

Penggunaan *Virtual Laboratory* berbasis PhET *Simulation* Untuk Menentukan Konstanta Wien

I A D Astuti¹ dan S Handayani²

¹Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Indraprasta PGRI

²Program Studi Informatika Universitas Indraprasta PGRI

¹E-mail: irnin.agustina@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai konstanta Wien dengan menggunakan *virtual laboratory* yaitu PhET *Simulation*. PhET merupakan rangkaian simulasi interaktif yang sangat menguntungkan dalam pengintegrasian teknologi komputer ke dalam pembelajaran atau eksperimen. Alat dan bahan yang digunakan pada eksperimen ini diantaranya yaitu laptop dan software PhET *Simulation*. Metode yang digunakan dalam analisis data adalah dengan analisis regresi linier yaitu hubungan antara panjang gelombang dengan suhu. Nilai konstanta Wien yang diperoleh sebesar 0,003 mK, dengan ralat relatif sebesar 1,5 %. Hal ini mendekati dengan nilai teori yaitu 0,029 mK dan membuktikan bahwa dengan menggunakan PhET *Simulation* sangat efektif untuk analisis eksperimen.

Kata kunci: virtual laboratory, PhET Simulation, konstanta Wien.

Abstract. This study aims to determine the value of constant Wien by using virtual laboratory that is PhET *Simulation*. PhET is a very useful interactive simulation circuit in integrating computer technology into learning or experimentation. Tools and materials used in this experiment are laptop and PhET *Simulation* software. The method used in data analysis is by linear regression analysis is the relationship between wavelength with temperature. The value of the Wien constants obtained is 0.003 mK, with a relative error of 1.5%. This is close to the theoretical value of 0.029 mK and proves that by using PhET *Simulation* is very effective for the analysis of physics experiments.

Keywords: virtual laboratory, PhET Simulation, Wien constant.

1. Pendahuluan

Pelajaran fisika tidak cukup hanya mempelajari produk tetapi menekankan bagaimana produk itu diperoleh, baik sebagai proses ilmiah maupun pengembangan sikap ilmiah mahasiswa. Untuk itu hasil belajar tidak hanya terbatas pada ranah kognitif, tetapi juga ranah psikomotor dan ranah afektif. Keterampilan psikomotor sangat penting untuk diajarkan karena dari keterampilan ini, mahasiswa akan lebih mengetahui dan memahami apa yang telah mereka pelajari.

Pada mata kuliah Fisika Dasar mahasiswa dituntut untuk memahami segala pengetahuan fisika yang fundamental atau dasar pada berbagai konsep yaitu antara fisika klasik dan fisika modern. Kemampuan mahasiswa dalam memahami Fisika Dasar tidak hanya sekedar teori tetapi juga kemampuan dalam psikomotorik yaitu dalam hal eksperimen. Eksperimen membantu mahasiswa dalam memahami konsep-konsep yang abstrak menjadi nyata [1][2]. Tetapi dalam kenyataannya dengan eksperimen diperlukan ketelitian dan waktu yang relatif lama, dan terkadang diperoleh kesalahan error atau ralat yang cukup besar. Oleh karena itu diperlukan media dan strategi yang dapat digunakan dalam eksperimen.

Topik fisika yang masih terkesan abstrak bagi mahasiswa mengenai radiasi benda hitam. Mahasiswa belum bisa menjelaskan fenomena-fenomena yang terjadi pada radiasi benda hitam, mereka hanya mempelajari rumus-rumus fisika yang berkaitan dengan radiasi benda hitam[3]. Eksperimen nyata dalam konsep radiasi benda hitam juga jarang dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, sehingga mahasiswa kurang bisa mengeksplor kemampuan psikomotoriknya.

Benda hitam (*black body*) adalah suatu benda yang menyerap seluruh radiasi elektromagnetik yang jatuh kepadanya dan tidak ada radiasi yang dapat keluar atau dipantulkannya. Itu berarti benda hitam mempunyai harga absorptansi dan emisivitas yang besarnya sama dengan satu. Emisivitas (daya pancar) merupakan perbandingan daya yang dipancarkan per satuan luas oleh suatu permukaan terhadap daya yang dipancarkan oleh benda hitam pada temperatur yang sama, sementara itu absorptansi adalah perbandingan fluks pancaran atau fluks cahaya yang diserap oleh suatu benda terhadap fluks yang tiba pada benda itu [4].

Radiasi matahari adalah pancaran partikel yang berasal dari proses thermonuklir yang terjadi di matahari. Radiasi matahari berupa radiasi elektromagnetik yang merambat dalam bentuk gelombang elektromagnetik atau partikel. Radiasi elektromagnetik sebagai gelombang dijelaskan oleh fenomena interferensi, sedangkan radiasi elektromagnetik sebagai partikel dapat dijelaskan dengan menghitung radiasi yang dipancarkan oleh objek panas dimana radiasi disebut dengan foton.

Sinar matahari yang memasuki permukaan bumi memiliki berbagai macam panjang gelombang. Sinar tampak berada pada panjang gelombang antara 400 – 700 nm, sinar inframerah pada panjang gelombang di atas 700 nm dan sinar ultraviolet pada panjang gelombang di bawah 400 nm. Jumlah total radiasi yang diterima di permukaan bumi tergantung pada jarak matahari, intensitas radiasi matahari, panjang hari (*sun duration*), dan pengaruh atmosfer. Atmosfer dipanasi ketika radiasi gelombang panjang dari bumi diserap di atmosfer yang memberikan nilai persentase total radiasi yang dipantulkan oleh permukaan bumi yang disebut albedo.

Penelitian yang pernah dilakukan oleh Amin [5] tentang perancangan alat peraga hantaran kalor secara radiasi untuk menentukan panjang gelombang. Panjang gelombang yang didapatkan dari percobaan pada warna biru, hijau, dan merah termasuk dalam interval spektrum warna yang sesuai dengan panjang gelombang masing-masing warna. Panjang gelombang terbesar sampai terkecil pada warna bola lampu merah, hijau, dan biru yakni secara berurutan dengan panjang gelombang 740,254 nm, 499,638 nm, dan 469,278 nm. Besar nilai konstanta Wien yang diperlukan juga diperoleh sekitar $2,56 \times 10^{-3}$ mK. Nilai tersebut yang dilakukan dengan eksperimen manual memiliki kesalahan error 23 %, sehingga perlu dilakukan pengujian lebih lanjut lagi.

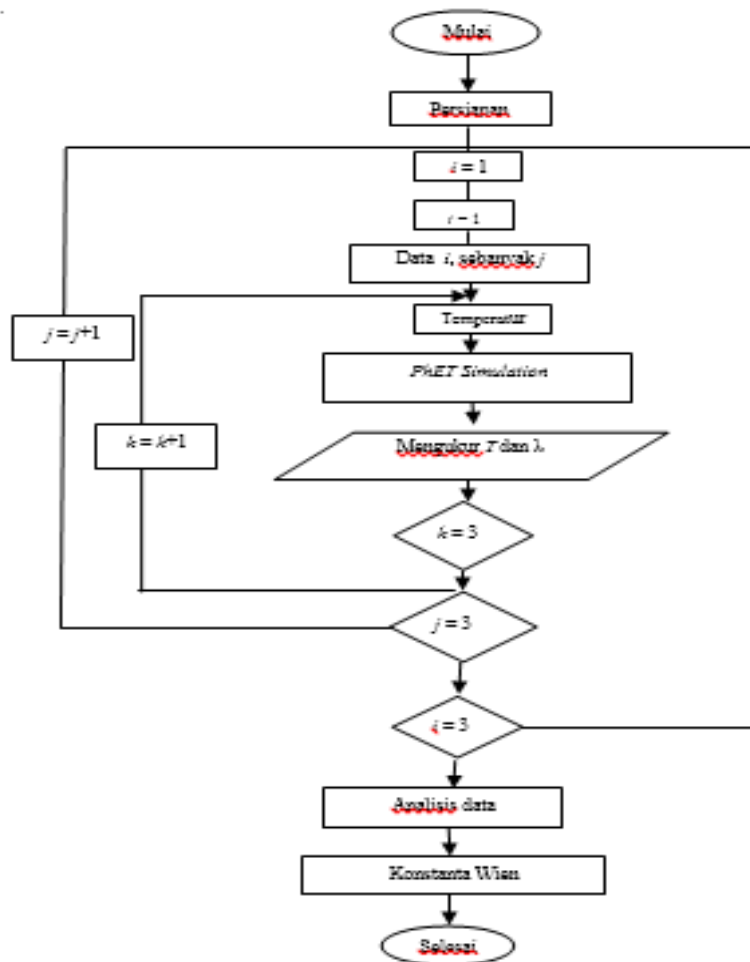
Dengan percobaan yang dilakukan secara eksperimen ternyata nilainya jauh dari referensi teori. Eksperimen secara manual juga dituntut untuk lebih teliti dalam pengambilan data. Analisis yang dilakukan secara manual juga kurang efektif karena membutuhkan waktu yang lama. Oleh karena itu diperlukan metode lain dalam eksperimen agar dapat menganalisis suatu eksperimen dengan cepat, mudah, dan akurat. Salah satu media yang tepat untuk eksperimen dalam fisika yaitu dengan laboratorium virtual [6]. Laboratorium virtual berpotensi untuk memberikan peningkatan secara signifikan dan pengalaman belajar yang lebih efektif [7]. Pengembangan laboratorium virtual ini diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan belajar yang dialami oleh mahasiswa dan mengatasi permasalahan biaya dalam pengadaan alat dan bahan yang digunakan untuk melakukan kegiatan praktikum di laboratorium. Laboratorium virtual yang akan digunakan peneliti yaitu laboratorium virtual berbasis phET simulation.

Simulasi *Physics Education Technology* (PhET) adalah suatu simulasi interaktif di internet dengan memakai bahasa pemrograman java dan flash, yang dikembangkan oleh tim dari Universitas Colorado Amerika Serikat. PhET telah mengembangkan serangkaian simulasi interaktif yang sangat menguntungkan dalam pengintegrasian teknologi komputer ke dalam pembelajaran [8].

PhET juga menyediakan berbagai eksperimen jika di laboratorium alat dan bahan kurang memadai. PhET menekankan hubungan antara fenomena kehidupan nyata dengan ilmu yang mendasari, mendukung pendekatan interaktif dan konstruktivistis, memberikan umpan balik, dan menyediakan tempat kerja. Kelebihan dari simulasi PhET yakni dapat melakukan percobaan secara ideal, yang tidak dapat dilakukan dengan menggunakan alat yang sesungguhnya. Dipilihnya simulasi PhET ini karena simulasi ini berbasis program Java yang memiliki kelebihan yakni easy Java Simulation (EJS) yang dirancang khusus untuk memudahkan analisis konsep fisika dalam bentuk simulasi fisika dengan memanfaatkan komputer [9]. Dengan PhET simulation analisis-analisis fisika yang dilakukan diharapkan mampu menjelaskan konsep-konsep abstrak menjadi nyata..

2. Metode

Pada penelitian ini peralatan yang digunakan yaitu sebuah netbook Lenovo E10-30. Software yang digunakan yaitu PhET simulation, Flash Player, dan Java Run Time Environment. Instrumen lain yang digunakan sebagai pendukung penelitian ini berupa lembar analisis untuk menentukan konstanta Wien.



Gambar 1. Alur penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian penentuan konstanta Wien yaitu dengan menggunakan persamaan linear atau garis lurus model $y = ax + b$, dimana x adalah variabel bebas yang terletak pada sumbu datar, dan y adalah variabel terikat yang terletak pada sumbu tegak. a adalah kemiringan (*gradien*) garis dan b adalah titik potong garis lurus dengan sumbu tegak [10].

Dari persamaan (4) kemudian diubah dalam bentuk

$$\lambda = C \frac{1}{T} \tag{5}$$

dengan: λ = panjang gelombang cahaya maksimum (m), C = nilai konstanta pergeseran Wien (m.K), dan T = suhu (K).

Maka diperoleh persamaan regresi linear

$$y = ax + b \tag{6}$$

Dengan memisalkan $\frac{1}{T} = x$ dan $\lambda = y$. Adanya pengaruh suhu akan menimbulkan perubahan panjang gelombang maksimum apad radiasi benda hitam, sehingga suhu sebagai variabel bebas dan panjang gelombang sebagai variabel terikat.

Sesuai dengan persamaan regresi linear (6), maka diperoleh persamaan gradien

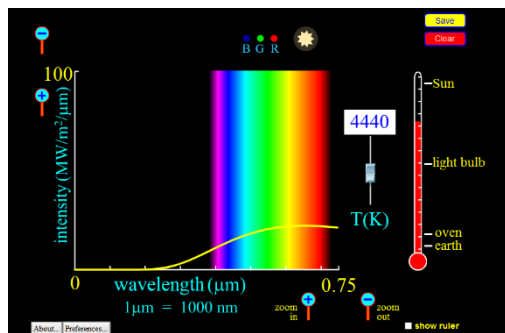
$$a = C \tag{7}$$

3. Hasil dan Pembahasan

Untuk menganalisis eksperimen fisika pada konsep Blackbody Spectrum khususnya pada Konstanta Wien pada penelitian ini menggunakan *virtual laboratory* berbasis *PhET Simulation*. Dengan menggunakan *PhET Simulation* dapat menjembatani eksperimen fisika yang tidak dapat dijelaskan dengan nyata.

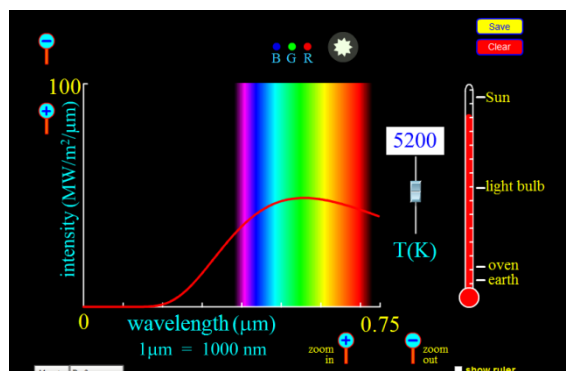
Penelitian dilakukan dengan cara membuka aplikasi *PhET Simulation* di laptop dengan memilih konsep *Blackbody Spectrum*. Kemudian atur suhu sesuai yang diinginkan dengan *memilih* data sebanyak lima kali. Setelah plot suhu maka akan diperoleh panjang gelombang yang diperoleh pada saat suhu tertentu. Data suhu dan panjang gelombang tersebut kemudian dianalisis untuk memperoleh nilai Konstanta Wien. Setelah melakukan penelitian dengan bantuan *PhET Simulation*, maka diperoleh data pada berbagai suhu yaitu pada suhu 4400 K, 5200 K, 5680 K, 5860 K, dan 5900 K.

Pada suhu 4400 K untuk analisis konstanta Wien pada *PhET Simulation* ditampilkan seperti pada gambar 2 diperoleh besarnya panjang gelombang (λ) sebesar 650 nm.



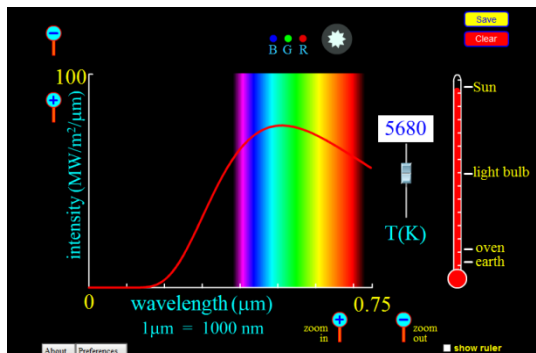
Gambar 2. Analisis konstanta Wien pada suhu 4400 K

Pada suhu 5200 K untuk analisis konstanta Wien pada *PhET Simulation* ditampilkan seperti pada gambar 3 diperoleh besarnya panjang gelombang (λ) sebesar 600 nm.



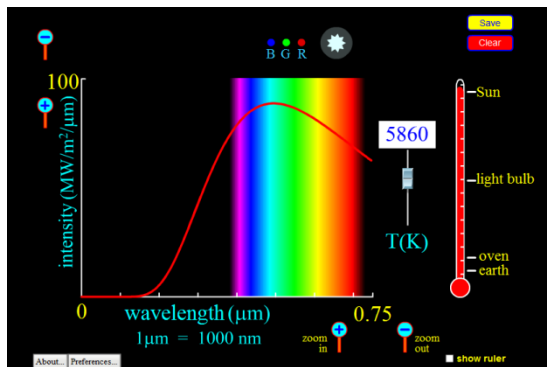
Gambar 3. Analisis konstanta Wien pada suhu 5200 K

Pada suhu 5680 K untuk analisis konstanta Wien pada *PhET Simulation* ditampilkan seperti pada gambar 4 diperoleh besarnya panjang gelombang (λ) sebesar 550 nm.



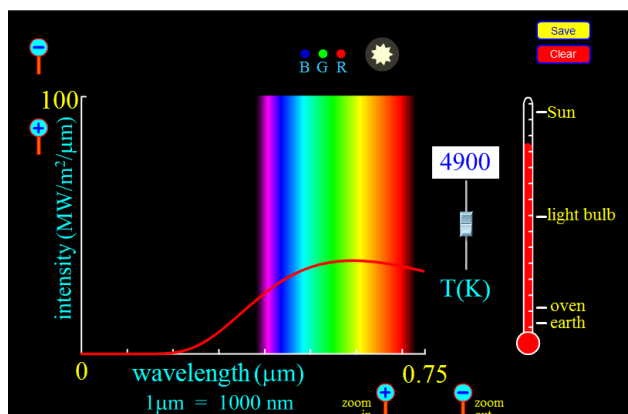
Gambar 4. Analisis konstanta Wien pada suhu 5680 K

Pada suhu 5860 K untuk analisis konstanta Wien pada *PhET Simulation* ditampilkan seperti pada gambar 5 diperoleh besarnya panjang gelombang (λ) sebesar 500 nm.



Gambar 5. Analisis konstanta Wien pada suhu 5860 K

Pada suhu 5900 K untuk analisis konstanta Wien pada *PhET Simulation* ditampilkan seperti pada gambar 6 diperoleh besarnya panjang gelombang (λ) sebesar 450 nm.



Gambar 6. Analisis konstanta Wien pada suhu 5900K

Setelah dianalisis menggunakan *PhET Simulation*, maka diperoleh hubungan antara suhu (K) dan panjang gelombang (λ) seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Data nilai suhu (K) dan panjang gelombang (λ)

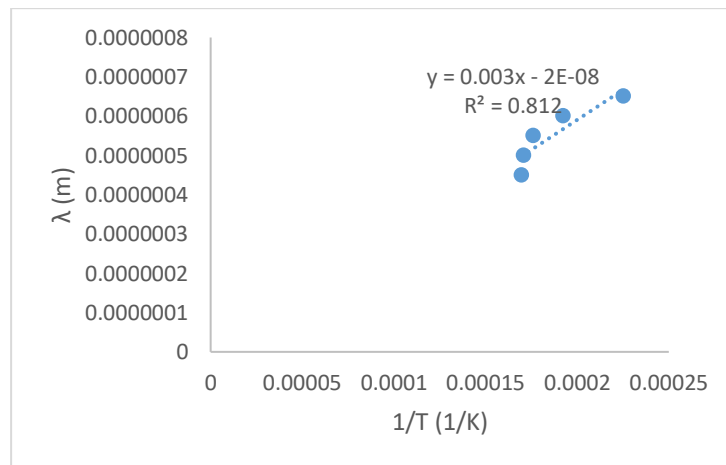
No	T (K)	Panjang gelombang (λ)
1	4440	650
2	5200	600
3	5680	550
4	5860	500
5	5900	450

Dari tabel 1, dapat diubah ke dalam persamaan regresi linier sesuai dengan persamaan (5), sehingga diperoleh hubungan antara satu per suhu $\left(\frac{1}{T}\right)$ dan panjang gelombang (λ) berikut ini.

Tabel 2 . Data nilai satu per suhu $1/T$ (K) dan panjang gelombang λ (m)

No	$1/T$ (1/K)	λ (m)
1	0,000225	0,00000065
2	0,000192	0,0000006
3	0,000176	0,00000055
4	0,000171	0,0000005
5	0,000169	0,00000045

Dari data hasil pengukuran regresi lineart seperti pada tabel 2 dapat dibuat grafik hubungan antara satu per suhu $1/T$ (K) dan panjang gelombang λ (m) sebagaimana dilihat pada gambar 6. Terlihat hubungan antara panjang gelombang dengan suhu yaitu berbanding terbalik, semaki besar suhunya maka panjang gelombangnya semakin kecil.



Gambar 7. Grafik hubungan antara satu per suhu $1/T$ (K) dan panjang gelombang λ

Dari hasil analisis data diperoleh nilai a sebesar $(3,0 \pm 0,00015) \times 10^{-3}$ mK dan b sebesar $(1,9 \pm 0,0029) \times 10^{-8}$. Dengan adanya nilai a yang sudah didapatkan, maka besarnya nilai Konstanta Wien sebesar 0,003 mK. Nilai Konstanta Wien yang diperoleh nilai $(3,0 \pm 0,00015) \times 10^{-3}$ mK mendekati nilai acuan yaitu $2,9 \times 10^{-3}$ mK dengan ralat relatif sebesar 3,4% atau 0,034. Percobaan penentuan nilai Konstanta Wien yang diperoleh dengan menggunakan *Virtual Laboratory* berbasis *PhET Simulation* terbukti mampu menganalisis dan meneliiti Konstanta Wien secara efektif karena tidak memerlukan banyak waktu untuk menganalisisnya. Hasil yang diperoleh juga medekati nilai

teori. Lailiyah [11] mengemukakan bahwa eksperimen dengan menggunakan simulasi lebih efektif dibandingkan eksperimen secara langsung dengan menggunakan alat KIT.

Sejalan dengan penelitian Saparullah [12] menunjukkan bahwa pergeseran panjang gelombang intensitas maksimum dengan konstanta pergeseran pada red layer sebesar $(10 \pm 3) \times 10^4 \text{ nmK}$, pada green layer sebesar $(11 \pm 4) \times 10^4 \text{ nmK}$ dan pada blue layer sebesar $(81 \pm 4) \times 10^3 \text{ nmK}$. Pengukuran temperatur didasarkan pada pengukuran distribusi intensitas sinar inframerah yang dipancarkan oleh obyek ukur. Semakin besar temperaturnya maka akan semakin kecil panjang gelombang dari sinar inframerah yang digunakan.

4. Simpulan

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan, nilai konstanta Wien yang diperoleh sebesar $(3,0 \pm 0,00015) \times 10^{-3} \text{ mK}$ dengan ralat relative sebesar 3,4 %. Hal ini dikarenakan kurang ketelitian saat pengambilan data dengan PhET *Simulation*. Tetapi secara umum nilai yang diperoleh sudah mendekati nilai konstanta Wien secara teori.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Indraprasta PGRI yang telah membantu kegiatan penelitian ini serta pengelola Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika yang telah bersedia mempublikasikan hasil penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Astuti I A D and Bhakti Y B, 2018 Interactive Learning Multimedia Based Microsoft Excel on The Temperature and Heat *Unnes Sci. Educ. J.* **7**, 80 p. 1–6.
- [2] Astuti I A D, 2016 Pengembangan Alat Eksperimen Penentuan Percepatan Gravitasi Bumi Berdasarkan Teori Bidang Miring Berbasis Microcomputer Based Laboratoy (Mbl) *Faxtor Excata* **9**, 2 p. 114–118.
- [3] Yusuf A M, 2015 Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Adobe Flash Untuk Mata Kuliah Fisika Modern Materi Radiasi Benda Hitam *J. Sains dan Pendidik. Fis.* **11**, 1 p. 57–71.
- [4] Sutarno Erwin and Hayat M S, 2017 Radiasi Benda Hitam dan Efek Fotolistrik Sebagai Konsep Revolusi Sainifik Dalam Perkembangan Teori Kuantum Cahaya *J. Ilm. Multi Sci.* **IX**, 2 p. 51–58.
- [5] Amin M, 2016 Perancangan alat peraga hantaran kalor secara radiasi untuk menentukan panjang gelombang *J. Sains Terap.* **2**, 2 p. 113–118.
- [6] Mubarrok M F and Mulyaningsih S, 2014 Penerapan Pembelajaran Fisika pada Materi Cahaya dengan Media PhET Simulations Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa di SMP *J. Inov. Pendidik. Fis.* **3**, 1 p. 76–80.
- [7] Swandi A Nurul S Lj H and Pembelajaran A M, 2014 Pengembangan Media Pembelajaran Laboratorium Virtual untuk Mengatasi Miskonsepsi Pada Materi Fisika Inti di SMAN 1 Binamu, Jeneponto *J. Fis. Indones.* **XVIII**, 52 p. 20–24.
- [8] Prihatiningtyas S Prastowo T and Jatmiko B, 2013 Implementasi Simulasi PhET dan KIT Sederhana Untuk Mengajarkan Keterampilan Psikomotor Siswa pada Pokok Bahasan Alat Optik *J. Pendidik. IPA Indones.* **2**, 1 p. 18–22.
- [9] Fithriani S L Halim A and Khaldun I, 2016 Penggunaan Media Simulasi Phet Dengan Pendekatan Inkuiri Terbimbing Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Pada Pokok Bahasan Kalor Di SMA Negeri 12 Banda Aceh. *J. Pendidik. Sains Indones.* **4**, 2 p. 45–52.
- [10] Astuti I A D, 2016 Pengembangan Alat Eksperimen Cepat Rambat Bunyi Dalam Medium Udara Dengan Menggunakan Metode Time of Flight (TOF) dan Berbantuan Sftware Audacity *Unnes Phys. Educ. J.* **5**, 3 p. 18–24.
- [11] Lailiyah E, 2009 Perbandingan efektivitas metode simulasi javascript terhadap demonstrasi dan ceramah dalam meningkatkan kemampuan siswa untuk materi pemuaian dan wujud zat *J. pembelajaran Fis. Sekol. menengah* **1**, 1 p. 9–13.
- [12] Saparullah, 2017, Rancang Bangun Sistem Penentuan Temperatur Nonkontak Berdasarkan Hukum Pergeseran Wien.