

Pengembangan Modul Analisis Struktur Metode Matriks Menggunakan Aplikasi Mathcad di Pendidikan Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Negeri Yogyakarta

Apri Suryono¹ dan Pramudiyanto²

Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta

Email: aprisuryono.2017@student.uny.ac.id

pram@uny.ac.id

ABSTRAK

Kemampuan setiap mahasiswa dalam memahami materi perkuliahan berbeda-beda, tidak semua mahasiswa dapat dengan mudah memahami materi yang disampaikan oleh dosen. Terlebih lagi kurangnya modul pembelajaran mengakibatkan mahasiswa kesulitan dalam mendalami materi perkuliahan secara mandiri padahal jam perkuliahan terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul pembelajaran dan mengetahui tingkat kelayakannya pada mata kuliah Analisis Struktur Metode Matriks (ASMM) menggunakan aplikasi MathCAD di Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan (PTSP) Universitas Negeri Yogyakarta (UNY). Metode penelitian yang digunakan yaitu 4D, yang memiliki 4 tahapan yaitu: (1) *Define*; (2) *Design*; (3) *Develop*; (4) *Disseminate*. Hasil dari penelitian pengembangan 4D ini yaitu: (1) Pada tahap *define* didapati permasalahan pada proses pembelajaran ASMM, solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut, dan tujuan pembelajaran yang akan dicapai; (2) Tahap *design* dilakukan penyusunan draft dengan menggunakan format susunan materi yang memudahkan pengguna; (3) Tahap *develop* didapati hasil uji validasi oleh ahli media mendapatkan total skor 194 dari skor maksimum 245 dengan kategori "layak", hasil uji validasi ahli materi mendapatkan total skor 102 dari skor maksimum 130 dengan kategori "layak", penilaian pengguna segi media mendapatkan total skor rerata 216,92 dari skor maksimum 245 dengan kategori "sangat layak", penilaian pengguna segi materi mendapatkan total skor rerata 115,12 dari skor maksimum 130 dengan kategori "sangat layak"; (4) Tahap *disseminate* dilakukan *packing*, dan *diffusion* untuk memudahkan akses dan digunakan oleh orang lain, namun pada tahap *validating testing*.

Kata Kunci: Pengembangan, Media pembelajaran, Modul

ABSTRACT

The ability of each student to understand the course material is different, not all students can easily understand the material delivered by the lecturer. Moreover, the lack of learning modules makes it difficult for students to explore the lecture material independently even though lecture hours are limited. The aim of this research is to develop learning modules and determine the level of feasibility in the Matrix Method Structural Analysis (ASMM) course using the MathCAD application in Civil Engineering and Planning Education (PTSP) Yogyakarta State University (UNY). This research utilizes 4D method, which has 4 stages, namely: (1) Define; (2) Design; (3) Develop; (4) Disseminate. The results of this 4D development research are: (1) In the stage define is problems are found in the ASMM learning process, solutions to overcome these problems, and learning objectives to be achieved; (2) The stage design is carried out by drafting using a material arrangement format that makes it easier for users; (3)) The stage develop is found that the validation test results by media experts got a total score of 194 out of a maximum score of 245 in the "adequate" category, the results of the material expert validation test got a total score of 102 out of a maximum score of 130 in the "adequate" category, the user assessment in terms of media got a total average score of 216.92 from a maximum score of 245 with the "very feasible" category, user assessment in terms of material received a total average score of 115.12 from a maximum score of 130 in the "very feasible" category; (4) The disseminate stage is carried out by packing, and diffusion to facilitate access and use by others, but at the stage of validating testing.

Keywords: Development, Learning media, Module

PENDAHULUAN

UNY sebagai salah satu universitas negeri memiliki kualitas pembelajaran yang baik. Dengan kualitas pembelajaran yang baik, maka akan membantu mahasiswa

dalam mencapai tujuan pembelajaran mata kuliah. Persyaratan untuk menempuh suatu mata kuliah juga diperhatikan. Salah satunya pada perkuliahan Analisis Struktur

Metode Matriks (ASMM) program studi Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan yaitu salah satu mata kuliah pilihan bagi mahasiswa berdasarkan kurikulum merdeka belajar kampus merdeka 2020. Untuk mengambil mata kuliah ASMM ini mahasiswa terlebih dahulu harus menguasai Analisis Struktur I, Analisis Struktur II, Mekanika Bahan, dan operasi aljabar matriks. Dengan mempelajari mata kuliah ini, mahasiswa diharapkan dapat menganalisis struktur Truss 2D, Frame 2D, dan Beam.

Namun tentu saja dalam pelaksanaannya tidak semua mahasiswa mudah memahami materi yang disampaikan oleh dosen pengajar, dikarenakan kemampuan mahasiswa yang berbeda-beda dalam menangkap materi. Oleh karena itu setiap mahasiswa membutuhkan waktu belajar yang berbeda untuk memahami suatu materi yang sama. Keterbatasan jam perkuliahan menjadikan mahasiswa perlu untuk belajar secara mandiri agar dapat menguasai materi secara mendalam. Tetapi untuk saat ini media pembelajaran berupa modul yang dapat membantu mahasiswa belajar secara mandiri belum ada. Mahasiswa akan kesulitan untuk belajar secara mandiri tanpa adanya bantuan media. Selain itu ada beberapa mahasiswa yang kesulitan memahami kasus perhitungan struktur yang kompleks.

Dari survey yang dilakukan terhadap 50 mahasiswa PTSP yang telah menempuh perkuliahan ASMM terdapat beberapa kendala yang dirasakan mahasiswa selama menempuh perkuliahan, kendala tersebut diantaranya:

1. 22% mahasiswa yang belum memahami materi perkuliahan.

2. 75% mahasiswa merasa jam perkuliahan yang ada belum cukup untuk benar-benar memahami materi ASMM.
3. 82% mahasiswa tidak memiliki materi pegangan seperti buku atau modul.
4. 78% mahasiswa tidak bisa belajar secara mandiri di luar jam perkuliahan tanpa materi pegangan.

Di era modern saat ini mahasiswa cenderung tertarik dengan suatu pembelajaran yang memanfaatkan teknologi. Aplikasi MathCAD merupakan salah satu teknologi yang dapat membantu perhitungan yang sangat kompleks. Keunggulan dari aplikasi ini dapat menyelesaikan perhitungan suatu fungsi dan perhitungan dengan tingkat kompleksitas tinggi dengan tampilan seperti perhitungan manual. Sehingga dalam perkuliahan ASMM penggunaan aplikasi tersebut akan sangat membantu dalam perhitungan analisis struktur metode matriks. Dengan demikian kesalahan-kesalahan dalam perhitungan akan tereduksi dan hasil menjadi lebih akurat.

Salah satu solusi untuk membantu mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan menggunakan alat bantu berupa media pembelajaran. Media sebagai perantara dari sumber informasi ke penerima informasi (Sanjaya, 2014). Sanaky (2013) menjelaskan media pembelajaran yaitu alat yang dapat digunakan sebagai penghubung untuk menunjang kegiatan belajar agar tujuannya tercapai dengan efektif dan efisien. Media pembelajaran adalah segala bentuk perangsang dan alat yang disediakan pendidik untuk mendorong peserta didik secara mudah, tepat, cepat, benar dan tidak terjadi verbalisme (Rosdiani, 2013). Adanya media pembelajaran dapat

membantu mahasiswa untuk belajar secara mandiri. Media tersebut harus mudah digunakan dimana saja dan kapan saja tanpa bantuan media lain. Selain itu juga dapat menyajikan materi secara menyeluruh dan mendalam, serta penyajian materi runtut untuk memudahkan pengguna. Media tersebut juga harus memiliki tujuan pembelajaran yang jelas dan terdapat evaluasi untuk mengukur perkembangan pengguna.

Berdasarkan permasalahan diatas bahwa dibutuhkannya modul untuk membantu pembelajaran ASMM. Sehingga hal tersebut menjadi dasar untuk dilakukan penelitian tentang pengembangan modul ASMM menggunakan MathCAD.

Menurut Aulia (2019) tujuan dari modul yaitu: (a) materi/informasi yang bersifat verbal dapat diperjelas dan mudah dipahami; (b) ruang, waktu, dan daya indera pendidik maupun peserta didik yang terbatas dapat teratasi; (c) meningkatkan motivasi dan semangat belajar peserta didik; (d) menumbuhkan kemampuan peserta didik untuk belajar secara mandiri sesuai dengan minat dan bakatnya; (d) memudahkan pendidik atau peserta didik untuk mengevaluasi hasil belajar. Modul pembelajaran ini disesuaikan dengan kurikulum Kampus Merdeka 2020 yang berlaku. selain itu disusun dengan format yang mudah digunakan oleh pengguna.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul pembelajaran ASMM menggunakan aplikasi MathCAD yang layak berdasarkan para ahli dan pengguna. Adapun alasan peneliti mengembangkan modul ini adalah (1) ASMM merupakan salah satu mata kuliah di PTSP yang memiliki tingkat kompleksitas perhitungan tinggi, (2) MathCAD dapat membantu dan

mempermudah mahasiswa dalam perhitungan, (3) Tidak semua mahasiswa mencapai tujuan pembelajaran karena kemampuan yang berbeda-beda dan jam perkuliahan terbatas, (4) Belum ada modul sebagai sumber belajar yang dilengkapi dengan program komputer.

Adanya pengembangan modul ini diharapkan dapat mengatasi permasalahan yang terjadi pada proses pembelajaran ASMM di PTSP UNY. Selain itu juga menjadi salah satu referensi sumber belajar bagi mahasiswa. Serta dapat membantu mahasiswa mencapai capaian pembelajaran.

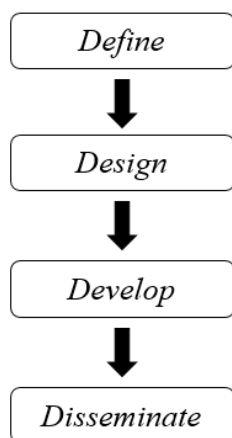
METODE

Penelitian pengembangan modul ASMM menggunakan aplikasi MathCAD ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D). Sugiyono (2019) menjelaskan bahwa penelitian R&D merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan suatu produk dan menguji efektifitas dari produk tersebut.

Penelitian ini dilaksanakan di Program Studi Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Negeri Yogyakarta. Waktu penelitian dilaksanakan pada tanggal 1 Januari 2021 – 31 Desember 2021. Subjek penelitian ini adalah ahli media, ahli materi, dan pengguna yaitu mahasiswa PTSP UNY. objek penelitian ini yaitu pembuatan modul Analisis Struktur Metode Matriks Menggunakan Aplikasi MathCAD sesuai kurikulum kampus merdeka 2020.

Model penelitian pengembangan ini menggunakan prosedur pengembangan model 4-D seperti yang telah dikemukakan oleh Thiagarajan (1974). Namun pada

penelitian ini dilakukan modifikasi pada tahap *specifying objective*.



Gambar 1. Prosedur Penelitian Pengembangan 4-D

Model penelitian pengembangan ini melalui 4 tahapan utama: (1) *define*, (2) *design*, (3) *develop*, dan (4) *disseminate*. Berikut penjelasan empat tahap prosedur pengembangan:

Tahap Pendefinisian (*Define*)

Tahapan ini merupakan tahapan menemukan dan menguraikan masalah, menganalisis kebutuhan, dan pendefinisian persyaratan. Berikut beberapa kegiatan yang dilakukan pada tahapan ini:

a. *Front-end Analysis*

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap pelaksanaan pembelajaran mata kuliah ASMM di PTSP.

b. *Learner Analysis*

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap peserta didik. Karakteristik, kemampuan mahasiswa, dan situasi pelaksanaan pembelajaran menjadi fokus peneliti.

c. *Task Analysis*

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap permasalahan yang ditemukan untuk didapatkan solusi yang sesuai kebutuhan dalam pembelajaran ASMM.

d. *Concept Analysis*

Pada tahap ini dilakukan penilaian terhadap beberapa alternatif solusi, sehingga didapatkan konsep solusi yang cocok dengan kebutuhan.

e. *Specifying Objective*

Pada tahap ini dilakukan penentuan tujuan pembelajaran pada produk yang dikembangkan. Pada teori pengembangan 4D Thiagarajan (1974) terdapat tujuan pembelajaran umum dan khusus. Sehingga pada penelitian ini dilakukan modifikasi dengan menggunakan tujuan yang spesifik.

Tahap Perancangan (*Design*)

Tahapan ini merupakan tahapan perancangan suatu produk, dimana terjadi bongkar pasang isi untuk mendapatkan hasil produk yang baik. Pada tahap ini ada beberapa kegiatan yang dilakukan, yaitu sebagai berikut:

a. *Construction of Criterion – Referenced Test*

Pada tahap ini dilakukan pemilihan kriteria materi yang akan dimuat pada modul. Selain itu juga ditentukan standar acuan untuk evaluasi penguasaan materi oleh pengguna.

b. *Media Selection*

Pada tahapan ini dilakukan pemilihan media yang disesuaikan dengan permasalahan yang ada dan tujuan yang akan dicapai.

c. *Format Selection*

Pada tahapan ini dilakukan penyusunan penentuan materi-materi yang dikumpulkan kedalam sub-bab yang saling terintegrasi. Penetapan susunan tersebut juga menetapkan susunan daftar isi. Pemilihan format yang tepat akan meningkatkan efektivitas dalam penyampaian materi.

d. *Initial Design*

Pada tahap ini dilakukan pencanangan naskah draft media dan desain

sampu media. Hasil dari analisis permasalahan dan analisis kebutuhan media kemudian di tuangkan ke dalam *draft* media.

Tahap Pengembangan (*Develop*)

Pada tahapan ini dilakukan uji validasi oleh ahli media, ahli materi, dan pengguna terhadap draf produk media yang dihasilkan. Masukan dan saran dari validator akan dijadikan dasar revisi draft produk agar menjadi lebih baik.

Tahap Penyebaran (*Disseminate*)

Pada tahapan ini dilakukan kegiatan *packaging, diffusion and adoption*. Draft produk akan di kemas dalam format PDF dan diberikan ke dosen pengajar serta dipunggah ke google drive untuk memudahkan akses bagi pengguna.

Instrumen penelitian yang digunakan untuk mengumpulkan data pada penelitian ini berupa angket. Angket menggunakan skala skor 1-5. Validator cukup memberikan tanda *checklist* pada kolom skor pada setiap butir pernyataan sesuai dengan penilaiannya. Penilaian kelayakan produk ini dilakukan berdasarkan hasil data dari instrumen yang mencakup segi media maupun segi materi. Untuk validasi pengguna dilakukan melalui *google form*. Kisi-kisi penilaian segi media dapat dilihat pada Tabel 1. dan penilaian segi materi dapat dilihat pada Tabel 2.

Data yang didapatkan dari angket yaitu berupa data kuantitatif angka. Oleh karena itu dalam penelitian ini menggunakan teknik deskriptif kuantitatif. Data kuantitatif didapatkan dengan memberikan penilaian dengan *Likert* pernyataan pada angket. Skala yang digunakan 1 sampai 5. Data yang telah didapatkan dari angket untuk ahli media, ahli materi, dan pengguna akan dianalisis untuk mengetahui tingkat kelayakan modul.

Berikut tahapan analisis data yang dilakukan:

Tabel 1. Kisi-Kisi Penilaian Segi Media

No	Aspek	Indikator Penilaian	Jumlah Butir
1	Ukuran Modul	Ukuran	2
2	Desain Kover Modul	Tata letak kover modul	5
		Tipografi kover modul	5
		Ilustrasi sampul modul	4
3	Desain Isi Modul	Tata letak isi modul	4
			4
			6
			2
		Tipografi isi modul	3
		Ilustrasi isi modul	5
	4		
		3	
		2	

Tabel 2. Kisi-Kisi Penilaian Segi Materi

NO	Aspek	Indikator Penilaian	Jumlah Butir
1	Dimensi Pengetahuan	Cakupan Materi Ketepatan materi Ketepatan Evaluasi	11
2	Dimensi Keterampilan		3
3	Organisasi Materi		3
4	Pendukung Penyajian Materi		3
5	Penyajian Pembelajaran		3
6	Pendukung Penyajian		3

1. Menghitung total skor pada setiap aspek instrumen.
2. Menghitung skor maksimum dan skor minimum pada setiap aspek instrumen dengan cara seperti berikut:

- a) Skor maksimum= 5 * jumlah butir instrumen (1)
- b) Skor minimum = 1 * jumlah butir instrumen (2)

3. Menghitung nilai *Mean Ideal (Mi)* dan *Standar Deviasi Ideal (SDi)* dengan cara seperti berikut:

$$M_i = \frac{1}{2}(\text{skor maksimum} + \text{skor minimum}) \dots(3)$$

$$SD_i = \frac{1}{6}(\text{skor maksimum} - \text{skor minimum}) \quad (4)$$

Setelah total skor dari setiap aspek didapatkan, kemudian dapat disimpulkan seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Kategorisasi Kelayakan

Rentang Skor	Keterangan
$X > M_i + 1,8SD_i$	Sangat Layak
$M_i + 0,6SD_i < X \leq M_i + 1,8SD_i$	Layak
$M_i - 0,6SD_i < X \leq M_i + 0,6SD_i$	Cukup Layak
$M_i - 1,8SD_i < X \leq M_i - 0,6SD_i$	Kurang Layak
$X \leq M_i - 1,8SD_i$	Tidak Layak

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian pengembangan modul ASMM menggunakan MathCAD yang telah dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Define

Beberapa kegiatan yang dihasilkan pada tahap *define* seperti penjabaran berikut:

a. Front-end Analysis

Setelah dilakukan pengamatan dan studi terkait pelaksanaan pembelajaran ASMM di PTSP, didapatkan beberapa permasalahan berikut:

- 1) Jam perkuliahan yang terbatas
- 2) Mahasiswa tidak dapat belajar secara mandiri, karena belum ada buku penegangan yang dilengkapi dengan operasi komputer.
- 3) Pada perhitungan ASMM yang memiliki kompleksitas tinggi, maka diperlukannya bantuan perhitungan dengan aplikasi.

b. Learner Analysis

Setelah dilakukan pengamatan terhadap mahasiswa, maka didapatkan permasalahan bahwa kemampuan setiap mahasiswa berbeda-beda dalam memahami materi ASMM. Terdapat mahasiswa yang cepat memahami materi ASMM, ada juga mahasiswa yang membutuhkan waktu ekstra dalam memahami materi ASMM.

c. Task Analysis

Setelah dilakukan penguraian terhadap permasalahan yang didapatkan, maka dibutuhkan suatu media untuk dapat mengatasi permasalahan pada pembelajaran ASMM di PTSP. Media yang digunakan harus mudah digunakan dimana dan kapan saja, media harus dapat menyajikan materi dengan runtut dan detail, penyampaian materi pada media tidak dibatasi oleh durasi, terdapat evaluasi progres pembelajaran.

d. Concept Analysis

Pada kegiatan ini dilakukan penilaian terhadap beberapa alternatif media yang akan dikembangkan seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Kelebihan dan Kekurangan Alternatif Media

Alternatif Media	Kelebihan dan Kekurangan
Media Cetak	<p>Kelebihan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dapat menyajikan informasi dalam jumlah banyak. - Materi dapat disajikan secara urut dan logis - Pengguna dapat mempelajari informasi sesuai kebutuhannya - Dapat dipelajari dimana dan kapan saja - Informasi dapat disajikan secara verbal dan visual, sehingga mempermudah pemahaman - Perbaikan/revisi mudah dilakukan <p>Kekurangan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Waktu pembuatannya cukup lama - Dapat membosankan dan menghilangkan minat siswa untuk membacanya karena cetaknya yang tebal - Akan cepat rusak jika kualitas dijilid dan kertas jelek
Multi-media	<p>Kelebihan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interaktif - Individual - Fleksibel - Cost effectiveness - Motivasi - Umpan balik - Record keeping - Kontrol ada pada pengguna <p>Kekurangan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hanya berfungsi untuk hal yang telah diprogramkan - Memerlukan peralatan (komputer) multimedia - Perlu persyaratan minimal prosesor, memori kartu grafis dan monitor - Perlu kemampuan pengoperasian khusus - Pengembangannya memerlukan tim yang profesional - Pengembangannya memerlukan waktu yang cukup lama - Perbaikan/revisi sulit
Video	<p>Kelebihan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dapat menyajikan informasi yang sulit dilihat dan dibayangkan - Dapat menarik perhatian audiensi atau pengguna - Mengatasi keterbatasan ruang dan waktu - Menyampaikan informasi dengan cepat dan mudah dapat diingat - Dapat menumbuhkan minat <p>Kekurangan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Memerlukan biaya dan waktu yang ekstra dalam pembuatannya - Memerlukan media lain dalam penggunaannya - Informasi yang disajikan terbatas oleh durasi waktu. - Proses perbaikan/revisi sulit

Setelah diketahui kelebihan dan kekurangan dari setiap media, kemudian dihubungkan dengan permasalahan yang didapatkan pada tahapan *learner analysis* dan *task analysis*. Dari proses tersebut maka

dipilih media berbasis cetak untuk mengatasi permasalahan dan karakteristik proses pembelajaran ASMM.

e. *Specifying Objective*

Tujuan pembelajaran/ Capaian pembelajaran pada media yang dikembangkan, disesuaikan dengan RPS

yang berlaku di PTSP. Capaian pembelajaran tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Penyusunan Capaian Pembelajaran Media

Capaian Pembelajaran Media	Capaian Pembelajaran Rps
Menjelaskan karakteristik struktur berdasarkan modelnya. Menjelaskan batasan dan sifat-sifat struktur statis tak tertentu. Menyebutkan ciri-ciri struktur statis tak tentu.	
Menganalisis persamaan untuk menghitung momen, gaya lintang dan gaya normal. Mengidentifikasi jenis-jenis matriks.	Memahami, menjelaskan dan mampu melakukan perhitungan aljabar matriks.
Menerapkan konsep perhitungan persamaan matriks.	Memahami, menjelaskan dan mampu melakukan perhitungan pada sistem persamaan linier simultan.
Menjelaskan jenis-jenis dan perbedaannya terkait analisis struktur metode matriks kekakuan. Menjelaskan definisi aplikasi MathCAD serta keunggulannya Memahami fungsi-fungsi operasi pada <i>software</i> MathCAD dengan baik dan benar. Menganalisis persamaan-persamaan dengan fungsi pada <i>software</i> MathCAD dengan benar. Menganalisis persamaan-persamaan matriks <i>software</i> MathCAD dengan benar.	Memahami, menjelaskan dan mampu melakukan analisis struktur pada bidang satu dimensi.
Memahami penggunaan metode matriks kekakuan untuk struktur bidang 1 terkait perpindahan, gaya batang, dan reaksi tumpuan. Memahami penggunaan metode matriks kekakuan untuk struktur rangka batang terkait perpindahan, gaya batang, dan reaksi tumpuan menggunakan aplikasi MathCAD.	Memahami, menjelaskan dan mampu melakukan analisis struktur rangka batang (plane truss) dua dimensi Memahami, menjelaskan dan mampu melakukan analisis struktur menggunakan program komputer atau program sejenis.
Memahami penggunaan metode matriks kekakuan untuk struktur balok terkait perpindahan, gaya batang, dan reaksi tumpuan menggunakan aplikasi MathCAD.	Memahami, menjelaskan dan mampu melakukan analisis struktur balok (beam) dua dimensi. Memahami, menjelaskan dan mampu melakukan analisis struktur menggunakan program komputer atau program sejenis.
Memahami penggunaan metode matriks kekakuan untuk struktur portal terkait perpindahan, gaya batang, dan reaksi tumpuan menggunakan aplikasi MathCAD.	Memahami, menjelaskan dan mampu melakukan analisis struktur rangka portal bidang (plane frame) dua dimensi. Memahami, menjelaskan dan mampu melakukan analisis struktur menggunakan program komputer atau program sejenis.

Capaian pembelajaran yang dikembangkan pada media merujuk ke capaian pembelajaran yang dikembangkan pada silabus. Selain itu juga ditambah capaian pembelajaran tambahan sebagai

persyaratan untuk memahami capaian pembelajaran pada silabus.

2. Design

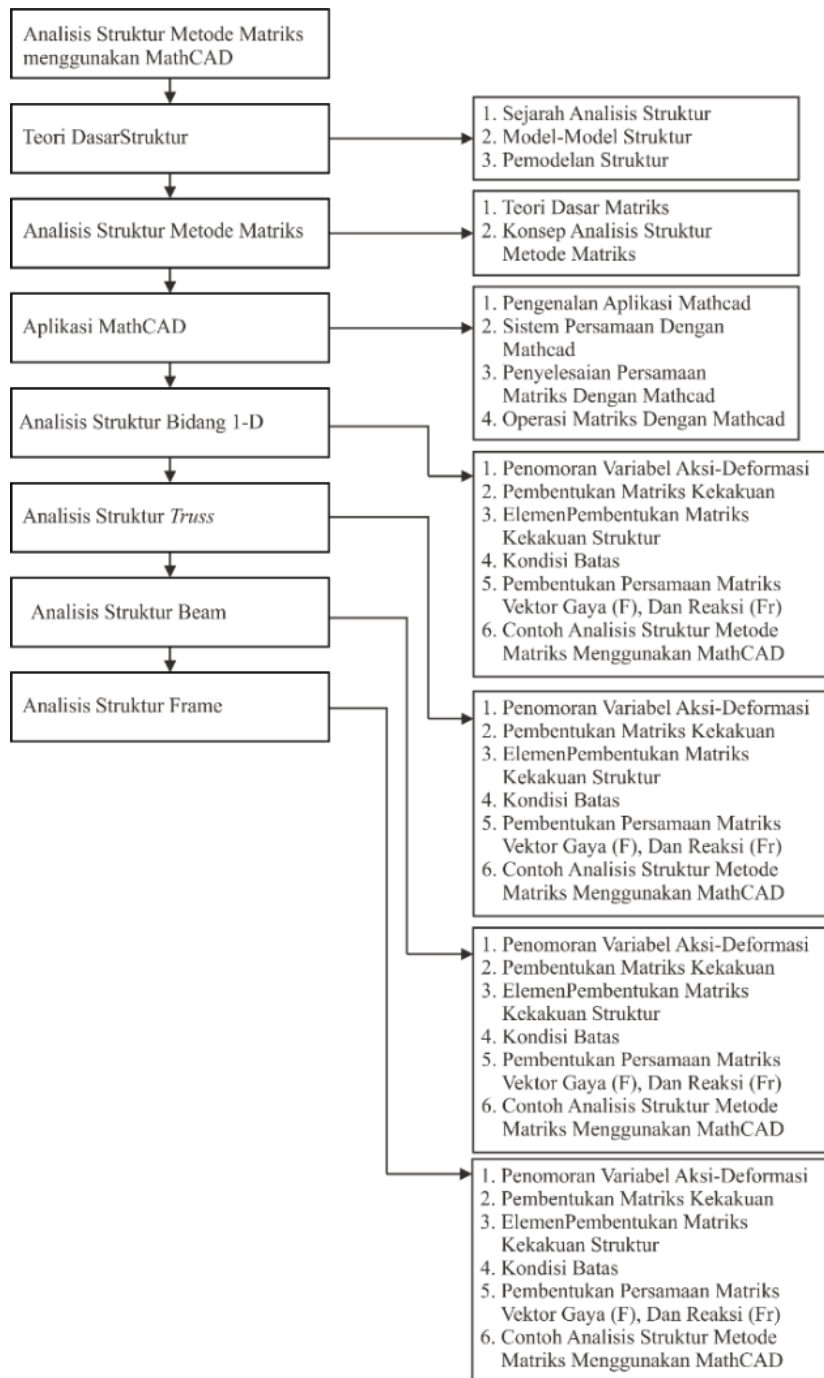
Berikut beberapa kegiatan yang dihasilkan pada tahapan *design*:

a. *Construction of Criterion – Referenced Test*

Tahapan ini menghasilkan kriteria-kriteria materi yang akan disajikan pada media yang di kembangkan. Materi-materi yang disajikan harus merujuk paada capaian pembelajaran yang direncanakan. Gambar 2 merupakan kriteria materi yang disajikan.

Pada kegiatan ini juga menghasilkan kriteria tes evaluasi capaian pembelajaran. Pembelajaran dianggap berhasil jika skor yang didapatkan mahasiswa diatas 65. Perhitungan skor dilakukan dengan Rumus 5 sebagai berikut.

$$\text{skor} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimum}} * 100 \quad \dots(5)$$



Gambar 2. Kriteria Materi Pada Media

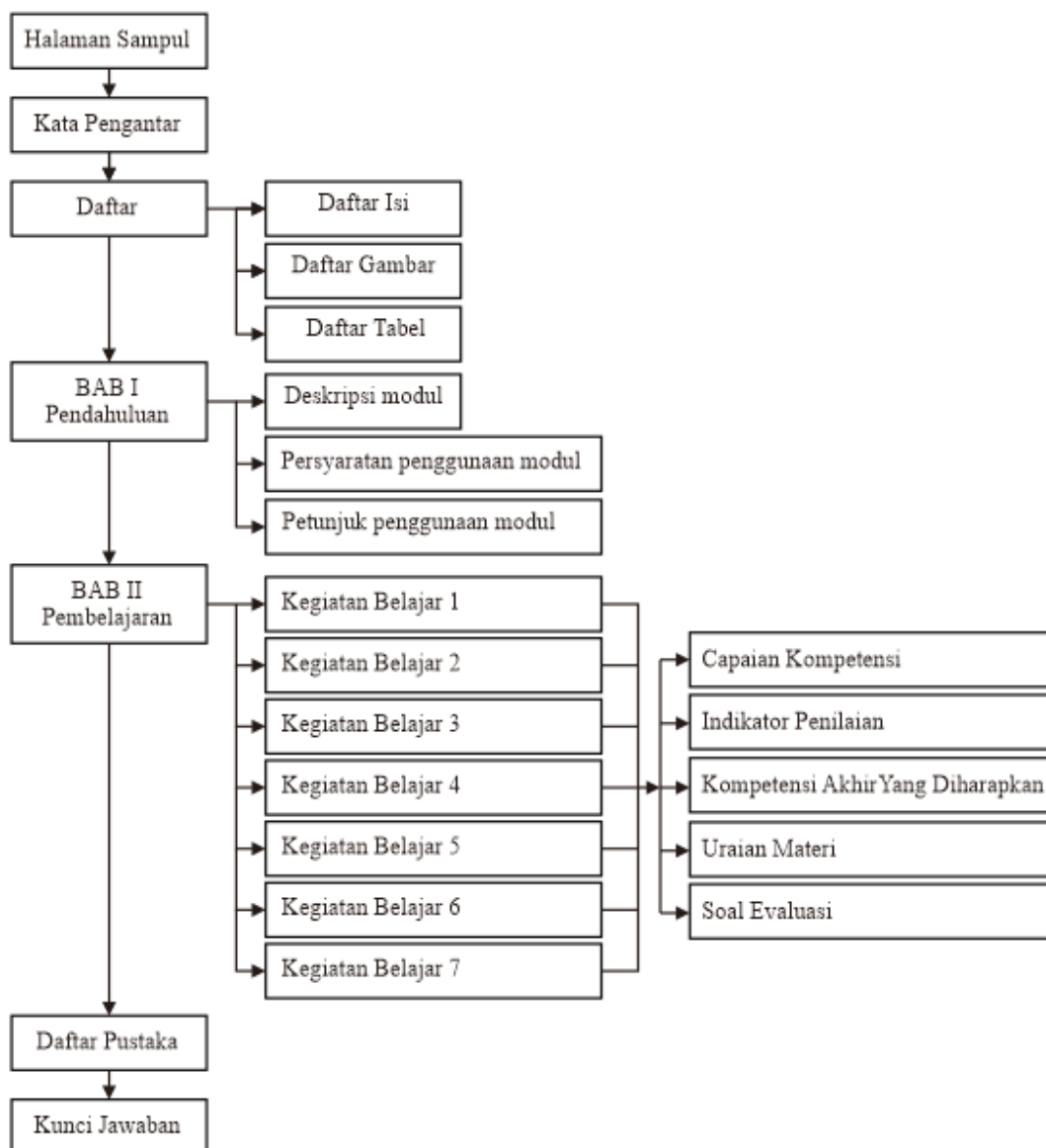
b. *Media Selection*

Pada kegiatan ini dihasilkan bentuk media yang akan dikembangkan, yaitu berupa media cetak berbasis modul. Hal tersebut dikarenakan penyajian materi modul tidak terbatas durasi, dapat menyajikan materi secara menyeluruh selama satu semester dan mendetail, modul mudah digunakan dimana saja dan kapan

saja, serta penggunaan modul tidak membutuhkan bantuan media lain.

c. *Format Selection*

Format modul disusun sederhana dan disesuaikan dengan kebutuhan pengguna serta kondisi pelaksanaan pembelajaran. Format yang digunakan pada produk modul yang dikembangkan akan mempermudah pengguna dalam belajar. Format tersebut yaitu seperti Gambar 3.



Gambar 3. Format Modul Yang Dikembangkan

d. *Initial Design*

Pada kegiatan ini dihasilkan rancangan draft modul. Materi-materi yang

dikumpulkan kemudian disusun sesuai format yang dibuat. Hal tersebut bertujuan untuk memudahkan pengguna. Pada draft

terdapat 7 kegiatan belajar, yaitu pada kegiatan 1 membahas Teori Dasar Struktur, pada kegiatan belajar 2 membahas ASMM, pada kegiatan belajar 3 membahas Aplikasi MathCAD, pada kegiatan belajar 4 membahas Analisis Struktur Bidang 1-D, pada kegiatan belajar 5 membahas Analisis Struktur *Truss* 2D, pada kegiatan belajar 6 membahas Analisis Struktur *Beam*, dan pada kegiatan belajar 7 membahas Analisis Struktur *Frame* 2D.

3. Develop

Draft modul yang telah disusun kemudian dilakukan uji validasi ke Dr. Drs. V. Lilik Hariyanto, M.Pd selaku ahli media, Dr. Ir. Slamet Widodo, S.T., MT. selaku ahli materi, dan pengguna yaitu mahasiswa PTSP sebanyak 42 mahasiswa.

Hasil validasi aspek media oleh ahli media dengan 49 pernyataan pada kuesioner memperoleh total skor 194, skor maksimum 245, skor minimum 49, *Mean* ideal 147, dan standar deviasi 32,667. Jika ditinjau pada kategorisasi kelayakan media pembelajaran, total skor penilaian aspek media oleh ahli media berada pada rentang $166,6 < x \leq 205,8$ Sehingga aspek media yang disajikan pada modul Analisis Struktur Metode Matriks termasuk dalam kategori layak.

Tabel 6. Skor Validasi Ahli Media

No	Pertanyaan	Total Skor
1	Aspek Ukuran Modul	8
2	Aspek Desain Kover Modul	57
3	Apek Desain Isi Modul	129
Total Skor		194
Skor Maks		245
Skor Min		49
Mean Ideal		147
Standar Deviasi		32.6667
Kategori		Layak

Selain itu dari ahli media juga mendapatkan beberapa saran. Salah satu saran dari ahli media yaitu kover sampul modul dibuat lebih sederhana lagi, komposisi warna disesuaikan agar nyaman dipandang, dan point center disesuaikan.

Hasil penilaian aspek materi oleh ahli materi dengan 26 pernyataan pada kuesioner memperoleh total skor 102, skor maksimum 130, skor minimum 26, *Mean* ideal 78, dan standar deviasi 17,33. Jika ditinjau pada kategorisasi kelayakan media pembelajaran, total skor penilaian aspek media oleh ahli materi berada pada rentang $88,4 < x \leq 109,2$. Sehingga aspek materi yang disajikan pada modul Analisis Struktur Metode Matriks termasuk dalam kategori layak.

Tabel 7. Skor Validasi Ahli Materi

No	Pertanyaan	Total Skor
1	Aspek Dimensi Pengetahuan	43
2	Aspek Dimensi Keterampilan	14
3	Aspek Organisasi Materi	12
4	Aspek Pendukung Penyajian Aspek Materi	11
5	Aspek Penyajian Pembelajaran	10
6	Aspek Pendukung Penyajian	12
Total Skor		102
Skor Maks		130
Skor Min		26
Mean Ideal		78
Standar Deviasi		17.33
Kategori		Layak

Selain itu dari ahli materi juga mendapatkan beberapa saran, salah satu saran dari ahli materi yaitu nomenklatur disesuaikan dengan terminologi pendidikan tinggi.



Gambar 4. Saran Ahli Media

Hasil penilaian aspek media oleh pengguna dengan 49 pernyataan pada kuesioner memperoleh total rerata skor 216,76, skor maksimum 245, skor minimum 49, Mean ideal 147, dan standar deviasi 32,667. Jika ditinjau pada kategorisasi kelayakan media pembelajaran, total skor penilaian aspek media oleh pengguna berada pada rentang $x > 205,8$. Sehingga aspek media yang disajikan pada modul Analisis Struktur Metode Matriks termasuk dalam kategori sangat layak.

Hasil penilaian aspek materi oleh pengguna dengan 26 pernyataan pada kuesioner memperoleh total rerata skor 115,12, skor maksimum 130, skor minimum 26, Mean ideal 78, dan standar

I. KEGIATAN BELAJAR 1 TEORI DASAR STRUKTUR

A. Kompetensi Dasar

1. Menjelaskan karakteristik struktur berdasarkan modelnya.
2. Menjelaskan ciri-ciri struktur statis tak tentu.
3. Menganalisis untuk mendapatkan persamaan-persamaan untuk menghitung momen, gaya lintang dan gaya normal.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Penjelasan karakteristik dari struktur rangka batang 2-dimensi, struktur rangka batang 3-dimensi, struktur balok menerus, struktur portal 2-dimensi, dan struktur portal 3-dimensi oleh mahasiswa dapat diidentifikasi.
2. Penjelasan persamaan yang digunakan dan jumlah reaksi tumpuan pada struktur statis tak tentu oleh mahasiswa dapat diidentifikasi.
3. Penganalisisan persamaan gaya, besarnya gaya, persamaan momen torsi, dan besarnya momen torsi pada struktur oleh mahasiswa dapat diidentifikasi.



I. KEGIATAN BELAJAR 1 TEORI DASAR STRUKTUR

A. Capaian Pembelajaran

1. Menjelaskan karakteristik struktur berdasarkan modelnya.
2. Menjelaskan ciri-ciri struktur statis tak tentu.
3. Menganalisis untuk mendapatkan persamaan-persamaan untuk menghitung momen, gaya lintang dan gaya normal.

B. Indikator Penilaian

1. Penjelasan karakteristik dari struktur rangka batang 2-dimensi, struktur rangka batang 3-dimensi, struktur balok menerus, struktur portal 2-dimensi, dan struktur portal 3-dimensi oleh mahasiswa dapat diidentifikasi.
2. Penjelasan persamaan yang digunakan dan jumlah reaksi tumpuan pada struktur statis tak tentu oleh mahasiswa dapat diidentifikasi.
3. Penganalisisan persamaan gaya, besarnya gaya, persamaan momen torsi, dan besarnya momen torsi pada struktur oleh mahasiswa dapat diidentifikasi.

Gambar 5. Saran Ahli Materi

deviasi 17,33. Jika ditinjau pada kategorisasi kelayakan media pembelajaran, total skor penilaian aspek media oleh pengguna berada pada rentang $x > 109,2$. Sehingga aspek materi yang termasuk dalam kategori sangat layak.

Tabel 8. Skor Validasi Pengguna Segi Media

No	Pertanyaan	Total Skor
1	Aspek Ukuran Modul	9,06
2	Aspek Desain Kover Modul	61,25
3	Apek Desain Isi Modul	146,45
Total Skor		216,76
Skor Maks		245
Skor Min		49
Mean Ideal		147
Standar Deviasi		32.666
		7
Kategori		Sangat Layak

Tabel 9. Skor Validasi Pengguna Segi Materi

No	Aspek Penilaian	Total Rerata Skor
1	Aspek Dimensi Pengetahuan	48.61
2	Aspek Dimensi Keterampilan	13.55
3	Aspek Organisasi Materi	13.61
4	Aspek Pendukung Penyajian Materi	13.37
5	Aspek Penyajian Pembelajaran	13.01
6	Aspek Pendukung Penyajian	12.98
Total Skor		115.12
Skor Maks		130.00
Skor Min		26.00
Mean Ideal		78.00
Standar Deviasi		17.33
Kategori		Sangat Layak

4. Disseminate

Kegiatan *packaging* pada tahapan ini dihasilkan modul yang dikemas dalam format pdf. Kemudian pada kegiatan *diffusion and adoption* modul diserahkan ke dosen pengajar dan diunggah ke google drive untuk memudahkan akses bagi pengguna. Sedangkan kegiatan *validation testing* belum dilaksanakan karena modul selesai di validasi pada akhir semester gasal/ perkuliahan ASMM telah selesai.

SIMPULAN

Dari penelitian pengembangan modul ASMM menggunakan MathCAD, disimpulkan bahwa pengembangan yang dilakukan melalui 4 tahapan. Berikut penjelasan dari 4 tahapan tersebut:

a. Define

Pada tahap ini dilakukan kegiatan analisis pada pelaksanaan pembelajaran ASMM baik situasi maupun dari mahasiswa. Didapatkan permasalahan utama bahwa mahasiswa perlu belajar secara mandiri, namun belum ada modul yang dilengkapi dengan perhitungan menggunakan komputer. Selain itu juga

didapatkan bahwa kemampuan setiap mahasiswa untuk mencapai tujuan pembelajaran berbeda-beda. Kemudian permasalahan tersebut di urai dan didapatkan solusi bahwa dibutuhkannya suatu media berupa media cetak dengan capaian pembelajaran yang jelas dan disesuaikan RPS.

b. Design

Pada tahap ini dilakukan kegiatan penyusunan kriteria-kriteria materi yang akan disajikan pada media, materi yang disajikan sesuai dengan RPS. Materi tersebut selanjutnya disusun menjadi draft modul yang utuh menggunakan format yang memudahkan pengguna. Format tersebut (1) halaman sampul; (2) kata pengantar; (3) bagian daftar; (4) bab I pendahuluan; (5) bab II pembelajaran; (6) daftar pustaka; dan (7) kunci jawaban. Materi yang disajikan pada bab II meliputi Teori Dasar Struktur, ASMM, Aplikasi MathCAD, Analisis Struktur Bidang 1-D, Analisis Struktur *Truss* 2D, Analisis Struktur *Beam*, dan Analisis Struktur *Frame* 2D.

c. Develop

Pada tahap ini dilaksanakan validasi media oleh ahli media yaitu Dr. Drs. V. Lilik Hariyanto, M.Pd., ahli materi yaitu Dr. Ir. Slamet Widodo, S.T., MT, dan pengguna yaitu mahasiswa PTS yang telah atau sedang menempuh mata kuliah ASMM. Penilaian oleh ahli media mendapatkan total skor 194 dengan kategori layak dari skor maksimum 245. Penilaian oleh ahli materi mendapatkan total skor 102 dengan kategori layak dari skor maksimum 130. Penilaian dari pengguna segi media mendapatkan total skor rerata 216,76 dengan kategori sangat layak, dan dari segi materi mendapatkan total skor rerata 115,12 dengan kategori

sangat layak. Selain itu juga melaksanakan revisi modul sesuai masukan dari ahli.

d. *Disseminate*

Pada tahap ini dilakukan *packing* modul dalam bentuk file pdf. Kemudian modul tersebut diserahkan kepada dosen pengajar dan diunggah ke *google drive* untuk memudahkan akses modul tersebut. Sedangkan tahap *validating testing* belum bisa dilaksanakan karena modul selesai di validasi pada akhir semester gasal, artinya mahasiswa telah menguasai sebagian besar materi pada modul.

DAFTAR RUJUKAN

- Aulia, N.K. (2019). Pengembangan Modul Estimasi Biaya Konstruksi Gedung Pada Mata Pelajaran Estimasi Biaya Konstruksi Di SMK Negeri 1 Sedayu. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Rosdiani, D. (2013). *Perencanaan Pembelajaran dalam Pendidikan Jasmani dan Kesehatan*. Bandung: Alfabeta.
- Sanaky, H. A. (2013). *Media Pembelajaran Interaktif Inovatif*. Yogyakarta: Kaukaba Dipantara.
- Sanjaya, W. (2014). *Media Komunikasi Pembelajaran*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfa Beta
- Thiagarajan. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children a Sourcebook*. Indiana: Indiana University Bloomington.