

Pengembangan Instrumen Four-Tier Diagnostic Test untuk Mengidentifikasi Miskonsepsi Siswa SMA Kelas XII Pada Materi Gejala Kuantum

¹Aisyah*, ²Yenni Amalia Siregar, ¹Holit Mawardi Nasution, ¹Miftahul Jannah Nasution

¹Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Graha Nusantara, Padangsidimpuan, Sumatera Utara, Indonesia

²Program Studi Pendidikan Fisika, Institut Pendidikan Tapanuli Selatan, Padangsidimpuan, Sumatera Utara

INFO ARTIKEL

Article History:

Submitted: 17-04-2026

Revised : 02-05-2026

Accepted : 26-06-2026

Published: 29-06-2026

Keywords:

Four-Tier Diagnostic Test;

Misconception;

Photoelectric Effect;

Compton Effect;

4D Model

Kata Kunci:

Four-Tier Diagnostic Test;

Miskonsepsi;

Efek Potolistrik;

Efek Compton;

Model 4D

ABSTRACT

This research aims to develop a valid and reliable Four-Tier Diagnostic Test instrument to identify misconceptions among twelfth-grade senior high school students on quantum phenomena material, specifically the photoelectric effect and Compton effect. This development research employed the 4D model (Define, Design, Develop, Disseminate) and was tested on 67 twelfth-grade students at SMA Negeri 1 Siabu, consisting of two classes. The developed instrument consists of four tiers, namely: knowledge questions, confidence level in the answer, reasons for choosing the answer, and confidence level in the reasons. The results indicated that the instrument was declared valid based on Gregory's validity coefficient, ranging from 0.60 to 0.80, and reliable with a Cronbach's Alpha value of 0.82. The student conceptual understanding profile showed that 37.9% of students experienced misconceptions (moderate category), 28.8% had a lack of knowledge, 24.5% possessed scientific conceptions, and 8.8% fell into other errors. The highest misconception occurred in the photoelectric effect sub-material (42.5%) compared to the Compton effect (34%). Specific misconceptions identified included the belief that threshold energy depends on light intensity, the notion that the kinetic energy of electrons depends on intensity, and the inability to distinguish the collision mechanisms between the photoelectric effect and the Compton effect. Thus, the developed Four-Tier Diagnostic Test instrument is feasible for use by teachers as a diagnostic tool to map student misconceptions, enabling them to design more targeted remediation strategies in quantum physics learning.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan instrumen *Four-Tier Diagnostic Test* yang valid dan reliabel untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa SMA kelas XII pada materi gejala kuantum, khususnya efek fotolistrik dan efek Compton. Penelitian pengembangan ini menggunakan model 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) yang diujicobakan kepada 67 siswa kelas XII di SMA Negeri 1 Siabu yang terdiri dari 2 kelas. Instrumen yang dikembangkan terdiri dari empat lapisan, yaitu pertanyaan pengetahuan, tingkat keyakinan jawaban, alasan menjawab, dan tingkat keyakinan alasan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa instrumen dinyatakan valid berdasarkan koefisien validitas Gregory pada rentang 0,60-0,80 dan reliabel dengan nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,82. Profil pemahaman konsep siswa menunjukkan bahwa 37,9% siswa mengalami miskonsepsi (kategori sedang), 28,8% kurang pengetahuan, 24,5% paham konsep, dan 8,8% kesalahan lainnya. Miskonsepsi tertinggi terjadi pada sub-materi efek fotolistrik (42,5%) dibandingkan efek Compton (34%). Miskonsepsi spesifik yang teridentifikasi meliputi anggapan bahwa energi ambang bergantung pada intensitas cahaya, energi kinetik elektron bergantung pada intensitas, serta ketidakmampuan membedakan mekanisme tumbukan pada efek fotolistrik dan efek Compton. Dengan demikian, instrumen *Four-Tier Diagnostic Test* yang dikembangkan layak digunakan oleh guru sebagai alat diagnostik untuk memetakan miskonsepsi siswa, sehingga dapat merancang strategi remediasi yang lebih tepat sasaran dalam pembelajaran fisika kuantum.

© 2026 the author(s)



*Corresponding Author

Email: aisyahaisyah228@gmail.com

PENDAHULUAN

Fisika merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan alam yang mempelajari fenomena alam secara mendasar, termasuk konsep-konsep abstrak yang sering kali sulit dipahami oleh peserta didik. Salah satu topik yang dianggap paling menantang dalam pembelajaran fisika di tingkat SMA adalah fisika kuantum, khususnya materi gejala kuantum yang mencakup efek fotolistrik dan efek Compton. Kedua fenomena ini menjadi fondasi penting dalam pemahaman tentang dualisme gelombang-partikel dan sifat kuantum cahaya, namun karakteristiknya yang abstrak dan kontraintuitif sering kali menimbulkan kesalahpahaman konseptual di kalangan siswa. Kesalahan pemahaman konsep atau miskonsepsi ini menjadi hambatan serius dalam proses pembelajaran karena dapat mengganggu konstruksi pengetahuan yang benar dan berkelanjutan (Putri & Sugianto, 2025).

Miskonsepsi didefinisikan sebagai pemahaman konsep yang dimiliki oleh siswa yang tidak sesuai dengan pengertian ilmiah atau pengertian yang diterima oleh para pakar dalam bidang ilmu tersebut (Asrida et al., 2024). Jika miskonsepsi tidak segera diidentifikasi dan diremediasi, maka kesalahan pemahaman tersebut dapat terus terbawa dan mempengaruhi pemahaman siswa pada materi-materi fisika lainnya yang lebih kompleks (Asrida et al., 2024). Oleh karena itu, identifikasi miskonsepsi sejak dini menjadi langkah krusial dalam upaya meningkatkan kualitas pembelajaran fisika.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa miskonsepsi pada materi efek fotolistrik masih sering terjadi di kalangan peserta didik. Pasaribu et al. (2025) mengidentifikasi bahwa mahasiswa pendidikan fisika mengalami miskonsepsi pada setiap butir soal materi efek fotolistrik dengan rata-rata persentase miskonsepsi sebesar 34,7% yang tergolong dalam kategori sedang. Temuan ini mengindikasikan bahwa pemahaman konsep tentang efek fotolistrik masih menjadi tantangan bahkan di tingkat perguruan tinggi, sehingga upaya identifikasi dan remediasi miskonsepsi pada tingkat SMA menjadi sangat mendesak. Sementara itu, efek Compton sebagai fenomena yang menunjukkan sifat partikel dari radiasi elektromagnetik juga sering kali tidak dipahami secara utuh oleh siswa karena memerlukan pemahaman tentang tumbukan foton-elektron

dan konsep kekekalan energi-momentum yang relatif kompleks (Savitry, 2023).

Berbagai instrumen telah dikembangkan untuk mendiagnosis miskonsepsi siswa, mulai dari tes pilihan ganda konvensional, tes dua tingkat (*two-tier*), tes tiga tingkat (*three-tier*), hingga tes empat tingkat (*four-tier*). Di antara instrumen-instrumen tersebut, *four-tier diagnostic test* dianggap sebagai alat diagnostik yang paling efektif dan akurat dalam mengidentifikasi miskonsepsi karena mampu mengeksplorasi pemahaman konseptual siswa secara lebih mendalam (Pasaribu et al., 2025). Instrumen empat tingkat ini terdiri dari empat lapisan, yaitu: (1) pertanyaan pengetahuan dengan pilihan jawaban, (2) tingkat keyakinan terhadap jawaban, (3) alasan memilih jawaban, dan (4) tingkat keyakinan terhadap alasan yang diberikan (Pasaribu et al., 2025). Keunggulan *four-tier diagnostic test* dibandingkan dengan tes diagnostik lainnya adalah mampu merekam tahapan pemahaman konsep siswa secara lebih terperinci sehingga berpotensi untuk digunakan dalam pengujian skala besar (Seminar Nasional Fisika Unesa, 2022).

Pengembangan *four-tier diagnostic test* telah dilakukan pada berbagai topik fisika, seperti fluida statis (Laily, 2024), usaha dan energi (Sakti et al., 2026), serta momentum dan impuls (Amalia et al., 2026). Namun, pengembangan instrumen *four-tier diagnostic test* yang secara khusus dirancang untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa pada materi gejala kuantum khususnya efek fotolistrik dan efek Compton masih sangat terbatas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara keseluruhan, pemahaman konsep peserta didik terkait materi fisika kuantum dengan kategori rendah yaitu 14%. Namun beberapa peserta didik masih mengalami kesalahan dalam memahami beberapa konsep fisika kuantum (Siahaan, 2024). Keterbatasan instrumen diagnostik yang tersedia untuk materi ini menjadi kendala bagi guru dalam memetakan profil pemahaman konsep siswa secara akurat dan komprehensif.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan instrumen *four-tier diagnostic test* yang valid dan reliabel untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa SMA kelas XII pada materi gejala kuantum, khususnya efek fotolistrik dan efek

Compton. Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 1 Siabu dengan melibatkan 67 siswa yang berasal dari dua kelas. Instrumen yang dikembangkan diharapkan dapat menjadi alat bantu bagi guru dalam mendiagnosis miskonsepsi siswa secara lebih akurat, sehingga dapat merancang strategi pembelajaran yang efektif untuk mengatasi miskonsepsi yang teridentifikasi. Selain itu, hasil penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan instrumen penilaian diagnostik dalam pembelajaran fisika, khususnya pada topik-topik abstrak yang memerlukan pemahaman konseptual yang mendalam.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development / R&D*) yang bertujuan untuk menghasilkan produk berupa instrumen *Four-tier diagnostic test* untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa SMA kelas XII pada materi gejala kuantum (efek fotolistrik dan efek Compton). Waktu Penelitian di laksanakan pada Februari 2026. Model pengembangan yang digunakan adalah model 4D (*Four-D Model*) yang dikembangkan oleh Thiagarajan, Semmel, dan Semmel (1974). Model 4D dipilih karena menyediakan prosedur pengembangan yang sistematis, terstruktur, dan telah banyak digunakan dalam pengembangan instrumen evaluasi maupun perangkat pembelajaran. Model ini terdiri dari empat tahapan utama, yaitu *Define* (Pendefinisian), *Design* (Perancangan), *Develep* (Pengembangan), dan *Disseminate* (Penyebaran).

Prosedur Pengembangan

1. Tahap Define (Pendefinisian)

Tahap pendefinisian bertujuan untuk menetapkan dan merumuskan kebutuhan pembelajaran serta menganalisis kondisi awal yang menjadi dasar pengembangan instrumen. Tahap ini terdiri dari lima langkah analisis, yaitu:

a. Analisis Awal-Akhir (*Front-End Analysis*): Dilakukan untuk mengidentifikasi masalah pembelajaran yang terjadi di lapangan, khususnya terkait pemahaman siswa pada materi gejala kuantum. Analisis ini mencakup identifikasi kesulitan belajar yang dialami

siswa serta alternatif solusi yang dapat dikembangkan.

- b. Analisis Siswa (*Learner Analysis*): Dilakukan untuk memahami karakteristik peserta didik yang menjadi subjek penelitian, yaitu siswa kelas XII SMA Negeri 1 Siabu. Karakteristik yang dianalisis meliputi kompetensi awal yang telah dimiliki siswa, latar belakang pengalaman belajar, serta sikap umum terhadap topik pembelajaran fisika kuantum.
- c. Analisis Tugas (*Task Analysis*): Dilakukan untuk mengidentifikasi keterampilan utama dan kompetensi yang harus dikuasai siswa terkait materi efek fotolistrik dan efek Compton.
- d. Analisis Konsep (*Concept Analysis*): Dilakukan untuk memetakan materi gejala kuantum secara sistematis, meliputi konsep-konsep esensial pada efek fotolistrik (energi ambang, fungsi kerja, energi kinetik maksimum elektron, dan persamaan Einstein) serta efek Compton (tumbukan foton-elektron, pergeseran panjang gelombang, dan kekekalan energi-momentum).
- e. Perumusan Tujuan Pembelajaran: Berdasarkan hasil analisis sebelumnya, dirumuskan tujuan pengembangan instrumen, yaitu menghasilkan *Four-tier diagnostic test* yang valid dan reliabel untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa pada materi gejala kuantum.

2. Tahap Design (Perancangan)

Tahap perancangan bertujuan untuk merancang produk awal instrumen berdasarkan hasil analisis pada tahap *define*. Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini meliputi:

- a. Penyusunan Kisi-Kisi Instrumen: Kisi-kisi disusun sebagai panduan penulisan butir soal yang memuat kompetensi dasar, indikator soal, materi pokok, dugaan sumber miskonsepsi, bentuk soal, dan jumlah soal. Kisi-kisi dikembangkan berdasarkan analisis konsep pada tahap *define*.
- b. Penentuan Bentuk dan Jumlah Soal: Instrumen dikembangkan dalam bentuk pilihan ganda empat tingkat (*four-tier multiple choice*). Setiap butir soal terdiri dari empat lapisan, yaitu: (1) pertanyaan dengan pilihan jawaban; (2) tingkat keyakinan terhadap jawaban; (3) alasan memilih jawaban; dan (4)

tingkat keyakinan terhadap alasan yang diberikan. Jumlah soal diagnostik untuk setiap indikator ditetapkan sekurang-kurangnya 3 butir.

- c. Penulisan Butir Soal: Soal ditulis sesuai dengan kisi-kisi yang telah disusun. Setiap butir soal diagnostik dirancang untuk memberikan informasi yang cukup guna menduga masalah atau kesulitan yang dialami siswa (fungsi diagnosis).
- d. Perancangan Format Instrumen: Dirancang tata letak (*layout*) instrumen, format penyajian, serta pedoman penskoran dan interpretasi hasil.

3. Tahap Develop (Pengembangan)

Tahap pengembangan merupakan proses realisasi dan validasi desain instrumen. Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini meliputi:

- a. Validasi Ahli (*Expert Judgment*): Instrumen yang telah dirancang divalidasi oleh para ahli untuk menilai kelayakan dari segi isi, konstruksi, dan bahasa. Validator dalam penelitian ini terdiri dari ahli materi fisika dan ahli evaluasi pembelajaran. Validitas isi dihitung menggunakan koefisien validitas Gregory.
- b. Revisi Produk: Berdasarkan masukan dan saran dari validator, dilakukan perbaikan terhadap butir-butir soal yang dinilai kurang sesuai.
- c. Uji Coba Terbatas: Instrumen yang telah direvisi diujicobakan kepada siswa yang bukan merupakan subjek penelitian untuk melihat keterbacaan soal, kejelasan instruksi, serta estimasi waktu pengerjaan.
- d. Uji Validitas dan Reliabilitas: Instrumen yang telah melalui uji coba terbatas kemudian dianalisis validitas butir soal dan reliabilitas instrumen secara keseluruhan. Validitas butir soal dianalisis menggunakan model Rasch atau korelasi *point-biserial*, sedangkan reliabilitas diukur menggunakan koefisien *Cronbach's Alpha*.
- e. Uji Efektivitas Instrumen: Instrumen diujikan kepada 67 siswa kelas XII SMA Negeri 1 Siabu yang terdiri dari 2 kelas untuk mengidentifikasi profil miskonsepsi siswa pada materi efek fotolistrik dan efek Compton. Hasil identifikasi dianalisis untuk mengetahui persentase siswa yang

mengalami miskonsepsi, *lack of knowledge*, dan pemahaman konsep yang benar.

4. Tahap Disseminate (Penyebaran)

Tahap penyebaran merupakan tahap akhir dari model pengembangan 4D yang bertujuan untuk menyebarluaskan produk agar dapat dimanfaatkan oleh khalayak yang lebih luas. Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini meliputi:

- a. Publikasi Hasil Penelitian: Hasil penelitian dipublikasikan melalui jurnal ilmiah terakreditasi dan/atau seminar nasional.
- b. Implementasi Produk: Instrumen *Four-tier diagnostic test* yang telah dikembangkan disebarluaskan kepada guru fisika SMA, khususnya di lingkungan sekolah tempat penelitian, sebagai alat bantu diagnostik untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa pada materi gejala kuantum.
- c. Diseminasi melalui Repositori: Instrumen dan hasil penelitian diunggah dalam repositori institusi agar dapat diakses dan dimanfaatkan oleh peneliti lain yang berminat mengembangkan instrumen serupa pada topik yang berbeda.

Subjek dan Objek Penelitian

Subjek penelitian dalam uji coba instrumen adalah 67 siswa kelas XII SMA Negeri 1 Siabu yang terdiri dari 2 kelas. Objek penelitian adalah instrumen *Four-tier diagnostic test* yang dikembangkan untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa pada materi gejala kuantum (efek fotolistrik dan efek Compton).

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan:

- a. Instrumen *Four-tier diagnostic test*: Instrumen yang dikembangkan digunakan untuk mengumpulkan data mengenai profil pemahaman konsep siswa, meliputi kategori miskonsepsi, *lack of knowledge*, dan pemahaman konsep yang benar.
- b. Lembar Validasi Ahli: Digunakan untuk mengumpulkan data penilaian dari validator terhadap kelayakan instrumen yang dikembangkan.
- c. Angket Respons Siswa: Digunakan untuk mengumpulkan data mengenai keterbacaan

dan kepraktisan instrumen dari sudut pandang siswa.

Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan teknik sebagai berikut:

- Analisis Validitas Instrumen:** Data validasi ahli dianalisis menggunakan koefisien validitas Gregory untuk menentukan tingkat validitas isi instrumen. Butir soal dinyatakan valid jika koefisien validitas berada pada rentang 0,60-0,80.
- Analisis Reliabilitas Instrumen:** Reliabilitas instrumen dihitung menggunakan koefisien *Cronbach's Alpha*. Instrumen dinyatakan reliabel jika nilai koefisien reliabilitas $\geq 0,70$.
- Analisis Profil Miskonsepsi:** Jawaban siswa pada *Four-tier diagnostic test* dianalisis untuk mengkategorikan pemahaman konsep siswa ke dalam empat kategori, yaitu: (1) paham konsep (*scientific conception*), (2) miskonsepsi (*misconception*), (3) kurang pengetahuan (*lack of knowledge*), dan (4) kesalahan lainnya. Persentase setiap kategori dihitung untuk masing-masing butir soal dan secara keseluruhan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Penelitian pengembangan ini menghasilkan instrumen *Four-tier diagnostic test* untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa pada materi gejala kuantum (efek fotolistrik dan efek Compton). Instrumen yang dikembangkan melalui model 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) diujicobakan kepada 67 siswa kelas XII SMA Negeri 1 Siabu yang terdiri dari 2 kelas.

1. Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Berdasarkan hasil validasi ahli menggunakan koefisien validitas Gregory, instrumen *Four-tier diagnostic test* yang dikembangkan dinyatakan valid dengan koefisien validitas pada rentang 0,60-0,80 yang termasuk dalam kategori validitas tinggi. Hasil ini sejalan dengan temuan Saputra et al. (2024) yang mengembangkan *4-Tier Diagnostic Fluid Static Test (4T-DFST)* dan memperoleh hasil validitas instrumen sebesar 0,60. Validitas isi

yang tinggi mengindikasikan bahwa butir-butir soal dalam instrumen telah sesuai dengan indikator pembelajaran dan materi gejala kuantum yang hendak diukur.

Uji reliabilitas instrumen menggunakan koefisien *Cronbach's Alpha* menunjukkan nilai sebesar 0,82, yang mengindikasikan bahwa instrumen memiliki reliabilitas tinggi. Temuan ini konsisten dengan penelitian Putranta dan Afifah (2025) yang mengembangkan *four-tier diagnostic test* pada materi fluida statis dan memperoleh koefisien *Cronbach's alpha* sebesar 0,72. Demikian pula Sukarelawan et al. (2024) dalam penelitian adaptasi instrumen diagnostik empat tingkat pada materi gelombang dan getaran melaporkan nilai reliabilitas instrumen sebesar 0,98 yang termasuk dalam kategori sangat baik. Reliabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa instrumen yang dikembangkan konsisten dalam mengukur pemahaman konsep siswa.

Sebagai gambaran yang lebih konkret mengenai instrumen yang telah divalidasi, berikut disajikan dua contoh butir soal yang mewakili kualitas soal terbaik dalam tes ini. Kedua butir soal ini dipilih karena memiliki daya pembeda konseptual yang tinggi dan secara akurat mewakili dua fenomena kuantum yang dikaji, yaitu efek fotolistrik serta perbandingan efek fotolistrik dan efek Compton.

Contoh Soal Menganalisis gejala efek fotolistrik

Tier 1: Pilihan Jawaban

Pada percobaan efek fotolistrik, intensitas cahaya ditingkatkan dua kali lipat sedangkan frekuensi cahaya dijaga tetap. Perubahan yang terjadi adalah...

- Energi kinetik maksimum elektron menjadi dua kali lipat
- Jumlah elektron yang terlepas menjadi dua kali lipat
- Energi kinetik maksimum elektron menjadi setengahnya
- Tidak terjadi perubahan apapun

Tier 2: Tingkat Keyakinan terhadap Jawaban

- | | |
|-------------------|-----------------|
| YT (Yakin Tinggi) | Y (Yakin) |
| RR (Ragu-ragu) | TT (Tidak Tahu) |

Tier 3: Pilihan Alasan

Alasan memilih jawaban di atas adalah...

- Intensitas cahaya berbanding lurus dengan energi kinetik maksimum electron
- Intensitas cahaya berbanding lurus dengan jumlah foton, sehingga semakin

banyak foton semakin banyak elektron yang terlepas

3. Intensitas cahaya berbanding terbalik dengan energi kinetik maksimum electron

4. Intensitas cahaya tidak mempengaruhi efek fotolistrik sama sekali

Tier 4: Tingkat Keyakinan terhadap Alasan

YT (Yakin Tinggi) Y (Yakin)

RR (Ragu-ragu) TT (Tidak Tahu)

Contoh Soal Perbandingan Efek Fotolistrik dan Efek Compton)

Tier 1: Pilihan Jawaban

Perbedaan mendasar antara efek fotolistrik dan efek Compton adalah...

A. Efek fotolistrik melibatkan foton, sedangkan efek Compton tidak

B. Pada efek fotolistrik foton diserap, pada efek Compton foton dihamburkan

C. Efek fotolistrik terjadi pada logam, efek Compton terjadi pada semua materi

D. Efek fotolistrik terjadi pada cahaya tampak, efek Compton pada sinar-X

Tier 2: Tingkat Keyakinan terhadap Jawaban

YT (Yakin Tinggi) Y (Yakin)

RR (Ragu-ragu) TT (Tidak Tahu)

Tier 3: Pilihan Alasan

Alasan memilih jawaban di atas adalah...

1. Kedua efek sama-sama menunjukkan sifat partikel cahaya, tetapi pada efek fotolistrik foton diserap seluruhnya oleh elektron, sedangkan pada efek Compton foton hanya kehilangan sebagian energinya dan dihamburkan

2. Efek fotolistrik dan efek Compton adalah fenomena yang sama dengan nama yang berbeda

3. Efek Compton terjadi karena foton berinteraksi dengan elektron yang terikat kuat dalam atom, sedangkan efek fotolistrik dengan elektron bebas

4. Efek fotolistrik menunjukkan sifat gelombang cahaya, sedangkan efek Compton menunjukkan sifat partikel cahaya

Tier 4: Tingkat Keyakinan terhadap Alasan

YT (Yakin Tinggi) Y (Yakin)

RR (Ragu-ragu) TT (Tidak Tahu)

Kedua contoh soal di atas mengonfirmasi bahwa instrumen *four-tier diagnostic test* yang dikembangkan tidak hanya memenuhi standar psikometri, tetapi juga secara substantif mampu

mengeksplorasi penalaran siswa secara mendalam melalui kombinasi jawaban dan alasan beserta tingkat keyakinannya.

2. Profil Pemahaman Konsep Siswa

Berdasarkan analisis jawaban siswa pada *Four-tier diagnostic test*, diperoleh profil pemahaman konsep siswa pada materi efek fotolistrik dan efek Compton seperti disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Profil Pemahaman Konsep Siswa pada Materi Gejala Kuantum

Kategori Pemahaman	Persentase (%)
Paham Konsep (<i>Scientific Conception</i>)	24,5%
Miskonsepsi (<i>Misconception</i>)	37,9%
Kurang Pengetahuan (<i>Lack of Knowledge</i>)	28,8%
Kesalahan Lainnya	8,8%

Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase miskonsepsi siswa pada materi gejala kuantum mencapai 37,9%, yang tergolong dalam kategori sedang. Temuan ini sejalan dengan penelitian Pasaribu et al. (2025) yang mengidentifikasi miskonsepsi mahasiswa pada materi efek fotolistrik menggunakan *four-tier diagnostic test* dan menemukan rata-rata persentase miskonsepsi sebesar 34,7% yang juga tergolong dalam kategori sedang.

Distribusi miskonsepsi berdasarkan sub-materi menunjukkan bahwa miskonsepsi tertinggi terjadi pada sub-materi efek fotolistrik (42,5%), diikuti oleh efek Compton (34%). Tingginya persentase miskonsepsi pada efek fotolistrik mengindikasikan bahwa konsep-konsep dalam fenomena ini, seperti energi ambang, fungsi kerja, dan persamaan Einstein, masih sulit dipahami oleh siswa secara utuh.

3. Identifikasi Miskonsepsi Spesifik

Berdasarkan analisis lebih lanjut terhadap jawaban siswa pada setiap butir soal, ditemukan beberapa miskonsepsi spesifik yang dialami siswa sebagai berikut:

a. Miskonsepsi tentang Energi Ambang (*Threshold Energy*): Sebanyak 47,8% siswa meyakini bahwa energi ambang bergantung pada intensitas cahaya, padahal secara ilmiah energi ambang hanya bergantung pada jenis

logam. Miskonsepsi ini menunjukkan bahwa siswa belum mampu membedakan antara intensitas cahaya dan frekuensi cahaya dalam konteks efek fotolistrik.

- b. Miskonsepsi tentang Hubungan Energi Kinetik dan Frekuensi: Sebanyak 41,2% siswa beranggapan bahwa energi kinetik maksimum elektron bergantung pada intensitas cahaya, bukan pada frekuensi cahaya. Kesalahan ini mengindikasikan kegagalan siswa dalam memahami persamaan Einstein tentang efek fotolistrik.
- c. Miskonsepsi tentang Tumbukan Foton-Elektron pada Efek Compton: Sebanyak 35,6% siswa mengalami kesulitan dalam memahami bahwa pada efek Compton terjadi tumbukan antara foton dan elektron yang menyebabkan perubahan panjang gelombang foton. Sebagian siswa menganggap efek Compton sama dengan efek fotolistrik, di mana foton diserap sepenuhnya oleh elektron.
- d. Miskonsepsi tentang Kekekalan Energi dan Momentum: Sebanyak 32,4% siswa tidak mampu menerapkan prinsip kekekalan energi dan momentum dalam menganalisis tumbukan foton-elektron pada efek Compton. Siswa cenderung memperlakukan foton sebagai partikel klasik tanpa mempertimbangkan sifat relativistiknya.

Pembahasan

1. Tingginya Miskonsepsi pada Materi Gejala Kuantum

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa miskonsepsi pada materi efek fotolistrik dan efek Compton masih cukup tinggi, dengan persentase rata-rata 37,2%. Hal ini mengindikasikan bahwa karakteristik materi fisika kuantum yang abstrak dan kontraintuitif menjadi faktor utama sulitnya siswa memahami konsep-konsep tersebut secara benar. Istiyono et al. (2023) dalam pengembangan *Four-tier diagnostic test* berbasis teori tes modern menemukan bahwa urutan persentase miskonsepsi dari yang terbesar hingga terkecil berdasarkan materi adalah momentum, hukum Newton, dinamika partikel, gerak harmonik, usaha dan energi. Materi gejala kuantum yang tidak tercakup dalam penelitian tersebut menunjukkan bahwa topik-topik fisika modern juga memiliki potensi miskonsepsi yang tidak kalah tinggi.

Prastyo et al. (2024) mengidentifikasi bahwa 50% siswa mengalami miskonsepsi pada materi momentum dan impuls, yang disebabkan oleh asumsi bahwa jika dua benda bergerak dengan energi kinetik yang sama maka keduanya harus memiliki kecepatan yang sama, sehingga momentum kedua benda dapat ditentukan dengan mengabaikan kecepatannya. Pola miskonsepsi serupa juga ditemukan dalam penelitian ini, di mana siswa cenderung menyederhanakan konsep-konsep kompleks dalam efek fotolistrik dan efek Compton dengan mengabaikan variabel-variabel penting seperti frekuensi dan panjang gelombang.

2. Faktor-faktor Penyebab Miskonsepsi

Beberapa faktor yang menyebabkan tingginya miskonsepsi siswa pada materi gejala kuantum dapat diidentifikasi dari hasil analisis jawaban siswa dan wawancara tidak terstruktur dengan guru mata pelajaran:

Pertama, materi efek fotolistrik dan efek Compton diajarkan sebagai bagian dari fisika modern yang memerlukan pemahaman tentang konsep-konsep abstrak seperti foton, fungsi kerja, dan tumbukan kuantum. Siswa yang belum memiliki pemahaman yang kuat tentang konsep dasar gelombang dan partikel akan kesulitan membangun pemahaman yang benar pada tingkat yang lebih tinggi. Bawamenewi (2024) dalam analisis miskonsepsi pada hukum Newton menemukan bahwa miskonsepsi tertinggi terjadi pada subtopik aplikasi hukum Newton I, II, dan III dengan persentase masing-masing 84,6%, 76,3%, dan 85%. Hal ini menunjukkan bahwa miskonsepsi dapat terjadi pada berbagai topik fisika, terutama ketika konsep-konsep tersebut diaplikasikan dalam konteks yang berbeda.

Kedua, metode pembelajaran yang kurang melibatkan eksplorasi konseptual dan lebih berorientasi pada hafalan rumus menyebabkan siswa tidak mampu menginternalisasi konsep-konsep fisika secara mendalam. Saputra (2024) dalam penelitiannya mengungkapkan bahwa siswa tidak tertarik belajar sains karena menganggapnya sulit, dan jumlah siswa dalam satu kelas yang terlalu banyak menyebabkan guru tidak dapat mengontrol perhatian siswa secara optimal. Kondisi serupa kemungkinan terjadi di SMA Negeri 1 Siabu, di mana 67 siswa

yang tersebar dalam 2 kelas masih merupakan jumlah yang cukup besar untuk pembelajaran fisika yang memerlukan perhatian individual.

Ketiga, kurangnya instrumen diagnostik yang memadai untuk mendeteksi miskonsepsi secara dini menjadi kendala bagi guru dalam merancang intervensi pembelajaran yang tepat. Sukarelawan et al. (2024) menekankan bahwa tidak semua guru memiliki kemampuan untuk mengembangkan instrumen diagnostik untuk miskonsepsi, padahal terdapat kebutuhan mendesak untuk mendiagnosis miskonsepsi siswa. Pengembangan instrumen *four-tier diagnostic test* dalam penelitian ini menjadi salah satu upaya untuk mengatasi keterbatasan tersebut.

3. Keunggulan *Four-tier diagnostic test* dalam Identifikasi Miskonsepsi

Four-tier diagnostic test terbukti efektif dalam mengidentifikasi miskonsepsi siswa karena kemampuannya untuk membedakan antara miskonsepsi, kurang pengetahuan, dan kesalahan lainnya. Istiyono et al. (2023) mengembangkan FTDT berdasarkan teori tes modern untuk menentukan tingkat pemahaman fisika yang meliputi *scientific conception (SC)*, *lack of knowledge (LK)*, *misconception (MSC)*, *false negatives (FN)*, dan *false positives (FP)*. Keunggulan ini memungkinkan guru untuk mengetahui secara pasti apakah siswa benar-benar mengalami miskonsepsi atau hanya kurang pengetahuan, sehingga intervensi pembelajaran dapat dirancang secara lebih tepat sasaran.

Penelitian Saputra et al. (2024) yang mengembangkan 4T-DFST pada materi fluida statis menunjukkan bahwa instrumen empat tingkat memiliki format yang terdiri dari empat tingkat yang berbeda dan dinyatakan valid serta reliabel berdasarkan uji validitas dan reliabilitas. Temuan ini memperkuat argumentasi bahwa *four-tier diagnostic test* merupakan instrumen yang andal untuk digunakan dalam berbagai topik fisika, termasuk materi gejala kuantum.

4. Implikasi Penelitian bagi Pembelajaran Fisika

Hasil penelitian ini memiliki beberapa implikasi penting bagi pembelajaran fisika, khususnya pada materi gejala kuantum:

- a. *Pertama*, guru perlu merancang strategi pembelajaran yang lebih efektif untuk mengatasi miskonsepsi yang teridentifikasi. Pasaribu et al. (2025) menyatakan bahwa implikasi dari penelitian ini adalah pendidik dapat menganalisis miskonsepsi yang dialami siswa dan menggunakan metode pembelajaran yang sesuai agar miskonsepsi tersebut tidak terulang kembali. Strategi pembelajaran yang dapat diterapkan antara lain pembelajaran berbasis konseptual, penggunaan analogi yang tepat, dan demonstrasi eksperimen virtual untuk fenomena kuantum.
- b. *Kedua*, pengembangan instrumen diagnostik seperti *four-tier diagnostic test* perlu terus dilakukan untuk berbagai topik fisika lainnya. Putranta dan Afifah (2025) menemukan bahwa instrumen *four-tier diagnostic test* pada fluida statis berhasil mengidentifikasi miskonsepsi tertinggi pada sub-bab tekanan hidrostatis (71% siswa) dan tegangan permukaan (66% siswa). Hal ini menunjukkan bahwa setiap topik fisika memiliki karakteristik miskonsepsi yang berbeda, sehingga instrumen diagnostik yang spesifik untuk setiap topik sangat diperlukan.
- c. *Ketiga*, hasil identifikasi miskonsepsi ini dapat menjadi dasar bagi pengembangan bahan ajar dan modul pembelajaran yang lebih kontekstual dan berorientasi pada pemahaman konsep, bukan sekadar hafalan rumus. Saputra (2024) menekankan bahwa pemahaman konsep ilmiah siswa sangat penting, terutama dalam fisika, dan guru perlu menemukan strategi pengajaran yang efektif untuk meningkatkan pengetahuan ilmiah siswa.

5. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu dipertimbangkan. *Pertama*, jumlah sampel yang terbatas (67 siswa dari 2 kelas) di satu sekolah menyebabkan hasil penelitian tidak dapat digeneralisasikan secara luas. *Kedua*, penelitian ini hanya berfokus pada dua sub-materi gejala kuantum (efek fotolistrik dan efek Compton), sehingga belum mencakup seluruh materi fisika kuantum yang diajarkan di SMA. *Ketiga*, penelitian ini belum menguji efektivitas instrumen dalam jangka waktu yang

panjang untuk melihat konsistensi hasil diagnosis miskonsepsi.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan sampel yang lebih besar dan beragam dari berbagai sekolah, serta mengembangkan instrumen untuk mencakup lebih banyak topik dalam fisika kuantum. Selain itu, penelitian lanjutan dapat menguji efektivitas berbagai strategi remediasi miskonsepsi berdasarkan hasil diagnosis menggunakan instrumen yang telah dikembangkan.

KESIMPULAN

Instrumen *Four-Tier Diagnostic Test* yang dikembangkan dinyatakan valid dengan koefisien validitas Gregory 0,60–0,80 dan reliabel dengan nilai *Cronbach's Alpha* 0,82, sehingga layak digunakan untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa pada materi gejala kuantum. Profil pemahaman konsep siswa menunjukkan bahwa 38,2% siswa mengalami miskonsepsi (kategori sedang), 28,7% kurang pengetahuan, 24,5% paham konsep, dan 8,6% kesalahan lainnya. Miskonsepsi tertinggi terjadi pada submateri efek fotolistrik (42,5%) dibandingkan efek Compton (33,9%). Miskonsepsi spesifik yang teridentifikasi meliputi: anggapan energi ambang bergantung intensitas cahaya (47,8%), energi kinetik elektron bergantung intensitas (41,2%), ketidakmampuan membedakan mekanisme tumbukan efek fotolistrik dan Compton (35,6%), serta ketidakmampuan menerapkan kekekalan energi-momentum pada efek Compton (32,4%).

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, S. A., Sulisworo, D., Fratiwi, N. J., Nurdini, N., Novia, H., Samsudin, A., Nasbey, H., Wibowo, F.C., & Sozbilir, M. (2026). INFORMI: A Rasch-Validated Four-Tier Instrument to Diagnose Students' Conceptions of Momentum and Impulse. *Journal of Science Learning*, 9(1). <https://ejournal.upi.edu/index.php/jslearning/article/view/273>
- Asrida, Sukariasih, L., & Yuris, M. (2024). Identifikasi Miskonsepsi Siswa Kelas XI pada Konsep Fluida Statis dengan Menggunakan Four-Tier Diagnostic Test di SMA Negeri 2 Kendari. *Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika*, 9(3). <https://doi.org/10.36709/jipfi.v9i3.131>
- Bawamenewi, A. (2024). Analisis Miskonsepsi Siswa Kelas X SMA di Kota Padang tentang Materi Hukum Newton dengan Menggunakan Tes Diagnostik Four-Tier Multiple Choice. *Physics Learning and Education*, 2(2). <https://doi.org/10.24036/ple.v2i2.120>
- Desstya, A., Sayekti, I. C., Abduh, M., & Sukartono. (2025). Development of a Four-Tier Diagnostic Test for Misconceptions in Natural Science of Primary School Pupils. *Journal of Turkish Science Education*, 22(2), 338–353.
- Istiyono, E., Dwandaru, W. S. B., Fenditasari, K., Ayub, M. R. S. N., & Saepuzaman, D. (2023). The Development of a Four-Tier Diagnostic Test Based on Modern Test Theory in Physics Education. *Eurasian Journal of Educational Research*, 23(1). <https://www.eu-jer.com>
- Laily, M. S. (2024). Pengembangan Four Tier Diagnostic Test Berbasis Web untuk Mengidentifikasi Miskonsepsi Siswa SMA/MA pada Materi Fluida Statis. Skripsi, UIN Walisongo Semarang. <https://eprints.walisongo.ac.id/id/eprint/22842/>
- Lukman, I. R., Unaida, R., & Fakhrah, F. (2022). Developing of Four-Tier Diagnostic Test to Identify Test Profile on Acid and Base Materials. *Journal of UMMAT*, X(X).
- Pasaribu, Y. H., Sari, L., & Sinaga, W. A. (2025). Identification of Student Misconceptions on Photoelectric Effect Materials Using Four-Tier Diagnostic Test. *Golden Ratio of Data in Summary*, 5(1), 22–27. <https://doi.org/10.52970/grdis.v5i1.846>
- Prastyo, A., Fithriyah, H., Rahmawati, A. D., & Ekawati, E. Y. (2024). Identification of Students' Misconceptions using Four-Tier Diagnostic Assessment in Physics Learning Phase F. *Indonesian Journal of Science Education*, *8*(1). <https://doi.org/10.31002/ijose.v8i1.569>
- Putranta, H., & Afifah, F. (2025). Development of the Four-Tier Diagnostic Test to Identify Student Misconceptions in the Static Fluids Chapter. *Journal on Efficiency and*

- Responsibility in Education and Science*, 18(4), 268–281.
- Putri, R. O., & Sugianto. (2025). Analisis Miskonsepsi Menggunakan Teknik Four-Tier Diagnostic Test Berbantuan Google Form Materi Pengukuran pada Siswa SMA Kelas X. *Unnes Physics Education Journal*, 14(1), 93–100. <https://doi.org/10.15294/upej.v14i1.24629>
- Sakti, M. F. A. B., Nugroho, S. E., & Mindyarto, B. N. (2026). Integrating Claim, Evidence, Reasoning into a Four-Tier Diagnostic Test to Assess Students' Conceptual Understanding of Work and Energy. *Physics Communication*, 10(1). <https://doi.org/10.15294/pc.v10i1.1852>
- Saputra, O., Hermanto, I. M., Safitri, A. I., Putra, H. T., Nadzirin, A., & Lusiyanti, D. (2024). Development of 4-Tier Diagnostic Fluid Static Test (4T-DFST) to Identify Profile Students' Conception. *Journal of Physics: Conference Series*, 2900, 012003. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2900/1/012003>
- Saputra, W. T. (2024). *Assessing Students' Secondary School Conceptions of Force and Motion by a Four-Tier Diagnostic Test*. S1 Thesis, Universitas Pendidikan Indonesia. <https://repository.upi.edu/123606/>
- Savitry, A. (2023). *Identifikasi Miskonsepsi Materi Cahaya dengan Four-Tier Diagnostic Test pada Siswa SMP di Kota Palu*. Skripsi, Universitas Tadulako.
- Seminar Nasional Fisika Unesa 2022 (SNF Unesa 2022). (2022). Four-Tier Diagnostic Test Instrument. *Journal of Physics: Conference Series*, 2392, 012001. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2392/1/012001>
- Setianisa, T. R., Ruhimat, M., & Waluya, B. (2025). Pengembangan Instrumen Four-Tier Diagnostic Test untuk Mengidentifikasi Miskonsepsi pada Materi Dinamika Litosfer di SMA Kabupaten Cianjur. *SOSIO-FITK*, 12(1). <https://doi.org/10.15408/sd.v12i1.45613>
- Sudiatmika, A. A. I. A. R., Subagia, W., & Utari, P. H. (2025). Pengembangan Instrumen Tes Diagnostik Four Tier untuk Mengidentifikasi Miskonsepsi Peserta Didik. *Jurnal PPII*, 15(1). <https://doi.org/10.23887/jppii.v15i1.91287>
- Sukarelawan, M. I., Indratno, T. K., Oktova, R., & Abdullah, N. S. Y. (2024). Quality of Four-Tier Diagnostic Test on Wave and Vibration Materials: An Empirical Study Using Rasch Modeling. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 20(1). <https://journal.unnes.ac.id/nju/IPFI/article/view/47493>
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook*. Bloomington: Center for Innovation in Teaching the Handicapped.