

Pemahaman Mahasiswa Tentang Efek Fotolistrik

Siswoyo

Program Studi Pendidikan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta 13220

E-mail: siswoyo@unj.ac.id

Abstract

This study describes the student's understanding of the photoelectric effect theoretically and empirically by using PhET Interactive Simulation. Survey techniques was conduct to obtain data on students' understanding of the photoelectric effect on students of Department of Physics, State UNJ class of 2012. Data were taken while students were following the lecture for 30 minutes, the number of respondents were 75 students. Research instrument consist of several questions related to the understanding of the photoelectric effect, such as, the definition of the photoelectric effect, the use of PhET Integrative Simulation on the topic of the photoelectric effect, the relationship between light intensity, frequency or wavelength, and the potential difference, analyzing, reading and drawing graphs relationship between the light intensity, frequency or wavelength and the potential difference. Data were analyzed qualitatively and quantitatively. The results showed that the students' understanding of the photoelectric effect is still low, especially when associated with the use of interactive simulations PhET.

Keywords: Comprehension, Photoelectric Effect, PhET Interactive Simulation

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsi pemahaman mahasiswa tentang efek fotolistrik dan mengkajinya secara teoritis maupun empiris dengan menggunakan PhET Interactive Simulation. Untuk memperoleh data tentang pemahaman mahasiswa tentang efek fotolistrik digunakan teknik survey pada mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA UNJ angkatan 2012. Data diambil pada saat mahasiswa masing-masing angkatan sedang mengikuti perkuliahan dengan menggunakan waktu 30 menit, dengan jumlah responden sebanyak 75 mahasiswa. Intrumen penelitian berisi pertanyaan-pertanyaan yang terkait dengan pemahaman tentang efek fotolistrik, antara lain definisi efek fotolistrik, penggunaan Simulasi Interatif PhET pada topik efek fotolistrik, hubungan antara intensitas cahaya, frekuensi atau panjang gelombang, dan beda potensial, menganalisis, membaca dan menggambar grafik hubungan antara intensitas cahaya, frekuensi atau panjang gelombang dan beda potensial. Data dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif sederhana. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemahaman mahasiswa tentang efek fotolistrik masih rendah, terutama bila dikaitkan dengan penggunaan simulasi interaktif PhET.

Kata-kata kunci: Pemahaman, Efek Fotolistrik, PhET Interactive Simulation

PENDAHULUAN

Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk mengeksplorasi dan mempelajari pemahaman siswa maupun mahasiswa tentang konsep-konsep fisika dengan tujuan yang berbeda-beda pula. Chion dan Anderson (2009) mempelajari pemahaman siswa berdasarkan model mental dan analisis proses

ontologi tentang konduksi panas. Johnson dan Hafele (2010) mengeksplorasi pemahaman siswa tentang atom dan radiasi dengan menggunakan simulasi. Foong, Wong dan Chee (2009) melakukan kajian secara sistematis tentang pemahaman siswa tentang efek fotolistrik untuk mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam tentang topik tersebut. Menurut mereka efek fotolistrik memegang peranan penting untuk membangun pemahaman tentang model foton untuk cahaya. Klassen (2011) mencoba untuk memperbaiki literatur dan buku-buku teks tentang efek fotolistrik yang menurutnya masih memiliki kekurangan dan kesalahan dalam penyajian tentang fungsi kerja dan konsep tentang foton.

Disamping penelitian terhadap mahasiswa, beberapa penelitian juga mengkaji pemahaman mahasiswa calon guru tentang efek fotolistrik. Yildiz (2011) melakukan eksperimen pembelajaran tentang efek fotolistrik pada matakuliah pengantar Fisika Modern. Baily dan Finkelstein (2008) menemukan bukti bahwa setelah mempelajari fisika modern, mahasiswa akan tetap memiliki pemahaman tentang pentingnya fisika kuantum dalam mempelajari konsep-konsep fisika yang lain. Koponen dan Heikkinen (2005) menyatakan bahwa mengajarkan fisika kuantum merupakan pekerjaan sulit. Banyak siswa mereka yang mengalami kesulitan belajar fisika kuantum, untuk itu para guru berupaya untuk mengembangkan pembelajaran yang dapat membantu siswanya agar memiliki pemahaman yang lebih baik tentang hakekat kuantum dan konsep foton. De Leone dan Oberem (2003) mengungkapkan kesulitan mahasiswa dalam mempelajari efek fotolistrik dan hubungannya dengan model foton cahaya.

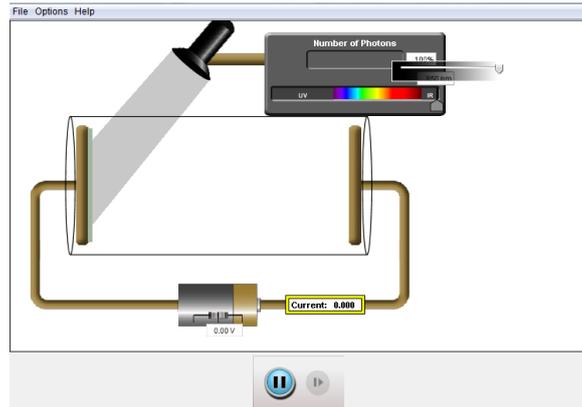
Laboratorium memainkan peran yang penting dalam belajar fisika untuk mengembangkan konsep, prinsip hukum-hukum yang mendasari dan teori tersebut. Laboratorium fisika tradisional memiliki beberapa keterbatasan dan masalah dalam mengembangkan konsep-konsep. Untuk itu diperlukan pula laboratorium virtual. Bajpai (2013) melakukan penelitian untuk mengetahui efektivitas laboratorium virtual untuk mengembangkan konsep-konsep fisika. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa siswa yang belajar konsep efek fotolistrik melalui laboratorium virtual dalam cara yang lebih baik dibandingkan dengan laboratorium nyata. Penelitian ini juga menyarankan penggunaan laboratorium virtual dalam mengajar fisika, terutama untuk pengajaran konsep. Salah satu upaya untuk mengembangkan pemahaman tentang efek fotolistrik ada dengan menggunakan PhET Interactive Simulation yang dikembangkan oleh University of Colorado (Katherine Perkins, E. M., Podolefsky, N., Lancaster, K., & Denison., C. 2010). Dengan menggunakan simulasi interaktif PhET, gejala efek fotolistrik dapat divisualisasikan dengan jelas.

Istilah pemahaman (*understanding*) menurut Taksonomo Bloom yang direvisi oleh Krathwohl (2002) didefinisikan sebagai kemampuan kognitif untuk menentukan arti pesan pembelajaran baik secara lisan, tulisan maupun grafik. Pemahaman meliputi kemampuan menginterpretasikan, memberi contoh, mengelompokkan, meringkas, menginferensikan, membandingkan, dan menjelaskan.

Berdasarkan definisi Bloom yang telah direvisi tersebut, maka disusun serangkaian pertanyaan-pertanyaan untuk mengetahui pemahaman mahasiswa tentang efek fotolistrik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan menggunakan teknik survey (Gall, M. D., Gall, J. P. & Borg, Q.R. 2007). yang dilakukan terhadap mahasiswa program studi pendidikan fisika FMIPA UNJ angkatan 2012. Data diambil pada saat mahasiswa masing-masing angkatan sedang mengikuti perkuliahan dengan menggunakan waktu 30 menit, dengan jumlah responden sebanyak 75 mahasiswa. Instrumen penelitian berisi pertanyaan-pertanyaan yang terkait dengan pemahaman tentang efek fotolistrik, antara lain definisi efek fotolistrik, penggunaan Simulasi Interaktif PhET pada topik efek fotolistrik, hubungan antara intensitas cahaya, frekuensi atau panjang gelombang, dan beda potensial, menganalisis, membaca dan menggambar grafik hubungan antara intensitas cahaya, frekuensi atau panjang gelombang dan beda potensial. Data dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif sederhana.



GAMBAR 1. Tampilan PhET Efekfoto listrik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian menganalisis 10 pertanyaan, dan pembahasan tentang penelitian ini dijelaskan berdasarkan pertanyaan-pertanyaan penelitian. Perhatikan hasil simulasi PhET Efek Fotolistrik dibawah ini, dan jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut:

a. Pertanyaan 1

Apakah anda mengenal PhET tentang Efek Fotolistrik? Kapan anda mengenal PhET tentang Efek Fotolistrik?

Berdasarkan hasil survey ternyata semua mahasiswa menyatakan bahwa mereka mengetahui PhET tentang Efek Fotolistrik sejak kuliah. Hal menunjukkan bahwa selama di SMA mereka tidak mengenal pembelajaran efek fotolistrik dengan menggunakan *PhET Interactive Simulation*. Namun demikian bukan berarti bahwa selama kuliah mahasiswa sudah terbiasa menggunakan simulasi interaktif PhET dalam mempelajari konsep-konsep fisika terutama efek fotolistrik. PhET mulai dikembangkan sejak tahun 2002 hingga sekarang hampir 13 tahun.

b. Pertanyaan 2

Apa yang dimaksud dengan Efek Fotolistrik?

Meskipun mereka telah mempelajari efek fotolistrik mulai di SMA sampai di perguruan tinggi, namun masih banyak sekali mahasiswa yang gagal mendefinisikan efek fotolistrik dengan benar. Hanya 23% dari responden yang mendefinisikan dengan benar sedangkan sebanyak 57 % salah dalam mendefinisikan efek fotolistrik, dan 20% sisanya tidak mampu mendefinisikan (tidak memberi jawaban). Secara umum mereka yang benar mendefinisikan efekfotolistrik sebagai peristiwa terlepasnya elektron dari logam/materi akibat sinar yang mengenai permukaan logam tersebut. Sedang yang salah dalam mendefinisikan efekfotolistrik mengemukakan berbagai definisi yang cukup menarik untuk dipelajari. Definisi-definisi tersebut antara lain :menyatakan bahwa efek fotolistrik adalah:

1. Peristiwa cahaya dalam rangkaian listrik.
2. Peristiwa pengaruh cahaya terhadap intensitas.
3. Suatu efek terlepasnya foton karena intensitas dan peneruhnya terhadap energi.
4. Suatu fenomena yang terjadi saat sebuah cahaya dihamburkan dan akan mempengaruhi tinggi rendah potensial listrik, dipengaruhi juga oleh intensitas listrik.
5. Peristiwa lepasnya elektron pada suatu logam yang dialiri sitrik apabila dikenai cahaya dengan besar yang sama atau melebihi energi ambang.
6. Suatu partikel yang disinari cahaya dan partikel tersebut terhambur, saat tegangan tertentu yang menyebabkan elektron yang lain keluar.
7. Peristiwa pemindahan foton.
8. Sumber cahaya/sinar dalam rangkaian listrik
9. Penghamburan cahaya yang membawa elektron dengan beda potensial dan frekuensi dalam sebuah plat.
10. Pengaruh cahaya pada listrik terhadap intensitas dan frekuensi.

Berdasarkan definisi-definisi yang dikemukakan oleh mahasiswa tersebut, dapat dinyatakan bahwa:

1. Mahasiswa beranggapan bahwa dalam peristiwa efek fotolistrik berlaku hubungan $V=I.R$.
2. Mahasiswa tidak memahami hubungan antara intensitas, frekuensi dan energi kinetik elektron.
3. Mahasiswa tidak memahami peran dan fungsi beda potensial dari percobaan efek fotolistrik.
4. Mahasiswa tidak memahami interaksi antara gelombang dan materi.

c. Pertanyaan 3

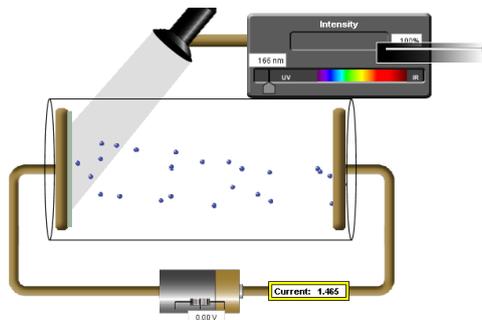
Bila intensitas sumber cahaya, frekuensi atau panjang gelombang dan beda potensial semuanya sama dengan nol. Jelaskan apa yang akan terjadi?

Menjawab pertanyaan ini sebanyak 76% responden menjawab benar yaitu terjadi apa-apa, tidak tampak elektron yang keluar dari logam emiter. Sedangkan siswa sebanyak 24% menjawab salah atau tidak menjawab kurang tepat. Fakta ini masih lebih baik jika dibanding dengan kemampuan mendefinisikan efek fotolistrik.

d. Pertanyaan 4

Bila Intensitas sumber cahaya 100 % (maksimum), beda potensial sama dengan nol, apa yang akan terjadi bila frekuensi sinar datang diperbesar dari nol sampai frekuensi maksimum?

Kondisi seperti ini dapat digambarkan dengan PhET sebagai berikut:

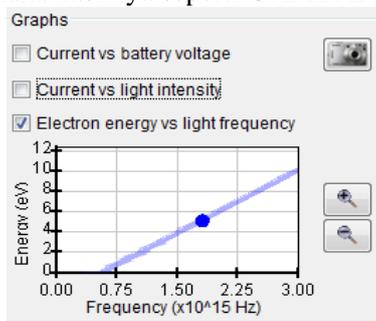


GAMBAR 2. Tampilan PhET bila frekuensi sinar diperbesar, elektron yang keluar semakin banyak.

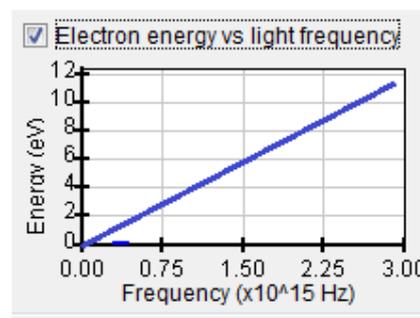
Berdasarkan gambar tersebut dapat diidentifikasi bahwa bila frekuensinya nya diperbesar dari kecil hingga besar maka mulai frekuensi tertentu elektron yang keluar dari logam semakin banyak dan ini berarti jumlah energi kinetik elektron juga bertambah berbanding lurus dengan frekuensi sinar datang. Dalam peristiwa ini berlaku $E_{K_{maks}} = hf - W_0$. Berdasarkan hasil penelitian hanya 53% responden yang menjawab benar tetapi sebagian besar hanya menyatakan bahwa elektron yang keluar bertambah banyak dan sebanyak 47% responden menjawab salah.

e. Pertanyaan 5

Bila intensitas sumber cahaya 100% (maksimum), beda potensial sama dengan nol, frekuensi sinar datang diperbesar dari nol sampai frekuensi maksimum. Gambarkan grafik hubungan antara Energi elektron terhadap frekuensi sinar datang. Kondisi seperti ini dapat digambarkan grafik dengan PhET, maka hasilnya seperti GAMBAR 3.



GAMBAR 3. Grafik hubungan antara frekuensi sinar datang dengan energi kinetik elektron.



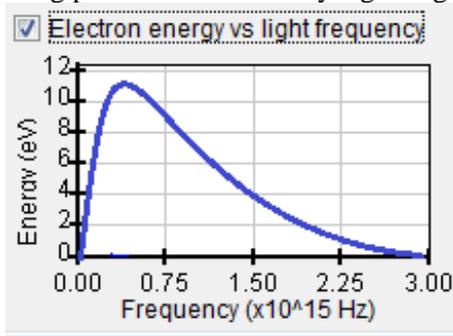
GAMBAR 4. Kesalahan jenis I, grafik hubungan frekuensi sinar datang dengan energi kinetik elektron.

Berdasarkan hasil survey hanya 8% responden yang menjawab benar, sedangkan 92% menjawab salah. Kesalahan pertama, sebanyak 51% responden menjawab salah seperti pada GAMBAR 4.

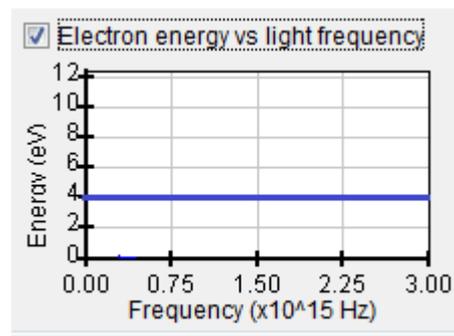
Berdasarkan GAMBAR 4, dapat diduga mahasiswa mengetahui bahwa frekuensi berbanding lurus dengan energi kinetik elektron, tetapi mereka kurang teliti bahwa hal tersebut dapat terjadi setelah frekuensi sinar datang lebih besar dari frekuensi ambang dari logam yang disinari.

Kesalahan kedua, sebanyak 20% responden berpikir bahwa kejadian tersebut sama seperti distribusi Planck.

Kesalahan ketiga, mahasiswa beranggapan bahwa besar energi kinetik selalu tetap, tidak tergantung pada frekuensi sinar yang mengenai logam.

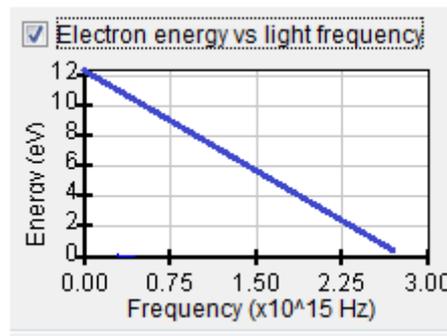


GAMBAR 5. Kesalahan jenis II, grafik hubungan frekuensi sinar datang dengan energi kinetik elektron.



GAMBAR 6. Kesalahan jenis III, grafik hubungan frekuensi sinar datang dengan energi kinetik elektron.

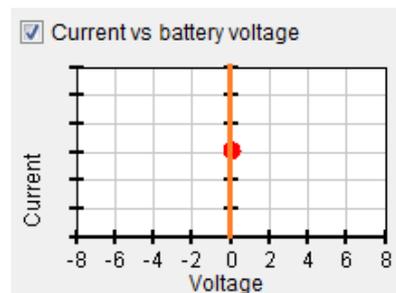
Kesalahan keempat, mahasiswa berpikir bahwa besar energi kinetik berbanding terbalik dengan frekuensi sinar yang mengenai logam.



GAMBAR 7. Kesalahan jenis IV, grafik hubungan frekuensi sinar datang dengan energi kinetik elektron.

f. Pertanyaan 6

Bila Intensitas sumber cahaya 100 % (maksimum), beda potensial sama dengan nol, frekuensi sinar datang diperbesar dari nol sampai frekuensi maksimum. Gambarkan grafik hubungan antara arus terhadap beda potensial. Grafik yang dihasilkan adalah seperti tampak pada GAMBAR 8.

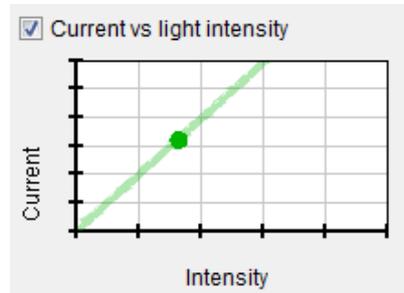


GAMBAR 8. Grafik hubungan antara arus dengan beda potensial.

Berdasarkan hasil survey hanya 5% responden yang menjawab benar.

g. Pertanyaan 7

Bila frekuensi sinar datang tetap pada posisi dimana elektron dapat keluar dari plat logam dan beda potensial sama dengan nol, tetapi intensitasnya diubah-ubah dari minimum ke maksimum. Gambarkan grafik hubungan antara arus dengan intensitas cahaya. Grafik yang dihasilkan adalah seperti tampak pada GAMBAR 9.

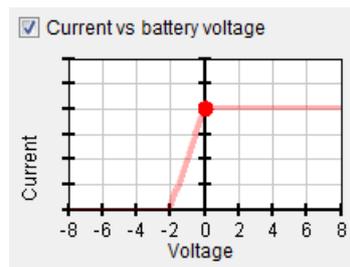


GAMBAR 9. Grafik hubungan antara arus dan intensitas cahaya.

Berdasarkan hasil survey hanya 5% responden yang menjawab benar.

h. Pertanyaan 8

Bila frekuensi sinar datang tetap pada posisi dimana elektron dapat keluar dari plat logam dan intensitas dibuat tetap (maksimum). Tetapi beda potensialnya diubah-ubah dari -8 Volt menjadi +8 Volt. Grafik hubungan antara arus dengan beda potensial digambarkan sebagai berikut. Jelaskan mengapa demikian.

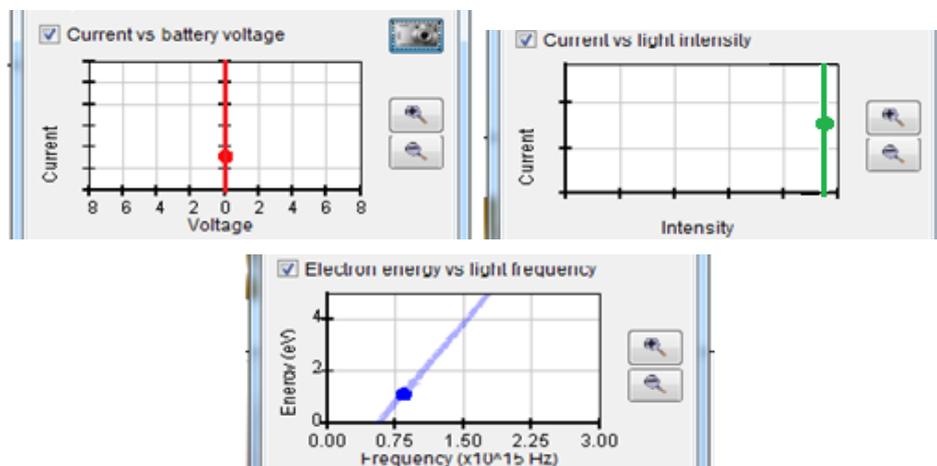


GAMBAR 10. Grafik hubungan antara arus dengan beda potensial (stopping potential dengan pendekatan simulasi PhET).

Berdasarkan hasil survey hanya 3% responden yang menjawab benar.

i. Pertanyaan 9

Perhatikan tiga grafik berikut. Berdasarkan grafik-grafik tersebut Jelaskan peristiwa yang terjadi terkait dengan variabel-variabelnya.



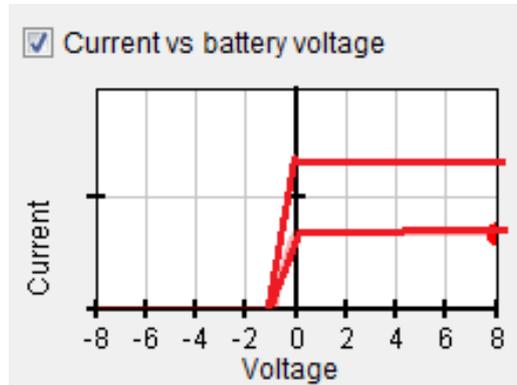
GAMBAR 11. Grafik hubungan antara arus, frekuensi dan beda potensial

Grafik pada GAMBAR 11, ini menggambarkan: (1) hubungan antara arus dan beda tegangan, (2) hubungan antara arus dengan intensitas, dan (3) hubungan antara energi kinetik elektron dengan

frekuensi. Dalam kejadian tersebut intensitas tetap, beda potensial sama dengan nol dan frekuensi sinar datang berubah dari nol sampai maksimum. Berdasarkan hasil survey hanya 2% responden yang dapat menjawab dengan benar.

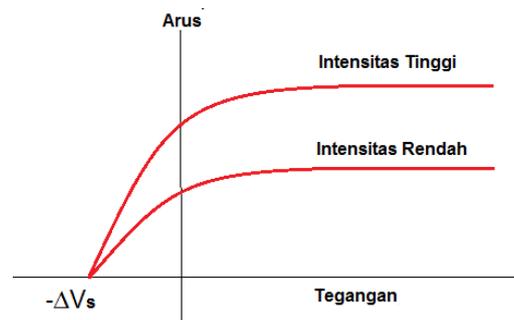
j. Pertanyaan 10

Jelaskan arti grafik berikut ini.



GAMBAR 12. Grafik Stopping Potential (dengan pendekatan simulasi PhET).

Grafik pada GAMBAR 12 ini menggambarkan stopping potential yang dibuat tidak secara tepat sesuai teori, namun hanya menggunakan pendekatan simulasi. Grafik yang tepat tentang stopping potential digambarkan sebagai berikut.



GAMBAR 13. Grafik Stopping Potential berdasarkan teori dan eksperimen sesungguhnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemahaman mahasiswa tentang efek fotolistrik masih rendah. Hal ini terlihat dari kemampuan mendefinisikan efek fotolistrik dan memahami hubungan antara intensitas, frekuensi sinar datang dan beda potensial baik secara konsep maupun grafik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Ketua Jurusan, Dosen dan Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Negeri Jakarta yang telah membantu terlaksanakaan penelitian ini.

REFERENSI

- Chiou, G. L., & Anderson, O. R., 2009, 'A study of undergraduate physics students' understanding of heat conduction based on mental model theory and an ontology-process analysis'. *Science Education*, pp. 825-854.
- Bajpai, M., 2013, 'Developing concepts in physics through virtual lab experiment: an effectiveness study'. *Techno Learn International Journal of Educational Technology*, vol.3 no. 1, pp. 43-50.
- Klassen, S., 2011, 'The photoelectric effect: reconstructing the story for the physics classroom', *Science & Education*, pp.719-731.
- Koponen, I. T., & Heikkinen, M. H., 2005, 'Understanding the photon concept and the quantum nature of light: a case study of learning during an instructional unit designed for student teachers', *Journal of Baltic Science Education*, vol.2, no. 8, pp. 46-53.
- Krathwohl, D. R., 2002, 'A revision of bloom's taxonomy: an overview', *Theory Into Practice*, vol. 41, no. 4, pp. 212-218.
- Wieman, C. E., Adams, W. K., & Perkins, K. K., 2008, 'PhET: simulations that enhance learning', *Science*, vol. 322 no. 31.
- Gall, M. D., Gall, J. P. & Borg, Q.R., 2007, "*Educational Research*". Boston: Pearson
- Gronlund, N. E., & Linn, R. L, 1990, "*Measurement and Evaluation in Teaching*", New York: McMillan Company
- Johnson, A., & Hafele, A., 2010, 'Exploring student understanding of atoms and radiation with the atom builder simulator', *Physics Education Research Conference*, pp.177 – 180
- Baily, C., & Finkelstein, N. D., 2008, 'Student perspectives in quantum physic', *Physics Education Research Conference*, pp. 67-70.
- Foong, S. K., Lee, P., Wong, D., & Chee, Y. P., 2009, 'On the conceptual understanding of the photoelectric effect', *International Conference on Physics Education*, pp. 114 – 117
- Katherine Perkins, E. M., Podolefsky, N., Lancaster, K., & Denison., C.,2010, 'Towards research-based strategies for using PhET simulations in middle school physical science classes', *Physics Education Research Conference* , 295 - 298.
- De Leone, C. J., & Oberem, G. E., 2003, 'Toward understanding student conceptions of the photoelectric effect', *Physics Education Research Conference*, pp. 85-88..
- Lin, S.-Y., Maries, A., & Singh, C., 2010, 'Student difficulties in translating between mathematical and graphical representations in introductory physics', *Physics Education Research Conference* , pp.250-253.
- Yildiz, A., 2011, 'The level of understanding of the photoelectric phenomenon in prospective teachers and the effects of "writing with learning" on their success rates', *Educational Sciences: Theory & Practice* vol. 1, no.4, pp. 2268-2274.