

## PENGEMBANGAN E-MODUL UNTUK PERKULIAHAN KALKULUS VEKTOR BERDASARKAN PROBLEM BASED LEARNING

Tjang Daniel Chandra<sup>1, a)</sup>, Vita Kusumasari<sup>1</sup>, Azizah<sup>1</sup>, Santi Irawati<sup>1</sup>, Susy Kuspambudi Andaini<sup>1</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Matematika – Universitas Negeri Malang

<sup>a)</sup>tjang.daniel.fmipa@um.ac.id

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul berbasis *problem based learning*. Pengembangan ini didasarkan pada kenyataan perkuliahan secara daring pada saat pandemi ini menuntut mahasiswa untuk belajar mandiri.. Sedangkan buku teks yang tersedia dirancang untuk perkuliahan tatap muka. Oleh karena itu perlu dikembangkan e-modul yang digunakan untuk perkuliahan Kalkulus Vektor pada semester genap 2020/2021. Penelitian pengembangan ini menggunakan model pengembangan Plomp (Plomp, 2010) yang terdiri atas 3 tahap yaitu : (1) *preliminary research* ( penelitian pendahuluan). (2) *prototyping stage* ( pembuatan prototipe). (3) *assesment phase* ( tahap uji coba ). Ada 4 modul yang dihasilkan dengan topik Teorema Green, Integral Permukaan, Teorema Stokes, dan Teorema Gauss. Masing-masing modul divalidasi oleh seorang dosen perguruan tinggi. Aspek yang divalidasi adalah komponen modul, materi matematika, dan kebahasaan. Hasil validasi adalah baik dan memperoleh beberapa masukan dari validator. Perkuliahan Kalkulus Vektor semester genap 2020/2021 diikuti oleh 9 mahasiswa. Hasil UTS masih belum memuaskan karena hanya 3 mahasiswa yang mendapatkan nilai di atas C. Hal ini mungkin disebabkan para mahasiswa belum terbiasa dengan belajar kelompok. Biasanya materi dijelaskan oleh dosen pengampu. Sekarang dengan menggunakan modul mereka harus mempelajari materi sendiri melalui diskusi kelompok. Hasil UAS jauh lebih baik yaitu ada 6 mahasiswa yang memperoleh nilai di atas C. Di akhir perkuliahan mahasiswa memberikan pendapat yang positif seperti e-modul mudah dipelajari dan mereka dapat memahami materi dengan mudah.

**Kata kunci:** e-modul, problem based learning

### PENDAHULUAN

Pada saat pandemi ini Universitas Negeri Malang menerapkan kebijakan pembelajaran secara daring dan bukan tatap muka. Berdasarkan kebijaksanaan ini maka

pembelajaran pada semester gasal 2020/2021 dilaksanakan secara daring seluruhnya. Jadi tidak ada lagi tatap muka di kelas. Tentunya hal ini menimbulkan persoalan bagi dosen pengampu mata kuliah yaitu bagaimana mahasiswa dapat memahami materi meskipun tidak ada tatap muka. Salah satu cara yang dilakukan oleh dosen pengampu adalah memberikan video tentang materi perkuliahan yang diunduh dari youtube dan meminta mahasiswa untuk menontonnya. Kemudian dilanjutkan dengan diskusi materi di grup WA dan berlatih soal dari buku elektronik. Hal ini dilakukan juga oleh pengembang pada perkuliahan Kalkulus Peubah Banyak. Tetapi hasil yang diperoleh tidak memuaskan. Hal ini terlihat dari lebih dari 50% mahasiswa memperoleh nilai UAS di bawah 60. Berdasarkan hasil wawancara dengan beberapa mahasiswa diperoleh hasil mereka mengalami kesulitan untuk memahami materi secara mandiri melalui menonton video dan membaca buku elektronik. Padahal dalam pembelajaran secara daring, mahasiswa dituntut untuk mampu belajar secara mandiri. Sedangkan buku elektronik dirancang untuk pembelajaran tatap muka. Oleh karena itu perlu dikembangkan suatu bahan ajar yang dapat dipelajari mahasiswa secara mandiri.

Berdasarkan permasalahan di atas maka pengembang memilih untuk mengembangkan bahan ajar berbentuk modul. Modul merupakan bahan ajar cetak yang dirancang untuk dapat dipelajari secara mandiri oleh peserta pembelajaran. (Direktorat Tenaga Kependidikan Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik Dan Tenaga Kependidikan Departemen Pendidikan Nasional [1]). Karena sampai saat ini pembelajaran masih dilaksanakan secara daring, maka modul yang dikembangkan tidak berupa bahan ajar cetak tetapi berupa file. Karena berupa file, maka modul dapat dilengkapi dengan audio, atau video dalam penyajiannya. Jadi diperoleh suatu modul yang berbentuk digital dan dikemas secara lebih interaktif. Oleh karena itu disebut dengan e-modul ( modul elektronik ).

Tujuan pengembangan e-modul ini untuk diterapkan dalam perkuliahan Kalkulus Vektor yang disajikan dalam semester genap 2020/2021. Mata kuliah ini yang dipilih karena merupakan lanjutan dari mata kuliah Kalkulus Peubah Banyak. Beberapa materi di mata kuliah Kalkulus Peubah Banyak seperti integral lipat 2 / integral lipat 3 akan digunakan dalam perhitungan di Kalkulus Vektor. Supaya dapat melakukan perhitungan tersebut, mahasiswa harus dapat membayangkan benda dalam ruang seperti paraboloida, ellipsoida, dll. Berdasarkan pengalaman semester lalu banyak mahasiswa mengalami kesulitan dalam hal ini di perkuliahan Kalkulus Peubah Banyak. Diharapkan dengan mempelajari bahan ajar berbentuk e-modul ini mahasiswa dapat belajar secara mandiri dan dapat memahami materi perkuliahan dengan baik.

Spesifikasi produk yang dikembangkan adalah sebagai berikut : Produk berupa e-modul untuk mata kuliah Kalkulus Vektor yang disajikan pada semester genap 2020/2021. Di samping itu, Kekhasan e-modul yang dikembangkan ini adalah e-modul ini berbasis problem based learning. Pada bagian awal tiap pertemuan akan diberikan tujuan pembelajaran. Selanjutnya kepada mahasiswa akan diberikan pertanyaan-pertanyaan yang harus dijawab oleh mahasiswa secara kelompok. Hal ini dilakukan oleh para mahasiswa sebelum perkuliahan. Sehingga pada awal perkuliahan ada kelompok yang langsung mempresentasikan hasil diskusinya. E-modul juga dilengkapi dengan contoh soal, soal latihan, rangkuman, dan tes untuk mengetahui apakah mahasiswa sudah memahami materi pada pertemuan tersebut.

Menurut [2], modul adalah paket belajar mandiri yang terdiri atas serangkaian pengalaman belajar yang dirancang secara sistematis untuk mencapai tujuan belajar. Menurut [3] ada beberapa komponen modul antara lain (1) materi pelajaran yang harus dikuasai siswa. Susunan materi sesuai dengan tujuan pembelajaran yang akan dicapai dan disusun langkah demi langkah sehingga mempermudah siswa belajar, (2) soal-soal tugas atau masalah-masalah yang harus dipecahkan, (3) kunci jawaban yang berfungsi supaya siswa mampu mengoreksi sendiri hasil pekerjaannya, (4) soal-soal evaluasi untuk melihat keberhasilan siswa dalam mempelajari bahan yang disajikan dalam modul, Komponen-komponen tersebut disusun menjadi suatu modul dengan prinsip-prinsip penyusunan sebagai berikut (1) bahasa modul harus menarik dan selalu merangsang siswa untuk berpikir, (2) informasi tentang materi pelajaran dilengkapi dengan gambar-gambar atau alat peraga lainnya, (3) memungkinkan penggunaan multimedia yang relevan dengan tujuan, (4) modul disesuaikan dengan tingkat kemampuan siswa dan memberi kesempatan kepada siswa untuk menyelesaikannya secara individual.

Modul biasanya berupa bahan ajar cetak. Karena saat ini adalah masa pandemi, maka pembelajaran dilakukan penuh dengan daring. Karena itu lebih praktis jika modul diberikan dalam bentuk file sehingga disebut dengan e-modul. Karena berupa file, maka prinsip penyusunan modul nomor (2) dan (3) di atas lebih mudah dilakukan dari pada modul cetak. Gambar-gambar atau alat peraga maupun multimedia berupa video pembelajaran dengan mudah dapat digabungkan dengan materi pembelajaran.

Sudah banyak penelitian yang berkaitan dengan e-modul ini. Antara lain penelitian [4] yang menyatakan bahwa pengembangan e-modul berlangsung dengan efektif berdasarkan hasil belajar kognitif dan psikomotorik peserta didik. Oleh karena itu, [4] menyarankan supaya para guru dilatih untuk membuat e-modul yang mampu menarik minat peserta didik untuk belajar. Hasil penelitian lainnya oleh [5], menunjukkan bahwa penggunaan e-modul dapat meningkatkan hasil belajar siswa dan juga dapat meningkatkan pencapaian kompetensi pengetahuan peserta didik. Hasil-hasil penelitian ini memotivasi tim pengembang untuk mengembangkan e-modul. Dengan pengembangan ini diharapkan hasil belajar mahasiswa juga baik.

Problem Based Learning (PBL) telah dikembangkan sejak 1960 dan mulai diperkenalkan sejak tahun 1990. Problem Based Learning merupakan deskripsi pedagogis dari aliran konstruktivisme yaitu salah satu aliran filsafat pengetahuan yang menekankan bahwa pengetahuan kita merupakan hasil konstruksi kita sendiri.

Izzaty [6] menyatakan beberapa karakteristik Problem Based Learning. antara lain (1) siswa bekerja sama secara berkelompok untuk mencapai tujuan Bersama dalam pembelajaran yang menggunakan strategi PBL. Setiap anggota kelompok berkontribusi dalam informasi, ide maupun pendapatnya untuk saling meningkatkan pemahaman seluruh anggota. Guru hanya menjadi tutor yang memfasilitasi mahasiswa menjadi aktif. (2) masalah yang akan dipecahkan diberitaskan terlebih dahulu sebelum siswa memiliki pengetahuan baru yang menjadi dasar untuk pemecahan masalah (3) adanya evaluasi terhadap proses pemecahan masalah.

Sintak dalam PBL antara lain [7] (1) orientasi peserta didik kepada masalah, (2) mengorganisasikan peserta didik, (3) membimbing penyelidikan individu dan

kelompok, (4) mengembangkan dan menyajikan hasil karya, (5) menganalisa dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Sintak ini akan diterapkan dalam pengembangan e-modul

Beberapa hasil penelitian yang menyatakan bahwa strategi PBL cocok digunakan untuk memperoleh hasil belajar yang baik dilakukan oleh [8]. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa penerapan model PBL berpengaruh terhadap hasil belajar dan ketrampilan proses sains siswa. Penerapan PBL dapat meningkatkan hasil belajar siswa dan semua siswa mencapai KKM. Diharapkan dengan menerapkan strategi pembelajaran PBL dalam pengembangan e-modul juga akan meningkatkan hasil belajar mahasiswa. Menurut [9], pembelajaran dengan problem based learning memberikan hasil yang signifikan pada ketrampilan pemecahan masalah siswa dan juga pada ketrampilan menulis.

Berdasarkan pembahasan tentang e-modul dan sintaks PBL yang telah dibahas di atas, maka setiap modul dalam e-modul yang dikembangkan akan memuat hal-hal sebagai berikut ; (1) tujuan pembelajaran, (2) pemberian masalah yang sesuai dengan tujuan pembelajaran, (3) contoh-contoh soal, (4) latihan soal, (5) soal evaluasi, (6) kunci jawab latihan soal dan soal evaluasi, (7) ringkasan materi, (8) daftar istilah, (9) daftar pustaka. Modul akan dilengkapi dengan video pembelajaran atau animasi yang berhubungan dengan tujuan pembelajaran. Dalam penerapannya, mahasiswa mencoba menjawab permasalahan yang diberikan secara kelompok dan dilakukan sebelum perkuliahan. Di awal perkuliahan, mahasiswa menyampaikan hasil diskusinya. Setelah presentasi, mahasiswa dapat berlatih soal-soal yang berhubungan dengan tujuan pembelajaran

## **METODE**

Penelitian pengembangan ini menggunakan model pengembangan [10] yang terdiri atas 3 tahap yaitu : *preliminary research* , *prototyping stage*, *assesment phase* Pada tahap penelitian pendahuluan telah disebarkan angket kepada mahasiswa tentang kesulitan belajar selama masa pandemi ini. Kesulitan ini akan coba diatasi dengan pembuatan e-modul. Pada tahap pembuatan prototipe dilakukan penyusunan modul pertama sehingga diperoleh prototipe awal yang selanjutnya akan divalidasi oleh validator yang ahli dalam pendidikan matematika. Pada tahap uji coba dilakukan uji coba prototipe awal kepada mahasiswa peserta kuliah Kalkulus Vektor untuk melihat keefektifan dan kepraktisannya. Setelah itu akan dilakukan evaluasi terhadap prototipe awal. Hasil evaluasi ini akan digunakan dalam pengembangan modul kedua dan seterusnya.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Mulai Januari 2021 kegiatan perkuliahan di Universitas Negeri Malang masih menggunakan perkuliahan daring. Hal ini dikarenakan kondisi pandemi yang masih berlangsung Oleh karena itu kegiatan penelitian pengembangan ini dimulai dengan tim peneliti menyebarkan angket untuk mengetahui pendapat mahasiswa tentang perkuliahan daring dan kesulitan-kesulitan yang dihadapi mereka selama ini.

Berdasarkan angket tersebut diperoleh hasil bahwa para mahasiswa menyadari bahwa mereka harus lebih mandiri dalam mempelajari materi perkuliahan. Akan tetapi, mereka mengalami kesulitan untuk memahami materi tersebut pada saat mereka membaca buku teks yang digunakan dalam perkuliahan. Hal ini wajar karena buku teks digunakan untuk pembelajaran tatap muka bukan untuk pembelajaran daring. Hal ini yang memotivasi tim pengembang untuk mengembangkan e-modul yang dapat dipelajari oleh mahasiswa secara mandiri. E-modul digunakan dalam perkuliahan Kalkulus Vektor yang berlangsung pada semester genap 2020/2021 yang diikuti oleh 9 mahasiswa.

Materi e-modul pertama yang dibuat adalah teorema Green. Setelah selesai dikembangkan, e-modul ini divalidasi oleh seorang dosen yang ahli pendidikan matematika. Untuk proses validasi ada 15 pertanyaan tentang komponen modul, materi matematika, dan bahasa yang digunakan. Hasil validasi ini menyatakan kategori e-modul ini baik yang berarti e-modul ini valid. Berikut disajikan hasil validasi oleh validator.

Lembar Validasi Modul  
Materi Teorema Green

A. Identitas Validator

1. Nama Lengkap : Dr. Jackson Pasini Mairing, S.Si, M.Pd.
2. NIP / NIDN : 197410152002121003 /
3. Pangkat / Golongan : Pembina / IVa
4. Jabatan Fungsional ; Lektor Kepala
5. Instansi : Jurusan Matematika Universitas Negeri Palangkaraya

B. Petunjuk Pengisian Lembar Validasi

Sebelum mengisi lembar validasi soal, mohon Bapak / Ibu Validator membaca petunjuk pengisian sebagai berikut :

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu Validator untuk mengisi lembar validasi dengan memberikan tanda centang ( $\checkmark$ ) pada angka 1, 2, 3, atau 4 sesuai dengan penilaian Bapak / Ibu Validator .

Pedman penskoran :

- a. Skor 1, jika kriteria pada lembar validasi tidak sesuai
- b. Skor 2, jika kriteria pada lembar validasi kurang sesuai.
- c. Skor 3, jika kriteria pada lembar validasi sesuai.
- d. Skor 4, jika kriteria pada lembar validasi sangat sesuai.

2. Bapak / Ibu Validator dapat menuliskan saran-saran perbaikan untuk modul pada tempat yang disediakan

C. Penskoran

No	K o m p o n e n	S k o r			
		1	2	3	4
Komponen modul					
1.	Modul memuat tujuan pembelajaran			V	
2.	Modul memuat permasalahan untuk mendukung pembelajaran berbasis masalah				V
3.	Modul memuat pertanyaan-pertanyaan untuk didiskusikan secara kelompok yang mendukung pembelajaran berbasis masalah .			V	
4.	Modul memuat materi yang memungkinkan mahasiswa terlibat aktif saat mempelajari modul			V	
5.	Modul memuat rangkuman materi				V

6.	Modul memuat latihan soal dan petunjuk penyelesaian soal				V
7.	Modul memuat tes formatif dan petunjuk penyelesaian soal.				V
8.	Modul memuat daftar pustaka yang mendukung materi pembelajaran				V

Materi Matematika				
9.	Konsep matematika yang diberikan sudah benar			V
10.	Konsep matematika dijelaskan dengan rinci dan mudah dipahami.		W	
11.	Terdapat contoh soal untuk memudahkan memahami materi yang dijelaskan.			V
12.	Materi matematika dikemas dalam bagian-bagian/sub bab yang kecil sehingga memudahkan mahasiswa dalam mempelajari keseluruhan materi.			V
13.	Istilah matematika yang digunakan sudah tepat			V
K e b a h a s a a n				
14.	Bahasa yang digunakan memenuhi kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar		W	
15.	Bahasa yang digunakan mudah dipahami dan tidak menimbulkan penafsiran ganda			V

l. Saran

Bapak / Ibu Validator dapat menuliskan saran untuk perbaikan modul di bagian berikut ini

.....

.....

.....

E. Penilaian

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Total Skor Validasi}}{\text{Banyaknya pertanyaan}} = \frac{55}{15} = 3,7$$

Bedasarkan nilai yang diperoleh akan ditetapkan kategori sebagai berikut :

Interval	Kategori
$3 < \text{Nilai} \leq 4$	Sangat Baik
$2 < \text{Nilai} \leq 3$	Baik
$1 < \text{Nilai} \leq 2$	Cukup
$0 < \text{Nilai} \leq 1$	Kurang

Kategori : Sangat Baik

Validator



Dr. Jackson Pasini Mairing, S.Si, M.Pd.

NIP 197410152002121003

E-modul yang dikembangkan berisikan tentang pendahuluan, tujuan pembelajaran, masalah yang perlu dipikirkan oleh mahasiswa, pertanyaan-pertanyaan untuk dijawab secara kelompok oleh mahasiswa. Untuk menjawab pertanyaan ini mahasiswa perlu membaca materi e-modul yang terdiri atas definisi, teorema, contoh soal, dan latihan soal, rangkuman. Tugas kelompok ini dikerjakan diluar jam

perkuliahan. Pada saat perkuliahan, dosen memberikan penjelasan singkat tentang materi dan tujuan pembelajaran dan dilanjutkan dengan presentasi dan diskusi kelompok. Pada saat ini dosen bertindak sebagai fasilitator dengan memberikan penguatan-penguatan jawaban mahasiswa. Untuk memantapkan pemahaman mahasiswa pada minggu berikutnya diadakan latihan soal. Setelah itu pada minggu selanjutnya tim pengembang memberikan tes materi e-modul yang bertepatan dengan minggu ujian tengah semester. Hasil ujian tidak memuaskan karena hanya 3 dari 9 mahasiswa yang memperoleh nilai di atas C. Kemungkinan hal ini disebabkan mahasiswa baru pertama kali mempelajari materi secara mandiri. Biasanya dosen menjelaskan materi terlebih dahulu. Perbedaan metode ini diduga menjadi penyebab rendahnya nilai ujian mahasiswa.

Proses di atas diulangi saat mengembangkan e-modul berikutnya yaitu e-modul untuk materi integral permukaan, teorema Stokes, dan teorema Gauss. Masing-masing e-modul telah divalidasi oleh validator yang ahli dalam pendidikan matematika dan dinyatakan baik. Dengan demikian e-modul yang dikembangkan adalah valid. Di akhir perkuliahan mahasiswa juga mengikuti ujian akhir semester dengan materi integral permukaan, Teorema Stokes dan Teorema Gauss. Hasil ujian kurang memuaskan karena hanya 6 dari 9 mahasiswa yang mendapat nilai di atas C. Hal ini mungkin disebabkan kurangnya latihan soal yang diberikan di e-modul jika dibandingkan dengan banyaknya soal latihan yang disediakan oleh buku teks. Di akhir perkuliahan tim pengembang menyebarkan angket untuk mengetahui pendapat para mahasiswa mengenai e-modul dan pembelajarannya. Banyak komentar positif dari mahasiswa antara lain materi e-modul sudah lengkap, mudah dipahami, dan dapat menunjang kebutuhan mahasiswa untuk belajar mandiri. Hal ini menunjukkan e-modul yang dikembangkan cukup praktis.

## KESIMPULAN

Penelitian pengembangan ini menghasilkan 4 e-modul dengan topik Teorema Green, Integral Permukaan, Teorema Stokes, dan Teorema Gauss. Masing-masing e-modul telah divalidasi dengan hasil yang baik. Hal ini berarti e-modul yang dikembangkan sudah valid. Berdasarkan hasil angket di akhir perkuliahan yang diisi mahasiswa, diperoleh komentar-komentar positif tentang e-modul yang dihasilkan. Meskipun begitu hasil ujian akhir semester masih kurang memuaskan karena hanya 6 dari 9 mahasiswa yang memperoleh nilai di atas C. Oleh karena itu disarankan dalam perbaikan e-modul atau penyusunan e-modul untuk mata kuliah lainnya diberikan lebih banyak contoh-contoh soal. Dengan demikian diharapkan mahasiswa lebih memahami materi perkuliahan dan bisa memperoleh nilai lebih baik.

## DAFTAR RUJUKAN

- [1] Direktorat Tenaga Kependidikan Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik Dan Tenaga Kependidikan Departemen Pendidikan Nasional. 2008. "Penulisan Modul".
- [2] Mulyasa, E. 2004. *Kurikulum Berbasis Kompetensi : Konsep, Karakteristik, dan*

- Implementasi*. Bandung : Remaja Rosdakarya
- [3] Sudjana, N dan Rivai, A. 2003. *Teknologi Pengajaran*. Bandung : Sinar Baru Algensindo
  - [4] Laili, I. 2019. *Efektivitas Pengembangan E-modul Project Based Learning pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik*. Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Pembelajaran Volume 3 No 3 pp. 306 – 315.  
<https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JIPP/article/view/21840>
  - [5] Solihudin, T. 2018. *Pengembangan E-modul Berbasis Web untuk Meningkatkan Pencapaian Kompetensi Pengetahuan Fisika pada Materi Listrik Statis dan Dinamis SMA*. Jurnal Wahana Pendidikan Fisika Volume 3 No 2 pp. 51 – 61.  
<https://ejournal.upi.edu/index.php/WPF/article/view/13731>
  - [6] Izzaty, R.E.,. 2006. *Problem Based Learning dalam Pembelajaran di Perguruan Tinggi*. Paradigma, No 01. Th. 1, pp. 77 – 83.
  - [7] Falkhi, 2017. *Konsep dan Sintak Problem Based Learning*.  
<http://www.pembelajaran.id/2017/05/konsep-dan-sintak-problem-based-learning.html> Accessed on 15 January 2021
  - [8] Janah, M.C., 2018. *Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Hasil Belajar dan Keterampilan Proses Sains*. Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia, Volume 12 Nomor 1 pp. 2097 – 2107
  - [9] Sari, Y.I., dkk (2021). *The Effect of Problem Based Learning on Problem Solving and Scientific Writing Skills*. International Journal of Instruction, Volume14 Nomor 2 pp. 11-26
  - [10] Plomp, T. 2010.*An Introduction to Educational Design Reseach*. Enschede: SLO-Netherlands Institute for Curriculum Development.