



PENGEMBANGAN BAHAN AJAR KALKULUS BERBASIS MASALAH DENGAN BANTUAN SOFTWARE GRAPMATICA PADA MATERI SISTEM KOORDINAT KUTUB, TABUNG DAN BOLA

Ilmadi¹⁾, Nina Valentika²⁾, Gerry Sastro³⁾

¹⁾dosen01926@unpam.ac.id, ²⁾dosen02339@unpam.ac.id, ³⁾dosen00554@unpam.ac.id

^{1,2,3)} Prodi Matematika FMIPA niversitas Pamulang

Article history	Abstract
<p>Keywords: Keywords: Development of Teaching Materials, Problem Based, Grapmatica</p>	<p><i>The purpose of this study is to design teaching materials for Problem-based Calculus with the help of Grapmatica software in the Polar Coordinate System, Savings and Ball material, these teaching materials are implemented through valid, practical and effective learning modules. The methodology used in this study combines Plomp model research design with Gravemeijer & Cobb models. The stages of design research in this study were the preliminary research phase, the preparation of the experiment, the prototype development phase, the implementation of the experiment, the restrospective analysis, and the assessment phase. Data analysis techniques in this research are descriptive statistics and descriptive techniques, which describe the validity, practicality and effectiveness of learning flow design through problem-based learning modules. Data collection instruments used: tests, observation sheets, interview sheets, questionnaires and field notes. The research subjects were 6th semester students of Mathematics Study Program FMIPA Univ. Pamulang who attended the Advanced Calculus lecture.</i></p> <p><i>The results of the validity data analysis show that the learning flow design is implemented through modules; Problem based learning that is produced has met the valid criteria. Said to be valid because it meets the characteristics of validity both in terms of content and construct. The contents of the learning design through the learning flow that are implemented in the learning module are guided by principles and are problem based. The context of the problems contained in the learning design is adapted to the context of student life and can bring students to do the mathematical process. The process of mathematics is one of the main focuses of this learning design, in order to train students to construct their own knowledge based on initial knowledge or experience. The learning flow design</i></p>

implemented through the learning module is practical because it is easy to use and understand, the allocation of time determined is efficient, interesting and contributes to learning in the Polar Coordinate System, Savings and Spheres. The learning flow design implemented through the learning module has also been effective because the use of this learning design has a potential impact on students' reasoning abilities on the topic of Polar, Savings and Ball Coordinate Systems. Based on these results, it can be concluded that the learning design of the topic of the Polar Coordinate System, Savings and Ball using Problem Based Calculus teaching materials with the help of grapmatica software on the material coordinate system of the lid, tubes and balls has been produced can be declared valid, practical and effective.

Pendahuluan

Kalkulus Lanjut atau KPB adalah bagian dari mata kuliah wajib yang harus di ambil oleh mahasiswa Prodi Matematika, KPB dalam perkuliahan Kalkulus I dan Kalkulus II umumnya membahas satu peubah dalam ruang satu dimensi atau dua dimensi, dalam KPB membahas lebih dari satu peubah dalam ruang tiga dimensi (Annajmi, 2019). Maka dari itu mahasiswa harus punya kemampuan yang tinggi terhadap mata kuliah ini, selain itu mahasiswa harus memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi dan penguasaan yang mendalam terhadap materi pada mata kuliah ini. Mahasiswa yang mengikuti mata kuliah KPB, diharuskan bisa berpikir abstrak dan berpikir kritis dalam melakukan pemecahan masalah.

Dari hasil observasi awal terhadap kemampuan matematis mahasiswa pada mata kuliah yang menuntut kemampuan matematis yang sama, diperoleh data bahwa kemampuan mahasiswa yang bisa menyelesaikan permasalahan matematis masih rendah

Berdasarkan hasil analisis penilaian pada semester sebelumnya TA 2018/2019 Semester 1, hasil analisis terhadap hasil ujian akhir semester pada mata kuliah Kalkulus 2, diperoleh informasi bahwa banyaknya mahasiswa yang kesulitan dalam menyelesaikan soal yang diberikan, persentase mahasiswa yang lulus dengan nilai yang bagus masih rendah. Hasil ini belum optimal dan harusnya hasil tersebut bisa lebih baik. Hal ini terjadi karena materi yang disajikan menuntut mahasiswa mampu tingkat tinggi dalam

pemecahan masalah yang berkaitan dengan menggambar grafik serta aplikasi atau penerapan dari Integral.

Beberapa usaha yang telah peneliti lakukan sebagai pengampu mata kuliah kalkulus (kalkulus 1, 2 dan kalkulus Lanjut/KPB). memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk mengeksklore kemampuan mereka dalam memecahkan masalah baik secara individua tau berkelompok. Mahasiswa mengalami kesulitan memahami materi perkuliahan. Sulitnya memahami materi Kalkulus Peubah Banyak terutama pada Topik Sistem Koordinat Kutub, Tabung Dan Bola karena kurang didukung oleh sumber belajar dan metode yang bervariasi. Berkaitan dengan itu perlu dikembangkan bahan ajar. Menurut Reza, dkk (Irawati dan Saifuddin, 2018) bahwa bahan ajar merupakan salah satu komponen yang dapat membantu kelancaran belajar siswa maupun mahasiswa.

Selain itu (Ebit Rusali 2019) juga menjelaskan bahwa pengembangan bahan ajar dapat dijadikan salah satu solusi untuk mengatasi kesulitan dalam pemecahan masalah matematika. Bahan ajar yang dimaksud berupa modul yang berbasis masalah dengan bantuan software matematis yaitu geogebra sebagaimana yang dinyatakan oleh Yusta (Fitriyah, Santoso dan Suryadinata, 2018) bahwa untuk penyediaan bahan ajar, perangkat pembelajaran, media pembelajaran berbantu komputer untuk meningkatkan pembelajaran matematika yang lebih efektif.

Software geogebra merupakan satu dari beberapa aplikasi yang ada. Software ini dapat

membantu mahasiswa dalam membuat kurva ataupun persamaan aljabar dalam bidang kartesius R2 dan R3, grafik fungsi pada ruang R3. Program ini merupakan open source, sehingga dapat diakses secara gratis. Software ini terdiri dari gabungan dua kajian matematika yang geometri dan aljabar, sehingga dapat dengan mudah menampilkan bentuk dari suatu kurva dan persamaan aljabar. Hohenwarter dan Fuchs, dalam Annajmi (2019)

Geogebra adalah software multifungsi untuk pembelajaran matematika yang dapat digunakan baik itu siswa ataupun mahasiswa. Geogebra dapat dimanfaatkan sebagai media demonstrasi dan visualisasi, alat bantu konstruksi, alat bantu penemuan konsep matematika, dan untuk menyiapkan bahan-bahan pengajaran. Penggabungan suatu bahan ajar berupa buku teks dengan aplikasi geogebra menjadikan daya motivasi bagi mahasiswa untuk belajar, selain itu dapat membantu mahasiswa dengan mudah meningkatkan kompetensinya dalam mempelajari materi pada kalkulus peubah banyak.

Berkaitan dengan itu tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan bahan ajar kalkulus peubah banyak materi Sistem Koordinat Kutub, Tabung Dan Bola dengan bantuan software geogebra valid, praktis dan efektif.

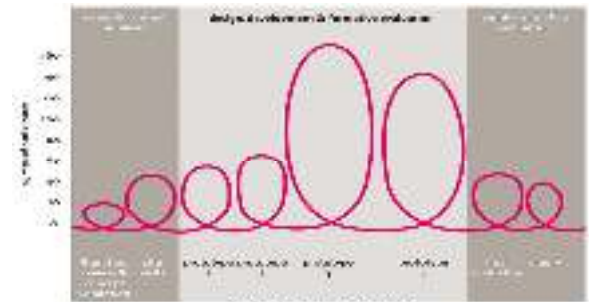
Permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut: a) Bagaimana karakteristik desain alur Modul Pembelajaran berbasis masalah untuk materi Sistem Koordinat Kutub, Tabung Dan Bola dengan bantuan software geogebra?, b) Bagaimana dampak desain modul Modul Pembelajaran berbasis masalah untuk materi Sistem Koordinat Kutub, Tabung Dan Bola dengan bantuan software geogebra terhadap kemampuan penalaran matematis mahasiswa?

Metode Penelitian

Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian pengembangan dengan menggunakan metode design research ini adalah menggabungkan dua model design research yaitu desain model Plomp dan Gravemeijer & Cobb. Pengembangan alur pembelajaran atau LIT dirancang menggunakan design research Gravemeijer dan Cobb. Kemudian dalam mengimplementasikan LIT dirancang suatu produk berupa modul dengan menggunakan rancangan design research Plomp

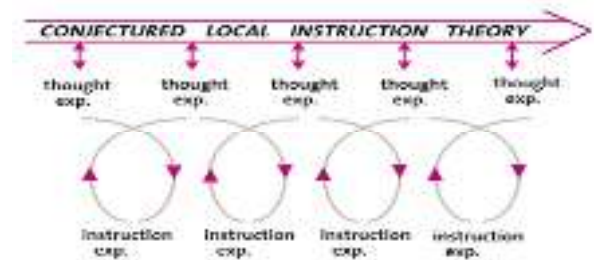
untuk menghasilkan produk yang valid, praktis, dan efektif.

Plomp (2013) menyebutkan ada tiga fase dalam design research yaitu fase analisis pendahuluan (Preliminary Research), fase pengembangan atau pembuatan prototype (Development or Prototyping Phase), dan fase penilaian (Assessment Phase). Fase-fase tersebut digambarkan oleh McCenney dalam Plomp and Nieveen (2013) seperti pada Gambar 1



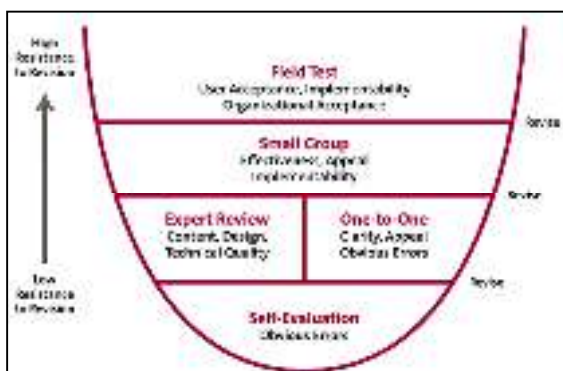
Gambar 1. Fase-fase pengembangan Plomp and Nieveen (2013: 18)

Adapun fase prototipe/alur pembelajaran tersebut dikombinasikan dengan Gravemeijer & Cobb (2006) yang terdiri dari tiga fase yaitu preparing for the experiment (tahap persiapan), conducting the experiment (tahap pelaksanaan), dan retrospective analysis (analisis retrospektif). Berdasarkan fase-fase tersebut, dapat dilihat suatu hubungan refleksi antara teori dan eksperimen seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan Refleksi antara Teori dan Eksperimen (Gravemeijer & Cobb 2013: 85)

Agar dapat memastikan produk yang dikembangkan valid, praktis, dan efektif, maka dilakukan evaluasi formatif. Teknik evaluasi formatif yang dilakukan adalah evaluasi formatif Tesser (1994). Adapun langkah-langkah evaluasi formatif tersebut digambarkan seperti pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Evaluasi Formatif pengembangan Tessmer dalam Plomp and Nieveen (2013: 36)

Teknik analisis data yang digunakan adalah statistik deskriptif dan teknik deskriptif, yaitu mendeskripsikan validitas dan praktikalitas LIT, mendeskripsikan validitas, praktikalitas dan efektifitas modul siswa berbasis masalah. Statistik deskriptif untuk menganalisis tes kemampuan penalaran matematis mahasiswa, lembar observasi, dan angket. Sedangkan teknik deskriptif untuk menganalisis hasil wawancara.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan kontribusi dalam mengembangkan *local instructional theory* melalui pendesaian seperangkat aktivitas yang dapat mengembangkan kemampuan penalaran mahasiswa yang berkaitan dengan materi Sistem Koordinat Kutub, Tabung Dan Bola. Pengembangan alur belajar berbasis masalah yang menghadapkan mahasiswa dengan konteks permasalahan kompleksitas.

Desain pembelajaran yang dikembangkan dibuat untuk mendukung pencapaian tujuan pembelajaran materi Sistem Koordinat Kutub, Tabung Dan Bola. Aktivitas pembelajaran diawali dengan pengenalan konsep kalkulus. Tujuannya untuk membuat mengarahkan mahasiswa menuju konsep untuk meningkatkan kemampuan matematis indikator Penalaran.

Tabel 1. Nilai Kemampuan Penalaran Matematis

Indikator Penalaran	%	Ket
Mengkonstruksi atau menilai konjektur/argumen matematika.	85	Baik
Melakukan manipulasi matematika.	70	Baik
Memberikan penjelasan dengan menggunakan konsep dan sifat-sifatnya.	71	Baik
Menggambarkan konklusi logis tentang sejumlah ide dan keterkaitannya	79	Sangat Baik

Indikator Penalaran	%	Ket
Menemukan pola atau sifat dari gejala matematis untuk membuat generalisasi	78	Baik
Rata-Rata Persentase (%)	76,6	Berhasil

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat nilai rata-rata persentase tes kemampuan penalaran matematis peserta didik setelah diuji coba adalah 76,6 kategori berhasil. Selain itu, pengkriterian kemampuan penalaran penalaran setiap mahasiswa, terlihat bahwa hasil tes menunjukkan bahwa sebanyak 69% mahasiswa memiliki kemampuan penalaran dengan kategori sangat baik dan 31% dengan kategori baik.

Hal ini menunjukkan bahwa soal-soal yang diberikan dapat dipahami oleh mahasiswa dan memberikan gambaran bahwa penerapan pembelajaran berbasis masalah dengan bantuan software geogebra dapat menanamkan konsep dasar mahasiswa. Sehingga, dapat dikatakan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan dapat dikategorikan ke dalam kategori efektif.

Berdasarkan hasil uji validitas menunjukkan bahwa desain pembelajaran ini memenuhi kriteria valid dengan beberapa bagian yang perlu direvisi. Perbaikan dilakukan berkaitan dengan ketepatan dalam penulisan kalimat, masalah yang diberikan pada aktivitas yang dirancang, dan dugaan proses berpikir mahasiswa beserta antisipasi jawaban dari penyelesaian soal-soal kontekstual. Hasil uji validitas produk menyatakan bahwa produk penelitian ini layak digunakan untuk diujicobakan pada tahap penelitian selanjutnya.

Alur pembelajaran yang telah divalidasi diujicobakan untuk mengetahui praktikalitasnya melalui evaluasi satu-satu dan dalam dua siklus yaitu kelompok kecil dan kelompok besar pada mahasiswa yang mengambil mata kuliah. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, terlihat strategi peserta didik berbeda-beda dalam menyelesaikan permasalahan yang diberikan terkait konsep materi sistem koordinat kutub, tabung dan bola.

Penggunaan desain pembelajaran berbasis masalah melalui modul pembelajaran pada tahap ujicoba ini mudah digunakan baik mahasiswa maupun dosen. Permasalahan yang dimunculkan membantu dan menstimulasi pemahaman mahasiswa untuk menemukan

konsep koordinat kutub dan bola. Pertanyaan-pertanyaan berjenjang yang dimuat pada setiap permasalahan menjembatani pemahaman mahasiswa untuk menemukan konsep. Gambar dan warna yang terdapat pada modul dibuat serta penyajian masalah dibuat menarik.

Alokasi waktu yang ditentukan cukup efisien. modul yang dikembangkan dapat membantu mahasiswa untuk mengkonstruksi sendiri setiap pengetahuan baru melalui kegiatan menyelesaikan masalah.

Berdasarkan hasil penelitian terhadap alur pembelajaran integral juga berdampak pada kemampuan penalaran mahasiswa. Hal ini dibuktikan dengan hasil tes kemampuan penalaran matematis mahasiswa yang berada pada kriteria berhasil. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa alur pembelajaran system koordinat kutub dan bola berdampak positif pada pengembangan kemampuan penalaran matematis mahasiswa.

Simpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut. *pertama* Dari penelitian ini telah dihasilkan desain pembelajaran berbasis masalah dengan pada materi system kooordinat kutub dan bola dengan bantuan software geogebra yang valid dan praktis. (a) desain pembelajaran yang dihasilkan memenuhi kriteria valid dengan karakteristik sebagai berikut. (b) Isi desain pembelajaran melalui alur belajar yang diimplementasikan pada modul pembelajaran berbasis masalah. (c) Konteks permasalahan yang dimuat pada desain pembelajaran disesuaikan dengan konteks permasalahan mahasiswa. (d) Konteks yang diberikan dapat membawa mahasiswa melakukan proses penalaran guna melatih kemampuan matematis mahasiswa indicator penalaran. *Kedua* Produk yang dikembangkan sudah memenuhi kriteria praktis dengan karakteristik yaitu adanya kemudahan bagi mahasiswa dan juga dosen dalam memahami isi serta menggunakan produk yang dikembangkan, kejelasan petunjuk penggunaan modul, tampilan yang menarik minat pengguna dan kesesuaian waktu yang diperlukan dalam pelaksanaan kegiatan untuk tiap tatap muka. Karakteristik lainnya seperti adanya pemberian ilustrasi/ gambar yang dapat mendukung untuk memahami permasalahan yang disajikan terlebih dengan menggunakan software geogebra dalam membuat grafik

membuat tampilan menjadi lebih menarik. *Ketiga* Alur pembelajaran materi system koordinat kutub dan bola pada tahap ujicoba termasuk kategori efektif. Terlihat dari nilai rata-rata persentase tes kemampuan penalaran matematis peserta didik setelah diuji coba adalah 76,6 % dengan kategori berhasil. Selain itu, pengkriterian kemampuan penalaran penalaran setiap mahasiswa, terlihat bahwa hasil tes menunjukkan bahwa sebanyak 69% mahasiswa memiliki kemampuan penalaran dengan kategori sangat baik dan 31% dengan kategori baik. Hal ini menunjukkan bahwa soal-soal yang diberikan dapat dipahami oleh mahasiswa dan memberikan gambaran bahwa pembelajaran berbasis masalah dengan bantuan software geogebra pada materi koordniat kutub dan bola dapat meningkatkan kemampuan penalaran matematis mahasiswa.

Saran

Diharapkan ada ujicoba lanjutan kepada mahasiswa lain prodi Matematika yang mengambil mata kuliah yang sama (Mahasiswa Reguler c) untuk melihat praktikalitas dan efektivitas yang lebih luas terhadap perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan.

Ucapan Terima Kasih

Salam hormat dan terimakasih penulis sampaikan kepada Kemenristekdikti/Brin yang sudah membantu peneliti dalam melakukan penelitian ini melalui anggaran biaya Hibah Penelitian Tahun 2020, Rektor Universitas Pamulang yang sudah mendukung serta men support terlaksananya penelitian ini dengan baik. Bapak Ibu dosen/ mahasiswa Prodi Matematika FMIPA Universitas Pamulang yang sudah memberikan bantuan dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Annajmi, R. I. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Kalkulus Peubah Banyak Berbantuan. *Jurnal Ilmu Pendidikan Indonesia*, 46 - 55
- Ebit Rusali, 2019, Media Bangun Ruang Bambu Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Matematika, *Jurnal Ilmu Pendidikan Indonesia*, 7 (1) 17 – 24
- Irawati.H dan Saifuddin.F, 2018, Analisis Kebutuhan Pengembangan Bahan Ajar Mata Kuliah Pengantar Profesi Guru Biologi di Pendidikan Biologi

Universitas Ahmad Dahlan
Yogyakarta. *Bio-Pedagogi: Jurnal
Pembelajaran Biologi*. 7(2) 48-51;

Netherlands Institute for Curriculum
Development.

Plomp, Tjeerd. 2013. *An Introduction to
Educational Design Research: SLO –*