

---

**VALIDITAS LEMBAR KERJA MAHASISWA BERBASIS PROYEK MATERI  
OBSERVABEL DAN OPERATOR PADA MATA KULIAH FISIKA KUANTUM**

Sri Purwaningsih<sup>1</sup>, Febri Berthalita Pujaningsih<sup>2\*</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jambi, Indonesia  
Corresponding author email: [febri.berthalita@unja.ac.id](mailto:febri.berthalita@unja.ac.id)

---

**Submit: 15 Desember 2023**

**Accepted: 25 Desember 2023**

**Publish: 30 Desember 2023**

---

**Abstrak:**

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui hasil validitas dan kesesuaian lembar kerja mahasiswa berbasis proyek materi observabel dan operator pada mata kuliah fisika kuantum. Dalam penelitian ini menggunakan model pengembangan *four-D* yang terdiri dari tahap *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *develop* (pengembangan), dan *dessiminate* (penyebaran). Penilaian kevalidan dilakukan sebanyak dua tahap oleh validator ahli materi dan validator ahli media. Butir penilaian untuk validator ahli materi sebanyak 16 pertanyaan dan validator ahli media sebanyak 17 pertanyaan dengan kriteria nilai sangat baik (4), baik (3), cukup baik (2), dan tidak baik (1). Hasil validasi ahli materi dan ahli media menunjukkan bahwa lembar kerja mahasiswa berbasis proyek materi observabel dan operator adalah sangat baik dengan nilai rata-rata 3,69 dan termasuk dalam kategori sangat sesuai untuk digunakan dalam perkuliahan fisika kuantum. Diharapkan dengan dibuatnya lembar kerja berbasis proyek dalam pembelajaran fisika kuantum, akan memudahkan mahasiswa memahami materi dan meningkatkan keaktifan mahasiswa dalam proses pembelajaran.

**Kata Kunci:** Lembar kerja mahasiswa berbasis proyek, operator, observabel, fisika kuantum

**Abstract :**

*The aim of this study was to find out the results of validity and suitability of twin sheets of project-based student work of observable matter and operators on quantum physics courses. This study uses a four-D development model consisting of define, design, develop, and dessiminate stages. The assessment of kevalidan is carried out in two stages by a material expert validator and a media expert validator. Grades for material expert validators were 16 questions and media expert validators 17 questions with criteria of excellent (grade 4), good (grade 3), moderately good (value 2), and not good (value 1). The results of the validation of material experts and media experts show that the project-based student worksheet of observable matter and operators is excellent with an average score of 3.69 and belongs to the category particularly suitable for use in quantum physics lectures. It is hoped that by creating a project-based worksheet in quantum physics learning, it will make it easier for students to understand the material and increase students' liveliness in the learning process.*

*Keywords: Student worksheet based on project, operator, observables, quantum physics*

---

## **Pendahuluan**

Pembelajaran konvensional adalah pembelajaran yang menitik beratkan pada dosen sebagai sumber ilmu. Dosen memberikan materi secara monoton dan mahasiswa hanya menerima begitu saja. Bahkan ada mahasiswa yang bosan dan tidak peduli dengan apa yang sedang di jelaskan oleh dosen karena sibuk bermain gawai. Dalam pembelajaran konvensional sebagian kecil dari mahasiswa yang memperhatikan kegiatan pembelajaran tersebut (Londa et al., 2020). Tentu saja pelaksanaan pembelajaran secara konvensional ini tidak sesuai untuk tingkat perguruan tinggi. Pembelajaran di tingkat perguruan tinggi selain memberikan materi dan konsep yang kuat juga harus melatih mahasiswa untuk berkembang dan mandiri. Kemandirian mahasiswa pada tingkat perguruan tinggi merupakan hal utama dalam pembelajaran. Pada pelaksanaan pembelajaran mandiri, mahasiswa memperoleh pengalaman belajar dan dituntut harus dapat mengerjakan tugas secara sendiri maupun kelompok mulai dari meninjau, memahami, dan menganalisis, serta memperhitungkan waktu agar efisien dan efektif.

Pembelajaran berbasis proyek merupakan contoh model pembelajaran yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan dalam pembelajaran konvensional. Pada model pembelajaran berbasis proyek, dosen diberikan keleluasaan untuk mengelola kelas dengan memberikan proyek kepada mahasiswa. Dengan pemberian proyek ini, mahasiswa menjadi aktif, kreatif, dan motivasi mahasiswa belajar meningkat (Simamora & Sianipar, 2022). Model pembelajaran berbasis proyek menitikberatkan pengalaman mahasiswa, baik secara perseorangan maupun kelompok untuk dapat menyelesaikan masalah terkait dengan materi dan untuk membantu mahasiswa mendapatkan ide baru, berdasarkan konsep atau informasi yang didapat (Natty et al., 2019). Mahasiswa juga diberikan kebebasan untuk mengembangkan pembelajaran sendiri dan tanggung jawab luaran dari proyek tersebut berupa suatu produk (Kade, 2013). Penerapan model pembelajaran berbasis proyek menjadikan mahasiswa mempunyai kemandirian dalam menyelesaikan tugas yang dihadapinya (Wena, 2009). Kelebihan dari model pembelajaran Project Based Learning (PjBL) adalah dapat memberikan pengalaman khusus kepada mahasiswa karena dalam model pembelajaran ini melibatkan mahasiswa. Hal ini akan membuat mahasiswa terkesan dan akan lebih mudah masuk ke dalam ingatan ketika belajar (Sari et al., 2020).

Fisika Kuantum merupakan salah satu mata kuliah wajib yang diajarkan pada Program Studi Pendidikan Fisika di Universitas Jambi. Salah satu submateri yang ada dalam mata kuliah fisika kuantum adalah observabel dan operator. Observabel adalah variabel yang dapat diamati seperti energi, momentum, massa dan sebagainya di ruang nyata. Sedangkan operator adalah perintah matematis yang dikerjakan pada suatu fungsi maka akan menghasilkan fungsi lain. Materi observabel dan operator tergolong materi yang sulit untuk dipahami oleh mahasiswa karena keabstrakannya. Apabila dosen memberikan materi dengan cara menjelaskan detail dari setiap tahap pembuktian, maka mahasiswa tidak terlibat di dalam proses pembuktian tersebut. Kegiatan pembelajaran mahasiswa hanya menulis ulang dan menghafal. Oleh karena itu, proses pembelajaran harus dirancang sebaik mungkin agar mahasiswa aktif dan mandiri sehingga dapat memahami materi dengan baik.

Untuk membuat mahasiswa aktif dan mandiri dalam kegiatan pembelajaran perlu dikembangkan sebuah bahan ajar yaitu lembar kerja mahasiswa berbasis proyek. Susunan lembar kerja mahasiswa berbasis proyek secara umum terdiri dari halaman depan (*cover*), kata pengantar, daftar isi, glosarium, peta konsep, capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran, prasyarat, petunjuk penggunaan LKM dan cek penguasaan, ringkasan materi, persiapan, tugas proyek, dan daftar pustaka. Lembar kerja mahasiswa berbasis proyek fokus pada penyelesaian proyek dari permasalahan nyata yang diberikan (Novita et al., 2016).

Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian pengembangan lembar kerja mahasiswa berbasis proyek pada materi observabel dan operator. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui hasil validitas dan kesesuaian dari lembar kerja yang telah dibuat. Diharapkan dengan dibuatnya lembar kerja berbasis proyek dalam pembelajaran fisika kuantum, akan memudahkan mahasiswa memahami materi dan meningkatkan keaktifan mahasiswa dalam proses pembelajaran.

## Metode Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan model 4-D yang terdiri dari empat tahap yaitu *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *develop* (pengembangan), dan *dessiminate* (penyebaran) (Wicaksono, 2022). Dalam penelitian ini tahap pengembangan disederhanakan hanya sampai tahap *develop*, yaitu proses pengembangan lembar kerja mahasiswa berbasis proyek disertai dengan melakukan uji validitas ahli materi dan ahli media. Kegiatan pada tahap pendefinisian meliputi menganalisis perangkat kurikulum, karakteristik materi, dan mahasiswa yang terkait perkuliahan fisika kuantum. Kegiatan pada tahap perancangan meliputi perumusan tujuan pembelajaran, pemilihan media, pemilihan strategi pembelajaran, pembuatan rancangan awal lembar kerja mahasiswa berbasis proyek, dan pembuatan kisi-kisi instrumen penilaian validasi. Kegiatan pada tahap pengembangan yaitu menghasilkan lembar kerja mahasiswa berbasis proyek melalui proses validasi ahli materi dan ahli media. Butir penilaian untuk validator ahli materi sebanyak 16 pertanyaan dan validator ahli media sebanyak 17 pertanyaan seperti terlihat pada Tabel 1. dan Tabel 2.

Tabel 1. Kisi-kisi pertanyaan validasi ahli materi

No	Pertanyaan
1	Kelengkapan isi
2	Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran
3	Akurasi mater
4	Akurasi konsep
5	Akurasi prinsip dan teori
6	Keakuratan gambar dan ilustrai
7	Kesistematian urutan materi
8	Kesesuaian dengan tingkat perkembangan berpikir mahasiswa
9	Keterpahaman mahasiswa terhadap pesan
10	Dorongan berpikir kritis pada mahasiswa
11	Ketepatan struktur kalimat
12	Ketepatan tata bahasa
13	Ketepatan ejaan
14	Menguji pemahaman
15	Mempertanyakan
16	Mengevaluasi konsep yang dipelajari

Tabel 2. Kisi-kisi pertanyaan validasi ahli media

No	Pertanyaan
1	Penampilan unsur tata letak pada <i>cover</i> depan dan <i>cover</i> belakang
2	Memiliki pusat pandang ( <i>point center</i> ) yang baik
3	Keseimbangan unsur tata letak
4	Ukuran unsur tata letak proporsional
5	Ilustrasi pada <i>cover</i> depan LKM
6	Penempatan tata letak isi konsisten
7	Ukuran judul pada <i>cover</i> depan LKM lebih dominan
8	Tidak terlalu banyak jenis huruf
9	Bidang cetak dan margin proporsional
10	Teks dan ilustrasi berdekatan
11	Kesesuain bentuk, warna, dan ukuran unsur tata letak
12	Ilustrasi
13	Spasi antar huruf normal
14	Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dengan materi
15	Menyediakan ruang untuk menulis/menggambarkan LKM
16	Pendahuluan
17	Daftar pustaka

Kriteria penilaian oleh validator terdiri dari empat kategori seperti terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Penilaian Ahli Materi dan Ahli Media

Kriteria	Nilai
Sangat baik	4,00
Baik	3,00
Cukup baik	2,00
Tidak baik	1,00

Setelah diperoleh nilai validasi dari ahli materi dan ahli media, selanjutnya menghitung rata-rata nilai menggunakan persamaan 1.

$$\overline{KN} = \frac{X}{Y} \times 100\%$$

Keterangan :

$\overline{KN}$  : Nilai rata-rata  
 $X$  : Jumlah nilai yang diperoleh  
 $Y$  : Jumlah nilai maksimum

Setelah mendapatkan hasil perhitungan rata-rata nilai dari persamaan (1), maka langkah selanjutnya yaitu mengkategorikan kesesuaian lembar kerja mahasiswa berbasis proyek materi observabel dan operator sesuai Tabel 4.

Tabel 4. Kriteria Kesesuaian LKM untuk proses perkuliahan

Kriteria	Rentang Nilai (%)
Sangat sesuai	81 - 100
Sesuai	61 - 80
Cukup sesuai	41 - 60
Kurang sesuai	21 - 40
Tidak Sesuai	0 - 20

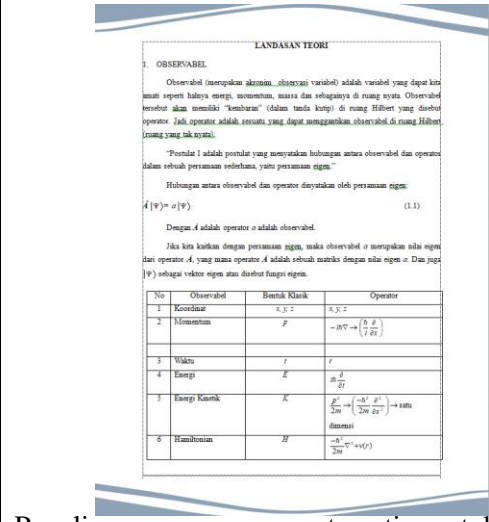
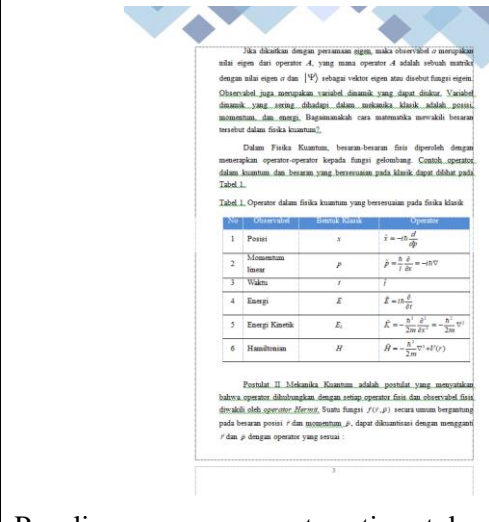
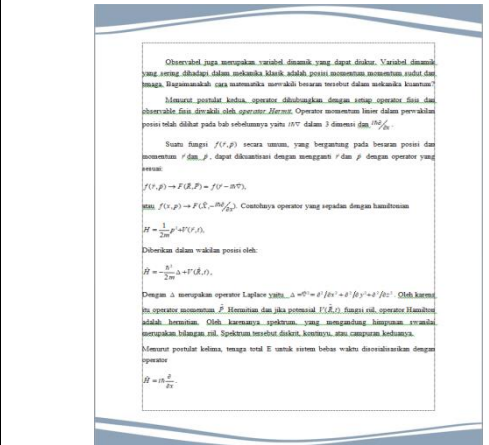
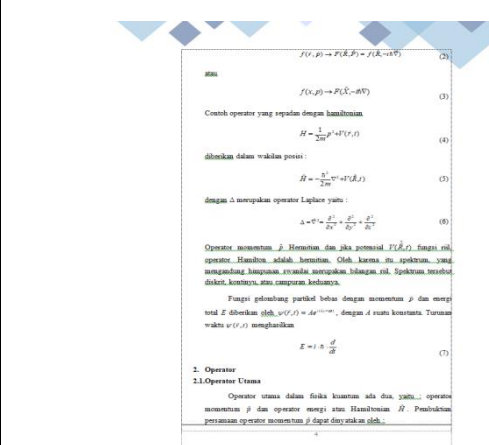
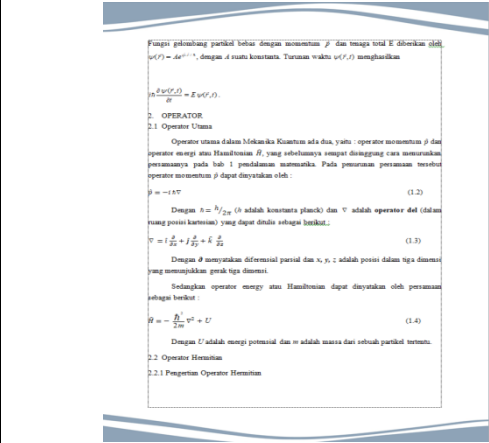
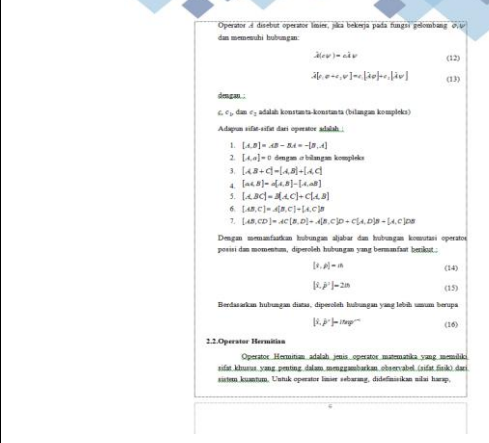
## Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pada tahap pendefinisian (*define*) peneliti mendapatkan informasi mengenai kebutuhan bahan ajar yang dapat meningkatkan keaktifan mahasiswa yaitu lembar kerja mahasiswa berbasis proyek. Sumber materi yang dapat digunakan dalam penelitian antara lain buku teks, jurnal, dan prosiding. Karakteristik mahasiswa di program studi pendidikan fisika sangat lemah dalam memahami materi dan malas untuk berusaha mencari cara bagaimana agar dapat mengikuti perkuliahan, sehingga lembar kerja mahasiswa yang dibuat harus bisa mengatasi hal ini.

Pada tahap perancangan (*design*) peneliti merancang perumusan tujuan pembelajaran, pemilihan media, pemilihan strategi pembelajaran, pembuatan rancangan awal lembar kerja mahasiswa berbasis proyek, dan pembuatan kisi-kisi instrumen penilaian validasi. Tujuan pembelajaran pada lembar kertas mahasiswa adalah memahami konsep tentang observabel dalam Fisika Kuantum, memahami bentuk-bentuk operator dalam Fisika Kuantum, mengoperasikan operator terhadap suatu fungsi. Media yang dipilih untuk lembar kerja mahasiswa adalah media cetak. Strategi pembelajaran menggunakan model berbasis proyek. Kisi-kisi instrumen yang digunakan adalah kisi instrumen untuk validasi ahli materi dan validasi ahli media.

Pada tahap validasi, lembar kerja mahasiswa berbasis proyek yang telah dibuat divalidasi oleh validator ahli materi dan validator ahli media. Validasi pertama adalah validasi ahli materi. Pada tahap validasi ahli materi dilakukan sebanyak dua kali dengan rincian revisi seperti terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Validasi Ahli Materi

Sebelum Revisi	Sesudah Setelah Revisi
 <p>Penulisan persamaan matematis untuk energi kinetik dibuat lebih jelas</p>	 <p>Penulisan persamaan matematis untuk energi kinetik dibuat sudah jelas</p>
 <p>Penulisan persamaan derivatif kurang sesuai</p>	 <p>Penulisan persamaan derivatif sudah sesuai</p>
 <p>Perlu ditambahkan materi sifat-sifat operator</p>	 <p>Sudah ditambahkan materi sifat-sifat operator</p>

Berdasarkan Tabel 5. terlihat bahwa revisi materi terletak pada persamaan matematis untuk energi kinetik dibuat lebih jelas, persamaan derivatif kurang sesuai, dan perlunya

ditambahkan tentang sifat-sifat operator. Dalam mata kuliah fisika kuantum, penulisan persamaan matematis menjadi perhatian lebih karena apabila salah menulis persamaan akan mengakibatkan hasil dan makna yang berbeda. Seperti halnya ketika menuliskan  $d$  dan  $\partial$ . Kedua simbol tersebut merupakan simbol derivatif, tetapi penggunaan  $\partial$  digunakan untuk derivatif parsial yang menyatakan derivatif dari fungsi  $f$  terhadap salah satu variabel dengan menganggap variabel lain konstan (Alatas, 2012). Penambahan materi tentang sifat-sifat operator juga menjadi hal yang sangat penting karena akan memudahkan mahasiswa dalam mengerjakan soal-soal proyek. Operator memiliki peran penting dalam fisika kuantum dan merupakan representasi variabel dinamik. Perilaku suatu sistem dalam fisika kuantum dapat diperoleh dari hubungan dan sifat-sifat operator tanpa harus memecahkan persamaan diferensial parsial yang berkaitan dengan sistem tersebut. Hasil penilaian rata-rata validasi ahli materi tahap 1 dan tahap 2 seperti terlihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai rata-rata validasi ahli materi tahap 1 dan tahap 2

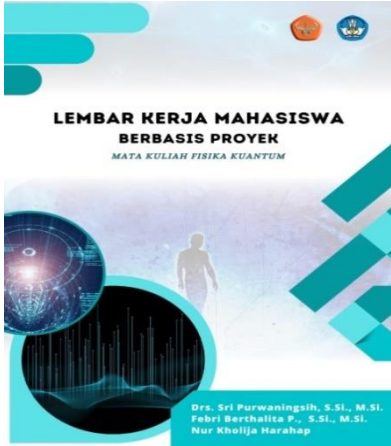
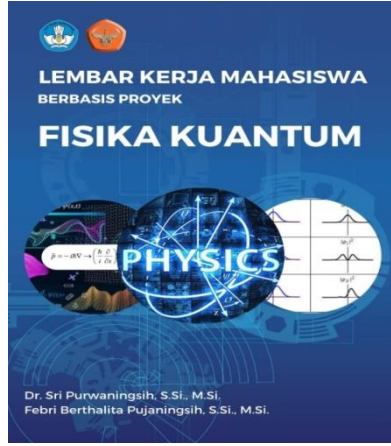
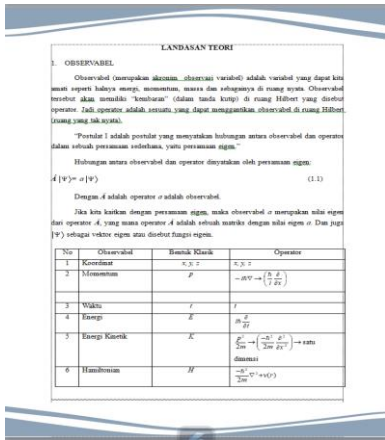
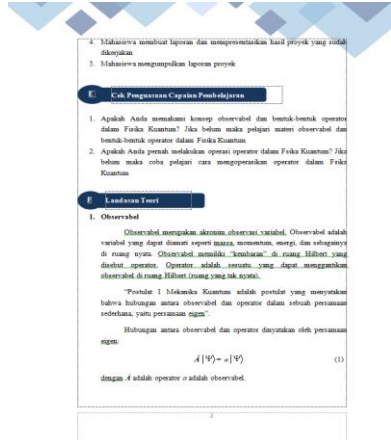
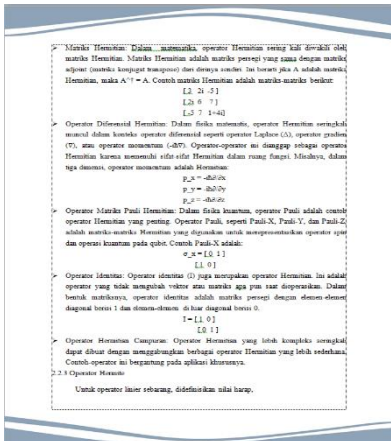
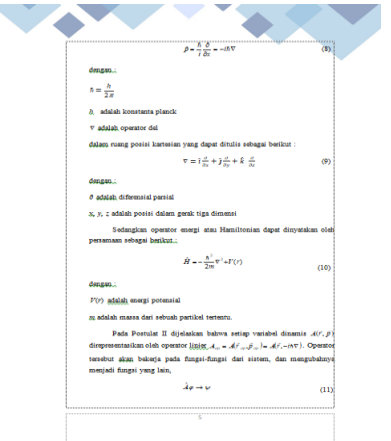
No	Pertanyaan	Nilai
1	Kelengkapan isi	4,00
2	Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran	4,00
3	Akurasi mater	4,00
4	Akurasi konsep	3,50
5	Akurasi prinsip dan teori	3,75
6	Keakuratan gambar dan ilustrai	3,50
7	Kesistematian urutan materi	4,00
8	Kesesuaian dengan tingkat perkembangan berpikir mahasiswa	4,00
9	Keterpahaman mahasiswa terhadap pesan	3,50
10	Dorongan berpikir kritis pada mahasiswa	4,00
11	Ketepatan struktur kalimat	3,50
12	Ketepatan tata bahasa	3,50
13	Ketepatan ejaan	3,50
14	Menguji pemahaman	4,00
15	Mempertanyakan	3,75
16	Mengevaluasi konsep yang dipelajari	3,75

Berdasarkan Tabel 6. data nilai rata-rata yang diperoleh dari validasi ahli materi selanjutnya diolah menggunakan persamaan 1 :

$$\overline{KN} = \frac{60,25}{64} \times 100\% = 94,14\%$$

Nilai yang diperoleh sebesar 94,14% selanjutnya di kategorikan ke dalam Tabel 4. dan diperoleh kriteria bahwa materi yang ada di dalam lembar kerja mahasiswa sangat sesuai untuk dipergunakan dalam pembelajaran fisika kuantum.

Tabel 7. Hasil Validasi Ahli Media

Sebelum Revisi	Sesudah Setelah Revisi
 <p>Desain <i>cover</i> masih terlihat kaku dan ada gambar yang tidak berkaitan dengan materi</p>	 <p>Desain <i>cover</i> sudah dibuat semenarik mungkin dan menggambarkan isi dari LKM</p>
 <p>Tampilan isi LKM terlalu monoton dan penulisan persamaan matematis rata kiri</p>	 <p>Tampilan isi LKM sudah dibuat lebih menarik dan penulisan persamaan matematis rata tengah</p>
 <p>Tampilan terlalu penuh</p>	 <p>Tampilan sudah rapih</p>

Berdasarkan Tabel 7. terlihat bahwa revisi media terletak pada desain *cover* masih terlihat kaku dan ada gambar yang tidak berkaitan dengan materi, tampilan isi lembar kerja mahasiswa yang



terlalu monoton dan penulisan persamaan matematis rata kiri, serta tampilan terlalu penuh. *Cover* merupakan bagian yang pertama kali dilihat oleh mahasiswa. Desain *cover* dari suatu lembar kerja mahasiswa seharusnya menggambarkan isi dari lembar kerja tersebut sehingga tidak menimbulkan pola pikir yang berbeda pada saat mahasiswa melihat pertama kali. Oleh karena itu, *cover* harus dibuat dengan benar dan semenarik mungkin. Penulisan persamaan matematis juga diletakkan ditengah agar lebih menarik. Tampilan isi lembar kerja mahasiswa jangan monoton dan terlalu penuh agar tidak bosan melihatnya. Hasil penilaian rata-rata validasi ahli media tahap 1 dan tahap 2 seperti terlihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai rata-rata validasi ahli media tahap 1 dan tahap 2

No	Pertanyaan	Nilai
1	Penampilan unsur tata letak pada <i>cover</i> depan dan <i>cover</i> belakang	4,00
2	Memiliki pusat pandang ( <i>point center</i> ) yang baik	4,00
3	Keseimbangan unsur tata letak	4,00
4	Ukuran unsur tata letak proporsional	4,00
5	Ilustrasi pada <i>cover</i> depan LKM	3,75
6	Penempatan tata letak isi konsisten	4,00
7	Ukuran judul pada <i>cover</i> depan LKM lebih dominan	4,00
8	Tidak terlalu banyak jenis huruf	4,00
9	Bidang cetak dan margin proporsional	4,00
10	Teks dan ilustrasi berdekatan	3,75
11	Kesesuaian bentuk, warna, dan ukuran unsur tata letak	4,00
12	Ilustrasi	4,00
13	Spasi antar huruf normal	3,50
14	Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dengan materi	4,00
15	Menyediakan ruang yang cukup pada LKM sehingga mahasiswa dapat menulis atau menggambarkan sesuatu pada LKM	4,00
16	Pendahuluan	4,00
17	Daftar pustaka	4,00

Berdasarkan Tabel 8. data nilai rata-rata yang diperoleh dari validasi ahli media selanjutnya diolah menggunakan persamaan 1 :

$$\overline{KN} = \frac{67}{68} \times 100\% = 98,53\%$$

Nilai yang diperoleh sebesar 98,53% selanjutnya di kategorikan ke dalam Tabel 4. dan diperoleh kriteria bahwa media yang ada di dalam lembar kerja mahasiswa sangat sesuai untuk dipergunakan dalam pembelajaran fisika kuantum. Dari hasil penilaian validasi ahli materi dan ahli media yang sudah diperoleh, selanjutnya dihitung rata-rata nilainya. Nilai validasi yang diperoleh sebesar 96,33% dan termasuk dalam katagori sangat sesuai baik dari aspek materi dan media untuk dipergunakan dalam pembelajaran fisika kuantum.

## Simpulan

Telah dihasilkan lauran penelitian berupa lembar kerja mahasiswa berbasis proyek materi observabel dan operator pada mata kuliah fisika kuantum. Berdasarkan penilaian validasi oleh validator ahli materi dan validator ahli media, lembar kerja mahasiswa yang telah dihasilkan mendapat nilai akhir rata-rata sebesar 96,33% dan termasuk dalam katagori sangat sesuai baik dari aspek materi dan media untuk dipergunakan dalam pembelajaran fisika kuantum.

## Referensi

Kade, I. A. (2013). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Proyek Terhadap Pemahaman Konsep



- Kimia dan Ketrampilan Berpikir Kritis. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, Corpus ID, 1427327333.
- Londa, T. K., Warouw, F. F., & Nusa, J. G. N. (2020). *Environmental Learning with Inquiry Method in Tondano Lake*. 438(Aes 2019), 167–170.
- Natty, R. A., Kristin, F., & Anugraheni, I. (2019). Peningkatkan Kreativitas Dan Hasil Belajar Siswa Melalui Model Pembelajaran Project Based Learning Di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 3(4), 1082–1092.
- Novita, D., Darmawijoyo, D., & Aisyah, N. (2016). Pengembangan Lks Berbasis Project Based Learning Untuk Pembelajaran Materi Segitiga Di Kelas Vii. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(2), 1–12.
- Sari, L., Taufina, T., & Fachruddin, F. (2020). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dengan Menggunakan Model PJBL di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 4(4), 813–820.
- Simamora, E. D. M., & Sianipar, L. K. (2022). Mengupayakan Minat Belajar Fisika Siswa Dengan Model Pembelajaran Berbasis Masalah. *Jurnal Pengembangan Pembelajaran Dan Riset Fisika (JPPRF)*, 1(1), 9–18.
- Wena, M. (2009). Strategi Pembelajaran Inovatif Kontemporer: Suatu Tinjauan Konseptual Operasional, 2009. *Jakarta: Bumi Aksara*.
- Wicaksono, A. (2022). *Metodologi Penelitian Pendidikan: Pengantar Ringkas*. Garudhawaca.