

**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR MATERI GELOMBANG  
BERBASIS PISA (*PROGRAMME FOR INTERNATIONAL  
STUDENT ASSESSMENT*) PADA PROGRAM  
STUDI PENDIDIKAN FISIKA**

**Sahyar, Wawan Bunawan**

Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Medan  
email: sahyarmipa@gmail.com

**Abstrak.** Kompetensi siswa Indonesia dalam menyelesaikan soal-soal sains berbasis literasi PISA masih relatif rendah dibandingkan negara ASIA bahkan negara ASEAN. Penelitian bertujuan untuk mengembangkan bahan ajar materi gelombang berbasis literasi PISA untuk matakuliah Fisika dasar di Program studi Pendidikan Fisika Unimed semester pertama tahun 2019/220. Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan menggunakan tahapan Analyze Design Develop Implement Evaluate (ADDIE). Kompetensi berbasis PISA meliputi kompetensi dalam menjelaskan fenomena sains, kompetensi dalam mengevaluasi dan merancang eksperimen sains dan kompetensi dalam menginterpretasi data hasil eksperimen sains. Pada tahapan analisis diperoleh bahwa bahan ajar gelombang yang tersedia belum mendukung sepenuhnya tuntutan kompetensi PISA. Pada tahapan desain disusun bahan ajar gelombang dengan memberikan penekanan pada capaian kompetensi PISA. Pada tahap pengembangan materi bahan ajar divalidasi oleh ahli materi dan dilakukan revisi sesuai masukan ahli. Pada tahap implementasi, bahan ajar diuji coba pada kelompok kecil mahasiswa dan dilakukan revisi pada bahan aspek kompetensi penyelidikan sains dan interpretasi data sesuai dengan kesulitan yang ditemukan di lapangan. Pada tahap evaluasi bahan ajar diterapkan pada mahasiswa program sarjana Pendidikan Fisika. Hasil yang diperoleh: ada peningkatan respons mahasiswa dan peningkatan kompetensi berbasis PISA mahasiswa dalam menggunakan bahan ajar gelombang yang telah dikembangkan.

**Kata Kunci:** *Kompetensi Sains PISA, bahan ajar gelombang fisika dasar..*

**DEVELOPING TEACHING MATERIAL FOCUS ON WAVE  
SUBJECT USING PISA (*PROGRAMME FOR  
INTERNATIONAL STUDENT ASSESSMENT*) ON  
UNDERGRADUATE DEGREE PROGRAMS IN PHYSICS**

**Sahyar, Wawan Bunawan**

Department of Physics Education, Universitas Negeri Medan  
email: sahyarmipa@gmail.com

**Abstract.** Indonesian students' competence in solving PISA literacy-based science questions is still relatively low compared to ASIA countries and even ASEAN countries. The research aims to develop wave material teaching materials based on PISA literacy for basic Physics courses in the Unimed Physics Study Program in the first semester of 2019/2020. This type of research is a research development using the stages of Analyze Design Develop Implement Evaluate (ADDIE). PISA-based competencies include competency in explaining science phenomena, competence in evaluating and designing science experiments and competence in interpreting the data from science experiments. In the analysis

phase it was found that the available wave teaching materials did not fully support the demands of PISA competence. At the design stage, wave teaching materials are arranged by emphasizing the achievement of PISA competencies. At the development stage of the teaching material is validated by the material expert and revised according to expert input. At the implementation stage, teaching materials were tested on a small group of students and revisions were made to the material aspects of the competence of scientific inquiry and data interpretation in accordance with the difficulties found in the field. At the evaluation stage teaching materials are applied to undergraduate students in Physical Education. Results obtained: there was an increase in student responses and PISA-based competencies after using the developed wave teaching materials.

**Keywords:** *PISA Science Competence, basic physics wave teaching material.*

## PENDAHULUAN

*Programme for International Student Assessment* (PISA) dikelola oleh *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD) menekankan pencapaian literasi sains pelajar (OECD, 2009). (Litbang, 2015) menyatakan hasil penilaian PISA, menempatkan Indonesia pada peringkat 60 dari 65 negara tahun 2009. Pertanyaan yang mendasar apakah yang dapat dilakukan untuk mendorong peningkatan prestasi siswa. Peran apa yang dapat dilakukan oleh perguruan tinggi penghasil calon guru sains untuk meningkatkan kompetensi literasi sains lulusannya.

Literasi ilmiah adalah inti dari proses pembelajaran sains di tingkat sekolah dasar dan menengah (National Research Council, 2000); (OECD, 2009); (Basl, 2011; Drechsel, Carstensen, & Prenzel, 2011) (OECD, 2013); Kebijakan pemerintah dan lembaga internasional seperti OECD, akan mempengaruhi standar-standar pencapaian lembaga pendidikan. Elaborasi berbagai standar akan mempengaruhi kurikulum, sistem asesmen dan proses pembelajaran yang saling terkait terhadap proses pengembangan profesi guru dan calon guru.

(Suprpto, 2016) mendeskripsikan kelemahan kompetensi berdasarkan PISA (1) kurang memahami hubungan antara sains, teknologi, kaitannya dengan isu-isu global (2) kurang memahami pengetahuan bagaimana menghasilkan ide-ide, pemahaman terhadap prosedur-prosedur rasional dan justifikasi penggunaannya, (3) kelemahan menjelaskan fenomena secara ilmiah, mengevaluasi dan mendesain inkuiri ilmiah, interpretasi data dan bukti, (4) kurangnya sikap terhadap sains.

(OECD, 2013) menyebutkan kaitan materi gelombang dengan energi dengan banyak aspek dalam terapan teknologi. (Mešić, Hajder, Neumann, & Erceg, 2016) menunjukkan literasi gelombang mekanik sebagai dasar pengembangan gelombang optic dan pemahaman gelombang cahaya. (Barniol & Zavala, 2016) mengukur pemahaman gelombang (penjalaran, superposisi, refleksi) menggunakan tes pilihan ganda dua tingkat. (Podolefsky & Finkelstein, 2007) menunjukkan bahwa pemahaman gelombang elektromagnetik melalui pemodelan menggunakan analogi yang bertingkat (*analogical scaffolding*).

Kajian materi gelombang sebaiknya dimulai dari pemahaman gelombang mekanik sebagai dasar keilmuan gelombang dengan menggunakan pendekatan atau model tertentu, dengan demikian keberadaan perangkat pembelajaran perlu dikembangkan. Permasalahan utama adalah bagaimana mengembangkan perangkat pembelajaran materi gelombang dengan merujuk pada literasi sains PISA, dengan pertanyaan penelitian: Bagaimana mengembangkan bahan ajar yang memenuhi hubungan antara sains dan teknologi menyangkut isu-isu global, pengetahuan faktual, prosedural dan pengetahuan epistemic. Sedangkan tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah menghasilkan perangkat pembelajaran berupa modul perkuliahan materi gelombang berorientasi literasi sains PISA untuk mahasiswa calon guru fisika. Spesifikasi khusus yang menjadi kajian penelitian adalah peran Unimed sebagai universitas penghasil calon guru memiliki peta jalan penelitian yang menempatkan riset-riset unggulan pendidikan sebagai topik utama riset yang dikembangkan sesuai dengan skim unggulannya. Penelitian ini perlu dan sangat mendesak dilakukan untuk menyiapkan calon guru fisika yang akan mengajarkan materi gelombang berbasis literasi sains PISA. Belum tersedia perangkat pembelajaran (bahan ajar, media pembelajaran, sistem asesmen) yang didesain berdasarkan literasi sains berbasis PISA.

Warga negara yang hidup di era modern seperti sekarang ini harus mengerti kaitan antara sains dan teknologi, hal ini membawa konsekuensi terhadap arah tujuan, proses dan produk pendidikan sains yang dilakukan di sekolah dan lembaga pendidikan calon guru. Literasi sains dipersepsikan sebagai kompetensi kunci dan didefinisikan dalam bentuk kemampuan interaktif untuk menguasai sumber informasi dan teknologi agar seseorang mampu menggerakkan dirinya untuk berinteraksi dengan dunia luar dan dalam jangkauan penggunaan yang lebih luas. (OECD, 2013) untuk program PISA 2015 menyebutkan tiga kompetensi literasi sains yang diases yakni (1) Explain phenomena scientifically, (2) Evaluate and design scientific inquiry, (3) Interpret data and evidence scientifically.

Tiga kelompok kompetensi literasi sains dalam PISA mempersyaratkan penguasaan suatu pengetahuan yang terpisah akan tetapi saling berhubungan. PISA 2015

menyebutkan tiga pengetahuan yang menjadi dasar dalam mengembangkan kompetensi literasi sains yakni (1) Content Knowledge, (2) Procedural Knowledge dan (3) Epistemic Knowledge (OECD, 2013). Pengetahuan konten dikenal sebagai pengetahuan tentang fakta, konsep, teori, hukum dari suatu hakikat keilmuan sains yang dibangun.

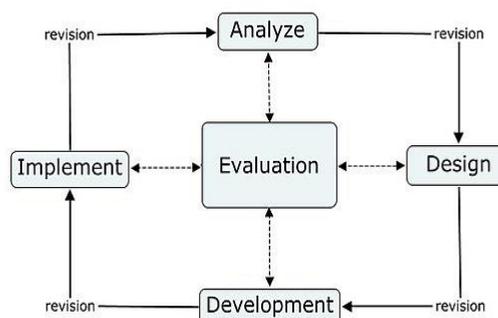
(Millar, Lubben, Gott, & Duggan, 1994) mengatakan bahwa pengetahuan yang berisi prosedur-prosedur atau langkah-langkah yang digunakan oleh saintis untuk membangun pengetahuan ilmiah disebutkan sebagai procedural knowledge, berisi pengetahuan praktis dan konsep-konsep dari inkuiri yang bersifat empiric seperti pengukuran yang berulang untuk mengurangi kesalahan dan mereduksi ketidakpastian, mengontrol variabel, dan prosedur-prosedur standar untuk menunjukkan dan mengkomunikasikan data. (Millar et al., 1994) telah mengelaborasi pengetahuan prosedural sebagai sekelompok pengetahuan yang bersumber dari bukti-bukti konsep (*concepts of evidence*).

Duschl(2007) menyebutkan kompetensi literasi sains mempersyaratkan pengetahuan epistemic yaitu suatu pemahaman dari rasionalitas terhadap hal-hal yang bersifat praktis dari inkuiri ilmiah, status dari klaim pengetahuan yang dibangun dan terminology dasar dari teori, hipotesis dan data. Epistemic knowledge mengacuh kepada suatu pemahaman tugas-tugas spesifik dari konstruksi dan definisi fitur-fitur esensial dari proses membangun pengetahuan ilmiah. Pengetahuan epistemic meliputi pemahaman dari fungsi pertanyaan, observasi, teori, hipotesis, model, dan argumen yang diperankan dalam sains, memperkenalkan berbagai variasi dari inkuiri ilmiah, dan rewi dari teman sejawat dalam membangun pengetahuan yang dapat dipercaya.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan dengan menggunakan tahapan *Analyze Design Develop Implement Evaluate* (ADDIE). Subjek penelitian adalah mahasiswa program studi Pendidikan Fisika FMIPA Unimed Medan semester I TP 2019/2020. Bahan ajar dikembangkan dengan menggunakan tahapan *Analyze Design Develop Implement Evaluate* (ADDIE) sebagaimana yang dikatakan oleh (Branch, 2010), Tahapan Analisis dilakukan untuk mengidentifikasi semua kemungkinan adanya kesenjangan performa. Tahapan desain ditujukan untuk memverifikasi performa yang diinginkan dan hadirnya metode testing yang relevan. Tahap pengembangan untuk membangkitkan dan memvalidasi sumber-sumber pembelajaran. Tahap implementasi dilakukan penyiapan lingkungan belajar yang telah didesain dan diterapkan ke siswa. Tahap evaluasi dilakukan asesmen terhadap kualitas produk pembelajaran, proses pembelajaran yang dilakukan sebelum dan sesudah implmentasi. Setiap tahapan akan selalu dilakukan revisi. Gambar 1 berikut menunjukkan tahapan kegiatan yang dilakukan selama mengembangkan perangkat pembelajaran literasi sains PISA untuk materi gelombang.

Perangkat pembelajaran dikembangkan berdasarkan analisis situasional meliputi konteks pembelajaran, asesmen, tipe pembelajaran dan karakteristik pembelajar, selanjutnya dikembangkan analisis konten literasi sains PISA untuk materi gelombang. Pelaksanaan pengembangan mempertimbangkan sinergi antara tujuan pembelajaran, strategi, media pembelajaran dan evaluasi formatif dengan menerapkan suatu pilot project skala kecil dan aplikasi di kelas besar.



Gambar 1. Tahapan ADDIE

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis dari berbagai sumber bahan ajar fisika dasar materi gelombang diperoleh bahwa bahan ajar yang tersedia belum dapat memenuhi tuntutan kompetensi berbasis literasi PISA. Secara umum tuntutan kompetensi yang akan dicapai dari bahan ajar yang adalah kemampuan teoritis tentang pengetahuan gelombang. Kompetensi sains yang ingin dicapai literasi Pisa lebih bersifat kontekstual meliputi kompetensi memahami fenomena sains, kemampuan penyelidikan sains dan kemampuan interpretasi data sains.

Desain bahan ajar yang akan dikembangkan berfokus pada teori, studi kasus yang bersifat kontekstual dengan mengembangkan kompetensi dalam pemahaman fenomena sains, evaluasi dan penyelidikan sains dan kemampuan interpreasi data. Berikut adalah bagan desain bahan ajar yang akan dikembangkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Desian bahan ajar

No	Desain bahan ajar pada umumnya	Desain bahan ajar baru
1	Judul Pokok bahasan	Judul Pokok bahasan
2	Tujuan pembelajaran	Tujuan pembelajaran
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bersifat teoritis</li> <li>Kompetensi dari level C1 samapai jenjang C6</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bersifat teoritis dan kontekstual</li> <li>Kompetensi pemahaman fenomena sains, penyelidikan sains dan interpretasi data</li> </ul>

No	Desain bahan ajar pada umumnya	Desain bahan ajar baru
3	Materi bahan ajar <ul style="list-style-type: none"> <li>Bersifat teoritis</li> <li>Pengetahuan konseptual, prosudural dan</li> </ul>	Materi bahan ajar <ul style="list-style-type: none"> <li>Bersifat teoritis</li> <li>Bersifat kontekstual</li> <li>Pengetahuan faktual, konspetual, prosudural dan epistemik</li> </ul>
4	Contoh soal latihan. <ul style="list-style-type: none"> <li>Bersifat teoritis</li> <li>Kompetensi kognitif dari level C1 (mengingat) sampai C6(creat)</li> </ul>	Contoh soal latihan. <ul style="list-style-type: none"> <li>Studi kasus kompetensi pemahaman fenomena sains</li> <li>Studi kasus kompetensi evaluasi dan penyelidikan sains</li> <li>Studi kasus kompetensi interpretasi data</li> </ul>
5	Soal latihan <ul style="list-style-type: none"> <li>Bersifat teoritis</li> <li>Kompetensi dari level C1 (mengingat) sampai C6(Kreasi)</li> </ul>	Soal latihan <ul style="list-style-type: none"> <li>Bersifat kontekstual</li> <li>Kompetensi : pemahaman fenomena sains, evaluasi dan penyelidikan sains dan interpretasi data.</li> </ul>

Sementara itu, materi bahan ajar yang dikembangkan dan kompetensi berbasis sains pisa yang akan dicapai dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Desain materi bahan ajar Gelombang

Bab	Materi ajar
Bab 1	Kompetensi Sains PISA Fenomena dan Jenis gelombang.
Bab 2	Kompetensi Sains PISA Besaran-besaran Gelombang
Bab 3	Kompetensi Sains PISA Persmaan umum Gelombang
Bab 4	Kompetensi Sasin PISA Pemantulan, pembiasan dan dispersi gelombang

Pada tahap pengembangan bahan ajar materi gelombang yang telah disusun akan divalidasi oleh validator. Hasil penilaian validator akan digunakan sebagai bahan acuan untuk revisi bahan ajar. Tabel 3 berikut adalah hasil penilain validator terhadap bahan ajar yang dikembangkan.

Tabel 3. Hasil Validasi Materi Bahan ajar oleh Ahli Materi

Penilaian	Skor Rata-rata	Kriteria
Kelayakan Isi Materi	8,2	Baik
Kelayakan Penyajian	7,8	Baik
Kesesuaian dengan Kompetensi sains PISA	7,2	Baik
Penggunaan bahasa	8,0	Baik

Tabel 4. Hasil Validasi Desain Bahan Ajar Oleh Tim Ahli

No	Aspek	Skor rata-rata	Kategori
1	Ukuran bahan ajar	8,4	Sangat baik
2	Keakuratan materi	8,0	Baik
3	Desain Isi bahan ajar	8,2	baik

Pada tahap pengembangan ini, terdapat beberapa perbaikan yang dilakukan berdasarkan saran para ahli materi antara lain adalah : (1) memperjelas gambar dan ilustrasi yang terdapat pada bahan ajar, (2) menambah contoh kasus dan penyelesaiannya untuk meningkatkan komptensi literasi sains PISA, (3) menambah soal latihan berbasis kompetensi sains PISA dan (4) memperjelas bahasa, tulisan dan kosa kata yang digunakan pada bahan ajar.

Pada tahap implementasi terdapat beberapa revisi dari tanggapan dan hasil observasi pada tahap implementasi pada kelompok kecil. Masukan dan saran dari peserta didik antara lain: (1) menambah contoh studi kasus untuk meningkatkan kompetensi sains PISA yang dimulai dari kasus yang sederhana dan meningkat pada kasus dengan kompetensi yang lebih tinggi, (2) menambah contoh soal kasus dengan peristiwa kehidupan sehari hari yang sering dialami mahasiswa, (2) menambah pertanyaan agar mendorong rasa ingin tahu, (3) memperjelas kalimat yang terdapat pada bahan ajar, (4) merubah tampilan bahan ajar menjadi lebih menarik.

Pada tahap evaluasi, bahan ajar yang telah direvisi diuji coba pada kelas yang telah mendapat kuliah materi gelombang. Respon peserta didik selama pembelajaran yang diperoleh melalui observasi adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Keterlibatan mahasiswa dalam pembelajaran

No	Aspek keterlibatan mahasiswa	Pertemuan 1	Petemuan 2	Pertemuan 3
		Skor rata-rata	Skor rata-rata	Skor rata-rata
1	Visual	80 %	85 %	85 %
2	Mendengar	90 %	90 %	90 %
3	Mencatat	75 %	80 %	80 %
4	Dalam latihan penyelesaian Soal Pisa	70 %	75 %	85 %
Skor rata-rata		78,75 %	82,50 %	85 %
Kategori		Baik	Baik	Baik

Melalui hasil evaluasi penerapan bahan ajar diperoleh keterlibatan siswa dalam penggunaan bahan ajar dari pertemuan pertama, kedua dan ketiga diperoleh terjadi peningkatan. Skor rata-rata keterlibatan mahasiswa selama pertemuan ketiga adalah 85% mahasiswa terlibat aktif. Keterlibatan paling utama dalam penerapan bahan ajar ini adalah keterlibatan dalam penyelesaian soal Pisa materi gelombang. Dalam penelitian ini terjadi peningkatan keterlibatan mahasiswa dari pertemuan pertama, kedua dan ketiga yaitu 85% pada pertemuan ketiga.

Kompetensi berbasis sains Pisa dari uji coba bahan ajar pertemuan pertama, kedua dan ketiga adalah sebagai berikut untuk pokok bahasan: besaran gelombang, persamaan gelombang serta pemantulan dan pembiasan gelombang.

Tabel 6. Persentasi capaian kompetensi sains PISA

No	Pertemuan	Memahami	Penyelidikan	Interpretasi
		fenomena	sains	data
		Rata-rata	Rata-rata	Rata-rata
1	Ke I	50 %	40 %	40 %
2	Ke II	66 %	60 %	50 %
3	Ke III	83 %	70 %	65 %

Melalui Tabel 6 di atas dapat diketahui bahwa secara umum ada peningkatan kompetensi Pisa mahasiswa dari pertemuan pertama, kedua dan ketiga. Untuk kompetensi memahami fenomena sains hasil capaian kompetensi sudah memuaskan yaitu 83% mahasiswa dapat menjawab soal-soal pada pertemuan ketiga. Untuk kompetensi penyelidikan sains hanya 70% mahasiswa yang dapat menjawab soal dengan baik pada pertemuan ketiga. Untuk kompetensi interpretasi data hanya 65% mahasiswa yang dapat menjawab soal-soal dengan baik pada pertemuan ketiga. Kompetensi interpretasi data merupakan kompetensi yang paling tinggi levelnya dalam Pisa, karena untuk kompetensi ini mahasiswa harus mengetahui konsep teori dan kemapuan empirik yang baik.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa bahan ajar fisika materi gelombang berbasis PISA yang telah dikembangkan telah memenuhi tingkat validitas dengan kategori baik. Hasil uji coba bahan ajar diperoleh, bahwa secara umum bahan ajar yang telah dikembangkan efektif dapat meningkatkan kompetensi fisika berbasis sains PISA, namun hasil yang diperoleh belum optimal. Penelitian ini masih perlu dilanjutkan dengan mengembangkan perangkat pembelajaran pendukung lainnya yaitu media pembelajaran yang sesuai. Melalui pengembangan media pembelajaran yang sesuai, maka diharapkan bahan ajar yang telah dikembangkan dapat lebih efektif dalam meningkatkan kompetensi sains PISA dalam bidang studi Fisika.

## DAFTAR PUSTAKA

- Barniol, P., & Zavala, G. (2016). Mechanical waves conceptual survey: Its modification and conversion to a standard multiple-choice test. *Physical Review Physics Education Research*. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.010107>
- Basl, J. (2011). Effect of school on interest in natural sciences: A comparison of the czech republic, germany, finland, and norway based on pisa 2006. *International Journal of Science Education*. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.518641>
- Branch, R. M. (2010). Instructional design: The ADDIE approach. In *Instructional Design: The ADDIE Approach*. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>
- Drechsel, B., Carstensen, C., & Prenzel, M. (2011). The role of content and context in pisa interest scales: A study of the embedded interest items in the pisa 2006 science assessment. *International Journal of Science Education*. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.518646>
- Litbang. (2015). survei-internasional-pisa. Retrieved November 11, 2019, from Kemendikbud website: <http://litbang.kemdikbud.go.id/index.php/survei-internasional-pisa>
- Mešić, V., Hajder, E., Neumann, K., & Erceg, N. (2016). Comparing different approaches to visualizing light waves: An experimental study on teaching wave optics. *Physical Review Physics Education Research*. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.010135>
- Millar, R., Lubben, F., Gott, R., & Duggan, S. (1994). Investigating in the school science laboratory: Conceptual and procedural knowledge and their influence on performance. *Research Papers in Education*. <https://doi.org/10.1080/0267152940090205>
- National Research Council. (2000). Inquiry and the National Science Education Standards. In *Inquiry and the National Science Education Standards*. <https://doi.org/10.17226/9596>
- OECD. (2009). PISA 2006 Technical Report. In *OECD*. <https://doi.org/10.1787/9789264048096-en>
- OECD. (2013). PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, reading, science, problem

solving and financial literacy. In *OECD Report*.  
<https://doi.org/10.1787/9789264190511-en>

Podolefsky, N. S., & Finkelstein, N. D. (2007). Analogical scaffolding and the learning of abstract ideas in physics: An example from electromagnetic waves. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.3.010109>

Suprpto, N. (2016). What should educational reform in Indonesia look like? - Learning from the PISA science scores of East-Asian countries and Singapore. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*.