

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN KALKULATOR MATRIKS

DEVELOPMENT OF MATRIX CALCULATOR LEARNING MEDIA

Novia Ariyanti*¹, Cindy Taurusta², Mohammad Faisal Amir³

^{1, 2, 3}Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Jl. Mojopahit No. 666 B, Sidowayah, Celep, Kec. Sidoarjo, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur 61271, Indonesia

¹noviaariyanti@umsida.ac.id, ²cindytaurusta@umsida.ac.id, ³mohammadfaisalamir@umsida.ac.id

*Corresponding author

Abstrak: Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan mengembangkan lingkungan belajar berbasis Android untuk kalkulator matriks. Jenis penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan. Model yang digunakan dalam penelitian pengembangan adalah model ADDIE yang terdiri dari lima tahapan yaitu analisis, perencanaan, pengembangan, implementasi dan evaluasi. Kalkulator matriks media pembelajaran yang dikembangkan memenuhi kualifikasi media yang valid, praktis dan efektif. Perbedaan dari aplikasi perhitungan matriks lainnya adalah aplikasi ini memiliki solusi untuk sistem persamaan linear tiga variabel dengan menggunakan metode Cramer.

Kata Kunci: matriks, kalkulator

Abstract: The purpose of this research is to design dan develop an android-based matrix calculator learning media. This type of research is research and development. The model used in research development is the ADDIE model which consists of five stages namely Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluation. The matrix calculator learning media developed has met the feasibility of valid, practical and effective media. The difference with other matrix calculator application is that in this application there is a solution to a three-variable system of linear equations using the Cramer method. Where is the Cramer method in its completion using matrix arithmetic operations.

Keywords: matrix, calculator

Cara Sitasi: Ariyanti, N., Taurusta, C., & Amir, M. F. (2022). Pengembangan media pembelajaran kalkulator matriks. Math Didactic: Jurnal Pendidikan Matematika, 8(3), 397-409. <https://doi.org/10.33654/math.v8i3.1646>

Merdeka Belajar Kampus Merdeka diluncurkan pada tahun 2020 untuk mendorong mahasiswa memahami bidang ilmu lain yang relevan dengan bidang keahliannya sehingga mampu bersaing di dunia global (Menteri Pendidikan dan Kebudayaan, 2020). Kampus Merdeka merupakan bentuk pembelajaran di perguruan tinggi yang mandiri dan fleksibel, sehingga dapat menciptakan suasana belajar yang mandiri dan bebas sesuai dengan kebutuhan mahasiswa (Suwandi, 2020).

Konsep pembelajaran di kampus Merdeka menuntut fakultas berinovasi menciptakan model dan materi pembelajaran yang menyesuaikan dengan perubahan teknologi. Sehingga siswa dapat memperluas akses belajarnya untuk memperoleh pengetahuan tanpa tergantung pada guru. Semangat perubahan di bidang pendidikan berkembang pesat, khususnya di bidang teknologi. Oleh karena itu, model dan media pembelajaran harus adaptif dan seorang pendidik atau penutur mengalami perubahan peran. Mengubah peran seorang pendidik atau pembicara lebih dari sekedar pusat pembelajaran (Sopiansyah et al., 2022). *Therefore, teacher should be creative and innovative in using the teaching technology so that learning will be more effective, interesting and fun* (Schrum & Levin, 2016). Oleh karena itu, seorang pendidik atau dosen harus mampu berperan penting dalam transfer ilmu dengan menggunakan teknologi *mobile* saat ini yaitu *smartphone* (Nazar et al., 2020). Aplikasi berbasis Android ini dipilih karena sesuai dengan keadaan saat ini. Hal ini diperkuat dengan klaim Firdaus bahwa Android adalah aplikasi yang dapat diakses di mana saja (Firdaus & Hamdu, 2020).

Matematika adalah salah satu ilmu yang harus selalu berinovasi mengikuti perkembangan teknologi. Manfaat penggunaan *mobile learning* berbasis android pada ilmu matematika adalah dapat dioperasikan dimana pun, menambah motivasi siswa dan menambah pembelajaran sesuai dengan yang dibutuhkan siswa (Setyadi, 2017). Hal ini senada dengan Auliya yang menyatakan bahwa penggunaan media pembelajaran *mobile learning* pada matematika dapat meningkatkan kemampuan literasi matematika siswa (Auliya et al., 2020).

Materi matematika yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah matriks. Matriks yaitu bilangan yang tersusun dalam baris dan kolom membentuk bujur sangkar (Azizah & Ariyanti, 2020). Pada penelitian sebelumnya, kemampuan memahami konsep matriks sangat lemah pada mahasiswa teknik akuntansi sebesar 48% (Amalia et al., 2020). Operasi hitung matriks yaitu penjumlahan, pengurangan, kofaktor, determinan, invers dan tranpose matriks. Selain itu penyelesaian menggunakan konsep matriks dapat digunakan untuk mendapatkan penyelesaian pada sistem persamaan linier. Salah satu metode yang digunakan adalah metode Cramer.

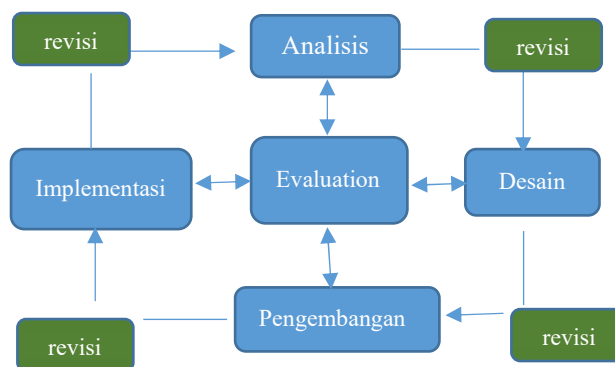
Banyak manfaat penggunaan matriks dalam ilmu komputer atau informatika. Mengenkripsi *file* dan menghitung gambar merupakan contoh manfaat dari matriks di ilmu komputer (Dirgantara & Marselino, 2017). Dibutuhkan waktu yang lama dalam menghitung matriks secara manual jika matriks mempunyai ordo yang besar. Oleh karena itu diperlukan kalkulator matriks berbasis android untuk menghemat waktu dan perhitungan (Wicaksono, 2015). Pada penelitian sebelumnya telah banyak dibuat aplikasi *mobile* dan *online* untuk hasil perhitungan matriks yang hanya mencakup penjumlahan, pengurangan, perkalian, determinan, invers dan transposisi matriks. Perhitungan seluler atau *online* saat ini terbatas pada operasi matriks. Peneliti mengharapkan suatu aplikasi yang dapat digunakan untuk mencari solusi sistem persamaan menggunakan metode Cramer.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui respon dan kelayakan penggunaan kalkulator matriks mata kuliah Aljabar Linier program studi Informatika. Dengan demikian, diharapkan adanya kalkulator matriks ini dapat meningkatkan efisiensi dalam media pembelajaran

alternatif pada mata kuliah aljabar linier sebagai pengimplementasian kurikulum Merdeka Belajar Kampus Merdeka.

Metode Penelitian

Penelitian dan pengembangan atau research and development (R&D) adalah jenis penelitian ini. Dalam penelitian ini kami menggunakan model penelitian ADDIE yang meliputi 5 langkah yaitu: analisis, desain, pengembangan, implementasi dan evaluasi dikembangkan oleh Dick & Carey (Mahfi et al., 2020). Kelima langkah ini diterapkan secara sistematis.



Gambar 1. Diagram Alir Perancangan Media

Pertama yang harus dilakukan adalah melakukan analisis. Analisis ini dilakukan bertujuan untuk menganalisis kemungkinan penyebab terjadinya ketimpangan dalam pelaksanaan pembelajaran. Analisis yang diperlukan adalah analisis masalah, analisis kebutuhan, analisis materi, analisis kurikulum, analisis karakteristik siswa, identifikasi sumber daya dan analisis rencana kerja (Zaningsih, 2018).

Tahap ini meliputi perancangan media pembelajaran berupa kalkulator matriks berbasis Android sebagai implementasi program Merdeka Belajar Kampus Merdeka. Menurut Branch (Dirgantara & Marselino, 2017), tahap desain melibatkan perencanaan apa yang dibutuhkan, termasuk merancang layar komputer dan formula *spreadsheet* yang akan digunakan, membangun proses evaluasi desain, seperti kuesioner untuk merumuskan strategi.

Tahap selanjutnya adalah tahap development atau pengembangan yaitu pengujian aplikasi kalkulator matriks. Uji coba dalam penelitian ini dilakukan sebanyak dua kali, yaitu uji coba individu kecil dan uji coba kelompok besar. Salah satu guru aljabar linier adalah subjek percobaan skala kecil. Selain itu, untuk esai kelompok dari 5 siswa mengambil mata pelajaran Aljabar Linear.

Pada tahap ini, peneliti mengajak diskusi dosen Aljabar Linier dan mempraktikkan langsung kalkulator matriks. Sedangkan untuk skala besar, peneliti memberikan soal matriks untuk diselesaikan secara manual dan *mobile* menggunakan aplikasi kalkulator matriks yang sudah dilakukan uji coba. Pretest diberikan terlebih dahulu sebelum menggunakan media pembelajaran dan postes setelah penggunaan media pembelajaran selesai. Sehingga subjek dapat mengetahui kesalahannya dimana.

Langkah selanjutnya adalah peneliti mengevaluasi komputer matriks yang telah melewati empat langkah sebelumnya. Evaluasi didasarkan pada komentar dan saran yang diperoleh. Penilaian dilakukan berupa perbaikan sarana dan hasil validasi dokumentasi sesuai pendapat ahli dan hasil

evaluasi guru aljabar linier sesuai saran yang diberikan. Dalam penelitian ini proses analisis data meliputi analisis data keefektifan produk berdasarkan data yang diambil dari penilaian ahli media, ahli materi, dan kepraktisan produk, produk pembicara dan layanan mahasiswa.

Hasil dan Pembahasan

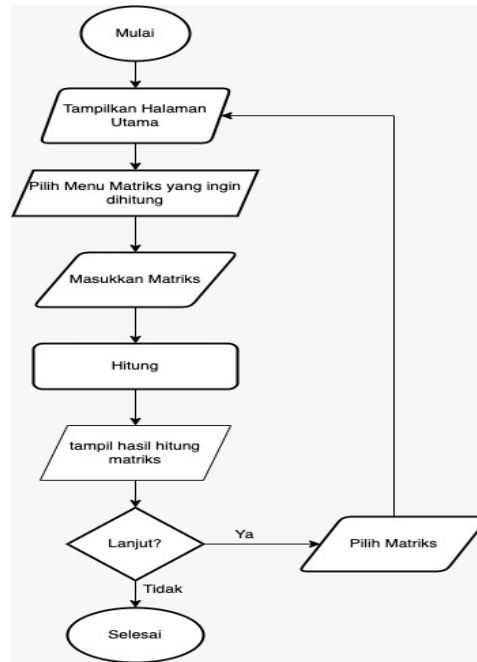
Hasil

Sebagai hasil dari penelitian dan pengembangan ini, (1) dijelaskan proses pengembangan kalkulator matriks berbasis Android sebagai perangkat pembelajaran mata kuliah aljabar linier, (2) hasil evaluasi ahli media dan materi. dan (3) hasil evaluasi guru dan siswa. Analisis merupakan langkah pertama yang perlu dilakukan. Analisis data penelitian ini adalah mencakup analisis kebutuhan, analisis masalah, analisis kurikulum dan analisis materi.

Analisis adalah langkah pertama yang harus diambil. Analisis data dalam penelitian ini meliputi analisis masalah, analisis kebutuhan, analisis perangkat keras, dan analisis program. Untuk menganalisis masalah tersebut, wawancara dilakukan dengan sejumlah mahasiswa yang pernah mengambil mata kuliah aljabar linier. Hasil wawancara tersebut menunjukkan bahwa sebagian siswa merasakan kesusahan dalam menggunakan perhitungan matriks tanpa bantuan alat jika ordo matriks lebih besar dari tiga. Lebih lanjut, mereka mengakui bahwa tidak ada dukungan akademis yang dapat mereka akses di mana pun dalam hal perhitungan matriks yang mendukung program Kampus Merdeka Belajar Merdeka.

Tahap selanjutnya peneliti menganalisis kebutuhan untuk mengerti apa yang diperlukan berdasarkan temuan permasalahan pada mata kuliah aljabar linier. Permasalahan yang ditemukan adalah belum tersedianya dukungan kalkulator matriks berbasis android yang dapat mempermudah siswa dalam memahami perkuliahan aljabar linier. Setelah menganalisis kebutuhan tahapan yang perlu dilakukan adalah analisis perangkat keras.

Materi yang dipilih dalam penelitian ini adalah operasi matriks yang mencakup pengurangan matriks, penjumlahan matriks, perkalian matriks, invers, determinan, transposisi, kofaktor, penjumlahan dan penyelesaian sistem persamaan linear Cramer. Metode Cramer adalah solusi dari sistem persamaan linear menggunakan metode matriks. Dalam metode Cramer, penggunaannya terbatas pada matriks orde 3×4 yang terdiri dari tiga persamaan linier dan tiga variabel. Tidak dapat mengisi lebih atau kurang dari 3×4 . Analisis Kurikulum adalah langkah selanjutnya yang harus diambil melalui diskusi dengan para pengajar mata kuliah Aljabar Linear. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu media pembelajaran Aljabar Linier pada materi matriks yang sesuai dengan program Merdeka Belajar Kampus Merdeka. Fase kedua adalah desain, yang meliputi fase desain komputer matriks, yaitu menyediakan semua yang dibutuhkan, merancang *template* format evaluasi, dan memverifikasi produk dan instrumen. Pada tahap mempersiapkan apa yang dibutuhkan peneliti, merancang skema desain komputer, penampilan pertama, dan mulai memproduksi kalkulator matriks.



Gambar 2. Diagram alir Kalkulator matriks

Langkah selanjutnya adalah memvalidasi atau memverifikasi media pembelajaran yang telah dibuat. Validator dari Universitas Muhammadiyah Sidoarjo sebanyak dua orang dosen. Kedua validator tersebut adalah ahli media dan ahli materi. Validasi yang dilakukan oleh ahli media dengan mengisi kuesioner. Ahli media dan materi diharapkan menyampaikan penilaian untuk setiap indikator dari beberapa pertanyaan yang diberikan secara kualitatif. Hasil validasi ahli materi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Validasi Media dan Materi

No.	Aspek Penilaian	Skor Rata-rata
1.	Kualitas isi dan tujuan	4
2.	Kualitas instruksional	4,7
Rata-rata keseluruhan		4,35
Kriteria		Baik

Penilaian ahli materi dan media ditunjukkan pada Tabel 1 yaitu rata-rata nilai validasi materi dan media adalah 4,35 dengan kriteria baik. Ahli materi memberi saran yaitu menambah ordo matriks yang awalnya hanya sampai ordo 3×3 menjadi ordo 5×5 . Dengan demikian media pembelajaran kalkulator matriks dikatakan valid dari segi materi dan media.

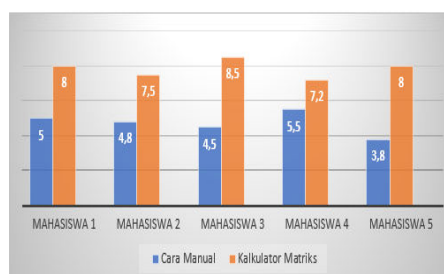
Tahap ketiga adalah tahap pertumbuhan atau perkembangan. Peneliti melaksanakan uji coba yang dibatasi sebelum melanjutkan langkah selanjutnya. Tes diambil dengan cara individual, terutama dengan guru aljabar linier. Hasil pengujian kalkulator matriks bisa dilihat berdasarkan hasil kuesioner yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Penilaian Dosen terhadap Kepraktisan Media Pembelajaran

No.	Aspek Penilaian	Nilai	Kriteria
1.	Ketepatan perhitungan	4,5	Sangat Baik
2.	Mudah digunakan	4,2	Baik
3.	Kualitas isi	4,3	Sangat baik
Rata-rata		4,3	Sangat baik

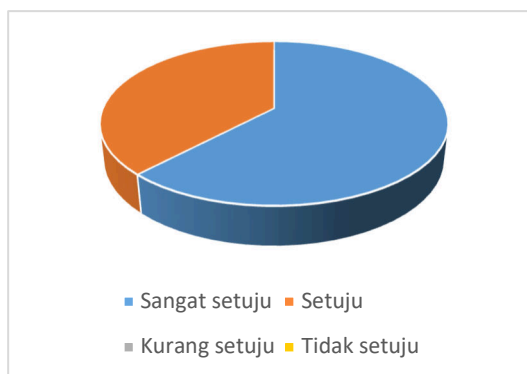
Hasil penilaian dosen ditunjukkan pada Tabel 2 didapatkan aspek penilaian untuk ketepatan perhitungan adalah 4,5 dengan kriteria sangat baik ($x \geq 4,2$). Sedangkan pada aspek penilaian mudah digunakan mendapat nilai 4,2 dengan kriteria baik ($3,4 \leq x < 4,2$). Dan untuk aspek kualitas isi memperoleh skor 4,3 yaitu sangat baik.

Tahap selanjutnya adalah tahap implementasi, dimana peneliti membagi beberapa kelompok kecil dengan setiap kelompok beranggotakan 5 mahasiswa untuk mengerjakan soal. Mahasiswa yang dipilih yaitu mahasiswa yang telah mengambil mata kuliah Aljabar Linier di semester ganjil. Mahasiswa terlebih dahulu diberikan permasalahan matriks orde 3x3 dan 4x4 untuk mencari kofaktor, gabungan, determinan, invers, dan sistem persamaan linier tanpa bantuan alat atau aplikasi. Mahasiswa yang sudah menyelesaikan soal akan diberikan permasalahan yang sama namun menyelesaikannya dengan menghitung menggunakan kalkulator matriks. Aplikasi kalkulator matriks telah dibagikan sebelumnya melalui WhatsApp dan di-download di *smartphone* pribadi dengan batas waktu pengerjaannya sama. Hasil kinerja mahasiswa disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Pengerjaan Soal dengan Cara Manual dan Kalkulator Matriks

Pada Gambar 3 menunjukkan hasil kinerja mahasiswa mengalami peningkatan rata-rata sebesar 3,5 atau sekitar 25% jika mengerjakan dengan menggunakan matriks. Setelah pengolahan pertanyaan, para siswa menerima kuesioner dari kalkulator matriks menengah. Hasilnya ditunjukkan pada Gambar 4.

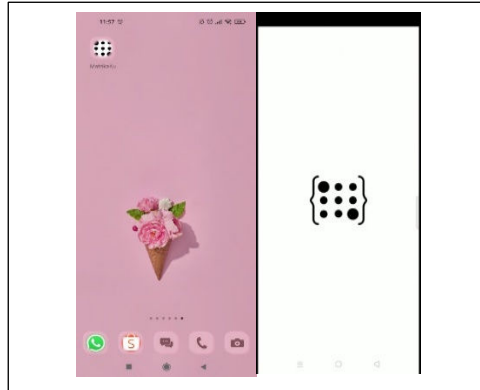


Gambar 4. Respon Mahasiswa Terhadap Kalkulator Matriks

Mahasiswa memberikan respon yang positif dari penggunaan kalkulator matriks ini. Gambar 4 menunjukkan mahasiswa sangat setuju dalam penggunaan media pembelajaran kalkulator matriks pada mata kuliah Aljabar Linier. Mereka memperkirakan bahwa matriks dengan orde lebih besar dari 3x3 akan memakan waktu lama untuk diselesaikan. Tahap terakhir yaitu mengevaluasi semua tahapan berdasarkan validasi ahli materi dan media, penilaian guru terhadap kepraktisan media pembelajaran serta respon mahasiswa.

Pembahasan

Pada penelitian ini, peneliti menamai aplikasi kalkulator matriks berbasis android dengan Matriksku. Berdasarkan saran dan masukan dari validator, dosen dan mahasiswa maka berikut tampilan dari kalkulator matriks Matriksku.



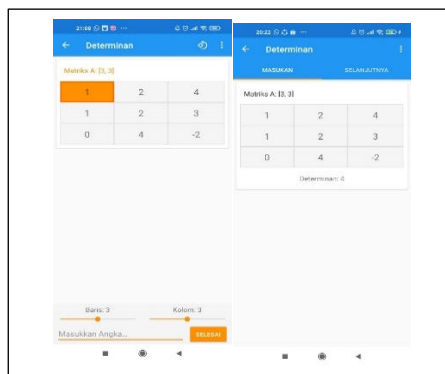
Gambar 5. Tampilan Awal Matriksku

Tampilan awal Matriksku tampak di Gambar 5. Tampilannya sederhana, melambangkan matriks dengan elemen bilangannya adalah titik-titik.



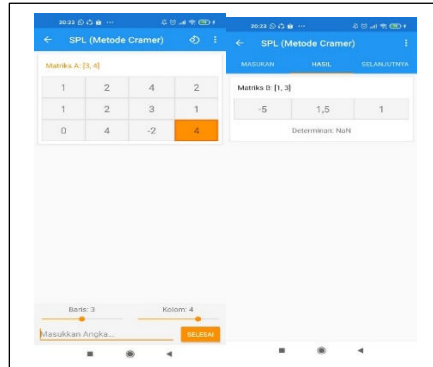
Gambar 6. Tampilan Halaman Kedua Matriksku

Layar halaman kedua ditunjukkan pada Gambar 6. Halaman kedua ini memiliki pilihan menu yang dapat dipilih, yaitu Determinan, Sistem Persamaan Linier Cramer, Transpose Matriks, Pembalikan Matriks, Kofaktor Matriks, Matriks Adjoint, Penambahan Matriks, Pengurangan Matriks, dan Perkalian Matriks.

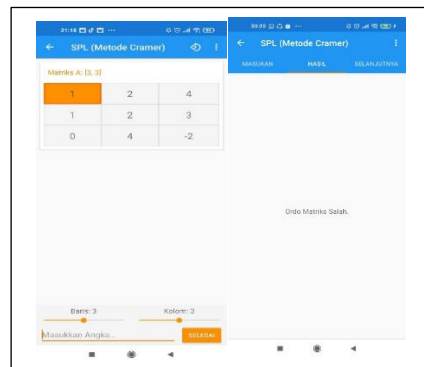


Gambar 7. Tampilan Menu Determinan Matriks

Menu pilihan determinan tampak pada Gambar 7. Pada menu ini di awal akan ada pilihan ordo baris dan kolom hanya dibatasi sampai ordo 5×5 . Langkah pertama matriks diisi dulu dengan bilangan sesuai yang diinginkan. Langkah selanjutnya adalah mengeklik selesai dan akan tampak hasil determinan.

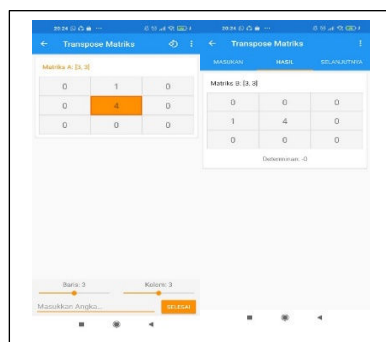


Gambar 8. Tampilan Menu Sistem Persamaan Linier Metode Cramer



Gambar 9. Tampilan Menu Sistem Persamaan Linier Metode Cramer dengan Kesalahan *Input* Ordo

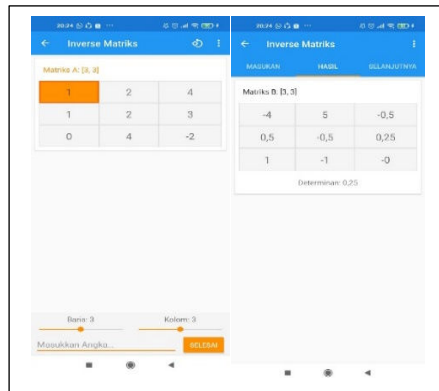
Pada Gambar 8 ini tampak menu sistem persamaan linear metode Cramer hanya dapat diselesaikan jika ordo matriks 3×4 . Pada gambar 9 menunjukkan tampilan *input* kesalahan memasukkan ordo selain 3×4 , sehingga sistem persamaan linear tersebut tidak dapat diselesaikan. Metode Cramer hanya dapat menyelesaikan tiga sistem persamaan dengan tiga variabel.



Gambar 10. Tampilan Menu Transpose Matriks

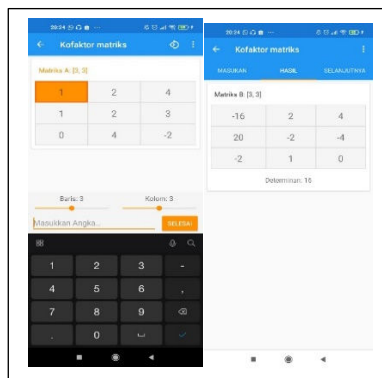
Tampilan menu transpose matriks tampak pada Gambar 10. awal menu transpose matriks adalah tampilan pilihan banyaknya baris dan kolom. Setelah banyaknya baris dan kolom diisi atau

dengan kata lain ordonya sudah ditentukan maka langkah selanjutnya adalah mengisi matriks tersebut dengan bilangan yang diinginkan. Kemudian tekan selesai maka hasil tranpose matriks akan muncul.



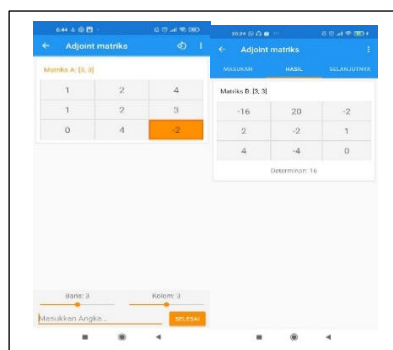
Gambar 11. Tampilan Menu Invers Matriks

Menu invers matriks dapat dilihat pada Gambar 11. Tampilan menu *input* invers matriks juga hampir sama yaitu. masukkan urutan yang diinginkan, isi matriks dengan angka. Hasil inversi matriks ditampilkan saat pencetakan selesai.



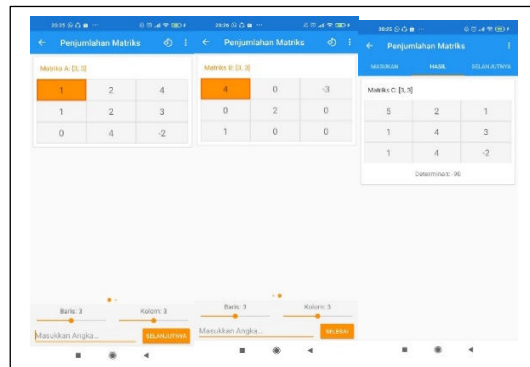
Gambar 12. Tampilan Menu Kofaktor Matriks

Tampilan menu kofaktor matriks tampak pada Gambar 12. Langkah pertama hampir sama yaitu. masukkan kartu matriks yang diinginkan lalu isi matriks dengan angka. Terakhir, tekan untuk melihat hasil matriks kofaktor.

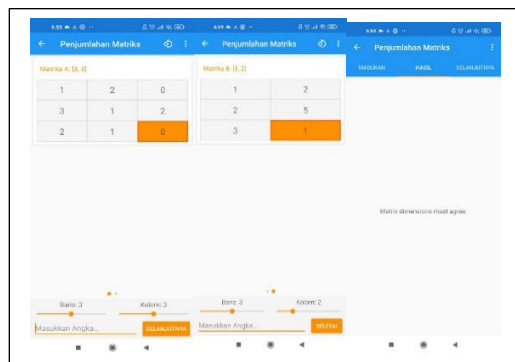


Gambar 13. Tampilan Menu Adjoint Matriks

Tampilan menu antarmuka matriks ditunjukkan pada Gambar 13. Langkah-langkahnya hampir sama yaitu menentukan urutan matriks, mengisi matriks dengan angka, menekan ujung dan ditampilkan hasilnya.

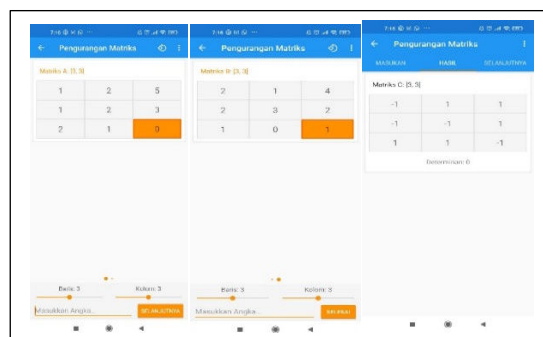


Gambar 14. Tampilan Menu Penjumlahan Matriks

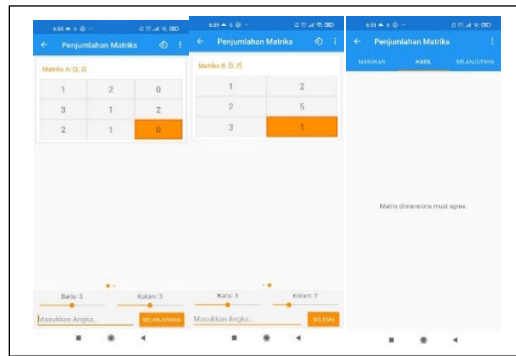


Gambar 15. Tampilan Menu Kesalahan Dalam Penjumlahan Matriks

Untuk menyelesaikan penjumlahan matriks, ordo matriks A dan matriks B harus sama. Layar menu ini terdapat Matriks A dan Matriks B dengan urutan yang sama seperti pada Gambar 14. Urutan yang dipilih adalah 3×3 , setelah mengisi Matriks A dan Matriks B dengan angka yang diinginkan, kemudian tekan *Done* dan akan muncul hasilnya. Sementara itu, Gambar 15 menunjukkan kesalahan penjumlahan matriks karena ordo matriks A dan matriks B tidak sama. Ini menyebabkan hasilnya tidak keluar meskipun dicetak sampai akhir.

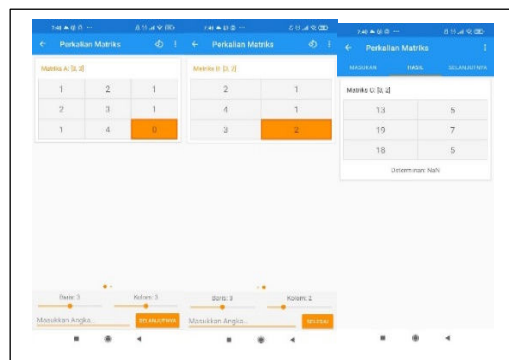


Gambar 16. Tampilan Menu Pengurangan Matriks

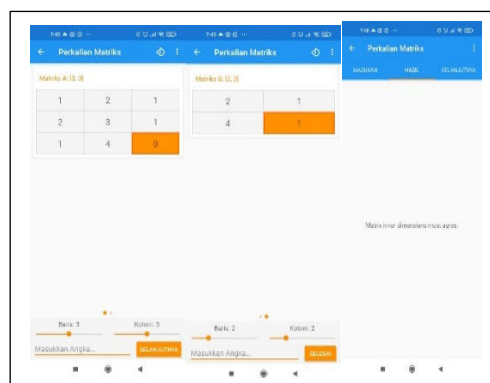


Gambar 17. Tampilan Menu Kesalahan Pengurangan Matriks

Kondisi yang sama berlaku untuk pengurangan matriks untuk penambahan matriks, yaitu orde matriks yang akan direduksi harus sama. Pengurangan matriks A dan matriks B dengan urutan yang sama dan hasilnya ditunjukkan pada Gambar 16. Sedangkan pada Gambar 17 hasil pengurangan matriks A dan matriks B tidak muncul karena terjadi kesalahan pada *input* matriks A dan matriks B. matriks B yang tidak berordo sama.



Gambar 18. Tampilan Menu Perkalian Matriks



Gambar 19. Tampilan Menu Kesalahan Perkalian Matriks

Perkalian matriks memiliki syarat yang harus dipenuhi yaitu kolom matriks A harus berukuran sama dengan baris matriks B. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 18 dimana perkalian matriks A dan B dapat dirasakan. Namun terdapat kesalahan pada Gambar 19 karena tidak memenuhi persyaratan perkalian matriks.

Kalkulator matriks ini dapat menyelesaikan sistem persamaan linier menggunakan metode Cramer dalam bentuk aplikasi berbasis Android. Berbeda dengan penelitian sebelumnya tentang kalkulator matriks berbasis web (Dirgantara & Marselino, 2017).

Simpulan dan Saran

Simpulan

Kalkulator matriks media pembelajaran yang dikembangkan memenuhi kualifikasi media yang valid, praktis dan efektif. Hasil yang memenuhi syarat diperoleh dari ahli media dan materi tentang kelayakan media dan materi. Mengenai kepraktisan evaluasi dosen aljabar linier, akurasi perhitungan adalah 4,5 dengan peringkat sangat baik ($x \geq 4,2$). Mengenai kegunaan, peringkat yang baik menghasilkan skor 4,2 ($3,4 \leq x < 4,2$). Sementara itu, dari sudut pandang dilihat dari isi, nilai 4,3 sangat bagus. Dari segi efisiensi, berdasarkan hasil pengolahan soal secara manual dan kalkulator matriks, rata-rata skor meningkat sebesar 3,5 atau sekitar 25%.

Saran

Penelitian ini menyarankan agar aplikasi kalkulator matriks dapat diaplikasikan dalam pembelajaran matriks yaitu sebagai pembelajaran untuk mata kuliah aljabar-aljabar program pendidikan teknologi informasi. Selain itu, aplikasi kalkulator matriks ini dapat digunakan sebagai alat penghemat waktu untuk menghitung operasi matriks lebih dari tiga pesanan. Diharapkan ke depannya aplikasi ini sudah tersedia di *Play Store* demi kenyamanan pengguna.

Daftar Pustaka

- Amalia, S., Ainin, N., Quamila, N. N., & Pramuditya, S. A. (2020). Analisis Pemahaman Konsep dan Motivasi Belajar Siswa SMK Pada Materi Matriks. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika (SNPM)*, 2, 221–231.
- Auliya, N. M., Suyitno, A., & Asikin, M. (2020). Potensi Mobile learning Berbasis Etnomatematika untuk Mengembangkan Kemampuan Literasi Matematis pada Masa Pandemi. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana*, 3(1), 621–626. <https://proceeding.unnes.ac.id/index.php/snpsca/article/download/590/508>
- Azizah, N. L., & Ariyanti, N. (2020). Buku Ajar Mata Kuliah Dasar-Dasar Aljabar Linear. In *Buku Ajar Mata Kuliah Dasar-Dasar Aljabar Linear*. <https://doi.org/10.21070/2020/978-623-6833-41-4>
- Dirgantara, H. B., & Marselino, T. L. (2017). Perancangan Aplikasi Perhitungan Operasi Matriks Berbasis Web Sebagai Sarana Pembelajaran. *Seminar Nasional Pendidikan Teknik Informatika (SENAPATI) Ke-8*. <http://pti.undiksha.ac.id/senapati>
- Firdaus, S., & Hamdu, G. (2020). Pengembangan Mobile Learning Video Pembelajaran Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering And Mathematics) Di Sekolah Dasar. *JINOTEP*

(*Jurnal Inovasi Dan Teknologi Pembelajaran*): Kajian Dan Riset Dalam Teknologi Pembelajaran, 7(2), 66–75. <https://doi.org/10.17977/um031v7i22020p066>

- Mahfi, F. K., Marzal, J., & Saharudin, S. (2020). Pengembangan game edutainment berbasis smartphone sebagai media pembelajaran berorientasi pada kemampuan berpikir kreatif [Development of smartphone-based edutainment games as learning media oriented to creative thinking skills]. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(1), 39–40.
- Menteri Pendidikan dan Kebudayaan. (2020). Buku Panduan Pelayanan Merdeka Belajar dan Kampus Merdeka. In *Dirjen Dikti Kemendikbud*. <http://dikti.kemdikbud.go.id/wp-content/uploads/2020/04/Buku-Panduan-Merdeka-Belajar-Kampus-Merdeka-2020>
- Nazar, M., Zulfadli, Z., Oktarina, A., & Puspita, K. (2020). Pengembangan Aplikasi Pembelajaran Interaktif Berbasis Android untuk Membantu Mahasiswa dalam Mempelajari Materi Larutan Elektrolit dan Nonelektrolit. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 8(1), 39–54. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v8i1.16047>
- Schrum, L., & Levin, B. B. (2016). Educational technologies and twenty-first century leadership for learning. *International Journal of Leadership in Education*, 19(1), 17–39. <https://doi.org/10.1080/13603124.2015.1096078>
- Setyadi, D. (2017). Pengembangan Mobile Learning Berbasis Android Sebagai Sarana Berlatih Mengerjakan Soal Matematika. *Satya Widya*, 33(2), 87–92. <https://doi.org/10.24246/j.sw.2017.v33.i2.p87-92>
- Sopiansyah, D., Masruroh, S., Zaqiah, Q. Y., & Erihadiana, M. (2022). Konsep dan Implementasi Kurikulum MBKM (Merdeka Belajar Kampus Merdeka). *Reslaj : Religion Education Social Laa Roiba Journal*, 4, 34–41.
- Suwandi, S. (2020). Pengembangan Kurikulum Program Studi Pendidikan Bahasa (dan Sastra) Indonesia yang Responsif terhadap Kebijakan Merdeka Belajar-Kampus Merdeka dan Kebutuhan Pembelajaran Abad ke-21. *Seminar Nasional Pendidikan Bahasa Dan Sastra*, 1(1), 1–12. <https://ejournal.unib.ac.id/index.php/semiba/article/view/13356>
- Wicaksono, Y. D. (2015). *Aplikasi Kalkulator Matriks Berbasis Android*.
- Zaningsih, R. D. (2018). Pengembangan Aplikasi E-Modul Mobile Pembelajaran Matematika Berbasis Android Studio Pokok Bahasan Matriks. In *Skripsi*.