

## Pengembangan Buku Panduan Teknik Karakterisasi Material : X-ray Diffractometer (XRD) Panalytical Xpert3 Powder

Rodhotul Muttaqin<sup>1\*</sup>, Wasi Sakti Wiwit Prayitno<sup>1</sup>, Upik Nurbaiti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorium Fisika Fakultas MIPA, Gedung D9 Kampus UNNES Sekaran, Gunungpati, Kota Semarang, Kodepos: 50229,

<sup>2</sup>Kantor Jurusan Fisika Gedung D7 lantai 2 Kampus UNNES Sekaran, Kecamatan Gunungpati, Kota Semarang, Kodepos: 50229, [upik\\_nurbaiti@mail.unnes.ac.id](mailto:upik_nurbaiti@mail.unnes.ac.id)

\*Corresponding author. E-mail: [muttaqinfisika@mail.unnes.ac.id](mailto:muttaqinfisika@mail.unnes.ac.id)

Submisi: 7 November 2022; Penerimaan: 29 Maret 2023

### ABSTRAK

*Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Buku Panduan Teknik Karakterisasi Material: X-Ray Diffractometer (XRD) di Laboratorium Fisika Universitas Negeri Semarang. Buku panduan yang dikembangkan merupakan salah satu solusi bagi mahasiswa maupun peneliti dalam memahami karakteristik material dengan perangkat X-Ray Diffractometer (XRD). Materi dasar yang disajikan dalam buku panduan berisi tentang prinsip dasar difraksi sinar-X, struktur kristal, aplikasi difraksi sinar-x. Bagian khusus dari buku panduan yang dikembangkan adalah membahas teknik karakterisasi material dengan alat XRD Merk Malvern Panalytical type Xpert3 Powder. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisika Universitas Negeri Semarang. Penelitian riset dan pengembangan (Research and Development) yang dilakukan ini menggunakan metode ADDIE. Metode ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation) adalah suatu pendekatan dalam desain instruksional yang digunakan untuk mengembangkan program pembelajaran yang efektif. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan wawancara dan angket untuk mengetahui validitas dan kelayakan buku panduan yang dikembangkan. Hasil penelitian menunjukkan (1) Proses pengembangan Buku Panduan telah mengikuti 5 langkah Model ADDIE seperti Analisis (Analyze), Desain (Design), Pengembangan (Development), Implementasi (Implementation), dan Evaluasi (Evaluation). (2) Hasil uji validasi ahli isi buku termasuk dalam kriteria valid dengan rata-rata skor 78,1. (3) Hasil uji kelayakan yang dilakukan termasuk dalam kriteria layak dengan rata-rata skor 81.*

*Kata kunci: Pengembangan buku panduan; ADDIE; Uji validitas; Uji Kelayakan.*

### PENDAHULUAN

Penelitian bidang material maju berkembang sangat cepat di Indonesia. Modifikasi struktur atau ikatan molekul unsur alam dapat menghasilkan material yang lebih maju dengan sifat yang jauh lebih baik atau bahkan superior. Penelitian material maju yang saat ini sedang dikembangkan antara lain sedang meliputi: material komposit, material nano, material superkonduktor, material energi terbarukan, material fungsional, dan material pintar. Penelitian bidang

material maju memerlukan beberapa teknik karakterisasi material yang tepat untuk dapat mengungkap sifat dari material yang diteliti. Salah satu teknik karakterisasi material untuk mengungkap dan memahami sifat fisis dari material yang diteliti adalah dengan menggunakan teknik difraksi sinar-X atau X-Ray Diffraction (XRD).

Laboratorium Fisika Universitas Negeri Semarang telah memiliki alat XRD yang telah dimanfaatkan untuk mendukung penelitian material. Selain untuk penelitian XRD juga digunakan

untuk praktikum mata kuliah Metode Karakterisasi Fisika (MKF). Penelitian awal dilakukan dengan wawancara terhadap peneliti dan beberapa mahasiswa yang telah mengambil mata kuliah MKF menghasilkan bahwa peneliti dan mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami teknik karakterisasi material XRD.



**Gambar 1.** Mesin XRD Malvern Panalytical X'PERT<sup>3</sup> Powder

Pengembangan Buku Panduan Teknik Karakterisasi Material: *X-Ray Diffractometer* (XRD) di Laboratorium Fisika Universitas Negeri Semarang sangat diperlukan. Buku panduan yang dikembangkan yang dimaksud adalah buku yang memuat dari prinsip kerja alat difraksi sinar-X, teknik pengoperasian alat, serta teknik pengolahan data yang secara langsung dapat dilakukan oleh mahasiswa atau peneliti di Laboratorium Fisika.

Tujuan dari penelitian ini adalah (1) mengembangkan Buku Panduan Teknik Karakterisasi Material: *X-Ray Diffractometer* (XRD) di Laboratorium Fisika Universitas Negeri Semarang (2) Melakukan Uji Validitas dan Kelayakan Buku Panduan Teknik Karakterisasi Material: *X-Ray Diffractometer* (XRD) di Laboratorium Fisika Universitas Negeri Semarang.

Difraksi sinar-X adalah teknik analitik non-destruktif serbaguna untuk identifikasi dan kuantitatif berbagai bentuk kristal dari senyawa yang ada dalam sampel serbuk maupun padat. Difraksi terjadi ketika gelombang mengalami pembiasan atau pembelokan saat melintasi suatu gangguan, seperti kisi kristal. Akibatnya, gelombang tersebut terhambur ke berbagai arah, yang dapat menghasilkan penguatan atau pelemahan sinyal tergantung pada kondisi yang terjadi (Pratapa, 2009). Difraksi sinar-X merupakan salah satu metode yang dipakai untuk mengetahui kristalinitas pada bahan, mengukur dimensi partikel serta parameter struktur kristal. Dalam teknik ini, sinar-X yang bersifat elastis dihamburkan oleh atom-atom dalam kisi periodik, dan hamburan monokromatis ini menghasilkan interferensi konstruktif yang membentuk pola difraksi (Hastuti, 2011). Identifikasi material didapatkan dengan membandingkan grafik difraksi sinar-X (difraktogram) dengan *database* yang dikembangkan lembaga JCPDS (*Joint Committee on Powder Diffraction Standards*) (Munasir et al., 2012). Pada perkembangannya lembaga ini berubah menjadi ICDD (*International Centre for Diffraction Data*). Selain dalam bidang geologi, analisis dengan menggunakan teknik difraksi sinar-X (XRD) juga telah banyak digunakan dalam berbagai bidang ilmu seperti arkeologi, teknik sipil, teknik kimia, dan kedokteran. Salah satu keunggulan analisis mineralogi dengan XRD adalah kemampuannya untuk mengidentifikasi jenis mineral lempung dengan jelas, yang sulit dilakukan dengan analisis petrografi (Danang Dwi Wicaksono et al., 2017).

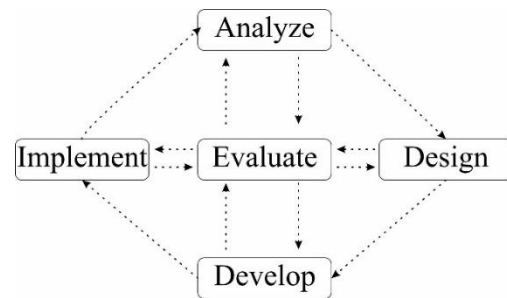
Buku panduan merupakan media yang menyajikan informasi tentang petunjuk penggunaan secara maksimal. Dalam menulis buku panduan selain harus memperhatikan sistematika dan

struktur penulis juga harus dapat memberikan kesan yang mudah dalam proses pencarian dan menggunakan instruksi yang mudah dipahami oleh pembaca. Buku panduan hendaknya disusun secara sistematis dan terstruktur. Instruksi kerja dituliskan secara lengkap mencakup produk dalam tiap bagian perihal fungsi secara menyeluruh dan detail.

Research and Development merupakan suatu proses untuk mengembangkan dan menguji produk yang akan diterapkan dalam konteks pendidikan dan pembelajaran. (Borg & Gall, 1983). *Research and Development* merupakan usaha untuk mengembangkan dan menghasilkan suatu produk berupa alat, media, dan strategi pembelajaran, digunakan untuk mengatasi pembelajaran di kelas / laboratorium.. Model ADDIE adalah salah satu model yang paling umum digunakan dalam bidang desain instruksional panduan untuk menghasilkan desain yang efektif (Aldoobie, 2015). Model Ini telah digunakan untuk mengembangkan kurikulum di berbagai bidang seperti instruksi perpustakaan dan pendidikan online berkelanjutan (Hartini et al., 2018).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian Research and Development (R&D). Model pengembangan yang digunakan adalah ADDIE. Model ini dipilih karena model ini dikembangkan secara sistematis dan bertumpu pada landasan teoritis desain pembelajaran. Model ADDIE ini memiliki lima tahapan yaitu: (1) Analisis (analyze), (2) Desain (design), (3) Pengembangan (development), (4) Implementasi (implementation), dan (5) Evaluasi (evaluation). Diagram proses penelitian R&D Model ADDIE ini dapat dilihat pada gambar 2.



**Gambar 2.** Tahap Pengembangan Model ADDIE

Sumber: (Tegeh et al., 2014)

Pelaksanaan penelitian ini pada bulan April 2022-Oktober 2022 di Laboratorium Fisika Universitas Negeri Semarang. Subjek yang terlibat dalam penelitian adalah satu ahli materi, satu ahli bahasa dan satu ahli media. Subjek lain yang terlibat adalah 10 orang mahasiswa Jurusan Fisika UNNES yang telah mengambil mata kuliah MKF.

Dalam penelitian ini, pengumpulan data dilakukan melalui tiga teknik yaitu observasi, wawancara, dan kuesioner. Instrumen yang digunakan terdiri dari pedoman observasi, pedoman wawancara, dan kuesioner. Untuk menganalisis data, teknik yang digunakan adalah statistik deskriptif persentase (Sudijono, 2007).

Tahapan awal kegiatan yang dilakukan adalah menganalisis kompetensi mahasiswa yang dilibatkan dalam observasi dan penelitian. Analisis terhadap mahasiswa ini dilakukan untuk mengukur kemampuan dasar mahasiswa dalam memahami materi yang relevan dengan teknik karakterisasi dengan menggunakan XRD. Pada tahap analisis ini juga dilakukan untuk mengetahui kebutuhan mahasiswa atas buku panduan teknik karakterisasi material : X Ray Diffractometer (XRD) di Laboratorium Fisika.

Pada tahapan kedua difokuskan pada pemilihan struktur buku teks dan kerangka konten dirancang. Buku dirancang memuat 5 bab utama yaitu (1)

Dasar Difraksi Sinar-X (2) Instrumen Difraktometer Sinar-X (3) Pengambilan Data Sinar-X (4) Perangkat Lunak Data Collector dan (5) Highscore dan Highscore Plus.

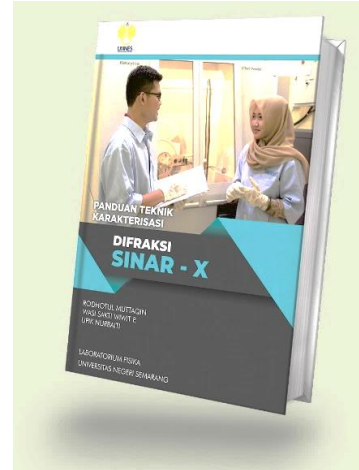
Pada tahapan pengembangan kegiatan yang dilakukan adalah (1) Pengumpulan data faktual terkait alat dan data yang relevan untuk memperkaya buku panduan (2) Pembuatan materi pendukung buku panduan seperti: membuat ilustrasi praktikum, skema percobaan, mengambil foto kegiatan pengoperasian alat, menyusun instruksi kerja, dan menyusun tata letak (layout) buku panduan.

Hasil pengembangan buku panduan selanjutnya diterapkan atau diimplementasikan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap peningkatan kemampuan mahasiswa dan penilaian efektivitas, daya tarik, dan efisiensi dari buku panduan. Implementasi diterapkan juga pada ahli bahasa, ahli materi, dan ahli media guna mendapatkan masukan untuk revisi draft buku panduan. Langkah akhir dari penelitian pengembangan adalah evaluasi formatif yang berfokus pada penilaian produk pengembangan yang telah dihasilkan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian pengembangan Buku Panduan Teknik Karakterisasi Material X Ray *Diffraction* (XRD) di Laboratorium Fisika UNNES telah mengikuti lima langkah pengembangan model ADDIE. Penelitian ini telah menghasilkan buku panduan yang memuat lima bab utama yaitu (1) Dasar Difraksi Sinar-X (2) Instrumen Difraktometer Sinar-X (3) Pengambilan Data Sinar-X (4) Perangkat lunak *Data Collector* dan (5) *Highscore* dan

*Highscore Plus*. Gambar 3 menunjukkan hasil cetak dari produk buku panduan.



**Gambar 3.** Hasil Cetak Buku Panduan Hasil Penelitian Pengembangan

Produk hasil penelitian selanjutnya dinilai oleh validator yang merupakan ahli media, ahli materi dan ahli bahasa. Data validitas ahli selanjutnya dihitung dengan Persamaan (1) (Arikunto, 2011).

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

Keterangan :

P: angka persentase pada validator/ penilai

f: frekuensi (jumlah skor yang diperoleh)

N: *Number of Cases* (jumlah skor maksimal)

Persentase data dari instrumen penilaian yang diperoleh kemudian dikonversikan ke dalam kriteria yang disajikan pada Tabel 1.

Uji kelayakan produk hasil penelitian diperoleh dari angket respon mahasiswa dihitung persentase perolehan skor dengan Persamaan (1). Persentase data dari instrumen penilaian kelayakan tampilan media, materi dan bahasa kemudian dikonversikan ke dalam kriteria yang disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 1.** Kriteria validitas materi, bahasa dan media pada Buku Panduan Teknik Karakterisasi Material : *X Ray Diffractometer* di Laboratorium Fisika

Interval skor	persentase	Kriteria
25% < P ≤ 44%		Tidak valid
45% ≤ P ≤ 63%		Cukup valid
64% ≤ P ≤ 81%		Valid
82% ≤ P ≤ 100%		Sangat valid

**Tabel 2.** . Kriteria Kelayakan Buku Panduan Teknik Karakterisasi Material : *X Ray Diffractometer* di Laboratorium Fisika

Interval skor	persentase	Kriteria
25% < P ≤ 44%		Tidak layak
45% ≤ P ≤ 63%		Cukup layak
64% ≤ P ≤ 81%		Layak
82% ≤ P ≤ 100%		Sangat layak

### Uji Validitas

Produk yang telah selesai dikembangkan, selanjutnya divalidasi oleh ahli materi, ahli bahasa dan ahli media. Tabel 3 menunjukkan hasil penilaian dari ahli materi terhadap buku panduan yang dikembangkan.

Hasil penilaian ahli materi menghasilkan rata-rata persentase skor 78,3 dengan kategori valid. Hal ini berarti

buku panduan yang dikembangkan memiliki kualifikasi yang bagus. Penilaian ahli materi juga menghasilkan bahwa revisi tidak diperlukan. Pada aspek kejelasan deskripsi materi dan kejelasan contoh yang diberikan perlu diperhatikan lebih dalam pengembangannya.

Hasil penilaian ahli bahasa menghasilkan rata-rata persentase skor 75,2 yang masuk dalam kategori valid. Pada penilaian ahli bahasa aspek Kesesuaian penggunaan bahasa dengan kaidah bahasa baku perlu mendapat perhatian lebih. Hal ini disebabkan karena terdapat kesulitan peneliti dalam memilih kalimat yang tepat untuk menerjemahkan referensi yang dirujuk.

Hasil penilaian ahli media menghasilkan rata-rata persentase skor 80,8 yang masuk dalam kategori valid. Media yang digunakan dalam buku panduan dinilai berkualitas oleh ahli media. Hal ini dapat dilihat dari dua aspek penilaian yang masuk kategori sangat valid. Hasil ini juga menunjukkan bahwa media pada buku panduan tidak diperlukan revisi. Tujuan dari uji validitas adalah untuk menentukan apakah ada pernyataan yang tidak relevan dan harus dihapus atau diganti. (Puspasari and Puspita 2022).

**Tabel 3.** Hasil Asesmen dari Ahli Materi

No	Aspek Penilaian	Persentase Skor	Kategori
1	Ketepatan judul bab dengan isi materi di setiap bab	82	Sangat Valid
2	Kesesuaian antara konsep dan konten	78	Valid
3	Kesesuaian antara tujuan pembuatan buku panduan dan materi paparan	78	Valid
4	Kejelasan deskripsi materi	76	Valid
5	Kesesuaian antara Tabel, bagan, gambar dengan materi.	80	Valid
6	Kejelasan contoh yang diberikan	76	Valid
<b>Rata – rata</b>		<b>78,3</b>	<b>Valid</b>



**Tabel 4.** Hasil Asesmen dari Ahli Bahasa

No	Aspek Penilaian	Persentase Skor	Kategori
1	Kesesuaian penggunaan bahasa dengan kaidah bahasa baku	72	Valid
2	Penggunaan bahasa yang komunikatif	80	Valid
3	Kesesuaian antara pemilihan kata untuk mendeskripsikan materi	74	Valid
4	Penggunaan kalimat efektif dalam mendeskripsikan instruksi	76	Valid
5	Penggunaan bahasa yang merangsang keingintahuan pembaca	74	Valid
<b>Rata – rata</b>		75,2	Valid

**Tabel 5.** Hasil Asesmen dari Ahli Media

No	Aspek Penilaian	Persentase Skor	Kategori
1	Akurasi ilustrasi yang digunakan dalam sampul	85	Sangat Valid
2	Kesesuaian antara media dan materi	83	Sangat Valid
3	Kualitas visual dari bagan, Tabel, atau gambar	80	Valid
4	Akurasi ukuran bagan, Tabel, atau gambar	78	Valid
5	Akurasi penempatan grafik, Tabel, atau gambar	78	Valid
<b>Rata – rata</b>		80,8	Valid

**Tabel 6.** Hasil Uji Kelayakan Buku Panduan

No	Aspek Penilaian	Persentase Skor	Kategori
1	Tampilan fisik buku panduan	87	Sangat Layak
2	Ukuran dan jenis huruf digunakan	82	Sangat Layak
3	Kejelasan paparan material di setiap bab	78	Layak
4	Kompatibilitas antar gambar dan bahan	83	Sangat Layak
5	Contoh yang diberikan untuk memahami materi	76	Layak
6	Urutan penyajian materi di setiap bab	80	Layak
<b>Rata – rata</b>		81	Layak

### Uji Kelayakan

Uji kelayakan Buku Panduan Teknik Karakterisasi Material *X Ray Diffractometer* (XRD) di Laboratorium Fisika UNNES dilakukan dengan observasi dan membagikan kuisisioner kepada mahasiswa. Tabel 6 menunjukkan hasil uji kelayakan buku

panduan. Dari Tabel 6 didapatkan bahwa uji kelayakan yang telah dilakukan pada mahasiswa menghasilkan rata-rata persentase skor 81 dan masuk dalam kategori layak. Respons yang diberikan oleh mahasiswa sangat baik dengan beberapa aspek penilaian yang memperoleh nilai cukup tinggi.

## KESIMPULAN

Buku panduan Teknik Karakterisasi Material X Ray *Diffractometer* (XRD) di Laboratorium Fisika UNNES telah dikembangkan dengan model ADDIE yang meliputi lima langkah pengembangan. Kelima langkah tersebut antara lain adalah Analisis, Desain, pengembangan (*Development*), Implementasi, dan Evaluasi.

Hasil validasi ahli materi, ahli bahasa dan ahli media memiliki rata-rata persentase skor 78,1 yang masuk dalam kategori valid. Hal ini menunjukkan buku panduan yang dikembangkan dinilai cukup berkualitas. Hasil uji kelayakan yang dilakukan memberikan rata-rata persentase skor 81 yang masuk dalam kategori layak. Dari uji kelayakan dapat disimpulkan bahwa buku panduan dinilai layak oleh mahasiswa.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kami ucapkan kepada LPPM Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan kesempatan bagi tenaga kependidikan fungsional khusus untuk dapat melakukan kegiatan penelitian dengan sumber dana DIPA UNNES. Kami sampaikan juga ucapan terimakasih kepada Kepala Laboratorium Fisika, Asisten Laboratorium Fisika terutama kepada Meilodi Indreswari, Joshu Leonardi dan Heru Saputra yang ikut membantu pelaksanaan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aldoobie, N. (2015). ADDIE Model. In American International Journal of Contemporary Research (Vol. 5, Issue 6). www.aijcrnet.com
- Arikunto, S. (2011). Prosedur penelitian : suatu pendekatan praktik: Vol. VI (14th ed.). Rineka Cipta.
- Borg, & Gall. (1983). Educational Research, An Introduction. Longman Inc.
- Danang Dwi Wicaksono, Nugroho Imam Setiawan, Wahyu Wilopo, & Agung Harijoko. (2017). Teknik Preparasi Sampel dalam Analisis Mineralogi dengan XRD (X-Ray Diffraction) di Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada. PROCEEDING SEMINAR NASIONAL KEBUMIHAN KE-10 "PERAN PENELITIAN ILMU KEBUMIHAN DALAM PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR DI INDONESIA," 1864–1880.
- Hartini, S., Thaybah, Mastuang, & Mahtari, S. (2018). Developing of Physics Learning Material Based on Scientific Literacy to Train Scientific Process Skills. Journal of Physics: Conference Series, 1097(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1097/1/012032>
- Hastuti, E. (2011). ANALISA DIFRAKSI SINAR X TiO<sub>2</sub> DALAM PENYIAPAN BAHAN SEL SURYA TERSENSITISASI PEWARNA Oleh. <https://doi.org/https://doi.org/10.18860/neu.v0i0.2416>
- Munasir, Triwikantoro, M. Zainuri, & Darminto. (2012). UJI XRD DAN XRF PADA BAHAN MENERAL (BATUAN DAN PASIR) SEBAGAI SUMBER MATERIAL CERDAS (CaCO<sub>3</sub> DAN SiO<sub>2</sub>). Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA), 2(1), 20–29.
- Pratapa, S. (2009). Difraksi Sinar-X untuk Sidikjari dalam Analisis Nanostruktur. Prosiding Seminar Nasional Hamburan Neutron Dan Sinar-X Ke 7, 1–5. <https://digilib.batan.go.id/ppin/katalog/file/1410-7686-2009-1-0011.pdf>
- Puspasari, Heny, and Weni Puspita. 2022. "Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Penelitian Tingkat Pengetahuan dan Sikap Mahasiswa terhadap Pemilihan

Suplemen Kesehatan dalam  
Menghadapi Covid-19." Jurnal  
Kesehatan 13(1): 65.

Sudijono, A. (2007). Pengantar statistik  
pendidikan: Vol. XVI. Raja  
Grafindo Persada.

Tegeh, I. M., Jampel, I. N., & Pujawan,  
K. (2014). Model penelitian  
pengembangan (XVI, Vol. 1).  
Graha Ilmu.