

ISSN 2988-0521



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA

2022

**“MEWUJUDKAN PENDIDIKAN FISIKA YANG UNGGUL,
TERKEMUKA, DAN BERDAYA SAING DI BIDANG
LINGKUNGAN LAHAN BASAH DAN KEARIFAN LOKAL”**

BANJARMASIN, 17 SEPTEMBER 2022



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT**

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2022

“Mewujudkan Pendidikan Fisika yang Unggul, Terkemuka, dan Berdaya Saing di Bidang Lingkungan Lahan Basah dan Kearifan Lokal”

**Aula Hasan Bondan FKIP Universitas Lambung Mangkurat
Banjarmasin, 17 September 2022**



Lambung Mangkurat University Press

ISSN 2988-0521

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2022

“Mewujudkan Pendidikan Fisika yang Unggul, Terkemuka, dan Berdaya Saing di Bidang Lingkungan Lahan Basah dan Kearifan Lokal”

Speaker

Prof. Dr. Ida Hamidah, M.Si.
Sukarmin, S.Pd., M.Si., Ph.D.
Dr. Muhammad Arifuddin, M.Pd.

Advisory Board

Prof. Dr. I Wayan Suastra, M.Pd (Universitas Pendidikan Ganesha)
Prof. Dr. Ida Hamidah, M.Si. (Universitas Pendidikan Indonesia)
Prof. Dr. Insih Wilujeng, M.Pd. (Universitas Negeri Yogyakarta)
Prof. Dr. Mundilarto, M.Pd (Universitas Negeri Yogyakarta)
Prof. Lia Yulianti, M.Pd (Universitas Negeri Malang, Indonesia)
Dr. Achmad Samsudin, S.Pd., M.Pd. (Universitas Pendidikan Indonesia)
Dr. Gunarjo Suryanto Budi, M.Sc (Universitas Palangkaraya)
Dr. Ketang Wiyono, M.Pd. (Universitas Sriwijaya, Indonesia)
Dr. Ninis Hadi Haryanti, M.S. (Universitas Lambung Mangkurat)
Dr. Sahrul Saehana, M.Si. (Universitas Tadulako, Indonesia)
Dr. Siska Desy Fatmaryanti, M.Si. (Universitas Muhammadiyah Purwarejo)
Dr. Zulkarnaen, M.Si. (Universitas Mulawarman, Indonesia)
Irfan Yusuf, M.Pd (Universitas Papua)
Wahyudi, M.Pd., M.Si (IKIP PGRI Pontianak)

Steering Committee :

Dr. Hj. Ade Yeti Nuryantini, S.Pd., M.M.Pd. (UIN Sunan Gunung Djati)
Dr. Indah Slamet Budiarti, M.Pd. (Universitas Cendrawasih)
Dr. Masturi, M. Si. (Universitas Negeri Semarang)
Dr. Mustika Wati, M.Sc. (Universitas Lambung Mangkurat)
Dr. Suyidno, M.Pd. (Universitas Lambung Mangkurat)
Dr. Laili Komariyah, M.Si. (Universitas Mulawarman)
Drs. Evendi, M.Pd (Universitas Syiah Kuala)
Antomi Saregar, M.Pd., M.Si (Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung)
Eko Wahyu Nur Sofianto, M.Pd. (UIN Antasari Banjarmasin)
Haris Rosdianto, S.T., M.Pd. (STIKIP Singkawang)
Hena Dian Ayu, M.Pd., M.Si (Universitas Kanjuruhan Malang)
Khaerus Syahidi, M.Pd (Universitas Hamzanwadi)
Muhammad Minan Chusni, S.Pd., M.Pd. (UIN Sunan Gunung Djati)

Muhammad Nur Hudha, M.Pd (Universitas Kanjuruhan Malang)
Muhammad Syahrul Kahar, S.Pd., M.Pd (Universitas Muhammadiyah Sorong)
Nurhayati, M. Pd., M. Si (IKIP PGRI Pontianak)
Nurul Fitriah Sulaeman, S.Pd., M.Pd, Ph. D. (Universitas Mulawarman, Indonesia)
Pri Ariadi Cahya Dinata, M.Pd. (Universitas Palangka Raya)
Saparini, M.Pd (Universitas Sriwijaya, Indonesia)
Sarah Miriam, M.Sc., M.Pd. (Universitas Lambung Mangkurat)
Utama Alan Deta, S.Pd., M.Pd., M.Si. (Universitas Negeri Surabaya)
Wayan Suana, S.Pd., M.Si. (Universitas Lampung)
Yuni Arfiani, S.Pd. Si., M.Pd. (Universitas Pancasakti Tegal)

Organizing Committee

Chair Dewi Dewantara, M.Pd.
Member Surya Haryandi, M.Pd.
 Misbah, M.Pd.
 Andy Azhary, S.Pd.
 Herru Soepriyanto S., SE
 Saiyidah Mahtari, M.Pd.
 Raihanah Zulfah

Reviewer

Nurul Fitriah Sulaeman, S.Pd., M.Pd, Ph. D.
Dr. Sahrul Saehana, M.Si.
Dr. Mustika Wati, M.Sc.
Dr. Suyidno, M.Pd.
Dr. Syahmani, M.Si.
Dr. Binar Kurnia Prahani, M.Pd.
Dr. Fathul Zannah, M.Pd.
Dr. Muhammad Minan Chusni, S.Pd., M.Pd.
Sarah Miriam, M.Pd., M.Sc.
Sri Hartini, M.Sc.
Saparini, M.Pd.
Wahyudi, M.Pd., M.Si

Editor

Dewi Dewantara, M.Pd.
Misbah, M.Pd.
Saiyidah Mahtari, M.Pd.
Surya Haryandi, M.Pd.
Abdul salam M., M.Pd.
Mastuang, M.Pd.
Drs. Zainuddin, M.Pd.

Layout and Cover : Dewi Dewantara, M.Pd.

ISSN 2988-0521

Kerjasama

Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Lambung Mangkurat
dengan

Physical Society of Indonesia (PSI) Cabang Kalsel

Penerbit:

Lambung Mangkurat University Press, 2023

d/a Pusat Pengelolaan Jurnal dan Penerbitan ULM

Lantai 2 Gedung Perpustakaan Pusat ULM

Jl. BrigJend H. Hasan Basry, Kayutangi-Banjarmasin 70123

Kotak Pos 219 Kalimantan Selatan

Telp./Fax : (0511) 4772124

ANGGOTA APPTI (004.035.1.03.2018)

PRAKATA PROSIDING

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2022

“Mewujudkan Pendidikan Fisika yang Unggul, Terkemuka, dan Berdaya Saing di Bidang Lingkungan Lahan Basah dan Kearifan Lokal”

Pendidikan merupakan factor utama dalam membentuk sebuah peradaban bangsa. Pendidikan memiliki peranan penting dalam upaya peningkatan mutu Pendidikan. Pendidik dituntut untuk menjadi profesional sehingga mampu memanfaatkan kemajuan teknologi informasi dengan cepat, untuk meningkatkan kualitas proses belajar mengajar. Pendidik harus mampu berinovasi dan mengembangkan ide-ide kreatif dalam proses pembelajaran. Pendidik harus mampu menerapkan pembelajaran inovatif sebagai alternatif dalam meningkatkan strategi belajar mengajar demi menghadapi berbagai tantangan di masa depan.

Belajar adalah suatu pendekatan yang dilakukan agar peserta didik bisa memilih pelajaran yang diminati. Hal ini dilakukan agar peserta didik mampu mengoptimalkan bakatnya dan bisa memberikan sumbangan yang paling baik dalam berkarya bagi bangsa. Institusi pendidikan tinggi yang bertugas menghasilkan guru profesional menyikapi tantangan ini dengan meningkatkan kualitas pendidikan, melakukan inovasi pembelajaran dan pengembangan ilmu pengetahuan melalui penelitian dan publikasi hasil-hasil penelitian di berbagai bidang.

Seminar Nasional Pendidikan Fisika 2022 diselenggarakan oleh Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lambung Mangkurat (ULM) bekerja sama dengan Physical Society of Indonesia (PSI) cabang Kalimantan Selatan. Seminar Nasional Pendidikan Fisika mencakup beberapa bidang studi, antara lain strategi, model, metode, media, dan evaluasi dalam pembelajaran fisika, kimia, biologi, matematika, hasil penelitian fisika, kecerdasan buatan, dan pendidikan secara umum.

Tema yang diangkat adalah “Mewujudkan Pendidikan Fisika yang Unggul, Terkemuka, dan Berdaya Saing di Bidang Lingkungan Lahan Basah dan Kearifan

Lokal”. Seminar ini merupakan forum ilmiah yang sangat tepat untuk berbagi dan mensosialisasikan hasil-hasil penelitian dan kontribusi terbaik dalam menghadapi Era Society 5.0 dengan memperkuat upaya menghasilkan generasi yang Unggul, Berkarakter, dan Berdaya Saing yang merupakan peluang besar bagi bangsa ini.

Atas nama panitia, kami mengucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Lambung Mangkurat, Dekan FKIP, Ketua Jurusan MIPA, dewan pembina, panitia pengarah, seluruh panitia, reviewer, presenter, dan peserta. Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak atas partisipasinya dalam mendukung publikasi ini.

Hormat Saya,

Dewi Dewantara, M.Pd.
Ketua SNPF 2022

KATA PENGANTAR EDITOR

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2022

“Mewujudkan Pendidikan Fisika yang Unggul, Terkemuka, dan Berdaya Saing di Bidang Lingkungan Lahan Basah dan Kearifan Lokal”

Seminar Nasional Pendidikan Fisika 2022 diselenggarakan oleh Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lambung Mangkurat (ULM) bekerja sama dengan Physical Society of Indonesia (PSI) cabang Kalimantan Selatan. Seminar Nasional Pendidikan Fisika mencakup beberapa bidang studi, antara lain strategi, model, metode, media, dan evaluasi dalam pembelajaran fisika, kimia, biologi, matematika, hasil penelitian fisika, kecerdasan buatan, dan pendidikan secara umum.

Tema yang diangkat adalah “Mewujudkan Pendidikan Fisika yang Unggul, Terkemuka, dan Berdaya Saing di Bidang Lingkungan Lahan Basah dan Kearifan Lokal”. Seminar ini merupakan forum ilmiah yang sangat tepat untuk berbagi dan mensosialisasikan hasil-hasil penelitian dan kontribusi terbaik dalam menghadapi Era Society 5.0 dengan memperkuat upaya menghasilkan generasi yang Unggul, Berkarakter, dan Berdaya Saing yang merupakan peluang besar bagi bangsa ini.

Melalui kegiatan Seminar Nasional Pendidikan 2022, hasil-hasil penelitian dan kajian putaka dipublikasikan secara luas, sehingga dapat menjadi alternatif solusi dari permasalahan yang sedang dihadapi Bangsa Indonesia saat ini. Hal ini berkaitan dengan tugas utama masyarakat pendidikan untuk memberikan solusi alternatif yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah terhadap masalah-masalah nyata baik bersifat lokal, regional maupun nasional yang terjadi saat ini.

Seluruh isi dalam prosiding ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Jikadikemudian hari ditemukan indikasi plagiasi dan berbagai macam kecurangan akademik yang dilakukan oleh para penulis, maka pihak penyelenggaran tim editor tidakbertanggung jawab atas segala bentuk plagiasi dan berbagai macam kecurangan akademik yang terdapat pada isis masing-masing naskah yang

diterbitkan dalam prosiding ini. Para penulis tetap mempunyai hak penuh atas isi tulisannya tetapi mengizinkan bagi setiap orang yang ingin mengutip isi tulisan dalam prosiding ini sesuai dengan aturan akademik yang berlaku.

Mei 2022

Editor

DAFTAR ISI

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2022

	Page
Cover	i
Susunan Kepanitiaan	ii
Prakata	Vi
Kata Pengantar Editor	vii
Daftar Isi	x
Sinopsis	viii
Pengembangan Modul Suhu dan Kalor Bermuatan Kearifan Lokal Kuliner Amuntai dalam Setting Strategi Pembelajaran WODEW (Malinda, Lutfiyanti Fitriah, dan Eko Wahyu Nur Sofianto)	1
Materi Ajar Gelombang Berbasis Aplikasi Bookcreator Menggunakan Model Inkuiri Terbimbing: Tinjauan Validitas (Deffara Talitha Izzatia, Zainuddin, Dewi Dewantara, Mastuang, dan Suyidno)	8
Analisis Keterlaksanaan Praktikum dalam Pembelajaran Fisika di Laboratorium SMA Negeri 1 Cigalontang (Ikbal Saepuloh, Rifa'atul Maulidah, Yani Purma, dan Syifa Ulpiah)	15
The Effectiveness of Work and Energy Electronic Teaching Materials Contains Verses Qur'an in the Setting of Generative Learning Model (Siti Aisyah, Zainuddin, and Surya Haryandi)	23
Characteristics of Petung Bamboo Powder Composite Waste as Alternative Basic Material in The Interior Field (Purwanto and Tri Tosan Tri Putro)	34
Pengaruh Suhu Nitriding Terhadap Laju Korosi SS 304 Dan SS 316 Sebagai Material Struktur Reaktor Nuklir (Fajar Al Afghani, Anditania Sari Dwi Putri, dan Ely Nurlaily)	42
Modifikasi Serat Berman (Donax Canniformis) Sebagai Material Campuran Aspal Porus Menggunakan NaOH (Y Saputra1, AWL Zahara, MA Lazuardi, NMS Amada, NH Haryanti)	47
Pengembangan Modul Elektronik Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Kreativitas Peserta Didik pada Materi Suhu dan Kalor (Selviy Noraini, Eko Susilowati, Dewi Dewantara)	52
The effectiveness of student's worksheet about physics of biology to improve student's scientific literacy (Dewi Dewantara, Saiyidah Mahtari, Misbah)	68
Development of Multimodel-based Electronic Teaching Materials about Newton's Law of Gravity to Train Problem Solving Skills (Shelvi Malinda, Abdul Salam M., Dewi Dewantara)	77

SYNOPSIS PROSIDING

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2022

“Mewujudkan Pendidikan Fisika yang Unggul, Terkemuka, dan Berdaya Saing di Bidang Lingkungan Lahan Basah dan Kearifan Lokal”

Pembelajaran fisika akan menjadi lebih bermakna bagi mahasiswa jika segala sesuatu yang dibahas dekat dengan kehidupan sehari-hari mahasiswa. Salah satu hal yang paling dekat dengan siswa adalah lingkungan tempat tinggal dan tempat belajar mahasiswa itu sendiri. Lingkungan yang merupakan potensi lingkungan lokal yang dekat dengan kehidupan mahasiswa yaitu lingkungan lahan basah yang berada di Kalimantan Selatan. Tidak hanya tentang struktur lingkungan, kearifan lokal yang dimiliki warga Kalimantan Selatan juga memiliki ciri khusus karena faktor lingkungan lahan basah tersebut.

Pengintegrasian terhadap lingkungan lahan basah dan segala kearifan lokal yang ada di dalamnya ini selaras dengan visi program studi pendidikan Fisika Universitas Lambung Mangkurat, yakni “ Program Studi Pendidikan Fisika yang terkemuka, berkarakter, dan berdaya saing dalam bidang pendidikan fisika lingkungan lahan basah Tahun 2023”. Terkemuka merupakan pernyataan keunggulan mutu lulusan dan IPTEKS yang dihasilkan. Kualitas yang baik dan terukur sesuai standar mutu pendidikan tinggi. Keunggulan institusi tersebut meliputi kompetensi lulusan, pendidik dan tenaga kependidikan, sarana dan prasarana, pengelolaan, pembiayaan, penilaian pendidikan dan pengajaran, penelitian, pengabdian kepada masyarakat, dan kerjasama. Berdaya saing merupakan pernyataan kemampuan institusi untuk bersaing dengan perguruan tinggi lainnya baik skala nasional, regional, maupun internasional di bidang pendidikan dan pengajaran, manajemen kelembagaan, kualitas SDM, produk riset, dan pengabdian kepada masyarakat serta kompetensi lulusan. Lingkungan lahan basah atau wetland merupakan pernyataan wilayah atau lahan yang sebagian atau seluruhnya kadang-kadang tergenangi oleh lapisan air yang dangkal. Lahan basah adalah wilayah payau, rawa, gambut, atau perairan, baik alami maupun buatan, permanen atau temporer (sementara), dengan air yang mengalir atau diam, tawar, payau, atau asin, termasuk pula wilayah dengan air laut yang kedalamannya di saat pasang rendah (surut) tidak melebihi 6 meter (konversi Ramsar).

Berdasarkan hal tersebut, kami sebagai praktisi dunia pendidikan khususnya Prodi Pendidikan Fisika FKIP ULM Banjarmasin mengadakan Seminar Nasional Pendidikan Fisika dengan tema “Mewujudkan Pendidikan Fisika yang Unggul, Terkemuka, dan Berdaya Saing di Bidang Lingkungan Lahan Basah dan Kearifan Lokal”. Prosiding ini berisi kumpulan beberapa artikel yang sesuai ruang lingkup seminar ini.



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA

Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin

Sabtu, 17 September 2022

Pengembangan Modul Suhu dan Kalor Bermuatan Kearifan Lokal Kuliner Amuntai dalam Setting Strategi Pembelajaran WODEW

Malinda*, Lutfiyanti Fitriah, dan Eko Wahyu Nur Sofianto
Program Studi Tadris Fisika, Universitas Islam Negeri Banjarmasin
Banjarmasin, Indonesia
[*malmalinda2@gmail.com](mailto:malmalinda2@gmail.com)

Abstrak: Tujuan penelitian ini ialah mengetahui kepraktisan pengembangan modul suhu dan kalor bermuatan kearifan lokal kuliner Amuntai dalam *setting* strategi pembelajaran WODEW. Maka dari itu dilakukan penelitian pengembangan modul suhu dan kalor bermuatan kearifan lokal kuliner Amuntai dalam *setting* strategi pembelajaran WODEW. Suhu dan kalor bermuatan kearifan lokal dalam *setting* strategi WODEW yang dikembangkan dalam produk Modul. Modul tersebut telah dinyatakan valid. Penelitian ini menggunakan model pengembangan dengan desain ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implement, Evaluate*). Subjek penelitian ini adalah 26 peserta didik di sekolah SMA Negeri 1 Juai. Teknik pengumpulan data dari penelitian ini adalah survei, wawancara dan observasi. Instrumen penelitian ini adalah lembar angket respon peserta didik. Data yang diperoleh kemudian dihitung persentase lalu masukkan dalam kriteria kepraktisan modul. Aspek pada angket respon memiliki aspek kemudahan dan aspek manfaat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kepraktisan modul dari aspek kemudahan ialah 75.6% dan aspek manfaat ialah 75.3 %, rata-rata kepraktisan modul ialah 75.45% dikategorikan sedang. Disimpulkan bahwa modul fisika bermuatan kearifan lokal kuliner Amuntai dalam *setting* strategi pembelajaran WODEW praktis digunakan dalam pembelajaran.

Kata kunci: Kearifan Lokal; Kuliner Amuntai; Modul; Strategi Pembelajaran WODEW

Abstract: *This study aims to determine the practicality of developing temperature and heat modules charged with local culinary wisdom Amuntai in the setting of WODEW learning strategies. Therefore, research was carried out on developing temperature and heat modules charged with local culinary wisdom Amuntai in setting the WODEW learning strategy. Temperature and heat are charged with local wisdom in the setting of the WODEW strategy developed in the Module product. The module has been declared valid. This study used a development model with an ADDIE (Analyze, Design, Develop, Implement, Evaluate) design. The subjects of this study were 26 students at SMA Negeri 1 Juai. Data collection techniques from this study are surveys, interviews and observations. This research instrument is a student response questionnaire sheet. The data obtained is then calculated as a percentage and entered into the module's practicality criteria. Aspects of the response questionnaire have aspects of convenience and aspects of benefits. The results showed that the practicality of the module from the convenience aspect was 75.6%, the benefit aspect was 75.3%, and the average practicality of the module was 75.45% in the medium category. It was concluded that the physics module charged with local wisdom culinary Amuntai in the setting of the WODEW learning strategy is practically used in learning.*

Keywords: *Local Wisdom; Kuliner Amuntai; Modules; WODEW Learning Strategies*

PENDAHULUAN

Pembelajaran adalah suatu hal yang dapat dirasakan setiap individu dalam proses belajar mengajar untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik (Nurmadiyah, 2016). Pembelajaran yang berkaitan dengan kearifan lokal menjadi pembeda dari penelitian sebelumnya. Berdasarkan survei di sekolah SMA Negeri 1 Juai belum pernah menggunakan modul apalagi bermuatan kearifan lokal dan strategi yang pembelajaran WODEW belum pernah dilakukan. Sehingga peneliti mengangkat judul Pengembangan Modul Suhu dan Kalor Bermuatan Kearifan Lokal. Pembelajaran materi yang tertinggal ialah materi suhu dan kalor. Salah satu solusi untuk menyelesaikan masalah ialah dengan mengembangkan modul. Modul adalah bentuk pelaksanaan cara mengajar dengan memberikan bahan pembelajaran menjadi unit-unit pembelajaran yang masing-masing bagian meliputi satu atau beberapa pokok bahasan (Sarumaha, 2021). Fungsi dan manfaat modul dapat meningkatkan pemahaman konsep pembelajaran, memotivasi peserta didik untuk belajar mandiri dan aktif pada materi suhu dan kalor. Pembelajaran dengan berbasis kearifan lokal berguna bagi guru dalam proses pembelajaran untuk menemukan dan memecahkan masalah. Pembelajaran berbasis kearifan lokal juga mampu meningkatkan aktivitas belajar, hasil belajar, dan karakter peserta didik (Ingtyasningsih, 2021; Oktaviana et al., 2017; Wati et al., 2017; Wati et al., 2021).

Penelitian pada judul ini sudah divalidasi oleh peneliti dan dinyatakan valid. Modul belum dinyatakan baik apabila belum dapat digunakan oleh guru dan peserta didik serta memberikan pengaruh terhadap hasil belajar peserta didik. Maka dari itu perlu melakukan analisis tingkat keterpakaian (kepraktisan). Instrumen untuk melakukan analisis tingkat kepraktisan menggunakan angket respon peserta didik.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan atau *Research and Development (R&D)* dengan model pengembangan ADDIE, sesuai dengan gambar 1.



Gambar 1. Desain Penelitian ADDIE
(Sumber: Sezer, dkk, 2013)

Penelitian ini sampai pada langkah ketiga. Tiga langkah tersebut ialah analisis (*analysis*), perancangan (*design*) dan pengembangan (*develop*). Langkah analisis dan perancangan telah dilaksanakan sampai validitas. Langkah selanjutnya pengembangan masuk dalam tahap uji kepraktisan. Penelitian ini dilaksanakan di bulan Maret 2022 di SMA Negeri 1 Juai. Subjek penelitian ada 26 peserta didik. Pada saat penelitian peserta didik membuka modul yang dikembangkan pada saat mata pelajaran fisika.

Pengumpulan data yang dilakukan menggunakan teknik survei, wawancara dan observasi untuk mengukur ketepatan judul. Pengumpulan data ini menggunakan instrumen penelitian berupa lembar validasi angket respon dan angket respon. Lembar validasi angket respon di validasi oleh guru fisika dan dinyatakan dapat digunakan. Angket respon diisi oleh peserta didik. Setelah memperoleh data dari angket respon tersebut lalu dihitung persentase dan dianalisis dengan kriteria kepraktisan modul (Syafri, 2018).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada langkah pengembangan ini setelah selesai membuat angket respon, angket respon tersebut dikonsultasikan dengan dosen pembimbing dan telah melaksanakan bimbingan. Angket respon tersebut di uji kevalidannya dengan satu orang validator yaitu Mahdalina selaku guru fisika di SMA Negeri 1 Sungai Pandan dinyatakan dapat digunakan tanpa revisi.

Tabel 1. Kisi Kisi Angket Respon Peserta Didik untuk Kepraktisan Modul

Aspek	Indikator
Kemudahan	<ul style="list-style-type: none"> a. Materi disajikan secara sistematis dan bertahap b. Jenis dan ukuran huruf mudah dibaca c. Bahasa yang digunakan Mudah dipahami d. Materi yang disajikan secara keseluruhan mudah dipahami
Manfaat	<ul style="list-style-type: none"> a. Menyajikan gambar yang menarik dan sesuai dengan materi b. Menyajikan peta konsep yang membantu peserta didik dalam memahami materi c. Meningkatkan aktivitas belajar d. Materi yang ada di dalam modul sesuai dengan tujuan pembelajaran e. Meningkatkan interaksi antar peserta didik f. Mengetahui hasil belajar sendiri

Tabel 2. Indikator dari Aspek

Indikator	Pernyataan	Jenis Pernyataan
Aspek Kemudahan	Materi yang terdapat pada modul suhu dan kalor bermuatan kearifan lokal kuliner Amuntai disajikan secara sistematis dan bertahap.	Positif
	Pemilihan huruf dan jenis huruf pada modul suhu dan kalor bermuatan kearifan lokal kuliner Amuntai belum tepat sehingga sulit untuk dibaca	Negatif
	Bahasa pada modul suhu dan kalor bermuatan kearifan lokal kuliner Amuntai sulit dipahami.	Negatif
	Materi yang disajikan pada modul suhu dan kalor bermuatan kearifan lokal kuliner Amuntai secara keseluruhan mudah dipahami.	Positif
Aspek Manfaat	Modul suhu dan kalor bermuatan kearifan lokal kuliner Amuntai menyajikan gambar yang tidak menarik dan tidak sesuai dengan yang dipelajari.	Negatif
	Modul suhu dan kalor bermuatan kearifan lokal kuliner Amuntai menyajikan peta konsep yang membantu saya dalam memahami materi.	Positif
	Modul suhu dan kalor bermuatan kearifan lokal kuliner Amuntai tidak mampu meningkatkan aktivitas belajar saya.	Negatif

Indikator	Pernyataan	Jenis Pernyataan
	Modul suhu dan kalor bermuatan kearifan lokal kuliner Amuntai mampu meningkatkan aktivitas belajar saya seperti mengamati, mengemukakan pendapat, keterampilan pada proses pembelajaran.	Positif
	Belajar secara berkelompok selama proses pembelajaran menggunakan modul suhu dan kalor bermuatan kearifan lokal kuliner Amuntai tidak mampu meningkatkan interaksi dari teman.	Negatif
	Modul suhu dan kalor bermuatan kearifan lokal kuliner Amuntai memudahkan saya untuk belajar secara mandiri karena materinya bisa dipelajari dari rumah.	Positif

Indikator ini memiliki jenis pertanyaan agar peserta didik benar-benar membaca dan memahami isi dan tampilan modul untuk mengetahui kepraktisan modul yang dinyatakan pada angket respon pada aspek kemudahan dan aspek manfaat. Adapun pengembangan modul ke peserta didik menghasilkan angket respon peserta didik untuk mengetahui kepraktisan modul.

Langkah selanjutnya adalah menguji coba angket respon peserta didik dengan tujuan sesuai indikator dan aspek yang dikembangkan oleh produk. Langkah ini peneliti berkonsultasi teknis pengambilan uji coba respon siswa ke guru yang mengajar fisika. Setelah berkonsultasi dengan guru pengajar maka peneliti melakukan uji coba dengan membagi angket kepada siswa. Siswa yang di uji coba responnya adalah kelas XI IPA 1 SMA Negeri 1 Juai. Kelas XI IPA 1 yang mengikuti uji coba ada 26 peserta didik dan 4 peserta didik yang izin sekolah. Siswa pun diberikan penilaian terhadap kepraktisan modul yang dikembangkan. Berikut ini hasil yang didapat dari uji coba kepraktisan modul yang dikembangkan peneliti dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Kepraktisan Angket Respon Peserta Didik

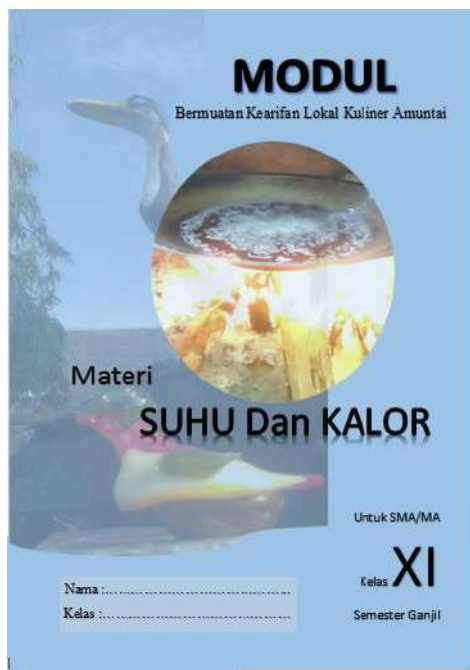
Aspek Penilaian	Persentase	Kategori
Kemudahan	75,6	Sedang
Manfaat	75,3	Sedang
Kepraktisan modul	75.45	Sedang

Hasil produk akan di uji coba dengan angket respon untuk mengetahui kepraktisan modul suhu dan kalor bermuatan kearifan lokal kuliner amuntai dalam *setting* strategi pembelajaran WODEW. Hal ini peneliti harus melakukan konsultasi dengan guru fisika SMA Negeri 1 Juai untuk memilih responden kelas XI IPA 1 SMA Negeri 1 Juai. Oktaviana dkk. (2017) dan Wati dkk. (2017) menyatakan bahwa kepraktisan modul dapat diukur berdasarkan angket respon peserta didik. Oleh karena itu, kepraktisan modul fisika. Pengambilan data respon peserta didik dengan membagikan modul dan angket respon peserta didik secara langsung di kelas. Hasil penelitian ini berdasarkan tabel 3. menyatakan terbagi beberapa aspek yaitu aspek kemudahan, manfaat, dan efisiensi waktu pembelajaran.

Aspek Kemudahan memiliki persentase 75.6% dinyatakan Sedang berarti pengembangan modul ini cukup mudah untuk dipahami oleh peserta didik karena memiliki gambar dan isi tampilan yang menarik (Prastowo, 15). Aspek Manfaat memiliki persentase 75,3% dinyatakan sedang berarti bagi peserta didik menggunakan pengembangan modul dapat mengetahui hasil belajarnya sendiri karena di dalam modul terdapat kunci jawaban maka kemampuan peserta didik dapat diketahui (Prastowo, 2015).

Modul berkaitan dengan kearifan lokal dapat membantu peserta didik belajar dengan baik jika dikaitkan dengan kearifan lokal yang ditemui dalam sehari-hari (Fitriah, 2021; Hartini et al., 2018; Misbah et al., 2020). Adanya muatan kearifan lokal dengan materi fisika memunculkan relevansi fisika dengan kehidupan sekitar. Relevansi tersebut dapat dengan mudah dirasakan, diindera langsung, dan dijumpai sehingga memberikan pembelajaran bermakna bagi peserta didik, dan relevansi ini menjadikan pembelajaran menjadi bermakna karena mereka mampu mengaplikasikan pengetahuan yang mereka peroleh ke dalam kehidupan sehari-hari (Fuad et al., 2018; Hartini et al., 2017).

Rata-rata dari hasil tersebut 75.45% dengan kategori baik dan dapat dinyatakan praktis pada pembelajaran. 75.45% dengan kategori sedang, hal ini menunjukkan bahwa materi secara keseluruhan mudah dipahami oleh peserta didik, hal ini sependapat dengan Prastowo (2015) yang memaparkan bahwa salah satu aspek yang harus diperhatikan dalam menyusun modul adalah menyajikan materi yang jelas sehingga mudah dipahami peserta didik dan peserta didik dapat mengaitkan materi yang dipelajari dari modul dengan apa yang sudah mereka ketahui sebelumnya. Materi yang terdapat dalam modul fisika yang dikembangkan juga sesuai dengan tujuan pembelajaran (Prastowo, 2015). Demikian modul yang dikembangkan praktis untuk peserta didik. Berikut ini tampilan dan isi modul.



a. Gambar Cover



b. Halaman Depan

DAFTAR ISI	
HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
STANDAR KOMPETENSI	ix
PETA KONSEP	v
MAKANAN KULINER AMUNTAI	1
SUHU DAN KALOR	2
A. Suhu	
1. Suhu dan Alat Pengukur	3
2. Skala Termometer	4
3. Pemusatan Zat	7
B. Kalor	
1. Pengertian Kalor	19
2. Kalor Jenis dan Kapasitas Kalor	21
3. Asas Black	24
4. Perubahan Wujud	26
5. Perpindahan Panas	30
C. Rangkuman	37
D. Latihan	39
GLOSARIUM	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	47

c. Daftar Isi

Suhu

1 Suhu dan Alat Pengukur

Salah satu langkah untuk membuat gula-gula ialah dengan menangkai alat dan bahan sebelum dan sesudah dinyalakan api perhatikanlah pada gambar 4. di samping. Setelah dirangkai lalu nyatakan api dan isi air pada gambar 5. di samping. Mengukur suhu yang telah di isi air dapat menggunakan termometer. Termometer memiliki berbagai jenis seperti termometer raksa, termometer alkohol, termometer bimetal, termometer hambatan, termokopel, termometer gas dan pirometer, menggunakan salah satunya terdapat pada gambar 6. termometer tersebut dimasukkan ke dalam wajan yang berisi air dan api yang menyala agar mengetahui berapa nilai suhu.



Gambar 4. Tangkai alat dan bahan
(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2021)



Gambar 5. Api yang menyala dan berisi air
(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2021)



Gambar 6. Alat Pengukur
(Sumber: www.google.com)

Ayo menjawab

Ada yang tau pada gambar 4 dan 5 bahan apa saja yang digunakan? Terbuat dari apa ini? Ayo! Sebutkan.

d. Tampilan pada Modul

SIMPULAN

Kepraktisan modul suhu dan kalor bermuatan kearifan lokal kuliner amuntai dalam setting strategi pembelajaran WODEW termasuk praktis dengan 75.45% dikategorikan sedang. Karena modul ini pertama kali dikembangkan sangat jauh untuk dikategorikan sangat praktis. Dipersilahkan untuk diberikan Saran dan Komentar untuk perbaikan.

DAFTAR PUSTAKA

Fitriah, L. (2021). I-CLORE Teaching Material Based on Katupat Kandungan Local Wisdom on the Topic of Heat and Temperature . *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 9(1).

Fuad, Z., Misbah, M., Hartini, S., & Zainuddin, Z. (2018). Identifikasi kearifan lokal kalimantan selatan sebagai sumber belajar fisika kelas x. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika" MOTOGPE"*.

Hartini, S., Firdausi, S., Misbah, M., & Sulaeman, N. F. (2018). The development of physics teaching materials based on local wisdom to train saraba kawa character. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(2), 130-137.

Hartini, S., Misbah, M., Helda, H., & Dewantara, D. (2017). The effectiveness of physics learning material based on South Kalimantan local wisdom. *AIP Conference Proceedings*, 1868(1), 070006. AIP Publishing LLC.

Ingtyasningsih, D. (2021). Inovasi Pembelajaran Berkearifan Lokal melalui Media Ramah Lingkungan. *Seminar Nasional Pendidikan Dasar 3*.

Nurmadiyah, N. (2016). Media Pendidikan. *Jurnal Keislaman & Peradaban*, 5(1).

Misbah, M., Hirani, M., Annur, S., Sulaeman, N. F., & Ibrahim, M. A. (2020). The Development and Validation of a Local Wisdom-Integrated Physics Module to Grow the Students' Character of Sanggup Bagawi Gasan Masyarakat. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 5(1), 1-7.

- Oktaviana, D., Hartini, S., & Misbah, M. (2017). Pengembangan modul fisika berintegrasi kearifan lokal membuat minyak lala untuk melatih karakter sanggam. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 5(3), 272-285.
- Prastowo, A. (2015). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Diva Press: Jogjakarta.
- Sarumaha, M. (2021). *Biologi Sel: Modul Singkat Sel dalam Perkembangannya*. Jawa Tengah: CV Lutfi Gilang.
- Syafari, F. S. (2018). Pengembangan Modul Pembelajaran Aljabar Elementer di Program Studi Tadris Matematika IAIN Bengkulu, Bengkulu: Zigie Utama.
- Wati, M., Hartini, S., Misbah, M., & Resy, R. (2017). Pengembangan modul fisika berintegrasi kearifan lokal hulu sungai selatan. *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika*, 4(2), 157-162.
- Wati, M., Apriani, R., Misbah, M., Miriam, S., & Mahtari, S. (2021). Pengembangan e-modul suhu dan kalor bermuatan kearifan lokal melalui aplikasi sigil. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 8(1), 112-121.



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA

Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin

Sabtu, 17 September 2022

Materi Ajar Gelombang Berbasis Aplikasi *Bookcreator* Menggunakan Model Inkuiri Terbimbing: Tinjauan Validitas

Deffara Talitha Izzatia, Zainuddin, Dewi Dewantara, Mastuang, Suyidno

Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,

Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin, Indonesia.

dewantara_pfis@ulm.ac.id

Abstrak: Penelitian di latarbelakangi karena belum adanya materi ajar gelombang dengan menggunakan aplikasi *bookcreator*. Maka, dalam penelitian bermaksud untuk mengembangkan materi ajar gelombang berbasis aplikasi *bookcreator* menggunakan model pembelajaran inkuiri terbimbing yang valid, praktis, dan efektif sehingga layak di pergunakan untuk proses suatu pembelajaran berlangsung. Penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan model pengembangan ADDIE. Subjek uji coba pada penelitian ini merupakan peserta didik dari kelas XI MIPA di suatu SMA Negeri di Banjarmasin yang berjumlah 28 peserta didik. Teknik pengumpulan data yang dilakukan menggunakan penilaian validitas berupa lembar validasi yang dinilai terdiri dari tiga orang validator, terdiri dari dua orang akademisi serta satu orang praktisi. Hasil dari penelitian menunjukkan: 1) materi ajar dikembangkan dinyatakan valid dengan nilai reliabilitas 0,62 yang berkategori tinggi, 2) LKPD dikembangkan dinyatakan valid dengan nilai reliabilitas 0,66 dengan kategori tinggi, dan 3) THB dikembangkan dinyatakan valid dengan nilai reliabilitas 0,42 yang berkategori cukup. Dengan demikian, materi ajar gelombang berbasis aplikasi *bookcreator* menggunakan model pembelajaran inkuiri terbimbing layak digunakan dalam proses pembelajaran.

Kata Kunci: materi ajar gelombang; *bookcreator*; inkuiri terbimbing

Abstract: *The background of the studies is due to the fact there may be no wave teaching material the usage of the bookcreator application. So, the studies intends to increase wave teaching materials primarily based at the bookcreator application the usage of a guided inquiry gaining knowledge of model this is valid, practical, and effective in order that it is viable to apply for a studying process to take place. This studies is a improvement studies with ADDIE improvement model. The test subjects on this observe have been students from class XI MIPA at a public high school in Banjarmasin, totaling 28 students. The records collection method became carried out the usage of a validity evaluation within the form of a validation sheet which became assessed to consist of three validators, which include academics and one practitioner. The results of the examine display: 1) the teaching materials developed are declared valid with a reliability value of 0.62 that is classified as high, 2) the LKPD developed is declared valid with a reliability value of 0.66 with a high category, and 3) the developed THB is declared valid with a reliability value of 0, 42 that is classified as enough. as a result, the wave teaching material primarily based at the bookcreator application the usage of the guided inquiry learning model is viable to apply within the studying method.*

Keywords: *wave teaching materials; bookcreator, guided inquiry model*

PENDAHULUAN

Menurut ketentuan umum UU RI No. 20 Tahun 2003 perihal Sistem Pendidikan Nasional, bahwa pendidikan ialah perjuangan sadar serta terarah agar dapat menciptakan kondisi pembelajaran serta proses belajar supaya peserta didik dapat bersungguh-sungguh dalam menumbuhkan kemampuan dirinya agar mempunyai kepiawaian spiritual keagamaan, pengelolaan diri, kepribadian, dan kecerdasan, akhlak perilaku, juga kapabilitas yang dibutuhkan dirinya, warga, bangsa serta Negara (Visimedia, 2007).

Materi ajar disusun secara sistematis dipergunakan oleh pengajar serta peserta didik pada proses pembelajaran, kiprah seorang tenaga pendidik ketika merancang atau menyusun materi ajar dapat memperlihatkan keberhasilan proses pembelajaran dimana materi ajar yang telah dibuat sistematis dan bersesuaian pada kurikulum yang berlaku memungkinkan peserta didik dapat belajar mandiri (Magdalena et al., 2020). Materi gelombang merupakan materi salah satu bab pembelajaran ilmu fisika untuk peserta didik di kelas 11 dalam materi genap dan terdapat dalam kurikulum 2013 revisi (Kanginan, 2013). Tujuan dari proses belajar fisika telah tertuang dalam kerangka kurikulum 2013 yakni memahami konsep serta prinsip dan juga memiliki keahlian untuk meningkatkan suatu pengetahuan serta perilaku yakin pada diri sendiri guna melanjutkan suatu pembelajaran pada jenjang yang lebih tinggi dan dapat meningkatkan teknologi serta ilmu pengetahuan.

Pelaksanaan suatu strategi ataupun suatu model pendidikan ketika mengajar ialah wujud upaya dalam menghasilkan area pembelajaran yang aktif, dapat bekerja sama, memecahkan suatu permasalahan, serta sanggup menerangkan kembali tentang suatu yang sudah dipelajari (Mukhlis, 2017). Pembelajaran yang diinginkan selama ini ialah berpusat pada peserta didik. Tetapi, dalam kenyataan aktivitas belajar yang kerap telah dicoba oleh tenaga pendidik merupakan suatu model pendidikan yang berpusat pada tenaga pendidik (Sukma et al., 2016). Fakta dilapangan menunjukkan terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi tidak efektifnya pembelajaran di sekolah. Kenyataan ini menimbulkan bahwa hasil belajar dari peserta didik tergolong relatif rendah, serta dibutuhkan suatu pendekatan pembelajaran baru yang lebih efisien.

Model dari pembelajaran inkuiri terbimbing ialah salah satu model proses pembelajaran yang bisa tingkatan hasil belajar dari peserta didik karena partisipasi peserta didik dianggap lebih berperan, sehingga peserta didik menjadi aktif, dan tenaga pendidik hanya akan mengarahkan serta membina peserta didik dengan benar. Peserta didik akan berimprovisasi dan menciptakan sendiri konsep fisika yang diketahui. Hal tersebut dapat melancarkan peserta didik agar lebih lama menyimpan suatu yang diketahui dalam materi pembelajaran (Sukma et al., 2016). Berdasarkan observasi awal salah satu kelas di XI MIPA, SMA Negeri di Banjarmasin diketahui bahwa nilai peserta didik dengan hasil rata-rata nilai pada materi sebelum gelombang sebesar 86,43. Sehingga dapat diterapkannya model inkuiri pada materi ajar gelombang di salah satu kelas XI MIPA SMA Negeri di Banjarmasin.

Pada latar belakang serta masalah yang telah dikemukakan, perlu dilakukan upaya untuk mengembangkan materi ajar gelombang berbasis aplikasi *bookcreator*. Sehingga dengan adanya materi ajar yang dikembangkan dapat menambah antusiasme peserta didik untuk pembelajaran fisika. Melalui suatu pembelajaran dengan suatu model pembelajaran yaitu inkuiri terbimbing.

METODE

Penelitian ini adalah jenis penelitian dan pengembangan dengan menggunakan model pengembangan *ADDIE* (Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi). Penelitian ini menggunakan 5 tahapan, yang diawali dengan tahap analisis (kebutuhan, kurikulum, materi ajar, dan karakteristik peserta didik), tahap desain (merancang materi ajar), tahap pengembangan materi ajar gelombang berbasis aplikasi *bookcreator* kemudian dilakukan uji validitas kepada dua pakar akademisi dan satu pakar praktisi. Kemudian, perolehan validitas tersebut ditelaah dengan deskriptif kualitatif, dengan rerata nilai validitas yang sudah diberikan dari 3 orang validator dan disesuaikan dengan kriteria tidak valid $\leq 1,6$; $1,6 <$ kurang valid $\leq 2,2$; $2,2 <$ cukup valid $\leq 2,8$; $2,8 <$ valid $\leq 3,4$; sangat valid $> 3,4$ (Widoyoko, 2016).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini buatan yang dihasilkan adalah materi pembelajaran gelombang berbasis aplikasi *bookcreator* menggunakan model inkuiri terbimbing yang telah dikembangkan dan diuji validitas oleh 3 orang validator yang kemudian di uji cobakan kepada 28 peserta didik pada suatu kelas XI MIPA SMA Negeri di Banjarmasin. Dalam tahap validasi ini dilakukan guna melihat suatu kelayakan materi pembelajaran dikembangkan.

Instrumen validitas penelitian dilaksanakan untuk menunjukkan apakah materi pembelajaran, lembar kerja peserta didik, dan tes hasil belajar yang dikembangkan bisa menjelaskan data dari variabel yang diteliti. Instrumen penilaian materi pembelajaran dikaji pada aspek format, bahasa, isi, penyajian, serta manfaat dari materi ajar yang dikembangkan. Instrumen validitas LKPD dikaji pada aspek format LKPD, bahasa, serta isi. Instrumen validitas THB dikaji dari aspek konstruksi umum serta bahasa. Validator memberikan nilai dengan memberi tanda centang pada setiap kolom pada lembar penilaian dengan skala penilaian setiap aspek 1 sampai 4, di mana 1=tidak baik, 2=kurang baik, 3=baik, dan 4=sangat baik.

Pengembangan dalam materi ajar ini adalah sebagai acuan sumber belajar untuk peserta didik. Pada penelitian ini, pada materi ajar terdapat berbagai informasi mengenai contoh soal gelombang, informasi tentang tokoh fisika, dan informasi mengenai penerapan gelombang dalam kehidupan sehari-hari. Materi ajar gelombang ini dibuat menggunakan aplikasi yang bernama *bookcreator*, yang terdiri atas, *cover*, memuat judul materi ajar yang dikembangkan. Prakata, memuat ungkapan penulis sebagai bentuk terimakasih atas bantuan yang telah diberikan. Daftar isi, memuat daftar nomor halaman judul pada materi ajar. Petunjuk penggunaan, memuat informasi terkait cara menggunakan materi ajar. Peta konsep dan kata kunci, memuat suatu bagan skematis yang bertujuan menyubstitusi kaitan yang berpengaruh antara satu konsep dengan konsep lain, serta kata kunci terkait dengan materi gelombang. Materi ajar, memuat materi yang diajarkan selama tiga pertemuan. *Let's see*, memuat contoh penjelasan soal yang dipaparkan dalam materi ajar. *Let's Try*, memuat soal-soal yang dapat dikerjakan secara individu maupun kelompok. Percikan fisika, memuat informasi yang bisa menunjang peserta didik dalam menambah pengetahuan yang berkaitan dengan gelombang. *Science-person-in-profile*, memuat biodata sang ilmuwan fisika. Rangkuman, memuat ringkasan materi gelombang dengan poin-poin penting. Glosarium, memuat beberapa definisi penting yang berkaitan dengan gelombang. Daftar Pustaka, memuat referensi yang digunakan dalam pembuatan materi ajar gelombang. Biodata penulis, memuat identitas singkat dari penulis. Aplikasi *bookcreator* dipilih sebagai media pembelajaran untuk mengembangkan materi ajar ini, karena dapat memudahkan untuk menyisipkan *link*, seperti *link youtube* dan *link* pengumpulan jawaban melalui *google form*,

aplikasi ini juga dapat menyisipkan video dari *device* laptop, serta dapat menyisipkan audio, jika dirasa perlu.



Gambar 1. Cover Materi Ajar



Gambar 2. Isi Materi Ajar

Validitas materi ajar dilakukan oleh tiga orang validator yang terdiri dari dua orang dosen dari Pendidikan Fisika serta satu orang yang merupakan guru Fisika di salah satu SMA Negeri di Banjarmasin. Hasil ini diperoleh dari penilaian yang terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Validitas Materi Pembelajaran

Aspek Tinjauan	Validitas		Reliabilitas	
	Nilai	Kategori	r11	Kategori
Format Materi Ajar Digital Peserta didik	3,74	Sangat valid		
Bahasa yang digunakan pada Materi Ajar Digital	3,60	Sangat valid		
Isi Materi Ajar Digital	3,42	Sangat valid	0,62	Tinggi
Penyajian Materi Ajar Digital	3,55	Sangat valid		
Manfaat/Kegunaan Materi Ajar Digital	4,00	Sangat valid		

Tabel diatas memperlihatkan hasil validitas materi pembelajaran meliputi format, bahasa, isi, penyajian, dan manfaatnya dan berkategori sangat valid. Selain itu, nilai reliabilitas dari materi ajar yang dikembangkan sebesar 0,62 dengan kategori tinggi. (Wahab, 2018), menyimpulkan bahwa materi pembelajaran merupakan bagian suatu sistem keilmuan pada bahan kajian berupa pemahaman konseptual, konteks isi, metode, bidang ajar juga keterampilan. Dalam pengembangan materi ajar ini bergantung pada komunikasi visual nya. Materi ajar ini dibuat dengan cara menggunakan word yang kemudian penulis rubah menjadi pdf kemudian jpg, dikarenakan pada aplikasi ini hanya dapat memasukkan materi ajar dalam bentuk .ehub, jpg, atau langsung membuat materi ajar pada aplikasi tersebut. Di dalam materi ajar ini terdapat gambar-gambar serta video yang membuat materi ajar lebih menarik. Disisipkan juga *barcode* untuk pengumpulan tugas atau pengumpulan lembar kerja peserta didik jikalau peserta didik melakukan pembelajaran secara *daring*. Selain *barcode*, pada materi ajar ini juga disisipkan beberapa *link* yang memudahkan peserta didik untuk langsung mengakses percobaan fisika secara virtual melalui aplikasi PhET.

Darmiyati Zuchdi (Akbar, 2013), menyatakan bahwa untuk menghasilkan materi pembelajaran yang bagus, maka harus mencermati suatu akurasi. Keakuratan dapat ditinjau pada aspek kecermatan dalam penyajian, absah dalam menguraikan hasil dari penelitian, serta tidak melakukan kesalahan dalam mengutip dari pendapat akademisi. Akurasi ditinjau pada teori juga perkembangan yang baru, serta ancangan keilmuan yang berhubungan. Hasil validasi dari materi ajar yang terdapat pada Tabel 1., di mana diketahui bahwa materi ajar yang dikembangkan memenuhi kategori sangat valid pada semua aspek yaitu meliputi format, bahasa, isi, penyajian, dan manfaat. Secara keseluruhan, hasil penerapan dalam pengembangan materi ajar saat uji coba dan validasi materi ajar termasuk dalam kategori valid/sangat valid dengan reliabilitas yang tinggi, sehingga layak dipergunakan dalam acuan proses belajar-mengajar fisika di kelas (Arikunto, 2013).

Lembar Kerja Peserta Didik juga dikembangkan serta dinilai untuk validitasnya yang berguna dalam melihat keterampilan peserta didik selama melakukan percobaan/pembelajaran berlangsung. LKPD ini berjumlah tiga buah, dan dibagikan ke peserta didik pada setiap pertemuan. Hasil validitas LKPD, terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Validitas LKPD

Aspek Tinjauan	Validitas		Reliabilitas	
	Nilai	Kategori	r11	Kategori
Format LKPD	3,72	Sangat Valid		
Bahasa yang digunakan pada LKPD	3,50	Sangat Valid	0,66	Tinggi
Isi LKPD	3,23	Valid		

Tabel 2. Menunjukkan hasil validitas dari lembar kerja peserta didik yang meliputi aspek format, bahasa, dan isi yang berkategori sangat valid dan valid. Selain itu, nilai reliabilitas dari LKPD peserta didik sebesar 0,66 dengan kategori tinggi. LKPD menjadi salah satu perangkat pembelajaran akan divalidasi, dan bertujuan dalam menyokong pembelajaran dengan model pembelajaran inkuiri terbimbing. Menurut (Aldiyah, 2021), guna membangkitkan atensi belajar peserta didik salah satunya dengan menggunakan LKPD, yang dirancang tidak cuma memperhitungkan kepiawaian kognitif namun diharapkan pula dapat mengkolaborasikan kegiatan fisik peserta didik dalam menguasai konsep materi eksperimen ataupun non- eksperimen. Hasil validitas dari LKPD ini bisa dilihat pada Tabel 2. Diketahui jika LKPD yang dikembangkan memenuhi kategori valid pada seluruh aspek, dilengkapi dengan tahapan- tahapan, yakni tempat mengisi identitas, tujuan percobaan, alat serta bahan, rumusan masalah, rumusan hipotesis, identifikasi variabel, definisi operasional variabel, langkah kerja, gambar rancangan percobaan, hasil dan pembahasan, serta kesimpulan yang masing-masing diberikan tempat untuk peserta didik menjawab. Secara keseluruhan, hasil untuk LKPD ketika validasi termasuk pada kategori baik, dengan reliabilitas tinggi, sehingga layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran fisika (Arikunto, 2013).

THB diberikan untuk peserta didik sebelum serta sesudah diberikan perlakuan menggunakan materi ajar berbasis aplikasi *bookcreator*, yang telah dibandingkan dengan suatu indikator pencapaian KD serta tujuan belajar yang telah dibuat, dan mencakup materi pada setiap pertemuan, dengan tujuh butir essay. Hasil validitas tes hasil belajar telah dinilai oleh tiga orang validator terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Validitas THB

Aspek Tinjauan	Validitas		Reliabilitas	
	Nilai	Kategori	r11	Kategori
Konstruksi Umum	3,66	Sangat Valid	0,42	Cukup
Bahasa yang digunakan pada THB	3,69	Sangat Valid		

Tabel 3. Menunjukkan hasil validitas dari tes hasil belajar yang meliputi aspek konstruksi umum dan bahasa yang berkategori sangat valid dengan nilai reliabilitas sebesar 0,42 yang berkategori cukup. Tes hasil belajar juga termasuk ke dalam perangkat pembelajaran divalidasi dan dibagikan untuk peserta didik sebelum dan sesudah pembelajaran. Upaya guna mengukur seberapa jauh tujuan- tujuan pembelajaran yang sudah tercapai, bisa dicoba dengan penilaian, yakni penilaian hasil belajar. Tes merupakan teknik yang bisa dipergunakan ataupun prosedur yang butuh ditempuh dalam rangka pengukuran serta evaluasi di bidang pendidikan (Kadir, 2015). Dilakukannya tes hasil belajar untuk mengecek peningkatan/penurunan pencapaian pembelajaran yang sudah diikuti oleh peserta didik, dengan 7 jumlah butir soal dengan level kognitif C4 yang sudah bersesuaian dengan tujuan pembelajaran yang telah ditentukan dan diberikan skor beragam. Hasil validitas terlihat di Tabel 3, diketahui bahwasanya tes hasil belajar yang dikembangkan memenuhi kategori sangat valid pada aspek konstruksi umum dan bahasa. Pada validitas tes hasil belajar tergolong kategori sangat valid dengan reliabilitas yang cukup, dan layak digunakan untuk proses pembelajaran fisika di kelas (Arikunto, 2013).

SIMPULAN

Hasil dari validitas materi ajar ini menghasilkan kesimpulan bahwa materi ajar gelombang berbasis aplikasi *bookcreator* menggunakan model inkuiri terbimbing yang dikembangkan termasuk sangat valid serta memiliki reliabilitas 0,62 dengan kategori tinggi. LKPD yang dikembangkan termasuk valid serta memiliki reliabilitas 0,66 dengan kategori tinggi. Dan THB yang dikembangkan termasuk valid dengan reliabilitas 0,42 dengan

kategori cukup. Materi ajar selanjutnya dapat digunakan untuk uji coba dikelas.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Kadir. (2015). Menyusun dan Menganalisis Tes Hasil Belajar. *Al-Ta'dib*, 8(2), 70–81.
- Evy Aldiyah. (2021). Perubahan Gaya Belajar di Masa Pandemi Covid-19. *CENDEKIA : Jurnal Ilmu Pengetahuan*, 1(1), 8.
- Magdalena, I., Sundari, T., Nurkamilah, S., Nasrullah, & Amalia, D. A. (2020). Analisis Bahan Ajar. *Nusantara : Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 2(2), 311–326.
- Mukhlis, M. (2017). Pembelajaran Model Inquiri Terbimbing Pada Materi Besaran Dan Satuan Untuk Meningkatkan Keterampilan Generik Sains Dan Hasil Belajar Mahasiswa. *Lantanida Journal*, 5(1), 29. <https://doi.org/10.22373/lj.v5i1.2057>
- Rohmalina Wahab. (2018). *Psikologi Belajar* (1st ed.). Rajawali Pers.
- S. Eko Putro Widoyoko. (2016). *Penilaian Hasil Pembelajaran di Sekolah : Edisi Revisi*. Pustaka Pelajar.
- Sa'dun Akbar. (2013). *Instrumen Perangkat Pembelajaran* (Anwar Holid (ed.)). Remaja Rosdakarya.
- Suharsimi Arikunto. (2013). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Bumi Aksara.
- Sukma, Komariyah, L., & Syam, M. (2016). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing (Guided Inquiry) dan Motivasi Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa. *Saintifika*, 18(1), 59–63.
- Visimedia. (2007). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional dan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2005 Tentang Guru dan Dosen*. Visimedia. <https://books.google.co.id/books?id=xL1liDUL9yIC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>



Analisis Keterlaksanaan Praktikum dalam Pembelajaran Fisika di Laboratorium SMA Negeri 1 Cigalontang

Ikbal Saepuloh, Rifa'atul Maulidah, Yani Purma, dan Syifa Ulpiah
Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Siliwangi
rifaatulm@unsil.ac.id, ikbalsaepuloh34@gmail.com

Abstract

This study aims to analyze the implementation of laboratory activities in physics learning related to the availability of laboratory equipment, laboratory administration, teaching materials, and the performance of lab activities in physics learning at SMA Negeri 1 Cigalontang. The research was conducted using a quantitative descriptive method with a survey method. The research subjects are physics teachers and Mathematics and Natural Sciences class, where the population is six classes. The sample was selected using a stratified random sampling technique to obtain a representative sample in the population with grades X, XI, and XII strata. The instruments used are observation, structured interview, questionnaire, and documentation. The results of the analysis show that the implementation of laboratory activities is still in the poor category, and it is found that the standards of laboratory facilities and infrastructure are not in accordance with the Regulation of the Minister of National Education Number 24 of 2007. The implications of this research can provide information for schools and related education authorities about the importance of managing and using laboratories in learning physics.

Keyword : laboratory activities; physics laboratory; physics learning

PENDAHULUAN

Proses pembelajaran di sekolah merupakan kegiatan inti dalam proses pencapaian tujuan pendidikan nasional yang dapat membekali siswa dengan pengetahuan dan keterampilan sebagai generasi penerus bangsa serta menjadi sumber daya manusia yang berkualitas [1]. Pencapaian tersebut tentunya tidak lepas dari peran seorang pendidik yang harus menciptakan suasana belajar yang efektif dan aktif untuk mengembangkan potensi peserta didik melalui perencanaan yang baik dalam mempersiapkan kegiatan pembelajaran, penggunaan model pembelajaran, penggunaan strategi pembelajaran, penggunaan media pembelajaran, dan persiapan sarana dan prasarana lainnya yang dibutuhkan dalam pembelajaran.

Dalam proses pembelajaran, fasilitas atau sarana dan prasarana merupakan penunjang penting yang harus disiapkan pendidik, tidak terkecuali pada pendidikan sains yang tidak hanya sebagai pengetahuan berupa fakta, konsep atau prinsip tetapi juga merupakan proses penemuan sistematis tentang alam. Pendidikan sains menekankan pada pengalaman langsung untuk mengembangkan kemampuan dasar siswa menjelajahi dan memahami lingkungan alam secara ilmiah. Maka dari itu, pembelajaran fisika sebagai bagian dari pendidikan sains tentunya membutuhkan sebuah tempat yang dapat menunjang tercapainya hal tersebut yaitu laboratorium [2].

Laboratorium menurut Anggereni dkk. merupakan sebuah tempat ruangan tertutup atau terbuka untuk melakukan suatu kegiatan penelitian dan eksperimen [3]. Keberadaan laboratorium di sekolah tentunya harus dikelola dengan baik.

Pengelolaan laboratorium ditentukan oleh beberapa faktor diantaranya pengelolaan tentang ruang, infrastruktur, administrasi laboratorium, organisasi laboratorium, fasilitas pendanaan, inventarisasi, pengamanan laboratorium dan disiplin yang tinggi. Agar semua faktor tersebut dikelola dengan baik maka dibutuhkan kemampuan pengelolaan guru dan literasi saintifik guru tentang laboratorium. Literasi saintifik menurut Chusni & Hasanah dalam PISA OECD (2018), didefinisikan sebagai suatu kemampuan untuk menggunakan pengetahuan ilmiah, mengidentifikasi pertanyaan dan untuk menarik kesimpulan berbasis bukti kemudian untuk memahami dan membantu membuat keputusan tentang alam dan perubahan yang dilakukan melalui aktivitas manusia [4]. Dari hal tersebut esensi dari literasi saintifik adalah mampu mempengaruhi keputusan siswa tentang masalah pribadi dan social bahkan alam dan perubahannya.

Pencapaian dalam pelaksanaan pembelajaran praktikum fisika di sekolah dapat berupa kegiatan eksperimen untuk membuktikan kebenaran teori atau konsep pada materi fisika. Hal tersebut didukung oleh penelitian Nazila dkk. yang mengungkapkan bahwa tercapainya pelaksanaan praktikum merupakan hasil yang penting dari pembelajaran yang bersifat psikomotorik [5]. Sehingga jika pelaksanaan praktikum tidak berjalan dengan baik, maka tujuan pembelajaran yang direncanakan tidak akan terealisasi dengan baik pula oleh siswa sehingga hal tersebut berepengaruh terhadap hasil belajar siswa.

Standar sarana dan prasarana di laboratorium fisika dapat mengacu pada Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Standar Sarana dan Prasarana Laboratorium yang dikategorikan ke dalam perabot, peralatan pendidikan, media pendidikan dan perlengkapan lainnya. Praktikum merupakan proses yang penting dilakukan siswa di laboratorium agar siswa dapat mengaktualisasikan teori secara langsung dari hasil praktikum [6].

Pembelajaran fisika yang dilakukan di sekolah oleh guru ditekankan pada pemahaman konsep fisika yang terdiri dari produk, proses dan sikap ilmiah. Hal tersebut dapat melatih siswa dalam memahami produk ilmiah melalui proses pembelajaran yang diarahkan pada sikap ilmiah melalui praktikum [7].

Berdasarkan studi awal yang dilakukan di SMA Negeri 1 Cigalontang, ditemukan bahwa: peralatan fisika di laboratorium sebagian besar rusak, sekolah tersebut hanya memiliki satu orang pendidik untuk mata pelajaran fisika sehingga berdampak pada keterbatasan pendidik dalam mengelola laboratorium secara optimal, tidak adanya teknisi laboratorium serta alat-alat laboratorium yang masih sangat kurang. Selain itu juga, ruangan laboratorium yang masih rangkap fungsi dengan laboratorium mata pelajaran lain. Penelitian ini akan melihat lebih dalam mengenai pelaksanaan praktikum fisika di sekolah tersebut yang berhubungan dengan ketersediaan peralatan, administrasi laboratorium, bahan ajar, serta keterlaksanaan kegiatan praktikum di laboratorium fisika SMA Negeri 1 Cigalontang. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah ingin melihat gambaran keterlaksanaan praktikum dalam pembelajaran fisika di laboratorium SMA Negeri 1 Cigalontang.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan, yaitu metode deskriptif kuantitatif. Menurut Sugiyono (2018:147) diartikan sebagai metode yang digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan data yang telah terkumpul sebagaimana faktanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk generalisasi atau umum [8]. Atau Deskriptif kuantitatif merupakan metode penelitian dengan cara mendeskripsikan mengenai suatu

keadaan secara obyektif melalui pengukuran yang nanti hasilnya diolah dan dianalisis dengan statistik. Populasi dalam penelitian ini adalah 1 orang guru fisika dan siswa jurusan MIPA SMA Negeri 1 Cigalontang yang tersebar dalam 6 kelas dengan sample yang diambil yaitu 1 orang guru fisika, 31 orang siswa kelas X MIPA 1, 30 orang siswa kelas X MIPA 2, 32 orang siswa kelas XI MIPA 1 dan 32 orang siswa kelas XII MIPA 1 SMA Negeri 1 Cigalontang.

Dalam penelitian ini menggunakan metode kuantitatif berupa metode survey dengan teknik pengambilan data berupa wawancara, observasi, dan kuesioner. Wawancara adalah teknik pengumpulan data dengan memberikan pertanyaan kepada narasumber yang dituju, atau dalam hal ini yaitu pengelola laboratorium atau guru fisika. Observasi merupakan teknik pengumpulan data menggunakan lembar observasi, dimana peneliti mengambil data secara langsung ke laboratorium. Sedangkan, kuesioner adalah daftar pertanyaan yang diberikan kepada responden untuk mendapatkan jawaban data, dalam hal ini yaitu siswa kelas yang terpilih sebagai sample dan pengelola laboratorium atau guru fisika.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian adalah lembar wawancara, lembar observasi, dan kuesioner. Lembar wawancara berisi daftar pertanyaan yang diajukan kepada pengelola laboratorium atau guru fisika mengenai proses pembelajaran fisika dan keterlaksanaan kegiatan praktikum dalam pembelajaran, lembar observasi berisi daftar cek sarana dan prasarana laboratorium fisika dan kelengkapan administrasi laboratorium fisika, dan kuesioner berupa lembar angket berisi daftar pertanyaan mengenai penilaian siswa terhadap kegiatan praktikum dan ketersediaan LKPD praktikum dalam pembelajaran fisika yang diajukan kepada siswa dalam bentuk skala Likert skala Guttman.

Hasil angket dan observasi yang diperoleh akan diperoleh presentase sebagai berikut:

$$T = \frac{f}{N} \times 100\% \quad (1)$$

Memiliki keterangan dengan T sebagai persentase dari angket, f sebagai skor angket yang diperoleh dan N sebagai skor angket keseluruhan. Data dari hasil angket yang diperoleh kemudian diproses, sehingga dihasilkan nilai persentase angket. Selanjutnya persentase tersebut dikategorikan dan dideskripsikan dalam bentuk kalimat untuk mengetahui terkait keterlaksanaan kegiatan praktikum pembelajaran fisika di laboratorium SMA Negeri 1 Cigalontang. Kategori keterlaksanaan kegiatan praktikum pembelajaran fisika di laboratorium SMA Negeri 1 Cigalontang dapat dikatakan sangat baik jika nilainya 81 – 100%, dapat dikatakan baik jika nilainya 61 – 80%, dapat dikatakan cukup baik jika nilainya 41 – 60%, dapat dikatakan kurang baik jika nilainya 21 – 40%, dan dapat dikatakan sangat kurang baik jika nilainya 0 – 20% [9].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keterlaksanaan kegiatan praktikum pada pembelajaran fisika di SMA Negeri 1 Cigalontang dapat diukur dari ketersediaan peralatan laboratorium, ketersediaan administrasi laboratorium, ketersediaan bahan ajar. Ketersediaan peralatan laboratorium diukur menggunakan lembar observasi mengacu pada Permendiknas No. 24 Tahun 2007 tentang standar sarana dan prasarana laboratorium dengan jumlah 52 item yang dikategorikan ke dalam perabot, peralatan pendidikan, media pendidikan dan perlengkapan lainnya.

Berdasarkan hasil analisis keterlaksanaan praktikum fisika di SMA Negeri 1 Cigalontang berada pada kategori kurang. Beberapa hambatan utama yang dialami guru dalam menyelenggarakan praktikum adalah keterbatasan waktu untuk melakukan

praktikum, kesulitan dalam merancang kegiatan praktikum, kesulitan dalam teknis pelaksanaan praktikum, peralatan praktikum kurang lengkap, dan banyak peralatan yang sudah rusak. Berdasarkan pada penelitian Aseng dan Hau, menyimpulkan bahwa sarana (alat) di laboratorium fisika SMA Negeri 1 Maumere belum memenuhi minimal standar yang telah ditetapkan dalam Permendiknas No. 24 Tahun 2007 [10]. Hal ini disebabkan oleh kecilnya anggaran yang dianggarkan oleh sekolah untuk pembelian alat maupun penggantian alat yang rusak yang dianggarkan oleh sekolah untuk dapat memenuhi standar tersebut.

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan oleh peneliti, peralatan di laboratorium fisika SMA Negeri 1 Cigalontang masih jauh dari standar sarana dan prasana dalam Permendiknas No. 24 Tahun 2007. Hal tersebut dilihat dari hasil observasi peneliti menggunakan daftar cek peralatan yang dikategorikan ke dalam perabot, peralatan pendidikan, media pendidikan, dan peralatan lain. Hasil cek peralatan di laboratorium SMA Negeri 1 Cigalontang dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Hasil Cek Peralatan Laboratorium SMA Negeri 1 Cigalontang

Jenis	Skor	Persentase (%)	Kategori
Perabot	6	37,5	Kurang Baik
Peralatan Pendidikan	43	25,6	Kurang Baik
Media Pendidikan	3	75	Baik
Peralatan Lain	14	45	Cukup Baik
Jumlah	66	-	-
Nilai Rata-rata	-	46	Cukup Baik

Dari 52 peralatan yang seharusnya sesuai dengan standar sarana prasana, 26 alat masih belum ada, 8 dalam kondisi rusak berat, 1 dalam kondisi rusak ringan, dan 17 dalam kondisi baik dengan persentase keseluruhan yaitu 46% yang dapat dikategorikan cukup baik.

Ketersediaan administrasi laboratorium diukur menggunakan lembar observasi dalam bentuk skala Guttman Melalui angket yang diberikan kepada pengelola laboratorium diperoleh data ketersediaan administrasi laboratorium yang dapat dilihat dari **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil Cek Administrasi Laboratorium SMA Negeri 1 Cigalontang

No	Jenis	Tersedia	
		Ya	Tidak
1	Di dalam administrasi laboratorium terdapat kepala laboratorium	√	
2	Di dalam administrasi laboratorium terdapat teknisi laboratorium		√
3	Di dalam administrasi laboratorium terdapat tenaga laboratorium		√
4	Di dalam administrasi laboratorium terdapat susunan rencana pengembangan laboratorium		√
5	Di dalam administrasi laboratorium terdapat susunan jadwal kegiatan laboratorium		√
6	Di dalam administrasi laboratorium terdapat rencana pengelolaan laboratorium		√
7	Di dalam administrasi laboratorium terdapat prosedur operasi standar (POS) kerja laboratorium		√
8	Di dalam administrasi laboratorium terdapat susunan laporan kegiatan laboratorium		√
9	Di dalam administrasi laboratorium terdapat kebutuhan bahan, peralatan, dan suku cadang laboratorium direncanakan dengan baik		√
10	Di dalam administrasi laboratorium terdapat kegiatan evaluasi program untuk perbaikan kegiatan laboratorium		√

No	Jenis	Tersedia	
		Ya	Tidak
11	Di dalam administrasi laboratorium terdapat buku absensi kehadiran guru dan praktikan di ruang laboratorium		√
12	Di dalam administrasi laboratorium terdapat buku catatan tentang penggunaan alat		√
13	Di dalam administrasi laboratorium terdapat buku untuk mencatat kerusakan alat		√
14	Di dalam administrasi laboratorium terdapat tugas dan jadwal kerja dari tekhnisi, laboran dirinci dan dirumuskan		√
15	Di dalam administrasi laboratorium terdapat buku laporan keseluruhan kegiatan praktikum secara periodic		√
Jumlah		1	14
Persentase (Kategori)		7% (Sangat Kurang Baik)	

Masih banyak peralatan laboratorium yang belum tersedia dan sangat jarang digunakan. Hal tersebut didukung oleh hasil wawancara yang dilakukan kepada pihak laboratorium yang mengungkapkan bahwa ruangan laboratorium sering berpindah-pindah dan belum tersedianya laboratorium fisika khusus atau dengan kata lain masih menyatu dengan laboratorium kimia dan biologi. Hal tersebut mengakibatkan tidak tertatanya peralatan praktikum untuk pembelajaran fisika karena sudah menyatu dengan peralatan mata pelajaran yang lain dan mayoritas kondisinya rusak. Selain itu peralatan laboratorium diberikan oleh pemerintah tidak sesuai dengan kebutuhan yang ada dan tidak adanya pelatihan terlebih dahulu terkait cara penggunaan peralatan tersebut kepada pihak sekolah. Selain itu juga tidak terdapatnya laboran di sekolah tersebut untuk memelihara peralatan praktikum bahkan ternyata ruangan laboratorium dikelola oleh pengurus perpustakaan. Hal tersebut mengakibatkan peralatan tidak terpelihara dengan baik.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya ketidakberhasilan kegiatan praktikum di sekolah dengan tujuan membentuk keterampilan proses sains siswa karena kurangnya sarana atau alat praktikum dan ruangan yang tidak sesuai dengan standar mengakibatkan siswa tidak memiliki ruang bebas untuk melaksanakan praktikum [11]. Fasilitas ruangan di laboratorium fisika harus diperhatikan dengan baik seperti halnya untuk kegiatan proses pembelajaran fisika, kegiatan administrasi dan pengelolaan laboratorium, kegiatan pemeliharaan dan persiapan alat-alat laboratorium, dan penyimpanan alat-alat laboratorium [12].

Hasil penelitian yang telah didapat didukung pada penelitian yang dilaksanakan di SMAN 1 Kabupaten Tangerang diperoleh administrasi laboratorium fisika berada pada kategori kurang karena hanya mempunyai nilai 35,29%. Hal ini disebabkan karena belum lengkapnya administrasi laboratorium fisika yang harus dimiliki seperti: buku harian kegiatan, buku inventaris, buku persediaan alat dan bahan, buku inventaris bahan, buku petunjuk penggunaan alat dan bahan. Belum lengkapnya administrasi di SMAN 1 Kabupaten Tangerang ini disebabkan oleh sekolah belum mempunyai seorang laboran. Sehingga dalam pengelolaan dan pengadministrasian kegiatan laboratorium masih dilakukan oleh guru fisika. Laboran sangat berpengaruh dalam kelengkapan administrasi laboratorium fisika [13].

Hasil wawancara dengan kepala laboratorium terkait ketersediaan bahan ajar di laboratorium fisika, mengungkap bahwa bahan ajar yang tersedia saat itu hanya LKPD dan buku ajar/buku teks. Namun ketersediaan bahan ajar tersebut pun masih belum bisa digunakan dengan efektif untuk kegiatan praktikum di laboratorium. Hal tersebut

disebabkan karena masih kurang berfungsinya laboratorium yang ada baik dari penggunaan peralatan atau pengelolaan laboratoriumnya. Berdasarkan hal tersebut juga peneliti tertarik untuk mengetahui tingkat kepuasan siswa terhadap LKPD yang sudah tersedia di sekolah tersebut dengan memberikan lembar angket kepada siswa. Hasil skor perolehan tingkat kepuasan siswa terhadap LKPD disajikan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Skor Perolehan Tingkat Kepuasan Siswa Terhadap LKPD

Kelas	Skor	Persentase
X MIPA 1	663	41,44
X MIPA 2	741	46,31
XI MIPA 1	621	38,81
XI MIPA 2	574	35,88
Jumlah	2599	162,4375
Nilai rata-rata	649,75	41

Hasil analisis data pada **Tabel 3** tentang tingkat kepuasan siswa terhadap LKPD menunjukkan nilai persentase 41% atau dapat dikatakan masih dalam kategori cukup baik. Hal tersebut menunjukkan kurang puasnya siswa terhadap LKPD yang tersedia untuk membantu kegiatan praktikum di laboratorium. Beberapa kendala seperti bahan ajar cetak tidak tersedia cukup, LKPD yang masih belum efektif, dan kurangnya alat dan bahan di laboratorium, biasanya guru mensiasati keadaan tersebut dengan membagi siswa kedalam beberapa kelompok sesuai jumlah alat yang ada kemudian guru juga menggunakan sebuah multimedia seperti simulasi/animasi praktikum yang menayangkan praktikum atau menggunakan virtual lab yang tersedia seperti phet simulation.

Selain itu juga, keterlaksanaan kegiatan praktikum juga dapat diukur dari frekuensi pelaksanaan praktikum. Berdasarkan hasil angket ternyata siswa jarang melaksanakan praktikum bahkan belum sama sekali merasakan praktikum. Ini disebabkan karena terjadinya wabah covid 19 pada pertengahan bulan maret 2020 tidak ada kegiatan pembelajaran secara langsung baik sekolah maupun Perguruan Tinggi [14].

Penelitian terdahulu juga mendukung data yang diperoleh bahwa sarana dan prasarana di laboratorium fisika di SMAN 1 Linggang Bigung dan SMAN 1 Sendawar Kabupaten Kutai Barat kategori kurang baik karena terbatasnya ketersediaan alat dan bahan di laboratorium, sarana dan prasarana sebagian sebagian ada yang mudah digunakan dan sebagian sulit digunakan oleh guru maupun peserta didik, dan cara penggunaan sarana prasarana sebagian mudah dipahami dan sebagian lagi sulit dipahami guru dan peserta didik [15]. Pelaksanaan praktikum di laboratorium masih sangat rendah, karena kurangnya ikut serta guru dalam pelatihan laboratorium, kurang tersedia alat dan bahan yang lengkap, materi pelajaran fisika yang cukup padat, kesulitan tercapainya tujuan pembelajaran, tidak ada laboran untuk membantu guru [16]. Sedangkan dalam penelitian yang lain mengungkapkan bahwa keterlaksanaan kegiatan praktikum di laboratorium masih sangat kurang karena alat dan bahan tidak tersedia lengkap, alih fungsi laboratorium, pemeliharaan dan tata letak ruangan laboratorium yang kurang baik di SMAN 1 Lahusa [17].

KESIMPULAN

Laboratorium merupakan tempat untuk melaksanakan praktikum. Pelaksanaan praktikum pembelajaran fisika di SMA Negeri 1 Cigalontang ditinjau dari aspek peralatan dengan presentase 46% dalam kategori cukup baik, ditinjau dari aspek administrasi laboratorium dengan presentase 7% dalam kategori sangat kurang baik, dan ditinjau dari bahan ajar praktikum dengan presentase 41% dalam kategori cukup baik. Dari beberapa faktor keterlaksanaan di atas dapat disimpulkan bahwa keterlaksanaan praktikum pembelajaran

fisika di SMA Negeri 1 Cigalontang masih dalam kategori kurang baik. Diharapkan kepada guru mata pelajaran fisika untuk melakukan inventarisasi peralatan laboratorium baik yang masih layak pakai atau tidak layak pakai untuk dilengkapi kembali sesuai dengan kebutuhan, melengkapi administrasi laboratorium agar pengelolaan laboratorium bisa optimal dan mengembangkan bahan ajar paraktikum untuk memaksimalkan pelaksanaan praktikum pada pembelajaran fisika.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penelitian, terkhusus kepada kepala sekolah, guru, dan staf pendidikan SMA Negeri 1 Cigalontang atas kesediannya menjadi mitra penelitian kami.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggereni, S., & Ikbal, Muh. S. (2018). Analysis of Physics Laboratory Management at The Northern Region of Makassar's State Senior High Schools By Standard of Facilities and Infrastructure. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 7(1). <https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v7i1.2329>
- Anggereni, S., Suhardiman, S., & Amaliah, R. (2021). Analisis Ketersediaan Peralatan, Bahan Ajar, Administrasi Laboratorium, Keterlaksanaan Kegiatan Praktikum di Laboratorium Fisika. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 5(3). <https://doi.org/10.20527/jipf.v5i3.3925>
- Aseng, M. D., & Hau, R. R. H. (2021). Peralatan P3K Dalam Laboratorium Sebagai Penunjang Aktivitas Praktikum Yang Aman. *Pendidikan Fisika Dan Sains*, 2(1).
- Chusni, M. M., & Hasanah, A. (2018). Pengaruh Kemampuan Pengelolaan Laboratorium dan Literasi Sainfik Terhadap Kesiapan Calon Guru Fisika. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 6(3). <https://doi.org/10.20527/bipf.v6i3.5222>
- Ekosari, L. Q., Prihandono, T., & Lesmono, A. D. (2018). Analisis Efektivitas Laboratorium Fisika dalam Pembelajaran Fisika SMA dan Kesesuaiannya dengan Kurikulum 2013. *SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2018*, 3.
- Farida Istinganah, Y., Syam, M., & Zulkarnaen. (2021). Pemanfaatan Laboratorium Fisika dan Kontribusinya dalam Pembelajaran Fisika, Studi Kasus di SMA Negeri 1 Sendawar dan SMA Negeri 1 Liggang Bigung Kabupaten Kutai Barat. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika*, 2(1). <https://doi.org/10.30872/jlpf.v2i1.406>
- Harefa, D., Efrata Ge'e, Kalvintinus Ndruru, Mastawati Ndruru, Lies Dian Marsa Ndraha, Tatema Telaumbanua, Murnihati Sarumaha, & Fatolosa Hulu. (2021). PEMANFAATAN LABORATORIUM IPA DI SMA NEGERI 1 LAHUSA. *EduMatSains : Jurnal Pendidikan, Matematika Dan Sains*, 5(2). <https://doi.org/10.33541/edumatsains.v5i2.2062>
- Hosti Nuriza. (2018). *Analisis Kegiatan Praktikum Fisika Di Sma Negeri 10 Kota Jambi*. Universitas Jambi.
- Novrinda, Nina Kurniah, Y. (2017). Peran Orangtua Dalam Pendidikan Anak Usia Dini Ditinjau Dari Latar Belakang Pendidikan. *Potensia*, 2(1). <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.33369/jip.2.1.39-46>
- Sarjono. (2018). Pentingnya Laboratorium Fisika di SMA/MA dalam Menunjang Pembelajaran Fisika. *Jurnal Madaniyah*, 8(3).
- Setiawan, A. R. (2020). Lembar Kegiatan Literasi Sainifik untuk Pembelajaran Jarak Jauh Topik Penyakit Coronavirus 2019 (COVID-19). *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 2(1). <https://doi.org/10.31004/edukatif.v2i1.80>

- Suanah. (2019). *Analisis Kesiapan Laboratorium Fisika dalam Mendukung Implementasi Kurikulum 2013 di SMA Negeri Se-Kabupaten Tangerang*. UIN Syarif Hidayatullah
- Sudrajat, A., Zainuddin, Z., & Misbah, M. (2017). MENINGKATKAN KETERAMPILAN PROSES SAINS SISWA KELAS X MA MUHAMMADIYAH 2 AL FURQAN MELALUI MODEL PEMBELAJARAN PENEMUAN TERBIMBING. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 1(2).
<https://doi.org/10.20527/jipf.v1i2.1968>
- Wahyunidar. (2017). *Analisis Pemanfaatan Laboratorium Fisika Sebagai Sarana Kegiatan Praktikum di SMAN Se-Kabupaten Luwu Timur*. UIN Alauddin Makassar.



The Effectiveness of Work and Energy Electronic Teaching Materials Contains Verses Qur'an in the Setting of Generative Learning Model

Siti Aisyah¹, Zainuddin², and Surya Haryandi²

¹SMA PGRI 4 Banjarmasin

²Lambung Mangkurat University

*sitia7383@gmail.com

Abstract: *The purpose of this study is to measure the effectiveness of electronic work and energy teaching materials containing the verses of the Qur'an in the setting of a generative learning model. The type of research is research and development using the ADDIE model, tested on 35 students of class X IPA 1 at Madrasah Aliyah in the city of Kapuas. The data collection instrument used is the learning outcome test. The data analysis technique used is descriptive quantitative. The effectiveness of electronic teaching materials is measured by learning outcomes tests in the form of pretest and posttest. The results showed that the teaching materials were declared effective with an N-gain of 0.69 in the medium category. The conclusion of the research obtained is that the electronic teaching materials developed are effectively used in the setting of the generative learning model. Thus, these electronic teaching materials can be used by teachers as an alternative reference in improving the quality of learning and the spiritual quality of students.*

Keywords: *Electronic Teaching Material; Verses of The Qur'an; Work and Energy*

INTRODUCTION

The development of the times is increasingly fast make demand to improve the quality of education specifically education in Indonesia. Society needs generation young who don't only own intelligence, but also moral glorious. Corresponding with education based on Law No. 20 of 2003, namely education is intended to foster the self-capacity of students so that they have religious skills, personality, character, self-control, intelligence, as well as the skills needed by themselves, society, nation, and state. Minister of Education and Culture No. 36 of 2018 concerning the 2013 curriculum is designed for develop spiritual, social attitudes, knowledge, skills, and apply them to different situations in schools and society.

Educators expected capable convey religious spiritual values in activities learning done (Zannah, 2020). Religious perspectives on Islamic guidelines are included in the Qur'an, so that if education is linked to the Qur'an it will foster self-ability of students in religious elements (Zainuddin et al., 2020). Qur'an is the source of law in Islam and is a miracle that was revealed to the Prophet Muhammad SAW. and become a guide for humans in dealing with the problems they face (Affandi et al., 2022). Qur'an apart from being a requirement of life for muslims, it is also the basis of knowledge (Herman, 2021). The Qur'an has links with science (Sabarni, 2019). As in the verse of the Qur'an it is said that: "Then after that your heart becomes hard so that (your heart) is like a rock, even harder. In fact, from the stones certain there is rivers that (the water) gushing out thereof. There is also a split, then get out springs from him. And some are sliding fall because afraid to God. And God is not off guard to what are you do it." (QS Al-Baqarah: 74). On verse that Allah SWT hinted exists style and style gravity with phenomenon motion. Excerpt from paragraph the signaled exists sunatullah that applies for everything has mass (m), which is called style. Then style the called as style gravity (F).

Physics studying one part of science that explores natural events good macro or micro. Physics have one focus discussion as shaper belief participant educate to nature created by Allah his majesty. Learning physics have characteristic religion, intelligence, honesty, sensitivity, toughness, curiosity, thinking in a manner logical, critical, skilled, innovative, responsible answer, and love will knowledge (Khoiri et al., 2017). Because that, when participant educate study physics associated with the verses of the Qur'an so participant students are able to understand that the events they have received and studied in physics are an indication of the majesty of Allah SWT and the learning system is more meaningful (Zainuddin et al., 2020).

It aligned with the mission of one of the Madrasah Aliyah in the city of Kapuas namely realization capable stakeholders collaborating Among knowledge moral-oriented knowledge and worship karimah and make it happen madrasah environment that is healthy, conducive, harmonious, and Islamic. Based on mission school that is character Islamic, known that besides prepare smart generation in knowledge knowledge, religious spiritual aspects are also very urgent that is as base something knowledge for participants educate no only obtain knowledge, but also can obtain more understanding deep and blessed from knowledge gained.

Facts on the ground show that in the learning process applied by teachers in schools during this still very minimal integration religious spiritual aspects in theory learning, in Thing this Theory physics no associated with verses of the Qur'an. Most textbook no connect verses of the Qur'an in it (Anggoro et al., 2019). Based on the results of an interview with a physics teacher at a Madrasah Aliyah in Kapuas, it was found that physics learning had not been linked to the religious aspects of students and the unavailability of material sources that were used as teaching materials for physics subjects containing verses from the Qur'an so that the learning system was less connected with verses of the Qur'an.

Other facts were also obtained based on an interview with a physics teacher at a Madrasah Aliyah in Kapuas, that the learning system in the classroom applies a learning model that is less varied and only teacher-centered so that students are less enthusiastic and easily bored when learning takes place. There are still many teachers who use conventional methods which only take place in one direction, such as lectures (Firman et al., 2018). Lack of role participant students also have an impact on student learning outcomes. This strengthened with the statement of a physics teacher at one of the Madrasah Aliyah in the city of Kapuas, that at least 50% of participants educate no complete in test daily. Source study or the teaching material applied is also still focused on books that have been set course, without exists more teaching materials attractive again.

Participant educate very enthusiastic and interested with learning using laptops and cellphones. Technology new wanted and felt in a manner positive by the participants educate (Albashtawi & Bataineh, 2020). Teacher is expected can provide sources of material and learning media that are in accordance with the preferences of students so that students can focus their attention on learning (Sriwahyuni et al., 2019). Based on results analysis needs, 90% of participants educate need electronic teaching materials contains more verses of the Qur'an interesting, easy understood, and flexible and partial big participant educate feel teaching materials available in schools not enough help in understand material. From the results analysis needs, 66% of participants educate need teaching materials containing verses of the Qur'an to increase learning outcomes and make students realize greatness of Allah SWT. From the results analysis need This also shows that the majority of students feel the complexity when understanding the material physics and easy bored moment learning going on, so need more learning models have a variety of uses help students more active in class. Electronic teaching materials developed in accordance with the needs and characteristics participant students, and characteristics teaching materials. Remember importance religious spiritual aspects so classroom

learning need exists related teaching materials with religious spiritual aspects, in the form of content electronic teaching materials verses of the Qur'an.

Characteristics participant very educated diverse also requires teachers to optimizing learning, especially for participant passive learners in class. Based results interview with a physics teacher at a Madrasah Aliyah in the city of Kapuas, learning in class teacher-centered, so learners becomes passive, difficult accept theory learning, and easy feel bored. There are various type method for make learners active during learning, one of them is using learning generative. One advantages of learning models generative is create atmosphere active learning (Harum et al., 2016).

Characteristics work and energy teaching material taught in class X even semester this suitable taught using learning models generative because Basic Competency (KD) to be achieved in the material one of them is to analyze concept. Theory effort and energy is containing material abstract concepts that create participant educate difficulty in understand it (Melianti et al., 2020). Apply generative learning models are higher compared to the application of conventional models (Irwandani, 2015). The generative learning model is a learning model that is intended to introduce concepts and be able to take new facts on what they understand (Hamdani et al., 2012).

On research previously learning held in a manner online making participant educate could do fraud moment answer test results learn. On research neither before do analysis achievement indicator learning. Meanwhile in research this learning held in a manner offline so that could monitor in a manner live participant educate moment do test results study and on research this conducted analysis achievement indicator learning use results learn students. Indicator learning becomes an indicator of the success of students towards competence base (Krismayanti & Sudiby, 2021). This is something recency study this is comparable to research before. Research conducted by (Zainuddin et al., 2020) shows that teaching materials such as physics modules containing verses of the Qur'an with a generative learning model for high school students can and can be applied during class learning so that students will be able to apply religion and increase their faith through awareness of the relation of physics material to the majesty of God. Then application of generative models effective raise results study (Ariani et al., 2015).

One of the efforts implemented to increase spiritual quality of students yes, through developing electronic teaching materials containing verses of the Qur'an. The purpose of this research is measuring the effectiveness of electronic teaching materials for work and energy containing verses of the Qur'an in a learning model setting generative.

METHOD

This research is a type of development research by applying the ADDIE model. The product trial design used in this study is one group pretest-posttest design as shown in Table 1.

Table 1. One Group Pretest-Posttest Design Research Design

<i>Pre-test</i>	<i>Treatment</i>	<i>Post-test</i>
O_1	X	O_2

The data collection technique is in the form of a learning outcomes test (THB). Here are the stages of the ADDIE model.

TABLE 2. ADDIE Model Stages

Stages	Activities
Analysis	Analyze the curriculum, characteristics of students and characteristics of work and energy teaching materials.
Design	Designing learning activities and designing assessment instruments.

Develop	Create electronic teaching materials that have been designed at the design stage which includes compiling RPP, making teaching materials, LKPD, and THB using Flip PDF Professional software. After that, validate the teaching materials by academics and practitioners so that they can be improved before proceeding to the next stage.
Implement	Applying electronic teaching materials developed to 35 students in class X science 1 of an Aliyah Madrasah in Kapuas in the 2021 /2022 school year.
Evaluate	Determining the effectiveness of teaching materials.

Test subjects electronic teaching materials were 35 participants educate class X IPA 1 at a Madrasah Aliyah in Kapuas, in the even semester year lesson 2021/2022. Effectiveness instrument rated from test results study learners, that is six about essay .Then counted use normalized gain and adjusted with criteria (Hake, 1998). Besides that achievement is also calculated indicator learning for strengthen data analysis.

results and discussion

Developed product that is electronic teaching materials effort as well as energy contains verses of the Qur'an in learning model settings generative. Electronic teaching materials are prepared using the Flip PDF Professional software and the end result is in the form of a flip book that can be accessed using a laptop or mobile phone.

The developed electronic teaching materials are arranged based on the characteristics of students in class X IPA 1 of one of the Madrasah Aliyah in the city of Kapuas and the characteristics of the material for work and energy. Electronic teaching materials contain lesson plans, teaching materials, LKPD, and THB containing verses from the Qur'an. Description Theory developed in three meeting. At a meeting first discuss work, energy, and power. At a meeting second discuss effort by style conservative and non-conservative. Then at the meeting third discuss effort-energy mechanic.



Figure 1. Cover View

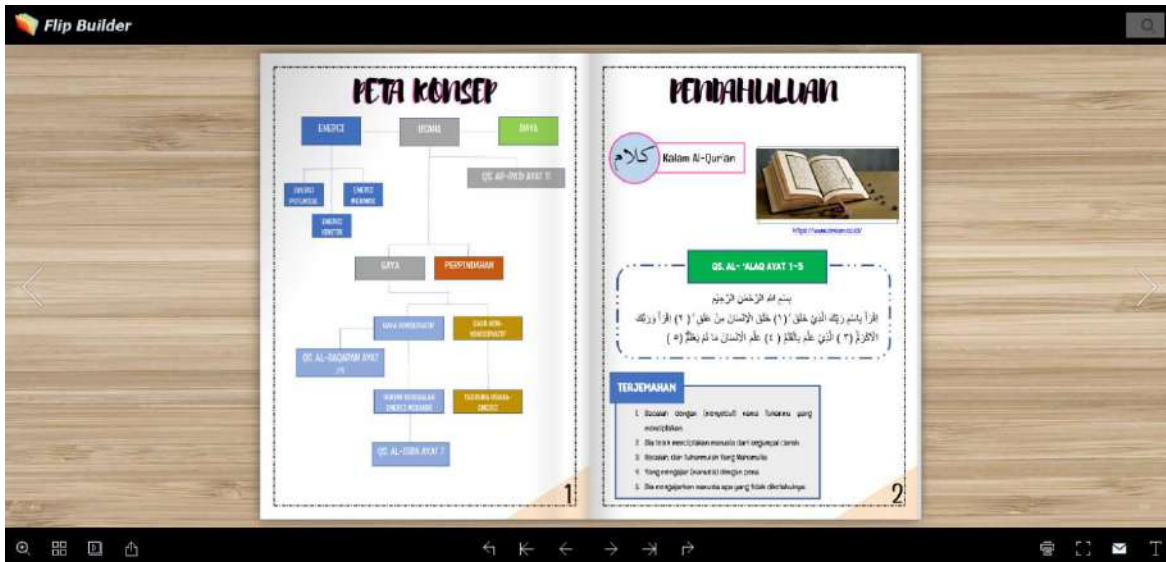


Figure 2. Contents View

Superiority from electronic teaching materials developed one of them is on the LKPD there is instruction or instruction in do about or find concept. LKPD developed facilitate participant educate in find draft (Aulia, 2020). Superiority other is on the developed THB be equipped with relevant hadiths of the Prophet with behavior honest for increase religious spiritual aspects participant educate. As explained by (Agus & Mawardi, 2020) that the teacher has important role for embed behavior honest .

Effectiveness developed electronic teaching materials rated from test results learn. Effectiveness teaching materials can be observed from the learning outcomes of students who are studied from the acquisition of N-gain (Salam et al., 2016). Learning outcomes in this study were assessed through the application of THB which was distributed before the material was taught by applying teaching material (pretest) and after the material was taught (posttest) to students in class X IPA 1 at a Madrasah Aliyah in Kapuas. The results of the two tests that have been obtained are then analyzed through equations normalized gain (N-gain) as shown in Table 3.

Table 3. N-gain test results of student learning outcomes

Pretest average	Posttest average	N-gain	Category
22.53	76.24	0.69	Currently

Based on the results of the pretest in table 3, it shows that the average score of students still does not meet the KKM determined by the school that is by 75. It is in line with results interview to the physics teacher at school that said that one problem that exist in school is still lack of understanding participant educate on concepts physics and participants educate not yet trained in do questions that make up 50% of the participants educate no complete or not yet reach KKM. Problems physics at school supported by (Maison et al., 2020) which stated that in the material effort and energy one problems faced by students is at understanding concept. The results of another study conducted by (Nabila & Rachmasari, 2021) state that part big participant learn difficulties when completing something problem related effort and energy thing this because physics already considered as tough lesson, participant educate own understanding limited start, and a lot formula that makes interest study participant educate very low so that make mistake or ignorance participant educate to draft

existing physics. Pretest data this in a manner general describe that ability beginning participant educate still said low.

Based on the results of the posttest in Table 3, it shows that the average score of students has increased compared to before the research was carried out and has fulfilled the specified KKM school although no too high. This is aligned with the goal posttest or test The final is carried out with the intention to understand whether all the important learning materials have been understood as well as possible by students (Hakim et al., 2018). The results of the students' posttest work show that there are a number of obstacles that have an impact, namely on the matter of calculation or the work on of physics problems. Based on results posttest it also shows that participant educate still not enough thorough in read command on questions, less appropriate in choose equation used, less pay attention to internal processes answer question, less thorough in record variable known and asked, and not enclose conclusion the resulting answer so that reduce points earned. This in line with study (Fautin et al., 2020) which explains that participant educate not enough thorough moment record variable known and asked, some participant educate still less appropriate to understand, and tend to go through the processing question.

Table 3 shows the average value of pretest and posttest of the 33 existing students in class X IPA 1 one of the Madrasah Aliyah in the city of Kapuas. Based on results the posttest value find improvement. Students who were able to achieve KKM consisted of 25 people and students who had not been able to achieve KKM consisted of 8 people. This shows that the majority of students have achieved the KKM. N-gain is a study carried out to observe the level of effectiveness of increasing learning outcomes encountered by students. The N-gain results can be observed in table 3 which is included in the medium category. This shows that the level of effectiveness of work and energy electronic teaching materials containing verses of the Qur'an in the setting of generative learning models developed is in the effective or moderate category. This result in line with study (Erfan et al., 2020) which states that learning through the application of generative learning models is effective in increasing student learning outcomes.

According to (Hidayatullah & Anas, 2021) enhancement results study could effective if participant students are able to master and understand the concepts that have been studied. Student learning outcomes increased because capable setting of generative learning models increase understanding participant learn, happened interaction between participant educate, inter group, as well educator-participant students who produce work same for produce solving problem. This model is also said to be effective, because students are trained for could put forward his opinion, trained for appreciate and respond other people's opinion so participant educate could construct the knowledge he has. Participant students also study presentations and complete assignments and practice questions so that the concepts and theories learned by students do not just become rote. This is in accordance with research (Hidayatullah & Anas, 2021) who explained that the generative learning model is effective in increasing learning outcomes because using the generative learning model creates conducive learning conditions, students concentrate more on understanding the material, increases students understanding of the material, and there is high motivation.

Even though electronic teaching materials have been effective in increasing student learning outcomes, there are still deficiencies in the achievement of learning indicators. Indicator learning said complete or ideal if results calculation proportion answer participant educate is above 0.75. On matter effort and energy there is six taught indicators to participant educate with results achievement indicator learning can be observed in Table 4.

Table 4. N-gain Test Results of Student Learning Outcomes

Indicator	Proportion	Criteria
-----------	------------	----------

Explain draft work, energy, and power in physics.	0.85	complete
Analyze connection Among effort and energy kinetic.	0.55	Not complete
Analyze connection style conservative and energetic potential.	0.89	complete
Analyze energy potential thing with field reference.	0.87	complete
Analyze energy kinetic use effort-energy mechanic.	0.91	complete
Analyze motion on <i>a roller coaster</i> use effort-energy mechanic.	0.73	Not complete

Based on Table 4, on indicators explain draft work, energy, and power in physics categorized as complete. This because question on indicators this only are in the realm of C2 and participants educate only requested for explain definition and mention equation. C2 realm ie understand still including into the low order thinking skills and processes cognitive on the understanding part is interpreting, exemplifying, classifying, summarizing, and so on. (Anderson et al., 2015). Corresponding theory level realm cognitive in revision bloom's taxonomy, for can reach realm this participant educate must fulfil realm C1 ie remember definitions and formulas draft work, energy, and power until realm C2 ie understand definition work, energy, and power for could explain definition. Participant educate could said understand if could connect knowledge new with old knowledge already possessed (Anderson et al., 2015).

On indicators analyze connection style conservative as well as energy potential and analyze energy potential thing with field reference categorized as complete. Participant educate has could complete about use draft connection effort and energy potential with enter known variables in the problem into the formula $W = \Delta EP$ and $W = mg(h_2 - h_1)$ so get the final result right. indicators learning the including into the C4 realm ie analyze, where the cognitive processes in the analyzing section are differentiating, organizing, and attributing (Anderson et al., 2015).

Participant educate could reach indicator because based on cognitive level from revised Bloom's Taxonomy, C4 represents high order thinking skills or expertise think level which height for reach skills think level tall the participant educate must master level C1 to C3 ie remember, understand, and apply. Participant educate need exact formula that will used corresponding procedure. Participant educate understand type problem or questions and alternatives available procedures. Until participant educate could determining important knowledge, establishing processes for compiling that information, or setting targets behind these facts (Anderson et al., 2015).

According to theory development cognitive from Jean Piaget, para reach level this participant must also educate reach maturity age i.e. on stage which formal operations have capabilities main one is could thinking how to finish related problems that can only be carried out if you have understood the analysis process, namely comparing various method solving problem from various fields (Yusuf & Widyaningsih, 2018).

Besides that there are also indicators categorized learning no complete that is analyze connection Among effort and energy kinetic as well as analyze motion on a roller coaster use effort-energy mechanic. On indicator analyze connection Among effort and energy kinetic, participant educate no know equality base used where is one is GLBB equation. Participant students also can not connect equations that can be applied to help solve about, as shown in Figure 3.

2. Dik: $F = 16\text{ N}$
 $m = 4\text{ kg}$
 $t = 4\text{ s}$
Dit: $W = \dots ?$
Jawab: $W = F \left(\frac{1}{2} a t^2 \right)$
 $= F \left(\frac{1}{2} \frac{F}{m} t^2 \right)$
 $= \frac{1}{2} F \times \frac{t^2}{m} : m$
 $= \frac{1}{2} \times 16^2 \times 4^2 : 4$
 $W = 512\text{ J}$

2. Diketahui: $M = 4\text{ kg}$, $F = 16\text{ N}$, $t = 4\text{ s}$
Ditanya: $W = ?$
Dijawab: $W = F \times S$
Cari Percepatannya
 $a = F/m = 16/4 = 4\text{ m/s}^2$
Cari jarak dengan rumus percepatan
 $a = v/t$
 $v = a \times t = 4 \times 4 = 16\text{ m/s}$
 $v = s/t$
Maka
 $W = v \times s = 16 \times 4 = 64\text{ m}$ maka
 $W = F \times s = 16 \times 64 = 1.024\text{ joule}$
Jadi usaha yang dilakukan gaya tersebut adalah 1.024 J

Figure 3. Answers Participant Educate on Indicator Analyze Connection Among Effort and Energy Kinetic

On indicators analyze motion on a roller coaster use effort-energy mechanics who are also in the category no done, participants educate still not enough complete in give answer where there is two asked however participant educate only give one answer course, as shown in Figure 4.

6. $v_1 = 0$, $h_1 = 40\text{ m}$, $h_2 = 0\text{ m}$
Maka
 $\frac{1}{2} m v_1^2 + m g h_1 = \frac{1}{2} m v_2^2 + m g h_2$
 $0 + (m)(9,8\text{ m/s}^2)(40\text{ m}) = \frac{1}{2} m v_2^2 + 0$
m saling meniadakan dan kita dapatkan
 $v_2 = \sqrt{2(9,8\text{ m/s}^2)(40\text{ m})} = 28\text{ m/s}$
 $v_2 = 14\text{ m/s}$ (setengah dari 28 m/s) dan h^2 tidak diketahui
 $\frac{1}{2} m v_1^2 + m g h_1 = \frac{1}{2} m v_2^2 + m g h_2$
 $0 + (m)(9,8\text{ m/s}^2)(40\text{ m}) = \frac{1}{2} (m)(14\text{ m/s}^2) + (m)(9,8\text{ m/s}^2)$
m dicoret dan sesuaikan untuk h_2 dan didapat $h_2 = 30\text{ m}$
Jadi, roller coaster memiliki laju 14 m/s ketika berada 30 m

6. $h_1 = 40\text{ m}$
 $h_2 = 0\text{ m}$
 $g = 9,8\text{ m/s}^2$
 $E_m = E_{pot} + E_k$
 $= E_{pot} + E_k$
 $= m g h_1 + \frac{1}{2} m v_1^2$
 $= 0 + 0 + 0 = 0 + 0 + 0$
 $3 g a = 4 g$
 $= 40\text{ m}$
 $= \frac{1}{2} v_2$
 $= m g h_1 + \frac{1}{2} m v_1^2 = m g h_2 + \frac{1}{2} m v_2^2$
 $0 + 0 + 0 = 0 + 0 + 0$
 $4 g = \frac{1}{2} v_2$
 $v_2 = \frac{1}{2} 40$
 $v_2 = 20\text{ m}$

Figure 4. Answers Participant Educate on Indicator Analyze Motion on A Roller Coaster Use Effort-Energy Mechanic

Incompleteness indicator learning this is also due there is weaknesses in the developed electronic teaching materials. One weakness the is no include helpful equations in achievement indicator learning, for example is GLBB equation. Based on thing such, for in the future should developed teaching materials include required equations for reach indicator learning.

CONCLUSION

Based on the research that has been carried out, it shows that the N-gain is obtained of 0.69 categorized medium, so could concluded that electronic teaching materials effort and energy contains the verses of Al-Quran effective in learning model settings generative. Electronic teaching materials developed in research this can be used by the teacher as one of the useful references increase quality learning and the spiritual qualities of the participants educate. As for suggestions that can given for

study next, if do related research so study this could made ingredients reference with resolve weakness research, that is maximizing classroom learning in learning model settings generative.

ACKNOWLEDGMENTS

We would like to thank Lambung Mangkurat University and Madrasah Aliyah in Kapuas for the support this research.

REFERENCES

- Affandi, Y., Darmuki, A., & Hariyadi, A. (2022). The Evaluation of JIDI (Jigsaw Discovery) Learning Model in the Course of Qur an Tafsir. *International Journal of Instruction*, 15(1), 799–820. <https://doi.org/10.29333/iji.2022.15146a>
- Agus, & Mawardi. (2020). Respon siswa pada sikap kejujuran dalam menjawab soal terhadap hasil belajar di sdn sungai miai 7 banjarmasin. *Jurnal Pahlawan*, 15(1), 136–146.
- Albasktawi, A. H., & Bataineh, K. B. Al. (2020). The Effectiveness of Google Classroom Among EFL Students in Jordan : An Innovative Teaching and Learning Online Platform. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 15(11), 78–88. <https://doi.org/https://doi.org/10.3991/ijet.v15i11.12865>
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., Raths, J., & Wittrock, M. C. (2015). *Kerangka landasan untuk pembelajaran, pengajaran, dan asesmen revisi taksonomi pendidikan bloom*. Pustaka Pelajar.
- Anggoro, B. S., Haka, N. B., & Hawani. (2019). Pengembangan majalah biologi berbasis Al-quran Hadith pada mata pelajaran biologi untuk peserta didik kelas x di tingkat SMA/MA. *Biodik*, 5(2), 164–172. <https://doi.org/10.22437/bio.v5i2.6432>
- Ariani, W., Zainuddin, Z., & Wati, M. (2015). Meningkatkan hasil belajar siswa melalui penerapan model generatif learning (gl) pada materi ajar wujud zat dan perubahannya. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 3(2), 111–121. <https://doi.org/10.20527/bipf.v3i2.752>
- Aulia, N. N. (2020). Validitas lkpdp pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan berbasis guided discovery untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas xii sma. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 9(3), 545–552.
- Erfan, M., Mauliyda, M. A., Hidayati, V. R., Astria, F. P., & Ratu, T. (2020). Analisis Kualitas Soal Kemampuan Membedakan Rangkaian Seri dan Paralel Melalui Teori Tes Klasik Dan Model Rasch. *Indonesian Journal of Educational Research and Review*, 3(1), 11–19.
- Fautin, S., M, A. S., & Dewantara, D. (2020). Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Multimodel Pada Topik Teori Kinetik Gas. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 4(3), 111–125. <https://doi.org/10.20527/jipf.v4i3.2057>
- Firman, Baedhowi, & Murtini, W. (2018). The Effectiveness of The Scientific Approach to Improve Student Learning Outcomes. *International Journal of Active Learning*, 3(2), 86–91.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Hakim, Z. R., Taufik, M., & Atharoh, M. (2018). Penerapan model pembelajaran vct (value clarification technique) terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa pada mata pelajaran ips di sekolah dasar negeri cimanis 2 sobang pandeglang. *JPPGuseda | Jurnal Pendidikan & Pengajaran Guru Sekolah Dasar*, 1(01), 31–38. <https://doi.org/10.33751/jppguseda.v1i01.869>

- Hamdani, D., Kurniati, E., & Sakti, I. (2012). Pengaruh model pembelajaran generatif dengan menggunakan alat peraga terhadap pemahaman konsep cahaya kelas viii di smp negeri 7 kota Bengkulu. *Jurnal Exacta*, *X*(1), 79–88.
- Harum, L. C., Tarmizi, & Hamid, A. (2016). Penerapan model pembelajaran generatif berbantu simulasi physics education technology (phet) untuk meningkatkan hasil belajar siswa. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Fisika*, *2*(1), 1–10.
- Herman, M. (2021). Integrasi dan interkoneksi ayat-ayat al-quran dan hadist dengan ikatan kimia. *Jurnal Education and Development*, *9*(2), 317–327.
- Hidayatullah, M. M. S., & Anas, M. (2021). Penerapan model pembelajaran generatif untuk meningkatkan hasil belajar fisika pada siswa kelas x materi pokok gerak lurus. *Musamus Journal of Science Education*, *3*(2), 40–49. <https://doi.org/10.3572/mjose.v3i1.3525>
- Irwandani, I. (2015). Pengaruh model pembelajaran generatif terhadap pemahaman konsep fisika pokok bahasan bunyi peserta didik mts al-hikmah bandar lampung. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, *4*(2), 165–177. <https://doi.org/10.24042/jpifalbiruni.v4i2.90>
- Khoiri, A., Agussuryani, Q., & Hartini, P. (2017). Penumbuhan karakter islami melalui pembelajaran fisika berbasis integrasi sains-islam. *Tadris: Jurnal Keguruan Dan Ilmu Tarbiyah*, *2*(1), 19. <https://doi.org/10.24042/tadris.v2i1.1735>
- Krismayanti, Y. R., & Sudiby, E. (2021). Efektivitas penggunaan modul ipa dalam pembelajaran jarak jauh di masa pandemi covid-19 pada siswa kelas viii mtsn 2 kota kediri. *Pensa E-Jurnal : Pendidikan Sains*, *9*(2), 227–233.
- Maison, M., Lestari, N., & Widaningtyas, A. (2020). Identifikasi miskonsepsi siswa pada materi usaha dan energi. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *6*(1), 32–39. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v6i1.314>
- Melianti, E., Risdianto, E., & Swistoro, E. (2020). Pengembangan media pembelajaran berbasis multimedia interaktif menggunakan macromedia director pada materi usaha dan energi kelas x. *Jurnal Kumparan Fisika*, *3*(1), 1–10. <https://doi.org/10.33369/jkf.3.1.1-10>
- Nabila, S. R., & Rachmasari, S. (2021). Identifikasi miskonsepsi dan kesulitan siswa pada materi usaha dan energi. *Jurnal Kependidikan Betara (JKB)*, *2*(1), 67–72.
- Sabarni, S. (2019). Struktur atom berdasarkan ilmu kimia dan perspektif Al-Quran. *Lantanida Journal*, *7*(1), 87. <https://doi.org/10.22373/lj.v7i1.4647>
- Salam, A., Miriam, S., Arifuddin, M., & Ihsan, I. N. (2016). Pengembangan bahan ajar berbasis lingkungan bantaran sungai barito untuk melatih keterampilan proses sains siswa. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Basah*, 648–688.
- Sriwahyuni, I., Risdianto, E., & Johan, H. (2019). Pengembangan bahan ajar elektronik menggunakan flip pdf professional pada materi alat-alat optik di sma. *Jurnal Kumparan Fisika*, *2*(3), 145–152. <https://doi.org/10.33369/jkf.2.3.145-152>
- Yusuf, I., & Widyaningsih, S. W. (2018). Profil kemampuan mahasiswa dalam menyelesaikan soal hots di jurusan pendidikan fisika universitas papua. *Jurnal Komunikasi Pendidikan*, *2*(1), 42–49.
- Zainuddin, Z., Astuti, R. D., Misbah, M., Wati, M., & Dewantara, D. (2020). Pengembangan modul pembelajaran generatif materi fluida statis terintegrasi ayat-ayat Al-Qur'an. *Jurnal Pendidikan Informatika Dan Sains*, *9*(1), 1. <https://doi.org/10.31571/saintek.v9i1.1539>
- Zannah, F. (2020). Integrasi nilai-nilai pendidikan karakter berbasis Al Qur'an. *Tunas: Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, *5*(2), 1–8. <https://doi.org/10.33084/tunas.v5i2.1233>



Characteristics of Petung Bamboo Powder Composite Waste as Alternative Basic Material in The Interior Field

Purwanto^{1*} and Tri Tosan Tri Putro²

^{1*,2} Product Design, Duta Wacana Christian University, Yogyakarta
pur@staff.ukdw.aac.id

Abstract. This study aims to determine the characteristics of the composite waste petung bamboo powder (*Dendrocalamus asper*) and Polyurethane (SB-PU) regarding the value of the sound attenuation coefficient and tensile strength to obtain alternative raw materials that can be utilized in the interior sector. There is still a lot of bamboo powder that has not been utilized optimally, especially in the centers of the bamboo handicraft industry. This waste is only piled up and then burned which can actually be processed so that it has added value and can also reduce environmental pollution. The research method used is an experiment in the laboratory with a blending technique with a composition of bamboo powder 75%, 62.5%, 50%, 37.5%, 25% of the composite mass fraction, as a hardener used eggshell waste with a constant composition of 150 gr, then the material is printed and pressed for 24 hours. For acoustic testing according to the ASTM E-1050-98 standard, the B&K 4206 Small Tube Set was used, and for testing the tensile strength of the specimen according to the ASTM D-638-03 standard, the Universal testing machine was used. The results showed that the composite with the composition of bamboo powder and polyurethane 62.5% : 37.5% (250SB-PU) had a sound attenuation coefficient value (α) = 0.304 at low frequency (1000 Hz) and value = 0.485 at high frequency (5288 Hz). The highest tensile strength of the composite is 26.8 MPa at the composition of bamboo powder and polyurethane 50% : 50% (50SB-PU).

INTRODUCTION

With the growth of industry and craftsmen, especially those based on bamboo, one of the consequences is the problem of waste. The type of waste in question is generally in the form of leftover sleeves, small pieces of bamboo, or in the form of powder from the sawing process, all of which are usually handled by burning (Arrsad, 2015). One type of bamboo is petung bamboo which is a type of bamboo that has a large stem circumference and is often used for construction in the form of support poles, pulp and paper industry materials, plywood, plaiting, and furniture or furniture. This bamboo has several advantages compared to wood, including being able to harvest in a short time of about 3 years, straight stems, high strength properties, easy processing and relatively cheap (Khalil et al, 2012). Petung bamboo plants are spread throughout the world, 80% of the population thrives in South and Southeast Asia, and about 50% of the total variety of bamboo grows well in Indonesia (Wulandari, 2019). In addition, bamboo is also relatively cheap compared to wood, ductile, straight, flat, hard, easy to split, easy to shape and easy to use with other building materials because it is widely found around rural settlements, bamboo is a versatile plant for rural communities. In addition to the high multifunctionality of bamboo, there are several disadvantages of bamboo, including: the workmanship is not easy because it is easily broken or cracked, it is easy to attack wood destroying insects so it is not durable (not durable), dimensional variations and the uneven length of the segments (Wulandari, 2018). To overcome the weakness of bamboo, it is necessary to test the physical properties with Knowing the physical strength of bamboo will make it easier to work with bamboo

according to its benefits in the field. Based on the results of the study, it was found that bamboo waste that was processed into composites with the addition of 15% bamboo powder had a density value of 0.1093 gr/cm³ and a tensile strength of 28.20 MPa. (Sirti, 2016). Besides, the research results

The manufacture of composites with the increasing composition of bamboo powder in the brake lining samples will greatly affect the wear rate and hardness number (Prisma, 2012). Utilization of bamboo into composites is one of the alternative efforts to produce alternative raw materials to replace wood, there are differences between bamboo and wood biocomposites, especially variations in micro and macro characteristics, physical and chemical compositions and mechanical properties (Barbu, 2017). By knowing about the quality and durability of comparable materials between similar materials, biocomposites with lower costs will bring a new evolution in the manufacture of alternative materials.

The Sayegan area, Sleman Yogyakarta is one of the centers for bamboo handicrafts, with many bamboo craftsmen still not utilizing bamboo powder waste and just throwing it away around their home environment. For this reason, it is necessary to know how the characteristics of the results of material innovation through processing bamboo powder into composites can be used as alternative materials that can be applied in the industrial world, especially in the interior sector.

Currently the government is trying to find alternative materials as a substitute for wood, along with population growth in Indonesia, the speed of wood utilization is not balanced with the speed of existing wood growth (Saputro, 2017). One of the materials that can replace wood is bamboo which is a non-timber forest product that can be applied for various types of purposes, for example for use in the furniture, construction and interior industries (Arrsad, 2015) which is expected to be one of the alternative solutions to the growing problem. scarce availability of wood. For this reason, in product design, several factors will be considered including strength, characteristics and aesthetic value based on the results of in-depth studies on a material (Siti, 2020).

In a study conducted by Mulandari & Budiani (Mulantri, 2019) it was stated that the types of bamboo handicraft products in Sleman Regency consist of bamboo furniture, bamboo household furniture, and bamboo interior materials. Sleman Regency is an indication of an area with abundant bamboo potential with at least 10 types of bamboo, including petung bamboo.

Furthermore, regarding eggs, based on the results of the 2017 Basic Material Consumption Survey (VKBP) and 2019 Susenas, the need for chicken eggs until May 2020 is estimated at 2,059,735 tons. Meanwhile, based on the potential for chicken egg production until May 2020, it is estimated at 2,084,641 tons. Eggs, after being processed into processed foods, usually have a lot of shells or skins that are just thrown away. To overcome the waste of eggshells, several studies have been carried out using eggshell waste which is used as a composite material with fiber into a board material that has the highest yield strength at the composition of 9% palm fiber and 4% eggshell reaching 87.7. MPa (Rahman, 2016). For this reason, the research will also examine the level of characteristics of bamboo powder composites and polyurethane adhesives with the addition of eggshell waste as an alternative base material for making products in the interior sector.

The composite produced in a study requires testing to determine the characteristics including tensile strength and damping power to sound or sound. In principle, the tensile strength test is that the specimen is made according to the ISO standard, namely ASTM D-3039, pulled to break using the "Universal Testing Machine". The broken cross section of the specimen as the basis for dividing the required tensile force will obtain the value of the tensile strength. Then to determine the nature of the attenuation of sound or sound, acoustic testing was carried out using a spectral decomposition technique based on a sound transfer

function using a two-microphone B&K 4206 impedance tube based on the ASTM E1050-98 standard (ASTM, 1998). A test sample measuring 100 mm in diameter and 10 mm in thickness is placed at one end of the impedance tube while the loudspeaker at the other end emits random sounds. The two microphones on the impedance tube are used to sense sound pressure at two different positions which are then used for calculations to extract the components of the incident wave and reflected wave in the test sample. The absorption coefficient value or absorption given is $\alpha = 1 - |R|^2$ where α : sound absorption coefficient, R : sound reflection coefficient (Rifaida et al, 2014). Based on the absorption coefficient value of a material, there are absorption classes according to the standard BS EN ISO 11654:1997, namely there are 6 classes consisting of classes A, B, C, D and class E and one class that is not classified (Khuriati, 2016). The next class of sound absorbers is shown by a graph as shown in Figure 2. From the graphic image, there is one area that is not calcified, namely an area where the absorption coefficient (α) is below 0.15.

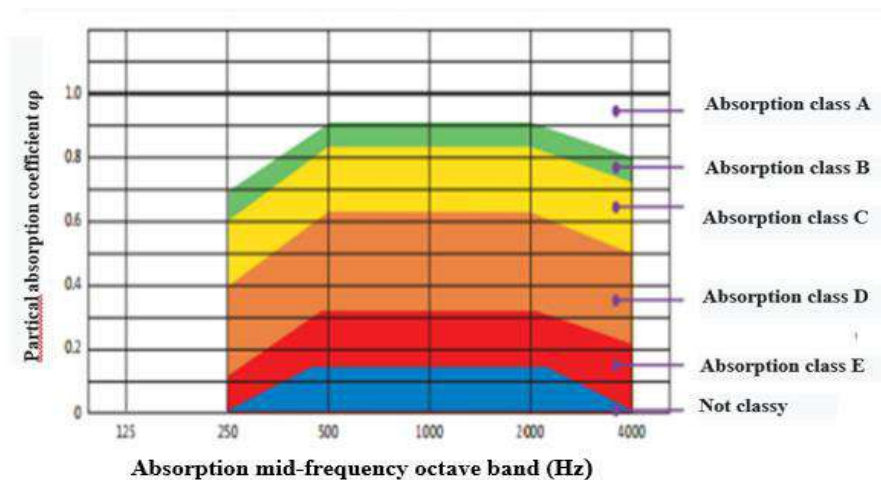


Figure 1. Graph of Classification of Sound Damping Class BSEN ISO 11654:1977 (Khuriati, 2016)

For this reason, this research aims to produce composites in the form of sheets and bars from bamboo powder waste and egg shell waste with polyurethane adhesive materials, to become alternative materials and reduce the environmental impact of these wastes. Furthermore, the novelty of this research is the production of composites with waste materials that have not been optimally utilized so far that can be used as alternative base materials in the construction sector. Meanwhile, the resulting composite material is seen as urgent at this time because it can be used as an alternative material to replace wood whose growth is not proportional to its use.

METHOD

The method used in this research is an experiment in the laboratory by making a composite of bamboo powder and eggshell that has been softened and filtered with a mesh size of 50, mixed with polyurethane pressure glue, and eggshell powder. The composition of 100gr, 150gr, 200 gr, 250 gr and 300 gr bamboo powder is mixed with polyurethane as a binder with a composition of 10%, 20%, 30%, 40%, 50% of the main ingredients, while the eggshell as a hardener is kept constant, namely 150 gr and water with a composition of 10% from bamboo powder. These materials were mixed by stirring for 5 minutes then

printing with a size of 8 cm x 6 cm x 2 cm, then cold pressed with a load of 500 kg for 24 hours. After drying, tensile test specimens were made according to the ISO ASTM D-3039 standard. To test the tensile strength using the Universal Testing Machine (UTM) model UCT5T. Meanwhile, for testing the sound absorption coefficient using a B&K 4206 impedance tube with a test specimen size of 30 mm in diameter, testing the sound absorption coefficient using an impedance method with the procedure according to ISO 10534-2:2001 standards, carried out at a temperature of 26.6o C and 50% RH (Rifaida et al, 2014).

RESULTS AND DISCUSSION

Tensile Test

Each sample composition was tested 3 times and then the average result was calculated. For example, the Specimen code 100SB-PU means that the composite composition consists of 100 grams of bamboo powder mixed with 300 polyurethane (PU) adhesives. While the cross-sectional area is calculated based on the measurement of the cross-sectional area after the specimen breaks. So the area of the broken cross-section is obtained based on the results of measuring the width and thickness of the specimen, each time the test of the shape of the broken cross-section is measured one by one as data for calculations. While the tensile force is the amount of force needed to break each specimen, its value can be read directly on the tool, the data for the tensile test results are shown in Table 1.

Table 1. Tensile Test Results Data (Source: Author's Document, 2022)

Specimen Code	Bamboo Powder/SB (gr)	Polyurethane/PU Adhesive (gr)	Eggshell Powder (g) (gr)	Cross-section area (mm ²)	Force (Newton)	Compressive Strength (MPa)
100SB-PU	100	300	150	123,36	2.400	19,45
				123,40	2.310	18,71
				123,10	2.300	18,68
				Average		18,94
150SB-PU	150	250	150	121,10	2.650	21,88
				121,00	2.680	22,14
				122,30	2.660	21,74
				Average		21,92
200SB-PU	200	200	150	121,81	3.270	26,84
				121,75	3.265	26,81
				121,80	3.268	26,83
				Average		26,82
250SB-PU	250	150	150	122,20	3.000	24,54
				122,15	3.060	25,05
				122,00	3.000	24,59
				Average		24,72
300SB-PU	300	100	150	127,10	2.850	22,42
				127,10	2.850	22,43
				126,90	2.810	22,14
				Average		22,32

Furthermore, from the results of the tensile test of the composite if it is depicted in graphical form, namely in Figure 3, from the graph it can be seen that there is an increase in tensile strength along with the increase in the composite ratio between bamboo powder and polyurethane/PU adhesive. However, this turned out to be a condition where in the comparison of the composition of the waste bamboo powder 200 grams and polyurethane/PU 50%:50% (200SB-PU) the tensile strength reached the highest value,

after that starting at the composition of 250SB-PU the tensile strength value began to decrease. This shows that with a balanced composition of bamboo powder and adhesive, the composite has a maximum tensile strength of 26.8 MPa. This tensile strength value is higher when compared to the results of research on bamboo fiber reinforced polyester composites which only have a tensile strength of 15.6 MPa (Reenivasulu, 2015). The decrease in tensile strength is caused by a decrease in the amount of polyurethane/PU adhesive, because the bonding strength is decreasing so that there are many cavities in the composite, less dense and less dense. So for the best composition with maximum tensile strength, it is recommended that the use of this composite for products that receive tensile loads be used in composite compositions with a ratio of bamboo powder waste and 50%:50% polyurethane/PU adhesive (200SB-PU). The low mass fraction of the adhesive causes the distance between the adhesives to be uneven, so that the bonding area between the powder and the adhesive becomes weak, and the effect of the adhesive as a reinforcement is reduced, this will reduce the value of the tensile strength of the material (Wang, 2015).

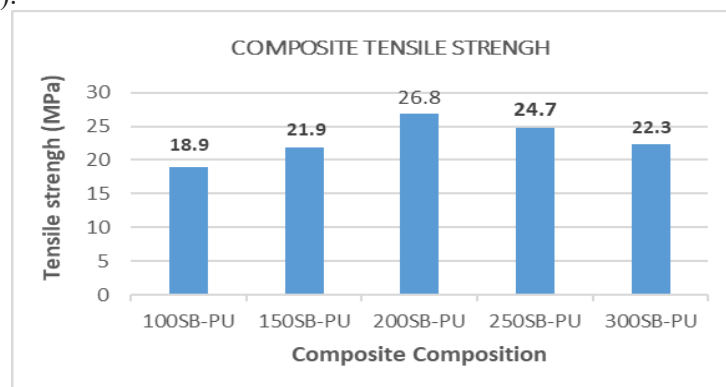


Figure 2. Graph of Relationship Between Tensile Strength and Composite Composition

Sound Absorption/Noise Cancellation Test

Testing the value of the sound absorption coefficient/sound attenuation (α) of an internationally recommended material according to ISO 11654 is the echo chamber method with ASTM-E1050-98 standardization. Likewise, the measurement of the sound absorption coefficient in this study also uses the impedance tube method. With this method, the minimum value of materials that can be classified as sound-absorbing materials based on ISO 11654 is 0.15. In this study, absorption testing was carried out starting from the lowest frequency (0Hz) to high frequency (6400 Hz) whose results are shown in a graph as shown in Figure 4. Based on the graph, the composite composition of 100SB-PU shows the value of the sound absorption coefficient both in the low-frequency area up to In the high frequency area (6400Hz) the value is below 0.15, the highest is 0.09, so this composition is not categorized as a sound-absorbing material (Khuriati, 2016). While the composite composition ranging from 150SB-PU, 200SB-PU, 250SB-PU, 300SB-PU the value of the absorption coefficient at both low and high frequencies is above 0.15, so it can be categorized as sound dampening material, this is in accordance with the Sound Dampening Class. Standard BSEN ISO 11654:1977.

The highest sound absorption coefficient at low and high frequencies occurs in composites with a ratio of bamboo powder and polyurethane/PU adhesive, which is 62.5%:37.5% (250SB-PU) on the graph shown by a purple line. In this composition, it turns out that there is a high absorption capacity, causing the sound that enters the composite sample to be absorbed so that the sound tends to be transmitted, because the pores of the bamboo powder are sufficient to convert the incoming sound into heat energy. In Table 2,

from the data, the absorption values from composites with a composition of 150SB-PU to composites with a composition of 300SB-PU meet the requirements and are classified as sound mufflers according to the ISO 11654 standard, because they have a sound absorption coefficient value above 0.15. As for the composite with a composition of 100SB-PU, it is not recommended as a sound dampening material at low or high frequencies because the sound absorption value (α) is below 0.15. So the resulting composite can be categorized as a sound-dampening material at both low and high frequencies, except for composites with a composition of 100SB-PU

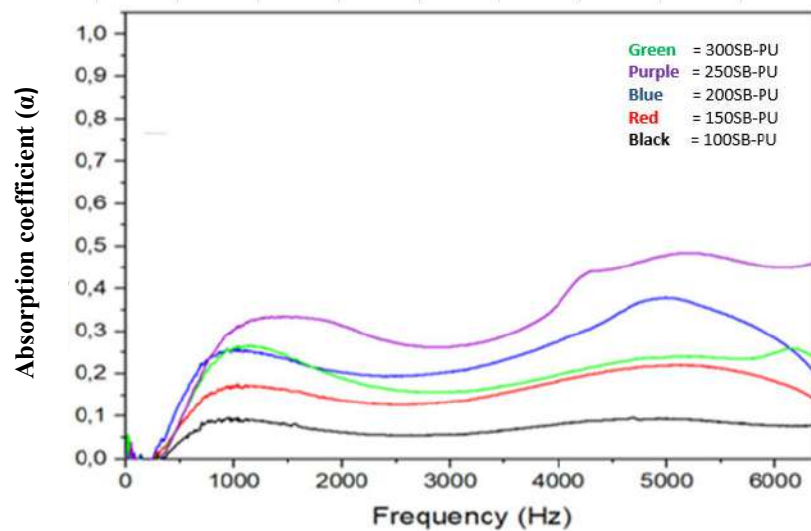


Figure 3. Composite Sound Absorption Coefficient Test Results

As a comparison material for the value of the sound absorption coefficient (α) of the composite at a low frequency of 1000 (Hz) to a high frequency of 5000 (Hz) each composite composition is shown in Table 2, then based on the data it can be illustrated by the graph in Figure 3

Table 2 Absorption Coefficient Values at Low (1000Hz) and High Frequency (5000 Hz)

Frekuensi (Hz)	Sample Code and Absorption Coefficient Value (α)				
	100SB-PU	150SB-PU	200SB-PU	250SB-PU	300SB-PU
1000	0.09	0.17	0.25	0.30	0.26
2000	0.06	0.13	0.20	0.16	0.26
3000	0.06	0.13	0.20	0.16	0.26
4000	0.08	0.18	0.28	0.20	0.37
5000	0.09	0.22	0.38	0.48	0.24

In the graph Figure 3 shows the relationship between the coefficient of sound absorption with low frequency (1000 Hz) to high frequency (5000 Hz) shows a composite with the composition of the ratio of bamboo powder and polyurethane/PU adhesive 62.5%: 37.5% (250SB-PU) has the lowest coefficient (α) = 0.16 and the highest is (α) = 0.48. This composite is better than the bagasse fiber composite with gypsum matrix which only has an absorption coefficient of 0.15 (Suban, 2015). Meanwhile, of the five composite compositions that are not categorized as dampening materials at low or high frequencies,

only the composition of 100SB-PU is not recommended because the absorption value is below 0.15.

Absorption Coefficient of Low Frequency to High Frequency

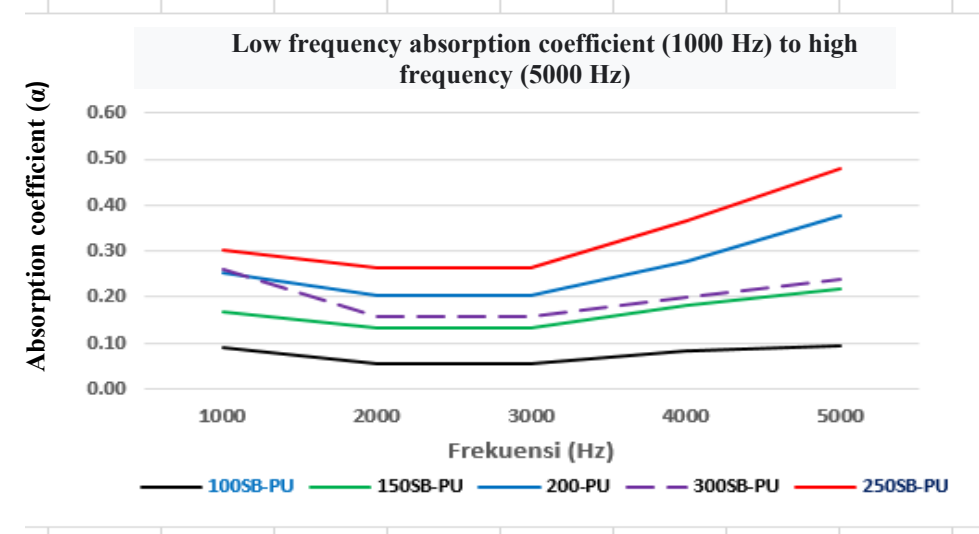


Figure 4. The Relationship Between Frequency and Composite Sound Absorption Coefficient

4. Conclusion

Based on the results of the research on making a composite of bamboo powder waste with polyurethane/PU adhesive at a composition of 50%:50% (200SB-PU), the highest tensile strength value was 26.8 MPa. As for the absorption coefficient value (α) = 0.30 at low frequency (1000 Hz) and at high frequency (5000 Hz) the value (α) = 0.48 is found in the composite composition of 62.5%: 37.5% (250SB -PU). The resulting composite can meet the criteria for being categorized as a sound-absorbing material starting from 37.5%:62.5% (150SB-PU) to 75%:25% (300SB-PU) samples because it has a value (α) above 0.15 according to the ISO 11654 standard. Besides that, the manufacture of composites also contributes to reducing environmental impacts and making alternative raw materials in the interior sector.

REFERENCE

- Arrsad, E. (2015) The Effect of Fiber Length on the Value, *Jurnal Teknik ITS*, 4
- ASTM-E1050-98 (1998) *Standar Test Methodfor Impedance and Absorbtion of Acoustical Material Using a Tube, Two Microphones, and Digital Amnalysis System ASTM*, New York: ASTM Subcommitte
- Barbu, P. C. M. C. (2017) *Bamboo :Potential Material for Biocomposites*. Woodhead Publishing: Duxford United Kingdom.
- Khalil, A. I. U .H. Bhat, M. Jawaid, (2012) Bamboo Fiber Reinforced Biocomposite, *Matter*, 1, 353-3682.
- Khuriati, A., et.al., (2016) Design of Coir-Based Silencer and Sound Absorption Coefficient Measurement, *Physics Periodic*, 9, 15-25, 2006.
- Mulandri H.B.S., (2019) Marketing Patterns for the Bamboo Craft Industry in Sleman Regency, *Geograf Journal*, 11, 86
- Prisma, F. W. (2012) *Utilization of Bamboo Powder as an Alternative Material for Motorcycle Non-Asbestos Brake Pads*, UNS

- Rahman, A. (2016) Effect of Composition of Composite Materials, *Journal of Engineering ITS*, 5, D209-D2011
- Reenivasulu, D. R. S. (2015) Mechanical Properties Evaluation of Bamboo Fiber Reinforced Composite Material, *International Journal of Engineering Research*, 3, 187-194.
- Rifaida, E., et al (2014) Manufacture and Characterization of Sound Dampers from Natural Fiber Raw Materials, *Arena Tekstil*, 29
- Saputro, D. N., (2017). Laminated Bamboo as an Alternative to Wood to Promote a Creative Economy Based on Local Potential, *National Seminar on Sustainable Development of Rural Resources and Local Wisdom VII, Purwokerto*.
- Sirti. K. (2016) Characteristics Physical Properties and Mechanical Properties of Polyurethane/Bamboo Powder Composites As Car Door Panel Applications, *Jurnal Teknik ITS*, 5.
- Siti, S. et.al. (2020) Physical Mechanical and Morphological Properties of Laminated Bamboo Hybrid Composite : a Potensial Raw Material for Furniture Manufacturing, *Mater Res. Express*, 7
- Suban, M. F. S. L. (2015) The Effect of Fiber Length on the Value of the Sound Absorption Coefficient and Mechanical Properties of Sugarcane Bagasse Fiber Composites with Gypsum Matrix, *Journal of Engineering ITS*, 4
- Wang, W. Y. (2015). *China:2nd International Workshop on Materials Engineering and Computer Science (IWWMECS), Jinan, Shandong*.
- Wulandari . F. T., (2018), "Variation of Moisture Content of Three Types of Bamboo Based on Axial Direction," Department of Forestry, Faculty of Agriculture, University of Mataram, Mataram.
- Wulandari, F. T., (2019). Characteristics and Physical Properties of Petung Bamboo (*Dendrocalamus asper*. Backer) in the region (HKM) Aik Bual Village, West Nusa Tenggara Province," 15



Pengaruh Suhu Nitriding Terhadap Laju Korosi SS 304 Dan SS 316 Sebagai Material Struktur Reaktor Nuklir

Fajar Al Afghani^{1*}, Anditania Sari Dwi Putri², dan Ely Nurlailiy²

¹Pusat Riset dan Teknologi Daur Bahan Bakar Nuklir, Badan Riset dan Inovasi Nasional Kawasan Puspiptek Gd. 20, Serpong Tangsel, 15314

²Direktorat Fasilitas Ketenaganukliran, Badan Riset dan Inovasi Nasional, kawasan Puspiptek Gd. 20, Serpong Tangsel, 15314
afghani.chan@gmail.com

Abstrak

Material SS 304 dan SS 316 digunakan sebagai material struktur reaktor nuklir khususnya sebagai material pipa pendingin sekunder. Salah satu kelemahan baja tahan karat SS 304 jika dibandingkan dengan laju korosi SS316 adalah laju korosi SS 304 lebih besar dari SS 316. Hal ini adalah kendala penggunaan SS 304 sebagai material Struktur untuk pipa pendingin reaktor nuklir yang rentan terkorosi dalam lingkungan kimia air yang bersifat korosif. Salah satu alternatif mengatasi kelemahan tersebut maka perlu dilakukan surface treatment. Salah satu proses surface treatment yaitu dengan melakukan Nitriding pada SS 304 dengan variasi temperatur 300 - 500 derajat. Pada penelitian ini akan dilakukan analisis perilaku korosi yang terjadi pada material SS 304 yang telah dilapisi nitrogen dan dibandingkan dengan SS 316. Pengujian dilakukan dengan metode elektrolisis yaitu tiga sel elektroda untuk mendapatkan arus korosi pada larutan air demineralisasi seperti pada kondisi pipa pendingin. Elektrolisis dimaksudkan untuk mempercepat proses korosi pada spesimen, sehingga dapat diprediksi laju korosinya dalam satuan tahun. Hasil karakterisasi korosi dengan metode elektrokimia menunjukkan laju korosi SS 304 yang diberikan perlakuan nitriding suhu 300 – 500 °C lebih rendah dengan nilai berurutan $3,56 \cdot 10^{-3}$ mpy, $2,45 \cdot 10^{-3}$ mpy dan $1,08 \cdot 10^{-3}$ mpy dibanding dengan laju korosi SS 304 tanpa perlakuan nitriding dengan nilai $6,97 \cdot 10^{-3}$ mpy. Suhu nitriding 500 °C lebih optimum digunakan karena laju korosinya $1,08 \cdot 10^{-3}$ mpy mendekati laju korosi SS 316 dengan nilai $0,98 \cdot 10^{-3}$ mpy.

Kata kunci: nitriding, SS304, SS316, korosi

PENDAHULUAN

Salah satu permasalahan di pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN) adalah mahalnya harga material yang digunakan sebagai pipa pendingin yaitu material stainless steel (SS) 316. Harga SS 316 yang tinggi menjadi pertimbangan untuk menggantinya dengan stainless steel (SS) 304 (Mulyaningsih et al., 2014). Pemilihan SS 304 menjadi pertimbangan karena material tersebut lebih banyak di produksi, dan harganya lebih murah (Novita et al., 2018), Selain itu baja stainless steel 304 secara alami juga sudah mengandung unsur Ni dan Cr, penambahan Ni dan Cr diharapkan tidak mempengaruhi sifat korosi pada lingkungan air pendingin. Salah satu kelemahan stainless steel 304 jika dibandingkan dengan 316 adalah ketahanan korosinya. Ketahanan korosi stainless steel 304 lebih kecil daripada stainless steel 316, sehingga hal tersebut menjadi kendala penggunaan stainless steel 304 terutama sebagai material pipa air pendingin reaktor (Hadi Prajitno & Setiawan, 2019).

Perlakuan permukaan merupakan alternatif untuk mengatasi kelemahan SS 304 yang ketahanan korosinya rendah. Salah satu metode perlakuan permukaan yaitu dengan

pelapisan atau *sputtering* (Hermawan et al., 2021). Lapisan yang dihasilkan akan melindungi SS 304 dari kontak langsung dengan lingkungan di sekitarnya. Perlakuan permukaan dengan metode pelapisan menggunakan gas nitrogen disebut dengan *nitriding*. Nitrogen banyak dimanfaatkan sebagai bahanpelapis karena memiliki kekerasan yang tinggi, kestabilan kimia yang tinggi dan ikatan *adhesi* yang sangat baik dengan logam dasar yang dilapisi sehingga meningkatkan ketahanan korosi logam dasar tersebut. Selain itu, lapisan tipis nitrogen memiliki ketahanan aus dan korosi yang sangat baik, dan temperatur sublimasi yang tinggi (Ul-Hamid et al., 2017)

Beberapa penelitian tentang proses nitriding pada SS 304 telah dilakukan yang berfokus pada optimasi suhu nitriding yang digunakan (Balusamy et al., 2013; Bhavesh & Panchal, 2018; Monteiro et al., 2017; Xie et al., 2020). Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa semakin tinggi suhu nitriding yang digunakan akan meningkatkan ketahanan korosi (Afghani et al., 2019). Namun demikian, suhu nitriding yang terlalu tinggi akan mengakibatkan struktur nitrogen menjadi lebih getas sehingga mudah terkelupas (Sigit et al., 2017). Oleh karena itu, Penelitian ini difokuskan pada perlakuan permukaan nitriding dari SS 304 yang mencakup variasi komposisi suhu 300, 400 dan 500 °C. Laju korosi SS 304 yang telah dilapisi dengan metode nitriding akan dibandingkan dengan laju SS 304 tanpa perlakuan apapun.

METODOLOGI

Logam stainless steel 304 disiapkan sebanyak 12 buah dengan bentuk lingkaran, diameter 1,1 cm dan tebal 3 mm. Semua specimen di lakukan pre-treatment yang sama yaitu grinding dan polishing dengan kertas amplas secara bertahap dari grit 100, 200, 500 dan 1200. Setelah itu dilakukan proses pelapisan dengan nitrogen dengan variasi suhu nitriding 0 (tanpa perlakuan), 300, 400 dan 500 °C. masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali.

Setelah proses nitriding dilakukan maka langkah selanjutnya adalah melakukan karakterisasi perilaku korosi dengan metode elektrokimia pada kondisi lingkungan atau larutan larutan air demin. Peralatan yang digunakan dalam pengujian ini adalah wadah berisi air demin dengan 3 sel elektroda di dalamnya dan terhubung dengan peralatan potensiostat Gamry Instruments Reference 600. Arus yang dihasilkan pada setiap tegangan yang diberikan oleh potensiostat dapat direkam oleh komputer yang sudah terdapat aplikasi Gamry Echem Analyst didalamnya. Hasil dari karakterisasi ini di dapat kurva Open Circuit Potential dan Potensiodinamik. Pengukuran OCP dilakukan selama 1 jam dan di dapat nilai E_{corr} . Pengukuran potensiodinamik dilakukan pada rentang tegangan $-0,9$ V hingga $0,9$ V pada laju pemindaian 5 mV/s. kurva potensiodinamik akan menentukan nilai I_{corr} . Nilai i_{corr} dapat menentukan laju korosi logam SS 304 dengan persamaan sebagai berikut.

$$\text{laju korosi (LK)} = \frac{i_{corr}}{n \cdot f} \quad (1)$$

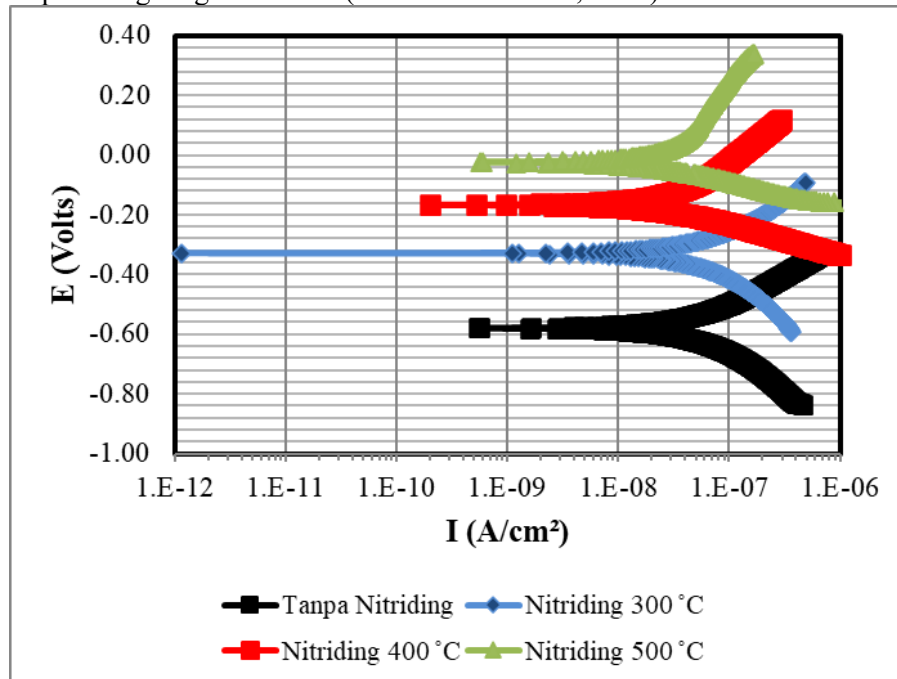
dimana LK adalah laju korosi dengan satuan mmpy, i_{corr} adalah kerapatan arus yaitu arus yang mengalir per unit area sebuah bahan yang sedang korosi dengan satuan mol/m².s, sedangkan n adalah jumlah electron yang terionisasi dari setiap atom logam yang sedang terkorosi, dan F adalah tetapan faraday yang nilainya 96500 C/mol.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi perilaku Korosi SS 304

Hasil yang didapatkan dari karakterisasi perilaku korosi dengan metode elektrokimia adalah berupa potensial (V) sebagai parameter input dan rapat arus (A/cm²) yang terukur. Gambar 1 adalah hasil pengujian polarisasi potensiodinamik SS 304 pada larutan air demin tanpa perlakuan nitriding, dan dengan perlakuan nitriding pada suhu 300 – 500 °C.

Berdasarkan gambar 1 menunjukkan, bahwa karakteristik korosi SS 304 potensiodinamiknya lebih positif Ketika diberikan perlakuan nitriding. Hal ini mengindikasikan bahwa SS 304 yang di nitriding lebih sulit untuk bereaksi dengan air demin untuk membentuk reaksi korosi. SS 304 memiliki komposisi (dalam %): < 0,015 C, 18.5 Cr, 12 Ni [referensi]. SS 304 adalah baja paduan dengan kandungan krom 10,5% - 18% akan membentuk lapisan pasif sebagai pelindung dari peristiwa oksidasi sehingga menyebabkan material ini mempunyai sifat tahan korosi (Ul-Hamid et al., 2017). Penambahan pelapis nitrogen berperan dalam menghambat ion-ion kation logam berdifusi pada lingkungan tersebut (Baranidharan et al., 2020).



Gambar 1. Kurva Potensiodinamik SS 304 tanpa nitriding dan dengan nitriding suhu 300 - 500 °C

Laju korosi SS 304 tanpa dan dengan perlakuan nitriding

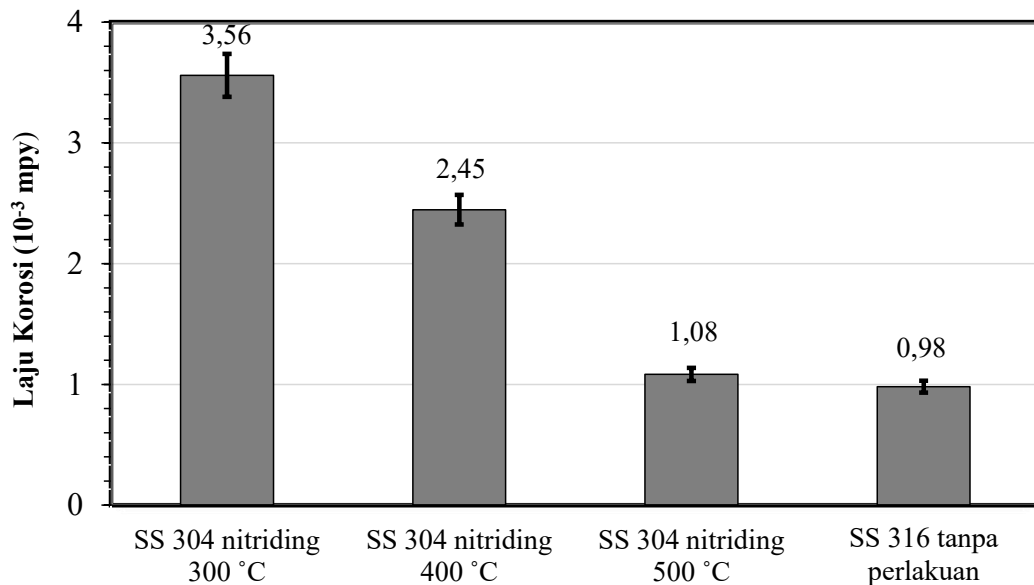
Setelah kurva potensiodinamik terbentuk maka selanjutnya adalah menentukan laju korosi dengan pengeplotan terhadap grafik menggunakan aplikasi Gamry Echem Analyst. Hasil plot tersebut diperoleh nilai icorr untuk perhitungan laju korosi. Berdasarkan hasil tabulasi data laju korosi (tabel 1) menunjukkan bahwa perlakuan nitriding dapat menurunkan laju korosi material SS 304. Hubungan kenaikan suhu nitriding terhadap laju korosi SS 304 berbanding terbalik. Kanan (2020) menjelaskan mekanisme nitriding pada paduan SS 304 dapat menghambat reaksi oksidasi SS 304 terhadap lingkungan sehingga material SS 304 yang terpapar ion-ion korosif akan lebih tahan terhadap (Xie et al., 2020).

Tabel 1. Tabulasi data laju korosi SS 304 tanpa dan dengan nitriding 300 – 500 °C

Spesimen Uji	Laju Korosi (10 ⁻³ mpy)
SS 304 tanpa nitriding	6,97
SS 304 nitriding 300 °C	3,56
SS 304 nitriding 400 °C	2,45
SS 304 nitriding 500 °C	1,08

Perbandingan laju korosi SS 304 dengan perlakuan nitriding dan SS 316

Pengujian laju korosi dilakukan sebanyak 3x ulangan untuk material SS 304 dengan perlakuan nitriding dan SS 316. Gambar 2 menunjukkan perbandingan laju korosi SS 304 dengan perlakuan dan SS 316 dalam media air demin. Berdasarkan gambar 2 menjelaskan bahwa laju korosi SS 304 setelah dilapisi nitrogen cenderung menurun mendekati laju korosi SS 316L. Nilai laju korosi nitriding SS 304 pada suhu 500 °C $1,08 \times 10^{-3}$ mpy paling mendekati Nilai laju Korosi SS 316 $0,98 \times 10^{-3}$ mpy



Gambar 2. Perbandingan laju korosi SS 304 setelah nitriding suhu 300 – 500 °C terhadap laju korosi SS 316

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa perlakuan nitriding berpengaruh terhadap karakteristik korosi material SS 304 dalam air demin yaitu meningkatkan ketahanan korosi yang terjadi pada SS 304. Laju korosi SS 304 akan semakin rendah seiring dengan kenaikan suhu nitriding. Suhu nitriding 500 °C lebih optimum digunakan karena laju korosinya $1,0888$ mpy mendekati laju korosi SS 316 dengan nilai $0,9856$ mpy

ACKNOWLEDGMENT

Penulis mengucapkan terima kasih kepada penanggung jawab kegiatan Pengujian Pra Dan Pasca Iradiasi Bahan Bakar Reaktor Riset yang telah membiayai kegiatan ini melalui DIPA 2021. Selain itu, kami juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Junaedi yang telah membantu melaksanakan preparasi metalografi dan pengamatan menggunakan mikroskop optik hingga pembuatan makalah ini selesai. Kami juga mengucapkan banyak terima kasih kepada Kepala Bidang Uji Radiometalurgi (Ir.Sungkono,M.T) atas arahan dan bimbingannya serta seluruh staf BUR yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu atas kerjasamanya selama ini.

Daftar Pustaka

Afghani, F. Al, Yanlinastuti, Putri, A. S. D., Susanto, Y. D. A., & Sigit, R. (2019).
Material Struktur Reaktor Nuklir Berbasis Paduan Zirconium Dan Baja Tahan

- Karat. *Pengelolaan Instalasi Nuklir*, 12(23), 61–70.
- Balusamy, T., Narayanan, T. S. N. S., Ravichandran, K., Park, I. S., & Lee, M. H. (2013). Plasma nitriding of AISI 304 stainless steel: Role of surface mechanical attrition treatment. *Materials Characterization*, 85, 38–47. <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2013.08.009>
- Baranidharan, K., Thirumalai Kumaran, S., Uthayakumar, M., & Parameswaran, P. (2020). A review of electrochemical corrosion on stainless steel 316. *INCAS Bulletin*, 12(4), 221–226. <https://doi.org/10.13111/2066-8201.2020.12.4.20>
- Bhavesh, R. R., & Panchal, K. (2018). Characterization of Gas Nitrided 304L Stainless. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, 6(9).
- Hadi Prajitno, D., & Setiawan, J. (2019). Perilaku Elektrokimia Baja Tahan Karat SS 316 Dalam Media Nano Fluida. *Urania Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir*, 25(1), 9–18. <https://doi.org/10.17146/urania.2019.25.1.5053>
- Hermawan, E., Sudjadi, U., & Ajiriyanto, M. K. (2021). *Effect of nitrocarburizing and argon admixing on low carbon steel for component facility in radiometallurgical installation*. 31(4), 1–7. <https://doi.org/10.14456/jmmm.2021.xx>
- Monteiro, W. A., Pereira, S. A. L., & Vatauvuk, J. (2017). Nitriding Process Characterization of Cold Worked AISI 304 and 316 Austenitic Stainless Steels. *Journal of Metallurgy*, 2017, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2017/1052706>
- Mulyaningsih, N., Salahudin, X., Iswanto, P. T., & Soekrisno. (2014). Analisis Perbandingan Laju Korosi Material SS 304 Lapis Ni-Cr dengan SS 316 L Terhadap Pengaruh Cairan Tubuh. *Universitas Tidar Magelang*, 40(2), 95–107.
- Novita, S., Ginting, E., & Astuti, W. (2018). Analisis Laju Korosi dan Kekerasan pada Stainless Steel 304 dan Baja Nikel Laterit dengan Variasi Kadar Ni (0, 3, dan 10%) dalam Medium Korosif. *JURNAL Teori Dan Aplikasi Fisika*, 06(01), 21–32.
- Sigit, R., Al Afghani, F., Setiawan, J., & Sungkono, S. (2017). Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir. *Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir*, 23(3), 175–182.
- Ul-Hamid, A., Saricimen, H., Quddus, A., Mohammed, A. I., & Al-Hems, L. M. (2017). Corrosion study of SS304 and SS316 alloys in atmospheric, underground and seawater splash zone in the Arabian Gulf. *Corrosion Engineering Science and Technology*, 52(2), 134–140. <https://doi.org/10.1080/1478422X.2016.1213974>
- Xie, W., Chen, Y., Chen, D., Yang, Y., Zhang, C., Cui, G., & Wang, Y. (2020). Low-pressure gas nitriding of AISI 304 austenitic stainless steel: Reducing the precipitation of chromium nitrides. *Materials Research Express*, 7(6). <https://doi.org/10.1088/2053-1591/ab9bef>



Modifikasi Serat Bemban (*Donax Canniformis*) Sebagai Material Campuran Aspal Porus Menggunakan NaOH

Y Saputra^{1)*}, AWL Zahara¹⁾, MA Lazuardi²⁾, NMS Amada²⁾, NH Haryanti¹⁾

¹⁾Program Studi Fisika FMIPA, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Indonesia, 70714

²⁾Program Studi Teknik Sipil FT, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Indonesia, 70714

1911014110011@mhs.ulm.ac.id

Abstract. Kalimantan Selatan memiliki potensi sumber daya alam yang berlimpah, salah satunya adalah bemban. Bemban memiliki sifat yang cukup baik sebagai material campuran suatu bahan. Penelitian tentang modifikasi serat bemban sebagai material campuran aspal porus telah dilakukan menggunakan NaOH. Bemban dibelah menjadi dua bagian dan dikeringkan dengan oven suhu 100 °C selama 24 jam selanjutnya dilakukan penyisiran dengan cara membujur untuk memisahkan antara daging dengan serat dan dilakukan pemotongan ± 5 cm kemudian dihaluskan hingga berbentuk partikel, selanjutnya disaring dengan saringan ukuran 60 mesh, berikutnya dilakukan uji pendahuluan dengan komponen kadar air, kadar selulosa, dan kadar lignin. Modifikasi dilakukan menggunakan perendaman NaOH dengan variasi waktu 30 menit dan 60 menit serta dengan suhu 28 °C (suhu ruang), 60 °C, dan 120 °C Hasil pengukuran serat bemban yang telah dimodifikasi menggunakan NaOH dengan kadar air 2,36%-5,90%, kadar selulosa 6,55%-22,52%; dan kadar lignin 0,40%-9,24%. Modifikasi serat bemban dengan NaOH yang dihasilkan dapat mempengaruhi jumlah komponen kadar air, kadar selulosa, dan kadar lignin sebagai campuran material aspal porus.

Kata Kunci: Bemban, NaOH, Kadar Air, Kadar Selulosa, Kadar Lignin

PENDAHULUAN

Tergenangnya air di permukaan jalan masih menjadi salah satu permasalahan akibat dari kurangnya resapan air sehingga solusi untuk mencegahnya dapat menggunakan aspal porus (Ayun & Prastyanto, 2021). Aspal porus atau aspal berpori adalah campuran butiran terbuka dengan persentase agregat kasar yang lebih besar dari agregat halus, sehingga menyediakan pori besar agar berfungsi sebagai drainase dan merupakan inovasi yang mampu mengurangi genangan air di permukaan jalan (Sembung et al, 2020). Sayangnya dengan kadar rongga yang tinggi, aspal porus memiliki nilai stabilitas yang rendah sehingga rentan terhadap pelapukan dan bahaya disintegrasinya menjadi lebih tinggi (Ali et al, 2013). Dari permasalahan tersebut, diperlukan peningkatan kualitas pada aspal porus dengan memberikan bahan tambah atau material campuran yang dapat berkontribusi pada kualitas aspal porus dan tentunya juga ramah lingkungan maka serat alam merupakan bahan campuran yang tepat, selain karena bahan yang mudah didapat serat alam juga memiliki tingkat kekakuan dan kekuatan yang baik sebagai campuran aspal porus.

Salah satu serat alam yang dapat digunakan sebagai material campuran aspal porus yakni serat bemban. Bemban adalah salah satu potensi sumber daya alam yang dimiliki

Kalimantan Selatan, merupakan tanaman liar yang hidup di daerah rawa dengan struktur tanah gambut yang bersifat asam (Syarief & Yafie, 2017). Berman dimanfaatkan sebagai bahan baku kerajinan anyaman (Harsono, 2015). Pemanfaatan tanaman beman dirasa masih belum maksimal, terutama pada sifat mekaniknya yang cukup baik. Terkait dengan penelitian kekuatan serat beman, oleh (Al-Idrus, 2020) menyimpulkan komposit serat beman memiliki ketahanan yang paling baik dibandingkan serat lain yaitu $0,0449 \text{ Joule/mm}^2$ terhadap uji impak. Selain itu, serat beman memiliki sifat-sifat menguntungkan seperti tahan terhadap pengaruh panas matahari dan cuaca dingin, tahan terhadap pelapukan, tidak mudah busuk dan awet, memungkinkan dapat dijadikan sebagai salah satu pilihan untuk digunakan sebagai bahan tambah dalam campuran (Harsono, 2015).

Untuk memperoleh bahan sebagai campuran yang memiliki sifat tertentu maka suatu material perlu dilakukan perlakuan secara kimia dengan tujuan memperbaiki sifat alaminya, satu diantaranya dengan modifikasi kimia. Modifikasi kimia dari serat alami merupakan reaksi antara komponen-komponen dari serat alami dengan bahan kimia. Salah satu metode modifikasi kimia adalah alkalisasi yaitu dengan menggunakan larutan alkali untuk meningkatkan selulosa dan melarutkan lignin, hal ini berpotensi untuk memperbaiki sifat-sifat dari serat alami tersebut (Ramadhani, 2020). Salah satu larutan alkali yang dapat digunakan yakni NaOH. Penggunaan senyawa NaOH dapat mengoptimalkan sifat selulosa dan mengurangi lignin serta dapat memperkecil diameter pada serat (Pradana et al, 2017).

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik serat beman sebagai campuran aspal porous dengan memberikan modifikasi secara kimia yakni menggunakan NaOH konsentrasi 5% dengan variasi pengaruh lama perendaman 30 dan 60 menit dan suhu perebusan 28 C, 30 C dan 120 C sehingga dapat mempengaruhi kadar komponen kimia yang terdapat pada serat beman dan mampu memberikan kontribusi pada kualitas sebagai bahan campuran suatu material.

METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Fisika Material FMIPA Universitas Lambung Mangkurat. Proses penelitian yang dilakukan meliputi: pembuatan serat beman dan modifikasi serat beman. Material tanaman beman yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari Desa Kanamit, Kabupaten Pulang Pisau.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi : Tanaman beman (*Donax Canniformis*), NaOH 5%, dan Akuades.

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi : Oven, *hot plate*, gelas beker, gelas ukur, sudip, kertas saring, aluminium foil, pH meter, plastik wrap, dan plastik klip.

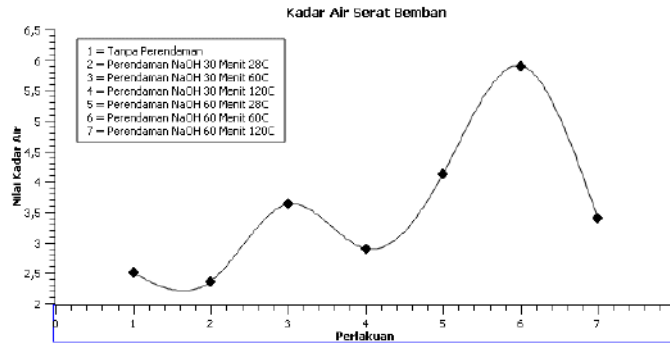
Cara

Beman dibelah menjadi dua dan dikeringkan dengan oven suhu $100 \text{ }^\circ\text{C}$ selama 24 jam, selanjutnya dilakukan penyisiran dengan cara membujur untuk memisahkan antara daging dengan serat dan dilakukan pemotongan $\pm 5 \text{ cm}$ kemudian dihaluskan hingga berbentuk serbuk, selanjutnya disaring dengan saringan ukuran 60 mesh, berikutnya dilakukan modifikasi menggunakan perendaman NaOH 5% dengan variasi lama perendaman 30 dan 60 menit dan perebusan menggunakan *hot plate* dengan suhu $28 \text{ }^\circ\text{C}$, $60 \text{ }^\circ\text{C}$ dan $120 \text{ }^\circ\text{C}$ yang mengacu pada standar pengujian SNI 03-2104-1991.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air

Nilai kadar air serat bemban yang didapatkan dapat dilihat pada Gambar 1. Nilai kadar air terendah terdapat pada perlakuan perendaman NaOH dengan waktu 30 menit suhu 28 °C sebesar 2,36% dan kadar air tertinggi pada perlakuan NaOH dengan waktu 60 menit suhu 60 °C sebesar 5,90%. Secara umum, semua variasi perlakuan pada serat bemban dapat menurunkan kadar air dan sesuai dengan SNI 03-2104-1991 yakni <14%.

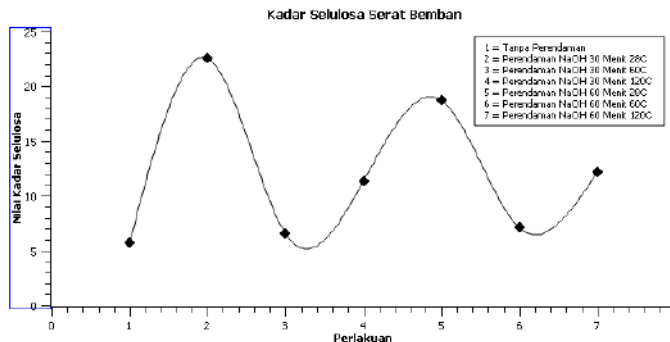


Gambar 1 Grafik Kadar Air Serat Bemban

Analisa kadar air dilakukan untuk menentukan besarnya kandungan air yang terdapat pada serat [7]. Dilakukan perhitungan dengan massa akhir yang mengalami perubahan dari massa awal setelah dilakukan perlakuan tanpa perendaman maupun perendaman menggunakan NaOH.

Kadar Selulosa

Nilai kadar selulosa serat bemban yang didapatkan dapat dilihat pada Gambar 2. Nilai kadar selulosa tertinggi terdapat pada perlakuan perendaman NaOH dengan waktu 30 menit suhu 28 °C sebesar 22,52% dan kadar selulosa terendah terdapat pada variasi perlakuan tanpa perendaman NaOH sebesar 5,73%.

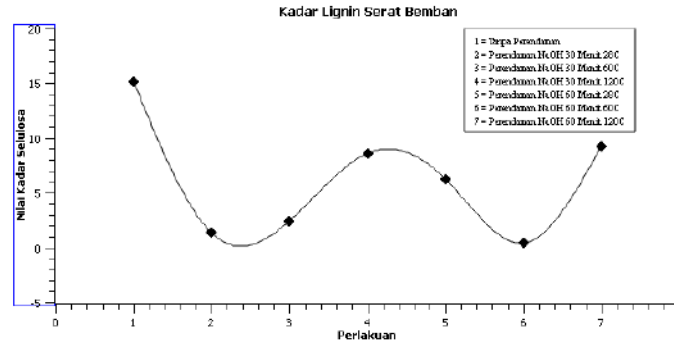


Gambar 2 Grafik Kadar Selulosa Serat Bemban

Gambar 2 perlakuan variasi waktu dan suhu NaOH pada proses modifikasi terhadap serat bemban akan meningkatkan kadar selulosa seiring semakin meningkatnya waktu dan suhu perlakuan dan mencapai nilai optimum pada perlakuan perendaman NaOH 30 menit 28 °C sebesar 22,52% dan mengalami penurunan pada perlakuan NaOH 30 Menit 60 °C, namun nilai masih diatas tanpa perendaman. Nilai cenderung tidak stabil setelah perlakuan perendaman NaOH dengan waktu 30 menit suhu 28 °C, hal ini dikarenakan selulosa yang mulai terlarut kedalam NaOH. Menurut Aprilyanti (2018) proses hidrolisis menyebabkan terjadi pemutusan rantai molekul pada ikatan glukosida sehingga nilai kadar selulosanya dapat menurun.

Kadar Lignin

Nilai kadar lignin serat bemban yang didapatkan dapat dilihat pada Gambar 3. Nilai kadar lignin terendah terdapat pada perlakuan perendaman NaOH dengan waktu 60 menit suhu 60 °C sebesar 0,40% dan kadar selulosa tertinggi terdapat pada variasi perlakuan tanpa perendaman NaOH sebesar 15,16%.



Gambar 3 Grafik Kadar Lignin Serat Bemban

Gambar 3 memperlihatkan kandungan lignin serat bemban baik sebelum perendaman maupun setelah perendaman NaOH. Serat bemban sebelum diberi perendaman memiliki kandungan lignin sebanyak 15,16% sedangkan setelah diberi perlakuan 1,5, dan 6 seperti pada Gambar 3 mengalami penurunan hingga 0,40%. Akan tetapi meningkat pada perlakuan 3,4, dan 7 yaitu sebanyak 9,24%, namun nilai masih dibawah dari tanpa perendaman. Hal ini menunjukkan bahwa secara keseluruhan perlakuan alkali akan menurunkan kandungan lignin pada serat. Menurut Kondo & Arsyad (2018) perlakuan alkali NaOH dapat menurunkan kandungan lignin sebelum diberi perlakuan.

Karakteristik Serat Bemban dengan Modifikasi NaOH

Tabel 1. Hasil Uji Kadar Komponen Kimia pada serat bemban.

Perlakuan	Kadar Air	Kadar Selulosa	Kadar Lignin	Standar Pengujian
Tanpa Perendaman	2,50 %	5,73%	15,16%	
NaOH 30 Menit 28 °C	2,36%	22,52%	1,33%	
NaOH 30 Menit 60 °C	3,63%	6,55%	2,43%	SNI 03-
NaOH 30 Menit 120 °C	2,90%	11,33%	8,60%	2104-1991
NaOH 60 Menit 28 °C	4,12%	18,70%	6,26%	
NaOH 60 Menit 60 °C	5,90%	7,08%	0,40%	
NaOH 60 Menit 120 °C	3,40%	12,15%	9,24%	

Pada tabel 1. Ditunjukkan bahwa hasil nilai kadar air yang didapatkan dengan variasi perlakuan memenuhi standar pengujian yaitu <14%. Untuk nilai kadar selulosa optimum pada perlakuan perendaman NaOH 30 menit 28 °C dan kadar lignin terendah pada perendaman NaOH 60 menit 60 °C. Nilai komponen kimia serat bemban dengan perendaman NaOH 30 menit 28 °C merupakan nilai yang paling baik karena dapat menurunkan kadar air, meningkatkan kadar selulosa, dan mengurangi kadar lignin secara signifikan. Variasi lama perendaman NaOH dengan waktu 30, 60, dan 120 menit dapat memberikan pengaruh yang cukup signifikan bagi serat (Chamidy, 2021). Hal ini menunjukkan bahwa waktu dan suhu perendaman menggunakan alkalisasi NaOH dapat mempengaruhi kadar air, kadar selulosa, dan kadar lignin pada serat.

KESIMPULAN

Sebagaimana hasil dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa modifikasi serat bemban menggunakan larutan alkali NaOH 5% dapat mempengaruhi komponen kimia pada kadar air, meningkatkan kadar selulosa, dan menurunkan kadar lignin pada serat bemban. Waktu perendaman dan suhu perebusan dapat mempengaruhi kadar komponen kimia serat bemban dan kandungan terbaik dari serat bemban terdapat pada perlakuan perendaman NaOH 30 Menit 28 °C yang dapat direkomendasikan sebagai material campuran aspal porous.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, N., Amiruddin, A.A. and Aboe, A.F. (2013). Studi Penggunaan Serat Ijuk Sebagai Bahan Tambah Pada Aspal Porous Liquid Asbuton. In *Mater. Konf. Nas. Tek. Sipil Univ. Sebel. Maret-Surakarta*. 7, 24-26.
- Al-Idrus, S.M.F., (2020). *Perbandingan Komposit Polyester Serat Bemban (Donax Canniformis), Timbaran, Dan Bilaran Terhadap Kekuatan Impak Dan Bending* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Kalimantan MAB).
- Aprilyanti, S. (2018). Pengaruh konsentrasi NaOH dan waktu hidrolisis terhadap kadar selulosa pada daun nanas. *Jurnal Teknik Kimia*, 24(1), 28-31
- Ayun, Q., & Prastyanto, C. A. (2021). Analisis Pengaruh Variasi Gradasi Aspal Porus Terhadap Parameter Marshall dan Permeabilitas. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 19(1), 55-64.
- Chamidy, H. N. (2021). Pemisahan Lignin Dari Kapuk (Ceiba Pentandra) Untuk Memperoleh Selulosa Kadar Tinggi. In *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 12, 827-832.
- Harsono, D., (2015). Sifat Fisis Dan Mekanis Anyaman Bamban (Donax Canniformis) Dengan Bahan Stabilisator Peg 1000 Dan Tanin Kulit Akasia. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 7(2), 23-30.
- Kristiandi, K., Rozana, R., Junardi, J., & Maryam, A. (2021). Analisis Kadar Air, Abu, Serat dan Lemak Pada Minuman Sirop Jeruk Siam (Citrus nobilis var. microcarpa). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 9(2), 165-171.
- Kondo, Y., & Arsyad, M. (2018). Analisis Kandungan Lignin, Sellulosa, dan Hemisellulosa Serat Sabut Kelapa A ibat Perla uan Al ali. *Jurnal INTEK*, 5(2), 94-97.
- Pradana, M. A., Ardhyananta, H., & Farid, M. (2017). Pemisahan Selulosa dari Lignin Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses Alkalisasi untuk Penguat Bahan Komposit Penyerap Suara. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), F413-F416.
- Ramadhani, M. L. (2020). *Studi Pengaruh Waktu Alkalisasi Pada Ekstraksi Selulosa Berbasis Serat Pelepah Pinang (Areca Catechu)* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Kalimantan).
- Sembung, N.T., Sendow, T.K. and Palenewen, S.C. (2020). Analisa Campuran Aspal Porus Menggunakan Material Dari Kakaskasen Kecamatan Tomohon Utara Kota Tomohon. *Jurnal Sipil Statik*, 8(3).
- Syarief, A. and Yafie, A. (2017). Sifat Material Polyester Hybrid Composite-Batang Bemban (Donax Canniformis). *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 2(2), 97-104
- ..



Pengembangan Modul Elektronik Terintegrasi *STEM* untuk Meningkatkan Kreativitas Peserta Didik pada Materi Suhu dan Kalor

Selviy Noraini, Eko Susilowati, Dewi Dewantara

Universitas Lambung Mangkurat

selviynoraini23@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul elektronik terintegrasi *STEM* yang layak digunakan untuk meningkatkan kreativitas peserta didik pada materi suhu, kalor dan perpindahan kalor. Desain penelitian yang digunakan yaitu *Research and Development* (R&D) dengan model *ADDIE*. Data diperoleh melalui instrumen penilaian validitas, lembar pengamatan keterlaksanaan RPP, angket respon peserta didik, tes hasil belajar (THB), dan tes kreativitas. Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan: (1) validitas modul elektronik diperoleh 3,57 berkategori sangat valid (2) kepraktisan modul elektronik ditinjau dari keterlaksanaan RPP diperoleh skor 3,83 berkategori sangat praktis (3) efektivitas modul elektronik diperoleh 0,67 berkategori sedang (4) pencapaian kreativitas peserta didik secara keseluruhan diperoleh 0,43 berkategori sedang. Sehingga dapat disimpulkan bahwa modul elektronik terintegrasi *STEM* layak digunakan dalam pembelajaran.

Kata Kunci: *Kreativitas; Modul Elektronik; Suhu, Kalor, dan Perpindahan Kaor; STEM*

Abstract

This study aims to develop stem integrated electronic modules that are worthy of use to increase students' creativity in temperature, heat and heat transfer materials. The research design used was Research and Development (R&D) with the ADDIE model. The data obtained through instrument expert validation, the lesson plan observation, student's response questionnaire, the learning achievement test, and creativity test. The data obtained were then analyzed descriptively with a quantitative approach. The results showed: 1) The result electronic module validation is 3.57 in highly valid category. 2) The practicality of the electronic module in terms of the implementation of the lesson plans is 3.83 in the highly practical category. 3) The result of the effectivity of the electronic module is 0.67 in medium category. 4) achievement of creativity of learners as a whole is 0.43 in medium category. It can be concluded that the STEM integrated electronic module in to increase students' creativity is decent to be used in the learning.

Keywords: *Creativity; Electronic Module; STEM; Temperature, Heat, and Heat Transfer*

PENDAHULUAN

Sistem pendidikan pada saat ini menitikberatkan pada pembelajaran abad ke-21 yang merupakan motor penggerak inovasi pendidikan khususnya dalam bidang sains dan matematika (Ardianti et al., 2019). Abad ke-21 mendorong reformasi pendidikan yang pesat guna menghasilkan sumber daya manusia yang berkualitas di bidang ilmu pengetahuan, teknologi, dan informasi. Tujuannya adalah untuk dapat bertahan dan berkompetisi dalam dunia global dan digital saat ini. Harapan nyata pembaharuan dapat diwujudkan melalui kompetensi abad 21.

Kreativitas menjadi salah satu kompetensi abad 21. Kreativitas adalah sebuah proses bermain-main menggunakan imajinasi dan fakta untuk memproses suatu ide yang

mengarah pada hasil atau hubungan baru (Haryandi et al., 2021; Suyidno et al., 2019). Individu kreatif akan mampu membaca dan memproses informasi menjadi suatu ide dan memanfaatkannya secara tepat dalam memecahkan masalah. Kompetensi ini perlu dilatihkan dan ditingkatkan pada setiap individu untuk menghadapi persaingan dan tantangan kehidupan yang semakin kompleks.

Perkembangan kreativitas salah satunya didukung melalui mata pelajaran fisika. Dimana fisika merupakan cabang ilmu pengetahuan alam (*science*) yang meliputi ilmu pengetahuan, cara berfikir, dan penelitian dalam proses pembelajarannya. Fisika sebagai ilmu pengetahuan alam yang fenomena dan penerapannya banyak ditemukan dan dimanfaatkan dalam proses kehidupan sehari-hari. Salah satu contohnya adalah materi fisika semester ganjil kelas XI pada jenjang SMA/MA yaitu suhu, kalor, dan perpindahan kalor. Materi ini bersifat riil sehingga peserta didik dapat dengan mudah menemukan hubungan antara konsep teori dengan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Melalui proses pembelajaran yang dibangun dalam mata pelajaran fisika diharapkan secara bertahap akan dapat membantu peserta didik menjadi individu yang kreatif.

Global Creativity Index (GCI) yang merupakan studi internasional untuk mengukur tingkat kreativitas negara di dunia menunjukkan bahwa dari 139 negara yang disurvei pada tahun 2015, Indonesia menempati peringkat ke 115 dengan nilai sebesar 0.202. Kenyataan tersebut menjadi fakta yang sangat memprihatinkan bagi keadaan pendidikan di Indonesia. Hal ini sejalan dengan informasi yang diperoleh melalui wawancara dengan ibu guru fisika di SMA Negeri 7 Banjarmasin yang menyatakan bahwa dalam proses pembelajaran fisika masih kurang adanya pemberdayaan kreativitas peserta didik. Fakta tersebut diperkuat dengan hasil tes awal kreativitas peserta didik pada materi suhu, kalor, dan perpindahan kalor yang meninjau empat dimensi kreativitas yaitu *person*, *process*, *product*, dan *press*. Diperoleh hasil dari subjek 49 peserta didik kelas XI MIPA SMA Negeri 7 Banjarmasin yaitu pada dimensi *person* diperoleh rerata skor 1,76 dengan kategori cukup baik, dimensi *process* diperoleh rerata skor 3,31 dengan kategori sangat baik, dimensi *product* diperoleh rerata skor 0,34 dengan kategori tidak baik serta dimensi *press* diperoleh rerata skor 1,31 dengan kategori cukup baik. Berdasarkan hasil data tersebut, hanya dimensi *process* yang berkategori sangat baik sedangkan tiga dimensi lainnya masih tergolong dalam kategori cukup dan tidak baik sehingga perlu ditingkatkan terutama melalui proses pembelajaran.

Guru sebagai tenaga pendidik juga perlu menggunakan pendekatan pembelajaran yang dapat melatih kreativitas peserta didik (Herak & Lamanepa, 2019). Menurut Beers (2011) integrasi pendekatan *STEM* dalam pembelajaran dapat membantu mencapai kompetensi abad 21. Pernyataan ini mendukung implementasi pendekatan *STEM* dalam pembelajaran untuk dapat membantu melatih kreativitas pada peserta didik. Pendekatan *STEM* adalah pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan ilmu *Science* (Sains), *Technology* (Teknologi), *Engineering* (Teknik) dan *Mathematics* (Matematika) secara keseluruhan (Roberts & Cantu, 2012). Artinya melalui pendekatan *STEM*

peserta didik tidak hanya menghafal konsep, tetapi lebih kepada bagaimana peserta didik mengerti dan memahami konsep-konsep sains dan hubungannya dalam kehidupan sehari-hari (Herak & Lamanepa, 2019).

Sumber belajar merupakan salah satu sarana dan prasarana pendidikan yang dapat mendukung berjalannya proses pembelajaran dengan baik. Bentuk sumber belajar yang digunakan dapat berupa media cetak seperti buku, modul, LKPD hingga media digital seperti aplikasi pembelajaran *online*, bahan ajar elektronik dan masih banyak lagi. Ditengah maraknya status darurat penyebaran virus corona atau covid-19 yang saat ini banyak menarik perhatian dunia, mengharuskan berbagai aktivitas dialihkan secara daring (dalam jaringan) termasuk dalam proses pembelajaran dengan memanfaatkan penggunaan media digital seperti ruang virtual, situs web pendidikan, buku ajar ataupun modul elektronik. Peserta didik dapat menggunakan buku ajar atau modul elektronik secara mandiri ataupun dengan bimbingan guru. Penggunaan buku ajar atau modul elektronik menjadi salah satu

komponen yang mempengaruhi proses dan prestasi akademik peserta didik. Oleh karena itu, pengembangan modul elektronik dapat menjadi solusi dari permasalahan yang ada. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian relevan bahwa pengembangan modul fisika *STEM* sangat layak untuk meningkatkan kemampuan berfikir kreatif peserta didik (Sarnita et al., 2021; Sudarmin et al., 2020; Utami et al., 2021).

Berkaitan dengan latar belakang dan permasalahan yang telah dikemukakan, mengembangkan suatu modul elektronik dengan pengintegrasian *STEM* dapat menjadi solusi. Melalui pendekatan *STEM*, proses pembelajaran akan menggunakan penerapan dan praktik dari konten dasar *STEM* pada situasi sesuai kehidupan nyata, tidak hanya membahas ilmu pengetahuan sains saja, namun menghubungkannya pula dengan teknologi, teknik serta matematika (Bybee, 2013). Materi suhu, kalor, dan perpindahan kalor dipilih dengan mempertimbangkan karakteristik materi yang bersifat riil, sehingga dapat diintegrasikan dengan pendekatan *STEM*. Oleh karena itu, muncul keinginan penulis untuk melakukan penelitian tentang “Pengembangan Modul Elektronik Terintegrasi *STEM* (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) untuk Meningkatkan Kreativitas Peserta Didik pada Materi Suhu, Kalor dan Perpindahan Kalor”.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan ialah penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Model pengembangan yang digunakan untuk penelitian ini adalah model ADDIE (*analysis, design, development, implementation, dan evaluation*). Penelitian ini mengembangkan modul elektronik terintegrasi *STEM* untuk meningkatkan kreativitas peserta didik pada materi suhu, kalor, dan perpindahan kalor.

Tabel 1. Tahap Pengembangan dengan Model ADDIE

Langkah	Aktivitas	Hasil
<i>Analysis</i>	Analisis kurikulum	SMAN 7 Banjarmasin menggunakan Kurikulum 2013 Republik Indonesia edisi revisi. Tujuan pembelajaran mengacu pada Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) dalam kurikulum.
	Analisis materi ajar	Materi suhu, kalor, dan perpindahan kalor pada kelas XI Kurikulum 2013 edisi revisi bersifat riil dan memiliki kompetensi dasar menganalisis (C4). Sub materi disusun mulai dari suhu, pemuain, kalor, perubahan wujud zat, dan perpindahan kalor.
	Analisis karakteristik peserta didik	Peserta didik kelas XI MIPA SMA Negeri 7 Banjarmasin rata-rata berusia 16 tahun. Usia ini berada pada tahap yang amat potensial bagi perkembangan kreativitas.
	Analisis masalah	Kurangnya upaya pemberdayaan kreativitas peserta didik dalam proses pembelajaran fisika. Belum adanya sumber belajar peserta didik yang mendukung proses pemberdayaan kreativitas misalnya buku ajar atau modul.

<i>Design</i>	Perancangan modul elektronik	Rancangan dasar modul elektronik yang disusun dengan menggunakan aplikasi <i>Microsoft Office Word</i> .
	Perancangan kegiatan pembelajaran	Rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) disusun menggunakan model pembelajaran <i>Direct Instruction (DI)</i> dengan alokasi waktu tiga kali pertemuan. Proses pembelajaran dilakukan tatap muka secara <i>online</i> melalui aplikasi video konferensi <i>google</i> yaitu <i>google meet</i> .
	Perancangan Instrumen Penelitian	Instrumen penelitian yang diperlukan, yaitu lembar penilaian validitas modul elektronik, lembar pengamatan keterlaksanaan RPP, angket respon peserta didik terhadap modul elektronik, serta instrumen penilaian efektivitas meliputi tes hasil belajar (THB) dan tes kreativitas.
<i>Development</i>	Pengintegrasian <i>STEM</i>	<i>STEM</i> diintegrasikan dalam modul elektronik meliputi pendalaman materi sains, persamaan <i>mathematics</i> , <i>technology</i> sebagai penerapan sains, dan <i>engineering</i> sebagai rekayasa sains.
	Mengembangkan modul elektronik	Draft modul dikonversikan menjadi modul elektronik menggunakan aplikasi Flip PDF Professional. Hosting hasil pengembangan modul elektronik melalui DomaiNesia. Modul elektronik dapat diakses melalui laman http://suhudankalor.online/
	Melakukan penilaian validitas modul elektronik	Modul elektronik ditinjau dan dinilai oleh 3 orang validator yang kompeten di bidang pengembangan perangkat pembelajaran. Melakukan perbaikan modul elektronik berdasarkan saran dan masukan dari validator.
<i>Implementation</i>	Uji coba kelompok kecil (simulasi)	Simulasi penelitian dilakukan dalam satu pertemuan untuk mengetahui kesiapan perangkat dan rencana pembelajaran pada skala kecil dan terbatas. Peserta simulasi adalah 15 orang mahasiswa Pendidikan Fisika FKIP ULM angkatan 2016.
	Uji coba lapangan pada kelas XI MIPA 1 dan XI MIPA 2 SMA Negeri 7 Banjarmasin	Uji coba lapangan menggunakan desain penelitian <i>Presttest-Posttest Control Group Design</i> dengan kelas eksperimen XI MIPA 1 dan kelas kontrol XI MIPA 2.
<i>Evaluation</i>	Evaluasi formatif pada setiap tahap penelitian dan evaluasi sumatif	Menentukan kelayakan dari modul elektronik berdasarkan hasil penilaian validitas, kepraktisan, dan efektivitas modul elektronik serta ketercapaian

	akhir program penelitian	keaktivitas peserta didik setelah menggunakan modul elektronik yang dikembangkan.
--	--------------------------	---

Subjek penelitian ini yaitu modul elektronik terintegrasi *STEM* untuk meningkatkan kreativitas peserta didik. Sementara itu objek dari penelitian ini yaitu kelayakan modul elektronik terintegrasi *STEM* untuk meningkatkan kreativitas peserta didik yang ditinjau dari aspek validitas, kepraktisan, dan efektivitas. Subjek uji coba dari penelitian ini, yaitu peserta didik kelas XI MIPA 1 dan XI MIPA 2 SMAN 7 Banjarmasin.

Perangkat penelitian berupa rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) suhu, kalor, dan perpindahan kalor yang dikembangkan melalui model *direct instruction (DI)*, modul elektronik terintegrasi *STEM* materi suhu, kalor, dan perpindahan kalor untuk meningkatkan kreativitas peserta didik, tes hasil belajar dan tes kreativitas untuk mengukur ketercapaian kreativitas peserta didik.

Instrumen penelitian yang digunakan berupa:

Penilaian validitas modul elektronik ditinjau dari aspek isi, tampilan dan *STEM*. Data penilaian validitas diperoleh dari hasil penilaian validator dengan kategori penilaian 1 sampai 4, di mana 1 = tidak baik, 2 = kurang baik, 3 = baik, dan 4 = sangat baik.

Penilaian kepraktisan modul elektronik diukur dengan pengamatan keterlaksanaan RPP. Data penilaian kepraktisan diperoleh dari hasil penilaian *observer* dengan kategori penilaian 1 sampai 4, di mana 1 = tidak baik, 2 = kurang baik, 3 = baik, dan 4 = sangat baik.

Instrumen efektivitas modul elektronik ditinjau dari tes hasil belajar peserta didik berupa soal esai yang dikembangkan sesuai dengan tujuan pembelajaran dan dikerjakan pada tahap awal dan tahap akhir pembelajaran.

Ketercapaian Kreativitas Peserta Didik ditinjau dari tes kreativitas materi suhu, kalor, dan perpindahan kalor yang dilakukan pada tahap awal dan akhir pembelajaran. Kreativitas ditinjau berdasarkan empat dimensi kreativitas yaitu *person, process, product*, dan *press*. dengan kategori penilaian 0 sampai 4.

Validitas: validitas modul elektronik terintegrasi *STEM* yang dikembangkan didapatkan dari rerata nilai yang diberikan oleh validator. Hasil penilaian kemudian disesuaikan dengan kriteria penilaian berikut (Widoyoko, 2016):

Tabel 2. Kriteria Validitas Modul Elektronik

No	Rerata Skor	Kategori
1	$\bar{x} > 3,4$	Sangat valid
2	$2,8 < \bar{x} \leq 3,4$	Valid
3	$2,2 < \bar{x} \leq 2,8$	Cukup valid
4	$1,6 < \bar{x} \leq 2,2$	Kurang valid
5	$\bar{x} \leq 1,6$	Tidak valid

Reliabilitas hasil validasi dihitung menggunakan persamaan *Alpha Crombach* di bawah ini.

$$r = \left[\frac{k}{(k-1)} \right] \left[1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_t^2} \right] \quad (1)$$

$$\sigma_t^2 = \frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}{n} \quad (2)$$

Keterangan:

- r = Koefisien reliabilitas instrumen
- k = Banyaknya butir pertanyaan atau banyaknya soal
- $\sum \sigma_b^2$ = Jumlah varians skor tiap-tiap item

σ_t^2 = Total varians
X = Nilai skor yang dipilih
n = Jumlah sampel

Hasil perhitungan disesuaikan dengan kriteria reliabilitas yang digunakan sebagai berikut (Arikunto, 2015).

Tabel 3. Kriteria penilaian reliabilitas

No	Koefisien reliabilitas	Kriteria reliabilitas
1	Antara 0,800 sampai dengan 1,00	Sangat tinggi
2	Antara 0,600 sampai dengan 0,800	Tinggi
3	Antara 0,400 sampai dengan 0,600	Cukup tinggi
4	Antara 0,200 sampai dengan 0,400	Rendah
5	Antara 0,00 sampai dengan 0,200	Sangat rendah

Kepraktisan: Penilaian kepraktisan modul elektronik di analisis berdasarkan angket yang data pengamatan keterlaksanaan RPP yang dinyatakan dalam skala 1 sampai 4 dan diamati oleh dua orang pengamat. Selanjutnya dihitung rata-rata keterlaksanaan RPP setiap fase pembelajaran. Hasil perhitungan rata-rata kemudian diinterpretasikan menggunakan kriteria sebagai berikut.

Tabel 4. Kriteria aspek validasi perangkat pembelajaran

No	Rerata Skor	Kategori
1	$\bar{x} > 3,4$	Sangat praktis
2	$2,8 < \bar{x} \leq 3,4$	praktis
3	$2,2 < \bar{x} \leq 2,8$	Cukup praktis
4	$1,6 < \bar{x} \leq 2,2$	Kurang praktis
5	$\bar{x} \leq 1,6$	Tidak praktis

Efektivitas: Efektivitas modul elektronik yang dikembangkan ditinjau dari tes hasil belajar peserta didik yaitu berupa *pretest* dan *posttest*. Hasil yang diperoleh kemudian dianalisis dengan menggunakan *normalized gain* (*N-gain*) untuk mengukur peningkatan hasil belajar kognitif peserta didik sebelum dan setelah menggunakan modul elektronik terintegrasi *STEM* yang dikembangkan dalam proses pembelajaran.

$$\langle g \rangle = \frac{(\% \langle S_f \rangle) - (\% \langle S_i \rangle)}{(100 - \% \langle S_i \rangle)} \quad (3)$$

Keterangan:

$\langle g \rangle$ = *The Average Normalized Gain*

$\langle S_f \rangle$ = rata-rata skor *post test* di kelas

$\langle S_i \rangle$ = rata-rata skor *pretest* di kelas

Hasil perhitungan *N-gain* disesuaikan kriteria penilaian berikut (Hake, 1998):

Tabel 5. Kategori *N-Gain*

No	Nilai $\langle g \rangle$	Kategori
1	$\langle g \rangle \geq 0,7$	Tinggi
2	$0,7 > \langle g \rangle \geq 0,3$	Sedang
3	$\langle g \rangle < 0,3$	Rendah

Data *pretest-posttest* digunakan pula untuk mengetahui pengaruh penggunaan modul elektronik yang dikembangkan terhadap tingkat pemahaman kognitif peserta didik pada materi suhu, kalor, dan perpindahan kalor dengan menentukan nilai *effect*.

$$d = \frac{\bar{X}_t - \bar{X}_c}{S_{pooled}} \quad (4)$$

Keterangan:

d =Cohen's d effect size

\bar{X}_t = mean pada kelompok perlakuan

\bar{X}_c = mean pada kelompok kontrol

S = Standar deviasi

$$S_{pooled} = \sqrt{\frac{(n_t-1)S_t^2 + (n_c-1)S_c^2}{n_t+n_c}} \quad (5)$$

Keterangan:

n_t = jumlah subjek pada kelompok perlakuan

n_c = jumlah subjek pada kelompok kontrol

S_t = Standar deviasi kelompok perlakuan

S_c = Standar deviasi kelompok kontrol

Hasil perhitungan N -gain disesuaikan kriteria penilaian berikut (Thalheimer & Cook, 2002):

Tabel 6. Kriteria *Effect Size*

<i>Effect Size</i>	Keterangan
$0 \leq r < 0,2$	Kecil
$0,2 \leq r < 0,8$	Sedang
$0,8 \leq r \leq 2,0$	Besar

Selain itu, hasil efektivitas modul elektronik juga didukung dengan angket respon peserta didik. Angket respon peserta didik terdiri dari tiga aspek yaitu manfaat, efisiensi, dan kemudahan serta memuat dua bentuk pernyataan yaitu pernyataan positif dan negatif. Angket respon peserta didik terdiri dari empat kategori jawaban dengan kategori penilaian sebagai berikut:

Tabel 7. Skala Responden

Kategori	Skor Pernyataan	
	Negatif	Positif
Tidak Setuju	4	1
Kurang Setuju	3	2
Setuju	2	3
Sangat Setuju	1	4

Hasil perhitungan rata-rata kemudian diinterpretasikan menggunakan kriteria sebagai berikut (Widoyoko, 2017):

Tabel 8. Kriteria Angket Respon Peserta Didik

No	Rerata Skor	Kategori
1	$\bar{x} > 3,4$	Sangat baik
2	$2,8 < \bar{x} \leq 3,4$	baik
3	$2,2 < \bar{x} \leq 2,8$	Cukup baik
4	$1,6 < \bar{x} \leq 2,2$	Kurang baik
5	$\bar{x} \leq 1,6$	Sangat kurang baik

Pencapaian Kreativitas: pencapaian kreativitas peserta didik ditinjau dari empat dimensi kreativitas yaitu *person*, *process*, *product*, dan *press*. Skor yang diperoleh akan dirata-ratakan dan selanjutnya dikategorikan dengan kriteria sebagai berikut (Widoyoko, 2017):

Tabel 9. Kriteria Pencapaian Kreaativitas Peserta Didik

No	Rerata Skor	Kategori
1	$\bar{x} > 3,26$	Sangat baik
2	$2,42 < \bar{x} \leq 2,26$	Baik

3	$1,58 < \bar{x} \leq 2,42$	Cukup baik
4	$0,74 < \bar{x} \leq 1,58$	Kurang baik
5	$\bar{x} \leq 0,74$	Sangat kurang baik

Selain itu, data yang diperoleh juga dihitung dengan menggunakan *gain score* ternormalisasi dan *effect size* yang disesuaikan dengan kriteria data efektivitas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk yang dihasilkan pada penelitian dan pengembangan ini adalah modul elektronik terintegrasi *Science, Technology, Engineering, dan Mathematics (STEM)* untuk meningkatkan kreativitas peserta didik pada materi suhu, kalor, dan perpindahan kalor.



Gambar 1. Sampul Depan Modul Elektronik

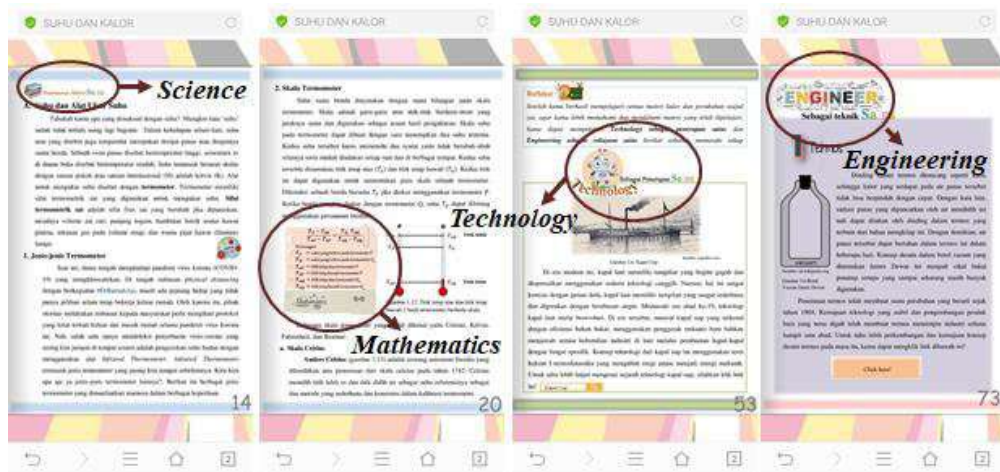


Gambar 2. Beberapa Desain dalam Modul Elektronik

Modul elektronik di desain dengan tampilan gambar dan warna-warna yang menarik. Modul elektronik juga dilengkapi dengan *link, hyperlink*, dan video yang dibuat menggunakan *software Flip PDF Proppessional*. Modul elektronik dibagi dalam tiga kegiatan pembelajaran yaitu suhu dan pemuaiannya, kalor dan perubahan wujud zat, serta perpindahan kalor. Pada setiap kegiatan pembelajaran dilengkapi dengan tujuan pembelajaran, motivasi, uraian pendalaman materi sains, persamaan matematika, contoh soal, *tehcnology* sebagai penerapan sains, *engineering* sebagai rekayasa sains, rangkuman, tautan lembar kegiatan pembelajaran (LKP) dan uji pemahaman serta tautan penilaian diri

sebagai evaluasi mandiri peserta didik. Pengintegrasian *STEM* dalam modul elektronik dapat dilihat melalui bagian pedalaman materi sains, persamaan matematika, *Engineering* sebagai rekayasa/teknik sains, dan *Technology* sebagai penerapan sains. Modul elektronik tersebut dapat diakses melalui tautan berikut:

<http://suhudankalor.online/mobile/index.html>.



Gambar 3. Pengintegrasian *STEM* dalam Modul Elektronik

Validitas

Standar kelayakan pada instrumen penilaian validitas modul elektronik meliputi aspek isi dengan meninjau aspek rekayasa perangkat lunak, kualitas isi, organisasi, kebahasaan serta evaluasi dan aspek tampilan dengan meninjau aspek komunikasi visual, format, daya tarik, bentuk dan ukuran huruf, dan juga kebahasaan serta aspek *STEM*. Penilaian validitas modul elektronik dilakukan oleh dua orang akademisi dosen Pendidikan Fisika FKIP ULM serta satu orang praktisi guru mata pelajaran Fisika SMA Negeri 7 Banjarmasin. Hasil perhitungan uji validitas terhadap modul elektronik dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 10. Hasil Penilaian Validasi Modul Elektronik

No	Aspek Penilaian	Validitas	
		Rerata Skor	Kategori
1	Isi	3,56	Sangat Valid
2	Tampilan	3,59	Sangat Valid
3	<i>STEM</i>	3,53	Sangat Valid
	Rata-rata Keseluruhan	3,57	Sangat Valid
	Reabilitas	0,89	Sangat Tinggi

Aspek isi modul elektronik yang dikembangkan disesuaikan dengan model pembelajaran dinilai sangat valid. Suatu bahan ajar yang baik secara eksplisit atau implisit perlu memuat komponen model pembelajaran sebagai kerangka aktivitas belajar peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran (Juniantari et al., 2020). Oleh karena itu, penyesuaian format modul elektronik dengan model pembelajaran akan mempengaruhi proses dan hasil belajar peserta didik.

Sementara pada aspek tampilan dengan aspek tinjauan, yaitu komunikasi visual, format, daya tarik, bentuk dan ukuran huruf serta kebahasaan telah dinilai validitasnya dengan rata-rata nilai berkategori sangat valid. Tampilan modul elektronik yang menarik akan mendukung motivasi peserta didik dalam mempelajari materi yang disajikan dalam modul elektronik, sehingga dapat mempengaruhi hasil belajar peserta didik. Pembuatan modul elektronik melalui aplikasi *PDF Flip Professional* dengan format *mobile version* menjadikan peserta didik dapat lebih mudah dan nyaman dalam mengakses dan

mempelajari materi pembelajaran. Penggunaan *smartphone* bersifat praktis dan sangat cocok untuk mendukung dan memudahkan peserta didik dalam proses belajar fisika secara mandiri dimanapun, dan dapat mengimbangi gaya hidup peserta didik yang banyak menggunakan *smartphone* dalam aktivitas sehari-hari (Nurdiana et al., 2017).

Keseluruhan hasil penilaian validitas modul elektronik menunjukkan bahwa modul elektronik memperoleh validitas dengan kriteria sangat valid. Sehingga modul elektronik yang dikembangkan dapat dikatakan memenuhi syarat modul elektronik yang layak digunakan dalam proses pembelajaran. Namun, modul elektronik ini tetap perlu dilakukan perbaikan atau revisi dengan arahan dan saran validator untuk hasil yang lebih baik.

Kepraktisan

Kepraktisan modul elektronik yang dikembangkan ditinjau berdasarkan keterlaksanaan RPP. Selama kegiatan pembelajaran, terdapat dua orang pengamat atau *observer* yang bertugas mengamati dan menilai keterlaksanaan proses pembelajaran. Adapun hasil pengamatan terhadap keterlaksanaan RPP pada setiap pertemuan secara ringkas sebagai berikut.

Tabel 11. Hasil keterlaksanaan RPP

Fase		Pertemuan (Kategori)		
		1	2	3
Pendahuluan	Fase 1	3,71 (SP)	3,79 (SP)	3,93 (SP)
	Fase 2	4,00 (SP)	3,88 (SP)	4,00 (SP)
	Fase 3	3,50 (SP)	4,00 (SP)	4,00 (SP)
Inti	Fase 4	3,75 (SP)	4,00 (SP)	4,00 (SP)
	Fase 5	4,00 (SP)	3,75 (SP)	4,00 (SP)
	Penutup	3,42 (SP)	3,83 (SP)	4,00 (SP)
Rata-rata	3,73 (SP)	3,87 (SP)	3,99 (SP)	
Reabilitas	0,97 (ST)	0,98 (ST)	0,99 (ST)	

Keterangan: SP = Sangat Praktis; ST = Sangat Tinggi

Hal ini menunjukkan bahwa pengembangan modul terintegrasi *STEM* dapat dinyatakan sangat praktis dan guru dapat melaksanakan proses pembelajaran sesuai dengan tahapan pada model pembelajaran dengan baik. Menurut Sapari, Jamiko, & Hidayat (2015) penilaian keterlaksanaan RPP dengan kategori sangat baik dipengaruhi oleh beberapa faktor, meliputi perencanaan pembelajaran yang baik dan sistematis, dirancang menyesuaikan keadaan dan kondisi peserta didik, peran peserta didik yang mendukung, serta suasana belajar yang kondusif baik dari segi alat, bahan ajar termasuk modul dan lingkungan belajar.

Efektivitas

Efektivitas modul elektronik dapat dilihat melalui hasil belajar kognitif peserta didik yang diperoleh melalui penelitian eksperimen dengan pemisahan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol, sebagai bahan uji coba. Peserta didik akan diberi tes hasil belajar melalui *pre-test* dan *post-test* dan akan dibandingkan perbedaan nilai rata-rata skor *N-gain* antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

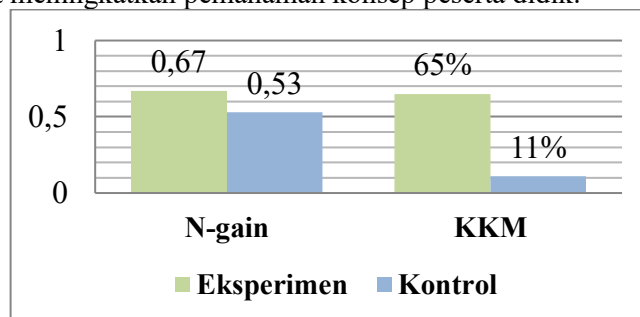
Soal pada tes tersebut berjumlah 10 soal, masing-masing terdiri dari dua sampai tiga buah soal yang berasal dari tiga sub-materi kegiatan pembelajaran yang telah dipelajari. Soal-soal tersebut mencakup ranah kognitif C2 dalam menjelaskan fenomena fisika dalam kehidupan sehari-hari, ranah kognitif C3 dalam menerapkan konsep pada fenomena fisika serta menghitung besarnya suatu nilai pada masalah fisika, dan ranah kognitif C4 dalam menganalisis data matematis. Adapun hasil dari *pre-test* dan *post-test* peserta didik secara ringkas sebagai berikut.

Tabel 12. Hasil Efektivitas Modul elektronik

Kelas	Rata-rata <i>Pre-test</i>	Rata-rata <i>Post-test</i>	<i>N-gain</i> < <i>g</i> > (Kategori)
Eksperimen	18,26	72,91	0,67 (Sedang)
Kontrol	16,93	60,60	0,53 (Sedang)

Hasil belajar peserta didik, baik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol kemudian dihitung dan dianalisis dengan perhitungan skor *N-gain* dan standar kriteria ketuntasan minimal (KKM). Berdasarkan hasil rerata *pre-test* peserta didik pada kelas eksperimen sebesar 18,26 dan hasil rerata *post-test* peserta didik sebesar 72,91 diperoleh hasil *N-gain* sebesar 0,67 dengan kategori sedang. Sedangkan pada kelas kontrol diperoleh hasil rerata *pre-test* peserta didik sebesar 16,93 dan hasil rerata *post-test* peserta didik sebesar 60,60, sehingga diperoleh hasil *N-gain* sebesar 0,53 dengan kategori sedang pula.

Standar kriteria ketuntasan minimal (KKM) pada mata pelajaran fisika di SMA Negeri 7 Banjarmasin adalah 75. Berdasarkan tes akhir (*post-test*), pada kelas eksperimen diperoleh hasil yaitu 65% yang memperoleh nilai di atas standar KKM, sedangkan pada kelas kontrol hanya 11% yang memenuhi standar KKM. Data tersebut menunjukkan bahwa penggunaan modul elektronik dalam proses pembelajaran mempengaruhi hasil belajar peserta didik. Hal ini sejalan dengan penelitian relevan yang menyatakan bahwa penggunaan modul elektronik dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik (Dewantara et al., 2021; Misbah et al., 2021). Oleh karena itu, pengembangan modul elektronik dinyatakan dapat meningkatkan pemahaman konsep peserta didik.



Gambar 4. Grafik Perbandingan skor *N-Gain* dan KKM

Selain itu, hasil *N-gain* pada kelas eksperimen juga didukung oleh respon peserta didik terhadap modul elektronik yang ditinjau melalui angket respon peserta didik. Penilaian penggunaan modul elektronik oleh peserta didik dapat dilihat dari aspek penilaian yang meliputi aspek manfaat, aspek efisiensi, dan aspek kemudahan. Hasil penilaian berdasarkan angket respon peserta didik dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 13. Hasil Angket Respon Peserta Didik

No	Aspek Penilaian	Validitas	
		Rerata Skor	Kategori
1	Manfaat	2,99	Baik
2	Efisiensi	3,20	Baik
3	Kemudahan	3,25	Baik

Rata-rata Keseluruhan	3,10	Baik
Reabilitas	0,89	Sangat Tinggi

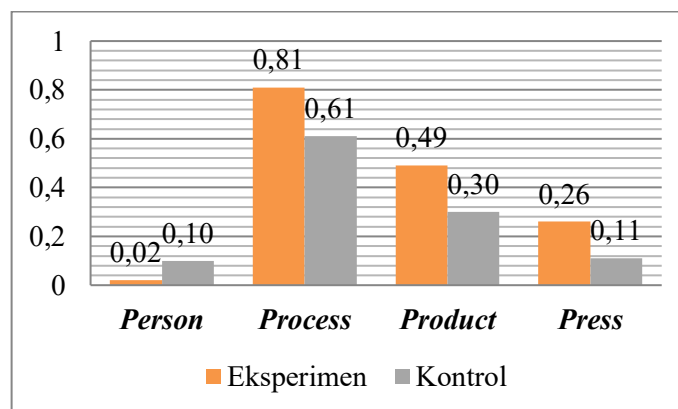
Hasil angket respon peserta didik diperoleh hasil bahwa secara keseluruhan modul elektronik yang dikembangkan termasuk dalam kategori baik dengan reliabilitas berkategori sangat tinggi. Dari 23 orang peserta didik, 96% peserta didik menyatakan terbantu mengikuti pembelajaran fisika dengan menggunakan modul elektronik yang dikembangkan. Selain itu, 91% peserta didik menyatakan bahwa pembelajaran fisika dengan modul elektronik ini membuat suasana belajar di dalam kelas *online* (*daring*) tidak membosankan. Artinya, menurut peserta didik modul elektronik terintegrasi *STEM* dapat dikatakan layak digunakan saat proses pembelajaran berlangsung.

Pencapaian Kreativitas

Pencapaian kreativitas peserta didik dapat dilihat melalui hasil tes kreativitas peserta didik pada materi suhu, kalor, dan perpindahan kalor dengan meninjau empat dimensi kreativitas yaitu *person*, *process*, *product*, dan *press*. Hasil pencapaian kreativitas diperoleh melalui penelitian eksperimen dengan pemisahan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil pencapaian kreativitas peserta didik dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 14. Hasil Pencapaian Kreativitas Peserta Didik dalam 4 dimensi kreativitas

Dimensi Kreativitas	Kelas Eksperimen			Kelas Kontrol			
	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>N-Gain</i>	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>N-Gain</i>	
<i>Person</i>	Hasil	1,96	2,00	0,02	1,52	1,78	0,10
	Kategori	Cukup Baik	Cukup Baik	Rendah	Kurang Baik	Kurang Baik	Rendah
<i>Process</i>	Hasil	3,43	3,89	0,81	3,15	3,67	0,61
	Kategori	Sangat Baik	Sangat Baik	Tinggi	Baik	Sangat Baik	Sedang
<i>Product</i>	Hasil	0,50	2,22	0,49	0,17	1,30	0,30
	Kategori	Tidak Baik	Cukup Baik	Sedang	Tidak Baik	Kurang Baik	Sedang
<i>Press</i>	Hasil	1,87	2,43	0,26	0,83	1,17	0,11
	Kategori	Cukup Baik	Baik	Rendah	Kurang Baik	Kurang Baik	Rendah



Gambar 5. Grafik Perbandingan Skor *N-Gain* Empat Dimensi Kreativitas pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Tabel 15. Hasil *N-gain* Pencapaian Kreativitas Peserta Didik secara Keseluruhan

Kelas	Rata-rata <i>Pre-test</i>	Rata-rata <i>Post- test</i>	<i>N-gain</i> < <i>g</i> > (Kategori)	<i>Effect Size</i> (Kategori)
Eksperimen	39,68	65,90	0,43 (Sedang)	0,17 (Kecil)
Kontrol	29,81	49,04	0,27 (Rendah)	0,13 (Kecil)

Pencapaian kreativitas peserta ditinjau melalui empat dimensi kreativitas yaitu *person*, *process*, *product*, dan *press* dengan skala penilaian 0-4. Pada dimensi *person* yang ditinjau adalah *orisinality* (keaslian) dari jawaban peserta didik. Dimensi *process* ditinjau dengan indikator *fluency* (kelancaran) dan *flexibility* (keluwesan). Dimensi *product* ditinjau dengan indikator *novelty* (kebaruan), *resolution* (pemecahan masalah), *elaboration* (keterperincian), dan *visual*. Terakhir dimensi *press* ditinjau melalui motivasi peserta didik.

Data tersebut menunjukkan skor *N-Gain* pada dimensi *person* sebesar 0,02 dengan kategori rendah. *Originality* dinilai berdasarkan kemampuan dalam memberikan ide/gagasan sendiri dan menunjukkan keunikan dalam menyelesaikan suatu permasalahan (Irfana et al., 2019). Namun, perolehan hasil pada dimensi *person* tersebut, jika dilihat berdasarkan keseluruhan jawaban tes kreativitas peserta didik cenderung menunjukkan kesamaan ide dalam menyelesaikan permasalahan. Sehingga, hasil yang diperoleh belum menunjukkan hasil yang baik. Hal ini dapat dikarenakan peserta didik belum terbiasa mengekspresikan keunikannya dalam menyelesaikan permasalahan terkait materi yang dipelajari.

Pada dimensi *process* diperoleh skor *N-gain* sebesar 0,81 dengan kategori tinggi. Dimensi *process* ditinjau berdasarkan indikator *fluency* dan *flexibility*. Faktor yang mempengaruhi *fluency* adalah wawasan pengetahuan peserta didik dan *flexibility* adalah pengalaman dan rasa ingin tahu yang tinggi (Irfana et al., 2019). Sejalan dengan pendapat tersebut, peningkatan dimensi *process* pada penelitian ini adalah dikarenakan selama proses pembelajaran, peserta didik menggunakan modul elektronik terintegrasi *STEM*. Dimana dalam modul elektronik tersebut, terdapat lembar kegiatan pembelajaran (LKP) yang berisi soal-soal untuk melatih proses berpikir kreatif peserta didik dalam menyelesaikan permasalahan terkait materi yang dipelajari pada tiap kegiatan pembelajaran.

Pada dimensi *product* diperoleh skor *N-gain* sebesar 0,49 dengan kategori sedang. Berdasarkan kriteria produk kreatif menurut *Besemer* dan *Treffinger* (1981) serta ditambah penilaian visual dari produk hasil jawaban peserta didik, peningkatan pada dimensi produk menunjukkan hasil yang cukup baik. Hal ini dapat dikarenakan pada modul elektronik terintegrasi *STEM* yang digunakan peserta didik, memuat informasi berupa *Technology* sebagai penerapan sains dan *Engineering* sebagai rekayasa sains. Dimana informasi tersebut, memberikan gambaran dan menambah wawasan peserta didik mengenai teknologi terapan dan teknik sains yang sudah ada. Sehingga hal tersebut dapat menginspirasi peserta didik dalam menemukan ide ataupun hubungan baru untuk menghasilkan produk baru yang relevan dalam memenuhi kebutuhan dan mengatasi permasalahan yang ada.

Pada dimensi *press* diperoleh skor *N-gain* sebesar 0,26 dengan kategori rendah. Melalui hasil jawaban peserta didik mengenai pertanyaan yang mengarah pada motivasi, dorongan dan dukungan lingkungan sekitar, mayoritas peserta didik cenderung berfokus pada situasi dan kondisi peserta didik saat itu. Peserta didik beranggapan dalam mewujudkan produk yang dirancang, perlu menguasai keseluruhan materi dan teknik sains. Namun pada saat itu, peserta didik menilai dirinya belum menguasai materi secara keseluruhan. Sedangkan minoritas peserta didik lainnya, menyadari potensi dalam dirinya. Sehingga membangun motivasi dan keyakinan dapat mewujudkan rancangan produk tersebut. Meskipun belum dapat diwujudkan pada saat ini.

Perolehan skor *N-gain* empat dimensi kreativitas pada kelas eksperimen tersebut, dapat disimpulkan mengalami peningkatan yang tinggi pada dimensi *process*, sedang pada dimensi *product* dan rendah pada dimensi *person* dan *press*. Faktor lain yang menyebabkan belum maksimalnya hasil pencapaian kreativitas peserta didik dapat dikarenakan guru sebagai fasilitator belum berperan maksimal dalam membantu peserta didik untuk meningkatkan kreativitas selama proses pembelajaran berlangsung. Namun secara keseluruhan perolehan hasil data kreativitas peserta didik menunjukkan peningkatan. Hal ini dapat disebabkan faktor-faktor yang telah dijelaskan pada tiap dimensi kreativitas.

Perolehan skor *N-gain* empat dimensi kreativitas pada kelas eksperimen tersebut, dapat disimpulkan mengalami peningkatan yang tinggi pada dimensi *process*, sedang pada dimensi *product* dan rendah pada dimensi *person* dan *press*. Namun secara keseluruhan perolehan hasil data kreativitas peserta didik menunjukkan peningkatan. Hal ini dapat disebabkan faktor-faktor yang telah dijelaskan pada tiap dimensi kreativitas sebelumnya.

Pada kelas kontrol diperoleh hasil skor *N-Gain* yaitu pada dimensi *person* sebesar 0,10 dengan kategori rendah, dimensi *process* sebesar 0,61 dengan kategori sedang, dimensi *product* sebesar 0,30 dengan kategori sedang, dan dimensi *press* sebesar 0,11 dengan kategori rendah. Perbandingan antara rerata skor *pre-test* dan *post-test* pada kelas kontrol ini menunjukkan peningkatan angka skala kreativitas peserta didik, namun belum maksimal secara keseluruhan. Hal tersebut dapat dikarenakan belum menggunakan bahan ajar atau modul yang mengupayakan pemberdayaan kreativitas peserta didik.

Selain ditinjau melalui hasil data empat dimensi kreativitas tersebut, pencapaian kreativitas peserta didik juga dapat dilihat melalui skor *N-gain* dan *effect size*. Data yang diperoleh pada kelas eksperimen belum menunjukkan hasil yang maksimal, hal ini dapat dikarenakan faktor waktu bagi peserta didik dalam belajar dengan menggunakan modul elektronik. Mengingat kondisi saat ini, dimana pembelajaran di sekolah untuk kelas XI hanya berlangsung satu kali pertemuan dalam seminggu, yang awalnya dua kali pertemuan dalam seminggu. Perubahan waktu belajar yang lebih sedikit dengan tuntutan kurikulum yang sama menjadikan proses pembelajaran semakin padat. Menurut Munandar, (2014) kurikulum sekolah yang terlalu padat dapat menyebabkan tidak adanya peluang untuk kegiatan kreatif, sehingga tidak menunjang peserta didik untuk mengungkapkan dirinya secara kreatif. Namun demikian, pada kelas eksperimen dan kelas kontrol menunjukkan peningkatan yang lebih baik pada kelas eksperimen. Hal ini dikarenakan pada kelas eksperimen menggunakan pengembangan modul elektronik terintegrasi *STEM*. Oleh karena itu, meskipun belum menunjukkan peningkatan kreativitas secara maksimal pada peserta didik, modul elektronik yang dikembangkan ini memiliki peluang untuk membantu peningkatan kreativitas peserta didik dengan perbaikan dan penelitian lebih lanjut.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa telah dihasilkan sebuah modul elektronik terintegrasi *STEM* untuk meningkatkan kreativitas peserta didik pada materi suhu, kalor, dan perpindahan kalor yang layak. Simpulan tersebut didukung oleh temuan sebagai berikut:

1. Modul elektronik terintegrasi *STEM* yang dikembangkan dinyatakan sangat valid berdasarkan hasil penilaian validator terhadap e-modul yang berkategori sangat valid.
2. Modul elektronik terintegrasi *STEM* yang dikembangkan dinyatakan praktis berdasarkan angket respon peserta didik kelas eksperimen terhadap kepraktisan modul elektronik yang berkategori praktis.
3. Modul elektronik terintegrasi *STEM* yang dikembangkan dinyatakan efektif berdasarkan perolehan *N-gain* yang diukur dengan menggunakan tes hasil belajar yaitu *pre-test* dan *post-test* peserta didik dengan kategori sedang.

4. Pencapaian kreativitas peserta didik pada dimensi *person* 0,02 berkategori rendah, dimensi *process* 0,81 berkategori tinggi, dimensi *product* 0,49 berkategori sedang, dan dimensi *press* 0,26 berkategori rendah.

DATAR PUSTAKA

- Ardianti, S., Sulisworo, D., & Pramudya, Y. (2019). Efektivitas blended learning berbasis pendekatan stem education berbantuan schoology untuk meningkatkan critical thinking skill pada materi fluida dinamik. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan KALUNI*, 240–246.
- Arikunto, S. (2015). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Bumi Aksara.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. National Science Teachers Association Press.
- Dewantara, D., Sofianto, E. W. N., & Munawaroh, D. (2021). Physics e-module: A review and bibliometric analysis. *Journal of Physics: Conference Series*, 2104.
- Haryandi, S., Suyidno, S., Misbah, M., Dewantara, D., Mahtari, S., & Ibrahim, M. A. (2021). Scientific creativity: A bibliometric review and analysis. *Momentum: Physics Education Journal*, 5(1), 10–20.
- Herak, R., & Lamanepa, G. H. (2019). Meningkatkan Kreatifitas Siswa melalui STEM dalam Pembelajaran IPA. *Jurnal EduMatSains*, 4(1), 89–98.
- Irfana, S., Yulianti, D., & Wiyanto. (2019). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik. *Unnes Physics Education Journal*, 8(1), 83–89.
- Juniantari, M., Mahayukti, G. A., & Gita, I. N. (2020). Kepraktisan dan Efektivitas Bahan Ajar Pengantar Dasar Matematika Berdasarkan Model Conceptual Understanding Procedures dan Pendidikan Karakter. *Wahana Matematika Dan Sains: Jurnal Matematika, Sains, Dan Pembelajarannya*, 14(2), 38–58.
- Misbah, M., Khairunnisa, Y., Amrita, P. D., Dewantara, D., Mahtari, S., Syahidi, K., Muhammad, N., Prahani, B. K., & Deta, U. A. (2021). The effectiveness of introduction to nuclear physics e-module as a teaching material during covid-19 pandemic. *Journal of Physics: Conference Series*, 1760(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1760/1/012052>
- Munandar, U. (2014). *Pengembangan Kreativitas Anak Berbakat*. Rineka Cipta.
- Nurdiana, A. M., Sutarman, & Widjianto. (2017). Pengembangan Media Modul Elektronik Berbasis Android pada Pokok Bahasan Suhu dan Kalor. *JRPF (Jurnal Riset Pendidikan Fisika)*, 2(1), 30–35.
- Roberts, A., & Cantu, D. (2012). *Applying STEM Instructional Strategies to Design and Technology Curriculum*. Department of STEM Education and Professional Studies Old Dominion University.
- Sarnita, F., Fitriani, A., Anhar, Utama, J. A., Suwarma, I. R., & Widia. (2021). Application of STEM-based online learning to train creative skills of students in covid-19 pandemic periods. *Journal of Physics: Conference Series*, 1806(1), 1–5. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012039>
- Sudarmin, Sumarni, W., Mursiti, S., & Sumarti, S. S. (2020). Students' innovative and creative thinking skill profile in designing chemical batik after experiencing ethnosience integrated science technology engineering mathematic integrated

- ethnoscience (ethno-stem) learnings. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(2).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/2/022037>
- Suyidno, S., Susilowati, E., Arifuddin, M., Misbah, M., Sunarti, T., & Dwikoranto, D. (2019). Increasing Students' Responsibility and Scientific Creativity through Creative Responsibility Based Learning. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*, 9(2), 178–188.
- Thalheimer, W., & Cook, S. (2002). *How to calculate effect sizes from published research: A simplified methodology*. http://work-learning.com/effect_sizes.html
- Utami, I. S., Vitasari, M., Langitasari, I., & Mulyati, D. (2021). The implementation of STEM learning on creative-critical thinking styles (study on pre-service physics teacher). *AIP Conference Proceedings*, 2331(030029), 1–6.
<https://doi.org/10.1063/5.0041991>
- Widoyoko, S. P. (2017). *Evaluasi program pembelajaran*. Pustaka Pelajar.



The effectiveness of student's worksheet about physics of biology to improve student's scientific literacy

Dewi Dewantara, Saiyidah Mahtari, Misbah

Physics Education Study Program, Universitas
Lambung Mangkurat

[*dewantara_pfis@ulm.ac.id](mailto:dewantara_pfis@ulm.ac.id)

Abstrak

This article focused on describing the student worksheets' effectiveness in Biology Physics courses in order to improve student scientific literacy. This article is a part of the research development of student worksheets in Biology Physics courses to train student scientific literacy as a disseminate stage. The effectiveness of the student worksheets is based off pretest and posttest. The students of Biology Physics at Lambung Mangkurat Universityform Physics Education Study Program of the 2019/2020 academic year is a subject research. The pretest and posttest data were tested for normality and homogeneity showed that the data were normally distributed and the variants were homogeneous. Then, it tested for the significance differences using the paired t test. The t-test result shows a significant difference between the pretest and posttest results. The effectiveness of student worksheet implementation is tested by the N-gain test to determine its effectiveness category. The Ngain test result is 0.724 and categorized as high category. Thus, it can be concluded that the student worksheets is effective toimproving scientific literacy in Biology Physics courses within high effectiveness category.

INTRODUCTION

The 21st century is lived with various rapid developments of science and technology [1]. This requires humans to always work hard in adapting to various aspects of life [2]. Technology will replace "manpower" in various aspects of life, including the world of work and our daily lives [3]. Human welfare, the key is science and technology, because it has a very big role [4]. In this century, various abilities and skills must be prepared through the educational process [5]. These various abilities can be obtained if the learning of science is able to produce a generation that is reliable in their field and is able to hone various abilities and skills, master science and technology, and are able to adapt to the demands of the times [2].

Science is a systematic way of investigating the natural world around us through observation and experiment. This process is very important in studying the universe around it so that it can live its best life. As such, scientific literacy continues to be a major focal point in education, politics and sociology. Among other things, the quality of education is determined by scientific literacy as an international benchmark [6]. In line with these things, the core focus of learning science is to practice it [5]. Science literacy is very important in science education [7,8]. Scientific literacy is the ability to apply knowledge, identify questions, and make evidence-based conclusions, as an effort to understand and make decisions related to nature [9]. Scientific literacy plays an important role because it is the key to understanding and interpreting the environment and the various problems

faced in any environment will depend on the development of science and technology [10]. Scientific literacy will also reflect the culture in a particular society [11].

The framework for scientific literacy is competencies, types of scientific knowledge, contexts, and cognitive [12,13]. In general, scientific literacy means having the skills necessary to understand a variety of scientific concepts. This ability resembles the specific thinking used by scientists, such as skepticism and the use of sources that have been tested for accuracy. Scientific literacy is concerned with the expectation to participate effectively in the real world. This is because scientific literacy is seen as a conceptual understanding of the abstract ideas of pure science and places more emphasis on the ability to make decisions related to technological applications of scientific ideas or sociological issues facing society today.

Individuals with good scientific literacy are able to understand the relationship between science, technology and society in various aspects of life [4] and using science concepts, science process skills, and science values to make decisions related to the environment and everyday life [11]. These individuals can also apply scientific thinking to all areas of life. As the world becomes more advanced in terms of technology, scientific literacy becomes an important ability so that individuals are able to adapt to technically complex jobs, so that scientific literacy is seen as important in today's learning world.

Biological physics is an elective course that discusses the application of physics concepts to biological studies in everyday life [14]. This course aims to enable students to: (1) understand and apply the concepts / principles / and laws of motion mechanics in solving biological problems; (2) understand and apply the concepts / principles / and laws of fluid mechanics in solving biological problems; (3) understand and apply the concepts / principles / and laws of sound waves in solving biological problems; (4) understand and apply the concepts / principles / and laws of heat and temperature in solving biological problems; (5) understand and apply the concepts / principles / and laws of electricity in solving biological problems; and (6) understand and apply the concepts / principles / and laws of physical and geometric optics in solving biological problems. Because of its relationship with what is in everyday life, lectures fulfill three dimensions of scientific literacy, namely the context of science, science content, and scientific processes. So that a worksheet is needed for students taking Biological Physics courses in order to be able to improve scientific literacy skills.

Student worksheets are learning media that help students in investigative activities to convey learning concepts so that students better understand and create a smooth and directed learning process. Student worksheets are useful for increasing student activity [15]. Student worksheets are educational media to train students to build their own physics concepts and are accompanied by the ability to collaborate to be able to mutually build appropriate scientific concepts that will be used in solving various problems accompanied by increased student abilities and skills [16].

This development research produced a product in the form of student worksheets consisting of 8 sub-sections, namely static fluid biomechanics, dynamic fluid biomechanics, bioacoustic, biothermic, bioelectric, geometric biooptics, physical biooptics, and bioradiation. The worksheets used previously have gone through a process of validation and student response testing. The results of the validity test conducted by the expert stated that the product was valid [17]. The results of student responses when using products in learning. The results of the practicality test carried out stated that the product was practical to use [18]. After the product is proven valid, then it goes to the disseminate stage, namely the implementation test in the field to determine its effectiveness. The effectiveness of student worksheets will be discussed further in this article.

The effectiveness in this study is based on the suitability between what is experienced by the subject and the achievement of the targeted goals [19]. This article aims to describe the effectiveness of student worksheets in the Biological Physics course in order to improve student scientific literacy.

METHOD

Effectiveness is part of the product quality test. The product being developed must be tested for the quality of the results or product development, including the effectiveness of the product being developed [20]. The research subjects were students of the Biological Physics subject in the Physics Education Study Program, Lambung Mangkurat University. This research is planned to take place in the odd semester of the 2019/2020 school year. This research is a Pre-Experimental Design with One-Group Pretest-Posttest Design.

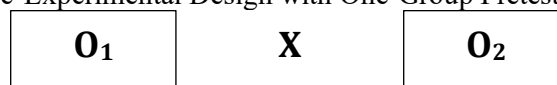


Figure 1. Pretest-Posttest Trial Design

Where:

- O_1 : pretest
- O_2 : posttest
- X : Treatment

[21]

The results of the pretest and posttest were tested for normality in order to analyze data that was normally distributed or not. Data is normally distributed if the significance value is greater than 0.05. The data were then tested by paired sample t-test to determine the difference between the pretest and posttest values indicated by a significance value (2-tailed) <0.05 . If the paired sample t-test results show a significant difference between the pretest and posttest scores, it is followed by the N-gain test. The normalized gain (N-gain) test is used to analyze the development of students' scientific literacy after using the student worksheets developed. The formula for calculating N-gain is as follows:

$$\langle g \rangle = \frac{(\% \langle s_f \rangle - \% \langle s_i \rangle)}{(100 - \% \langle s_i \rangle)}$$

Where:

- $\langle g \rangle$ = gain score
- $\% \langle s_f \rangle$ = average of post-test score
- $\% \langle s_i \rangle$ = average of pre-test score

The normalized gain (N-gain) value obtained as the effectiveness value is then categorized based on the criteria of high, medium, and low [22]

RESULT AND DISCUSSION

The developed student worksheets refer to three dimensions of scientific literacy, namely the context of science, science content, and science processes. The student worksheets consist of 8 sub-sections, namely static fluid biomechanics, dynamic fluid biomechanics, bioacoustic, biothermic, bioelectric, geometric biooptics, physical biooptics, and bioradiation. Biological physics is an elective course that discusses the application of physics concepts to biological studies in everyday life. So, a worksheet is needed so that students taking Biological Physics courses are able to improve their scientific literacy skills.

The student worksheets used in this study have been evaluated by experts and show the suitability of the compiler theory with the compiled student worksheets [17]. This shows

that both in terms of format, language, and content, this student worksheet is appropriate so that it can be used in this study. Student responses seen from the aspects of benefits and performance also support the readiness of student worksheets that are used to be applied in this study [18]. This is because the student's excellent response is in line with the awareness of the importance of mastering scientific literacy. Science literacy in science learning is important to develop because it will have an impact on personalities who will transfer knowledge around [23]. Student worksheets can guide students and help lecturers to achieve learning goals, thus benefiting both parties [24]. Thus, scientific literacy is the key to solving various mysteries in life by using a scientific perspective [25].

The components of the student worksheets that have been developed are as follows: (1) Title, this student worksheet consists of 8 sub-titles according to the sub-chapters being researched. (2) learning objectives; (3) Media (laboratory equipment / virtual laboratory); (4) Problem Identification, which contains discourse related to everyday phenomena and technology. In this section students are required to write down: scientific concepts that can be found in everyday phenomena; scientific questions (can be tested through scientific investigation); and unscientific questions (cannot be tested by scientific investigation); (5) Exploration, consisting of: planning experiments, carrying out experiments, reviewing reference sources. Through this section, students can understand their science process skills and match them with various knowledge from various references. (6) Explanation, in this section students will get conclusions from what they are investigating as well as conclusions from the results of their comparisons with theories and information already in various references. (7) Application: explaining other scientific phenomena, problem solving, potential implications of scientific literacy on society. In this section students can increase their knowledge in order to find out what other phenomena are related to the material. In line with that, through the application section, students are able to explain technology related to the material and its implications for society. This is in line with the goal of scientific literacy to better understand how the world is based on science [26]. (8) References.

UKA Fisika Biologi untuk Melatih Literasi Sains

Name: _____ Hari/Tanggal: _____
 NIM: _____ Kelas: _____

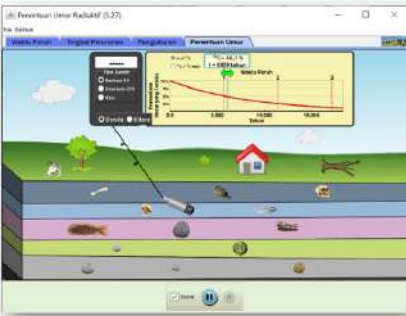
BIORADIASI

Tujuan Pembelajaran

- Menjelaskan konsep bioradiasi dalam proses pembelajaran
- Menggunakan beberapa instrumen yang mampu menentukan nilai Dose Absorbed
- Melakukan evaluasi dan monev tentang pengabdian sosial
- Mendiskusikan data dan hasil akhir

Media

Silahkan buka media PHeT "Radioactive Dating Game", hingga muncul tampilan sebagai berikut



UKA Fisika Biologi untuk Melatih Literasi Sains

Name: _____ Hari/Tanggal: _____
 NIM: _____ Kelas: _____

BIOAKUSTIK

Tujuan Pembelajaran

- Menjelaskan konsep akustik dalam proses pembelajaran
- Menggunakan beberapa instrumen yang mampu mengukur kecepatan gelombang di ruang nyata
- Melakukan evaluasi dan monev tentang pengabdian sosial
- Mendiskusikan data dan hasil akhir

Media

Silahkan buka media PHeT "Sound", hingga muncul tampilan sebagai berikut

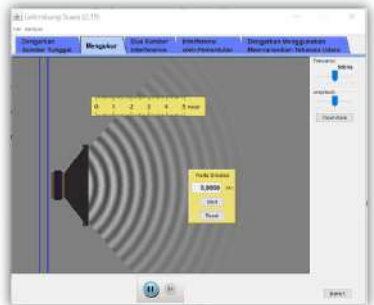


Figure 2 Display of Biological Physics student worksheets

The effectiveness of the developed student worksheets is seen from the suitability between what students experience and the achievement of the targeted goals based on the results of the pretest and posttest. Student worksheets are applied in Biological Physics

lectures to improve student scientific literacy. The following is a graph of the comparison of the results of the students' pretest and posttest.

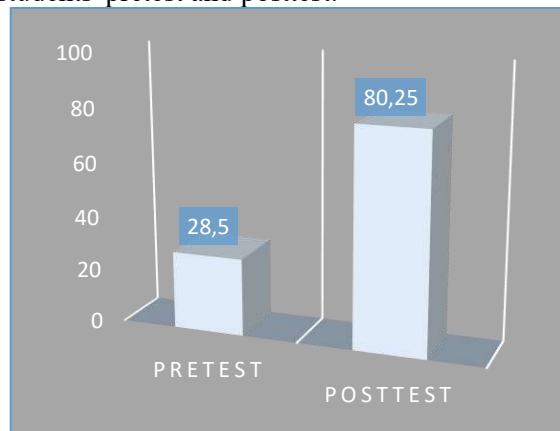


Figure 3 Mean scores of pretest and posttest

These results are then tested for normality and homogeneity, which indicates that the data is normally distributed and the variants are homogeneous. Then, these data were tested for the significance of the difference using the paired t test. Table 1 shows the test results for the value of sig. (2-tailed) less than 0.05. This means that there is a significant difference between the pretest and posttest results using the developed biological physics student worksheets.

Table 1 result of *paired t-test*

t	df	Sig. (2-tailed)
30,228	19	,000

Effectiveness is tested using the N-gain test to determine the category of its effectiveness. The N-gain test result is 0.724. Thus the results of the N-gain test are categorized as high. The results showed that the use of student worksheets in the Biological Physics subject was effective in increasing the scientific literacy of students in the high category. Previous research has shown that student worksheets help students master scientific literacy [10,23]. These results are based on the fact that student worksheets are designed and developed to train students' scientific literacy. The components on the student worksheets in the Biological Physics subject being developed are: (a) Problem Identification; (b) Exploration; (c) explanation; (d) Applications.

Each chapter in this student worksheet has variations to show the relationship between physics and biology concepts related to the chapter discussed. For example, namely static fluid biomechanics, students are asked to be able to show attitudes towards science in the learning process related to static fluid biomechanics, be able to analyze the swim bladder phenomenon in swimming fish based on the appropriate concepts, principles, principles, and physics theory, able to do evaluating and designing scientific investigations of static fluid biomechanics. In addition, students are also required to be able to interpret data and scientific evidence related to static fluids in everyday life.

Scientific literacy describes the ability to understand something scientific in the environment [8]. Knowledge, understanding scientific concepts and processes in scientific literacy are needed to make personal decisions, encouraging individuals to participate in various things. Scientific literacy shows the ability to ask questions to find answers from curiosity about everyday experiences, so as to be able to describe, explain, and predict

natural phenomena. Scientific literacy requires the ability to read by understanding the substance of scientific writing, especially articles about science and engaging in conversations that are able to draw valid conclusions. Through scientific literacy, individuals can identify scientific problems, express various viewpoints that are informed scientifically, and propose and evaluate arguments based on evidence to obtain conclusions.

The Natural Science Education Standards (NSES) have defined scientific literacy as the ability to understand various scientific concepts that help make decisions both individually and in groups, in any field, not only in the sphere of education [27]. Students are expected to have good scientific literacy achievements. This also applies to learning in the realm of science. Increasing students' scientific literacy skills will show the success of the learning process [28].

True scientific literacy requires scientific information literacy, as well as a deeper understanding of how scholarships are created and access to reading them [29]. Science literacy is focused on specific skills related to understanding scientific literature and content [30]. Scientific literacy makes students better understand what is in the real world [26]. Science literacy needs to be focused on education so that students have the skills to relate knowledge, both in the form of concepts and problem solving with phenomena in various environments in everyday life [31].

This achievement can be achieved by implementing scientific literacy-based learning in all aspects of its delivery [32]. Student worksheets can be applied as learning support to train scientific literacy. This is because through student worksheets, students can build their own abilities in finding their own concepts and knowledge [25]. Science literacy student worksheets can guide students to find concepts and relate material to everyday life, as well as improve students' ability to observe and draw conclusions. [32].

CONCLUSION

The conclusion of this article is that the effectiveness of student worksheets to improve scientific literacy in the Biological Physics course is obtained in the high category. The implementation of biology physics lectures using the developed student worksheets can make it easier to teach and train scientific literacy. Further research is needed to determine the effectiveness of the worksheet on the abilities and skills of other students. In other lectures, student worksheets can also be used which aim to improve students' scientific literacy.

REFERENCE

- [1] Rusilowati A, Kurniawati L, Nugroho S E and Widiyatmoko A 2016 Developing an instrument of scientific literacy asesment on the cycle theme *Int. J. Environ. Sci. Educ.* **11** 5718–27
- [2] Nofiana M 2017 Profil Kemampuan Literasi Sains Siswa SMP di Kota Purwokerto Ditinjau dari Aspek Konten, Proses, dan Konteks Sains *JSSH (Jurnal Sains Sos. dan Humaniora)* **1** 77
- [3] Ait K, Rannikmäe M, Soobard R, Reiska P and Holbrook J 2015 Students' Self-Efficacy and Values Based on A 21st Century Vision of Scientific Literacy – A Pilot Study *Procedia - Soc. Behav. Sci.* **177** 491–5
- [4] Rohman S, Rusilowati A and Sulhadi 2017 Analisis Pembelajaran Fisika Kelas X SMA Negeri di Kota Cirebon Berdasarkan Literasi Sains *Phys. Commun.* **1** 12–8
- [5] Puspitasari A D 2015 Efektifitas Pembelajaran Berbasis Guided Inquiry untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa *J. Fis. dan Pendidik. Fis.* **1** 1–5
- [6] Ardianto D and Rubini B 2016 Comparison of students' scientific literacy in

- integrated science learning through model of guided discovery and problem based learning *J. Pendidik. IPA Indones.* **5** 31–7
- [7] Roth W M and Lee S 2002 Scientific literacy as collective praxis *Public Underst. Sci.* **11** 33–56
- [8] Dragoş V and Mih V 2015 Scientific Literacy in School *Procedia - Soc. Behav. Sci.* **209** 167–72
- [9] Maturradayah N and Rusilowati A 2015 Analisis Buku Ajar Fisika Sma Kelas Xii Di Kabupaten Pati Berdasarkan Muatan Literasi Sains *UPEJ (Unnes Phys. Educ. Journal)* **4**
- [10] Kurnia F, Zulherman and Fathurohman A 2014 Analisis bahan ajar fisika sma kelas xi di kecamatan indralaya utara berdasarkan kategori literasi sains *J. Inov. dan Pembelajaran Fis.* **1** 43–7
- [11] Sandi M I, Setiawan A and Rusnayati H 2013 Analisis Buku Ajar Fisika Sma Kelas X Di Kota Bandung Berdasarkan Komponen Literasi Sains *Prosiding Semin. Nas. Fis. 2013* 94–102
- [12] PISA / OECD 2018 PISA 2018 Released Field Trial Cognitive Items 89
- [13] Yuliyanti T E and Rusilowati A 2014 Analisis Buku Ajar Fisika Sma Kelas Xi Berdasarkan Muatan Literasi Sains Di Kabupaten Tegal *Unnes Phys. Educ. J.* **3**
- [14] Dewantara D 2018 Perbedaan Kemampuan Analisis Mahasiswa Antara Pembelajaran Berbantuan Schoology dan Edmodo Pada Mata Kuliah Fisika Biologi *Prism. Sains J. Pengkaj. Ilmu dan Pembelajaran Mat. dan IPA IKIP Mataram* **6** 1–8
- [15] Artika N and Amir Z 2015 Pengembangan LKS Berbasis Pendekatan Rme Untuk Menumbuhkembangkan Kemampuan Kritis Matematis Siswa *Suska J. Math. Educ.*
- [16] Hilyana F S 2017 Pengembangan Media Pembelajaran LKS Untuk Meningkatkan Kompetensi Bekerjasama dan Memecahkan Masalah Siswa *PSEJ (Pancasakti Sci. Educ. Journal)*
- [17] Dewantara D, Mahtari S and Haryandi S 2020 Validitas Lembar Kerja Mahasiswa Untuk Meningkatkan Literasi Sains Pada Mata Kuliah Fisika Biologi *Kappa J.* **1**
- [18] Dewantara D, Mahtari S, Misbah M and Haryandi S 2019 Student Responses in Biology Physics Courses Use Worksheets Based on Scientific Literacy *Prism. Sains J. Pengkaj. Ilmu dan Pembelajaran Mat. dan IPA IKIP Mataram* **7** 192–7
- [19] Akker J V D, Brenda B, Anthony E K, Nienke N and Tjeerd P 2007 *An Introduction to Educational Design Research* (Enschede: Netzdruk)
- [20] Nieveen N 2013 *Educational Design Research* (Enschede: Netherlands Institute for curriculum development)
- [21] Sugiyono 2016 *Metode Penelitian dan Pengembangan (Research and Development/R&D)* (Bandung: Alfabeta)
- [22] Hake R R 1998 Interactive-Engagement versus Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses *Am. J. Phys.* **66** 1–27
- [23] Rosdiana L, Nurita T and Sabtiawan W B 2018 Pengembangan Lkm Untuk Meningkatkan Literasi Sains Calon Guru Ipa *J. Penelit. Pendidik. IPA* **3** 27
- [24] Wahyuningtias H and Isnawati 2019 Validitas dan Keefektifan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Literasi Sains Pada Materi Fungsi Untuk elatihkan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa Kelas X SMA *BioEdu* **8** 145–51
- [25] Nadhifatuzzahro D and Suliyannah 2019 Kelayakan lembar kegiatan siswa (lks) berbasis etnosains pada tema jamu untuk melatih literasi sains siswa *E-Jurnal Pensa J. Pendidik. Sains* **7** 225–34

- [26] Holbrook J and Rannikmae M 2009 The Meaning of Scientific Literacy *Int. J. Environ. Sci. Educ.* **4** 5–7
- [27] Reiska P, Soika K, Möllits A, Rannikmäe M and Soobard R 2015 Using Concept Mapping Method for Assessing Students' Scientific Literacy *Procedia - Soc. Behav. Sci.* **177** 352–7
- [28] Mazidah I N, Widodo W and Purnomo A R 2019 Kevalidan LKPD Berbasis Predict-Observe-Explain Untuk Melatihkan Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik Kelas VII *e-Journal Pensa* **7** 239–43
- [29] Klucsevsek K 2017 The intersection of information and science literacy *Commun. Inf. Lit.* **11** 354–65
- [30] McMillen C, Graves-Demario A and Kieliszek D 2018 Tackling Literacy: A Collaborative Approach to Developing Materials, for Assessing Science Literacy Skills in Content Classrooms through A STEM Perspective. *Lang. Lit. Spectr.* **28**
- [31] Wardani D A and Mitarlis 2018 Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Untuk Meningkatkan Keterampilan Literasi Sains Pada Materi Hidrokarbon dan Minyak Bumi *Unesa Journal Chem. Educ.* **7** 123–8
- [32] Sholihah N and Indana S 2018 Validitas dan Kepraktisan LKPD Literasi Sains Pada Materi Jamur Untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas X SMA *BioEdu* **7** 177–86



Development of Multimodel-based Electronic Teaching Materials about Newton's Law of Gravity to Train Problem Solving Skills

Shelvi Malinda, Abdul Salam M., Dewi Dewantara*

Physics Education Study Program
Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin
dewantara_pfis@ulm.ac.id

Abstract

The lacked of learning model variations and the low student's problem solving skills are the background for this research. In general, this study aims to produce an electronic teaching material that is appropriate to be used to train students' problem solving skills. Specifically, this study aims to describe: (1) The validity of electronic teaching materials and (2) The practicality of electronic teaching materials. This study uses the development of the ADDIE model. The trial subjects were 36 class X Mipa 1 students of SMA Negeri 10 Banjarmasin. The research data were obtained from validation test sheets and student questionnaire responses. The results showed that: (1) validity of teaching materials with an average score of 3.40 good categories, and (2) Practicality of teaching materials with an average score of 2.98 good categories. The conclusion of the research is the development of electronic teaching materials Newton's law of gravity based on multimodel to train problem solving skills otherwise feasible to use in learning activities. The results of this study are used as recommendations for teachers and prospective teachers in choosing electronic teaching materials for Newton's law of gravity based on a multimodel to practice problem-solving skills.

Keywords: electronic teaching materials; multimodel, newton's law of gravity; problem solving skill

INTRODUCTION

Education is a conscious, planned effort, in order to create a good learning process and atmosphere, to develop the potential of students (Sugiyono, 2016). In general, Indonesia still maintains an education system that leads to a learning model that is done in groups and classically. Such a learning model focuses on the quantity of a group's services, which causes teachers to be less able to accommodate the individual needs of students (Shoimin, 2014).

In the learning process the needs and skills needed by students, one of which is problem solving skills (Wardani, 2015). Physics is a branch of natural science for studying and analyzing natural phenomena or processes quantitatively, emphasizing students to practice, think, and reason. Along with developing reasoning skills, students can master physics concepts and apply scientific methods in order to solve the problems we get. (Aththibby & Salim, 2015; Ornek, 2009; Sambada, 2012). In other words, the reasoning abilities and conceptual knowledge that you already have, are expected to help find solutions or solutions to the problems it faces (Wijaya, 2019).

Problem solving skills are a person's basic ability to solve a problem that involves critical, logical, and systematic thinking. Problem solving skills are basic skills that a person must possess and can be used in many areas of everyday life (Amrita, Jamal, & Misbah, 2016; Salam, Miriam, & Misbah, 2017). The importance of being given a problem

cannot be separated from its role in life, namely to develop one's ability to face a problem. Training individuals who can cope with problems encountered during their real life, is the priority goal and the main goal of education today (Ahliha, Mastuang, & Mahardika, 2017; Hanisa, 2018; Larasati, Zainuddin, & Mahardika, 2017). The problem solving indicators focused on in this study are Heller's problem solving indicators, namely (a) visualize the problem, (b) describe the problem in physics description, (c) plan the solution, (d) execute the plan, and (e) check and evaluate.

This is not in line with the results of interviews conducted with physics teachers in class X MIPA at a high school in Banjarmasin. It is known that the low curiosity in learning physics causes students to experience difficulties, especially when solving C4-C6 cognitive level questions, where This question is related to students' skills in solving problems. In addition, when the observation is made it is known that the learning model used is still conventional which relies on the lecture method. The teacher focuses on providing knowledge, while students become passive objects who are only recipients of knowledge. Activities that only listen to, take notes and memorize the delivery of material by the teacher, cause students to be less trained to learn to solve problems and apply the concepts of physics being learned.

The results of the initial ability test showed that there were only 3.22% of the 31 students of class X Mathematics and Natural Sciences in Banjarmasin who were able to answer problems correctly and correctly. This has a significant impact on problem solving skills possessed by students. Another fact is the lack of learning materials and resources. The facilities used by students are only in the form of study books that can be borrowed from the library as well as certain student publisher worksheets with minimal discussion.

One of the efforts to accommodate the learning needs of students in the learning process is a multimodel. Multimodel is a learning process using several learning models (Maria, 2010). Several studies have proven that multimodel learning is effective in improving the competence or learning outcomes of participants (Lailis, Arifuddin, & Salam, 2019; Maria, 2010). The multimodel combination used in learning activities includes direct learning models, class discussion learning models, and cooperative learning models. The three models are able to increase the learning outcomes of students (Atqiya, Arifuddin, & Mahardika, 2016; Rusiati, Zainuddin, & Salam, 2015; Trisna & Arief, 2017). These three models are also suitable for use in Newton's Law of Gravity to improve conceptual mastery, because the characteristics of the material are considered difficult and abstract to understand (Alfianti, Sutopo, & Sunaryono, 2019).

Based on the explanation above, a study was carried out by developing a multimodel-based electronic teaching material that can train students' problem solving skills. The development of learning materials includes Learning Implementation Plans, Student Worksheets, teaching modules, and Learning Outcomes Tests on the topic of Newton's Law of Gravity.

METHOD

In this study, using type *Research and Development*. This uses a model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation dan Evaluation*). In the Analysis phase, the researcher identifies the causes of gaps in learning. In the needs analysis phase, researchers consider standards and competencies to build a basis for determining the needs of students in completing learning. The analysis carried out in this study is in the form of analysis of problems in the class of research subjects, analysis of competency standards and basic competencies and analysis of the characteristics of Newton's Law of gravity and the characteristics of students. In this phase, the researcher also considers resources that allow problem solving, such as through technology, facilities, and people.

Based on the identification of material characteristics, basic competencies and characteristics of students at school, the expected learning objectives can be determined. In the Design phase, the researcher develops teaching materials in the form of a learning implementation plan, teaching modules, student worksheets, and learning outcome tests, in the form of multimodel-based electronic materials to train problem-solving skills in order to achieve the expected learning objectives.

The Development phase aims to produce the teaching materials needed in learning. The development plan carried out is: compiling a learning implementation plan, teaching modules, student worksheets, and learning outcome tests that support learning on Newton's law material about gravity based on a multimodel to train problem solving skills. The resulting teaching materials are then validated by the validator and will be corrected or revised according to the experts' suggestions. The validity of the device is assessed with a score range of 1 to 4. The assessment by 3 validators (academics and practitioners) will be averaged then adjusting the contents of the validity criteria of teaching materials in the table below.

Table 1 Criteria for the Validity of Teaching Materials

Average of Score (X)	Criteria
$X > 3.4$	Very Good
$2.8 < X \leq 3.4$	Good
$2.2 < X \leq 2.8$	Quite Good
$1.6 < X \leq 2.2$	Poor
$X \leq 1.6$	Bad

The reliability test was conducted to determine the degree of confidence in the developed learning outcome test instrument. Reliability on learning outcomes tests in the form of descriptions can be calculated by the formula *Alpha Cronbach* (Sudijono, 2015) as follows.

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(1 - \frac{\sum S_1^2}{S_1^2} \right)$$

Where :

r_{11} = Test reliability coefficient

n = The number of items in the test

$\sum S_1^2$ = The number of score variants of each item

S_1^2 = Varian total

The level of instrument reliability is then measured by criteria (Ratnawulan & Rusdiana, 2014) as follows.

Table 2 Instrument Reliability Criteria

No.	Reliability Coefficient	Criteria
1	0.800 – 1.000	Very Good
2	0.600 – 0.799	Good
3	0.400 – 0.599	Quite Good
4	0.200 – 0.399	Poor
5	0.000 – 0.199	Bad

The Implementation phase is the phase of applying the teaching materials that have been made to determine the practicality of the teaching materials. In this study, the application of the teaching materials will be carried out field trials, which are carried out directly with class X MIPA I students of SMA Negeri 10 Banjarmasin. The research subjects were 36 peseta students in class X MIPA 1 SMA Negeri 10 Banjarmasin. The research was conducted in 3 meetings with a time allocation of 3×45 minutes each for each meeting.

However, because of the Covid-19 virus pandemic, implementation cannot be taught directly (face-to-face) learning is carried out online at the homes of individual students.

The practicality of the device in terms of the average questionnaire response results of students' answers assessed by observers. The scores from each learning stage are averaged, then categorized by the same criteria in the validity analysis of learning tools (Table 1). Likewise, the reliability level uses Table 2. Product trials are carried out through a response questionnaire which contains statements regarding the aspects of benefits, convenience, and time efficiency. (Rusnilawati, 2017) during the use of electronic teaching materials.

In the Evaluation phase, the researcher will calculate the feasibility of the teaching materials developed based on validity and practicality. Evaluation can take place in phases, between phases or after the implementation phase.

RESULTS AND DISCUSSION

The product developed is a multimodel based electronic teaching material on Newton's law of gravity to practice problem solving skills. This teaching material, developed aims to train students' problem-solving skills based on the 2013 Revised Curriculum. Teaching materials are part of the curriculum content that helps students understand lessons and achieve predetermined competency standards. This developed electronic teaching material contains materials and questions based on the characteristics of students in class X MIPA 1 SMAN 10 Banjarmasin and the characteristics of Newton's law of gravity. The content of teaching materials refers to several sources of internet literature which the researchers then develop according to the characteristics of the material and students. This teaching material consists of several parts, namely: (1) Cover; (2) Foreword; (3) Instructions for Use; (4) Table of contents; (5) Concept maps and learning objectives to be achieved; (6) Description of the material; (7) Sample Questions; (8) Exercise Questions; (9) Bibliography.

Electronic teaching materials on the topic of Newton's law of gravity based on multimodel to practice problem solving skills of students, using three models that have been adapted to the characteristics of students in class X MIPA 1 SMAN 10 Banjarmasin. Newton's law of gravity electronic teaching materials can be accessed via <https://newtongravitasii.000webhostapp.com/mobile/index.html>. This teaching material is structured for 3 meetings in which each meeting uses 3 different models. Each meeting on teaching materials will be given practice questions and their discussion. The material discussed at meeting 1 discusses the force of gravity and the gravitational field. The material discussed in meeting 2 discusses gravitational potential energy and gravitational potential and Kepler's law. Then at the meeting 3 material discussed about the speed of satellites orbiting planets.

Multimodel-based electronic teaching materials have been adapted to the characteristics of students, at meeting 1 the researcher used a direct learning model. The use of the direct learning model at the beginning of the meeting aims to build students' concepts and prior knowledge. At meeting 2 the researcher used the class discussion model, in which the group division was adjusted according to the students' abilities, and in groups consisting of heterogeneous, the use of the class discussion model to train the students' ability to express their opinions in groups and not passively just listening. At meeting 3 researchers used a cooperative model, the use of this model aims to improve student cooperation and give responsibility to students in solving the problems given.

The developed electronic teaching material discusses Newton's Law of gravity so that the cover is equipped with a picture of outer space. After the cover is followed by a foreword as an initial introduction to the teaching materials developed by the researcher,

and equipped with instructions for use and a table of contents which aims to make students know the contents of electronic teaching materials Newton's law of gravity.

Before entering the meeting part 1, the developed teaching materials contain instructions for the use of teaching materials that clearly explain the parts of the teaching material so that students can use the teaching materials independently. Furthermore, after the table of contents is completed with concept maps and learning objectives that provide an overview of the material to be studied by students.



Figure 1 Concept Map and Learning Objectives

The teaching materials developed contain material descriptions that contain various kinds of information about the law of gravity, in terms of examples of phenomena and images related to the influence of gravity. At the beginning of the meeting a video was presented related to the subject matter to be discussed. Students will be asked to answer questions to find out the students' initial knowledge.

Figure 2 Introduction and Learning Video

Teaching materials are also equipped with examples of questions, each example is equipped with a method or steps in solving the problem. Because, the development of this teaching material aims to train students' problem solving skills, each sample question is equipped with problem-solving steps in which the development of teaching materials uses indicators of Heller problem solving skills. Heller solving skills indicators consist of five components, namely, visualizing the problem, students are asked to translate the problem sentence into a visual representation. Description of the problem, students are asked to translate visual representations into descriptions of physics. Planning solutions, students are asked to translate descriptions of physics into mathematical representations and determine mathematical stages to solve problems. Implementing solutions, students are asked to perform mathematical calculations based on plans. Evaluating the solution, students are asked to ensure the correctness of the results obtained, by checking the

mathematical calculations again whether they are appropriate or not, and checking the units.

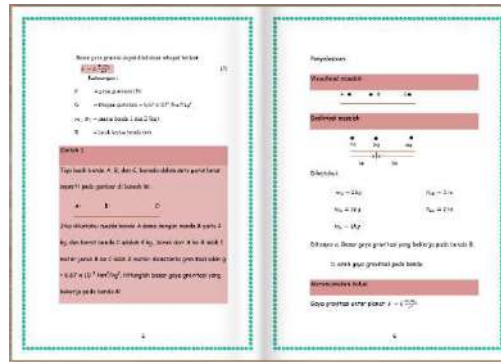


Figure 3. Examples of questions and their solutions

Newton's law teaching materials about gravity based on multimodel to practice problem solving skills of students, equipped with practice questions that are contained in student worksheets, which in the student worksheet contains questions in the C3-C4 domain. Students are asked to work on questions using problem solving indicators that have been taught in the example questions. Teaching materials made by researchers are electronic

teaching materials, so researchers provide a link form to make it easier for students to upload their answers to the link.



Figure 4. Student Worksheets and link form students

The link on the Student Worksheet can be directly clicked then, the student's account will be directly connected to the Google form that has been designed by the researcher. Students can upload the results of the Student Worksheet answers on the google form.

Electronic teaching materials also develop learning implementation plans and accessible learning outcomes tests.



Figure 5 Multimodel Based Learning Implementation Plan

The test of student learning outcomes, in the development of electronic teaching materials, is also designed to make it easier for students to study at home. The designed learning outcome test can be accessed via a link that has been created by the researcher.



Figure 6. Student Learning Outcomes Test

The learning outcome test is designed, equipped with instructions in the form of instructions for filling out the test, and the procedure for taking the test, which is expected to make it easier for students to understand the methods of taking the test. This

electronically designed learning outcome test can be used in anticipation of a pandemic that requires students to study at home. Learning outcome tests in electronic form can be accessed by students anytime and anywhere.

The development of electronic teaching materials is expected to be useful for students, and can add to students' insights about communication technology. The cellphone, which is usually used for social media activities, can now also be used as a learning resource (Rusnilawati, 2017).

During the Covid-19 pandemic, many schools carried out online learning at home. Multimodel-based electronic teaching materials to practice problem-solving skills, made to make it easier for students to learn at home.

The validity of the learning materials that have been developed obtains a score as in Table 3.

Table 3. Validity and Reliability Test of Electronic Teaching Materials

No	Aspect	Average score	Category
1	Contents	3.3	Good
2	Assessment and Appearance	3.4	Good
	Validity	3.31	Good
	Reliability	0.604	Good

Table 3 shows the content of teaching materials obtaining an average score of 3.3 which is in the good category. Then the assessment and display aspects obtained an average score of 3.4 in the good category. Teaching materials obtain an average validity score of 3.31, therefore, it can be concluded that the teaching materials as a whole are categorized as good with a degree of reliability of 0.60 in the good category.

The assessment of the content aspects as well as aspects of the assessment and appearance have been categorized as good, so it can be said that the teaching materials that have been developed motivate students to read (Muga, Suryono, & Januarisca, 2018). This is because the teaching materials are arranged based on attractive images and designs (Prastowo, 2015).

Tabel 4. Validasi dan Reliabilitas RPP

No	Assessment Aspects	Average score	Category
1	Format	3.4	Good
2	Language	3.3	Good
3	Contents	3.3	Good
	Practicality	3.3	Good
	Reliability	1.0	Very Good

Table 4 shows the average score of the learning implementation plan format is 3,4 which is categorized as good, then the language assessment aspect used in the learning implementation plan has an average score of 3.3 which is in good category, as well as the assessment on the content aspect of the learning implementation plan with the average score is 3.3 which is also categorized as good. The learning implementation plan obtained an average validity score of 3.34, it can be concluded that the learning implementation plan

as a whole was categorized as good with a reliability degree value of 1.0 in the very good category.

The learning implementation plan is designed by adjusting the characteristics of students, the teaching material used and clear learning objectives, so that the validation assessment of the learning implementation plan is categorized as good. (Zendrato, 2016).

Table 5. Validation and Reliability of Learning Outcomes Tests

No	Aspect	Average score	Category
1	Validity	3.4	Good
2	Reliability	0.93	Very good

Table 5, the test of learning outcomes obtained an average validity score of 3.4 so it can be concluded that the overall learning outcome test is categorized as good with a reliability degree of 0.9 which is very good (Finnajah, Kurniawa, & Fatmaryanti, 2016).

Practicality of teaching materials was measured using response questionnaire data filled out by students. The response questionnaire was filled in by students, after the researcher distributed electronic teaching materials. Students can find it easier to learn independently using electronic teaching materials (Noviyanita, 2018). This is shown based on the data analysis of the response questionnaires filled out by students.

Table 6. Practicality of Teaching Materials

No	Assessment Aspects	Average score	Category
1	Benefits	3.01	Good
2	Efficiency	2.93	Good
3	Convenience	2.99	Good
	Practicality	2.98	Good
	Reliability	0.79	Good

The aspects of the benefits of electronic teaching materials also contain several indicators that must be met with the teaching materials developed so that they can be classified as good. Indicators in the aspects of the benefits of this teaching material are learning with teaching materials to develop cooperative abilities and independence, teaching materials can develop reflective abilities. The aspects of the benefits of teaching materials are in a good category which shows that on average students respond positively to the benefits of electronic teaching materials that students have used. The acquisition of this good score also shows that teaching materials can develop the cooperative abilities and independence of students.

The aspect of learning time efficiency uses developed teaching materials, which this aspect gets in a good category. This shows that the average student considers learning using electronic teaching materials developed to be quite efficient in terms of learning time. This good category score was obtained from the average answers of students who argued that the use of electronic teaching materials developed made students understand the material / concepts being taught having a little difficulty. Some students responded with the criteria of not agreeing to respond to online learning, this is because they have difficulty understanding the material / concept independently, they prefer face-to-face learning with predetermined learning hours.

The aspect of ease of use of electronic teaching materials, which this aspect contains several indicators that must be met by teaching materials in order to be classified as good. Indicators that must be met include electronic teaching materials developed that must use language, words, sentences and paragraphs that are easy to understand, the design of

teaching materials is clear and attractive, and teaching materials contain stimulants. Based on Table 6 this aspect gets a good category, which means that the teaching materials are easy to use. In terms of using language that is easy to understand, on average students argue that learning using teaching materials is developed according to the needs of students because the content can be understood. The developed teaching materials help students learn the material easily, one of which is because the sentences used in the teaching materials developed are clear and easy to understand. The design aspect of electronic teaching materials is clear and interesting. This is indicated by the average student who thinks that the design of the teaching materials developed is not boring, besides the illustrations or images and videos in the developed teaching materials that attract the attention of students to learn, especially in practicing problem solving skills. The problem solving skills presented in each example of questions on electronic teaching materials are sufficient to help students understand the steps of solving problems correctly and correctly.

The results of the average score for all aspects of the student response questionnaire are used as a reference in determining whether the electronic teaching materials developed are good or bad. The results of the average questionnaire response score of students who were the subject of the trial showed that the developed electronic teaching materials met the standard characteristics of good teaching materials, although there were still deficiencies in the efficiency aspects of learning time using the developed teaching materials. This also shows that the electronic teaching material of Newton's law of gravity based on a multimodel to practice problem solving skills of students developed is good to be given to students as a learning resource, especially in practicing problem solving skills. Most students prefer to learn through e-learning, because e-learning can give them greater flexibility to learn independently and allow them to study anywhere and anytime (D Dewantara, Misbah, & Wati, 2019; Dewi Dewantara, Wati, & Misbah, 2020; Misbah, Pratama, Hartini, & Dewantara, 2018; Sun, Tsai, Finger, Chen, & Yeh, 2008). The development of students in learning that is carried out independently is better than traditional learning (non-individual learning) (Miyazoe & Anderson, 2011).

CONCLUSION

The results of the development and testing of electronic teaching materials were obtained: (1) The validity of teaching materials in terms of the validity of teaching materials obtained a good score of 3.40; (2) The practicality of teaching materials in terms of the responses of students obtained a good score of 2.93 categories. Thus, it can be concluded that the electronic teaching material of Newton's law of gravity based on a multimodel to train students' problem solving skills is feasible to use in learning activities. Newton's law electronic teaching materials about gravity based on a multimodel to practice problem solving skills can be used as a reference for teaching materials in training students' solving skills, by paying attention to the appropriate allocation of learning time and explaining the stages of problem solving in more detailed and systematic questions. For schools, this research can be used as a source of information, focusing on physics problem solving skills that are often encountered in life so that it can contribute to improving the quality of education, especially physics education in schools.

REFERENCES

- Ahliha, S., Mastuang, & Mahardika, A. I. (2017). Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas VIII E SMP Negeri 26 Banjarmasin Dengan Menggunakan Metode Pemecahan Masalah (Problem Solving) Dalam Setting Pengajaran Langsung. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 5(1), 118–132.

- Alfianti, Z. F., Sutopo, & Sunaryono. (2019). Peningkatan Penguasaan Konsep Siswa SMA Tentang Hukum Gravitasi Newton Melalui Modeling Intruccion. *Jurnal Pendidikan*, 4(12), 1631–1634.
- Amrita, P. D., Jamal, M. A., & Misbah, M. (2016). Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Melalui Model Pengajaran Langsung Pada Pembelajaran Fisika Di Kelas X MS 4 SMA Negeri 2 Banjarmasin. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 4(3), 248. <https://doi.org/10.20527/bipf.v4i3.1858>
- Aththibby, A. R., & Salim, B. M. (2015). Pengembangan media pembelajaran fisika berbasis animasi flash topik bahasan usaha dan energi. *Jurnal Pendidikan Fisika Universitas Muhammadiyah Metro*, 3(2), 25–33.
- Atqiya, N., Arifuddin, M., & Mahardika, A. I. (2016). Meningkatkan Kemampuan Siswa dalam Mengaplikasikan Rumus Fisika dengan Menggunakan Metode Problem Solving dalam Sintaks Pengajaran Langsung pada Siswa Kelas VIIB SMP Muhammadiyah 1 Banjarmasin. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 4(3).
- Dewantara, D, Misbah, M., & Wati, M. (2019). The Implementation of Blended Learning in analog electronic learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1422(012002), 1–5. <https://doi.org/10.4108/eai.27-4-2019.2285291>
- Dewantara, Dewi, Wati, M., & Misbah, M. (2020). Blended Learning to Improve Learning Outcomes in Digital Electronics Courses. In *1st South Borneo International Conference on Sport Science and Education (SBICSSE 2019)*. Atlantis Press.
- Finnajah, M., Kurniawa, E. S., & Fatmaryanti, S. D. (2016). Pengembangan Modul Fisika Sma Berbasis Multi Representasi Guna Meningkatkan Pemahaman Konsep Dan Hasil Belajar Peserta Didik Kelas Xi Iis 2 Sma Negeri 1 Prembun Tahun Ajaran 2015/2016. *Jurnal Radiasi*, 8(1).
- Hanisa, N. M. (2018). Meningkatkan Keterampilan Prosedural dan Hasil Belajar Dengan Metode Pemecahan Masalah Melalui Pengajaran Langsung. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*.
- Lailis, A. N., Arifuddin, M., & Salam, A. (2019). *Pengembangan Bahan Ajar Suhu dan Kalor Berbasis Multimodel Untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Dan Hasil Belajar*. Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin.
- Larasati, A., Zainuddin, & Mahardika, A. I. (2017). Pengembangan bahan ajar dengan menggunakan metode pemecahan masalah melalui model pengajaran langsung pada materi suhu dan perubahannya pada smp negeri 5 banjarmasin *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Vol 1 No . 1 Februari 2017*, 1(1), 53–63.
- Maria, H. T. (2010). Implementasi pembelajaran multimodel berbasis pendekatan kontekstual untuk meningkatkan pencapaian kompetensi dasar fisika di sltp. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA*, 1(2), 35–44.
- Misbah, M., Pratama, W. A., Hartini, S., & Dewantara, D. (2018). Pengembangan E-Learning Berbasis Schoology pada Materi Impuls dan Momentum untuk Melatihkan Literasi Digital. *PSEJ (Pancasakti Science Education Journal)*, 3(2), 109–114.
- Miyazoe, T., & Anderson, T. (2011). Anonymity in Blended Learning: Who Would You Like to Be? *Educational Technology & Society*, 14(2).
- Muga, W., Suryono, B., & Januarisca, E. L. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Elektronik Berbasis Model Problem Based Learning Dengan Menggunakan Model Dick And Carey. *Journal of Education Technology*, 1(4), 260–264.
- Noviyanita, W. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Elektronik Berbasis Flipbook Maker Pada Materi Program Linear Kelas X Smk. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 6(2), 41–49.

- Ornek, F. (2009). Problem solving: Physics Modeling-based Interactive Engagement. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 10(2).
- Prastowo, A. (2015). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press.
- Ratnawulan, E., & Rusdiana. (2014). *Evaluasi pembelajaran dengan Pendekatan Kurikulum 2013*. Bandung: Pustaka Setia Bandung.
- Rusiati, Zainuddin, & Salam, A. (2015). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Menggunakan Model Pembelajaran Kooperatif pada Materi Suhu dan Kalor di SMK Farmasi ISFI Banjarmasin. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 3(3), 220–229.
- Rusnilawati, E. G. (2017). Pengembangan Bahan Ajar Elektronik (Bae) Berbantuan Flipbook Berbasis Keterampilan Pemecahan Masalah Dengan Pendekatan Ctl Pada Pembelajaran Matematika Kelas V Sekolah Dasar. *Profesi Pendidikan Dasar*, 4(2), 190 – 202.
- Salam, M., Miriam, S., & Misbah, M. (2017). Implementasi perangkat pembelajaran berorientasi learner autonomy dan kearifan lokal untuk melatih keterampilan pemecahan masalah. In *Seminar Nasional PIPA ULM*. Banjarmasin.
- Sambada, D. (2012). Peranan Kreativitas Siswa Terhadap Kemampuan Memecahkan Masalah Fisika dalam Pembelajaran Kontekstual. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*, 2(2), 37–47.
- Shoimin, A. (2014). *Model Pembelajaran Inovatif Dalam Kurikulum 2013*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media.
- Sudijono, A. (2015). *Pengantar Statistik Pendidikan*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Sugiyono. (2016). *Penelitian dan Pengembangan*. (M. S. S. Y. Suryandari, Ed.) (2nd ed.). Bandung: Alfabeta.
- Sun, P. C., Tsai, R. J., Finger, G., Chen, Y. Y., & Yeh, D. (2008). What Drives a Successful E-Learning? An Empirical Investigation of the Critical Factors Influencing Learner Satisfaction. *Computers & Education*, 50(4), 1183–1202.
- Trisna, K. F., & Arief, A. (2017). Penerapan Model Pembelajaran Diskusi Kelas Dengan Tipe Beach Ball Untuk Mengurangi Miskonsepsi Siswa Kelas XI Materi Kalor SMAN 1 Driyorejo Gresik. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 6(3), 157–160.
- Wardani, E. D. (2015). *Peningkatan Keterampilan Pemecahan Masalah Matematika SMP Melalui Strategi Discovery Learning*. Universitas Muhammandiyyah Surakarta.
- Wijaya, T. (2019). *Panduan Praktis Menyusun Silabus, RPP, dan Penilaian hasil Belajar*. Depok: PT. Huta Parhapuran.
- Zendrato, J. (2016). Tingkat Penerapan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Dalam Pelaksanaan Pembelajaran Di Kelas Suatu Studi Kasus Di SMA Dian Harapan Jakarta. *Scholaria*, 6(2), 58–73.

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA

2022

**“MEWUJUDKAN PENDIDIKAN FISIKA YANG UNGGUL,
TERKEMUKA, DAN BERDAYA SAING DI BIDANG
LINGKUNGAN LAHAN BASAH DAN KEARIFAN LOKAL”**

ISSN 2988-0521

