

Kalmul software assisted by geogebra (a new media for learning multivariable calculus)

Sri Utami Zuliana

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, Indonesia

sri.zulianai@uin-suka.ac.id

Nurul Arfinanti

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, Indonesia

nurul.arfinanti@uin-suka.ac.id

Wahyu Damar Jati

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, Indonesia

wahyudamar1601@gmail.com

Fadlilah Aziz Ramadhan

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, Indonesia

ramarockavanka@gmail.com

Article History

Received: January 13th 2023

Revised: March 20th 2023

Accepted: April 30th 2023



<https://doi.org/10.14421/quadratic.2023.031-05>

ABSTRAK

Kalkulus multivariabel adalah salah satu matakuliah wajib bagi program studi-program studi di bidang sains dan teknologi. Untuk visualisasi, kalkulus dua variabel membutuhkan ruang tiga dimensi. Pendekatan grafis untuk kalkulus dua variabel yang ditulis dalam buku atau papan biasanya sulit dipahami oleh mahasiswa. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran matakuliah kalkulus multivariabel berbantuan software GeoGebra. GeoGebra memberikan fasilitas visualisasi tiga dimensi melalui software GeoGebra 3D Graphing Calculator. Software ini memiliki aplikasi android sehingga bisa diakses melalui smart phone. Penelitian ini mengembangkan media pembelajaran untuk matakuliah Kalkulus Multivariabel dengan menggunakan software GeoGebra yang dikemas dalam bentuk aplikasi android. Materi yang disajikan dibatasi pada materi turunan multivariabel. Metode Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan (Research and Development, R&D) dengan desain penelitian pengembangan model 4-D (Four D). Tahapan penelitian ini meliputi tahap pendefinisian, dilanjutkan dengan tahap perancangan, lalu menuju tahap pengembangan, dan yang terakhir adalah tahap penyebaran. Hasil penelitian menunjukkan produk media yang dikembangkan telah memenuhi kriteria yang ditentukan, yaitu validasi produk media masuk kriteria baik dan hasil uji skala kecil dan besar masuk kriteria sangat baik.

Kata Kunci: kalkulus multivariabel; media pembelajaran; GeoGebra; aplikasi android, ruang tiga dimensi

ABSTRACT

Multivariable calculus is one of the compulsory subjects for study programmes in the fields of science and technology. The graphical approach to of two variable calculus written in a book or board usually makes it difficult for students to understand. This research aims to build a tool for learning multivariable calculus using GeoGebra. GeoGebra provides three-dimensional visualization facilities through the GeoGebra 3D Graphing Calculator software. This software has an android application so that it can be accessed via a smart phone. This research developed learning media for multivariable calculus using GeoGebra software in the form of an android application. The lecture material is limited to multivariable derivative. The research method used in this study is research and development (R & D) with development of 4-D models (Four D) for research design. The design of this study includes four main stages, namely the definition phase, the design stage, the development stage, and the dissemination stage. The results of validating media products are in good criteria and the results of small and large scale tests are very good criteria.

Keywords: multivariable calculus; media; GeoGebra; android application; three dimensional space

PENDAHULUAN

Peserta didik khususnya mahasiswa selalu berubah mengikuti berubahnya teknologi yang ada saat itu. Pembelajaran pun harus berubah mengikuti karakteristik peserta didiknya. Teknologi telah mempermudah banyak hal, salah satunya adalah pembelajaran karena berbagai software pembelajaran sudah dikembangkan. Perkembangan Information and Communication Technology (ICT) berjalan dengan sangat cepat. Berbagai teknologi dan aplikasi pendukung juga telah dikembangkan sebagai upaya untuk mendukung dan mempermudah aktivitas kehidupan manusia dan organisasi, termasuk kegiatan belajar mengajar dalam dunia pendidikan. Dalam menyikapi perkembangan dan kemajuan ICT tersebut, para dosen dan guru dituntut untuk menguasai teknologi (ICT) agar dapat mengembangkan materi-materi pembelajaran berbasis ICT dan memanfaatkan ICT sebagai media pembelajaran. Inovasi dalam pembelajaran perlu terus dilakukan dengan memanfaatkan perkembangan teknologi tersebut. Hal ini dilakukan untuk memberikan kemudahan dan kesempatan yang lebih luas kepada pebelajar dalam belajar. Lies Sudiby (2011) memaparkan beberapa inovasi penggunaan teknologi dalam dunia pendidikan adalah sebagai infrastruktur pembelajaran, yaitu: 1) Saat ini bahan ajar banyak disimpan dalam format digital dengan model yang beragam seperti multimedia, 2) Peserta didik dan juga instruktur secara aktif bergerak dari satu tempat ke tempat lain, 3) Proses pembelajaran seharusnya dapat dilakukan di mana dan kapan saja, 4) Perbedaan letak geografi seharusnya tidak menjadi batasan pembelajaran, 5) The network is the school akan menjadi fenomena baru dalam dunia pendidikan, 6) Teknologi informasi dan komunikasi sebagai sumber belajar (Sudiby, 2011).

Matakuliah kalkulus multivariabel merupakan salah satu matakuliah wajib pada Program Studi Pendidikan Matematika dan memiliki tingkat kesulitan yang cukup tinggi bagi mahasiswa. Berdasarkan hasil observasi selama proses pembelajaran matakuliah Kalkulus Multivariabel diperoleh fakta bahwa kebanyakan dari mahasiswa merasa kesulitan dalam memahami materi karena keabstrakan materi yang diberikan. Hal tersebut ditunjukkan juga melalui hasil belajar mereka pada matakuliah Kalkulus Multivariabel khususnya pada Prodi Pendidikan Matematika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Mereka kesulitan dalam merepresentasikan fungsi yang melibatkan banyak variable. Mahasiswa membutuhkan media yang dapat membantu mereka untuk memahami materi yang diberikan. Salah satu software yang dapat membantu mahasiswa dalam membayangkan atau merepresentasikan materi pada matakuliah kalkulus multivariabel adalah software GeoGebra.

Software GeoGebra adalah salah satu software yang banyak digunakan pada bidang kalkulus dan geometri. Software ini dapat didownload secara gratis pada laman <http://www.GeoGebra.org>. Fitur geometri, aljabar, dan kalkulus ditawarkan oleh GeoGebra dalam aplikasi perangkat lunak yang sepenuhnya terhubung dan mudah digunakan. Software GeoGebra dibuat oleh Markus Hohenwarter untuk penelitian studi masternya yang bertujuan untuk mengembangkan alat baru untuk pembelajaran matematika di sekolah menengah (Hohenwarter & Fuchs, 2004). Software GeoGebra sudah digunakan untuk pengajaran matematika dari tingkat dasar hingga universitas. Software ini dikembangkan dengan tujuan membantu siswa dalam memahami berbagai persoalan geometri dan aljabar. Karakteristik dari matakuliah kalkulus multivariabel juga banyak melibatkan persoalan geometri ruang. Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka software GeoGebra dirasa memungkinkan untuk digunakan dalam pembuatan media pembelajaran matakuliah kalkulus multivariabel.

Penelitian mengenai penerapan GeoGebra di Indonesia sudah banyak dilakukan. Mahmudi menulis tentang penerapan GeoGebra sebagai media pembelajaran matematika beserta contoh-contohnya (Mahmudi, 2011). Penelitian mengenai hasil penerapan GeoGebra untuk pembelajaran matematika sekolah memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan menggunakan pembelajaran yang lain misalnya meningkatkan pemahaman konsep matematis (Purwanti et al., 2016) (Habinuddin, 2018), meningkatkan kemampuan komunikasi siswa (Supriadi, 2015) (Nopiyani et al., 2016), meningkatkan hasil belajar (Syafitri et al., 2018), meningkatkan respon siswa terhadap pembelajaran matematika (Sari et al., 2016), meningkatkan kemampuan pemecahan masalah [10], serta meningkatkan persepsi yang positif (Arfinanti, 2017). Begitu juga penelitian pengembangan media pembelajaran kalkulus sudah banyak dilakukan misalnya dengan media lembar kerja siswa (Tonra & Salim, 2018), dan buku ajar (Dewi & Arini, 2018).

Menitik dari penelaahan di atas, maka peneliti menawarkan media pembelajaran matakuliah kalkulus multivariabel berbantuan software GeoGebra berbentuk aplikasi android. Penelitian dilakukan dengan tujuan menghasilkan media pembelajaran yang mampu membantu mahasiswa dalam memahami kalkulus multivariabel melalui visualisasi tiga dimensi dengan memakai software GeoGebra.

METODE

Metode Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan (Research and Development, R&D). Metode penelitian dan pengembangan atau research and development adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2012). Desain penelitian ini yang digunakan adalah desain penelitian pengembangan model 4-D (Four D) menurut Thiagarajan, dkk (Thiaragajan et al., 1974). Model penelitian ini meliputi empat tahap utama yaitu tahap pendefinisian (define), dilanjutkan dengan tahap perancangan (design), lalu menuju tahap pengembangan (develop), dan yang terakhir adalah tahap penyebaran (desseminate). Gambar 1 di bawah ini merupakan alur pengembangan aplikasi kalkulus mutivariabel yang dilakukan dalam penelitian ini.



Gambar 1. Alur Pengembangan Aplikasi Kalkulus Multivariabel

Instrumen pengumpulan data dalam penelitian ini berupa lembar validasi dan lembar angket. Lembar validasi dan angket respon dibuat untuk mengukur kualitas aplikasi beberapa aspek. Lembar validasi dibuat dua versi, yang pertama adalah lembar validasi untuk ahli materi dan yang lain adalah lembar validasi untuk ahli media. Lembar validasi untuk ahli materi meliputi aspek materi dan aspek bahasa. Sedangkan lembar validasi untuk ahli media meliputi aspek kemenarikan tampilan dan aspek rekayasa perangkat lunak dan pengoperasian. Angket respon pengguna terdiri dari aspek kelayakan isi, aspek penyajian, aspek kebahasaan dan aspek kegrafikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pada Tahap Design

Hasil wawancara dengan mahasiswa dan rekan sejawat pengampu matakuliah kalkulus multivariabel adalah mahasiswa masih kesulitan dalam mempelajari materi matakuliah kalkulus

multivariabel. Berdasarkan hasil tersebut maka dibutuhkan suatu media pembelajaran yang dapat membantu mahasiswa untuk meningkatkan kemampuan representasi dan pemahamannya terhadap materi matakuliah kalkulus multivariabel.

Hasil pada tahap analisis pengguna diperoleh data bahwa mahasiswa semuanya memiliki fasilitas *smartphone*. Penggunaan media sosial mereka lebih dominan dibandingkan penggunaan untuk kepentingan akademik mereka. Menitik dari hal tersebut, maka perlu dimaksimalkan penggunaan *smartphone* tersebut untuk mendukung kegiatan akademik mahasiswa yaitu perlu dikembangkan suatu aplikasi matakuliah yang dapat membantu mahasiswa untuk belajar.

Hasil analisis terhadap kurikulum matakuliah Kalkulus Multivariabel pada Kurikulum Program Studi Pendidikan Matematika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta diperoleh bahwa salah satu materi yang dibahas pada matakuliah kalkulus multivariabel adalah materi tentang turunan fungsi dua variabel atau lebih. Materi ini juga dikaji dalam berbagai perkuliahan kalkulus multivariabel di berbagai perguruan tinggi lainnya. Dalam penelitian ini dikembangkan media pembelajaran matakuliah kalkulus multivariabel berbantuan software GeoGebra pada materi turunan fungsi dua variabel atau lebih dengan alasan materi tersebut merupakan materi dasar dan banyak mahasiswa yang masih kesulitan dalam mempelajari.

Hasil pada Tahap Perencanaan

Tahap perancangan terdiri dari pembuatan *Flowchart* dan *Storyboard*, perancangan *User Interface*. *Flowchart* dan *storyboard* digunakan untuk menggambarkan sistem dari aplikasi media pembelajaran secara keseluruhan. Pembuatan *flowchart* dan *storyboard* memudahkan untuk merangkai assets yang telah di desain menjadi aplikasi pada *Android Studio*. Perangkat *smartphone* memiliki keterbatasan pada ukuran layar yang digunakan. Untuk mengatasi hal tersebut, tampilan pada aplikasi di desain sedemikian rupa untuk memanfaatkan ruang pada layar *smartphone*. Ukuran icon dan tombol-tombol juga dibuat dengan ukuran semaksimal mungkin agar dapat dengan mudah disentuh dengan jari.

Tampilan antar muka atau disebut dengan *User Interface* menggunakan software *CorelDraw X7*. Warna yang dipilih yaitu warna – warna yang disesuaikan dengan target user supaya lebih memberikan kesan menarik untuk target user. Software yang digunakan dalam tahap pembuatan desain *User Interface* (UI) yaitu *CorelDraw* versi X7. Video pada aplikasi android dibuat dengan *Adobe Premiere* versi CS6. Aplikasi android dibuat dengan menggunakan *android studio* versi 3.2. Media menggunakan aplikasi android *GeoGebra 3D Graphing Calculator* Versi 5.0.506.0.

Hasil pada Tahap Develop

Tahap pengembangan terdiri dari pembuatan produk awal (memasukkan *assets*, *coding* dan *build*), revisi setelah validasi, revisi setelah uji skala kecil, revisi setelah uji skala besar di UIN Sunan Kalijaga dan revisi setelah uji skala besar di UIN Raden Intan. Penilaian ahli materi dan penilaian ahli media masuk kategori baik. Hasil respon mahasiswa pada ujicoba skala kecil di UIN Sunan Kalijaga menghasilkan respon sangat baik dari mahasiswa. Sementara itu hasil respon mahasiswa pada saat ujicoba skala besar di UIN Sunan Kalijaga dan di UIN Raden Intan memberikan hasil respon mahasiswa berada pada kategori sangat baik. Hasil validasi dari ahli materi dapat dilihat dari Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Hasil Penilaian Ahli Materi

No	Reviewer	Result		Total
		Content Aspect	Material Aspect	
1	A	33	15	48
2	B	28	11	39
Total		61	26	87
Average		3,05	2,6	2,9
Category		Good	Good	Good

Untuk hasil penilaian dari ahli materi dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Hasil Penilaian

No	Reviewer	Hasil Penilaian Komponen		Total
		Display's Attractiveness Aspect	Software Engineering Aspect	
1	A	41	23	64
2	B	57	26	83
Total		98	49	147
Average		3,0625	3,0625	3,0625
Category		Good	Good	Good

Hasil respon mahasiswa pada ujicoba skala kecil disajikan pada Tabel 3 di bawah ini.

Table 3. Hasil Respon Mahasiswa Pada Uji Kelompok Kecil

Aspect	Max Sc.	Min Sc.	Sc.	Average	Category
Content Material	252	63	220 (87,3%)	86,2 %	Very Good
Appearance	180	45	157 (87,2%)		
Content Language	144	36	120 (83,3%)		
Software Graphic	108	27	94 (87%)		

Note: Maks Sc.: Maximum Score, Min Sc.: Minimum Score, Sc: Score

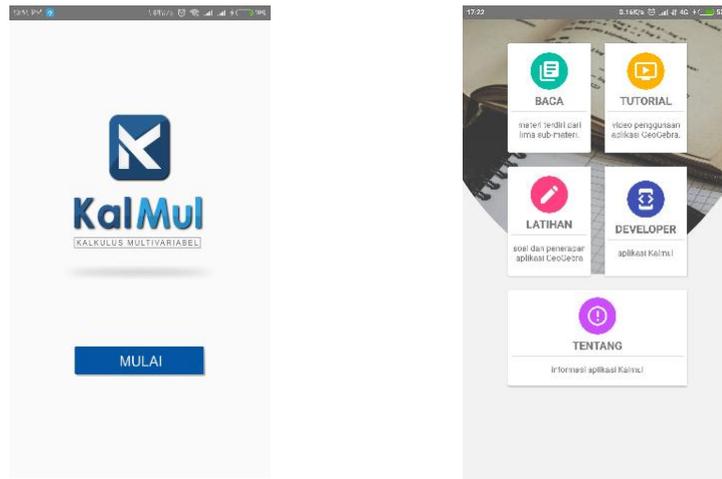
Hasil respon mahasiswa pada ujicoba skala besar disajikan pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Hasil Respon Mahasiswa Pada Uji Kelompok Besar

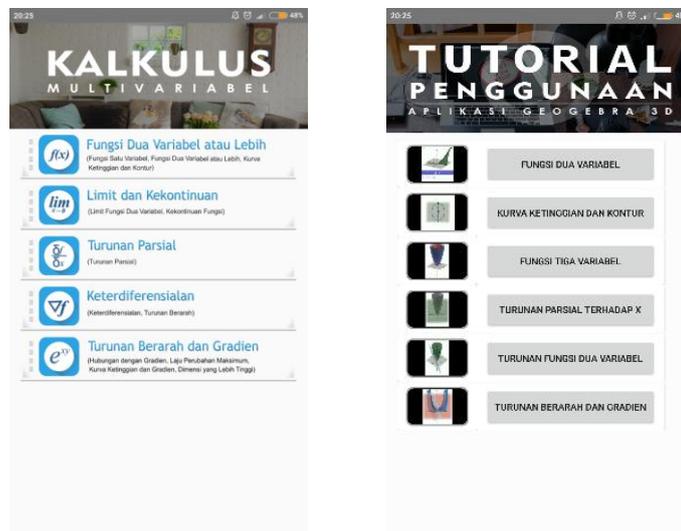
Aspect	Max Sc.	Min Sc.	Sc.	Average	Category
Content Material	588	147	511 (86,9%)	85,3 %	Very Good
Appearance	420	105	357 (87%)		
Content Language	336	84	280 (83,3%)		
Software Graphic	252	63	213 (84,5%)		

Note: Maks Sc.: Maximum Score, Min Sc.: Minimum Score, Sc: Score

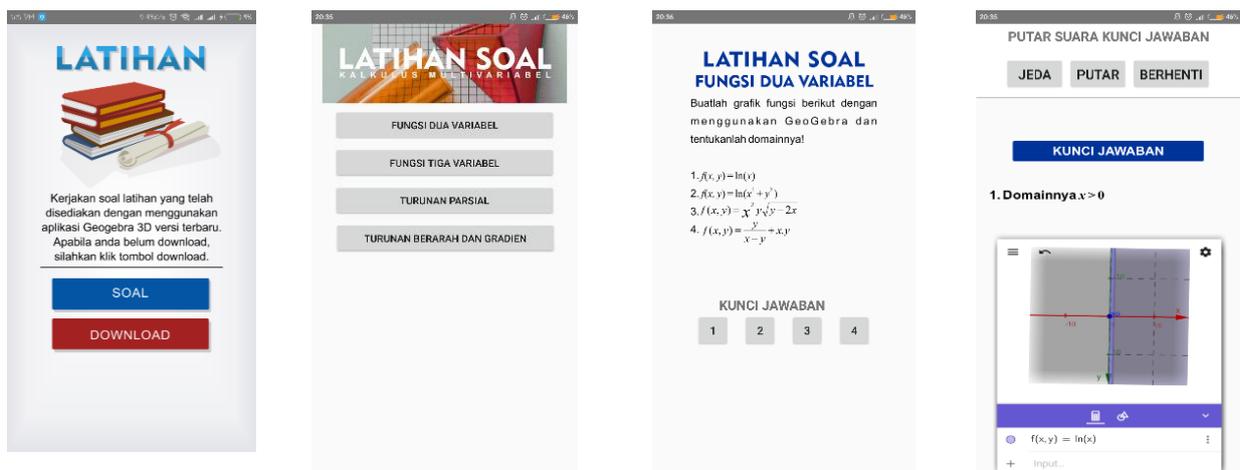
Aplikasi diberi nama “KalMul”, yang merupakan singkatan dari kalkulus multivariabel. Tampilan akhir dari aplikasi terdiri dari start menu dan menu utama aplikasi. Halaman menu utama aplikasi berisi menu-menu atau fitur yang ada pada aplikasi ini yaitu: baca, tutorial, latihan, developer dan tentang. Menu baca berisi teori kalkulus multivariabel yang berupa bacaan terdiri dari fungsi dua variabel atau lebih, limit dan kekontinuan, turunan parsial, keterdiferensialan dan turunan berarah dan gradien. Menu tutorial berisi tutorial penggunaan aplikasi GeoGebra 3D yang berupa video terdiri dari fungsi dua variabel, kurva ketinggian dan kontur, fungsi tiga variabel, turunan parsial terhadap x, turunan fungsi dua variabel dan turunan berarah dan gradien. Menu latihan berisi latihan soal beserta kunci jawabannya terdiri dari fungsi dua variabel, fungsi tiga variabel, turunan parsial dan turunan berarah dan gradien. Menu developer berisi profil pengembang aplikasi. Menu tentang berisi profil aplikasi kalmul dan tujuan pembuatan aplikasi kalmul. Menu-menu tersebut disajikan dalam Gambar 2 sampai dengan Gambar 6.



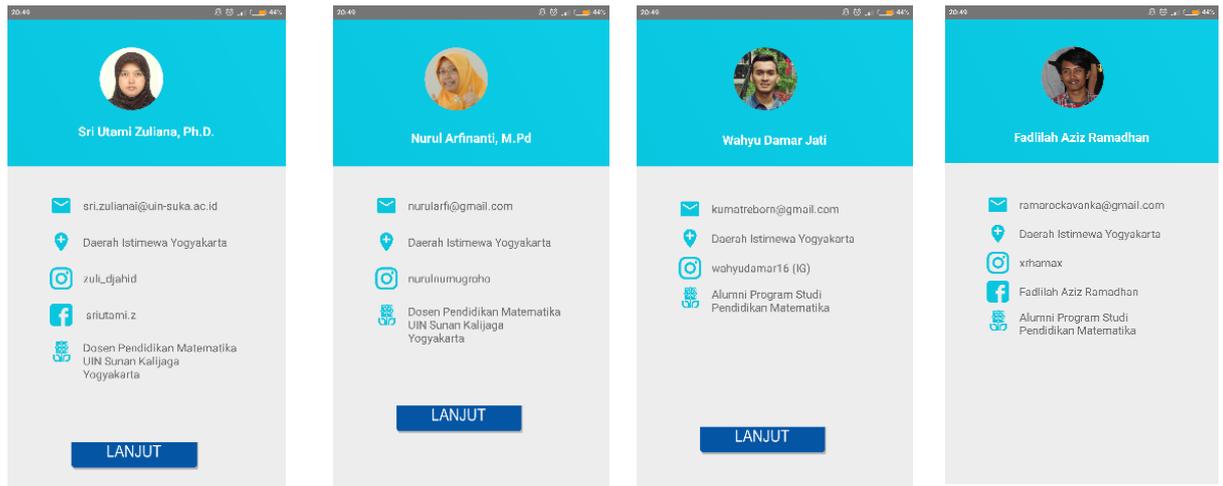
Gambar 2. Start Menu Dan Menu Utama Aplikasi Kalmul



Gambar 3. Menu Baca Dan Menu Tutorial Aplikasi Kalmul



Gambar 4. Menu latihan dan kunci jawaban aplikasi kalmul



Gambar 5. Menu “Developer”



Aplikasi KalMul merupakan bahan ajar kalkulus multivariabel berbantuan software geogebra dalam bentuk aplikasi android. Materi yang ditampilkan dan dipelajari pada aplikasi ini dibatasi pada materi turunan fungsi peubah banyak. Dalam penyajiannya materi dikemas dalam bentuk aplikasi android yang dilengkapi dengan video pembuatan kurva menggunakan aplikasi geogebra dan evaluasinya. Melalui aplikasi kalkulus multivariabel ini, mahasiswa diharapkan dapat:

1. Memahami materi kalkulus multivariabel dengan baik
2. Meningkatkan kemampuan representasi matematisnya
3. Meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tingginya

Pengguna aplikasi ini diasumsikan sudah mengenal aplikasi GeoGebra 3D sebagai salah satu aplikasi matematika tetapi tidak harus menguasainya

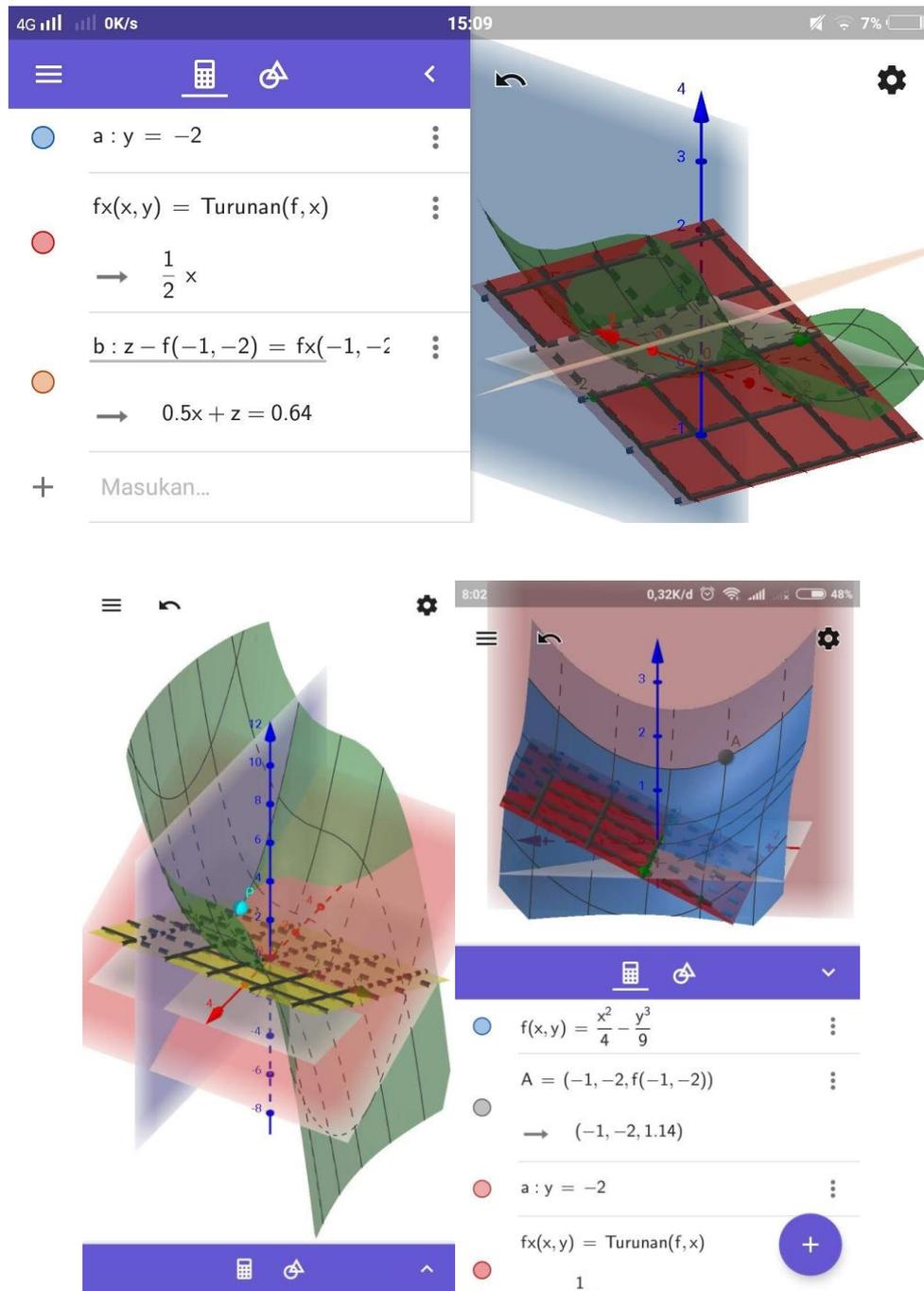
Gambar 6. Menu “Tentang Aplikasi”

Beberapa revisi sudah dilakukan berdasarkan masukan dari hasil validasi, uji skala kecil dan skala besar. beberapa kesalahan pengetikan diperbaiki Menu tutorial, sebelumnya bernama menu tonton, ditambah petunjuk penggunaan tutorial aplikasi GeoGebra. Menu tentang, ditambah dengan keterangan bahwa pengguna aplikasi ini diasumsikan sudah mengenal aplikasi GeoGebra 3D sebagai salah satu aplikasi matematika tetapi tidak harus menguasainya. Soal dan jawaban yang sebelumnya dibuat terpisah dibuat menjadi satu halaman dan kunci jawaban diopersikan dengan scroll ke atas/bawah.

Belajar Kalkulus membutuhkan kemampuan representasi yang baik dari mahasiswa sehingga mereka dapat memahami dan menguasai materi pembelajaran. Fakta di lapangan menunjukkan bahwa kemampuan representasi mahasiswa masih kurang. Hal ini juga didukung

data dari penelitian yang dilakukan oleh Noviyanti (Noviyanti, 2021). Pengembangan media pembelajaran berbasis aplikasi android berbantuan software GeoGebra memungkinkan mahasiswa untuk merepresentasikan grafik fungsi dua variable atau lebih. Tanzimah (2019) juga menyebutkan bahwa GeoGebra sangat bermanfaat untuk memvisualisasikan konsep-konsep matematis sehingga lebih mudah dipahami.

Berikut adalah beberapa dokumentasi hasil pekerjaan mahasiswa dengan bantuan aplikasi KalMul.



Gambar 7. Dokumentasi hasil pekerjaan mahasiswa

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di atas maka dapat disimpulkan bahwa proses pengembangan media pembelajaran yang dilakukan dapat dilanjutkan pada tahap selanjutnya, yaitu disseminate (penyebaran). Media pembelajaran mata kuliah kalkulus multivariabel berbantuan software GeoGebra yang dikembangkan merupakan sebuah aplikasi edukasi matematika berbasis android yang dapat digunakan mahasiswa sebagai sumber belajar. Media pembelajaran yang dikembangkan mengkolaborasikan antara konten pendidikan dengan teknologi masa kini.

Validasi media pembelajaran kalkulus multivariabel berbantuan GeoGebra dalam bentuk aplikasi android ini memberikan hasil yang baik. Berdasarkan uji skala kecil dan besar dapat disimpulkan bahwa aplikasi yang kami tawarkan yaitu aplikasi edukasi untuk matakuliah kalkulus multivariabel memiliki kriteria sangat baik bagi pengguna. Mahasiswa mengatakan mereka lebih memahami turunan fungsi dua variabel dengan melihat visualisasi yang diberikan oleh software GeoGebra. Ada beberapa keluhan tetapi keluhan yang muncul karena keberagaman spesifikasi smartphone terutama kendala pada smartphone dengan layar kecil. Apabila kendala ini diakomodasi maka berpengaruh pada smartphone dengan layar besar yaitu tampilan yang muncul akan tidak optimal.

Penelitian pengembangan aplikasi edukasi dengan sistem android perlu lebih dikembangkan karena di Indonesia, masyarakat lebih sering menggunakan smartphone daripada perangkat komputer yang lainnya. Aplikasi yang kami teliti saat ini sangat terbatas tingkat teknisnya. Untuk penelitian selanjutnya, dapat dikembangkan media yang lebih interaktif yaitu media yang memungkinkan peserta didik untuk berkomunikasi dengan pendidiknya. Salah satu fitur yang disarankan adalah fitur login. Dengan fitur login ini diharapkan pendidik dapat mengetahui seberapa sering peserta didik menggunakan aplikasi. Selain itu, fitur untuk mengumpulkan tugas juga bisa ditambahkan sehingga peserta mengumpulkan tugas dari aplikasi yang telah ada. Selain itu penelitian dengan materi kalkulus multivariabel yang lebih dalam dan teknis yang lebih mudah dipahami pemakai masih perlu dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

Arfinanti, N. (2017). Persepsi mahasiswa terhadap penggunaan software geogebra sebagai multimedia pembelajaran matakuliah kalkulus multivariabel. *Al-Khwarizmi: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 5(1), 1–12.

- Dewi, N. R., & Arini, F. Y. (2018). Uji keterbacaan pada pengembangan buku ajar kalkulus berbantuan geogebra untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan representasi matematis. *PRISMA: Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 1, 299–303.
- Habinuddin, E. (2018). Peningkatan kemampuan pemahaman kalkulus turunan berbantuan geogebra. *SIGMA-Mu*, 10(1), 58–65.
- Hohenwarter, M., & Fuchs, K. (2004). Combination of dynamic geometry, algebra and calculus in the software system GeoGebra,” *Computer algebra systems and dynamic geometry systems in mathematics teaching conference. Combination of Dynamic Geometry, Algebra and Calculus* .
- Mahmudi, A. (2011). Pemanfaatan geogebra dalam pembelajaran matematika. Seminar Diselenggarakan Oleh Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.
- Nopiyani, D., Turmudi, T., & Prabawanto, S. (2016). Penerapan pembelajaran matematika realistik berbantuan geogebra untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa SMP. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2), 45–52.
- Noviyanti, P. L. (2021). Kemampuan representasi grafis mahasiswa dalam menyelesaikan soal kalkulus (integral rangkap dua). *Jurnal Santiaji Pendidikan*, 11(1).
- Purwanti, R. D., Pratiwi, D. D., & Rinaldi, A. (2016). Pengaruh pembelajaran berbantuan geogebra terhadap pemahaman konsep matematis ditinjau dari gaya kognitif. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(1).
- Sari, F. K., Farida, F., & Syazali, M. (2016). Pengembangan media pembelajaran (modul) berbantuan geogebra pokok bahasan turunan. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(2), 135–152.
- Sudibyoy, L. (2011). Peranan dan dampak teknologi informasi dalam dunia pendidikan di Indonesia. *Jurnal Widyatama Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo*, 20(2), 30–38.
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Alfabeta.
- Supriadi, N. (2015). Pembelajaran geometri berbasis geogebra sebagai upaya meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa Madrasah Tsanawiyah (MTs)). *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(2).
- Syafitri, Q., Mujib, M., Netriwati, N., Anwar, C., & Wawan, W. (2018). The mathematics learning media uses geogebra on the basic material of linear equations. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(1), 9–18.
- Thiaragajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. L. (1974). *Instructional development for training teachers of exceptional children*. Indiana University.

Tonra, W. S., & Salim, A. (2018). Pengembangan lembar kegiatan mahasiswa (lkm) kalkulus berbantuan software geogebra untuk meningkatkan kemampuan spasial. *Saintifik*, 4(2), 156–166.