

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

Pada bab ini, penulis memaparkan metode penelitian yang menjadi kerangka teoritis penelitian yang akan dilakukan. Penulis memaparkan metode mengenai dasar pengembangan bahan ajar MaSTeR PIECE, literasi lingkungan, kemampuan pemecahan masalah, dan kesadaran keberlanjutan. Kajian ini akan menjadi dasar bagi peneliti dalam mengembangkan dan melaksanakan penelitian.

#### **3.1 Paradigma dan Pendekatan Penelitian**

Penelitian ini mengadopsi paradigma pragmatis (pragmatism). Paradigma pragmatis adalah pendekatan filosofis yang menekankan pentingnya aplikasi praktis dan relevansi hasil penelitian dalam memecahkan masalah nyata. Paradigma ini tidak terpaku pada satu pandangan ontologis atau epistemologis tertentu (seperti positivisme atau konstruktivisme murni), melainkan berfokus pada apa yang "bekerja" dalam konteks tertentu untuk mencapai tujuan penelitian. Relevansi paradigma pragmatis dengan sifat penelitian pengembangan disertasi ini sangat kuat karena berorientasi pada solusi yaitu bertujuan untuk mengembangkan intervensi (bahan ajar MaSTeR-PIECE) yang efektif untuk mengatasi permasalahan spesifik terkait literasi lingkungan, kemampuan pemecahan masalah, dan *sustainability awareness* mahasiswa, yang merupakan masalah nyata di lapangan. Prioritas utamanya untuk kegunaan dan konsekuensi dari penelitian dan intervensi yang dikembangkan. Bahan ajar MaSTeR-PIECE dinilai berdasarkan efektivitasnya dalam praktik, bukan hanya pada kebenaran teoritis semata.

Pendekatan penelitian yang digunakan adalah *Design-Based Research* (DBR). DBR adalah metodologi penelitian yang berkembang pesat dalam ilmu pendidikan, yang dicirikan oleh proses yang bertujuan untuk mengembangkan dan menyempurnakan intervensi pendidikan (seperti bahan ajar, kurikulum, atau teknologi) dalam konteks alami, sekaligus menghasilkan pengetahuan teoretis tentang desain dan implementasi intervensi tersebut (Wang & Hannafin, 2005; McKenney & Reeves, 2012). Pemilihan *Design-Based Research* (DBR) sebagai metode penelitian dalam disertasi ini didasarkan pada beberapa justifikasi ilmiah yang kuat yaitu Keselarasan dengan Tujuan Penelitian: Disertasi ini tidak hanya bertujuan untuk menguji suatu produk yang sudah jadi, melainkan untuk

mengembangkan dan menyempurnakan sebuah intervensi inovatif (bahan ajar MaSTeR-PIECE) secara sistematis. DBR secara inheren dirancang untuk proses pengembangan yang melibatkan penciptaan produk pendidikan sambil secara bersamaan membangun pemahaman yang lebih dalam tentang desain produk tersebut dan bagaimana produk tersebut berfungsi dalam lingkungan pembelajaran nyata. Selain itu untuk mengatasi permasalahan kompleks di konteks nyata.

Permasalahan terkait rendahnya literasi lingkungan, kemampuan pemecahan masalah, dan *sustainability awareness* mahasiswa (seperti yang diidentifikasi di Bab 1) adalah masalah multidimensional yang tidak dapat diselesaikan hanya dengan studi eksperimental murni. DBR memungkinkan peneliti untuk bekerja dalam konteks yang kompleks dan dinamis, memungkinkan penyesuaian desain bahan ajar berdasarkan umpan balik dan data yang terkumpul selama proses implementasi. DBR tidak hanya berfokus pada validasi produk, tetapi juga secara eksplisit bertujuan untuk berkontribusi pada teori desain instruksional. Dalam konteks disertasi ini, DBR memungkinkan peneliti untuk tidak hanya menghasilkan bahan ajar MaSTeR-PIECE yang efektif, tetapi juga untuk merumuskan prinsip-prinsip desain dan pemahaman tentang bagaimana bahan ajar dengan karakteristik tertentu dapat meningkatkan variabel terikat yang diteliti. Hal ini akan memperkaya khazanah pengetahuan tentang bagaimana merancang pengalaman belajar yang efektif dalam pendidikan IPA.

Sifat iteratif DBR (analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi berkelanjutan) sangat krusial untuk memastikan bahwa bahan ajar MaSTeR-PIECE yang dihasilkan tidak hanya valid secara teoritis tetapi juga praktis dan efektif dalam konteks kelas nyata. Setiap siklus memberikan kesempatan untuk menyempurnakan desain bahan ajar berdasarkan data empiris dan umpan balik dari pengguna. Ini adalah upaya sistematis untuk mencari solusi terhadap permasalahan yang diidentifikasi di Bab 1 dengan pendekatan yang terstruktur dan terbukti secara ilmiah.

Metode *Design Based Research* (DBR) terdiri dari 4 langkah umum untuk menghasilkan suatu produk dalam rangka penelitian berbasis desain di bidang pendidikan. Langkah penelitian ini menyesuaikan kebutuhan penelitian yang dibatasi pada 4 langkah dari tahapan DBR menurut Amiel and Reeves (2008) yang

terdiri dari Identifikasi dan analisis masalah; Perancangan solusi; Siklus berulang dalam pengujian dan penyempurnaan rancangan; dan Refleksi untuk menghasilkan prinsip desain dan implementasi. Model pengembangan bahan ajar yang disusun dalam penelitian ini mengacu pada model ADDIE yang dikembangkan oleh Dick & Carry (2013). Model ini juga memperlihatkan tahapan-tahapan dasar yang penting untuk dilalui dalam mengembangkan produk yang berkaitan dengan pendidikan (Hanum, 2005) dan merupakan model yang paling umum digunakan pada pengembangan bahan ajar (Ampa, 2013). Kedua hal tersebut menjadi latar belakang pemilihan model ADDIE. Model ini terdiri dari *analyze* (analisis), *design* (desain), *development* (pengembangan), *implementation* (uji coba), *evaluate* (evaluasi). Tahapan dari penelitian dan pengembangan ini disajikan dalam Gambar 3.1.

Prosedur penelitian dan pengembangan pada setiap langkah dijelaskan sebagai berikut:

1) Identifikasi dan analisis masalah

Tahap ini merupakan tahapan awal penelitian berbasis desain yang dilakukan peneliti untuk menentukan potensi masalah dan mengumpulkan data-data yang relevan dengan penelitian.

Pada tahap ini kegiatan yang dilakukan sebagai berikut:

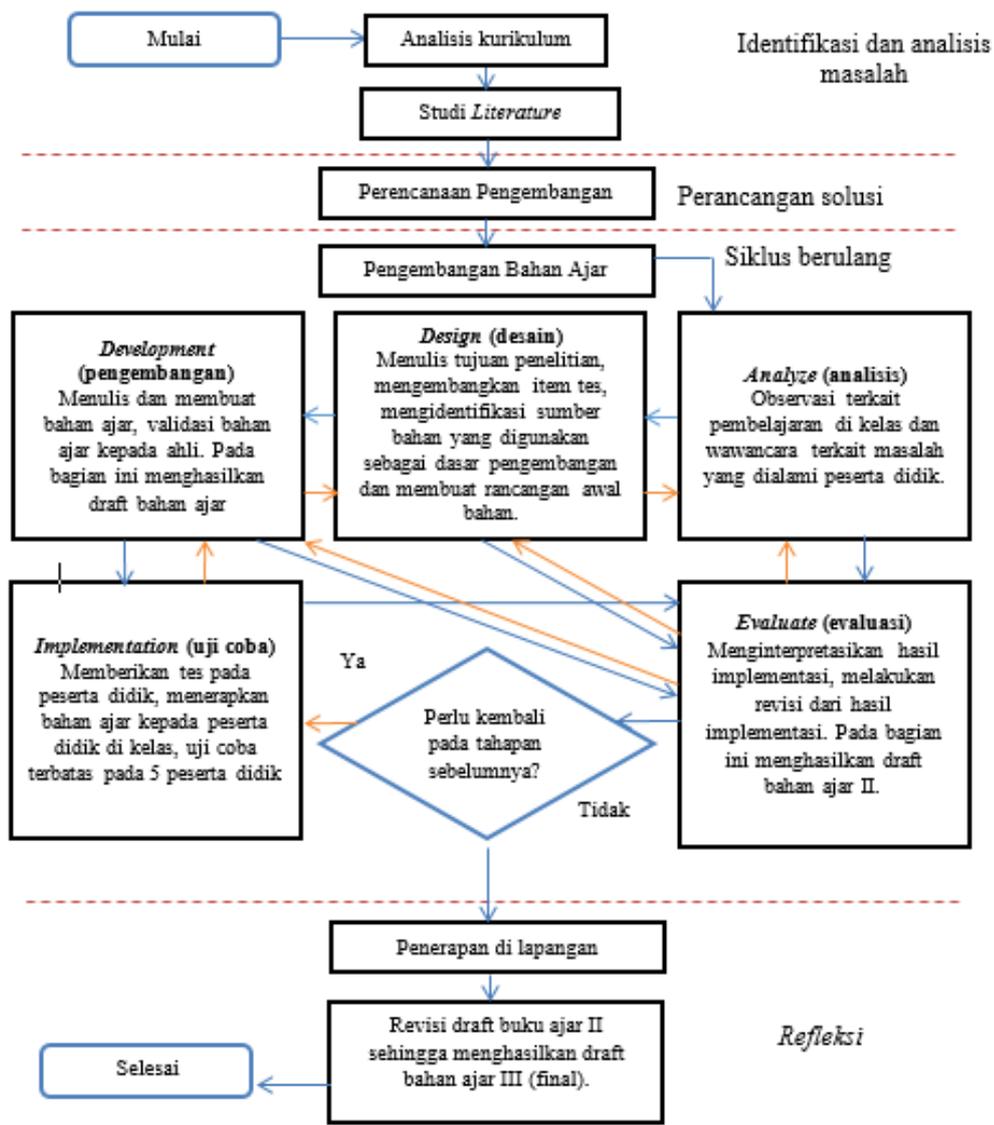
- a) Analisis kebutuhan yang digunakan untuk menemukan masalah yang berkaitan dengan kebutuhan mahasiswa untuk memahami konsep IPA sekaligus mendukung pembelajaran abad 21 dan teori yang akurat mengenai permasalahan yang akan dikaji.
- b) Analisis kurikulum untuk mengetahui kompetensi dasar dan kompetensi inti yang hendak dicapai pada bahan ajar yang akan dikembangkan.

2) Perancangan solusi

Pada tahap ini dilakukan kegiatan perancangan penelitian dari hasil tahap sebelumnya sebagai berikut:

- a) Menentukan tema lingkungan pada bahan ajar yang hendak dikembangkan.
- b) Menentukan teknik pengembangan bahan ajar yang hendak digunakan.
- c) Menentukan batas waktu maksimal dalam menyelesaikan bahan ajar.

Tahapan penelitian digambarkan secara ringkas melalui alur penelitian berikut.



Gambar 3.1. Skema penelitian dan pengembangan menggunakan DBR dan model pengembangan buku ADDIE

### 3) Siklus berulang dalam pengujian dan penyempurnaan rancangan

Pada tahap ini dilakukan proses pengembangan bahan ajar menggunakan model ADDIE yang terdiri dari analisis, desain, pengembangan, uji coba, dan evaluasi.

Langkah-langkah pengembangan sesuai dengan model ADDIE disajikan pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1. Tahapan Pengembangan pada Model ADDIE**

<b>Tahap Pengembangan</b>	<b>Tugas</b>	<b>Hasil</b>
<i>Analyze</i> (analisis) Proses mendefinisikan apa yang akan dipelajari	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifikasi masalah</li> <li>• Penilaian kebutuhan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deskripsi masalah kemampuan literasi lingkungan, pemecahan masalah, <i>sustainability awarness</i> di lapangan dan literatur</li> <li>• Daftar data yang diperlukan untuk penelitian mengenai bahan ajar di PT masih belum berbasis STEM dengan pendekatan ESD</li> </ul>
<i>Design</i> (desain) Proses menentukan langkah awal pengembangan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menulis tujuan penelitian</li> <li>• Mengembangkan item tes</li> <li>• Mengidentifikasi sumber buku yang digunakan sebagai dasar pengembangan</li> <li>• Membuat rancangan awal buku</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tujuan yang terukur</li> <li>• Item tes kemampuan literasi lingkungan pemecahan masalah, dan <i>sustainability awarness</i></li> <li>• Sumber yang relevan</li> <li>• Bentuk rancangan bahan ajar STEM dengan konteks ESD</li> </ul>
<i>Development</i> (pengembangan) Proses penulisan dan pembuatan bahan ajar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menulis dan membuat bahan ajar</li> <li>• Validasi bahan ajar kepada Ahli</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Draft bahan ajar STEM dengan konteks ESD I</li> </ul>
<i>Implementation</i> (uji coba) Proses menggunakan bahan ajar pada kegiatan belajar dikelas (uji coba).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memberikan tes uji keterampilan literasi lingkungan dan pemecahan masalah, dan <i>sustainability awarness</i>.</li> <li>• Menguji cobakan bahan ajar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hasil keterampilan literasi lingkungan, pemecahan masalah, dan <i>sustainability awarness</i>.</li> <li>• Data kendala penerapan bahan ajar</li> </ul>
<i>Evaluate</i> (Evaluasi) Proses penilaian hasil dari implementasi untuk keterampilan literasi lingkungan, pemecahan masalah dan <i>sustainability awarness</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menginterpretasikan hasil implementasi.</li> <li>• Melakukan revisi dari hasil implementasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rekomendasi pengambilan data yang lebih efektif.</li> <li>• Draft bahan ajar II</li> </ul>

#### 4) Refleksi untuk menghasilkan prinsip desain dan implementasi

Pada tahap ini dilakukan penerapan bahan ajar di kelas. Penerapan bahan ajar di kelas mempertimbangkan hasil dari tahap implementasi dan evaluasi pada model ADDIE. Desain penelitian yang digunakan adalah *pre-experimental design* melalui *one group pre-test post-test* dari Creswell (2012). Alasan menggunakan desain penelitian tersebut karena keterbatasan praktis dan kondisi lapangan yang ada, khususnya terkait akses dan jumlah kelas yang memungkinkan pembentukan kelompok kontrol atau perlakuan ganda, menjadi kendala yang signifikan dalam konteks penelitian ini. Oleh karena itu, desain *one group pre-test post-test* dipilih karena sangat relevan dengan karakteristik *Design-Based Research* (DBR). Dalam DBR, tujuan utama bukanlah semata-

mata untuk menarik kesimpulan kausalitas yang kuat antar kelompok, melainkan untuk mengembangkan, menyempurnakan, dan menguji efektivitas awal dari prototipe (bahan ajar MaSTeR-PIECE) dalam pengaturan alami serta mendapatkan umpan balik untuk iterasi pengembangan berikutnya. Desain ini memungkinkan untuk mengukur perubahan (*gain*) pada variabel dependen (kemampuan pemecahan masalah, literasi lingkungan, dan *sustainability awareness*) dalam kelompok yang sama setelah intervensi bahan ajar. Ini memberikan indikasi langsung mengenai dampak awal bahan ajar dalam memicu perubahan pada mahasiswa. Setelah itu dilakukan proses analisis data hasil penelitian. Setelah proses analisis data, peneliti melakukan perbaikan bahan ajar terakhir dengan mempertimbangkan keseluruhan saran dan temuan yang ditemui dilapangan. Hasil revisi pada tahap ini merupakan *draft* bahan ajar II (bahan ajar final). Bahan ajar MaSTeR-PIECE digunakan sebagai suplemen pada model pembelajaran PjBL.

### 3.1.1 Analisis Kebutuhan

Adapun beberapa kegiatan yang dilakukan pada tahap ini antara lain: studi literatur dan studi lapangan. Studi literatur yang dilakukan yaitu studi terhadap kebijakan kurikulum terkait dengan kesadaran keberlanjutan, kemampuan pemecahan masalah, dan literasi lingkungan. Literasi lingkungan merupakan bagian dari gerakan literasi sekolah (GLS) sebagaimana termuat di dalam Permendikbud No 23 Tahun 2015. GLS bertujuan untuk menumbuhkembangkan kegiatan membaca dan menulis agar warga sekolah menjadi literat (Kemendikbud, 2015). Literasi dalam konteks terdiri dari keterampilan menyimak, berbicara, membaca, menulis, dan memecahkan masalah. Lebih jauh lagi GLS bertujuan untuk membangun literasi yang lebih spesifik seperti literasi sains, matematika, bahasa, informasi dan literasi lingkungan. Oleh karena itu, mahasiswa harus memiliki literasi lingkungan yang tinggi agar menjadi literat. Kemampuan pemecahan masalah dan literasi lingkungan telah tercantum di dalam kurikulum. Berdasarkan Permendikbud Nomor 54 tahun 2013 tentang Standar Kompetensi Lulusan mengharuskan mahasiswa agar memiliki kemampuan berpikir dan bertindak yang efektif dan kreatif dalam ranah abstrak dan konkret sebagai pengembangan yang dipelajari di sekolah secara mandiri. Keterampilan berpikir

juga penting dibekalkan kepada siswa karena dapat membangun konsep. Keterampilan tersebut diharapkan dapat menjadi jembatan bagi mahasiswa untuk lebih memaknai suatu konsep yang dipelajari. Salah satu keterampilan berpikir yang penting dikembangkan dalam diri mahasiswa adalah kemampuan pemecahan masalah. Kemampuan pemecahan masalah menuntut mahasiswa agar memiliki pengetahuan (kognitif) untuk menganalisis, memahami masalah, menemukan dan mengevaluasi solusi mengenai permasalahan lingkungan. Ketika seseorang memiliki literasi lingkungan yang baik maka dapat menjadi dasar untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalahnya terhadap isu lingkungan.

Studi literatur juga dilakukan untuk melihat lembar kerja mahasiswa yang digunakan pada bahan ajar PjBLSTEM-ESD yang telah dikembangkan peneliti sebelumnya. Studi lapangan yang dilakukan yaitu mengidentifikasi kondisi literasi lingkungan, kemampuan pemecahan masalah, dan *sustainability awareness* mahasiswa program sarjana pendidikan fisika. Mengidentifikasi kondisi literasi lingkungan, kemampuan pemecahan masalah, dan *sustainability awareness* mahasiswa di daerah lain.

Bahan ajar PjBLSTEM-ESD penelitian terdahulu yang digunakan terdiri dari bahan ajar proyek alat penyaring air saja. Bahan ajar yang dibuat menampilkan pertanyaan-pertanyaan untuk dijawab oleh mahasiswa. Bahan ajar yang digunakan tersebut lebih kepada panduan aktivitas PjBLSTEM-ESD dalam rangka mengaplikasikan konsep STEM pada proyek yang sifatnya aplikasi sederhana. Solusi langsung diberikan pada bahan ajar berupa alat penyaring air, walaupun pada bagian awal mahasiswa diminta mencari solusi dari pencemaran air sungai. Bahan ajar tersebut cocok digunakan untuk taraf berpikir siswa sekolah dasar dan menengah. Menjadi kurang sesuai ketika diimplementasikan untuk mahasiswa yang level taraf berpikirnya lebih tinggi.

Pada tahap analisis ini juga ditemukan fakta bahwa bahan ajar *MaSTeR-PIECE* sangat perlu untuk dikembangkan. Hal ini dikarenakan beberapa alasan; pertama, perkuliahan AMSTR tidak boleh hanya mengakomodasi aspek pengetahuan saja, aspek sikap dan perilaku juga harus diakomodasi. Salah satu cara untuk mengakomodasi ketiga aspek tersebut adalah melalui pembelajaran berbasis proyek, dimana *project sheet* menjadi salah satu perangkat mengajar yang penting.

Kedua, isu permasalahan yang diangkat adalah isu SDGs yaitu mengatasi perubahan iklim. Bahan ajar *MaSTeR-PIECE* menjadi inti dari perangkat yang dikembangkan. Karena tujuan utama dari perkuliahan ini adalah mengerjakan proyek untuk mengatasi masalah perubahan iklim dengan membuat alat pembersih udara sederhana menggunakan arduino UNO. Ketiga, disain perkuliahan AMSTR yang dirancang adalah menggunakan model PjBLSTEM-ESD berorientasi peningkatan literasi lingkungan, kemampuan pemecahan masalah dan *sustainability awareness*. Sehingga, disain dari bahan ajar *MaSTeR-PIECE* harus sesuai dengan model PjBL, prinsip STEM dan konteks ESD, dan dapat melatih literasi lingkungan, kemampuan pemecahan masalah dan *sustainability awareness*.

Pada studi literatur juga diperoleh temuan bahwa persentase literasi lingkungan mahasiswa sebesar 59,19 berada pada kategori sedang. Aspek pengetahuan berada pada kategori sedang dengan persentase rata-rata 52,24. Aspek sikap dan perilaku termasuk kategori baik dengan persentase rata-rata 64,96 dan 60,38. (Vilmala et al., 2023). Begitu juga dengan literasi keberlanjutan mahasiswa menunjukkan bahwa 50,87% siswa memiliki pengetahuan dan memahami hubungan keberlanjutan dengan komponennya dengan tepat, 68,78% mahasiswa yakin akan keefektifan keterampilan mereka dalam menangani masalah keberlanjutan, 79,78% mahasiswa yakin bahwa mereka memiliki sikap keberlanjutan berdasarkan isu dan masalah keberlanjutan dan 65% mahasiswa dapat mendefinisikan dan menjelaskan beberapa kompleksitas topik keberlanjutan (Vilmala et al., 2022b). Hasil temuan dari analisis kebutuhan ini dijadikan evaluasi dalam mengembangkan bahan ajar *MaSTeR-PIECE* berorientasi peningkatan literasi lingkungan, kemampuan pemecahan masalah dan *sustainability awareness*.

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan dapat disimpulkan bahwa secara umum perkuliahan AMSTR yang dilaksanakan belum sepenuhnya mengakomodasi aspek pengetahuan, sikap, dan perilaku (praktik) dalam pembelajaran. Padahal ketiga aspek tersebut menjadi tujuan yang harus dicapai dan dilatihkan kepada mahasiswa. Oleh karena itu perlu adanya upaya untuk meningkatkan literasi lingkungan, kemampuan pemecahan masalah, dan *sustainability awareness* mahasiswa, khususnya melalui pengembangan bahan ajar *MaSTeR-PIECE* pada perkuliahan AMSTR. Hal ini menjadi penting untuk dilakukan karena dengan adanya bahan ajar

*MaSTeR-PIECE* tersebut perkuliahan pendidikan lingkungan tidak lagi sepenuhnya diajarkan secara teoritis. Perkuliahan AMSTR sebaiknya diajarkan dengan pola tertentu yang akan menambah wawasan pengetahuan mahasiswa terkait dengan permasalahan lingkungan riil yang ada disekitarnya dan mahasiswa ikut andil dalam mengatasi permasalahan lingkungan tersebut. Akhirnya, melalui keseluruhan proses perkuliahan AMSTR tersebut mahasiswa program sarjana pendidikan fisika mendapatkan pengalaman langsung dalam pengerjaan proyeknya. Sehingga hasil perkuliahan menjadi lebih komprehensif, meliputi aspek pengetahuan, sikap, dan perilaku (praktik) (Baena-Morales et al., 2022). Sebagaimana dinyatakan bahwa mahasiswa dengan mudah memahami dan menerapkan norma melalui tindakan dan menguasai pengetahuan secara efektif melalui penggunaan *teaching materials*.

### 3.1.2 Design (Desain)

#### a. Perancangan Draft Awal Bahan ajar *MaSTeR-PIECE*

Perancangan draft awal *bahan ajar MaSTeR-PIECE* disesuaikan dengan hasil dari analisis kebutuhan yang telah dilakukan. Hasil rancangan awal *bahan ajar MaSTeR-PIECE* menggunakan PjBLSTEM-ESD sebagai berikut:

1. *Bahan ajar MaSTeR-PIECE* didisain untuk perkuliahan pendidikan lingkungan yang mengakomodasi aspek pengetahuan, sikap dan perilaku (praktik). Salah satunya dengan menggunakan bahan ajar *MaSTeR-PIECE* pada model PjBLSTEM-ESD.
2. Bahan ajar *MaSTeR-PIECE* dijadikan sebagai sumber bacaan berupa modul (bahan belajar mandiri) yang spesifik berisi materi pendidikan lingkungan sesuai dengan tema lingkungan udara dan panduan aktivitas model PjBLSTEM-ESD.
3. Bahan ajar *MaSTeR-PIECE* terdiri dari empat bagian yaitu; identifikasi masalah & pengumpulan informasi pendukung, rancangan proyek, prosedur pembuatan proyek, ujicoba dan redesign. Bahan ajar *MaSTeR-PIECE* digunakan untuk mengerjakan proyek pembuatan prototype *air purifier* sederhana.
4. Seluruh aktivitas pada bahan ajar *MaSTeR-PIECE* mendukung tahapan perkuliahan model PjBLSTEM-ESD. Tahapan model PjBLSTEM-ESD yaitu

identifikasi masalah dan melaunching proyek, membangun pengetahuan, pemahaman dan keterampilan, mengembangkan dan merevisi ide dan produk berdasarkan prinsip STEM dan ESD, mempresentasikan produk dan menjawab pertanyaan penuntun.

5. Aktivitas pada bahan ajar *MaSTeR-PIECE* menggunakan PjBLSTEM- ESD berorientasi peningkatan literasi lingkungan, kemampuan pemecahan masalah, dan *sustainability awareness*.
6. Bahan ajar *MaSTeR-PIECE* yang dirancang terdapat prinsip STEM dan konteks ESD pada aktivitasnya.

### b. Perancangan Draft Awal Bahan ajar MaSTeR-PIECE

Modul perkuliahan AMSTR menggunakan model PjBLSTEM-ESD ini dijadikan sebagai sumber bacaan mandiri bagi mahasiswa terkait dengan tema lingkungan udara. Komponen pada modul terdiri dari tahapan pembelajaran, petunjuk penggunaan modul, capaian pembelajaran, kompetensi yang dilatihkan, evaluasi subbab, dan daftar pustaka. Desain modul atau bahan belajar mandiri tema lingkungan ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 3.2 Modul Tema Lingkungan

### c. Perancangan Panduan aktivitas model PjBLSTEM-ESD

Panduan aktivitas model PjBLSTEM-ESD merupakan panduan aktivitas perkuliahan yang berisikan tahap model PjBLSTEM-ESD, kegiatan dan tugas,

Putri Amelia Solihah, 2025

**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR *MaSTeR-PIECE* UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH, LITERASI LINGKUNGAN DAN SUSTAINABILITY AWARENESS PADA TEMA LINGKUNGAN**  
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

perangkat pembelajaran. Panduan aktivitas perkuliahan AMSTR menggunakan model PjBLSTEM-ESD seperti ditunjukkan pada Tabel 3.2.

**Tabel. 3.2 Panduan Aktivitas PjBLSTEM-ESD**

No	Tahap Model PjBLSTEM-ESD	Kegiatan dan Tugas	Perangkat Pembelajaran
1	<i>Identification the Problem &amp; Launching the Project</i> (Identifikasi masalah & Peluncuran Proyek)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mahasiswa berlatih menemukan konsep ESD dan SDGs berdasarkan isu dan fakta sosial, ekonomi dan lingkungan yang merupakan tantangan global, nasional dan lokal.</li> <li>• Mahasiswa berlatih mengidentifikasi isu tentang permasalahan lokal, nasional dan global untuk menantang mahasiswa memecahkan masalah (mengapa? dan bagaimana?) sesuai dengan video yang ditampilkan.</li> <li>• Mahasiswa berlatih mengidentifikasi masalah keberlanjutan <b>tema udara</b> (mengapa? dan bagaimana?) sesuai dengan link video yang ditampilkan melalui <b>LKM identifikasi masalah.</b></li> </ul> <p><b>TUGAS RUMAH:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mahasiswa berlatih mengeksplorasi ke lapangan (daerah sekitar) terkait dengan masalah tema udara untuk menemukan problematika (masalah) melalui <b>LKM 1 identifikasi masalah.</b></li> <li>• Mahasiswa menentukan proyek yang akan dikerjakan dalam kelompok.</li> </ul> <p><b>Dimensi Sosial:</b> Dengan bersihnya udara dapat membuat kehidupan sosial masyarakat menjadi lebih baik</p> <p><b>Dimensi Ekonomi:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dengan adanya udara bersih dapat meminimalisir pengeluaran masyarakat saat sakit di saluran pernafasan untuk membeli oksigen</li> <li>• Dengan tidak adanya polusi udara dapat meningkatkan usaha masyarakat</li> </ul> <p><b>Dimensi Lingkungan:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fungsi lingkungan;               <ol style="list-style-type: none"> <li>1) penyedia sumber daya,</li> <li>2) mengasimilasi limbah, 3) menopang kehidupan dengan menyediakan keanekaragaman hayati</li> </ol> </li> <li>• Pencemaran lingkungan (pencemaran udara)</li> <li>• Mengatasi kekurangan udara bersih</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul ajar</li> <li>• Video tentang isu tema lingkungan udara</li> <li>• <b>LKM 1</b> identifikasi masalah &amp; pengumpulan informasi pendukung</li> </ul>

No	Tahap Model PjBLSTEM-ESD	Kegiatan dan Tugas	Perangkat Pembelajaran
2	<i>Building Knowledge, Understanding and Skills</i> (Membangun Pengetahuan, Pemahaman dan Keterampilan)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mahasiswa membangun pengetahuannya sesuai dengan proyek yang akan dikerjakan</li> <li>Mahasiswa berlatih menganalisis konsep lingkungan udara yang terdapat pada modul ajar</li> <li>Mahasiswa berlatih menganalisis ekosistem yang terdapat pada buku ajar</li> <li>Mahasiswa berlatih menganalisis keterkaitan antara udara, lingkungan dan SDGs yang terdapat pada buku ajar</li> <li>Mahasiswa berlatih mencari informasi pendukung tentang proyek tema udara (alat penjernih udara) berdasarkan <b>LKM 2 penyelidikan ilmiah</b></li> <li>Mahasiswa berlatih menganalisis perilaku berkelanjutan tema udara</li> <li>Mahasiswa berlatih mempresentasikan hasil <b>LKM identifikasi masalah &amp; penyelidikan ilmiah</b> di depan kelas.</li> </ul> <p><b>TUGAS RUMAH:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mahasiswa berlatih merancang desain proyek (rancangan solusi berupa gambar) berdasarkan masalah menggunakan <b>LKM rancangan proyek</b>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modul ajar</li> <li><b>LKM 1</b> identifikasi masalah &amp; pengumpulan informasi pendukung</li> <li><b>LKM 2</b> penyelidikan ilmiah</li> </ul>
3	<i>Developing and Revising Ideas and Products based on STEM and ESD Principle</i> (Mengembangkan dan Merevisi Ide dan Produk berdasarkan prinsip STEM dan ESD)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mahasiswa berlatih mempresentasikan desain proyek di depan kelas</li> </ul> <p><b>TUGAS RUMAH:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mahasiswa berlatih membuat dan mengembangkan produk berdasarkan desain pada <b>LKM 3</b> bagian rancangan proyek dan prosedur yang telah dibuat menggunakan <b>LKM 3</b> bagian prosedur pembuatan proyek</li> <li>Mahasiswa berlatih memperbaiki produk berdasarkan <b>LKM 3</b> bagian uji coba dan revisi proyek</li> <li>Mahasiswa berlatih membuat produk akhir berdasarkan hasil perbaikan dan melakukan uji coba 2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>LKM 3</b> Construct, Testing And Redesigning</li> </ul>
4	<i>Presenting Products and Answers to Driving Questions</i> (Menyajikan Produk dan Jawaban untuk Pertanyaan Penuntun)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mahasiswa mengomunikasikan produk yang dibuat di depan kelas</li> <li>Mahasiswa mengomunikasikan produk yang dibuat kepada masyarakat terkait</li> <li>Mahasiswa belajar mempertahankan penelitian, desain produk dan strategi terkait produk</li> </ul> <p><b>TUGAS RUMAH:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mahasiswa membuat media publikasi berupa konten youtube atau video, atau poster, atau leaflet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>LKM 3</b> Construct, Testing And Redesigning</li> </ul>

### 3.1.3 Develop (Pengembangan)

#### a. Pengembangan Bahan ajar MaSTeR-PIECE

Bahan ajar *MaSTeR-PIECE* menggunakan PjBLSTEM-ESD dioreintasikan untuk membekali literasi lingkungan, kemampuan pemecahan masalah dan *sustainability awareness* mahasiswa. Oleh karena itu, pengembangan bahan ajar *MaSTeR-PIECE* memperhatikan hal-hal yang telah dibahas pada bagian latar belakang dan tahap disain sebelumnya yaitu: pertama, perlu penyesuaian orientasi *project sheet* kepada permasalahan tema lingkungan udara yang melibatkan pembersihan udara. Kedua, perlu adanya stimulus berupa sajian masalah global, nasional dan lokal terkait isu yang dibahas begitu juga dengan solusinya pada bagian awal *project sheet*. Stimulus dapat berupa artikel terkait dengan isu yang dibahas. Ketiga, memastikan bahwa aktivitas dan tahapan pada *project sheet* dapat menstimulus literasi lingkungan, kemampuan pemecahan masalah dan *sustainability awareness* mahasiswa. Keempat, memastikan bahwa aktivitas dan tahapan *project sheet* harus mengandung prinsip STEM dan konteks ESD. Kelima, memastikan bahwa aktivitas dan tahapan *project sheet* sesuai dengan tahapan model PjBLSTEM-ESD.

Pertama, perlu penyesuaian orientasi *project sheet* kepada permasalahan tema lingkungan udara yang melibatkan pembersihan udara. Adapun proyek yang dikerjakan adalah proyek untuk mengatasi permasalahan lingkungan sesuai dengan target SDGs 13. Target 13c yaitu meningkatkan pendidikan, penumbuhan kesadaran, serta kapasitas manusia dan kelembagaan terkait mitigasi, adaptasi, pengurangan dampak dan peringatan dini perubahan iklim (Bappenas, 2017). Target yang ingin dicapai pada penelitian ini melalui aksi yang bersifat lokal sesuai dengan permasalahan yang ditemui di masyarakat, khususnya provinsi Jawa Barat. Masalah yang akan diselesaikan oleh mahasiswa adalah mengatasi polusi udara yang terjadi di daerah Bandung dan menjernihkan udara dengan alat yang dibuat.

Kedua, perlu adanya stimulus berupa sajian masalah global, nasional dan lokal terkait isu yang dibahas begitu juga dengan solusinya pada bagian awal *project sheet*. Stimulus dapat berupa data ataupun artikel terkait dengan isu yang dibahas. Stimulus yang diberikan pada bahan ajar MaSTeR-PIECE seperti Gambar 3.3.

emisi GRK yang signifikan karena penurunan kebakaran gambut.

Tabel 2. Emisi gas rumah kaca berdasarkan sektor

SEKTOR (CO2e)	TAHUN					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Energi	527.303	529.576	553.974	593.027	636.453	584.284
FOLU (Forestry and Other Land Uses)	742.843	417.385	476.005	602.188	466.397	164.974
Kebakaran Gambut	822.796	90.267	12.512	121.322	456.427	18.460
Limbah	97.539	102.105	108.839	114.637	120.333	126.797
Pertanian	100.685	102.640	105.363	104.053	105.301	98.703
IPPU (Industrial Process And Product Use)	48.745	53.766	57.085	57.481	58.171	57.184
<b>Nettotal (Lula ICC2a)</b>	<b>2.339.650</b>	<b>1.291.739</b>	<b>1.313.879</b>	<b>1.502.796</b>	<b>1.494.085</b>	<b>1.050.413</b>

Sumber: Laporan IGRK KLHK, 2022

**2. Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca**

Berdasarkan hasil pemantauan aksi Pembangunan Rendah Karbon (PRK), capaian penurunan emisi GRK pada tahun 2021 adalah sebesar 24,51% dari baseline kumulatif. Capaian tersebut merupakan hasil dari pelaksanaan aksi PRK yang dilaksanakan oleh Kementerian/Lembaga dan pemerintah daerah di 34 provinsi.

Gambar 8. Persentase potensi penurunan emisi GRK (%)  
Sumber: Bappenas, 2022

Tantangan terkait isu emisi gas rumah kaca, antara lain: (i) penurunan emisi dan intensitas emisi GRK memerlukan upaya yang holistik dan terintegrasi dalam program pembangunan; (ii) perlunya peningkatan

manusia yang universal. "Di banyak bagian dunia, kurangnya data kualitas udara menunda tindakan tegas dan melanggengkan penderitaan manusia yang tidak perlu," ucap Hammes dalam keterangan tertulis. Baca juga: Polusi Udara Tingkatkan Risiko Radang Paru, Ini Upaya Kurangi Dampaknya Dia menambahkan, ketersediaan data kualitas udara yang akurat dapat menyelamatkan nyawa. "Ketika kualitas udara dilaporkan, tindakan akan diambil, dan kualitas udara akan membaik," tutur Hammes. Di sisi lain, Juru Kampanye Iklim dan Energi Greenpeace Indonesia Bondan Andriyanu menuturkan, pengendalian pencemaran udara harus diatasi dari sumber emisinya. Menurut Bondan, sumber emisi udara di Indonesia adalah emisi kendaraan dan industri.

- Berdasarkan teks di atas, permasalahan apa yang dapat Anda identifikasi?
- Apa fakta yang mendukung masalah tersebut?
- Berdasarkan teks di atas, masalah apa yang akan Anda selesaikan?

(a)

(b)

Gambar 3.3 Stimulus data terkait tema gas rumah kaca

Ketiga, memastikan bahwa aktivitas dan tahapan pada *project sheet* dapat menstimulus literasi lingkungan, kemampuan pemecahan masalah dan *sustainability awareness* mahasiswa. Aktivitas yang terdapat pada *bahan ajar MaSTeR-PIECE* yang dirancang menstimulus literasi lingkungan mahasiswa. Karena pada bagian awal *project sheet* mahasiswa diminta untuk menggali informasi terkait permasalahan lingkungan yang ada disekitar. Hal tersebut tentu akan melibatkan aspek pengetahuan mahasiswa terkait masalah yang ada di lingkungannya. Selain itu tentu berdasarkan stimulus yang diberikan pada *project sheet* mahasiswa memiliki sikap dan perilaku yang akan peduli terhadap lingkungan. Hal tersebut dikarenakan mereka diminta untuk mencari solusi terkait masalah lingkungan tersebut dan menentukan perilaku berkelanjutan terkait masalah tersebut.

Aktivitas dan tahapan bahan ajar *MaSTeR-PIECE* juga menstimulus kemampuan pemecahan masalah mahasiswa. Memecahkan masalah adalah cara analitis dan evaluatif terkait informasi yang diperoleh. Pada bahan ajar *MaSTeR-PIECE* mahasiswa diminta untuk mencari tahu berbagai macam solusi dari permasalahan yang ada. Setelah itu dibagian berikutnya mahasiswa disuruh untuk

Putri Amelia Solihah, 2025

**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR MaSTeR-PIECE UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH, LITERASI LINGKUNGAN DAN SUSTAINABILITY AWARENESS PADA TEMA LINGKUNGAN**  
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

memilih satu solusi yang terbaik menurut mereka dan yang paling mungkin untuk dikerjakan. Proses pemilihan ini membutuhkan kemampuan pemecahan masalah. Mahasiswa diharuskan menganalisis dan mengevaluasi kelebihan dan kekurangan dari berbagai macam solusi yang ada. Sehingga ditetapkan solusi terbaik berdasarkan hasil evaluasi terkait berbagai macam informasi tersebut. Contoh aktivitas pada LKM 1 seperti ditunjukkan pada Gambar 3.4.



### Sistem Berkelanjutan Bidang Lingkungan

Apa yang Anda ketahui mengenai Lingkungan? Istilah 'lingkungan' digunakan untuk menggambarkan lingkungan tempat kita hidup dengan dinamika sosial, budaya, ekonomi dan spiritualnya. Lingkungan adalah segala sesuatu yang ada di sekitar makhluk hidup dan berpengaruh terhadap aktivitas makhluk hidup.

Bagaimana kaitan Lingkungan dengan Sustainable Development Goals (SDG)? Anda tahu tidak bahwa kerangka SDG's yang berkaitan dengan bidang lingkungan mencakup pengelolaan sumber daya alam, perubahan iklim, masalah terkait air, masalah kelautan, keanekaragaman hayati dan ekosistem, ekonomi melingkar, pengelolaan bahan kimia dan limbah yang ramah lingkungan, dan banyak topik lainnya. Hal ini terkait dengan SDG's nomor 6 (Clean Water and Sanitation), dan 13 (Climate Action)

Pemahaman dasar tentang istilah "Sistem Berkelanjutan Bidang Lingkungan" berkaitan dengan kelestarian ekologi. Sistem berkelanjutan lingkungan dapat didefinisikan sebagai kondisi keseimbangan, ketahanan, dan keterkaitan yang memungkinkan manusia untuk memenuhi kebutuhannya dengan tidak melebihi kapasitas ekosistem pendukungnya. Hal ini dapat dilakukan dengan terus meregenerasi layanan yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan tersebut dan dengan tidak mengurangi keanekaragaman hayati. Harapannya adalah terpenuhinya kebutuhan generasi saat ini tanpa mengorbankan kelestarian ekosistem yang tersedia. Sekarang, Anda sebagai bagian dari anggota masyarakat, tuliskan harapan Anda dalam mewujudkan Sistem Berkelanjutan Bidang Lingkungan

No	Harapan Sistem Berkelanjutan Bidang Lingkungan
1	
2	
3	
4	
5	

Putri Amelia Solihah, 2025

**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR MaSTeR-PIECE UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH, LITERASI LINGKUNGAN DAN SUSTAINABILITY AWARENESS PADA TEMA LINGKUNGAN**  
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Gambar 3.4 Contoh aktivitas LKM 1 yang berorientasi melatih kesadaran keberlanjutan

Aktivitas pada bahan ajar *MaSTeR-PIECE* sudah dapat dipastikan berorientasi *sustainability awareness*. *Sustainability awareness* atau kesadaran keberlanjutan terdiri dari kesadaran keberlanjutan emosional, kesadaran keberlanjutan sikap dan perilaku dan kesadaran keberlanjutan praktik (Basheer et al., 2023b). Pembuatan proyek termasuk dalam kategori praktik kesadaran keberlanjutan.

Keempat, memastikan bahwa aktivitas dan tahapan bahan ajar harus mengandung prinsip STEM dan konteks ESD. Salah satu dari prinsip STEM adalah adanya *Engineering Design Process*. Konteks ESD yang dimaksud adalah dimensi ekonomi, sosial dan lingkungan menjadi pertimbangan yang harus dilakukan oleh mahasiswa dalam mengambil keputusan tentang proyek yang dikerjakan. Hal tersebut terdapat pada *bahan ajar MaSTeR-PIECE* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.5.



## Fokus Masalah Lingkungan

Identifikasi salah satu permasalahan lingkungan yang diakibatkan oleh polusi udara dan dampak negatif dari degradasi kualitas udara terhadap lingkungan. Carilah informasi melalui studi kepustakaan, survey ataupun observasi di lingkungan tempat tinggal Anda. Kumpulkan data sebanyak-banyaknya. Kemudian buatlah narasi yang berkaitan dengan fakta atau data yang ditemukan oleh Anda terkait dengan masalah lingkungan

Tuliskan Data/Fakta terkait permasalahan lingkungan yang dipilih oleh Kelompok Anda.

Tuliskan permasalahan-permasalahan penting dan mendesak yang terjadi sesuai dengan fakta/data yang ditemukan.

Gambar 3.5 Salah satu prinsip STEM dan konteks ESD pada LKM 1

Kelima, memastikan bahwa aktivitas dan tahapan *project sheet* sesuai dengan tahapan model PjBLSTEM-ESD. Model PjBLSTEM-ESD memiliki empat tahapan, yaitu *Identification the Problem & Launching the Project* (Identifikasi masalah & Peluncuran Proyek), *Building Knowledge, Understanding and Skills* (Membangun Pengetahuan, Pemahaman dan Keterampilan), *Developing and Revising Ideas and Products based ons STEM and ESD Principle* (Mengembangkan dan Merevisi Ide dan Produk berdasarkan prinsip STEM dan ESD), *Presenting Products and Answers to Driving Questions* (Menyajikan Produk dan Jawaban untuk Pertanyaan Penuntun). Bahan ajar *MaSTeR-PIECE* yang dikembangkan terdiri dari tiga bagian *project sheet* untuk membuat proyek. Pengembangan bahan ajar *MaSTeR-PIECE* disesuaikan dengan tahapan dari model

Putri Amelia Solihah, 2025

**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR MaSTeR-PIECE UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH, LITERASI LINGKUNGAN DAN SUSTAINABILITY AWARENESS PADA TEMA LINGKUNGAN**  
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

PjBLSTEM-ESD tersebut. Ketiga bagian bahan ajar *MaSTeR-PIECE* tersebut adalah identifikasi masalah, penyelidikan masalah, dan construct, testing and redesigning. Bahan ajar *MaSTeR-PIECE* yang dikembangkan disesuaikan dengan tahap model PjBLSTEM-ESD dengan tujuan agar dapat memfasilitasi atau mengakomodasi aspek pengetahuan, sikap dan perilaku sebagai output dari proses pembelajaran.

### b. Validasi Bahan ajar MaSTeR-PIECE

Sebelum bahan ajar *MaSTeR-PIECE* untuk perkuliahan MSTR menggunakan PjBLSTEM-ESD berorientasi peningkatan literasi lingkungan, kemampuan pemecahan masalah dan *sustainability awareness* diimplementasikan, maka bahan ajar *MaSTeR-PIECE* terlebih dahulu divalidasi oleh lima orang pakar. Hal ini dilakukan untuk memastikan kelayakan penggunaan bahan ajar *MaSTeR-PIECE*. Tabel 3.3 merangkum hasil penilaian validasi ahli terhadap bahan ajar *MaSTeR-PIECE*.

**Tabel 3.3. Rangkuman Validasi Bahan ajar *MaSTeR-PIECE* menggunakan PJBLSTEM-ESD**

No	Aspek Penilaian	Hasil Penilaian
1	Konstruksi bahan ajar <i>MaSTeR-PIECE</i> menggunakan PjBLSTEM-ESD	Semua validator menyatakan bahwa tahapan dalam <i>MaSTeR-PIECE</i> telah sesuai dengan tahapan model PjBLSTEM-ESD dan berorientasi peningkatan literasi lingkungan, kemampuan pemecahan masalah dan <i>sustainability awareness</i> .
2	Orientasi <i>MaSTeR-PIECE</i> pada pengelolaan udara	Semua validator menyatakan bahwa proyek <i>MaSTeR-PIECE</i> dapat mengatasi permasalahan pengelolaan udara sesuai dengan tema ESD.
3	Aktivitas <i>bahan ajar MaSTeR-PIECE</i> menstimulus LL, PM, dan SA	Semua validator menyatakan bahwa aktivitas pada <i>MaSTeR-PIECE</i> terdapat stimulus untuk melatih literasi lingkungan, kemampuan pemecahan masalah dan <i>sustainability awareness</i> .
4	Prinsip STEM dan Konteks ESD pada <i>MaSTeR-PIECE</i>	Semua validator menyatakan bahwa prinsip STEM dan Konteks ESD sudah ada pada <i>MaSTeR-PIECE</i> yang dikembangkan. Seperti adanya EDP dan dimensi ekonomi, sosial dan lingkungan.
5	Aktivitas <i>bahan ajar MaSTeR-PIECE</i> sesuai dengan model PjBLSTEM-ESD	Semua validator menyatakan bahwa ke empat bagian dari <i>MaSTeR-PIECE</i> terdapat pada keempat tahapan model PjBLSTEM-ESD. Pelaksanaan aktivitas <i>MaSTeR-PIECE</i> sebagian besar dilaksanakan di luar kelas. Kegiatan di dalam kelas didominasi oleh pemberian stimulus, diskusi hasil pengerjaan <i>MaSTeR-PIECE</i> .
6	Deskripsi dan Petunjuk Pengerjaan <i>MaSTeR-PIECE</i>	Beberapa validator menyarankan agar <i>MaSTeR-PIECE</i> yang dikembangkan ditambahkan deskripsi dan petunjuk pengerjaan <i>MaSTeR-PIECE</i> untuk setiap bagiannya.

No	Aspek Penilaian	Hasil Penilaian
7	Rumusan Tujuan Proyek	Semua validator menyatakan bahwa <i>MaSTeR-PIECE</i> yang dikembangkan telah terdapat rumusan tujuan proyek
8	Pengaturan Tata Letak	Semua validator menyatakan bahwa tata letak dari <i>MaSTeR-PIECE</i> sudah cukup baik, namun perlu dipikirkan agar <i>MaSTeR-PIECE</i> nya menjadi lebih menarik
9	Prosedur Pengerjaan Proyek	Semua validator menyatakan bahwa <i>MaSTeR-PIECE</i> yang dikembangkan telah terdapat prosedur pengerjaan proyek.
10	Bahasa	Validator menyatakan bahwa bahasa yang digunakan telah sesuai dengan kaidah tata bahasa Indonesia. Kalimat yang digunakan mudah dipahami oleh mahasiswa, instruksi dan informasi yang disajikan mudah dipahami
11	Grafis	Validator menyatakan bahwa jenis huruf kurang proporsional, beberapa <i>MaSTeR-PIECE</i> terdapat gambar berupa capture dari link youtube, sehingga <i>MaSTeR-PIECE</i> menjadi lebih menarik tidak monoton teks saja

Berdasarkan hasil validasi yang dilakukan oleh ahli terkait bahan ajar *MaSTeR-PIECE* dinyatakan layak untuk digunakan dengan dilakukan perbaikan terlebih dahulu sesuai dengan saran yang diberikan oleh ahli.

### 1. Saran Perbaikan dan Revisi Buku Ajar STEM-ESD

Berdasarkan hasil validasi dan saran perbaikan validator, buku ajar STEM-ESD diperbaiki tahap awal. Berikut ini poin-poin perbaikan.

**Tabel 3.4. Hasil Revisi Buku Ajar**

Komentar dan saran	Hasil Revisi
Pada buku ajar sebaiknya di judul bukan pendahuluan tapi tahapan pembelajaran project	<p>Sebelum</p>  <p>Sebagai salah satu unsur yang sangat penting bagi kehidupan manusia, ketersediaan air bersih perlu mendapat perhatian utama. Pada LKM 1 telah dijelaskan bahwa pemenuhan aka kebutuhan air bersih di Indonesia masih memiliki sejumlah kendala. Salah satu contohnya untuk daerah perkotaan, sumber air berasal dari air tanah yang dipompa keluar unti kemudian ditampung di dalam sebuah bak penampungan air. Di sebagian daerah, air tana yang ditampung tersebut bisa langsung digunakan sebagai air bersih karena kualitas airnya sudah memenuhi standar kualitas air bersih. Namun, di beberapa daerah yang lain, per dilakukan pengolahan terhadap air tersebut agar bisa digunakan untuk keperluan sehari-har</p> <p>Proses pengolahan air tersebut pada dasarnya merupakan upaya untuk menghilangkan pengotor berupa bakteri atau kandungan lain yang tidak semestinya ada dalam air yang ki gunakan. Kandungan zat pengotor tersebut perlu dihilangkan atau diminimalisir karena dap menimbulkan masalah bagi Kesehatan. Untuk itu kita perlu mengetahui bagaimana kriter standar air bersih yang dapat digunakan untuk keperluan kehidupan sehari-hari.]</p> <p>Sesudah</p>

---

**Komentar dan saran**
**Hasil Revisi**


---


**Menyusun desain perencanaan proyek**

Sebagai salah satu unsur penting bagi kelangsungan hidup manusia, kualitas udara bersih perlu mendapat perhatian utama. Pada LKM 1 telah dijelaskan bahwa pemenuhan akan kebutuhan udara bersih di Indonesia masih memiliki sejumlah kendala. Salah satu contohnya, di daerah perkotaan, udara yang kita hirup berasal dari atmosfer yang telah terkontaminasi oleh berbagai jenis polutan. Di sebagian daerah, kualitas udara ambien masih tergolong baik sehingga dapat langsung digunakan untuk bernapas. Namun, di beberapa daerah yang lain, perlu dilakukan upaya untuk membersihkan udara tersebut agar bisa digunakan untuk bernapas dengan aman.

Proses pembersihan udara tersebut pada dasarnya merupakan upaya untuk menghilangkan pengotor berupa partikulat (debu, asap), gas-gas berbahaya (karbon monoksida, sulfur dioksida, nitrogen oksida), dan polutan organik persisten (POPs) yang tidak semestinya ada di udara yang kita hirup. Kandungan zat pengotor tersebut perlu dihilangkan atau diminimalisir karena dapat menimbulkan masalah bagi kesehatan. Untuk itu kita perlu mengetahui bagaimana kriteria standar kualitas udara bersih yang dapat digunakan untuk menjamin kesehatan masyarakat.

Sebaiknya jangan hanya coding, tapi juga ditambahkan skematiknya

Sebelum

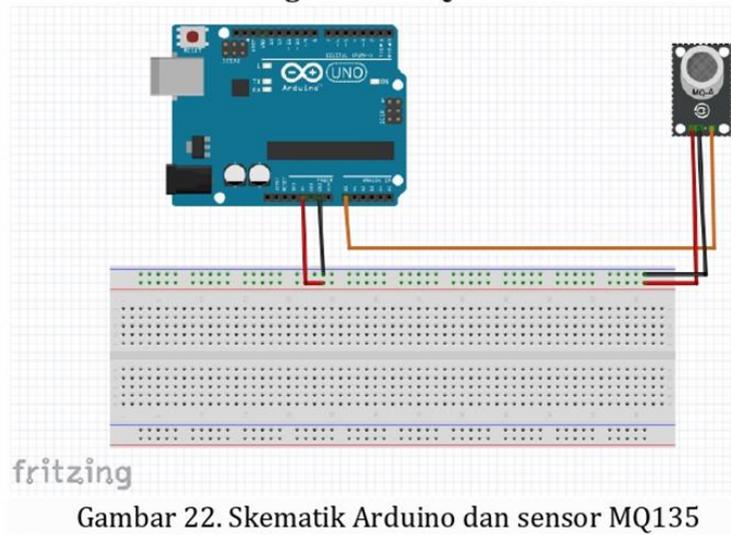
**4.3 Coding Dasar Pembacaan Sensor MQ135**

```
int mq135Pin = A0; // Pin MQ135 terhubung ke pin A0

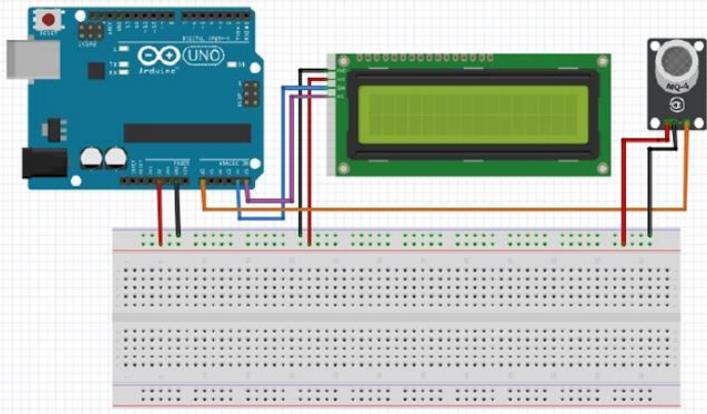
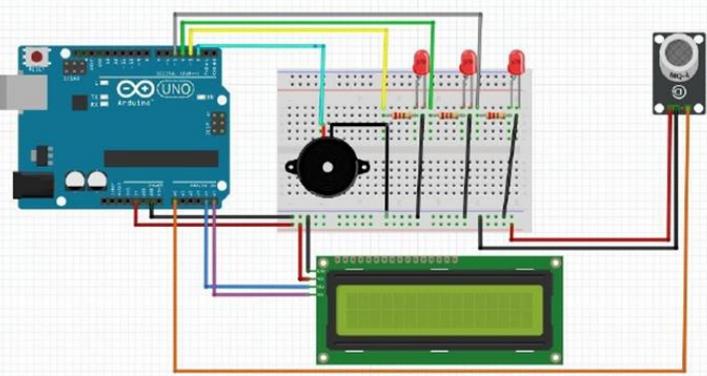
void setup() {
  Serial.begin(9600); // Inisialisasi komunikasi serial
}

void loop() {
  int nilaiSensor = analogRead(mq135Pin); // Membaca nilai dari sensor
  Serial.print("Nilai Kualitas Udara: ");
  Serial.println(nilaiSensor); // Menampilkan nilai sensor
  delay(1000); // Tunggu 1 detik
}
```

Sesudah

**4.4 Skematik Fritzing Sensor MQ135**


Gambar 22. Skematik Arduino dan sensor MQ135

Komentar dan saran	Hasil Revisi
Sebaiknya disatukan semua komponen sensornya, jangan hanya sebagian komponen	<p data-bbox="520 293 619 320">Sebelum</p> <p data-bbox="528 324 957 353"><b>7.4 Skematik Fritzing untuk LCD</b></p>  <p data-bbox="560 786 683 824">fritzing</p> <p data-bbox="560 837 1230 869">Gambar 25. Skematik Arduino, I2C, dan sensor MQ135</p> <p data-bbox="520 880 619 907">Sesudah</p> <p data-bbox="528 911 1050 940"><b>8.2 Skema Rangkaian Proyek (Fritzing)</b></p>  <p data-bbox="655 1328 1145 1357">Gambar 26. Skematik rangkaian proyek</p>

Bahan ajar yang telah dikembangkan kemudian diuji kelayakan oleh lima dosen sebagai evaluator. Uji kelayakan bahan ajar ini bertujuan untuk menggali informasi mengenai kelayakan bahan ajar yang meliputi kelayakan isi, bahasa, penyajian, dan kegrafikaan. Pengujian kelayakan bahan ajar ini berdasarkan instrumen pengujian kelayakan bahan ajar yang telah dikembangkan dan diadaptasi dari Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP).

### 3.1.4 Implementation (Implementasi)

Setelah perbaikan berdasarkan arahan validator terhadap bahan ajar *MaSTeR-PIECE* menggunakan PjBLSTEM-ESD dilakukan, langkah selanjutnya adalah menerapkannya pada kelas implementasi. Implementasi bahan ajar *MaSTeR-*

Putri Amelia Solihah, 2025

**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR *MaSTeR-PIECE* UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH, LITERASI LINGKUNGAN DAN SUSTAINABILITY AWARENESS PADA TEMA LINGKUNGAN**  
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

*PIECE* menggunakan PjBLSTEM-ESD dilakukan kepada 26 orang mahasiswa pada salah satu Perguruan Tinggi di Provinsi Jawa Barat. Mahasiswa dibagi menjadi 8 kelompok dimana masing-masing kelompok terdiri dari 3-4 orang.

Penerapan pada kelas implementasi ini dilakukan dengan menggunakan *one group pretest and posttest design*. Sebelum perlakuan diberikan, mahasiswa terlebih dahulu diberikan soal *pretest* untuk mengetahui kemampuan awal literasi lingkungan, kemampuan pemecahan masalah dan *sustainability awareness*. Setelah itu, mahasiswa diberikan perlakuan bahan ajar *MaSTeR-PIECE* untuk perkuliahan AMSTR menggunakan PjBLSTEM-ESD pada tema lingkungan. Setelah diberikan perlakuan, diberikan soal *posttest* untuk membandingkan pengaruh perlakuan yang diberikan terhadap peningkatan literasi lingkungan, kemampuan pemecahan masalah dan *sustainability awareness*. Selain itu, diberikan lembar respon mahasiswa terkait perkuliahan yang berlangsung.

### **3.2 Populasi dan Subyek Penelitian**

Populasi penelitian adalah mahasiswa, dengan sampel dari satu kelas yaitu kelas eksperimen menggunakan bahan ajar *MaSTeR-PIECE* yang terdiri dari 26 mahasiswa yaitu laki-laki 1 orang dan perempuan 25 orang dengan rentang umur 19-20 tahun. Adapun lokasi pada penelitian ini berada di Perguruan Tinggi di Kota Bandung, Jawa Barat. Berikut karakteristik berdasarkan perbedaan gender:

#### **1. Literasi dan Komunikasi**

Beberapa studi, seperti yang diterbitkan dalam Sari (2019), menemukan bahwa mahasiswa perempuan cenderung memiliki tingkat pengetahuan, sikap, dan perilaku yang lebih baik dalam hal literasi lingkungan dibandingkan laki-laki. Selain itu, dalam konteks literasi umum, perempuan seringkali memiliki kemampuan komunikasi dan keterampilan membaca yang lebih baik. Hal ini bisa dikaitkan dengan faktor sosiokultural yang membentuk peran gender sejak dini.

#### **2. Motivasi dan Psikologis**

Penelitian dari Triyanto (2023) menunjukkan bahwa perbedaan gender berpengaruh signifikan terhadap faktor psikologis dalam belajar. Mahasiswa perempuan cenderung memiliki motivasi dan kecerdasan emosional yang lebih baik. Namun, penelitian lain juga menunjukkan bahwa perempuan lebih rentan

mengalami burnout akademik karena tekanan yang lebih tinggi, meskipun mereka juga lebih baik dalam mengelola stres.

### 3. Kolaborasi vs. Strategi Individu

Penelitian yang diterbitkan di O'Reilly (2020) menemukan bahwa perempuan cenderung unggul dalam pemecahan masalah kolaboratif. Mereka lebih mengandalkan dimensi sosial dari pemecahan masalah, seperti kerja sama dan diskusi. Sebaliknya, laki-laki mungkin lebih berorientasi pada strategi individu dan pendekatan analitis.

### 4. Pendekatan dan Solusi

Ada studi yang menunjukkan bahwa perempuan cenderung lebih mengikuti instruksi yang diberikan, bahkan jika instruksi tersebut salah, yang bisa dikaitkan dengan perilaku "menyenangkan orang lain" (*people-pleasing*). Sementara itu, laki-laki lebih cenderung mencari solusi alternatif atau bereksperimen sendiri. Ini tidak berarti salah satu lebih baik dari yang lain, tetapi menunjukkan adanya perbedaan dalam pendekatan.

Melihat temuan-temuan dari penelitian tersebut, kelas dengan komposisi yang sangat timpang ini memiliki potensi unik. Mahasiswa perempuan kemungkinan besar akan menjadi kekuatan utama dalam menggerakkan proyek-proyek yang berhubungan dengan lingkungan dan keberlanjutan karena kesadaran dan minat yang lebih tinggi. Mereka akan membentuk dinamika kolaboratif yang kuat, di mana ide-ide dapat mengalir dengan bebas.

Di sisi lain, mahasiswa laki-laki dapat berperan sebagai penyeimbang. Meskipun jumlahnya minoritas, ia dapat menyumbangkan perspektif yang berbeda mungkin lebih teknis atau strategis dalam pemecahan masalah. Apabila ia mampu berintegrasi dengan baik, kolaborasi ini dapat menghasilkan solusi yang lebih holistik dan komprehensif karena menggabungkan kekuatan masing-masing gender: kemampuan kolaborasi dan kepedulian sosial dari perempuan, serta pendekatan analitis dan strategis dari laki-laki.

## 3.3 Variabel Penelitian

Variabel pada penelitian ini terdiri dari variabel bebas dan variabel terikat. Variabel terikat pada penelitian ini adalah kemampuan pemecahan masalah, literasi

lingkungan dan *sustainability awareness*. Sedangkan untuk variabel bebas adalah bahan ajar MaSTeR-PIECE.

### 3.4 Instrumen penelitian

Lembar validasi instrumen terdiri dari satu yaitu lembar validasi ahli oleh dosen serta lembar tes PG dan uraian yang dilakukan kepada mahasiswa. Lembar validasi ahli memiliki target penelitian berupa draft I bahan ajar, kemampuan literasi lingkungan, pemecahan masalah, dan *sustainability awareness* pada tahap pengembangan (Model ADDIE), sedangkan lembar tes PG dan uraian berupa kemampuan literasi lingkungan, pemecahan masalah, *sustainability awareness* dilakukan pada tahap implementasi dan evaluasi. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3.5.

**Tabel 3.5. Instrumen yang Digunakan dalam Penelitian**

Instrumen	Target Penelitian	Deskripsi	Kegiatan
Lembar validasi ahli	Bahan Ajar MaSTeR-PIECE	Digunakan untuk mengetahui kesesuaian antara CPL dengan indikator, kesesuaian konsep dengan indikator, kesesuaian pertanyaan penggali pemecahan masalah, literasi lingkungan dan <i>sustainability awareness</i> dengan kriteria pemecahan masalah, literasi lingkungan dan <i>sustainability awareness</i> , kesesuaian antara contoh soal dengan kriteria pemecahan masalah, literasi lingkungan dan <i>sustainability awareness</i> , kesesuaian LKM dengan kriteria pemecahan masalah, kesesuaian isi buku dengan komponen STEM.	Tahap pengembangan (Model ADDIE)
Lembar validasi ahli	Literasi lingkungan	Digunakan untuk mengetahui validitas instrument literasi lingkungan (LL)	Tahap pengembangan (Model ADDIE)
Lembar validasi ahli	Kemampuan pemecahan masalah	Digunakan untuk mengetahui validitas instrument kemampuan pemecahan masalah	Tahap pengembangan (Model ADDIE)
Lembar validasi ahli	<i>Sustainability awareness</i>	Digunakan untuk mengetahui validitas instrument <i>sustainability awareness</i>	Tahap pengembangan (Model ADDIE)
Lembar tes PG	Literasi lingkungan	Digunakan untuk memperoleh data tentang literasi lingkungan	Tahap Implementasi dan Evaluasi ( <i>Pretest posttest</i> )
Lembar tes uraian	Kemampuan pemecahan masalah	Digunakan untuk memperoleh data tentang kemampuan pemecahan masalah mahasiswa	Tahap Implementasi dan Evaluasi ( <i>Pretest posttest</i> )
Lembar tes PG	<i>Sustainability awareness</i>	Digunakan untuk memperoleh data tentang <i>sustainability awareness</i> mahasiswa	Tahap Implementasi dan Evaluasi ( <i>Pretest posttest</i> )

### 3.5 Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk mengolah data mentah menjadi data yang mampu memberikan gambaran hasil validasi, peningkatan kemampuan pemecahan masalah, literasi lingkungan dan *sustainability awareness*. Data yang diperoleh melalui tes dianalisis secara deskriptif sedangkan data peningkatan kemampuan pemecahan masalah, literasi lingkungan dan *sustainability awareness* dianalisis secara kuantitatif (*N-Gain*) dan kualitatif. Teknik analisis data pada penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

#### 3.5.1 Lembar validasi tes Literasi Lingkungan (LL) dan Kemampuan Pemecahan Masalah (KPM)

Setelah selesai melakukan pengembangan soal, tahap selanjutnya yaitu dilakukan uji validasi kepada lima dosen ahli. Validitas dapat dianalisis dengan meminta pendapat dari ahli (*expert judgement*). Keputusan yang diambil seluruh validator adalah instrumen dapat digunakan setelah dilakukan revisi. Setelah selesai dilakukan revisi berdasarkan saran yang diberikan kemudian dapat dilanjutkan pada tahap uji coba. Tindakan ini juga didukung bahwa setelah dilakukan validasi maka dapat dilanjutkan dengan tahap uji coba. Hasil dari uji coba dianalisis tingkat validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, daya pembeda, dan analisis data peningkatan kemampuan literasi lingkungan, pemecahan masalah, dan *sustainability awareness*.

##### a. Uji Validitas

Validitas merupakan ukuran yang menunjukkan tingkat ketepatan suatu tes dalam mengukur apa yang mau diukur. Sebuah instrumen dikatakan valid apabila mampu mengukur apa yang diinginkan dan dapat mengungkap data dari variable yang diteliti secara tepat. Uji validitas instrumen dalam penelitian ini menggunakan software MINISTEP 4.3.1 dengan output Table 10 *Item (column): fit order* yang dianalisis dengan analisis Rasch. Pengukuran uji validitas instrumen ini dilihat berdasarkan nilai *logarithm odd unit* (logit) pada *outfit mean square* (MNSQ), *Outfit Z-standard* (ZSTD), dan *point-measure correlation* (PTMEASURE-ALCOOR). Nilai logit merupakan nilai yang dihasilkan melalui perhitungan fungsi logaritma pada software MINISTEP. Dengan menggunakan fungsi logit ini, maka akan didapatkan mistar pengukuran dengan interval yang sama (Sumintono &

Widhiarso, 2015). Sumintono & Widhiarso (2015) juga menyebutkan bahwa *item fit* dapat menjelaskan apakah butir soal berfungsi normal melakukan pengukuran atau tidak. Sedangkan beberapa penelitian menyebutkan bahwa *point-measure correlation* hanya digunakan untuk mengetahui daya pembeda dari suatu instrumen (Sabudin, Mansor, Meerah, & Muhammad, 2018; Smiley, 2015). Maka dalam penelitian ini, untuk mengukur validitas suatu instrumen hanya menggunakan skor *outfit mean square* (MNSQ) dan *outfit Z - standard* (ZSTD).

Nilai OUTFIT (MNSQ) dan (ZSTD) selanjutnya dimasukan pada kriteria untuk memeriksa kesesuaian butir soal. Kriteria tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.6 (Sumintono & Widhiarso, 2015).

**Tabel 3.6. Kriteria nilai MNSQ dan ZSTD**

Outfit	Nilai yang diterima
MNSQ	$0,5 < \text{MNSQ} < 1,5$
ZSTD	$- 2,0 < \text{ZSTD} < +2,0$

Butir soal dikatakan valid apabila Indeks Validitas Isi  $IVI \geq 0,70$  (Delgado - Rico, CarrteroDios, & Ruch, 2012). Dalam menentukan IVI, setiap expert yang memberi kriteria “sesuai” diberi skor 1 dan “tidak sesuai” diberi skor 0. Hasilnya akan dihitung menggunakan Persamaan 1.

$$IVI = \frac{\text{Jumlah expert yang memberi kriteria sesuai}}{\text{Jumlah seluruh expert}} \quad (3.1)$$

Soal literasi lingkungan, kemampuan pemecahan masalah dan *sustainability awareness*, ini digunakan untuk memperoleh data mengenai perubahan literasi lingkungan, kemampuan pemecahan masalah dan *sustainability awareness* mahasiswa calon guru fisika sebelum dan setelah mengikuti perkuliahan AMSTR menggunakan *learning materials*. Sebelum diujicoba, soal terlebih dahulu diujikan kepada mahasiswa sebanyak 43 orang yang telah menempuh perkuliahan AMSTR untuk melihat validitas dan reliabilitasnya.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan model Rasch. *Item fit order* digunakan untuk mengukur tingkat kesesuaian butir soal (validitas) yang digunakan untuk menjelaskan apakah butir soal berfungsi normal melakukan penilaian atau tidak. Kriteria yang dipakai menurut Boone et.al (2014). Kriteria yang digunakan untuk memeriksa kesesuaian butir soal yang tidak sesuai (*outlier* atau *misfits*) adalah

- 1) Nilai *outfit Mean Square* (MNSQ) yang diterima  $0.5 < \text{MNSQ} < 1.5$
- 2) Nilai *outfit Z-Standar* (Z-STD) yang diterima  $-2.0 < \text{Z-STD} < +2.0$
- 3) Nilai *Point Measure Correlation* (Pt Measure Corr) yang diterima  $0.4 < \text{Pt Measure Corr} < 0.85$

Merujuk berbagai buku rujukan standar tentang pemodelan rasch, maka kriteria yang paling penting untuk fit atau tidak fit-nya item adalah di *Outfit* MNSQ, kalau disini tidak memenuhi maka biasanya dianggap tidak bagus, jadi perlu diperbaiki bahkan dibuang. *Outfit ZSTD* sangat tergantung pada jumlah data, kalau jumlah data besar maka ini tidak relevan untuk digunakan. Sedangkan yang *Pt Measure Corr* sepanjang tidak negatif dianggap masih bagus, kalau nilainya negatif artinya memang perlu direvisi dikarenakan ada responden yang tidak memahami dengan baik.

**Tabel 3.7. Interpretasi nilai PTMEASURE - AL COOR**

PTMEASURE - AL COOR (ID)	Interpretasi
$0,40 < \text{ID}$	Sangat baik
$0,30 < \text{ID} \leq 0,40$	Baik
$0,20 < \text{ID} \leq 0,30$	Kurang baik
$\text{ID} \leq 0,20$	Jelek

Hasil validitas soal literasi lingkungan aspek pengetahuan seperti ditunjukkan pada Tabel 3.8.

**Tabel 3.8 Validitas Soal Literasi Lingkungan Aspek Pengetahuan**

Soal	Outfit MNSq	Outfi ZSTD	Pt Measure	Ket.
LL1	0,25	-1,03	0,73	Valid
LL2	2,73	2,40	0,49	Valid
LL3.1	0,75	-0,34	0,25	Valid
LL3.10	0,56	-0,33	0,57	Valid
LL3.2	0,71	-0,24	0,53	Valid
LL3.3	0,25	-1,03	0,73	Valid
LL3.4	0,57	-0,32	0,23	Valid
LL3.5	0,75	-0,04	0,53	Valid
LL3.6	0,03	-2,16	0,88	Valid
LL3.7	0,80	-0,22	0,43	Valid
LL3.8	0,91	-0,19	0,35	Valid
LL3.9	0,71	-0,08	0,52	Valid
LL4	0,84	-0,21	0,45	Valid
LL5	1,32	0,89	0,12	Valid
LL6	1,22	0,96	0,54	Valid
LL7	0,87	-0,38	0,36	Valid
LL8	1,05	0,35	0,09	Valid
LL9	0,81	-0,36	0,45	Valid
LL10	1,15	0,59	0,19	Valid

Putri Amelia Solihah, 2025

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR *MaSTeR-PIECE* UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH, LITERASI LINGKUNGAN DAN SUSTAINABILITY AWARENESS PADA TEMA LINGKUNGAN  
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Soal	Outfit MNSq	Outfi ZSTD	Pt Measure	Ket.
LL11	0,53	-0,41	0,62	Valid
LL12.1	1,02	0,20	0,21	Valid
LL12.2	0,74	0,02	0,56	Valid
LL12.3	1,02	0,18	0,31	Valid
LL12.4	0,72	-0,03	0,51	Valid
LL12.5	0,97	0,14	0,43	Valid

Berdasarkan Tabel 4.5 di atas terlihat bahwa sebagian besar nilai Outfit MNSQ berada pada rentang  $0.5 < \text{MNSq} < 1.5$ , nilai Outfit ZSTD  $-2.0 < \text{ZSTD} < +2.0$ , dan Nilai Pt. Measure Correlation  $0.4 < \text{Pt Measure Corr} < 0.85$ . Hanya ada salah satu saja yang tidak memenuhi rentang tersebut sehingga apabila hanya salah satu saja, masih bisa dikatakan valid. Artinya, berdasarkan kriteria pemodelan Rasch, keseluruhan item soal literasi lingkungan aspek pengetahuan dinyatakan valid. Hasil Validitas literasi lingkungan aspek perilaku seperti ditunjukkan pada Tabel 3.9.

**Tabel 3.9 Validitas Soal Literasi Lingkungan Aspek Perilaku**

Item	Outfit MNSq	Outfit ZSTD	Pt Measure	Ket.
LLP14	2,23	3,69	0,17	Tidak Valid
LLP12	1,59	2,11	0,15	Tidak Valid
LLP6	1,40	1,52	0,34	Valid
LLP4	1,09	0,44	0,47	Valid
LLP7	1,11	0,48	0,34	Valid
LLP9	0,95	-0,12	0,68	Valid
LLP5	0,93	-0,21	0,72	Valid
LLP2	0,92	-0,24	0,35	Valid
LLP11	0,85	-0,54	0,54	Valid
LLP13	0,78	-0,89	0,59	Valid
LLP15	0,76	-0,93	0,75	Valid
LLP3	0,72	-0,73	0,37	Valid
LLP8	0,61	-1,69	0,41	Valid
LLP1	0,58	-1,75	0,41	Valid
LLP10	0,50	-2,44	0,66	Valid

Berdasarkan Tabel 3.9 di atas terlihat bahwa item 14 dan 12 nilai Outfit MNSq nya lebih dari 1,50 dan nilai Outfit ZSTD lebih dari +2,00. Item tersebut diluar kriteria yang diterima, sehingga disimpulkan item 14 dan 12 tidak valid. Item 2,3, 7, dan 10 yang tidak memenuhi kriteria hanya Pt Measure corr nya saja, sedangkan kriteria Outfit MNSq dan ZSTD nya memenuhi, sehingga item tersebut tetap dinyatakan valid dan dipertahankan. Hasil Validitas literasi lingkungan aspek sikap seperti ditunjukkan pada Tabel 3.10.

**Tabel 3.10 Validitas Soal Literasi Lingkungan Aspek Sikap**

Item	Outfit MNSq	Outfit ZSTD	Pt Measure	Ket.
LLS2	1,54	0,93	0,25	Valid
LLS7	1,87	1,12	-0,02	Valid
LLS17	1,66	2,10	0,16	Tidak valid
LLS4	1,14	0,77	0,12	Valid
LLS3	1,33	1,05	0,06	Valid
LLS14	1,00	0,12	0,72	Valid
LLS9	1,16	0,49	0,29	Valid
LLS8	1,08	0,36	0,64	Valid
LLS1	1,13	0,40	0,26	Valid
LLS5	0,95	-0,08	0,64	Valid
LLS20	1,07	0,30	0,34	Valid
LLS18	0,81	-0,49	0,73	Valid
LLS16	0,81	-0,56	0,59	Valid
LLS6	0,67	-0,51	0,49	Valid
LLS12	0,71	-0,85	0,71	Valid
LLS11	0,70	-0,95	0,72	Valid
LLS13	0,64	-1,21	0,76	Valid
LLS15	0,72	-0,36	0,42	Valid
LLS10	0,56	-0,67	0,46	Valid
LLS19	0,54	-1,59	0,75	Valid

Berdasarkan Tabel 3.10 di atas terlihat bahwa hanya LLS17 yang tidak memenuhi kriteria ketiganya jadi dapat dikatakan tidak valid. Item LLS2, LLS7, LLS4, LLS3, LLS9, LLS1, dan LLS20 yang tidak memenuhi kriteria hanya Outfit Pt Measure corr nyasaja, sedangkan kriteria Outfit MNSq dan ZSTD nya memenuhi, sehingga item tersebut tetap dipertahankan dinyatakan valid. Hasil validitas soal kemampuan pemecahan masalah seperti ditunjukkan pada Tabel 3.11.

**Tabel 3.11 Validitas Soal Kemampuan Pemecahan Masalah**

Item	Outfit MNSq	Outfi ZSTD	Pt Measure	Ket.
PM3.2	1,82	1,04	0,06	Tidak valid
PM1.2	1,82	1,90	0,31	Valid
PM1.3	0,88	0,31	0,33	Valid
PM2.1	1,48	0,88	0,23	Valid
PM3.3	1,22	0,71	0,39	Valid
PM5.2	0,95	-0,01	0,64	Valid
PM2.3	0,87	0,11	0,35	Valid
PM4.2	1,09	0,36	0,76	Valid
PM4.3	1,00	0,12	0,66	Valid
PM5.1	0,75	0,02	0,40	Valid
PM5.4	0,73	-0,12	0,49	Valid
PM5.3	0,76	-0,04	0,48	Valid
PM1.1	0,60	-1,05	0,68	Valid
PM3.1	0,58	-1,30	0,32	Valid
PM4.4	0,55	-0,72	0,96	Valid
PM4.1	0,47	-1,71	0,66	Valid
PM1.4	0,38	-1,00	0,81	Valid

Item	Outfit MNSq	Outfi ZSTD	Pt Measure	Ket.
PM2.2	0,36	-2,31	0,78	Tidak valid
PM2.4	0,35	-1,02	0,85	Valid
PM.3.4	0,36	-0,69	0,83	Valid

Berdasarkan Tabel 3.11 di atas terlihat bahwa nilai Outfit MNSQ berada pada rentang  $0.5 < \text{MNSq} < 1.5$ , nilai Outfit ZSTD  $-2.0 < \text{ZSTD} < +2.0$ , dan Nilai Pt Measure Correlation  $0.4 < \text{Pt Measure Corr} < 0.85$ . Artinya, berdasarkan kriteria pemodelan Rasch, keseluruhan item soal kemampuan pemecahan masalah dinyatakan valid. Hasil validitas soal *sustainability awareness* seperti ditunjukkan pada Tabel 3.12.

**Tabel 3.12 Validitas Soal *Sustainability Awareness***

No. Soal	Skor MNSQ	Skor ZSTD	Skor Pt Mean Corr	Keterangan
SA1	1,06	0,49	0,19	Valid
SA2	0,84	-0,72	0,40	Valid
SA3	1,07	0,52	0,23	Valid
SA4	0,78	-0,61	0,50	Valid
SA5	1,38	1,33	-0,15	Valid
SA6	0,94	-0,24	0,32	Valid
SA7	1,00	0,08	0,23	Valid
SA8	0,91	-0,43	0,33	Valid
SA9	1,02	0,17	0,29	Valid
SA10	0,77	-1,06	0,50	Valid

Berdasarkan Tabel 3.12 di atas terlihat bahwa nilai outfit MNSQ dan ZSTD memenuhi kriteria yang diterima yaitu pada rentang  $0.5 < \text{MNSq} < 1.5$ , nilai Outfit ZSTD  $-2.0 < \text{ZSTD} < +2.0$ . Sehingga bisa dikatakan valid karena hanya bagian Outfit Mean Corr yang tidak memenuhi.

#### b. Uji Reliabilitas

Reliabilitas instrumen dalam penelitian ini mempunyai makna penting karena menunjukkan ketetapan dan kemantapan dari instrumen. Reliabilitas mencerminkan ketetapan instrumen penelitian yang digunakan dalam mengukur dan menggali informasi yang diperlukan. Uji reliabilitas pada penelitian ini menggunakan *software* MINISTEP 4.3.1 dengan output Table 3.1 *Summary Statistics* yang dianalisis dengan analisis Rasch. Analisis Rasch dapat menampilkan beberapa nilai reliabilitas, diantaranya adalah *person reliability*, *item reliability*, dan *Cronbach alpha*. *Person reliability* menunjukkan konsistensi jawaban mahasiswa, sementara *item reliability* menunjukkan kualitas item tes, sementara

*Cronbach alpha* menunjukkan nilai interaksi antara person dan item dari instrumen secara keseluruhan.

Interpretasi dari nilai person reliability dan item reliability dapat dilihat pada Tabel 3.13 (Sumintono & Widhiarso, 2015; Mohamad, Sulaiman, Sern, & Salleh, 2015).

**Tabel 3.13. Interpretasi nilai person reliability dan item reliability**

Nilai person reliability dan item reliability	Interpretasi
$0,94 \leq \text{Nilai}$	Istimewa
$0,90 \leq \text{Nilai} < 0,94$	Bagus Sekali
$0,80 \leq \text{Nilai} < 0,90$	Bagus
$0,67 \leq \text{Nilai} < 0,80$	Cukup
$\text{Nilai} < 0,67$	Lemah

Sedangkan interpretasi untuk nilai Cronbach alpha dapat dilihat pada Tabel 3.14 (Sumintono & Widhiarso, 2015).

**Tabel 3.14. Interpretasi nilai Cronbach alpha**

Nilai Cronbach alpha	Interpretasi
$0,8 \leq \alpha$	Bagus Sekali
$0,7 \leq \alpha < 0,8$	Bagus
$0,6 \leq \alpha < 0,7$	Cukup
$0,5 \leq \alpha < 0,6$	Jelek
$\alpha < 0,5$	Buruk

Nilai reliabilitas orang dan nilai reliabilitas barang dari 0 hingga 1 dapat diinterpretasikan sangat mirip dengan alpha Cronbach, yang berarti bahwa nilai yang mendekati 1 menunjukkan ukuran yang lebih konsisten (Boone & Noltemeyer, 2017). Selain itu, Mohamad, Sulaiman, Sern, & Salleh (2015) menyebutkan bahwa dalam ilmu sosial, nilai  $\alpha$  yang dapat diterima adalah 0,60. Hasil reliabilitas soal kemampuan pemecahan masalah seperti ditunjukkan pada Tabel 3.15.

**Tabel 3.15 Reliabilitas Soal Kemampuan Pemecahan Masalah**

Reliabilitas	Nilai	Kategori
Reliabilitas Person	0,81	Bagus
Reliabilitas Item	0,94	Istimewa
Cronbach Alpha	0,89	Bagus

Berdasarkan Tabel 3.15 di atas *person reliability* 0,81 dan *item reliability* 0,94 dapat disimpulkan bahwa konsistensi jawaban mahasiswa sangat baik, namun kualitas butir-butir soal dalam instrumen kemampuan pemecahan masalah aspek reliabilitasnya istimewa. Nilai *cronbach alpha* 0,89 hal ini berarti interaksi antar

*person* dan butir-butir soal secara keseluruhan masuk kategori bagus. Hasil reliabilitas aspek pengetahuan seperti ditunjukkan pada Gambar 3.16 berikut.

**Tabel 3.16 Reliabilitas Soal Literasi Lingkungan Aspek Pengetahuan**

Reliabilitas	Nilai	Kategori
Reliabilitas Person	0,88	Bagus
Reliabilitas Item	0,97	Istimewa
Cronbach Alpha	0,82	Bagus

Berdasarkan Tabel 3.16 di atas *person reliability* 0,88 dan *item reliability* 0,97 dapat disimpulkan bahwa konsistensi jawaban mahasiswa baik, namun kualitas butir-butir soal dalam instrumen literasi lingkungan aspek reliabilitasnya istimewa. Nilai *cronbach alpha* 0,82 hal ini berarti interaksi anatar *person* dan butir-butir soal secara keseluruhan masuk kategori baik. Hasil reliabilitas literasi lingkungan aspek sikap seperti ditunjukkan pada Gambar 3.17.

**Tabel 3.17 Reliabilitas Soal Literasi Lingkungan Aspek Sikap**

Reliabilitas	Nilai	Kategori
Reliabilitas Person	0,85	Bagus
Reliabilitas Item	0,88	Istimewa
Cronbach Alpha	0,86	Bagus

Berdasarkan Tabel 3.17 di atas *person reliability* 0,85 dan *item reliability* 0,88 dapat disimpulkan bahwa konsistensi jawaban mahasiswa bagus sekali dan kualitas butir-butir soal dalam instrumen literasi lingkungan aspek perilaku reliabilitasnya bagus sekali. Nilai *cronbach alpha* 0,86 hal ini berarti interaksi antar *person* dan butir-butir soal secara keseluruhan masuk kategori bagus sekali. Hasil reliabilitas literasi lingkungan aspek perilaku seperti ditunjukkan pada Tabel 3.18.

**Tabel 3.18 Reliabilitas Soal Literasi Lingkungan Aspek Perilaku**

Reliabilitas	Nilai	Kategori
Reliabilitas Person	0,76	Cukup
Reliabilitas Item	0,83	Istimewa
Cronbach Alpha	0,73	Bagus

Berdasarkan Tabel 3.18 *person reliability* 0,76 dan *item reliability* 0,83 dapat disimpulkan bahwa konsistensi jawaban mahasiswa cukup, namun kualitas butir-butir soal dalam instrumen reliabilitas masuk kategori istimewa. Nilai *cronbach alpha* 0,73 hal ini berarti interaksi antara *person* dan butir-butir soal secara keseluruhan masuk kategori cukup. Hasil reliabilitas *sustainability awareness*

seperti ditunjukkan pada Tabel 3.19 berikut.

**Tabel 3.19 Reliabilitas Soal *Sustainability Awareness***

Reliabilitas	Nilai	Kategori
Reliabilitas Person	0,63	Lemah
Reliabilitas Item	0,84	Bagus
Cronbach Alpha	0,73	Bagus

Berdasarkan Tabel 3.19 *person reliability* 0,63 dan *item reliability* 0,84 dapat disimpulkan bahwa kualitas butir soal dalam instrumen *sustainability awareness* aspek reliabilitasnya sangat baik namun kekonsistenan dalam mengisi soal masih lemah.

#### c. Daya Pembeda

Analisis daya pembeda digunakan untuk mengetahui kemampuan soal dalam membedakan mahasiswa dengan kemampuan yang tinggi dan kemampuan yang rendah. Daya pembeda pada instrumen menggunakan software MINISTEP 4.3.1 dengan *output Table 10 Item Fit Order* yang dianalisis dengan analisis Rasch. Penggunaan *Item Fit Order* karena didalamnya menampilkan informasi mengenai ESTIM DISCR. Seperti penjelasan sebelumnya pada bagian validitas instrumen, bahwa *ESTIM DISCR* digunakan untuk mengetahui daya pembeda dari suatu instrumen (Sabudin, Mansor, Meerah, & Muhammad, 2018; Smiley, 2015). Smiley (2015) juga memberikan interpretasi untuk setiap nilai yang diberikan pada ESTIM DISCR seperti yang terdapat pada Tabel 3.20

**Tabel 3.20. Interpretasi nilai ESTIM DISCR**

ESTIM DISCR	Interpretasi
$0,40 < ID$	Sangat baik
$0,30 < ID \leq 0,40$	Baik
$0,20 < ID \leq 0,30$	Kurang baik
$ID \leq 0,20$	Jelek

Sedangkan untuk daya pembedanya menggunakan data ESTIM DISCR seperti pada tabel 3.22 berikut.

**Tabel 3.22 Daya Pembeda Soal Literasi Lingkungan aspek pengetahuan**

No. Soal	Skor	Keterangan
LL1	1,22	Sangat baik
LL2	0,00	Kurang
LL3.1	1,08	Sangat baik
LL3.10	1,14	Sangat baik
LL3.2	1,21	Sangat baik
LL3.3	1,22	Sangat baik
LL3.4	1,10	Sangat baik

No. Soal	Skor	Keterangan
LL3.5	1,09	Sangat baik
LL3.6	1,31	Sangat baik
LL3.7	1,07	Sangat baik
LL3.8	1,13	Sangat baik
LL3.9	1,07	Sangat baik
LL4	1,21	Sangat baik
LL5	0,61	Cukup
LL6	0,64	Cukup
LL7	1,17	Sangat baik
LL8	0,92	Cukup
LL9	1,30	Sangat baik
LL10	0,50	Cukup
LL11	1,16	Sangat baik
LL12.1	0,95	Cukup
LL12.2	1,14	Sangat baik
LL12.3	1,07	Sangat baik
LL12.4	1,07	Sangat baik
LL12.5	1,03	Sangat baik

Berdasarkan Tabel 3.22, hanya butir LL2 yang masuk dalam kategori kurang, sedangkan sisanya cukup baik dan sangat baik sehingga dapat disimpulkan bahwa instrumen Literasi Lingkungan aspek pengetahuan dapat membedakan antara individu dengan kemampuan yang berbeda.

**Tabel 3.23 Daya Pembeda Soal Literasi Lingkungan aspek sikap**

No. Soal	Skor	Keterangan
LLS2	0,81	Baik
LLS7	0,77	Baik
LLS17	-0,26	Kurang
LLS4	0,82	Baik
LLS3	0,30	Baik
LLS14	1,31	Baik
LLS9	0,86	Baik
LLS8	0,86	Baik
LLS1	0,95	Baik
LLS5	1,04	Sangat baik
LLS20	0,86	Baik
LLS18	1,49	Sangat baik
LLS16	0,92	Baik
LLS6	1,14	Sangat baik
LLS12	1,43	Sangat baik
LLS11	1,53	Sangat baik
LLS13	1,48	Sangat baik
LLS15	1,11	Sangat baik
LLS10	1,15	Sangat baik
LLS19	1,47	Sangat baik

Berdasarkan Tabel 3.23, hanya butir LLS17 yang masuk dalam kategori kurang, sedangkan sisanya baik dan sangat baik sehingga dapat disimpulkan bahwa instrumen Literasi Lingkungan aspek sikap dapat membedakan antara individu

dengan kemampuan yang berbeda. Sedangkan untuk daya pembedanya menggunakan data ESTIM DISCR seperti pada Tabel 3.24 berikut.

**Tabel 3.24 Daya Pembeda Soal Literasi Lingkungan aspek perilaku**

No. Soal	Skor	Keterangan
LLP14	-0,52	Kurang
LLP12	0,14	Kurang
LLP6	0,45	Kurang
LLP4	0,82	Baik
LLP7	0,85	Baik
LLP9	1,12	Sangat baik
LLP5	1,19	Sangat baik
LLP2	1,10	Sangat baik
LLP11	1,21	Sangat baik
LLP13	1,36	Sangat baik
LLP15	1,39	Sangat baik
LLP3	1,18	Sangat baik
LLP8	1,54	Sangat baik
LLP1	1,50	Sangat baik
LLP10	1,70	Sangat baik

Berdasarkan Tabel 3.24, hanya butir LLP14, 12, dan 6 yang masuk dalam kategori kurang, sedangkan sisanya baik dan sangat baik sehingga dapat disimpulkan bahwa instrumen Literasi Lingkungan aspek perilaku dapat membedakan antara individu dengan kemampuan yang berbeda. Sedangkan untuk daya pembedanya menggunakan data ESTIM DISCR seperti pada Tabel 3.25 berikut.

**Tabel 3.25 Daya Pembeda Soal *Sustainability Awareness***

No. Soal	Skor	Keterangan
SA1	0,58	Cukup
SA2	1,37	Sangat baik
SA3	0,73	Cukup
SA4	1,20	Sangat baik
SA5	0,44	Kurang
SA6	1,18	Sangat baik
SA7	0,93	Cukup
SA8	1,19	Sangat baik
SA9	0,93	Cukup
SA10	1,61	Sangat baik

Berdasarkan Tabel 3.25, hanya butir SA5 yang masuk dalam kategori kurang, sedangkan sisanya cukup baik dan sangat baik sehingga dapat disimpulkan bahwa instrumen SA dapat membedakan antara individu dengan kemampuan yang berbeda.

### 3.5.2 Perhitungan gain ternormalisasi (N - gain)

Putri Amelia Solihah, 2025

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR *MaSTeR-PIECE* UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH, LITERASI LINGKUNGAN DAN SUSTAINABILITY AWARENESS PADA TEMA LINGKUNGAN  
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Peneliti memberikan tes berupa tes literasi lingkungan, kemampuan pemecahan masalah, dan *sustainability awareness* kepada mahasiswa. Tes literasi lingkungan dan *sustainability awareness* berupa PG, sedangkan tes kemampuan pemecahan masalah berupa uraian. Penentuan peningkatan literasi lingkungan, kemampuan pemecahan masalah, dan *sustainability awareness* akibat penggunaan bahan ajar dianalisis dengan menggunakan *N-Gain*. *N-Gain* merupakan angka yang menunjukkan besar peningkatan skor perolehan mahasiswa setelah diberi *pretest* dan *posttest*. Pengolahan data skor gain ternormalisasi dianalisis secara statistik menggunakan Microsoft Office Excel 2013. Peningkatan yang terjadi sebelum dan sesudah pembelajaran dihitung dengan rumus *N - gain* yaitu:

$$\langle g \rangle = \frac{\text{skor tes akhir posttest} - \text{skor test awal pretest}}{\text{Skor maksimum} - \text{skor test awal pretest}} \times 100 \quad (3.2)$$

Kriteria skor *N - gain* dapat dilihat 3.26

**Tabel 3.26. Kriteria Peningkatan**

Nilai $\langle g \rangle$	Kriteria Peningkatan
$\langle g \rangle < 0,30$	Rendah
$0,30 \leq \langle g \rangle < 0,70$	Sedang
$\langle g \rangle \geq 0,70$	Tinggi

### 3.5.3 Analisis Data Sikap Mahasiswa terhadap Bahan Ajar MaSTeR-PIECE

Sikap mahasiswa terhadap perkuliahan AMSTR menggunakan bahan ajar MaSTeR-PIECE diukur menggunakan skala likert 4 poin. Pernyataan dalam angket yang disiapkan sebanyak 8 item pernyataan menunjukkan sikap persetujuan mahasiswa, dimana 1 = sangat tidak setuju (STS), 2 = tidak setuju (TS), 3 = setuju (S), dan 4 = sangat setuju (SS). Langkah-langkah dalam menganalisis sikap mahasiswa terhadap perkuliahan MSTR menggunakan bahan ajar MaSTeR-PIECE adalah sebagai berikut;

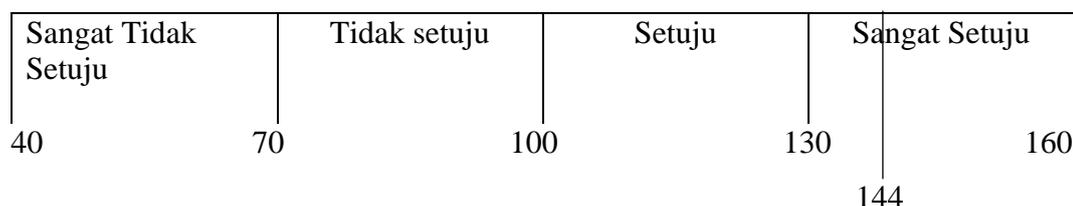
1. Menentukan skor untuk setiap respon STS, TS, S dan SS terhadap suatu pernyataan
2. Menentukan jumlah total responden yang memberi respon pada suatu pernyataan
3. Menentukan skor total untuk suatu pernyataan
4. Hasilnya direkap seperti pada tabel berikut ini

**Tabel 3.27. Contoh Hasil Rekap Tanggapan Mahasiswa**

Aspek sikap	STS (1)	TS (2)	S (3)	SS (4)	Total Responden	Skor total
Pertanyaan 1	1xR	2xR	3xR	4xR		
Pertanyaan 2						
Dan seterusnya						
Jumlah						

Keterangan R = jumlah responden

5. Menghitung Nilai indeks maksimum:  
Skor tertinggi x jml pertanyaan x responden
6. Menghitung Nilai indeks minimum:  
Skor terendah x jml pertanyaan x responden
7. Menghitung Jarak Interval:  
 $Jl = \text{Nilai indeks maksimum} - \text{nilai indeks minimum} / 4$
8. Menghitung jumlah skor data untuk suatu pernyataan (sub sikap)
9. Mengitung responden %
10. Melukiskan garis kontinum berdasarkan kriteria yang ditetapkan untuk suatu pernyataan tertentu, misalkan seperti gambar berikut.



Gambar 3.6. Garis Kontinum berdasarkan kriteria yang ditetapkan

Berdasarkan gambaran garis kontinum tersebut, amati garis tersebut berada pada rentang mana, sikap mana, apakah pada sangat tidak setuju (STS), tidak setuju (TS), setuju (S) dan sangat setuju (SS), yang secara langsung menggambarkan sikap responden terhadap suatu pernyataan. Misalkan pada gambar di atas skor total yang diperoleh sebesar 144 berada pada rentang (130 – 160) pada sikap sangat setuju (SS), maka ini berarti sebagian besar responden memberikan sikap sangat setuju atas pernyataan yang disajikan.