

Analysis of Suitability, Breadth and Depth, Measurement Material in Science Books for Senior High School Grade X

Silmi Maulani Rohman^{1*}, Rifal Pramesthi¹, Asep Irvan Irvani¹

¹Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Garut, Garut, Indonesia.

Received: 24-11-2025

Revised: 15-12-2025

Accepted: 30-12-2025

Published: 02-01-2026

Corresponding Author:

Author Name*: Silmi Maulani

Rohman

Email*: silmi@uniga.ac.id

© 2026 The Authors. This open access article is distributed under a (CC-BY License)



Abstract: The evaluation of physics teaching materials is essential to ensure alignment between content, instructional approaches, and strategies with the demands of the Merdeka Curriculum. This study aims to analyze the suitability, breadth, and depth of content in the chapter Measurement Systems in Scientific Work from the Senior High School Physics textbook in relation to the learning outcomes set by the Merdeka Curriculum and students' cognitive development. The research employs a qualitative descriptive method through document analysis, examining the material's content against the learning achievements of Phase E. The results show that the book presents fundamental concepts of measurement, measuring instruments, and measurement errors systematically and in line with curriculum structure. However, aspects such as uncertainty, data processing, and higher-order thinking skills (HOTS) are still limited. A lack of contextualized exercises, investigative experiments, and scientific reflections is noted. Strengthening the integration of STEM, data exploration, and problem-based activities is essential to improve the depth and meaningfulness of learning. This evaluation recommends the revision of teaching materials to be more adaptive to 21st-century student needs and fully support the Pancasila Student Profile.

Keywords: Teaching material evaluation, Merdeka Curriculum, physics measurement, HOTS development, learning outcomes, data analysis, uncertainty.

Pendahuluan

Evaluasi bahan ajar Fisika sangat penting untuk memastikan ketepatan isi, pendekatan, dan strategi pembelajaran yang selaras dengan cara dan kebijakan kurikulum nasional yang berlaku (Kotsis, 2024; Henukh et al., 2024). Pada hal ini evaluasi dikerjakan supaya, pertama beradaptasi dengan capaian pembelajaran dan juga tahap perkembangan siswa. Pada setiap fase pada Kurikulum Merdeka mempunyai profil kompetensi yang berbeda, dan juga bahan ajar wajib sanggup menjawab hal itu (Ulfa et al., 2024; Warliani et al., 2023). Kedua menggabungkan pendekatan berbasis kompetensi dan pembelajaran berdiferensiasi tidak hanya menyampaikan informasi saja. Ketiga menumbuhkan kemandirian belajar atau sering dikenal *learner autonomy*, bertepatan dengan isi Profil Pelajar Pancasila yang mendukung siswa supaya mampu belajar sepanjang hayat. Dan yang terakhir menjamin strategi serta kegiatan pada bahan ajar yang berbasis pembelajaran interaktif, inovatif, dan siswa sebagai pusat pembelajaran (Maulana & Nurhaliza, 2024).

Bahan ajar fisika tidak hanya menyediakan konsep dan rumus saja, tetapi harus relevan sesuai isu kehidupan nyata, memotivasi berpikir kritis dan problem solving, dan juga dirancang secara matematik seperti STEM. Buku yang dirancang berbasis STEM dan nyata faktanya lebih relevan (86,2 %) dan jawaban siswa sangat setuju (90%), memperlihatkan wajibnya bahan ajar yang berkembang seiring kurikulum

How to Cite:

Rohman, S. M., Mesti, R. P., & Irvani, A. I. (2026). Analysis of suitability, breadth and depth, measurement material in science books for senior high school grade X. RAJENDRA: Journal of Science and Technology Learning Innovation, 1(1). <https://journal.sigufi.com/index.php/rajendra/index>

(Puspita, et al., 2021). Pada tantangan kesenjangan kesiapan guru dan sumber belajar, dalam pengimplementasian Kurikulum Merdeka mendapatkan tantangan contohnya tidak sedikit guru yang tidak siap merancang bahan ajar mandiri yang sesuai kebijakan kurikulum baru, tetap menggunakan bahan ajar lama dari K13 yang tidak sejalan dengan pembelajaran yang berdiferensiasi, serta kesenjangan dalam akses teknologi dan juga pelatihan di berbagai daerah. Pada model elektronik yang berbasis ADDIE dengan validasi di atas rata-rata (80,6%) menunjukkan bahwa evaluasi urgen supaya memastikan kesesuaian bahan ajar dengan pendekatan kekinian dan perangkat digital (Shobrina et al., 2020). Salah satu tantangan dalam implementasi kurikulum baru yakni perbedaan antara sekolah di kota dan wilayah 3T (tertinggal, terdepan, terluar).

Evaluasi bahan ajar wajib mengurangi ketimpangan akses dan mutu misalnya dengan cara pendekatan etnosains (kearifan lokal) sehingga bahan ajar yang terdapat di daerah 3T bisa bermanfaat dengan baik. (Julisma, S 2020). Evaluasi bahan ajar diharuskan untuk mengfilter isi bahan ajar yang masih bersifat hafalan dan belum maksimal maknanya, menjamin keseimbangan profil pelajar pancasila, literasi sains dan juga teknologi. Tantangan nyatanya tidak sedikit modul tidak sesuai dengan struktur kebijakan Kurikulum Merdeka yang berstandar proyek, eksplorasi, dan refleksi. Evaluasi diperlukan supaya modul diganti secara tampilannya saja akan tetapi secara pembelajarannya juga. Pada rumusan masalahnya mengenai tingkat kesesuaian materi pengukuran dalam buku IPA SMA kelas X dengan tuntunan kurikulum nasional, keluasan materi fisika yang disajikan dalam buku tersebut dan juga kedalaman pembahasan konsep fisika dalam buku tersebut jika ditinjau dari perkembangan kognitif siswa. Tujuan penelitiannya supaya dapat mengetahui tingkat kesesuaian materi fisika pengukuran dalam buku IPA SMA kelas X yang sesuai dengan kurikulum nasional, mengetahui keluasan materi fisika yang disajikan dalam buku tersebut dan juga kedalaman pembahasan konsep fisika dalam buku tersebut jika ditinjau dari perkembangan kognitif siswa.

Mengingat tantangan implementasi kurikulum baru sering kali terkendala oleh ketersediaan bahan ajar yang relevan, evaluasi terhadap buku teks menjadi sangat mendesak. Fakta di lapangan menunjukkan bahwa masih banyak modul ajar yang belum sepenuhnya selaras dengan struktur kebijakan Kurikulum Merdeka yang menekankan pada standar proyek, eksplorasi, dan refleksi. Evaluasi mendalam diperlukan agar penyempurnaan bahan ajar tidak hanya menyentuh aspek tampilan, melainkan juga menasar substansi pembelajaran yang fundamental. Berdasarkan urgensi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kesesuaian materi pengukuran dalam buku IPA SMA kelas X dengan tuntutan kurikulum nasional, serta meninjau keluasan dan kedalaman konsep fisika yang disajikan dalam kaitannya dengan perkembangan kognitif siswa.

Metode Penelitian

Penelitian ini menerapkan pendekatan kualitatif dengan metode deskriptif analitis untuk mengkaji secara mendalam kesesuaian, keluasan, dan kedalaman materi. Subjek utama penelitian adalah Buku Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMA/MA Kelas X karya Permanasari et al. (2023) yang diterbitkan oleh Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. Pemilihan buku ini didasarkan pada statusnya sebagai buku ajar resmi yang merepresentasikan implementasi kebijakan Kurikulum Merdeka, sehingga memiliki nilai urgensi dan representasi yang kuat terhadap kebijakan kurikulum nasional.

Proses pengumpulan data dilakukan melalui teknik analisis dokumentasi dengan membedah garis besar isi sub-bab "Sistem Pengukuran dalam Kerja Ilmiah". Data yang diperoleh kemudian disandingkan dengan dokumen pembandingan, yaitu Capaian Pembelajaran (CP) Fase E dan Standar Isi berdasarkan Permendikbudristek No. 5 Tahun 2022. Analisis difokuskan pada topik-topik krusial yang meliputi besaran pokok dan turunan, sistem satuan, aturan angka penting, ketidakpastian, serta ragam alat ukur guna memastikan akurasi dan relevansinya terhadap tingkat kognitif siswa.

Hasil dan Pembahasan

Buku ini menguraikan prinsip-prinsip dasar pengukuran besaran, satuan internasional, serta besaran utama dan turunan dengan cara yang teratur, sejalan dengan capaian pembelajaran pada tahap awal. Ini sesuai dengan pengantar konsep dalam kurikulum yang menekankan pentingnya literasi sains. Namun, penelitian oleh Amiruddin et al. (2024) yang menggunakan analisis Rasch menunjukkan bahwa meskipun materi diajarkan sesuai dengan Kurikulum Merdeka, kemampuan siswa dalam pengukuran masih dianggap rendah, yang menunjukkan perlunya peningkatan kedalaman dan dukungan untuk menerapkan capaian pembelajaran tersebut. Buku ini menyajikan penjelasan rinci serta gambar dari alat pengukur

seperti mistar, jangka sorong, mikrometer, stopwatch, dan termometer yang mendukung Kompetensi Pendidikan keterampilan praktis. Namun, penelitian oleh Khaeruman, Nasbey, dan Wibowo (2024) tentang modul pengukuran yang menggunakan metode pembelajaran berbasis kasus menunjukkan bahwa pendekatan yang sesuai dengan konteks terhadap alat ukur sangat berhasil dalam memperdalam pemahaman, terutama ketika siswa dapat menerapkan alat tersebut dalam keadaan nyata. Buku ini membawa siswa pada pengertian tentang kesalahan acak dan sistematis, tetapi tidak disertai dengan pengayaan proses pengolahan data seperti deviasi standar atau grafik. Di sisi lain, penelitian yang dilakukan oleh Kok dan Priemer (2022) menunjukkan bahwa pendekatan bertahap dalam mengajarkan ketidakpastian sangat krusial untuk membantu siswa memahami variasi data tanpa merasa terbebani oleh matematika yang kompleks. Selain itu, Vignal et al. (2023) mengindikasikan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam penalaran ketidakpastian tanpa adanya latihan reflektif—menekankan pentingnya pengayaan CP dalam hal ini. Menurut CP Kurikulum Merdeka, peserta didik perlu bisa menguraikan signifikansi dari ketelitian ilmiah. Materi telah memberikan narasi tentang ketelitian, tetapi belum terdapat penerapan nyata melalui refleksi atau tugas yang didasarkan pada eksperimen. Penelitian Khaeruman et al. (2024) mengenai modul pengukuran yang berbasis kasus menyimpulkan bahwa tugas yang kontekstual dapat memperkuat pemahaman tentang ketelitian di kalangan siswa.

Materi pada bab Sistem Pengukuran dalam Kerja Ilmiah sudah meliputi semua topik penting yang sesuai dengan kebutuhan kurikulum kelas X. Konsep-konsep seperti besaran pokok dan turunan, satuan SI, alat ukur panjang dan waktu, dan juga ketidakpastian pengukuran dipaparkan secara matematis. Tidak ada materi yang berlebihan. Urutan penulisan sangat sistematis dimulai dengan pengenalan macam-macam alat ukur; besaran, satuan, dimensi; aturan angka penting; nilai ketidakpastian pada pengukuran berulang. Penulissannya diawali dari konsep yang paling mendasar sampai penerapan praktis, sangat relevan bagi siswa SMA awal. Materi yang disediakan pada bab Sistem Pengukuran dalam Kerja Ilmiah secara keseluruhan sudah meliputi topik-topik mendasar yang diharuskan dalam kurikulum Fisika kelas X, yang terpenting yang berhubungan dengan pengukuran untuk dasar penting kerja ilmiah. Pada buku ini memaparkan pengertian besaran dan satuan, sistem satuan internasional (SI), perbedaan antara besaran pokok dan besaran turunan, dan juga menjelaskan cara-cara menggunakan alat ukur contohnya mistar, jangka sorong, mikrometer sekrup, stopwatch dan juga termometer (Kok, K. & Priemer 2022).

Materi ini telah sesuai dengan kompetensi dasar pada kurikulum merdeka yang berfokus pada literasi ilmiah dan keterampilan praktis dalam memahami dan mengukur gejala alam secara perhitungan. Tetapi apabila ditinjau secara lebih mendalam, masih ada beberapa hal yang belum spesifik yang belum sepenuhnya terliput secara mendalam. Contohnya, konsep terkait analisis ketidakpastian pengukuran, yang bagian penting dalam kerja ilmiah, yang dibahas hanya hal umumnya saja tanpa secara spesifik lebih mendalam baik dalam bentuk soal eksperimen ataupun bentuk studi kasus (Vignal, et al, 2023). Dan bagian yang tidak dibahas secara spesifik adalah SI hanya nama-nama saja tanpa disertai penjelasan yang lengkap. Dan juga pada faktor-faktor kesalahan hanya dicantumkan pada peta konsepnya saja tidak ada pada bagian penjelasan materinya. Serta Alat ukur tidak semuanya dijelaskan hanya dicantumkan saja gambarnya saja. Bukan hanya itu, pada bagian aspek pengolahan data hasil pengukuran contohnya rata-rata, simpangan, maupun grafik hasil pengamatan masih dangkal. Ditinjau dari sisi lain, tidak terdapat topik yang materi yang berlebihan ataupun tidak dipercaya dalam konteks pembelajaran fisika kelas X. Buku ini masih terpusat pada konsep-konsep pengukuran dan juga tidak terperinci yang dipelajari di tingkat lebih tinggi.

Urutan penyajian materi dalam bab ini terbilang sistematis dan tepat dengan tingkat kemampuan siswa. Materi diawali dari hal-hal yang esensial, selanjutnya ke penggunaan alat ukur dan pemakaiannya, samapai ke konsep kesalahan dan ketelitian pengukuran. Langkah ini mempermudah siswa dalam merancang pemahaman dari sesuatu yang konkret ke hal yang acak, dan juga dari konsep kepengaplikasian. Dengan hal ini, pada hal keluasaan, buku ini sudah meliputi pokok materi yang sesuai dengan kurikulum dan kebutuhan siswa kelas X, walaupun masih terdapat pengayaan terkhusus dalam memperluas pendekatan praktis dan pengolahan data ilmiah (Kok K. & Priemer, 2023).

Secara universal, tingkat kedalaman materi pada bab Sistem Pengukuran dalam Kerja Ilmiah pada buku ini telah tepat dan baik dengan fase perkembangan pemikiran siswa kelas X. Materi ini dijelaskan dengan bahasa yang mudah dimengerti, memakai ilustrasi alat ukur yang membantu penggambarannya meskipun tidak semua alat ukur dijelaskan hanya sebagian saja. Dan juga disusun secara runtut diawali dari pengenalan alat ukur, lalu konsep-konsep mendasar, pengukuran berulang, pengukuran tunggal, jenis besaran, satuan SI, komponen alat ukur, nilai skala terkecil, nilai ketidakpastian tunggal dan juga cara mengukur, walaupun ada poin yang tidak dibahas yaitu faktor-faktor kesalahan pengukuran, dan juga

penggunaan atau cara menggunakan alat ukur yang tidak dijelaskan seluruhnya seperti cara penggunaan meteran, multimeter, dan juga stopwatch (Kok K. & Priemer, 2022). Hal ini memperlihatkan bahwa buku ini sudah mempertimbangkan kemampuan dasar siswa kelas X yang baru terdaftar tingkat pendidikan menengah atas dan masih dalam langkah meningkatkan pemahaman dasar.

Tetapi, hasil analisis, ada beberapa bagian yang memerlukan pemaparan lebih mendalam supaya pemahaman siswa lebih terkuasai. Dari banyaknya materi ada materi yang harus ada pendalaman yaitu cara penggunaan alat atau langkah-langkah pemakaian alat karena hanya sebagian yang di bahasnya, dan materi ketidakpastian dalam pengukuran yang mana buku ini hanya memaparkan jenis kesalahan pengukuran dan melampirkan beberapa contoh perhitungan yang sangat mudah. Padahal, poin ini sangat berpengaruh terhadap kerja ilmiah, sebab berhubungan langsung dengan akurat dan benar pada hasil eksperimen. Siswa harus dibimbing lebih intens dalam memahami bagaimana memproses data hasil pengukuran, menghitung rata-rata, dan juga mengevaluasi masalah hasil dengan mementingkan ketidakpastian. Dari sisi lain, tidak didapakan bagian yang sangat rumit ataupun terlalu sulit bagi siswa kelas X. Bahkan, beberapa bagian yang berhubungan dengan pengolahan data ilmiah maupun pemanfaatan alat ukur dalam hal yang nyata belum dikembangkan secara totalitas (Vignal et al., 2023). Contohnya, belum adanya aktivitas praktikum inkuiri terbimbing yang mengharuskan siswa membandingkan dua hasil pengukuran dari berbagai alat yang tidak sama, maupun studi kasus mengenai ketutamaannya ketelitian pengukuran dalam dunia nyata (Dehipawala et al, 2023). Dengan hal ini, materi dalam bab ini belum terlalu mendalam tetapi masih cukup aman supaya bisa dipelajari siswa kelas X. Tetapi, supaya kedalam materinya sesuai, harus diperbanyak contoh yang aplikatif, kegiatan berbasis penyelesaian masalah, dan juga penayaan diperbanyak pada setiap topik yang dibahasnya yang mana bisa membuat siswa untuk lebih berpikir kritis dan juga mempelajari konsep-konsep pengukuran ini dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari dan juga penelitian sains.

Analisis Kesesuaian dengan Capaian Pembelajaran (CP)

Bahan ajar pada bab sistem pengukuran dalam kerja ilmiah secara universal sudah disusun dengan cukup baik dan sesuai dengan capaian pembelajaran yang telah diharuskan dalam kurikulum Fisika kelas X, khususnya pada kurikulum merdeka. Capaian pembelajaran tersebut meliputi empat hal pokok, yakni: 1. Memahami konsep dasar esensial pengukuran, 2. Mengidentifikasi dan memakai alat ukur besaran pokok, 3. Mengerjakan pengukuran dengan memperhatikan ketidakpastian, dan juga 4. Menyimpulkan utamanya ketelitian dalam aktivitas sains. Pada aspek pertama, buku ini memberikan penjelasan konseptual yang lumayan baik terkait pengukuran, termasuk pembagian besaran baik pokok maupun turunan, pemakaian satuan internasional (SI), dan juga sistem konversi satuan. Hal ini memperlihatkan bahwa tujuan pembelajaran mengenai pemahaman konsep dasar sudah terliputi dan menjelaskannya secara sistematis. Pada aspek kedua, buku menyediakan ilustrasi dan uraian penggunaan alat ukur contohnya mistar, jangka sorong, mikrometer sekrup, dan termometer. Materi ini mendorong kompetensi siswa supaya tidak hanya mengidentifikasi, namun juga memahami manfaat dan cara kerja alat tersebut, maka sesuai dengan kompetensi keterampilan dalam kurikulum. Kemudian, pada aspek yang ketiga, adalah memperhatikan ketidakpastian dalam pengukuran, bahan ajar telah dikenalkan berbagai jenis kesalahan (acak dan sistematis) dan juga beberapa contoh perhitungan sederhana. Walaupun, masih bersifat esensial, dengan adanya materi ini membuktikan bahwa bahan ajar sudah menyediakan pemahaman dasar siswa terhadap utamanya ketelitian dan keakuratan dalam hasil eksperimen (Pollard, B et al., 2020). Tetapi, supaya lebih mendalam, harusnya materi ini diperkuat dengan latihan atau tugas yang berbasis data eksperimen nyata refleksi terhadap hasil pengukuran (Tirosh, O., et, al, 2022). Aspek keempat yakni pentingnya ketelitian, buku telah memasukkan refleksi mengenai peran ketelitian dan proses ilmiah. Walaupun disediakan dalam bentuk cerita, penyampaian ini masih relevan dengan kompetensi sikap ilmiah yang difokuskan dalam standar nasional. Secara keseluruhan bahan ajar ini mendorong pencapaian kompetensi dasar sebagaimana diatur dalam standar kurikulum nasional. Materi dipaparkan secara struktur, tepat dengan tingkat perkembangan siswa SMA kelas X, dan meliputi dimensi pengetahuan, keterampilan, dan juga sikap ilmiah. Namun hal ini, supaya lebih maksimal, buku ini bisa dikembangkan lebih lanjut, tugas berbasis proyek, dan juga evaluasi berbasis nyata supaya dapat memperkuat ketercapaian kompetensi secara menyeluruh (Geschwind, G. et al, 2024).

Kemampuan Kognitif

Kedalaman pembahasan konsep fisika pada buku ini, apabila dilihat dari perkembangan kognitif fisika siswa kelas X, masih dalam tingkatan pemahaman dasar yakni C1-c2 dan sedikit pada C3. Topik seperti besaran, satuan, dan alat ukur dipaparkan secara penggambaran dan langkah-langkah, tetapi belum memotivasi siswa untuk berpikir analisis C4 atau evaluasi C5 (Vignal et al, 2023). Materi utama contohnya ketidakpastian pengukuran hanya dikenalkan secara tidak mendalam sebab hanya dasar saja tidak dengan latihan analisis dan refleksi ilmiah. Padahal, berdasarkan kognitif formal-operasional (Piaget) dan taksonomi Bloom, siswa SMA sudah seharusnya dilatih untuk berpikir ilmiah, memproses data, dan menjadikan penilaian kritis. Yang artinya bukan tidak sesuai, namun kurang mendalam supaya mengembangkan kemampuan berpikir saintifik yang lebih tinggi (Kok & priemer, 2022).

Higher Order Thinking Skills

Secara umum, bahan ajar dalam bab ini seluruhnya mendorong pengembangan berpikir kritis tingkat tinggi. Aktivitas belajar dan pemaparan lebih banyak bersifat informatif dan prosedural, yakni mengenalkan konsep besaran, satuan, dan penggunaan alat ukur. Walaupun materi tersebut esensial, penyediaannya lebih dominan mengarahkan siswa untuk hafalan dan memahami saja C1-C2 bukan menganalisis atau mengevaluasi C4-C5. Soal dan kegiatan berpikir kritis, kreatif, dan analisis masih sangat terbatas. Tidak banyak ditemui pertanyaan yang terbuka yang menjadikan siswa supaya dapat memaparkan peristiwa pengukuran dalam konteks dunia nyata, atau memperhitungkan hasil ukur dari alat yang tidak sama. Beberapa bagian, contohnya pengenalan kesalahan pengukuran, berpotensi dikembangkan untuk latihan berpikir analitik. Tetapi dalam buku ini, materi tersebut hanya dipaparkan secara penggambaran dan tidak disertai aktivitas eksploratif. Kaitannya antara konsep pengukuran dan kehidupan sehari-hari kurang diperlihatkan secara berangsur-angsur pada setiap topik pembahasan. Contohnya, tidak ada hubungan dengan pengukuran bidang kesehatan (termometer), teknik (alat ukur presisi), maupun transportasi (stopwatch) (Vignal et al, 2023). Pada soal-soal buku ini lebih bersifat rendah dalam tantangan kognitif, kebanyakan berupa soal pilihan ganda dan isinya yang menekankan keterampilan menghitung, tidak menyimpulkan, mengevaluasi, dan membuat generalisasi. Tidak terdapat banyak soal yang bisa mengukur kemampuan analisis, evaluasi, dan sintesis. Contohnya tidak ditemukan soal seperti membandingkan dua hasil pengukuran memakai alat yang berbeda, dan menyimpulkan ketidakakuratan dari setiap alat ukur tersebut, apa dampak kesalahan sistematis dalam eksperimen laboratorium terhadap kesimpulan, bagaimana ketelitian alat ukur berdampak terhadap pengambilan keputusan dalam kehidupan sehari-hari (nugraha et al, 2021).

Kesimpulan

Buku ini sudah cukup baik dalam mencakup materi pengukuran sesuai dengan Capaian Pembelajaran (CP) Kurikulum Merdeka. Penjelasan konsep dasar dan penggunaan alat ukur disampaikan secara sistematis sehingga dapat membantu siswa memahami dasar-dasar fisika secara tepat. Namun, berdasarkan berbagai hasil penelitian dan pendekatan pembelajaran terkini, masih ada beberapa aspek yang dapat ditingkatkan. Pertama, pemahaman siswa terhadap ketidakpastian pengukuran sebaiknya diperkaya dengan contoh-contoh nyata, penggunaan grafik, dan pengolahan data seperti simpangan baku. Hal ini penting agar siswa tidak hanya mengetahui jenis kesalahan, tetapi juga mampu menganalisis kualitas data pengukuran secara lebih mendalam. Kedua, penting untuk melibatkan siswa dalam eksperimen kontekstual, yaitu kegiatan yang relevan dengan kehidupan sehari-hari. Misalnya, mengukur suhu tubuh menggunakan berbagai alat atau menghitung waktu reaksi dalam eksperimen sederhana. Aktivitas seperti ini dapat memperkuat pemahaman tentang fungsi alat ukur dan pentingnya ketelitian. Ketiga, buku juga akan lebih optimal jika dilengkapi dengan kegiatan reflektif dan diskusi ilmiah. Contohnya berupa pertanyaan terbuka, studi kasus, atau tugas menulis jurnal pengamatan. Ini bertujuan agar siswa mampu menyimpulkan sendiri mengapa akurasi dalam pengukuran sangat krusial dalam proses ilmiah. Terakhir, dalam mendukung pencapaian CP secara maksimal, modul pembelajaran berbasis pengukuran* sebaiknya memuat tahapan penyelidikan ilmiah dan mendorong siswa untuk melakukan penalaran (reasoning) atas hasil pengamatan mereka. Pendekatan seperti ini sangat dianjurkan dalam literatur pendidikan sains modern.

Dengan memperkuat aspek-aspek tersebut, buku ini akan semakin efektif dalam membantu siswa mencapai kompetensi utama yang diharapkan dalam Kurikulum Merdeka, seperti memahami konsep pengukuran, menggunakan alat secara tepat, menganalisis data secara kritis, serta menumbuhkan sikap teliti dan ilmiah. Buku ini kompeh Buku IPA untuk SMA/MA kelas X (2023) karya Anna Permanasari, Elizabeth Tjahdarmawan, dan Ayuk Ratna Puspaningsih pada bab Sistem Pengukuran dalam Kerja Ilmiah

mempunyai cakupan materi yang lumayan luas dan relevan dengan kurikulum Fisika kelas X. Materi yang disediakan meliputi konsep dasar contohnya besaran dan satuan, sistem SI, alat ukur, serta pengenalan terhadap kesalahan pengukuran. Cakupan ini telah menunjukkan kompetensi inti dalam Kurikulum Merdeka, walaupun tidak sepenuhnya mendalam dalam pembahasan topik terutama pada topik pengolahan data dan ketidakpastian. Pada sisi kedalaman, materi disusun dengan menggunakan bahasa yang mudah dipahami dan runut, sesuai dengan perkembangan kognitif siswa SMA yang sedang perpindahan dari tahap berpikir konkret menuju formal-operasional. Tetapi, aspek ketelitian, analisis dan eksperimen, serta penilaian akurasi hasil ukur masih dijelaskan secara esensial dan penggambaran, belum dikembangkan melewati latihan yang perhitungan ataupun reflektif berbasis data. Dari persepektif pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS) belum banyak memotivasi untuk berpikir seperti itu. Aktivitas dan soal masih banyak bersifat hafalan dan langkah-langkah, belum memunculkan berpikir tingkat tinggi maupun kemampuan analisis dan juga penerapan konsep dalam konteks nyata. Buku ini harus ada banyak soal pengayaan soal terbuka, eksperimen, dan juga refleksi sains supaya lebih maksimal mendorong capaian pembelajaran abad 21.

Daftar Pustaka

- Amiruddin, M. Z. B., Samsudin, A., Coştu, B., Suhandi, A., Kaniawati, I., & Apriliyanti, N. (2024). Impressive analysis of high school students' abilities in physics measurement materials of the new Indonesian-paradigm curriculum via the Rasch model. *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*, 9(2), 253–265.
- Dehipawala, S., Leung, D., & Peterson, B. (2023). Teaching and assessment of physics measurement uncertainty in remote delivery during Covid-19 Lockdown. *Journal of Research in STEM Education* 5 (2), 94-103.
- Geschwind, G., Vignal, M., Caballero, M. D., & Lewandowski, H. J. (2024). A research-based assessment instrument to explore undergraduate students' proficiencies around measurement uncertainty in physics lab contexts. *Physical Review Physics Education Research*, 20, 020105.
- Henukh, A., Rochintaniawati, D. D., Riandi, R., Setiawan, A., Irvani, A. I., & Aini, R. Q. (2024). Environmental Physics Learning: Implementation and Assessment in Higher Education. *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)*, 7(2), 269-279.
- Julisma, S. (2022). Pengembangan Bahan Ajar Fisika Kelas VIII SMP N 1 Mempawah Hilir Berbasis Kearifan Lokal pada Materi Gaya. *Jurnal Inovasi Pendidikan dan Pengajaran (JIPP)*, 1(2), 79–85.
- Kemendikbudristek. (2022). *Capaian Pembelajaran SMA/MA Fase E (Kurikulum Merdeka)*. Jakarta: Pusat Kurikulum dan Pembelajaran.
- Khaeruman, M., Nasbey, H., & Wibowo, F. C. (2024). Physics learning module on Google Sites-assisted case-based learning measurement material. *Wahana Pendidikan Fisika*, 9(1), 83–94.
- Kok, K., & Priemer, B. (2022). Comparing Different Uncertainty Measures to Quantify Measurement Uncertainties in High School Science Experiments. *International Journal of Physics and Chemistry Education*, 14(1) 1–9.
- Kok, K. & Priemer, B. (2023). Assessment tool to understand how students justify their decisions in data comparison problems. *Physical Review Physics Education Research*, 19(2), 020141.
- Kotsis, K. T. (2024). Physics education in EU high schools: Knowledge, curriculum, and student understanding. *European Journal of Contemporary Education and E-Learning*, 2(4), 28-38.
- Maulana, H., & Nurhaliza, D. (2024). Pengembangan Modul Fisika Berbasis Learner Autonomy sebagai Upaya Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa. *Jurnal Berkala Sains dan Edukasi (JBSE)*, 12(1), 56–65.
- Moleong, L. J. (2022). *Metodologi Penelitian Kualitatif (Edisi Revisi)*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Nugraha, M. G., Suhandi, A., & Permanasari, A. (2021). Pengembangan soal HOTS berbasis konteks untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa pada mata pelajaran fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 17(2), 85–94.
- Permanasari, A., dkk. (2023). *Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Permendikbudristek RI No. 5 Tahun 2022 tentang Standar Kompetensi Lulusan dan Standar Isi.
- Pollard, B., Werth, A., Hobbs, R., & Lewandowski, H. J. (2020). Impact of a course transformation on students' reasoning about measurement uncertainty. *Physical Review Physics Education Research*, 16, 020160.
- Puspitasari, E., Putra, P. D. A., & Supriadi, B. (2021). Pengembangan buku ajar fisika berbasis STEM pada pokok bahasan suhu dan kalor di SMA. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika*, 2(1), 44–52.

- Shobrina, N. Q., Sakti, I., & Purwanto, A. (2020). Pengembangan desain bahan ajar fisika berbasis e-modul pada materi momentum. *Jurnal Kumparan Fisika*, 3(1), 33–40.
- Sugiyono. (2023). *Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Tirosh, O., Vignal, E., & Lewandowski, H. J. (2022). Investigating student reasoning about measurement uncertainty and drawing conclusions from data in inquiry labs. *International Journal of Science Education*, 44(10), 1695–1715.
- Ulfa, S., Irvani, A. I., & Warliani, R. (2024). Pengembangan modul ajar fisika Kurikulum Merdeka. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains (JPFS)*, 7(1), 51-59.
- Vignal, E., Holmes, N. G., & Manogue, C. A. (2023). Development and validation of the SPRUCE assessment for student reasoning about uncertainty. *Physical Review Physics Education Research*, 19(2), 020139.
- Vignal, M., Pollard, B., & Lewandowski, H. (2023). Survey of physics reasoning on uncertainty concepts in experiments: an assessment of measurement uncertainty for introductory physics labs (2023) *Physical Review Physics Education Research*.
- Wahyudi, A., Rahmawati, I., & Hidayat, R. (2021). Analisis Kesesuaian Buku Fisika dengan Kurikulum. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 17(1), 56–66.
- Warliani, R., Irvani, A. I., & Khoiril, A. (2023). Analisis Modul Ajar Fisika berbasis Kearifan Lokal pada Platform Merdeka Mengajar. *Jurnal Ilmu Fisika dan Pembelajarannya (JIFP)*, 7(2), 7-13.