

PENGEMBANGAN MODUL DIGITAL MATERI KEBUMIHAN UNTUK MENINGKATKAN LITERASI IKLIM DI INDONESIA

Rosmiati¹, Muhammad Satriawan²

¹Program Studi Pendidikan Fisika, STKIP BIMA, Indonesia

²Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

Email: rosebiru1@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul digital pada materi Kebumihan untuk menciptakan literasi masyarakat tentang perubahan iklim. Pengembangan dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu analisis materi, perancangan media, pembuatan media, validasi ahli, implementasi, dan evaluasi. Media dikembangkan dengan menggunakan aplikasi Adobe Flash dan divalidasi oleh 5 orang ahli dan diimplementasikan kepada 73 calon guru fisika yang terdiri dari (29 kelas eksperimen dan 34 kelas kontrol) di salah satu universitas di Bandung - Indonesia. Data dianalisis secara deskriptif, komparatif, serta perhitungan N-gain. Berdasarkan hasil analisis data, hasil validasi ahli menyatakan bahwa modul digital materi Kebumihan materi perubahan iklim layak digunakan walaupun ada sedikit revisi pada bagian materi. Selanjutnya berdasarkan uji independent sample terdapat perbedaan hasil belajar tentang perubahan iklim pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Dan berdasarkan uji sampel berpasangan bahwa terdapat pengaruh penggunaan modul digital materi Kebumihan materi perubahan iklim terhadap hasil belajar calon guru fisika pada kelas eksperimen. Selain itu, berdasarkan perhitungan N-Gain dalam penelitian ini lebih efektif dibandingkan yang tidak menggunakan modul digital serta memberikan respon yang sangat positif terhadap pemanfaatan modul digital materi Kebumihan. Oleh karena itu, modul digital perkuliahan sangat cocok digunakan sebagai alat untuk mempelajari perubahan iklim.

Kata Kata Kunci: Literasi Iklim, Materi Kebumihan, Modul Digital

ABSTRACT

This research aims to develop digital modules on Earth materials to create community literacy about climate change. Development is carried out through several stages: material analysis, media design, media creation, expert validation, implementation, and evaluation. The media was developed using the Adobe Flash application, validated by five experts, and implemented in 73 physics teacher candidates consisting of (29 practical classes and 34 control classes) at a university in Bandung - Indonesia. Data were analyzed descriptively, comparatively, and by calculating N-gain. Based on the results of data analysis, the results of validity of the expert state that the digital module on Earth material on climate change is suitable for use even though there is a slight revision in the material section. Furthermore, based on the independent sample test, there are differences in learning outcomes about climate change in the experimental and control classes. And based on the paired sample test that there is an effect of using digital modules on Earth material on climate change on the learning outcomes of prospective physics teachers in the experimental class. In addition, based on the N-Gain calculations in this study, it is more

effective than those who do not use digital modules and provides a positive response to using digital modules for Earth materials. Therefore, the digital lecture module is very suitable for studying climate change.

Keywords: *Climate Literacy, Earth Materials, Digital Modules*

PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan era industri 4.0 menuntut manusia bekerja keras untuk beradaptasi dengan segala aspek kehidupan (Carvalho et al., 2018; Manda & Dhaou, 2019). Salah satu kunci keberhasilan mengatasi kendala era industri 4.0 adalah (literasi sains) karena dengan literasi seseorang dapat memecahkan sendiri permasalahan setiap hari dan secara kreatif menghasilkan suatu produk (Liao et al., 2018; Cacundangan & Garcia, 2017). Salah satu literasi yang harus ditingkatkan pada manusia adalah literasi iklim. Saat ini pengaruh iklim sangat mempengaruhi kehidupan manusia di semua sektor, antara lain pendidikan, ekonomi, perdagangan dan lainnya (Veron et al., 2016; Lawless et al., 2018). Hujan saat musim kemarau dan kemarau panjang saat waktunya hujan merupakan hal yang sangat mempengaruhi kehidupan di masyarakat dan masih banyak lagi dampak dari perubahan iklim (Rojas-Downing et al., 2017; IPCC, 2014). Literasi iklim adalah kemampuan untuk memahami ruang lingkup iklim, menggunakan pengetahuan ilmiah dan membantu membuat keputusan tentang fenomena alam dan interaksinya dengan manusia. Dengan literasi iklim dapat membantu menambah pengetahuan tentang segala sesuatu yang berhubungan dengan perubahan iklim dan meningkatkan tingkat pemahaman dalam menarik kesimpulan dari informasi yang diperoleh masyarakat sehingga mengurangi dampak bencana alam akibat perubahan iklim di segala sektor kehidupan manusia dan bersifat mampu membuat keputusan yang terinformasi dan bertanggung jawab atas semua tindakan yang dapat memengaruhi iklim (Xu et al., 2017; Kagawa & Selby, 2012; Duong et al., 2012).

Rendahnya tingkat pengetahuan masyarakat tentang iklim saat ini mengharuskan literasi iklim diberikan di berbagai tingkat pendidikan (Cacundangan & Garcia, 2017; Veron et al., 2016). Pengembangan modul digital materi Kebumihan materi perubahan iklim merupakan salah satu cara untuk meningkatkan literasi iklim bagi masyarakat khususnya bagi pelajar. Modul digital merupakan media yang dapat digunakan untuk mengkomunikasikan perubahan iklim agar lebih mudah dipahami dan juga sebagai produk jasa iklim di Indonesia. Modul digital dapat dilihat sebagai media dan sumber belajar sederhana dengan komponen interaktif yang menyajikan materi tentang perubahan iklim. Modul digital ini berfungsi untuk meningkatkan kualitas proses belajar mengajar, (Güneş & Bahçivan, 2018; Rosmiati et al., 2017; Belland et al., 2015; Hidayatno et al., 2019)

Selain itu dengan meningkatkan literasi iklim melalui pengembangan modul digital materi Kebumihan materi perubahan iklim diharapkan mampu keluar dari tantangan era industri 4.0 dengan literasi iklim agar menjadi individu yang menghasilkan informasi ilmiah untuk mengatasi kecemasan dalam kehidupan sehari-hari (Fadilah et al., 2022). Artikel ini menjelaskan proses perkembangan dan hasil implementasi modul digital yang bertujuan untuk mengkomunikasikan kepada masyarakat khususnya kepada mahasiswa terkait fenomena alam yang selalu terjadi di Indonesia yang menimbulkan bencana alam yaitu bencana bentuk hidrologi

sehingga merugikan berbagai sektor seperti energi, air, pariwisata, kesehatan, pertanian, pendidikan, ekosistem, dan kehutanan, serta wilayah pesisir dan dataran rendah. Melalui pendidikan, informasi tentang fenomena alam yang sering terjadi di Indonesia dapat digunakan untuk merangsang dialog dalam pembahasan adaptasi dan mitigasi sehingga siswa memiliki kemampuan dalam hal literasi iklim.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (Research and Development), yaitu suatu metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Tahapan pengembangan modul digital yang dilakukan terdiri dari lima tahap yaitu analysis, design, development, implementation, dan evaluating. pada tahap pengembangan, setelah media modul digital dikembangkan, dilakukan uji validitas ahli oleh 5 validator yang berkompeten yaitu validator ahli media dan validator materi kemudian validator diminta untuk memberikan penilaian dan saran secara umum terhadap media modul digital yang dikembangkan, apakah media modul digital yang telah dikembangkan dapat dikatakan valid atau tidak valid. selanjutnya pada tahap implementasi, media modul digital diterapkan pada 73 calon guru fisika semester 5 di dua perguruan tinggi di kota Bandung – Indonesia, dengan tata cara sebelum pelaksanaan subjek penelitian diberikan pre-test dan setelah pelaksanaan diberikan post-test untuk mengukur peningkatan pemahaman tentang perubahan iklim. selanjutnya pada tahap evaluasi, subjek penelitian diberikan kuesioner untuk mengetahui respon subjek penelitian terhadap penggunaan modul digital. soal pre-test dan post-test terdiri dari 10 soal pilihan ganda dan 5 butir soal essay dan angket yang digunakan untuk mengevaluasi pelaksanaan modul digital terdiri dari 10 soal dengan 4 pilihan pilihan yaitu STS: sangat tidak setuju, TS: tidak setuju, S: setuju dan SS: sangat setuju. Untuk analisis data, hasil uji validitas pakar dianalisis menggunakan uji Content Validity Ratio (CVR), data pretest dan posttest dianalisis menggunakan N-gain, independent-sample t-test, uji sampel berpasangan, dan data respon. subjek penelitian dianalisis secara deskriptif. Pengujian CVR dihitung dengan menggunakan rumus (1) sebagai berikut:

$$CVR = \frac{n - N/2}{N/2} \quad (1)$$

dimana N adalah jumlah panel ahli dan n adalah jumlah panel ahli yang menyatakan sah.

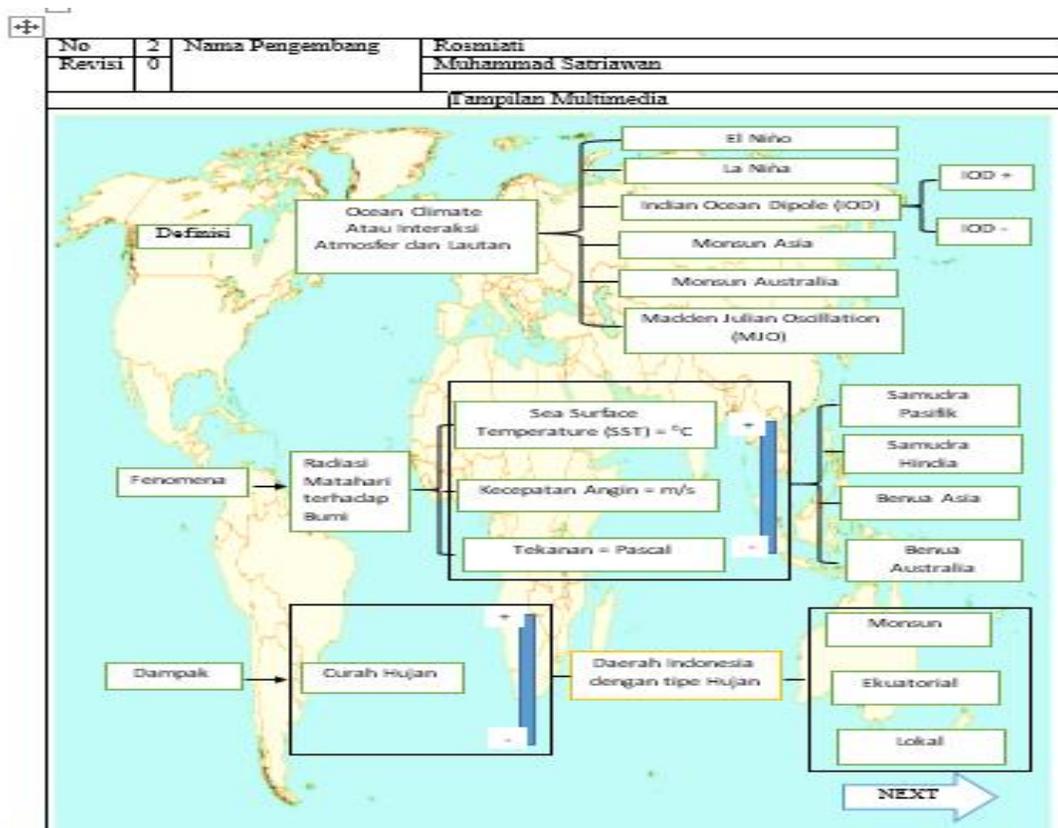
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang disajikan dalam penelitian ini berupa data kualitatif yang dijelaskan secara deskriptif dan data kuantitatif yang dianalisis menggunakan SPSS 24. Untuk lebih jelasnya penulis memaparkan data yang diperoleh pada setiap tahap pengembangan modul digital.

1. Analisis Bahan

Berdasarkan hasil analisis materi yang telah dilakukan, isi materi yang terdapat dalam modul digital terdiri dari tiga sub bab yaitu pengertian perubahan iklim, fenomena perubahan iklim dan dampak perubahan (Rosmiati et al., 2020; R. Rosmiati & Satriawan, 2019). Selain itu, ada juga soal latihan untuk mengukur pemahaman pengguna modul digital. Dalam pengertian

perubahan iklim dijelaskan interaksi antara atmosfer dan laut, meliputi konsep El-Nino, La Nina, Indian Ocean Dipole (IOD), Monsun dan konsep Madden Julian Oscillation, (Nur'utami & Hidayat, 2016; Balica et al., 2014; Hermawan, 2018). Selanjutnya pada bagian Fenomena Perubahan iklim, menjelaskan radiasi matahari ke bumi sebagai faktor utama terjadinya berbagai fenomena perubahan iklim pengaruh radiasi matahari terhadap suhu permukaan laut (SST), kecepatan angin, tekanan udara dan contoh berbagai fenomena efek radiasi di lautan Pasifik, Samudera Hindia, Benua Asia, dan Benua Australia serta pengaruhnya terhadap iklim Indonesia (Xu et al., 2017; Science & Kong, 2013). Sedangkan pada sub bagian Dampak perubahan iklim, menggambarkan berbagai dampak perubahan iklim di Indonesia seperti terjadinya beberapa jenis curah hujan di Indonesia (pola hujan monsun, hujan ekuatorial, dan hujan lokal) (Molnar & Cronin, 2015) dan menjelaskan hubungan kondisi geografis Indonesia dengan beberapa jenis curah hujan (Yamanaka et al., 2018; Nur'utami & Hidayat, 2016) Struktur makro material ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur Makro Modul Digital materi Kebumihan materi perubahan iklim

Materi yang dianalisis didukung oleh data yang berkaitan dengan perubahan iklim. Data dikumpulkan dari situs resmi National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (Aplikasi Teknologi Penginderaan Jauh (NOAA), 2004) dan Japan Agency for ocean-earth science and technology (JAMSTEC) (Jamstec, 2012) dan di kerjasama dengan Lembaga

Penerbangan dan Antariksa Bandung (LAPAN). Data ini tersedia di setiap web seperti ENSO, IOD, Sun center, monsun dan tipe curah hujan.

2. Pengembangan Modul Digital

Selama fase pengembangan modul digital, beberapa langkah yang dilakukan yaitu merancang media dengan menyiapkan storyboard, membuat modul digital, melakukan validasi ahli dan melakukan uji coba skala besar.

a. Desain Storyboard

Langkah pertama yang telah dilaksanakan pada tahapan ini dengan menentukan jenis aplikasi yang digunakan untuk mengembangkan media pembelajaran. Hal ini dilakukan agar dapat disesuaikan dengan pembuatan storyboard. Papan cerita penting untuk membuat modul digital lebih mudah dan lebih cepat. Gambar 2 adalah contoh storyboard pada subtopik El Nino. Dalam adegan ini diintegrasikan dengan simulasi dan video pendek untuk memperjelas bagaimana proses El Nino terjadi. Hampir semua subtopik dilengkapi fasilitas berupa simulasi dan video pendek agar pembaca lebih mudah memahami materi dan tertarik untuk mempelajari iklim menggunakan modul digital.

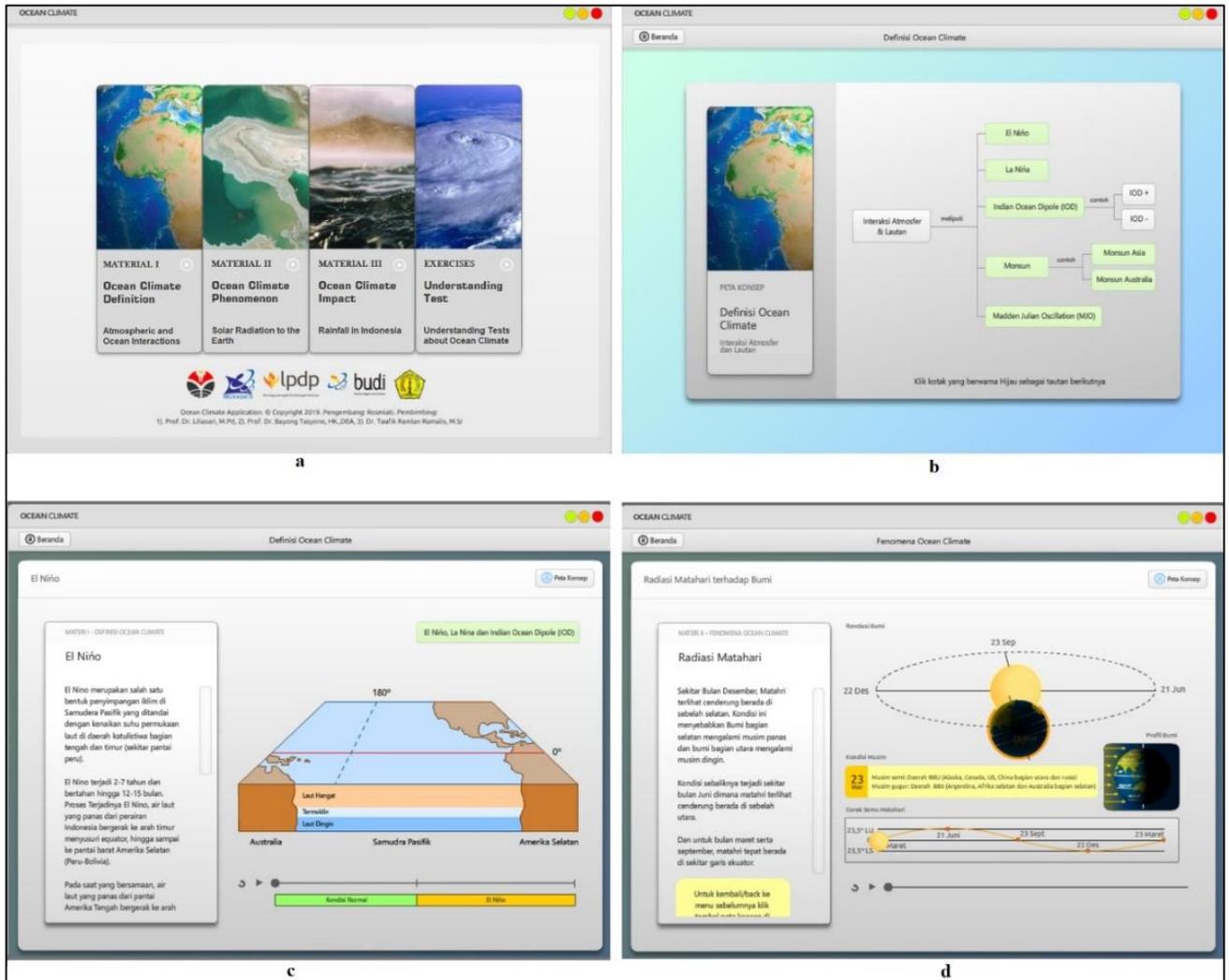
No	3	Nama Pengembang	Kosmiati
Revisi	0		Muhammad Satriawan

Tampilan Multimedia	
<p>Keterangan :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ Scene ini memuat tampilan – tampilan yang mewakili isi multimedia ➢ Tampilan-tampilan gambar diambil dari potongan – potongan animasi yang menarik ➢ Untuk melakukan penyelidikan maka mahasiswa harus menekan NEXT ➢ Jika tombol next maka akan maju ke scene berikutnya ➢ Jika menekan tombol El Nino maka akan muncul scene 3 ➢ Jika menekan tombol La Nina maka akan muncul scene 4 ➢ Jika menekan tombol IOD maka akan muncul scene 5 ➢ Jika menekan tombol monsun maka akan muncul scene 6 ➢ Jika menekan tombol monsun Asia maka akan muncul scene 7 ➢ Jika menekan tombol monsun Australia maka akan muncul scene 8 ➢ Jika menekan tombol MJO maka akan muncul scene 9 ➢ Jika menekan tombol Radiasi matahari maka akan muncul scene 10 ➢ Jika menekan tombol pasifik maka akan muncul scene 11 (Note: jika memungkinkan, moboo di Indonesia ada hujan yang turun, SST di warna orange, kecepatan angin tanda panah dan tekanan warna biru muda serta tombol +/- bisa di naik turunkan) ➢ Jika menekan tombol hindia maka akan muncul scene 12 (Note: jika memungkinkan, moboo di Indonesia ada hujan yang turun, SST di warna orange, kecepatan angin tanda panah dan tekanan warna biru muda serta tombol +/- bisa di naik turunkan) ➢ Jika menekan tombol Asia maka akan muncul scene 13 (Note: jika memungkinkan, moboo di Indonesia ada hujan yang turun, kecepatan angin dari Asia tanda panah dan tekanan + warna biru muda di Asia serta tombol +/- bisa di naik turunkan) ➢ Jika menekan tombol Australia maka akan muncul scene 14 (Note: jika memungkinkan, moboo di Indonesia ada hujan yang turun, kecepatan angin dari Australia tanda panah dan tekanan + warna biru muda di Australia serta tombol +/- bisa di naik turunkan) ➢ Jika menekan tombol monsun maka akan muncul scene 15 ➢ Jika menekan tombol ekuatorial maka akan muncul scene 16 ➢ Jika menekan tombol lokal maka akan muncul scene 17 (Note: jika memungkinkan, keterangan pembagian curah hujan dikuatkan animasi turun hujan) ➢ Jika menekan tombol latihan soal maka akan muncul scene 18 ➢ Jika menekan tombol next dari latihan soal maka akan muncul scene 19 	<p>Keterangan :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ Scene ini memuat definisi El Nino ➢ Tampilan Awal adalah teori, mahasiswa harus menekan tombol "panah bawah" untuk memunculkan Gambar ➢ Tampilan-tampilan gambar diambil dari potongan – potongan animasi yang menarik ➢ Untuk melakukan penyelidikan maka mahasiswa harus menekan NEXT ➢ Jika tombol next maka akan maju ke scene berikutnya

Gambar 2. Contoh Storyboard pada sub materi El Nino

b. Membuat Perangkat Lunak modul digital materi Kebumihan materi perubahan iklim

Pada tahap ini, modul digital dibuat berdasarkan storyboard yang telah disiapkan pada tahap sebelumnya. Modul digital dibuat menggunakan aplikasi Adobe Flash. Adobe Flash adalah aplikasi untuk membuat animasi 2 dimensi yang menarik dan interaktif. Gambar 3 dibawah ini adalah tampilan modul digital yang telah dikembangkan.



Gambar 3. Screenshot Tampilan Modul Digital

Gambar 3 merupakan tampilan modul digital, dimana Gambar 3a merupakan halaman depan modul digital yang terdiri dari menu definisi perubahan iklim, fenomena perubahan iklim, pengaruh kejadian perubahan iklim, dan latihan soal. Masing-masing menu dihubungkan dengan materi masing-masing sesuai dengan makrostruktur yang ditunjukkan pada gambar 3 b. Dan setiap sub materi akan lebih detail dengan penjelasan yang didukung dengan simulasi dan video pendek seperti terlihat pada Gambar 3c dan gambar 3d. Selain itu, modul digital difasilitasi dengan navigasi yang dapat diubah untuk mensimulasikan berbagai fenomena yang terjadi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3c dan 3d.

c. Validasi Ahli

Setelah mengembangkan modul digital, dilakukan uji validitas ahli. hal ini dilakukan dengan berkonsultasi dengan lima ahli untuk menilai teknis modul digital, karakteristik tampilan dalam perangkat lunak pembelajaran, fungsi perangkat lunak pembelajaran dan materi pembelajaran. Hasil nilai CVR modul digital yang diberikan penilaian oleh validator, diperoleh seperti terlihat pada tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Uji validitas konten modul digital menggunakan perhitungan CVR

No	Item	Validator			Jumlah		CVR	Inter Pretasi	
		1	2	3	4	5			
1	Teknis	1	1	1	1	1	5	1	Sesuai
2	Karakteristik tampilan	1	1	1	1	1	5	1	Sesuai
3	Fungsi	1	1	1	1	1	5	1	Sesuai
4	Bahan	1	1	1	0	1	4	0,6	Sedikit Revisi

Berdasarkan hasil analisis data uji validitas ahli terlihat pada tabel 1 bahwa tiga indikator penilaian dinyatakan valid oleh lima validator. Sedangkan salah satu indikator merupakan indikator materil, ada validator yang belum dinyatakan valid dan harus direvisi. Bagian materi yang direvisi adalah kesalahan pada sub materi El Nino yang dipertukarkan antara Pantai Barat dan pantai timur dan disarankan untuk menambah fenomena yang disebabkan dan dipengaruhi oleh perubahan iklim.

d. Uji Coba Skala Besar (Implementasi)

Setelah modul digital direvisi kemudian diimplementasikan pada 73 orang calon guru fisika yang dibagi menjadi dua kelas yaitu 29 orang terdapat di kelas eksperimen dan 34 orang terdapat di kelas kontrol pada sebuah universitas di kota Bandung – Indonesia. Kelas eksperimen merupakan kelas yang menggunakan media modul digital dalam pembelajarannya sedangkan kelas kontrol adalah kelas yang melaksanakan pembelajaran tanpa media modul digital. sebelum pembelajaran dilakukan kedua kelas diberikan soal pre-test dan setelah pembelajaran diberikan post-test. Berikut data pengukuran pada tahap implementasi:

Tabel 2. Hasil T-test dengan Independent Samples Test

		t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Post-test	Varians yang sama diasumsikan	5.072	61	.000	12.58671	2.48165
	Varians yang sama tidak diasumsikan	5.072	59.714	.000	12.58671	2.47862

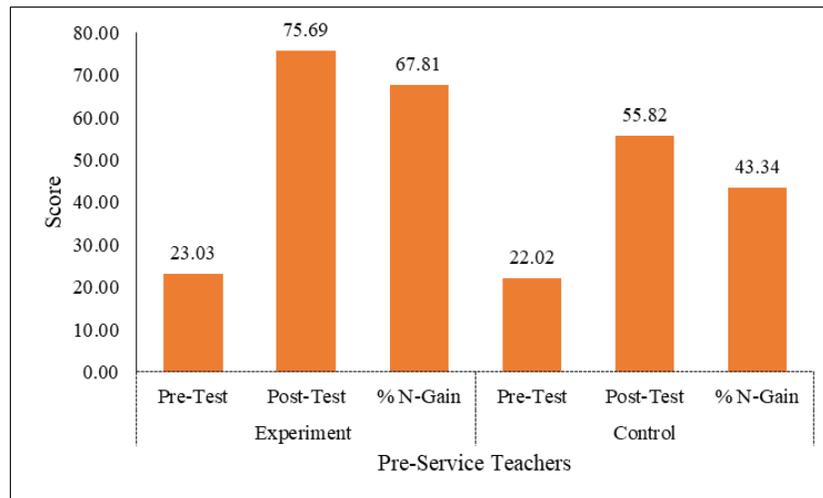
Tabel 2 menjelaskan hasil penelitian antara dua kelas yaitu menggunakan uji-t (independent sampled test). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan hasil belajar materi perubahan iklim pada kelas eksperimen dengan menerapkan modul digital yang telah dikembangkan dan kelas kontrol kebalikan dari kelas eksperimen. Dan berdasarkan hasil analisis data yang ditunjukkan pada tabel 2 diperoleh nilai t hitung sebesar 5,072 > t tabel (0,679) artinya terdapat perbedaan hasil belajar tentang perubahan iklim pada kelas eksperimen dengan kelas kontrol. Selain itu juga dapat dilihat dari nilai signifikansi (2-tailed) yang diperoleh 0,00 < 0,05 yang berarti terdapat perbedaan hasil belajar pada kedua kelas tersebut. (Rohaeti et al., 2019; Adnan, 2019; Sutopo, 2019) menyatakan bahwa penggunaan multimedia interaktif memberikan hasil yang positif. Sehingga dengan menggunakan Multimedia Interaktif dapat meningkatkan hasil belajar siswa, multimedia mampu meletakkan landasan kongkrit dalam berpikir untuk mengurangi ‘verbalisme’, meningkatkan minat siswa, menjadikan pembelajaran lebih menyenangkan sehingga berdampak pada hasil belajar yang lebih memuaskan. Namun perbedaan hasil belajar tersebut belum diketahui apakah dipengaruhi oleh penggunaan modul digital atau dipengaruhi oleh faktor lain. oleh karena itu, perlu dilakukan analisis lebih lanjut apakah modul digital berpengaruh terhadap hasil belajar calon guru fisika dengan melakukan uji t sampel berpasangan.

Tabel 3. Hasil uji-t dengan uji sampel berpasangan

		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1	Pretest - Posttest	-47.86207	27.51950	3.61349	13.245	57	.001

Tabel 3 merupakan hasil uji-t pada kelas eksperimen dengan menggunakan uji sampel berpasangan. Berdasarkan data yang disajikan dalam tabel 3 sehingga diperoleh nilai t hitung sebesar (13,245) > dari t tabel (0,679) dan nilai signifikan (2 tailed) diperoleh 0,00 < 0,05 artinya pembelajaran dengan menggunakan PAUD berpengaruh terhadap hasil belajar Pra -pelayanan guru fisika pada materi perubahan iklim. Menurut (Macgilchrist, 2019; R Rosmiati et al., 2017) menyatakan bahwa “media pembelajaran merupakan alat yang berfungsi untuk memperjelas maksud dari pesan yang disampaikan, membantu proses belajar mengajar serta membantu mempercepat mencapai tujuan pembelajaran dengan lebih baik dan tepat”. Media pembelajaran

dapat meningkatkan hasil belajar karena para siswa lebih banyak melakukan kegiatan belajar, tidak hanya mendengar ceramah guru di depan kelas akan tetapi juga kegiatan lain seperti mengamati, melakukan dan demonstrasi. Sehingga media pembelajaran sangat bermanfaat bagi proses belajar mengajar (Gohain, 2020; Firdaus et al., 2019; Rosmiati et al., 2013). Mengetahui efektifitas penggunaan modul digital dalam pembelajaran maka dilakukan perhitungan uji N-Gain di bawah ini.



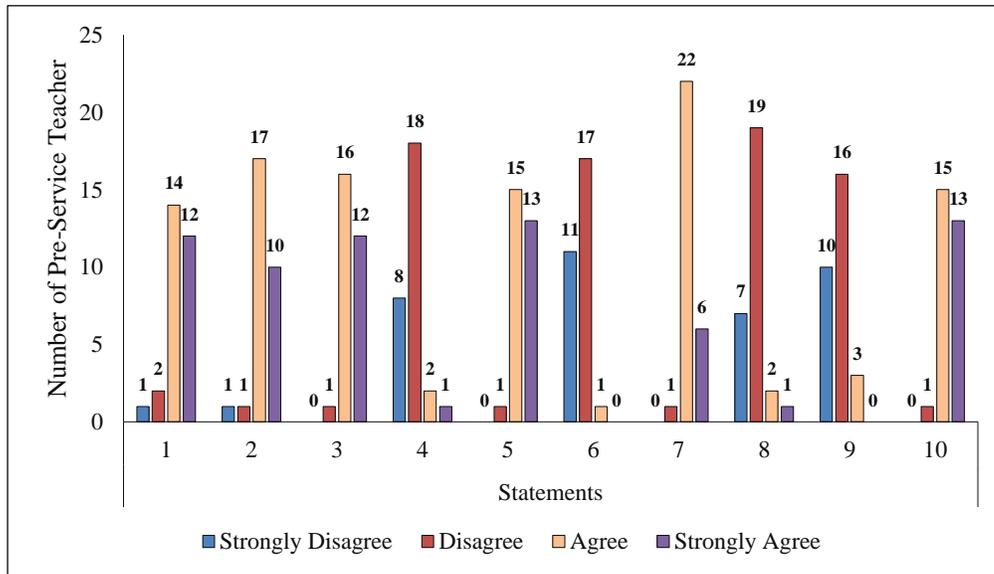
Gambar 4. *Histogram pre-test, post-test, dan rata-rata N-Gain*

Berdasarkan Gambar 4 terdapat persentase nilai N-Gain yang didapatkan kelas eksperimen sebesar 67,81 dengan kategori efektif sedangkan persentase nilai N-Gain yang didapatkan kelas kontrol sebesar 43,34 dengan kategori kurang efektif. Artinya penggunaan media modul digital untuk pembelajaran perubahan iklim lebih efektif dibandingkan pembelajaran konvensional. penggunaan modul digital membantu calon guru fisika memahami konsep-konsep abstrak yang tidak dapat diamati secara langsung seperti proses El Nina atau El Nino. Melalui simulasi yang disajikan oleh modul digital memudahkan calon guru fisika dalam memahami konsep. Hal ini sejalan dengan apa yang diungkapkan oleh (Gohain, 2020; Rosmiati et al., 2020) bahwa salah satu manfaat media interaktif adalah dapat membantu pengguna untuk memahami sesuatu yang abstrak.

d. Evaluasi

Pada tahap ini dilakukan evaluasi terhadap pelaksanaan program pembelajaran dengan tujuan untuk mengetahui sikap calon guru fisika ada kegiatan pembelajaran secara keseluruhan dan bagaimana tanggapan calon guru fisika terhadap penggunaan modul digital selama proses pembelajaran. Terdapat 10 pernyataan yang terdiri dari 6 pernyataan positif dan 4 pernyataan negatif (pernyataan 4,6,8,9) dan di akhir angket disediakan tempat untuk menuliskan saran penggunaan modul digital. pernyataan-pernyataan tersebut adalah (1) fasilitas navigasi yang disediakan sangat membantu dalam penggunaan modul digital, (2) materi yang disajikan dalam media modul digital menggunakan bahasa yang mudah dipahami dan tidak menimbulkan makna ganda, (3) pemilihan jenis huruf, ukuran dan ruang yang digunakan memudahkan saya dalam membaca materi yang disampaikan, (4) gaya penyajian materi dalam modul digital sangat membosankan, (5) dari setiap penyampaian yang disajikan, saya dapat menyimpulkan dan

menemukan ide-ide penting tentang materi perubahan iklim, (6) dalam setiap penyampaian yang disampaikan dalam modul digital terdapat kata atau kalimat yang tidak saya pahami, (7) saya dapat menghubungkan materi yang disampaikan dalam modul digital dengan hal-hal yang pernah saya lihat, pernah saya lakukan atau alami dalam kehidupan sehari-hari, (8) Saya belum mendapatkan ilmu baru dari materi yang disampaikan dalam modul digital, (9) setelah mempelajari perubahan iklim dengan menggunakan modul digital saya tidak yakin dapat melakukan mitigasi dan adaptasi terhadap bencana yang diakibatkan oleh fenomena yang berkaitan dengan perubahan iklim, (10) mempelajari perubahan iklim menggunakan modul digital sangat menyenangkan.



Gambar 5. Hasil Respon Calon guru fisika terhadap modul digital

materi perubahan iklim seperti terlihat pada Gambar 5 yang secara keseluruhan responnya sangat positif. Hal ini terlihat dari 6 pernyataan positif yang hampir semua tanggapan calon guru fisika “setuju” dan “sangat setuju”. Begitu juga dengan 4 pernyataan negatif, hampir semua calon guru fisika “tidak setuju” dan “sangat tidak setuju”. Dan dari beberapa respon siswa yang terekam dalam lembar respon siswa, mereka sangat antusias ingin belajar dan memahami iklim lebih dalam dengan menggunakan modul digital. Penggunaan multimedia dalam pembelajaran terbukti sangat efektif karena siswa dapat dengan mudah memahami dengan cepat konteks materi, disebabkan oleh pada media terdapat gambar, audio dan video yang bergerak. Dengan menggabungkan gambar, audio dan video yang bergerak serta mengintegrasikan teks maka merupakan awal dari pembelajaran yang bermakna. Dengan menggunakan multimedia siswa dapat melihat, mendengar bahkan berinteraksi sehingga rasa keterlibatan siswa dalam penggunaan multimedia pembelajaran interaktif lebih dari sekedar menggunakan buku teks dan gambar. (Satriawan & Rosmiati, 2017; Labonnote et al., 2019; Mubarok et al., 2021.) Artinya modul digital secara tidak langsung dapat menimbulkan literasi iklim terhadap siswa, dengan adanya literasi iklim dalam pembelajaran diharapkan siswa memiliki kemampuan yang harus dimiliki, yaitu: a) memiliki kemampuan pengetahuan dan pemahaman konsep dan proses ilmiah. diperlukan untuk berpartisipasi dalam masyarakat di era digital, b) kemampuan menemukan atau menentukan jawaban atas pertanyaan yang berasal dari rasa ingin tahu terkait dengan pengalaman sehari-hari, c) memiliki kemampuan, menjelaskan dan memprediksi fenomena

sehingga mampu memitigasi dan beradaptasi dengan bencana alam (Veron et al., 2016; Cacundangan & Garcia, 2017; Colston & Thomas, 2019).

PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa modul digital yang dikembangkan sangat tepat digunakan untuk membantu calon guru fisika memahami materi tentang perubahan iklim. pembelajaran perubahan iklim menggunakan modul digital jauh lebih efektif dibandingkan pembelajaran tanpa menggunakan modul digital. respon calon guru fisika terhadap penggunaan modul digital sangat positif, dengan modul digital sebagai media untuk mempelajari perubahan iklim calon guru fisika menjadi lebih termotivasi dan mampu memahami materi abstrak dengan mudah. Penulis menyarankan penelitian lebih lanjut untuk memasukkan lebih banyak bahan untuk memprediksi fenomena yang disebabkan oleh perubahan iklim.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, M. (2019). *The Use of the Interactive Whiteboard in Mathematics Lessons towards the Achievement and Motivation of Year Five Students in the Topic of Space*. 28(8), 777–781.
- Balica, S. F., Popescu, I., Beevers, L., & Wright, N. G. (2013). Parametric and physically based modelling techniques for flood risk and vulnerability assessment: A comparison. *Environmental modelling & software*, 41, 84-92.
- Belland, B. R., Gu, J., Armbrust, S., & Cook, B. (2015). Scaffolding argumentation about water quality: a mixed-method study in a rural middle school. *Educational Technology Research and Development*, 63(3), 325–353. <https://doi.org/10.1007/s11423-015-9373-x>
- Cacundangan, K. L., & Garcia, M. E. Z. (2017). *Students " Climate Change Literacy : Implication for Climate Change Education in Public Secondary Schools in Kabacan , North Cotabato*.
- Carvalho, N., Chaim, O., Cazarini, E., & Gerolamo, M. (2018). Manufacturing in the fourth industrial revolution: A positive prospect in Sustainable Manufacturing. *Procedia Manufacturing*, 21, 671–678. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.170>
- Colston, N. M., & Thomas, J. (2019). Climate change skeptics teach climate literacy? A critical discourse analysis of children's books. *Journal of Science Communication*, 18(4), 1–22. <https://doi.org/10.22323/2.18040202>
- Duong, T. M., Ranasinghe, R., Luijendijk, A., Ngo, H., & Roelvink, D. (2012). Climate Change Impacts on the Stability of Small Tidal Inlets: A numerical modelling study using the Realistic Analogue approach. *The International Journal of Ocean and Climate Systems*, 3(October 2015), 163–172. <https://doi.org/10.1260/1759-3131.3.3.163>
- Fadilah, H., Hamdani, D., & Purwanto, A. (2022). *Pengembangan modul suhu dan kalor dengan pendekatan saintifik untuk melatih literasi sains peserta didik di sma*. 4(3), 185–192.
- Firdaus, T., Erwin, E., & Rosmiati, R. (2019). Eksperimen Mandiri Siswa dalam Penentuan Percepatan Gravitasi Bumi pada Materi Gerak Jatuh Bebas. *Titian Ilmu: Jurnal Ilmiah Multi Sciences*, 11(1), 31–36. <https://doi.org/10.30599/jti.v11i1.385>
- Gohain, J. (2020). *Technology and Empowerment of Women: Role of Digital Media in Democracy*. 29(02), 2830–2836.

- Gunes E., & Bahçivan, E. (2018). A mixed research-based model for pre-service science teachers' digital literacy: Responses to which beliefs and how and why they interact questions. *Computers and Education*, 118 (2), 96–106. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.11.012>
- Hermawan, E. (2018). Impact of teleconnection between Indian Ocean Dipole (IOD) and El Nino at normal (neutral) phase condition on the Java Monsoon rainfall variability. *Journal of Physics: Conference Series*, 1130(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1130/1/012038>
- Hidayatno, A., Destyanto, A. R., & Hulu, C. A. (2019). Industry 4.0 technology implementation impact to industrial sustainable energy in Indonesia: A model conceptualization. *Energy Procedia*, 156, 227–233. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.11.133>
- IPCC. (2014). Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Summary for Policymakers and Technical Summary. In *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Part of the Working Group III Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415416.005>
- Kagawa, F., & Selby, D. (2012). Ready for the Storm: Education for Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation and Mitigation1. *Journal of Education for Sustainable Development*, 6(2), 207–217. <https://doi.org/10.1177/0973408212475200>
- Labonnote, N., Lappégard Hauge, Å., & Sivertsen, E. (2019). A climate services perspective on Norwegian stormwater-related databases. *Climate Services*, 13(February 2018), 33–41. <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2019.01.006>
- Lawless, K. A., Brown, S. W., Rhoads, C., Lynn, L., Newton, S. D., Brodowiksa, K., Oren, J., Riel, J., Song, S., & Wang, M. (2018). Promoting students' science literacy skills through a simulation of international negotiations: The GlobalEd 2 Project. *Computers in Human Behavior*, 78, 389–396. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.08.027>
- Liao, Y., Loures, E. R., Deschamps, F., Brezinski, G., & Venâncio, A. (2018). The impact of the fourth industrial revolution: A cross-country/region comparison. *Producao*, 28. <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20180061>
- Macgilchrist, F. (2019). Cruel optimism in edtech: when the digital data practices of educational technology providers inadvertently hinder educational equity. *Learning, Media and Technology*, 44(1), 77–86. <https://doi.org/10.1080/17439884.2018.1556217>
- Manda, M. I., & Dhaou, S. Ben. (2019). Responding to the challenges and opportunities in the 4th industrial revolution in developing countries. *ACM International Conference Proceeding Series, Part F1481*, 244–253. <https://doi.org/10.1145/3326365.3326398>
- Molnar, P., & Cronin, T. W. (2015). Growth of the Maritime Continent and its possible contribution to recurring Ice Ages. *Paleoceanography*, 30(3), 196–225. <https://doi.org/10.1002/2014PA002752>
- Mubarok, A. Z., Pendidikan, M., Fakultas, F., & Pendidikan, I. (n.d.). *Pengembangan Modul Elektronik Fisika untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik Pada Materi Hukum Newton*.
- Nurutami, M. N., & Hidayat, R. (2016). Influences of IOD and ENSO to Indonesian Rainfall Variability: Role of Atmosphere-ocean Interaction in the Indo-pacific Sector. *Procedia Environmental Sciences*, 33, 196–203. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.03.070>
- Rohaeti, E. E., Bernard, M., & Primandhika, R. B. (2019). Developing interactive learning media for school level mathematics through open-ended approach aided by visual basic application for excel. *Journal on Mathematics Education*, 10(1), 59–68.

- <https://doi.org/10.22342/jme.10.1.5391.59-68>
- Rojas-Downing, M. M., Nejadhashemi, A. P., Harrigan, T., & Woznicki, S. A. (2017). Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. *Climate Risk Management*, 16, 145–163. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2017.02.001>
- Rosmiati, Jatmiko, B., & Madlazim. (2013). *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Blended Learning Model Cooperative Untuk*. 3(1), 294–298.
- Rosmiati, R., & Satriawan, M. (2019). The ocean climate phenomenon: The challenges of earth physics lectures in Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(3). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/3/032038>
- Rosmiati, R, Rahmawati, E., & Suswati, L. (2017). Development of learning module based on physical simulation in improving understanding of physics concept of students. *Seminar Nasional Fisika (SNF) 2017, November*, 15–21. <https://fisika.fmipa.unesa.ac.id/proceedings/index.php/snf/article/view/16/6>
- Rosmiati, Rosmiati, Liliarsari, L., Tjasyono, B., Ramalis, T. R., & Satriawan, M. (2020). Adaptasi dan Mitigasi Bencana Alam untuk Mahasiswa Calon Guru Fisika Melalui Pengembangan LKM. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 11(1), 1. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v11i1.5272>
- Satriawan, M., & Rosmiati, R. (2017). Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kontekstual Dengan Mengintegrasikan Kearifan Lokal Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Pada Mahasiswa. *JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains)*, 6(1), 1212. <https://doi.org/10.26740/jpps.v6n1.p1212-1217>
- Science, E. I., & Kong, H. (2013). *ENSO Contribution to Aerosol Variations over the Maritime Continent and the Western North Pacific during 2000-10. September*. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-12-00253.1>
- Sutopo, A. (2019). *Developing Student ' s Translation Skill Using Interactive Method*. 28(8), 725–733.
- Tjasyono, B., & Ramalis, T. R. (n.d.). *Measuring level of reflective thinking of physics pre-service teachers using effective essay argumentation. 1*.
- Veron, D., Marbach-Ad, G., Wolfson, J., & Ozbay, G. (2016). Assessing Climate Literacy Content in Higher Education Science Courses: Distribution, Challenges, and Needs. *Journal of College Science Teaching*, 045(06). https://doi.org/10.2505/4/jcst16_045_06_43
- Xu, Z., Tang, Y., Connor, T., Li, D., Li, Y., & Liu, J. (2017). Climate variability and trends at a national scale. *Scientific Reports*, 7(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-03297-5>
- Yamanaka, M. D., Ogino, S. Y., Wu, P. M., Jun-Ichi, H., Mori, S., Matsumoto, J., & Syamsudin, F. (2018). Maritime continent coastlines controlling Earth's climate. *Progress in Earth and Planetary Science*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40645-018-0174-9>