam perhitungan gaya lintang maka persentase tersebut sangat jauh berbeda, yakni 80% mahasiswa telah mampu menyelesaikan perhitungan gaya lintang. Kalau mahasiswa telah mampu menghitung reaksi tumpuan kemudian mampu menghitung gaya lintang, seharusnya mahasiswa tersebut mampu pula menghitung momen, tetapi dalam hal ini tidak demikian adanya, artinya target kompetensi mekanika teknik masih belum tercapai.

Untuk memenuhi target kompetensi tersebut mau tidak mau PBM harus diselenggarakan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreatifitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik serta psikologis. Berhubungan dengan makna pembelajaran yang efektif dan efisien maka pengembangan perangkat pembelajaran sangat perlu dikembangkan, sehingga kesulitan yang dihadapi mahasiswa dapat teratasi, maka dalam penelitian ini akan mengujicobakan pemanfaatan gambar bidang

gaya lintang dalam perhitungan momen struktur statis tertentu.

Banyak faktor yang dapat diduga menjadi penyebab ketidakmampuan mahasiswa dalam perhitungan momen, satu diantaranya adalah Perangkat Pembelajaran Mata Kuliah Mekanika Teknik. Dengan demikian, maka perlu dilakukan kajian secara lebih mendalam tentang ketersediaan perangkat pembelajaran yang selama ini digunakan pada Mata Kuliah Mekanika Teknik melalui sebuah penelitian dengan judul "Pemanfaatan Gambar Gaya Lintang dalam Perhitungan Momen Statis Tertentu".

b. Perumusan Masalah

Dari latar belakang di atas rumusan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini antara lain adalah: "Bagaimanakah meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam perhitungan momen statis tertentu melalui pemanfaatan gambar gaya lintang?"

c. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah: Mengembangkan perangkat pembelajaran dan memeragakan pemanfaatan gaya lintang dalam perhitungan momen statis tertentu, sebagai upaya pencapaian indikator kompetensi dalam mekanika teknik, sehingga mahasiswa mampu menghitung, menggambar, dan mengoreksi analisis statika berupa M, N, D.

d. Manfaat Penelitian

Manfaat dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan masukkan antara lain:

Bagi tenaga pengajar:

- Dapat memperbaiki dan meningkatkan kualitas pembelajaran Mekanika Teknik, khususnya dalam pengembangan perangkat pembelajaran
- PBM dapat diselenggarakan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, dan lebih menantang karena dapat memanfaatkan perhitungan gaya lintang terhadap perhitungan momen.

Bagi mahasiswa:

- Mahasiswa diajak belajar mengerjakan tugas yang sesungguhnya yang nantinya bisa dijadikan input pada perencanaan suatu struktur bangunan.
- Mampu meningkatkan motivasi, berpartisipasi aktif & memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreatifitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik serta psikologis.

e. Keterkaitan Mekanika Teknik dengan Matematika.

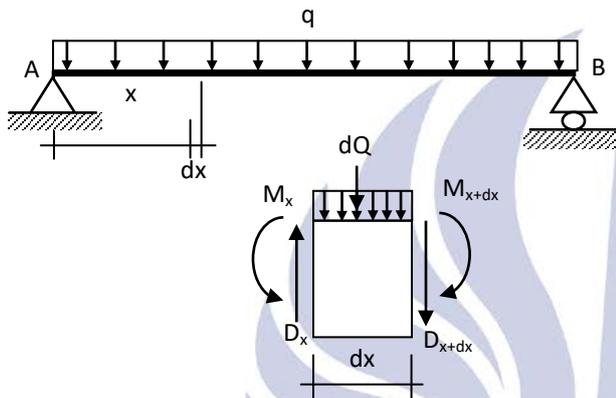
Penyelesaian mekanika teknik sebenarnya adalah penyelesaian matematika. Dalam matematika pemikiran yang digunakan adalah deduktif, yakni kesimpulan yang diperoleh merupakan akibat logis dari fakta yang diketahui (tidak perlu lagi diragukan tentang kebenarannya). Penerapan proses ini akan menghasilkan teorema-teorema yang selanjutnya

diaplikasikan untuk menyelesaikan masalah (Wiryanto, 2006).

Mekanika teknik mempelajari sebab akibat (kesetimbangan gaya), yakni akibat adanya aksi (beban luar/berat sendiri) pada suatu struktur bangunan akan timbul reaksi (gaya dalam), kesetimbangan ini dapat dirumuskan dalam persamaan matematik. Tetapi dalam mekanika teknik hasil matematik tersebut masih harus diinterpretasikan terhadap perubahan bentuk/deformasi dari struktur yang dianalisis.

f. Hubungan M dan D.

Ditinjau suatu elemen dx sejauh x pada balok AB statis tertentu sebagai berikut (Darmali, 1979):



Gambar 1. Balok AB statis tertentu dan penampang elemen dx, dengan dQ sebagai beban luar serta gaya dalam D_x & D_{x+dx} ; M_x & M_{x+dx}

Penyelesaian matematis:

1. $\Sigma V = 0$.
 $D_x - dQ - (D_{x+dx}) = 0$
 $(D_{x+dx}) - D_x = -dQ$
 Bila beban merata = q_x , maka $dQ = q_x \cdot dx$
 $(D_{x+dx}) - D_x = -q_x \cdot dx$
 $dD_x = -q_x \cdot dx$
 $q_x = -\frac{dD_x}{dx}$ pers. (1)
 atau $D_x = -\int q_x \cdot dx$ pers. (2)
 dapat diartikan bahwa berdasarkan persamaan (1) beban disuatu tempat sama dengan turunan pertama dari gaya lintang D_x , sebaliknya berdasarkan persamaan (2) garis gaya lintang ialah integral dari garis beban, atau integral ini adalah luas bidang beban yang terletak diantara segmen (penampang) yang ditinjau.
2. $\Sigma M = 0$, terhadap titik berat sisi sebelah kanan elemen.
 $M_x + (D_x \cdot dx) - (dQ \cdot \frac{1}{2} dx) - (M_{x+dx}) = 0$
 Suku ketiga bisa diabaikan karena berupa bilangan kecil tingkat dua, maka didapat:
 $(M_{x+dx}) - M_x = D_x \cdot dx$
 $dM_x = D_x \cdot dx$
 $D_x = \frac{dM_x}{dx}$ Pers. (3)
 Atau $M_x = \int D_x \cdot dx$ pers. (4)
 berdasarkan persamaan (3) maka gaya lintang adalah sama dengan turunan pertama dari momen M_x ,

sebaliknya berdasarkan persamaan (4) garis momen ialah integral dari garis gaya melintang, atau integral ini adalah luas bidang gaya lintang yang terletak diantara segmen (penampang) yang ditinjau.

g. Kompetensi Mata Kuliah Mekanika Teknik.

Kompetensi Mata Kuliah Mekanika Teknik JTS FT UNESA diantaranya dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Mahasiswa mampu menghitung gaya-gaya dalam berupa momen, aksial, geser (M, N, D) akibat pengaruh gaya-gaya luar.
- b. Mahasiswa mampu menggambar bidang M, N, dan D.
- c. Mahasiswa mampu mengoreksi/membaca bidang M, N, dan D hasil perhitungan orang lain.
- d. Mahasiswa mampu menelaah hasil perhitungan M, D, dan N yang dapat dijadikan *input* pada perencanaan struktur beton, baja, kayu dan struktur lainnya.

Saat menghitung momen dan gaya lintang yang dimanifestasikan dalam persamaan matematik, mahasiswa diharapkan paham bahwa persamaan momen tersebut akan berupa persamaan pangkat n, yang berimplikasi terhadap bentuk gambar bidang M maupun bidang D.

h. Belajar menggunakan Pengetahuan secara Bermakna.

Pengetahuan yang dipelajari itu diperlukan untuk mencapai tujuan, keberadaan tujuan akan dicapai dengan cara-cara umum dimana kita menggunakan pengetahuan secara bermakna (Kamdi, 2007). Agar siswa menggunakan pengetahuan secara bermakna, maka dapat dilakukan dengan lima cara berikut ini:

- *Decision making*, yaitu suatu proses menjawab pertanyaan seperti “Apa cara yang terbaik untuk menghitung? atau mana yang paling cocok untuk menghitung....?”
- *Investigation*, ada tiga tipe dasar investigasi, salahsatunya adalah *definitional investigation* yang berusaha memperoleh jawaban atas pertanyaan seperti “Apa yang menjadi ciri khas dari....?”
- *Experimental inquiry*, yaitu proses untuk memperoleh jawaban atas pertanyaan seperti “Bagaimana saya menjelaskan ini? atau berdasarkan penjelasan saya, apa yang dapat diprediksi?”
- *Problem solving*, yaitu menjawab pertanyaan “Bagaimana saya dapat memecahkan masalah ini?”
- *Invention*, yaitu proses penciptaan sesuatu untuk memenuhi kebutuhan, menjawab pertanyaan seperti “Apa cara baru yang....? atau apa cara yang paling baik....?”

METODE

Penelitian ini dilaksanakan dengan cara menerapkan pembelajaran bermakna melalui pengembangan perangkat pembelajaran pada perhitungan momen, dimana dari studi awal didapat bahwa masih banyak mahasiswa yang belum menghitung momen pada struktur statis tertentu. Capaian target kompetensi yang diinginkan adalah mahasiswa mampu menghitung dan

menggambar besarnya M,N,D dan mampu membaca gambar bidang M,N, D hasil analisis teman sesama mahasiswa. Penelitian dilaksanakan di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UNESA Kampus UNESA Jln. Ketintang Surabaya, mulai pada bulan Juni 2012 dan berakhir pada bulan Oktober 2012. Subyek penelitian ini adalah mahasiswa S1 Jurusan teknik Sipil FT UNESA angkatan 2011 yang memprogram mata kuliah Mekanika Teknik.

a. Metode pengumpulan Data

Pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi, tes, dan kuesioner. Observasi digunakan untuk mengamati PBM secara langsung di kelas, tes digunakan untuk menilai sejauh mana pengaruh pemanfaatan bidang gaya lintang terhadap kemampuan menghitung momen statis tertentu dan kuesioner digunakan untuk mengumpulkan data tentang tanggapan mahasiswa terhadap cara perhitungan momen dengan memanfaatkan bidang gaya lintang serta kendala-kendala yang masih dihadapi dalam PBM.

b. Teknik Analisis Data

Untuk memberikan gambaran hasil observasi, tanggapan, dan kendala yang dialami selama pembelajaran maka analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis data secara deskriptif kualitatif, sedang analisis kuantitatif digunakan untuk menganalisis instrumen tes yang diberikan pada mahasiswa.

c. Rincian Prosedur Penelitian:

Tabel 2. Pengembangan Perangkat Pembelajaran

Langkah Utama	Kegiatan
Melakukan analisis perangkat pembelajaran yang akan dikembangkan	Menyusun materi yg memanfaatkan gambar bidang D dlm perhitungan momen
Mengembangkan perangkat awal	Membuat materi ajar pemanfaatan bidang D struktur statis tertentu
Uji coba lapangan	Penerapan materi ajar pemanfaatan bidang D struktur statis tertentu dengan berbagai pola pembebanan.

Tabel 3. Kriteria Peningkatan Kemampuan Mahasiswa dalam Perhitungan Momen Statis Tertentu.

No.	Item ujian Mektek yg diamati	Kriteria Peningkatan Kemampuan
1.	Perhitungan Reaksi Tumpuan	80% mahasiswa mampu menghitung reaksi tumpuan dengan benar
2.	Perhitungan Gaya Lintang (D)	80% mahasiswa mampu menghitung gaya lintang dengan benar
3.	Perhitungan Momen (M)	80% mahasiswa mampu menghitung momen dengan benar
4.	Gambar Bidang D	80% mahasiswa mampu menggambar bidang gaya lintang dengan benar
5.	Gambar Bidang M	80% mahasiswa mampu menggambar bidang momen dengan benar

d. Model Pengembangan

Model pengembangan mengacu pada referensi Cennamo dan Kalk (2005) yang dikenal ada 5 (lima) fase pengembangan yakni: (1) definisi (*define*), (2) desain (*design*), (3) peragaan (*demonstrate*), (4) pengembangan (*develop*), dan (5) penyajian (*deliver*). Peneliti melakukan pengembangan dari fase definisi (yang merupakan titik awal kegiatan), menuju ke fase-fase desain, peragaan,

dan pengembangan. Fase tersebut itu dapat terurai sebagai berikut:

• Fase definisi (*define*)

Fase definisi (*define*) adalah menentukan rencana dan arah pengembangan. Fase ini melakukan pengumpulan informasi, mengkomunikasikan dengan beberapa pihak terkait, penentuan lingkup kegiatan, *outcome*, jadwal dan kemungkinan dalam penyajian. Setelah itu akan didapat usul kegiatan pengembangan berupa rancangan identifikasi kebutuhan, spesifikasi tujuan, patokan keberhasilan, produk akhir.

• Fase perancangan (*design*)

Fase perancangan (*design*) adalah pembuatan rancangan pengembangan, penembangan tujuan item tes, dan strategi, serta pengembangan model evaluasi. Pengumpulan informasi tentang karakteristik peserta didik, kebutuhan instruksional, konten, hasil yang diharapkan, dan metode dan mengkomunikasikan pada pihak terkait. Fase kegiatan ini menghasilkan desain model.

• Fase peragaan (*demonstrate*).

Fase peragaan (*demonstrate*), fase ini merupakan kelanjutan untuk mengembangkan spesifikasi rancangan dan memantapkan kualitas sarana dan media pengembangan produk paling awal, dengan hasil berupa perangkat pembelajaran pemanfaatan bidang D dalam perhitungan M.

• Fase pengembangan (*development*)

Fase pengembangan (*development*), adalah persiapan pembuatan model perangkat pembelajaran termasuk evaluasinya, inti fase ini adalah meyakinkan bahwa perangkat yang dirancang dapat menjawab tujuan penelitian (pengembangan perangkat pembelajaran).

• Fase Penyajian (*deliver*), tidak dilaksanakan dalam penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Deskripsi Data Hasil Penelitian

Materi yang dibahas dalam penelitian ini sebenarnya telah termuat dan dibahas hampir disemua materi ajar buku Mekanika Teknik Jurusan Teknik Sipil, mengingat hasil pembelajaran (lihat Tabel 1), maka hanya pembahasannya ada sedikit dimodifikasi, yaitu perhitungan momen memanfaatkan bidang D. Perhitungan ini dikembangkan atas dasar persamaan 4, hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4. Hasil Latihan Perhitungan Perhitungan Momen

No.	Item ujian Mektek yg diamati	Hasil Ujian		Persentase	
		Benar	Salah	Benar	Salah
1.	Perhi. Reaksi Tumpuan	22	2	91,67%	8,33%
2.	Perhit. Gaya Lintang (D)	19	5	79,17%	20,83%
3.	Perhitungan Momen (M)	18	6	75,00%	25,00%
4.	Gambar Bidang D	14	10	58,33%	41,67%
5.	Gambar Bidang M	12	12	50,00%	50,00%
	Rerata	-	-	70,83%	29,17%

Sumber: Data hasil penelitian, peserta latihan 24 mhs.

Tabel 5. Persepsi Pemanfaatan Gambar Bid. D dlm Perhitungan Momen (M)

No.	Item Persepsi	Tanggapan		Persentase	
		Mudah	Sulit	Mudah	Sulit
1.	Perhitungan Momen (M)	21	3	87,50%	12,50%
2.	Penentuan Arah Momen Akhir (M)	19	5	79,17%	20,83%
3.	Penggambaran Momen Akhir (M)	20	4	83,33%	16,67%
	Rerata	-	-	83,33%	16,67%

Sumber: Data hasil penelitian, peserta latihan 24 mhs.

Tabel 6. Hasil tes perhitungan momen balok statis tertentu.

No.	Item ujian Mektek yg diamati	Hasil Ujian		Persentase	
		Benar	Salah	Benar	Salah
1.	Perhitungan Reaksi Tumpuan	32	1	96,97%	3,03%
2.	Perhitungan Gaya Lintang (D)	31	2	93,94%	6,06%
3.	Perhitungan Momen (M)	32	1	96,97%	3,03%
4.	Gambar Bidang D	32	1	96,97%	3,03%
5.	Gambar Bidang M	30	3	90,91%	9,09%
	Rerata	-	-	95,15%	4,85%

Sumber: Data hasil penelitian, peserta test 33 mhs.

Dari Tabel 4 tersebut di atas terlihat bahwa baru 12 mahasiswa (50%) yang mampu menghitung momen dengan benar, meskipun demikian sebenarnya sejumlah 70,83% mahasiswa telah benar dalam penyelesaian soal tersebut. Pada Tabel 5 terlihat sangat bagus persepsi mahasiswa terkait perhitungan momen yang memanfaatkan bidang D, bahkan sebagian besar mahasiswa (83,33%) menyatakan sangat mudah menerapkan perhitungan momen jika memanfaatkan bidang D. Hasil test perhitungan balok statis tertentu juga menunjukkan hasil yang memuaskan (lihat Tabel 6) dimana rata-rata mahasiswa telah mampu menghitung momen dengan benar.

b. Pembahasan Hasil Penelitian

Kondisi saat mengerjakan soal latihan terlihat baru sejumlah 50% mahasiswa (lihat Tabel 4) yang mampu menyelesaikan soal dengan benar, hal ini dikarenakan mereka masih ragu-ragu memanfaatkan gambar bidang D dalam perhitungan momen. Namun dengan memberi contoh soal yang terlebih dahulu diselesaikan dengan cara kebiasaan mereka kemudian diselesaikan dengan memanfaatkan persamaan 4 dan terjadi kecocokan hasil perhitungannya, mereka baru yakin untuk menggunakan persamaan 4. Persepsi mahasiswa terkait tingkat kemudahan dalam menyelesaikan perhitungan momen juga menunjukkan hal yang menggembirakan sebab sejumlah 83,33% mahasiswa (lihat Tabel 5) menyatakan sangat mudah menghitung momen jika memanfaatkan bidang D dalam perhitungan momen. Selain itu dengan memanfaatkan bidang D, mahasiswa dapat menentukan

arah momen akhir dengan tepat dan dengan tepat pula mereka menggambar bidang M. Ketepatan nilai perhitungan, arah momen dan gambar bidang M kelak sangat diperlukan dalam perencanaan struktur, sebab hasil perhitungan dan penggambaran bidang M akan menjadi input perencanaan struktur bangunan teknik sipil. Pada Tabel 6. menunjukkan bahwa pemanfaatan bidang M dalam perhitungan momen berdampak secara signifikan pada hasil tes pada balok statis tertentu, dimana rata-rata mahasiswa telah mampu menghitung momen dengan benar. Kondisi sebelum memanfaatkan bidang D mahasiswa yang mampu menghitung momen baru mencapai sejumlah 51,43% mahasiswa, setelah memanfaatkan bidang M mahasiswa yang mampu menghitung momen dengan benar sejumlah 95,15% mahasiswa (terjadi peningkatan 43,72%).

Secara umum dapat disampaikan bahwa dengan didukung oleh perangkat pembelajaran yang baik, maka sesulit apapun materi yang diajarkan pada perkuliahan akan dapat dikuasai dengan baik oleh mahasiswa.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan uraian-uraian yang telah dikemukakan sebelumnya, maka simpulan dari hasil penelitian ini adalah:

a. Simpulan

Berdasarkan uraian-uraian yang telah dikemukakan sebelumnya, maka simpulan dari hasil penelitian ini adalah:

- Sebagian besar mahasiswa (sejumlah 83,33%) menyatakan bahwa dengan memanfaatkan bidang D, perhitungan momen menjadi lebih mudah dan tepat (besar momen, arah dan gambar bidang M).
- Sebelum memanfaatkan bidang D mahasiswa yang mampu menghitung momen baru mencapai sejumlah 51,43% mahasiswa, setelah memanfaatkan bidang D mahasiswa yang mampu menghitung momen dengan benar sejumlah 95,15% mahasiswa atau terjadi peningkatan jumlah mahasiswa yang mampu menghitung momen dengan benar sebesar 43,72%.
- Sebelum memanfaatkan bidang D mahasiswa yang mampu menghitung momen baru mencapai sejumlah 51,43% mahasiswa, setelah memanfaatkan bidang D terjadi peningkatan jumlah mahasiswa yang mampu menghitung momen dengan benar yakni 43,72%, sehingga secara keseluruhan jumlah mahasiswa yang mampu menghitung momen dengan benar sejumlah 95,15%.

b. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka disarankan bahwa dalam pembuatan perangkat pembelajaran perlu diterapkan pada perhitungan *free body* struktur statis tak tentu.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Rektor Unesa yang telah memberi bantuan pendanaan penelitian melalui Penelitian Pengembangan Bahan Ajar dengan SK Rektor No.268/UN38/HK/LT/2012, tgl 23 Juli 2012

DAFTAR PUSTAKA

- Cennamo, Katherine & Kalk, Debby. (2005). *Real World Instructional Design*. Australia: Thomson Learning.
- Darmali, Arief & Ichwan. (1979). *Ilmu Gaya Teknik Sipil I*. Jakarta: Depdiknas.
- Kamdi, Waras, dkk. (2007). *Model-model Pembelajaran Inovatif*. Malang: UM Press.
- Tim Penyusun Pedoman Penelitian DIPA dan Swadana. (2006). *Pedoman Pelaksanaan Penelitian DIPA dan Swadana, edisi 24 Januari 2006*. Surabaya: Lembaga Penelitian Universitas Negeri Surabaya.

