

## Pengembangan Bahan Ajar Analisis Kompleks Berbasis E-Learning

Patrisius Afrisno Udil

Pendidikan Matematika, FKIP Universitas Nusa Cendana Kupang, Indonesia

\*E-mail: [afrisno.udil@staf.undana.ac.id](mailto:afrisno.udil@staf.undana.ac.id)

### ARTICLE INFO

#### Article history

Received: May 8, 2022

Revised: June 8, 2022

Accepted: June 12, 2022

#### Keywords

Pengembangan, Bahan Ajar,  
Analisis Kompleks,  
Pendidikan Matematika

### ABSTRACT

Pandemi covid-19 yang mengubah sistem perkuliahan tatap muka menjadi perkuliahan menggunakan *e-learning* menghadirkan tantangan tersendiri untuk menyediakan bahan ajar yang relevan. Penelitian dan pengembangan ini bertujuan untuk menghasilkan bahan ajar analisis kompleks berbasis *e-learning* yang valid, praktis, dan efektif. Penelitian dan pengembangan ini menggunakan model 3D yang mencakup tahap *define*, *design*, dan *develop*. Penelitian ini dilakukan di program studi pendidikan matematika FKIP Universitas Nusa Cendana pada tahun akademik 2020/2021 dengan subjek penelitian berjumlah 46 orang. Hasil penelitian dan pengembangan ini menunjukkan bahwa bahan ajar analisis kompleks berbasis *e-learning* yang dikembangkan valid, praktis, dan efektif. Validitas bahan ajar terlihat dari rata-rata tingkat validitas sebesar 89,9% dengan kriteria sangat valid. Praktikalitas bahan ajar terlihat dari tingkat praktikalitas menurut dosen dan mahasiswa berturut-turut adalah 92,5% dan 85,5% dengan kriteria sangat praktis. Sementara efektifitas bahan ajar terlihat dari 100% mahasiswa yang menggunakan bahan ajar dapat mencapai ambang batas nilai 60. Selain itu, efektifitas juga terlihat dari perbedaan rata-rata nilai mahasiswa yang menggunakan bahan ajar dengan yang tidak menggunakan. Hal ini dipertegas hasil uji *t* dengan SPSS 25 yang menunjukkan nilai  $t_{hitung} = 2,093 > t_{tabel} = 1,997$  dan nilai sig. (2-tailed) =  $0,040 < \alpha = 0,05$ .

*COVID-19 pandemic, which changed the face-to-face course system into e-learning based course, presents its own challenges to provide relevant teaching materials. This research and development aimed to produce e-learning-based complex analytical teaching materials that are valid, practical, and effective. This research and development used a 3D model which includes the define, design, and develop stages. This research was conducted in the mathematics education study program, FKIP Nusa Cendana University in the 2020/2021 academic year with 46 research subjects. The results of this research and development show that the e-learning-based complex analytical teaching materials developed are valid, practical, and effective. The validity of teaching materials can be seen from the average of validity level of 89.9% that categorize in very valid criteria. Practicality of teaching materials can be seen from the level of practicality according to lecturers and students, respectively 92.5% and 85.5% that categorize very practical criteria. Meanwhile, the effectiveness of teaching materials can be seen from 100% of students who use teaching materials that can reach a threshold value of 60. In addition, effectiveness is also seen from the difference in the average value of students who use teaching materials and those who do not. This is confirmed by the results of the t test with SPSS 25 which shows the value of  $t_{count} = 2,093 > t_{table} = 1,997$  and the value of sig. (2-tailed) =  $0.040 < \alpha = 0.05$ .*

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



**How to Cite:** Udil, P.A. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Analisis Kompleks Berbasis E-Learning. *Haumeni Journal of Education*, 2(1), 154-166.

## PENDAHULUAN

Pandemi Covid-19 mengharuskan institusi pendidikan pada semua level untuk beradaptasi secepatnya dengan situasi yang ada. Pembatasan aktivitas sosial untuk memutus penyebaran Covid-19 menyebabkan pembelajaran tidak dimungkinkan untuk dilaksanakan secara konvensional atau *face to face*. Pembelajaran berbasis *e-learning* menjadi alternatif pilihan yang paling banyak dipilih karena dipandang mampu memberikan akses belajar yang optimal sekaligus meminimalisir kontak fisik dan aktivitas sosial. Churton (2006) mendefinisikan *e-learning* sebagai “*an instructional delivery system, which connects learners with educational resources*”. Sementara, Solihah, et al (2021) mendefinisikan *e-learning* sebagai pembelajaran berbasis komputer dan internet yang dikemas dalam suatu platform pembelajaran tertentu sehingga memungkinkan terjadinya interaksi dan kolaborasi antara siapa saja (sebagai pendidik dan peserta didik), kapan saja, dan di mana saja. Lebih lanjut, Susianto (2014) menjelaskan bahwa aktivitas pembelajaran melalui komputer dan internet memungkinkan terjadinya pembelajaran tanpa harus bertemu tatap muka secara fisik. Dengan demikian, pembelajaran berbasis *e-learning* dapat menjamin berlangsungnya aktivitas pembelajaran yang interaktif-kolaboratif tanpa harus adanya pertemuan tatap muka secara langsung. Dengan kata lain, pembelajaran berbasis *e-learning* dapat menjembatani kebutuhan untuk tetap belajar dengan kondisi pembatasan aktivitas sosial.

Namun demikian, pembelajaran berbasis *e-learning* juga menyisakan berbagai tantangan yang perlu disikapi secara tepat sebagai upaya untuk menjamin keterlaksanaan pembelajaran yang berkualitas (Albab, 2020; Yudhana & Kusuma, 2021). Salah satu tantangan yang dirasakan yaitu terkait dengan upaya menyediakan sumber dan referensi belajar yang relevan dengan sistem pembelajaran berbasis *e-learning*. Hal ini pun dirasakan dalam perkuliahan analisis kompleks pada program studi pendidikan matematika Universitas Nusa Cendana Kupang. Perubahan pelaksanaan perkuliahan berbasis *e-learning* menyisakan berbagai tantangan baik bagi mahasiswa maupun bagi dosen dalam menciptakan lingkungan dan kondisi perkuliahan yang kondusif dan optimal. Sumber belajar atau buku referensi analisis kompleks masih sangat sulit dimiliki oleh mahasiswa pendidikan matematika, bahkan ada juga mahasiswa yang tidak memiliki buku referensi sama sekali (Setyawan, Prasetyo, & Nurnugroho, 2020). Analisis awal terhadap 30 mahasiswa prodi pendidikan matematika FKIP Undana yang telah menyelesaikan program mata kuliah analisis kompleks menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa merasa kesulitan dalam mengikuti dan memahami materi perkuliahan analisis kompleks. Salah faktor yang dirasakan mahasiswa terkait kesulitan tersebut adalah kurangnya ketersediaan referensi belajar dan bahan ajar yang relevan dengan kondisi perkuliahan berbasis *e-learning*. Sebagian besar bahan pembelajaran yang tersedia bersifat konvensional (*print out text book*) dengan karakteristik pemaparan materi yang bersifat umum. Dalam hal ini, bahan pembelajaran yang tersedia dipandang perlu ditunjang dengan pemaparan materi secara lebih lanjut oleh dosen melalui pertemuan *face to face*.

Hal di atas menunjukkan adanya kebutuhan untuk mengembangkan bahan ajar analisis kompleks yang relevan dengan sistem perkuliahan berbasis *e-learning* bagi mahasiswa pendidikan matematika Undana. Bahan ajar analisis kompleks perlu dikembangkan sebagai upaya untuk memfasilitasi mahasiswa dengan sumber dan referensi belajar yang sesuai dengan kurikulum dan kebutuhan belajarnya. Lebih lanjut, pengembangan bahan ajar analisis kompleks yang valid, praktis, dan efektif memungkinkan mahasiswa dapat mencapai hasil belajar dan kemampuan matematika yang optimal (Susanti, 2016; Siregar, 2018). Dalam konteks perkuliahan berbasis *e-learning*, bahan ajar yang dikembangkan perlu disesuaikan dengan platform yang digunakan. Bahan ajar berbasis *e-learning* dipandang memiliki beberapa kelebihan seperti dapat dimanfaatkan secara fleksibel, dapat memadukan antara teks dengan media bergerak seperti animasi dan video, dan dapat meningkatkan kualitas belajar (Utomo, Sumarmi, & Susilo, 2015). Lebih lanjut, bahan ajar berbasis *e-learning* memungkinkan mahasiswa memperoleh pengalaman dan bantuan belajar yang lebih relevan dengan konteks perkuliahan berbasis *e-learning*. Hal ini tentu saja dapat menunjang pemahaman materi yang disajikan dan dapat meningkatkan hasil belajar mahasiswa. Handayani (2014) dalam penelitiannya menemukan bahwa penggunaan bahan ajar elektronik berbasis *mobile learning* dapat digunakan untuk proses pembelajaran serta bermanfaat dan membantu mahasiswa dalam belajar. Adapun penelitian Munir (2018) menemukan bahwa produk buku ajar berbasis konstruktivisme dengan media *e-learning* yang dikembangkan memenuhi kriteria validitas dan praktikalitas. Hal yang serupa juga ditemukan dalam penelitian Rahmawati & Vahlia (2017) bahwa ajar berbasis *e-learning* dapat menunjang perkuliahan yang terlihat dari validitas dan efektivitas penggunaan bahan ajar tersebut.

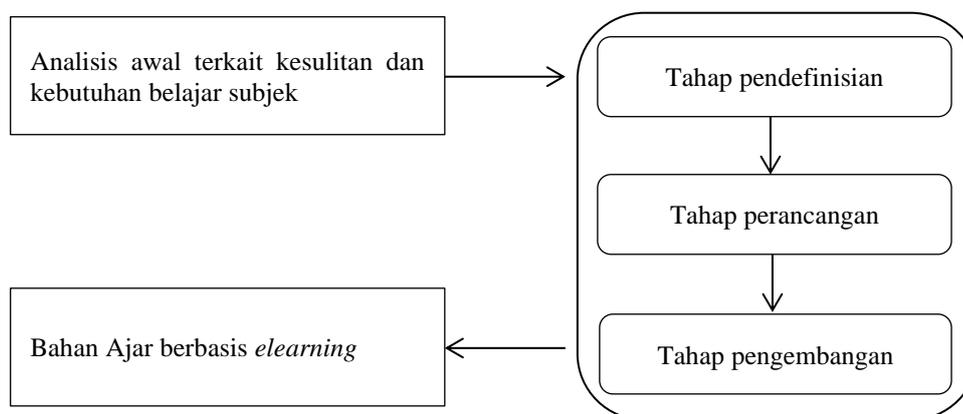
Berangkat dari paparan di atas, maka perlu dilakukan suatu penelitian dan pengembangan bahan ajar analisis kompleks berbasis *e-learning* bagi mahasiswa pendidikan matematika Universitas Nusa Cendana sebagai upaya untuk memfasilitasi mahasiswa dengan sumber dan bahan ajar yang valid, praktis, dan efektif. Dengan demikian, penelitian dan pengembangan ini bertujuan untuk menghasilkan produk bahan ajar analisis kompleks berbasis *e-learning* yang valid, praktis, dan efektif.

## **METODE**

Jenis penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) yaitu jenis penelitian yang menghasilkan atau mengembangkan suatu produk tertentu, baik produk yang baru ataupun menyempurnakan produk yang telah ada sebelumnya, kemudian menguji efektifitas produk tersebut (Sugiyono, 2013). Dalam hal ini, produk yang dikembangkan adalah bahan ajar analisis kompleks berbasis *e-learning*. Penelitian pengembangan ini mengacu pada model pengembangan 4-D (*four-D Model*) yang terdiri dari empat tahapan yaitu tahap pendefinisian (*define*), tahap perancangan (*design*), tahap pengembangan (*develop*), dan tahap penyebaran (*disseminate*) (Thiagarajan, Semmel, & Semmel, 1974). Namun pada penelitian ini, model pengembangan 4-D diadaptasi dan disesuaikan menjadi model pengembangan 3-D yang mencakup 3 tahap pertama yang telah disebutkan di atas (Rahmawati & Vahlia, 2017). Adaptasi dan penyesuaian ini dilakukan

dengan pertimbangan bahwa fokus penelitian dan pengembangan yang dilakukan adalah menghasilkan produk bahan ajar yang valid, praktis, dan efektif untuk subjek tertentu dan terbatas yaitu bagi mahasiswa pendidikan matematika FKIP Undana. Dalam hal ini, diseminasi produk yang dikembangkan dipandang dapat ditindaklanjuti di masa yang akan datang.

Penelitian ini dilakukan di program studi pendidikan matematika FKIP Universitas Nusa Cendana pada tahun akademik 2020/2021. Subjek penelitiannya adalah 46 mahasiswa yang mengikuti perkuliahan analisis kompleks pada tahun akademik 2020/2021. Adapun prosedur penelitian dan pengembangan dapat dijelaskan sebagai berikut.



**Gambar 1.** Prosedur penelitian dan pengembangan dengan model 3D

Validasi bahan ajar yang dikembangkan dilakukan oleh 3 validator ahli yaitu dosen prodi pendidikan matematika FKIP Undana. Validasi dilakukan dengan memberikan lembar validasi kepada validator yang berisi 14 item pertanyaan berskala 4 (1=tidak baik, 2=kurang baik, 3=baik, 4=sangat baik). Dalam hal ini, validitas bahan ajar ditentukan dengan rumus berikut.

$$Validitas (V) = \frac{\text{Jumlah skor perolehan per item}}{\text{Jumlah skor maksimum}} \times 100\%$$

Adapun kriteria validitas ditentukan oleh kriteria validitas (Akbar, 2013) berikut.

**Tabel 1.** Kriteria validitas bahan ajar

Kriteria validitas	Tingkat validitas
Sangat valid, atau dapat digunakan tanpa revisi	$85 < V \leq 100$
Cukup valid, atau dapat digunakan dengan revisi kecil	$70 < V \leq 85$
Kurang valid, disarankan tidak digunakan karena perlu revisi besar	$50 < V \leq 70$
Tidak valid, atau tidak boleh dipergunakan	$0 < V \leq 50$

Selain validitas bahan ajar, ditentukan juga tingkat kepraktisan bahan ajar yang dikembangkan. Praktikalitas bahan ajar ditentukan berdasarkan hasil angket yang diisi oleh mahasiswa subjek penelitian setelah menggunakan bahan ajar dalam menyelesaikan mata kuliah analisis kompleks. Adapun angket terdiri dari 10 butir pernyataan positif berskala *likert* dengan skala 4 (1=sangat tidak

setuju, 2=tidak setuju, 3=setuju, 4=sangat setuju). Rumus praktikalitas bahan ajar ditentukan sebagai berikut.

$$\text{Praktikalitas } (P) = \frac{\text{Jumlah skor perolehan per item}}{\text{Jumlah skor maksimum}} \times 100\%$$

Adapun kriteria validitas ditentukan oleh kriteria praktikalitas (Hamdunah, 2015) berikut.

**Tabel 2.** Kriteria praktikalitas bahan ajar

<b>Kriteria praktikalitas</b>	<b>Tingkat praktikalitas</b>
Sangat praktis	$80 < P \leq 100$
Praktis	$60 < P \leq 80$
Cukup praktis	$40 < P \leq 60$
Kurang praktis	$20 < P \leq 40$
Tidak praktis	$P \leq 20$

Sementara efektifitas bahan ajar ditentukan berdasarkan nilai akhir yang diperoleh subjek penelitian setelah mengikuti perkuliahan analisis kompleks. Bahan ajar dikatakan efektif apabila persentase subjek yang mampu memperoleh nilai ambang batas minimal sebesar 60 mencapai 75% atau lebih.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum mengembangkan bahan ajar analisis kompleks berbasis *e-learning*, terlebih dahulu dilakukan analisis awal terkait kesulitan dan kebutuhan belajar subjek. Analisis dilakukan dengan memberikan kuisisioner terbuka pada mahasiswa pendidikan matematika FKIP Undana yang telah menyelesaikan mata kuliah analisis kompleks. Subjek yang memberikan respon terhadap kuisisioner yang diberikan sebanyak 30 mahasiswa. Berdasarkan hasil analisis awal sebagian besar mahasiswa menyatakan bahwa analisis kompleks merupakan mata kuliah yang sulit. Kesulitan yang dimaksud dijelaskan oleh subjek berdasarkan kesulitan dalam memahami berbagai konsep yang disajikan. Selain itu, subjek menyatakan juga bahwa materi yang disajikan abstrak sehingga sulit dipahami. Lebih lanjut, subjek juga menyatakan bahwa kesulitan yang dialami juga dikarenakan kurangnya sumber dan referensi belajar yang tersedia terkait dengan mata kuliah analisis kompleks. Meskipun dikatakan juga bahwa dosen telah memberikan materi ajar pada setiap pertemuan, tetapi subjek memandang ketersediaan bahan ajar dan sumber belajar lainnya belum cukup menunjang pemahaman subjek atas materi yang dibelajarkan.

Selanjutnya, berdasarkan analisis awal dikembangkan bahan ajar analisis kompleks berbasis *e-learning* melalui 3 tahapan yaitu pendefinisian, perancangan, dan pengembangan. Pengembangan bahan ajar analisis kompleks berbasis *e-learning* ini juga didasari oleh adanya perubahan dan penyesuaian pelaksanaan sistem perkuliahan berbasis *e-learning* di lingkungan Universitas Nusa Cendana. Adapun proses dan hasil penelitian dan pengembangan yang dimaksud dapat diuraikan sebagai berikut.

### *Tahap Pendefinisian (Define)*

Pada tahap pertama yaitu tahap pendefinisian, dilakukan analisis kurikulum pendidikan matematika FKIP Undana terutama terkait dengan mata kuliah analisis kompleks. Identifikasi konsep-konsep penting untuk mata kuliah analisis kompleks dilakukan pada tahap ini. Adapun hasil analisis kurikulum prodi pendidikan matematika FKIP Undana mencakup identifikasi capaian pembelajaran mata kuliah (CPMK) dan identifikasi materi serta konsep yang dibelajarkan. Berdasarkan hasil analisis kurikulum diperoleh identifikasi CPMK sebagaimana ditunjukkan pada tabel berikut.

**Tabel 3.** CPMK analisis kompleks

<b>Capaian Pembelajaran Mata Kuliah</b>
1. Mampu melakukan perhitungan aljabar dan menyatakan representasi geometris berbasis himpunan bilangan kompleks.
2. Mampu menentukan suatu fungsi analitik dari suatu fungsi kompleks yang memenuhi syarat Cauchy-Reimann.
3. Mampu menyelesaikan integral kompleks berdasarkan lintasan kompleks.
4. Mampu melakukan ekspansi fungsi kompleks dalam bentuk deret pangkat.

Berdasarkan CPMK tersebut, kemudian diidentifikasi materi dan konsep yang sesuai untuk dibelajarkan. Adapun materi dan konsep yang dimaksud antara lain:

1. **Sistem Bilangan Kompleks:** definisi bilangan kompleks, operasi bilangan kompleks, konsep nilai mutlak, penyajian geometris, bentuk kutub dan akar bilangan kompleks,
2. **Fungsi Analitik:** fungsi kompleks, fungsi real dari dua variabel real, penyajian secara geometris, limit fungsi, kekontinuan, turunan, aturan Cauchy Reimann, konsep fungsi analitik dan fungsi harmonik,
3. **Fungsi Elementer:** konsep fungsi eksponensial, konsep fungsi logaritma, fungsi trigonometri dan fungsi hiperbolik,
4. **Integral Kompleks:** fungsi kompleks dari variabel real dan lintasan, integral garis, integral lintasan kompleks, teorema Cauchy-Goursat,
5. **Deret Pangkat:** barisan dan deret bilangan kompleks, deret Taylor dan Maclaurin, deret Laurent, lingkaran kekonvergenan.

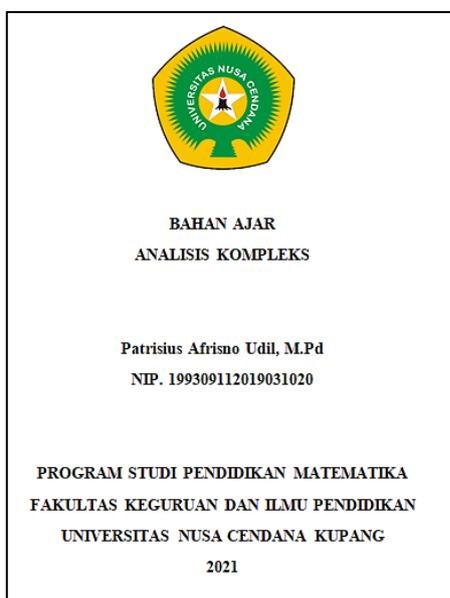
### *Tahap Perancangan (Design)*

Setelah mendefinisikan berbagai hal pada tahap pertama, dilanjutkan dengan diskusi bersama ahli materi yaitu dosen pendidikan matematika FKIP Undana yang mengampuh mata kuliah analisis kompleks. Diskusi ditujukan untuk memperoleh masukan terkait analisis kurikulum yang telah dilakukan. Berdasarkan hasil diskusi diperoleh saran untuk menetapkan terlebih dahulu sub-CPMK sebagai turunan dari CPMK, sebelum menurunkannya pada materi dan konsep. Berdasarkan saran tersebut maka ditetapkan sub-CPMK sebagai berikut.

1. Mampu menjelaskan konsep dan melakukan berbagai operasi aljabar bilangan kompleks, serta menyatakan representasi geometris bilangan kompleks.

2. Mampu menyatakan bentuk kutub bilangan kompleks dan menyelesaikan masalah terkait akar-akar bilangan kompleks.
3. Mampu menjelaskan definisi fungsi kompleks, hubungannya dengan fungsi real dua variabel real, dan menyatakan representasi geometris fungsi kompleks.
4. Mampu menjelaskan konsep dan menyelesaikan masalah terkait limit, kekontinuan, dan turunan fungsi kompleks, serta aturan Cauchy-Reimann.
5. Mampu menjelaskan konsep dan menyelesaikan masalah terkait fungsi analitik dan harmonik.
6. Mampu menjelaskan dan menerapkan konsep fungsi elementer (fungsi eksponensial dan fungsi logaritma).
7. Mampu menjelaskan dan menerapkan konsep fungsi elementer (fungsi trigonometri dan fungsi hiperbolik).
8. Mampu menjelaskan konsep integral kompleks: fungsi kompleks dari variabel real dan lintasan.
9. Mampu menyelesaikan masalah terkait integral garis dan integral lintasan kompleks.
10. Mampu menjelaskan dan menerapkan teorema Cauchy-Goursat.
11. Mampu menjelaskan konsep dan menyelesaikan masalah terkait barisan dan deret bilangan kompleks.
12. Mampu menjelaskan konsep dan menyelesaikan masalah terkait deret Taylor dan MacLaurin.
13. Mampu menjelaskan konsep dan menyelesaikan masalah terkait deret Laurent.
14. Mampu menjelaskan konsep dan menyelesaikan masalah terkait lingkaran kekonvergenan.

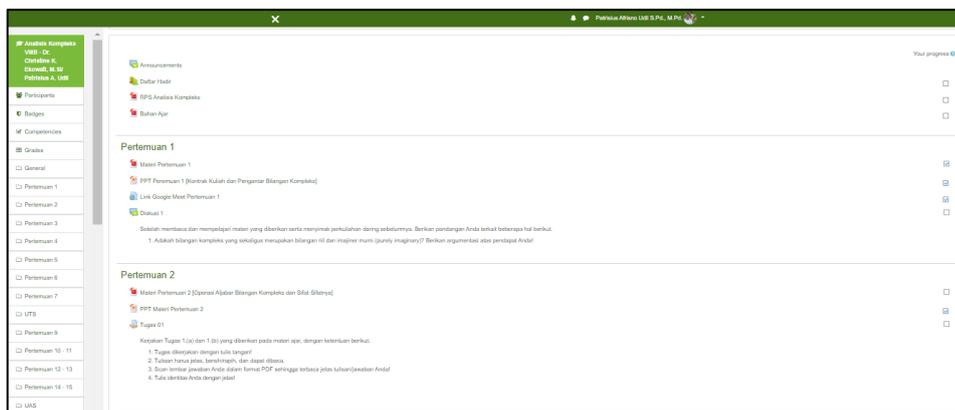
Pada tahap perancangan ini juga dilakukan perancangan desain awal bahan ajar. Pada tahap ini, peneliti merancang bahan ajar analisis kompleks yang mencakup beberapa hal seperti finalisasi bentuk dan model bahan ajar, struktur dan sistematika materi, pemilihan desain *cover*, jenis dan ukuran huruf, *lay out*, dan termasuk konversi bahan ajar dalam bentuk yang relevan dengan sistem *e-learning* Undana.



**Gambar 2.** Desain cover bahan ajar

Cover bahan ajar dirancang dalam bentuk formal standar yang memuat komponen seperti logo universitas, nama/judul bahan ajar, identitas penulis, dan identitas unit kerja penulis, serta tahun pembuatan. Desain cover bahan ajar yang dirancang ditunjukkan pada gambar 2. Dalam perancangan ini ditetapkan jenis huruf yang digunakan bahan ajar adalah *Times New Roman* dengan ukuran 12 pt untuk bagian isi dan 14 pt untuk bagian *cover*.

Selain itu, pada tahap ini juga dirancang struktur dan sistematika bahan ajar yang meliputi gambaran umum materi setiap bab (CPL-MK, CPMK, Sub CPMK, dan *overview* materi), pemaparan materi (definisi, teorema dan bukti, pertanyaan diskusi, contoh soal, dan latihan), dan referensi. Setelah merancang model dan bentuk bahan ajar, pada tahap ini juga dipikirkan format bahan ajar yang sesuai dengan sistem *e-learning* Undana. Dalam hal ini, bahan ajar yang dikembangkan didesain dan dikonversi dalam format pdf dengan menggunakan aplikasi *converter* pdf. Selanjutnya, desain penyajian materi dan aktivitas mahasiswa pada *elearning* juga dirancang pada tahap ini sebagaimana ditunjukkan pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. Tampilan *e-learning* dan integrasi bahan ajar pada *e-learning*

**Tahap Pengembangan (Develop)**

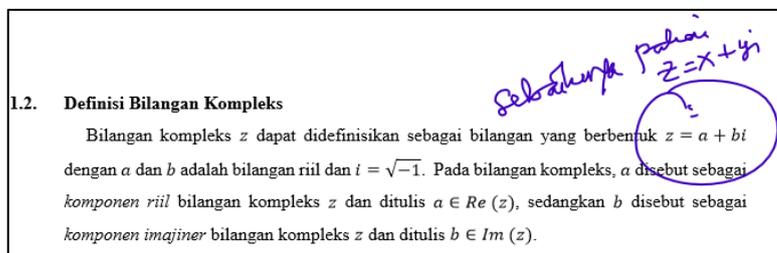
Pada tahap ketiga yaitu tahap pengembangan, dilakukan modifikasi dan penyempurnaan desain awal bahan ajar. Hal ini dilakukan berdasarkan hasil dan saran validasi ahli terhadap bahan ajar yang dikembangkan. Hasil validasi dari 3 validator ditunjukkan dalam tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil Validasi bahan ajar

Aspek	Jumlah indikator/item	Skor			Total
		Validator 1	Validator 2	Validator 3	
Materi/substansi	4	12	16	16	44
Penyajian/konstruksi	3	9	11	12	32
Media	4	12	15	15	42
Bahasa	3	9	12	12	33
<b>Total</b>	14	42	54	55	151
<b>Tingkat validitas (V)</b>		75%	96,4%	98,2	89,9%
<b>Kriteria validitas</b>		Cukup valid	Sangat valid	Sangat valid	Sangat valid

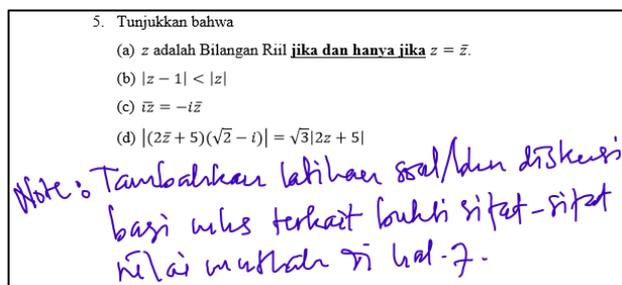
Berdasarkan hasil uji validitas, dapat dilihat bahwa tingkat validitas bahan ajar menurut validator 1 adalah 75% dengan kriteria cukup valid dan perlu adanya revisi minor. Sementara tingkat validitas bahan ajar menurut validator 2 dan validator 3 berturut-turut adalah 96,4% dan 98,25 dengan kriteria validitas adalah sangat valid. Adapun rata-rata tingkat validitas ketiga validator adalah 89,9% dan termasuk dalam kriteria sangat valid. Meskipun rata-rata tingkat validitas berada pada kategori sangat valid, peneliti tetap mempertimbangkan beberapa catatan revisi terutama yang disampaikan validator 1. Beberapa poin revisi tersebut antara lain sebagai berikut.

1. Sebaiknya bentuk umum bilangan kompleks menggunakan bentuk  $z = x + iy$ , untuk mempermudah memahami konsep bilangan kompleks secara geometris, akar bilangan kompleks dan transformasi sederhana, yang sering memanfaatkan konsep pasangan berurutan pada bidang kompleks.



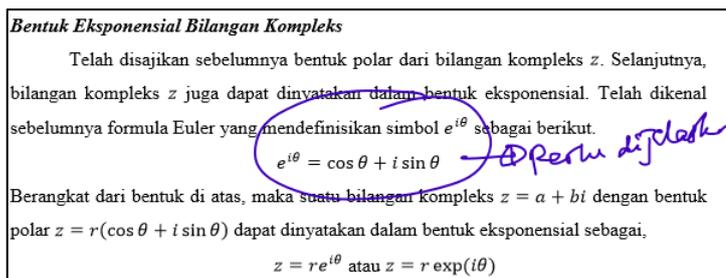
Gambar 4. Revisi penulisan bentuk umum bilangan kompleks

2. Tambahkan sebagai bahan diskusi mahasiswa pada halaman 9, untuk membuktikan semua sifat-sifat nilai mutlak bilangan kompleks, karena sifat tersebut akan sering digunakan pada materi selanjutnya.



Gambar 5. Revisi pada latihan soal dan diskusi

3. Perlu penjelasan lebih detail untuk formula Euler pada sub bab “Bentuk Eksponensial Bilangan Kompleks” di halaman 16.



Gambar 6. Revisi terkait penjelasan formula Euler

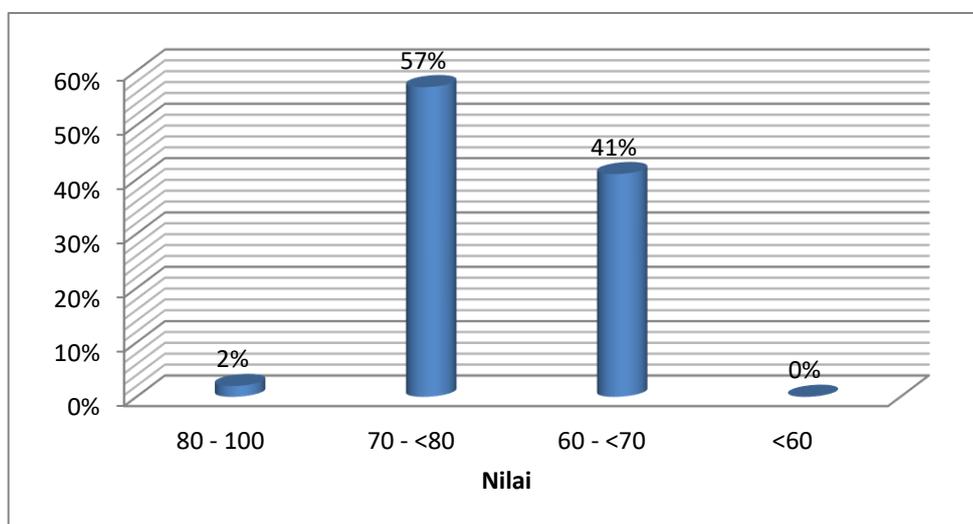
Beberapa catatan revisi di atas, selanjutnya ditindaklanjuti oleh peneliti untuk melakukan revisi dan penyesuaian yang diperlukan. Untuk poin revisi pertama, peneliti mengganti penulisan bentuk umum bilangan kompleks  $z = a + ib$  dengan bentuk  $z = x + iy$ . Untuk poin revisi kedua, peneliti memberikan bukti untuk beberapa sifat nilai mutlak dan menambahkan sebagai bahan diskusi dan latihan soal pembuktian sifat-sifat lainnya. Sementara untuk poin revisi ketiga, peneliti memaparkan terlebih dahulu penjelasan terkait formula Euler sebelum digunakan dalam menyatakan bentuk eksponensial bilangan kompleks.

Selain itu, pada tahap ini juga diuji praktikalitas dan efektifitas bahan ajar. Uji praktikalitas bahan ajar berbasis *e-learning* dilakukan dengan menggunakan angket yang diisi oleh mahasiswa sebagai subjek penelitian. Hasil uji praktikalitas tersebut dapat dilihat pada tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil uji praktikalitas bahan ajar

Aspek	Jumlah indikator/item	Skor	
		Dosen	Mahasiswa
Mudah diakses dan digunakan	2	8	327
Mudah dipahami	2	7	301
Sesuai dengan materi	2	8	298
Menarik	2	7	335
Dapat digunakan secara mandiri	2	7	312
<b>Total</b>	10	37	1573
<b>Tingkat praktikalitas (P)</b>		92,5%	85,5%
<b>Kriteria praktikalitas</b>		Sangat praktis	Sangat praktis

Berdasarkan hasil uji praktikalitas bahan ajar pada dosen pengampuh mata kuliah dan 46 mahasiswa subjek penelitian dapat dilihat bahwa bahan ajar termasuk dalam kategori sangat praktis. Data pada tabel 5 menunjukkan bahwa tingkat praktikalitas bahan ajar menurut dosen dan mahasiswa berturut-turut sebesar 92,5% dan 85,5% yang berarti bahan ajar sangat praktis.



**Gambar 7.** Diagram sebaran nilai mahasiswa pada kelas eksperimen dan control

Sementara efektifitas bahan ajar analisis kompleks berbasis *e-learning* dapat dilihat dari deskripsi nilai akhir mahasiswa pada kelas eksperimen yang menggunakan bahan ajar yang dikembangkan. Sebaran mahasiswa pada setiap interval nilai dapat ditunjukkan oleh diagram pada gambar 7. Berdasarkan data pada diagram di atas dapat dilihat bahwa 100% mahasiswa yang menggunakan bahan ajar analisis kompleks berbasis *e-learning* memperoleh nilai akhir lebih dari ambang batas nilai 60. Data tersebut juga menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa memperoleh nilai pada interval nilai 70 sampai kurang dari 80.

Efektifitas bahan ajar yang dikembangkan juga dapat dilihat dari perbandingan nilai akhir mahasiswa pada kelas eksperimen dengan mahasiswa pada kelas kontrol sebagaimana ditunjukkan pada tabel 6.

**Tabel 6.** Perbandingan nilai kelas control dan ekperimen

Kelas	Statistik			
	Rata-rata	Simpangan baku	Nilai Maks	Nilai Min
Kontrol	67,87	4,31	77,5	62
Ekperimen	70,33	4,53	85,25	67,75

Data pada tabel 6 di atas menunjukkan bahwa secara deskriptif nilai akhir mahasiswa yang menggunakan bahan ajar analisis kompleks berbasis *e-learning* lebih tinggi dari mahasiswa pada kelas kontrol yang tidak menggunakan bahan ajar yang sama. Dapat dilihat bahwa mahasiswa pada kelas eksperimen memiliki rata-rata nilai sebesar 70,33 dengan simpangan baku sebesar 4,53. Sementara nilai maksimum dan minimumnya berturut-turut adalah 85,25 dan 67,75. Adapun pada kelas kontrol rata-rata nilai akhir mahasiswa lebih rendah yaitu 67,87 dengan simpangan baku 4,31. Nilai maksimum dan minimum pada kelas kontrol pun lebih rendah yaitu 77,5 dan 62,5.

Adapun signifikansi perbedaan nilai akhir mahasiswa pada kelas eksperimen dan kontrol dapat dilihat dari hasil uji *t* menggunakan SPSS 25 berikut ini.

**Tabel 7.** Hasil uji *t* dengan SPSS

		Levene's Test for Equality of Variances		Independent Samples Test			t-test for Equality of Means		95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Nilai	Equal variances assumed	.152	.698	2.093	65	.040	2.46118	1.17609	.11236	4.81000
	Equal variances not assumed			2.132	40.660	.039	2.46118	1.15417	.12968	4.79268

Berdasarkan hasil uji di atas dapat dilihat bahwa nilai  $t_{hitung} = 2,093 > t_{tabel} = 1,997$  dan nilai sig. (2-tailed) = 0,040 <  $\alpha = 0,05$ . Hal ini berarti hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai akhir mahasiswa yang menggunakan bahan ajar analisis kompleks berbasis *e-learning* dengan mahasiswa yang tidak menggunakan bahan ajar yang sama. Hasil ini pun mempertegas bahwa bahan ajar yang dikembangkan efektif untuk meningkatkan hasil belajar mahasiswa.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bahan ajar analisis kompleks berbasis *e-learning* yang dikembangkan telah memenuhi kriteria validitas, praktikalitas, dan efektifitas. Validitas bahan ajar analisis kompleks berbasis *e-learning* yang dikembangkan dapat dilihat dari rata-rata tingkat validitas yang mencapai 89,9% dengan kriteria sangat valid. Meskipun terdapat beberapa catatan dari validator untuk penyempurnaan bahan ajar yang dikembangkan, tetapi secara umum bahan ajar yang dikembangkan dinyatakan valid dan layak untuk digunakan. Hasil penelitian ini pun senada dengan temuan beberapa penelitian terdahulu yang menemukan bahwa pengembangan bahan ajar berbasis *e-learning* dikategorikan valid dan layak digunakan dalam upaya meningkatkan hasil belajar (Rahmawati & Vahlia, 2017; Utomo, Sumarmi, & Susilo, 2015). Adapun praktikalitas bahan ajar analisis kompleks berbasis *e-learning* yang dikembangkan terlihat dari kriteria praktikalitas bahan ajar pada kategori sangat praktis, dengan tingkat praktikalitas menurut dosen dan mahasiswa berturut-turut adalah 92,5% dan 85,5%. Hasil ini pun senada dengan temuan terdahulu yang menemukan bahwa bahan ajar berbasis *e-learning* praktis digunakan dalam proses pembelajaran atau perkuliahan (Munir, 2018; Hamdunah, 2015). Bahan ajar analisis kompleks berbasis *e-learning* yang dikembangkan efektif untuk meningkatkan hasil belajar mahasiswa prodi pendidikan matematika Undana. Hal ini terlihat dari perbedaan nilai akhir yang signifikan antara mahasiswa yang menggunakan bahan ajar dan mahasiswa yang tidak menggunakan bahan ajar. Perbedaan tersebut pun dipertegas dengan rata-rata nilai akhir mahasiswa yang menggunakan bahan ajar lebih tinggi dari pada mahasiswa yang tidak menggunakan bahan ajar. Selain itu, persentase mahasiswa yang mencapai ambang batas nilai 60 mencapai 100% dengan sebagian besar mahasiswa memperoleh nilai pada interval 70 sampai kurang dari 80. Hasil penelitian dan pengembangan ini senada dengan beberapa temuan terdahulu yang menemukan bahwa pengembangan bahan ajar yang valid dan praktis dapat meningkatkan hasil belajar mahasiswa secara efektif (Susanti, 2016). Selain itu, pengembangan bahan ajar analisis kompleks yang valid dan praktis pun memungkinkan adanya peningkatan aktivitas belajar mahasiswa yang dapat menunjang tercapainya hasil belajar secara efektif (Siregar, 2018). Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa pengembangan bahan ajar analisis kompleks berbasis *e-learning* yang valid dan praktis dapat menunjang peningkatan hasil belajar mahasiswa pendidikan matematika Undana.

## **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa bahan ajar analisis kompleks berbasis *e-learning* yang dikembangkan oleh peneliti dapat dikategorikan valid dan layak digunakan. Selain itu, bahan ajar yang dikembangkan juga praktis untuk digunakan dalam proses perkuliahan analisis kompleks baik menurut sudut pandang dosen pengampuh mata kuliah maupun menurut mahasiswa yang menggunakannya. Lebih dari itu, hasil penelitian dan pengembangan bahan ajar analisis kompleks berbasis *e-learning* yang valid dan praktis ini pun efektif untuk meningkatkan hasil belajar mahasiswa prodi pendidikan matematika Undana.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S. (2013). *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Albab, S. U. (2020). Analisis Kendala Pembelajaran E - Learning Pada Era Disrupsi di SMK Terpadu Al-Islahiyah Singosari Malang. *Mudir (Jurnal Manajemen Pendidikan)*, 2(1), 37-46.
- Churton, M. W. (2006). Principles of E-Learning and On-Line Teaching. *Jurnal Pendidikan Terbuka dan Jarak Jauh*, 7(1), 15 – 33.
- Hamdunah. (2015). Praktikalitas Pengembangan Modul Konstruktivisme dan Website pada Materi Lingkaran dan Bola. *Lemma*, 2(1), 35-42.
- Handayani, R. D. (2014). Pengembangan Bahan Ajar Elektronik Berbasis Mobile-Learning Pada Mata Kuliah Optik di FKIP Universitas Jember. *Ta'dib*, 17(1), 81-85.
- Munir, N. P. (2018). Pengembangan Buku Ajar Trigonometri Berbasis Konstruktivisme dengan Media E-Learning pada Prodi Tadris Matematika IAIN Palopo. *Al-Khwarizmi*, 6(2), 167-178.
- Rahmawati, Y., & Vahlia, I. (2017). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis E Learning Pada Matakuliah Evaluasi Pembelajaran Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Mahasiswa. *Aksioma*, 6(2), 169-177.
- Setyawan, F., Prasetyo, P. W., & Nurnugroho, B. A. (2020). Developing Complex Analysis Textbook to Enhance Students' Critical Thinking. *Journal of Research and Advances in Mathematics Education*, 5(1), 26-37.
- Siregar, Y. P. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Mata Kuliah Analisa Kompleks dengan Menggunakan Strategi Inquiry di STKIP Tapanuli Selatan. *Jurnal Education and development*, 4(1), 72-78.
- Solihah, F., Suparman, Taib, B., Machmud, T., Rahman, M., Hairun, M. S. Y., Aboe, R. M., Ardiani, F., Artika, S. (2021). E-Learning Design Based on Moodle to Develop Mathematical Communication Skills of Students. *Sys Rev Pharm*, 12(1), 394-401.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Susanti, N. (2016). Pengembangan Bahan Ajar Analisis Kompleks Terhadap Hasil Belajar Mahasiswa STKIP Muhammadiyah Pagaram. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Tanggal 2 Juni 2016*, 312-323. Palembang: FKIP Universitas Muhammadiyah.
- Susianto, D. (2014). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis E-Learning dengan Menggunakan Model Project Based Learning Pada Mata Kuliah Pemrograman II. *Jurnal Cendikia*, 10(1), 1-9.
- Thiagarajan, S; Semmel, D.S; & Semmel, M.I. 1974. *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook*. Indiana: Indiana University.
- Utomo, D. S., Sumarmi, & Susilo, S. (2015). Pengembangan Bahan Ajar E-Learning Berbasis Edmodo Pada Materi Litosfer Kelas X SMA. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 20(2), 1-8.
- Yudhana, A. S. L. & Kusuma, W. A. (2021). Kelebihan Dan Kekurangan Learning Management System (LMS) Menggunakan Pendekatan Literature Review, dan User Persona. *Jurnal Syntax Admiration*, 2(9), 1617-1628.