

Analisis Pemahaman Mahasiswa terhadap Konsep Efek Fotolistrik pada Mata Kuliah Fisika Kuantum: *Analysis of Student Understanding of the Concept of the Photoelectric Effect in Quantum Physics Courses*

Putri Anastasya¹, Sentia Situmorang², Trisna Herawati³

^{1,2,3}Universitas Negeri Medan, Indonesia

putrianastasya0404@gmail.com¹, sentiasitumorang28@gmail.com²,

trisnaherawati68@gmail.com³

ABSTRACT

This research aims to understand students' understanding of the concept of the photoelectric effect in the Quantum Physics course. Data collection was carried out through a questionnaire on a scale of 1-5 to measure the level of students' understanding of the main aspects of the photoelectric effect, such as the role of photons, the relationship between light wavelength and photon energy, as well as imposing this phenomenon on the development of applicable mechanical theory. The results of the analysis show that the majority of students have a fairly good level of understanding, especially in the basic concept of the photoelectric effect as evidence of the dual nature of light. However, there is a harmony of understanding on experimental and applicable aspects, such as laboratory procedures and the relevance of photoelectric effect technology. These findings provide important insights for the refinement of teaching methods and emphasis on practical applications to improve students' understanding of these quantum phenomena.

Keywords: *Photoelectric effect; quantum physics; student understanding; duality of light; quantum theory.*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memahami pemahaman mahasiswa terhadap konsep efek fotolistrik dalam mata kuliah Fisika Kuantum. Pengumpulan data dilakukan melalui angket dengan skala 1-5 untuk mengukur tingkat pemahaman mahasiswa terhadap aspek-aspek utama efek fotolistrik, seperti peran foton, hubungan antara panjang gelombang cahaya dan energi foton, serta memaksakan fenomena ini terhadap pengembangan teori mekanika berlaku. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa memiliki tingkat pemahaman yang cukup baik, terutama pada konsep dasar efek fotolistrik sebagai bukti sifat dualitas cahaya. Namun terdapat keselarasan pemahaman pada aspek-aspek eksperimental dan aplikatif, seperti prosedur laboratorium dan relevansi teknologi efek fotolistrik. Temuan ini memberikan wawasan penting untuk penyempurnaan metode pengajaran dan penekanan pada aplikasi praktis untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap fenomena kuantum ini.

Kata kunci : *Efek fotolistrik; fisika kuantum; pemahaman mahasiswa; dualitas cahaya; teori kuantum.*

PENDAHULUAN

Fisika kuantum merupakan salah satu cabang ilmu fisika yang menjadi landasan dalam memahami fenomena alam pada tingkat mikroskopik. Salah satu topik penting dalam fisika kuantum adalah efek fotolistrik, yang pertama kali diamati oleh Heinrich Hertz pada tahun 1887 dan kemudian dijelaskan secara teoritis oleh Albert Einstein pada tahun 1905. Efek fotolistrik menjadi bukti eksperimental penting yang mendukung konsep dualitas cahaya, yaitu cahaya dapat berperilaku sebagai gelombang maupun partikel (foton). Melalui eksperimen efek fotolistrik, Einstein menunjukkan bahwa energi cahaya tidak tersebar secara kontinu, melainkan dalam kuantum energi yang disebut foton. Fenomena ini

memberikan kontribusi besar terhadap perkembangan teori kuantum, yang kemudian menjadi fondasi mekanika kuantum modern.

Dalam konteks pembelajaran, efek fotolistrik sering digunakan sebagai contoh konkret untuk menjelaskan sifat dualitas cahaya, hubungan energi foton dengan panjang gelombang cahaya, serta prinsip-prinsip dasar interaksi cahaya dan materi. Pemahaman mendalam tentang efek fotolistrik sangat penting bagi mahasiswa fisika, terutama dalam memperkuat pemahaman mereka terhadap dasar-dasar teori kuantum. Namun, penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa mahasiswa sering kali menghadapi kesulitan dalam memahami konsep ini secara menyeluruh, terutama terkait dengan aspek eksperimental dan aplikasinya dalam teknologi modern, seperti sel surya dan sensor fotoelektrik (Siahaan, 2017).

Beberapa faktor yang dapat memengaruhi pemahaman mahasiswa terhadap efek fotolistrik meliputi metode pengajaran, penggunaan media pembelajaran interaktif, dan pengalaman praktikum di laboratorium. Dalam proses pembelajaran, pengajaran yang terlalu teoritis tanpa aplikasi langsung sering kali membuat mahasiswa kesulitan untuk menghubungkan teori dengan kenyataan. Hal ini menggarisbawahi pentingnya pendekatan pembelajaran yang lebih aplikatif dan interaktif, misalnya melalui simulasi atau eksperimen laboratorium langsung (Wicaksono, 2018).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat pemahaman mahasiswa terhadap konsep efek fotolistrik dalam mata kuliah Fisika Kuantum. Fokus penelitian mencakup beberapa aspek utama, seperti peran foton, hubungan antara panjang gelombang dan energi foton, serta aplikasi efek fotolistrik dalam pengembangan teknologi. Dengan memahami tingkat pemahaman mahasiswa, penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan bagi dosen untuk menyempurnakan metode pengajaran dan menekankan aspek-aspek praktis yang relevan. Selain itu, temuan penelitian ini juga dapat berkontribusi dalam mengembangkan kurikulum pembelajaran fisika kuantum yang lebih efektif.

TINJAUAN LITERATUR

Efek fotolistrik merupakan fenomena fundamental yang mendasari konsep kuantisasi energi dalam fisika kuantum. Fenomena ini terjadi ketika elektron teremisikan dari permukaan logam akibat penyerapan energi dari foton cahaya. Efek fotolistrik pertama kali dijelaskan oleh Albert Einstein pada tahun 1905, yang memberikan bukti eksperimental untuk teori kuantum cahaya. Dalam pendidikan fisika, efek fotolistrik adalah topik penting karena menjadi penghubung antara teori klasik dan teori kuantum. Mahasiswa sering mengalami kesulitan memahami konsep ini karena sifatnya yang abstrak, sehingga diperlukan metode pembelajaran yang efektif untuk memfasilitasi pemahaman. Sifat abstrak dari konsep efek fotolistrik menjadi tantangan utama bagi mahasiswa. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa banyak mahasiswa memiliki miskonsepsi terkait hubungan antara frekuensi, panjang gelombang, dan energi foton. Contohnya, mahasiswa sering menganggap bahwa intensitas cahaya (bukan frekuensi) menentukan energi foton, padahal intensitas hanya memengaruhi jumlah foton, bukan energinya (Hamdani, 2020)

Hamdani (2020) mengungkapkan bahwa mahasiswa sering mengalami miskonsepsi terkait efek fotolistrik. Salah satu miskonsepsi yang umum adalah menganggap

intensitas cahaya (jumlah foton) sebagai faktor utama yang memengaruhi energi foton, padahal energi foton hanya ditentukan oleh frekuensi. Miskonsepsi lainnya meliputi pemahaman yang salah mengenai hubungan antara panjang gelombang, frekuensi, dan energi foton. Beberapa penyebab utama miskonsepsi adalah sifat abstrak materi fisika kuantum, kurangnya pengalaman langsung dalam eksperimen, serta pendekatan pembelajaran konvensional yang cenderung teoritis. Dalam pembelajaran efek fotolistrik, mahasiswa sering kali kesulitan memvisualisasikan interaksi antara foton dan elektron, sehingga mereka tidak mampu menghubungkan teori dengan fenomena nyata.

Untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa, berbagai metode pembelajaran aktif telah diusulkan, seperti diskusi kelas dan scaffolding. Utama Alan Deta (2017) menunjukkan bahwa kombinasi metode diskusi dan scaffolding dapat meningkatkan hasil belajar mahasiswa pada materi fisika kuantum. Dengan scaffolding, dosen memberikan bimbingan berupa pertanyaan-pertanyaan terarah sehingga mahasiswa mampu mengonstruksi konsep secara mandiri. Selain itu, simulasi interaktif, seperti PhET, memberikan pengalaman visual yang membantu mahasiswa memahami interaksi antara cahaya dan elektron. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan metode pembelajaran aktif, seperti diskusi kelas dan scaffolding, dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap konsep-konsep abstrak. Dalam metode ini, mahasiswa diberikan bimbingan berupa pertanyaan terarah untuk membangun pemahaman konsep secara mandiri. Misalnya, scaffolding digunakan untuk menjelaskan hubungan antara energi foton, frekuensi, dan panjang gelombang. (Utama Alan Deta 2017)

Visualisasi melalui simulasi, seperti menggunakan perangkat lunak interaktif (contoh: PhET Simulation), dapat membantu mahasiswa memahami efek fotolistrik. Simulasi memungkinkan mahasiswa untuk memanipulasi variabel, seperti intensitas dan frekuensi cahaya, serta mengamati langsung efeknya terhadap emisi elektron. Ini membantu mengatasi kesulitan yang timbul dari sifat abstrak materi. Diskusi kelas juga memungkinkan mahasiswa untuk saling bertukar pendapat dan mengklarifikasi konsep yang belum dipahami. (Utama Alan Deta. 2017) menemukan bahwa diskusi kelas yang dilengkapi scaffolding meningkatkan hasil belajar mahasiswa hingga lebih dari 75%.

Tes diagnostik tiga tingkatan (three-tier diagnostic test) sering digunakan untuk mengidentifikasi tingkat miskonsepsi. Tes ini menggabungkan pilihan ganda, alasan jawaban, dan keyakinan siswa terhadap jawabannya. Pendekatan ini dapat memberikan wawasan lebih mendalam tentang sejauh mana mahasiswa memahami konsep efek fotolistrik. Berdasarkan hasil evaluasi, dosen dapat merancang pembelajaran remediasi yang spesifik untuk mengatasi bentuk-bentuk miskonsepsi tertentu. Upaya ini penting untuk memastikan bahwa mahasiswa tidak hanya sekadar menghafal konsep, tetapi juga benar-benar memahaminya. (Taslidere, E. 2016).

METODE PENELITIAN

Fokus penelitian ini mendeskripsikan bagaimana pemahaman mahasiswa terhadap Konsep Efek Fotolistrik pada Mata Kuliah Fisika Kuantum. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan metode survei menggunakan kuesioner daring

berbasis Google Form. Metode ini dipilih untuk memudahkan pengumpulan data secara efisien dari responden yang tersebar.

Peneliti mengambil mahasiswa semester VII yang pernah memprogram mata kuliah Fisika Kuantum pada stambuk 2021 di Universitas Negeri Medan Jurusan Pendidikan Fisika sebagai populasi penelitian. Penelitian terdiri atas empat tahapan, yaitu tahap pembuatan Kuesioner; Distribusi Kuesioner; Pengumpulan dan pengolahan data; dan Analisis Data, seperti dibawah ini :

1. Pembuatan Kuesioner:

- Kuesioner disusun berdasarkan variabel penelitian yang telah ditentukan. Variabel tersebut meliputi [sebutkan variabel, misalnya pemahaman konsep, sikap, motivasi].
- Setiap variabel diukur melalui 10 soal pilihan berganda dan 5 soal essay pertanyaan dengan format skala Likert dimana 10 pertanyaan pilihan berganda untuk pertanyaan tertutup, serta pertanyaan essai terbuka untuk eksplorasi mendalam.

2. Distribusi Kuesioner:

- Kuesioner disebarkan kepada responden melalui tautan Google Form yang dibagikan menggunakan media, misalnya grup WhatsApp atau email.
- Responden diminta mengisi kuesioner secara sukarela dalam waktu 5 hari.

3. Pengumpulan dan Pengelolaan Data:

- Data dari responden disimpan secara otomatis dalam format spreadsheet oleh Google Form, mempermudah analisis.
- Data yang tidak lengkap atau tidak valid akan diidentifikasi dan dikeluarkan dari analisis.

4. Analisis Data:

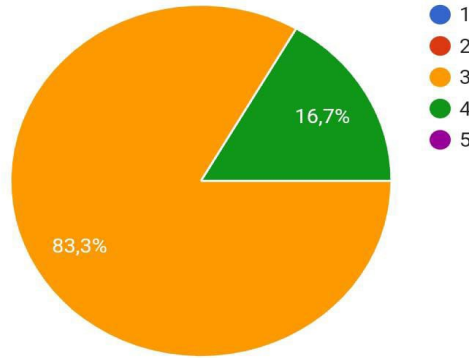
- Data dianalisis secara deskriptif untuk mengukur kecenderungan jawaban responden terhadap masing-masing variabel.
- Analisis dilakukan menggunakan Microsoft Excel

Metode ini dipilih karena efisiensi dalam pengumpulan data, kemudahan aksesibilitas bagi responden, dan kemampuan Google Form untuk mencatat data secara sistematis. Dengan jumlah responden sebanyak 6 orang, hasil analisis diharapkan memberikan gambaran awal tentang mendeskripsikan bagaimana pemahaman mahasiswa terhadap Konsep Efek Fotolistrik pada Mata Kuliah Fisika Kuantum.

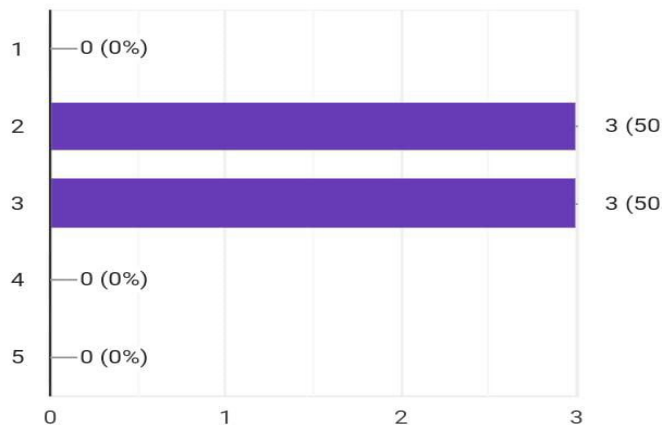
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pemahaman mahasiswa Universitas Negeri Medan Jurusan Fisika angkatan 2021 terhadap konsep Efek Fotolistrik, salah satu topik penting dalam fisika kuantum. Hasil angket menunjukkan variasi pemahaman yang dapat dikategorikan menjadi dua kelompok utama, yaitu mahasiswa yang paham (skor 4 dan 5) dan yang tidak paham (skor 1 hingga 3). Berdasarkan data yang terkumpul, sebagian besar mahasiswa telah memahami konsep-konsep dasar efek fotolistrik, meskipun terdapat beberapa aspek yang memerlukan penguatan. Pada kategori pemahaman konsep dasar efek fotolistrik, sebagian besar mahasiswa dapat menjelaskan peran foton dalam efek fotolistrik.

Mereka memahami bahwa energi foton bergantung pada frekuensinya, sehingga cahaya dengan intensitas tinggi tetapi frekuensi rendah tidak dapat menghasilkan efek fotolistrik. Hal ini menunjukkan bahwa pengajaran telah berhasil menyampaikan inti dari fenomena ini, yang menjadi dasar dari teori kuantum.



Berdasarkan angket yang dilakukan untuk mengevaluasi pemahaman mahasiswa terhadap materi fisika kuantum, khususnya pada topik Efek Fotolistrik, hasil analisis menunjukkan tingkat pemahaman yang cukup bervariasi. Sebagian besar responden memahami peran foton dalam menjelaskan fenomena efek fotolistrik dengan baik. Mereka dapat mengaitkan energi cahaya dengan frekuensinya, bukan intensitasnya, yang merupakan kunci utama dalam memahami fenomena ini. Hal ini tercermin dari banyaknya jawaban yang menunjukkan pemahaman cukup mendalam terkait alasan mengapa cahaya berintensitas tinggi tetapi frekuensi rendah tidak menghasilkan efek fotolistrik. Pemahaman terhadap relevansi efek fotolistrik dalam pengembangan teori mekanika kuantum dan aplikasinya dalam teknologi modern juga cukup tinggi. Responden menunjukkan kesadaran akan peran fenomena ini dalam membuktikan dualitas cahaya sebagai gelombang dan partikel. Selain itu, mereka memahami pentingnya efek fotolistrik dalam mendukung pengembangan teknologi berbasis cahaya, seperti sel surya, sensor cahaya, dan perangkat fotodioda. Ketertarikan mereka terhadap topik ini juga ditunjukkan melalui penekanan pada bagaimana fenomena ini menjadi dasar penting dalam memahami sifat cahaya serta pengembangan teknologi masa depan.



Namun, pada aspek teknis seperti pemahaman eksperimen laboratorium, hasil angket menunjukkan variasi yang cukup besar. Beberapa mahasiswa merasa kesulitan memahami cara eksperimen dilakukan, terutama terkait prosedur dan peralatan yang digunakan untuk memvalidasi teori efek fotolistrik. Keterbatasan ini mengindikasikan perlunya simulasi laboratorium atau praktik langsung untuk meningkatkan penguasaan materi pada aspek ini. Dalam kaitannya dengan teknologi modern, responden menunjukkan pemahaman yang baik terhadap relevansi efek fotolistrik dalam pengembangan teknologi seperti sel surya, sensor cahaya, dan perangkat berbasis fotodioda. Banyak mahasiswa yang menekankan bahwa efek fotolistrik memberikan gambaran nyata tentang bagaimana konsep abstrak fisika dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari, sehingga topik ini menjadi sangat menarik dan relevan.

Ketertarikan terhadap aspek teoritis dan aplikatif dari efek fotolistrik juga tercermin dari respons mahasiswa yang menyebutkan bagaimana fenomena ini membantu menjelaskan sifat dualitas cahaya. Efek fotolistrik tidak hanya menjadi bukti sifat partikel cahaya, tetapi juga membuka jalan bagi perkembangan mekanika kuantum yang lebih luas.

KESIMPULAN

Secara keseluruhan, mayoritas responden telah memiliki pemahaman yang baik terhadap konsep dasar efek fotolistrik, relevansinya dengan teori kuantum, serta aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari. Mahasiswa sudah memiliki pemahaman yang cukup baik terhadap konsep dasar efek fotolistrik, dengan persentase yang signifikan berada di kategori paham (skor 4 dan 5). Namun, pemahaman teknis, khususnya terkait prosedur eksperimen di laboratorium, masih perlu ditingkatkan. Meski demikian, penguasaan aspek teknis, seperti prosedur eksperimen, memerlukan perhatian lebih. Pendekatan pembelajaran berbasis praktik dan studi kasus teknologi modern dapat menjadi cara efektif untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa secara menyeluruh. Hal ini tidak hanya akan memperkuat penguasaan teori, tetapi juga meningkatkan keterampilan praktis serta minat mereka terhadap fisika kuantum.

DAFTAR PUSTAKA

- Annisa ,K.H, Dkk. 2024. *DIY Innovations in Quantum Physics: Proving Light Dualism with Photoelectric Effect and Double Slit Experiments*. Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika (JPIF). Vol. 4, No. 1
- Einstein, A. (1905). *Zur Elektrodynamik bewegter Körper* . Annalen der Physik.
- Hamdani, 2020. *Miskonsepsi Mahasiswa Tentang Efek Fotolistrik*. Jurnal Visi Ilmu pendidikan. Vol .12, No. 2.
- Millikan, RA (1916). *Penentuan Fotolistrik Langsung terhadap "h" Planck* . Tinjauan Fisik.
- Mulyadi, E. 2022. *Pegembangan Media Pembelajaran Efek Fotolistrik (Solar Sel)*. Jurnal pembelajaran dan Pendidikan. Vol. 1, No 3
- Raden, O & Panji, W. 2023. *Pengembangan video pembelajaran online tentang Efek Fotolistrik menggunakan Sparkol Videoscribe pada mata kuliah Fisika Modern*. Jurnal Ilmiah Fisika, Pembelajaran dan Aplikasinya. Vol. 14 No. 1

Mimbar Kampus: Jurnal Pendidikan dan Agama Islam

Vol 24 No 1 (2025) 53 – 59 P-ISSN 1411-7673 E-ISSN 2776-5571

DOI: 10.17467/mk.v24i1.5954

- Restina ,M, Agus Y ,& Budi, A. 2018. *Miskonsepsi Mahasiswa Pendidikan Fisika Pada Materi Efek Fotolistrik*. Jurnal Phenomenon. Vol. 08, No. 1
- Serway, RA, & Jewett, JW (2010). *Fisika untuk Ilmuwan dan Insinyur dengan Fisika Modern* . Brooks/Cole.
- Siahaan, A. H. (2017). *Pemanfaatan Efek Fotolistrik dalam Pengajaran Fisika Kuantum untuk Meningkatkan Pemahaman Mahasiswa*. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 13(2), 123-130.
- Siswoyo. 2015. *Pemahaman Mahasiswa Tentang Efek Fotolistrik*. Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika. Volume 1 Nomor 1.
- Taslidere, E. (2016). "Development and Use of a Three-Tier Diagnostic Test to Assess High School Students' Misconceptions About The Photoelectric Effect." *Research in Science & Technological Education*.
- Tipler, PA, & Llewellyn, RA (2008). *Fisika Modern* . Freeman dan Company.
- Utama Alan Deta. 2017. *Peningkatan Pemahaman Materi Kuantisasi Besaran Fisis Pada Calon Guru Fisika Menggunakan Metode Diskusi Kelas dan Scaffolding*, Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-BiRuNi, Vol. 6, No. 2.
- Wicaksono, R. (2018). *Analisis Kendala Pemahaman Konsep Efek Fotolistrik pada Mahasiswa Fisika*. Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika, 7(3), 210-218.
- Young, HD, & Freedman, RA (2016). *Fisika Universitas dengan Fisika Modern* . Pearson.
- Yuliani, H. 2017. *Pembelajaran Fisika Menggunakan Media Animasi Macromedia FLASH-MX Dan Gambar Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Mahasiswa*. Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-BiRuNi. Vol. 06. No. 1
- Yusuf, M., & Pratama, D. (2019). *Pendekatan Interaktif untuk Pengajaran Efek Fotolistrik: Studi Kasus di Universitas XYZ*. Jurnal Sains dan Teknologi Pendidikan, 15(4), 45-55.