

PhET Application Program: Strategi Penguatan Pemahaman Pembelajaran Jarak Jauh pada Materi Radiasi Benda Hitam melalui Percobaan Berbantu Lab Virtual dan Media Sosial

Ida Puspita

MA Negeri 2 Yogyakarta

e-Mail: puspitamayoga3@gmail.com

Abstract

This research aims to improve the understanding of black matter radiation by utilizing the PhET circuit-construction-kit-ac application in remote learning using Whatsapp social media, as well as utilizing virtual labs. This article is the best practice carried out in the even semester of 2019/2020 lesson in the students of the class XII IPA. The implementation of this learning strategy has a positive achievement, among others: 1) understanding and problem solving black objects radiation with distance learning becomes easier; 2) as a solution for conducting experiments in the application of distance learning that can be done online or offline; 3) can display real and visual radiation experiments of black objects and easy to operate; 4) Use of PhET circuit-construction-kit-ac based on basic concepts, rules or principles, prevailing agreements, and use of reasoning; 5) There are no constraints while implementing PhET circuit-construction-kit-ac in distance learning; 6) Training students' independence. The results showed: a) the presence of test solutions in distance learning; b) Students are more enthusiastic, with indications of collecting timely assignments, all the tasks provided completed by all students; c) Students can match the final test results using the PhET circuit-construction-kit-ac with qualitative calculations using the prevailing black-object radiation equation; and d) The increasing learning outcomes are quite significant.

Keywords: *Virtual Lab-Assisted Remote Learning, PhET Application Program*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman materi radiasi benda hitam dengan memanfaatkan aplikasi PhET circuit-construction-kit-ac dalam pembelajaran jarak jauh menggunakan media sosial media Whatsapp, serta memanfaatkan laboratorium virtual. Artikel ini merupakan best practise yang dilaksanakan pada semester genap tahun pelajaran 2019/2020 pada siswa kelas XII IPA. Penerapan strategi pembelajaran ini memperoleh capaian positif, antara lain: 1) Pemahaman dan penyelesaian masalah radiasi benda hitam dengan pembelajaran jarak jauh menjadi lebih mudah; 2) Sebagai solusi pelaksanaan percobaan dalam penerapan pembelajaran jarak jauh yang dapat dilakukan secara online atau secara

offline; 3) Dapat menampilkan riil dan visual percobaan radiasi benda hitam dan mudah dioperasikan; 4) Penggunaan PhET circuit-construction-kit-ac berdasarkan konsep dasar, kaidah atau prinsip, kesepakatan-kesepakatan yang berlaku, dan menggunakan penalaran; 5) Tidak ada kendala selama menerapkan PhET circuit-construction-kit-ac dalam pembelajaran jarak jauh; 6) Melatih kemandirian siswa. Hasil penelitian menunjukkan: a) Adanya solusi pelaksanaan percobaan dalam pembelajaran jarak jauh; b) Siswa lebih antusias, dengan indikasi mengumpulkan tugas tepat waktu, semua tugas yang diberikan diselesaikan oleh seluruh siswa; c) Siswa dapat mencocokkan hasil akhir percobaan menggunakan PhET circuit-construction-kit-ac dengan perhitungan kualitatif menggunakan persamaan radiasi benda hitam yang berlaku; dan d) Meningkatnya hasil belajar cukup signifikan.

Kata Kunci: *Pembelajaran Jarak Jauh Berbantu Lab Virtual, PhET Application Program*

Pendahuluan

Teori gelombang elektromagnetik Maxwell yang meyakini bahwa cahaya terdistribusi secara malar (kontinu) dalam bentuk periode fisika modern dimulai dari tahun 1900 hingga saat ini. Lahirnya fisika modern terutama ditandai dengan ditemukan beberapa fenomena yang tidak dapat dijelaskan menggunakan teori fisika klasik. Dua fenomena terkenal yang gagal dijelaskan menggunakan landasan fisika klasik adalah fenomena radiasi benda hitam dan efek foto listrik. Teori gelombang elektromagnetik yang menjadi paradigma sentral perilaku cahaya dalam fisika klasik tidak mampu memberikan penjelasan terkait fakta-fakta yang diamati dalam kasus radiasi benda hitam dan efek foto listrik. Teori gelombang elektromagnetik Maxwell yang meyakini bahwa cahaya terdistribusi secara malar dalam bentuk gelombang elektromagnetik menemui jalan buntu. Paradigma fisika klasik mengalami krisis.

Benda hitam dapat didefinisikan sebagai benda radiasi yang jatuh akan diserap seluruhnya (tidak ada yang dipantulkan). Benda hitam sempurna sukar didapatkan. Jelaga yang sangat hitam masih mempunyai daya pantul meskipun kecil sekali. Suatu lubang kecil pada sebuah dinding berongga dapat dianggap sebagai benda hitam sempurna.

Sinar yang masuk pada dinding berongga dengan lubang kecil sinar akan dipantulkan berkali-kali oleh dinding berongga dan setiap kali dipantulkan intensitasnya selalu berkurang (karena sebagian sinar diserap dinding) sampai suatu saat energinya kecil sekali (hampir nol). Jadi dapat dikatakan bahwa sinar yang mengenai lubang tidak keluar lagi, itulah sebabnya lubang ini dinamakan benda hitam. Pada saat benda hitam atau benda berongga dipanaskan maka dinding sekeliling rongga akan memancarkan radiasi dan memantulkan sebagian radiasi yang datang (dan menyerap sisanya). Peristiwa penyerapan dan pemancaran oleh tiap-tiap bagian dinding berongga akan berlangsung terus menerus hingga terjadi kesetimbangan termal. Pada keadaan seimbang termal

suhu bagian dinding yang sudah sama besar sehingga radiasi yang dipancarkan sama dengan energi yang diserapnya, dalam keadaan ini di dalam rongga dipenuhi oleh gelombang-gelombang yang dipancarkan oleh tiap titik pada dinding rongga. Radiasi dalam rongga ini disebut uniform. Jika dinding diberi sebuah lubang maka radiasi ini akan keluar dari lubang radiasi yang keluar, ini dapat dianggap sebagai radiasi benda hitam. Sedangkan menurut Erwin Sutarno dan Hayat, M S benda hitam didefinisikan sebagai suatu benda yang menyerap seluruh radiasi elektromagnetik yang jatuh kepadanya dan tidak ada radiasi yang dapat keluar atau dipantulkannya.

Benda hitam mempunyai harga absorptansi dan emisivitas yang besarnya sama dengan satu. Radiasi matahari merupakan yang termasuk salah satu radiasi elektromagnetik. Radiasi matahari adalah pancaran partikel yang berasal dari proses termonuklir yang terjadi di matahari. Sinar matahari yang memasuki permukaan bumi memiliki berbagai macam panjang gelombang yaitu, sinar tampak yang 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 matahari yang dapat 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. Menentukan panjang gelombang radiasi matahari yang sampai pada atmosfer bumi yaitu salah satunya menggunakan media yang tepat untuk eksperimen tersebut dalam fisika yaitu dengan laboratorium virtual. Laboratorium virtual berpotensi memberikan peningkatan secara signifikan dan pengalaman belajar yang lebih efektif. Laboratorium virtual yang akan digunakan peneliti yaitu laboratorium virtual berbasis *phET simulation*.

Siswa diharapkan dapat menjelaskan esensi konsepnya agar mudah memahaminya, dengan melakukan percobaan visualisasi dengan *PhET circuit-construction-kit-ac*. Siswa secara pendekatan riil, melakukan percobaan dengan mengubah nilai-nilai besaran-besaran kontrol dan terikat, sehingga dengan mudah didapatkan data secara tepat. Hal ini dapat menguatkan pemahaman tentang radiasi benda hitam dan mencocokkan hasilnya dengan teori dan penghitungan nilainya jika menggunakan persamaan radiasi benda hitam. *PhET circuit-construction-kit-ac* merupakan solusi pengganti percobaan di riil laboratorium, pada saat penerapan pembelajaran jarak jauh.

Pembelajaran jarak jauh (*distance learning*) sebagai model dari pendidikan jarak jauh (*distance education*) bukanlah model pendidikan yang baru. Pada awalnya dimulai dengan kursus tertulis, kemudian berkembang dalam bentuk pendidikan tinggi formal berbentuk Universitas Terbuka, di antaranya University of Wisconsin di Amerika menjadi universitas pelopor di dunia pendidikan jarak jauh sejak tahun 1891. Dalam perkembangannya hampir separuh dari sekitar 3.900

lembaga pendidikan tinggi di Amerika Serikat menyelenggarakan sejenis pendidikan jarak jauh.

Latar belakang diadakannya pembelajaran jarak jauh adalah bagi orang yang setiap harinya bekerja dengan memiliki waktu kerja yang padat, bertempat tinggal dan bekerja jauh dari lembaga pendidikan akan sangat merasakan berapa banyak *opportunity cost* yang hilang jika harus mengikuti pembelajaran atau perkuliahan secara konvensional pada lembaga pendidikan tersebut karena menyediakan waktu beberapa jam setiap harinya untuk duduk di kelas, menyesuaikan jadwal belajar, praktikum dan semua kegiatan lainnya dengan jam kerjanya. Untuk itu dilakukan berbagai upaya yang mendukung terwujudnya pembelajaran jarak jauh dengan mutu dan layanan yang lebih baik dengan memanfaatkan perkembangan teknologi informasi dan komunikasi.

Kualitas proses dan hasil belajar Fisika ditentukan oleh banyak faktor, salah satunya ketersediaan sarana laboratorium untuk pelaksanaan eksperimen. Kegiatan eksperimen merupakan hal yang penting dalam pembelajaran Fisika, karena aspek produk, proses, dan sikap peserta didik dapat lebih dikembangkan. Samsudin, et.al., (2012) menyatakan bahwa melalui kegiatan laboratorium (bereksperimen) dapat melatih sikap ilmiah peserta didik dalam memahami konsep pelajaran.

Salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan kegiatan laboratorium adalah sumber daya yang mencakup bahan dan peralatan, ruang dan perabot, serta teknisi. Selain itu, tidak semua percobaan dapat dilakukan bukan hanya karena tidak ada alatnya, tetapi karakteristik percobaan itu sendiri yang melibatkan proses dan konsep-konsep abstrak, sehingga diperlukan sebuah alternatif agar kegiatan percobaan termasuk pada konsep-konsep abstrak tetap dapat dilakukan.

Laboratorium virtual sebagai faktor pendukung untuk memperkaya pengalaman dan memotivasi peserta didik untuk melakukan percobaan secara interaktif dan mengembangkan aktivitas keterampilan bereksperimen. Laboratorium virtual dapat di definisikan sebagai serangkaian program komputer yang dapat memvisualisasikan fenomena yang abstrak atau percobaan yang rumit dilakukan di laboratorium nyata, sehingga dapat meningkatkan aktivitas belajar dalam upaya mengembangkan keterampilan yang dibutuhkan dalam pemecahan masalah. Materi Fisika yang abstrak dan sulit diadakan percobaannya secara nyata, dirancang Lab-Vir untuk menstimulasikan percobaan secara virtual.

Kekurangan *PhET Simulation* sebagai media pembelajaran yang berbasis laboratorium virtual, antara lain, 1) Keberhasilan pembelajaran berbantu laboratorium virtual bergantung pada kemandirian siswa melaksanakan proses pembelajaran; 2) Tergantung pada ketersediaan kuota internet jika dilakukan dalam pembelajaran jarak jauh; 3) Tergantung latar belakang dan kemampuan orang tua siswa dalam mendampingi siswa saat pembelajaran jarak jauh

Manfaat dari simulasi *PhET Simulation* yang telah diuji, yaitu: a) solusi sebagai pengganti percobaan di laboratorium dalam penerapan pembelajaran jarak jauh b) dapat dijadikan satu pendekatan yang membutuhkan keterlibatan dan

interaksi dengan siswa; c) memberi *feed back* yang dinamis; d) membangun berpikir konstruktivisme pada siswa dengan menggabung pengetahuan awal yang dimiliki siswa dengan temuan-temuan virtual dari simulasi yang dilakukan; e) pembelajaran menarik dan menyenangkan, belajar sekaligus bermain. Pembelajaran yang menarik dan menyenangkan sangat dibutuhkan siswa untuk menjaga kesehatannya dengan memiliki imunitas tinggi; f) memvisualisasi konsep-konsep fisika dalam bentuk model, berbagai partikel mikroskopis.

Pemanfaatan *PhET circuit-construction-kit-ac*

PhET merupakan simulasi interaktif fenomena-fenomena fisis, berbasis riset yang diberikan secara gratis. PhET adalah simulasi ilmu fisika, ilmu kimia, ilmu biologi, ilmu bumi dan matematika. PhET (Physics Education Technology) merupakan *software* pembelajaran dari Universitas Colorado, sebuah situs yang menyediakan simulasi pembelajaran fisika dan kimia untuk kepentingan pengajaran di kelas, juga dapat digunakan untuk kepentingan belajar individu. Simulasi yang disediakan PhET sangat interaktif yang mengajak siswa untuk belajar dengan cara mengeksplorasi secara langsung. Simulasi PhET dapat membuat suatu animasi fisika yang abstrak atau tidak dapat dilihat oleh mata telanjang, seperti: atom, elektron, foton, dan medan magnet. Interaksi yang dilakukan berupa menekan tombol, menggeser benda atau memasukkan suatu data, selanjutnya interaksi yang dilakukan akan segera terlihat. Untuk eksplorasi secara kuantitatif, simulasi PhET ini memiliki alat-alat ukur di dalamnya seperti penggaris, stop-watch, voltmeter, dan termometer. Pemanfaatan aplikasi PhET ini akan efektif jika pembelajaran didesain dengan perpaduan kelas dan pelaksanaan virtual labs. Beberapa penyedia layanan Laboratorium Virtual (Virtual Labs) memberikan layanan secara gratis dan sebagiannya lagi secara berbayar (Thoha, 2019).

Pada mata pelajaran Fisika, penyedia layanan Virtual Labs gratis yang bisa dipakai adalah PhET Interactive Simulations University of Colorado. Menurut Ferreira (2010), beberapa manfaat yang dapat diperoleh dengan menggunakan laboratorium virtual *online* adalah: 1) mengurangi keterbatasan waktu, jika tidak ada cukup waktu untuk mengajari seluruh peserta didik di dalam lab hingga siswa paham; 2) mengurangi hambatan geografis, jika terdapat siswa yang berlokasi jauh dari pusat pembelajaran (kampus perguruan tinggi); 3) ekonomis, tidak membutuhkan bangunan lab, alat-alat dan bahan-bahan seperti pada laboratorium konvensional; 4) meningkatkan kualitas eksperimen, karena memungkinkan untuk diulang untuk memperjelas keraguan dalam pengukuran di lab; 5) meningkatkan efektivitas pembelajaran, karena siswa akan semakin lama menghabiskan waktunya dalam lab virtual tersebut berulang-ulang; 6) meningkatkan keamanan dan keselamatan, karena tidak berinteraksi dengan alat dan bahan kimia yang nyata.

Kelemahan dalam pemanfaatan laboratorium virtual *online* yaitu: a) Peserta didik harus *online* (terkoneksi internet) untuk menjalankan simulasi suatu praktikum; b) Keterbatasan pengetahuan mengenai tata cara pelaksanaan praktikum *online*, karena kebanyakan penyedia layanan Virtual Labs menggunakan bahasa Inggris sebagai bahasa pengantar; c) Kurangnya pengalaman secara riil di laboratorium nyata, sehingga terjadi kebingungan peserta didik dalam merangkai alat dan mengoperasikannya; d) Laboratorium Virtual tidak memberikan pengalaman di lapangan secara nyata. Kelemahan dapat diminimalisir dengan melakukan *download* terlebih dahulu aplikasinya untuk bisa dipakai secara *offline*.

Pemanfaatan Sosial Media WhatsApp

Ada beberapa aplikasi yang dapat dimanfaatkan untuk pembelajaran daring, antara lain *whatsapp*, *facebook*, *edmodo*, *telegram*, *gooogle classrom*, dan *google formulir*.

WhatsApp dipilih sebagai media untuk berdiskusi karena dimiliki oleh semua siswa. Pada mulanya, guru memberikan materi kepada para siswanya melalui grup *whatsapp*, kemudian memberikan instruksi melakukan langkah-langkah percobaan sesuai dengan petunjuk Lembar Kegiatan Peserta Didik yang sudah disusun. Siswa mengemukakan gagasan atau pendapatnya. Siswa diharapkan aktif dalam pembelajaran tersebut agar proses pembelajaran dapat berjalan secara efektif dan lebih menarik.

Guru dituntut kreatif dalam mengembangkan materi yang akan diajarkan melalui Pembelajaran Jarak Jauh (PJJ) menggunakan *WhatsApp*. Fitur dari *WhatsApp* yang lain adalah bisa mengirim *voice notes* atau perekam suara. Perekam suara bisa digunakan untuk siswa dalam mengemukakan pendapatnya. Pemanfaatan *PhET circuit-construction-kit-ac* dan *WhatsApp* menjadi solusi pelaksanaan percobaan dalam pembelajaran jarak jauh, dan mencapai hasil yang diharapkan.

Penyajian Pembelajaran Jarak Jauh dengan dan WhatsApp

Pembelajaran jarak jauh dilakukan 3 kali pertemuan *online*, masing-masing 2 JP:

1. Pertemuan pertama (2 JP.a) guru melalui *whatsapp* mengirimkan Lembar Kerja Peserta Didik yang memuat langkah-langkah percobaan yang akan dilakukan; b) grup *whatsapp* telah terbentuk sejak pemilihan mata pelajaran peminatan yang akan diikuti pada saat Ujian Nasional. Untuk mata pelajaran fisika, 21 siswa kelas XII yang memilih UN fisika; c) guru mendampingi siswa untuk *instal* program *PhET* di masing-masing *handphone*-nya; d) menjelaskan secara *gamblang*, apa saja yang harus dilakukan siswa. Dilakukan tanya jawab sampai siswa paham betul apa yang harus dilakukan; e) melakukan simulasi bersama-sama siswa penggunaan *PhET circuit-construction-kit-ac* melalui *whatsapp* secara *online*; f) Jika ada kendala atau kesulitan, siswa dapat

menyampaikannya melalui rekaman yang ada pada *whatsapp*, dan dengan waktu yang lebih fleksibel, bisa dilakukan setelah pertemuan; g) Berinteraksi aktif dengan siswa tentang radiasi benda hitam melalui grup *whatsapp*.

2. Pertemuan kedua (2 JP. a) Melakukan percobaan secara individual dikarenakan pembelajaran jarak jauh tidak memungkinkan dikerjakan secara berkelompok adanya penerapan *stay at home*; b) Membuat laporan sementara dari data yang diperoleh; c) mengirimkan laporan sementara melalui email atau pun langsung melalui *whatsapp*
3. Pertemuan ketiga (2 JP. a) Guru memberikan permasalahan tentang radiasi benda hitam; b) Siswa menyelesaikan dengan menggunakan persamaan yang berlaku; c) Siswa mengirimkan jawabannya melalui email ataupun langsung melalui *whatsapp*. Siswa berdiskusi melalui *whatsapp* tentang materi radiasi benda hitam; d) Guru melakukan penambatan tentang materi radiasi benda hitam

Kriteria keberhasilan pembelajaran dengan metode ini adalah: (a) Siswa dapat menyelesaikan masalah radiasi benda hitam menggunakan cara biasa; (b) Siswa dapat menyelesaikan masalah listrik radiasi benda hitam menggunakan aplikasi *PhET circuit-construction-kit-ac*.

Berikut ini dijelaskan paparan contoh penerapan *PhET circuit-construction-kit-ac* untuk peningkatan pemahaman materi radiasi benda hitam. Agar lebih komprehensif pembahasannya, 2 contoh awal akan diuraikan lengkap penyelesaian soal dengan dua cara (cara umum, atau cara proses dan cara langsung melalui praktikum). Kemudian lakukan dengan lab virtual dengan aplikasi *PhET circuit-construction-kit-ac* sebagaimana contoh berikut ini:

Permukaan benda pada suhu 37°C meradiasikan gelombang elektromagnetik. Bila nilai konstanta Wien = $2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m.K}$, maka panjang gelombang maksimum radiasi permukaan adalah.... (UAN 2008)

- A. $8.898 \cdot 10^{-6} \text{ m}$
- B. $9.348 \cdot 10^{-6} \text{ m}$
- C. $9.752 \cdot 10^{-6} \text{ m}$
- D. $10.222 \cdot 10^{-6} \text{ m}$
- E. $11.121 \cdot 10^{-6} \text{ m}$

Penyelesaian:

$$T = 37^{\circ}\text{C} = 4500 \text{ K}$$

$$C = 2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m.K}$$

Panjang gelombang maksimum radiasi;

$$\lambda_m \cdot T = C$$

$$\lambda_m = \frac{C}{T} = \frac{2,989 \cdot 10^{-3}}{4500} = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

Sebuah lampu pijar yang terbuat dari baja memancarkan energi maksimum pada panjang gelombang cahaya 5000 Å. Suhu sumber cahaya tersebut adalah....

- A. 5.523°C
- B. 6.506°C
- C. 8.233°C
- D. 9.726°C
- E. 1.003°C

Penyelesaian:

$\lambda = 5000 \text{ Å} = 5000 \cdot 10^{-10} \text{ m}$
 Panjang gelombang maksimum,

$$\lambda_m \cdot T = C$$

$$T = \frac{C}{\lambda_m} = \frac{2,989 \cdot 10^{-3}}{5000} = 0,596 \cdot 10^{-6} \text{ K}$$

$$\lambda_m = 5000 \text{ Å}$$

Benda hitam pada suhu T memancarkan radiasi dengan daya sebesar 300 mW. Radiasi benda hitam tersebut pada suhu 0,5T akan menghasilkan daya sebesar.... (UM UGM 2009)

- A. 300 mW
- B. 150 mW
- C. 75 mW
- D. 37,5 mW
- E. 18,75 mW

Penyelesaian:

$$T_1 = T$$

$$T_2 = 0,5T$$

$$P_1 = 300 \text{ mW}$$

Hubungan suhu dengan daya;

$$\frac{E}{t} = P = e \cdot s \cdot A \cdot T^4 \quad \text{®} \quad P : T^4$$

Sehingga, daya untuk suhu 0,5T adalah;

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^2$$

$$\frac{P_2}{300} = \left(\frac{0,5T}{T} \right)^2$$

$$P_2 = \frac{300}{4} \quad \rightarrow \quad P_2 = 75 \text{ mW}$$

Benda hitam pada suhu T memancarkan radiasi dengan daya sebesar 300 mW. Radiasi benda hitam tersebut pada suhu 0,5T akan menghasilkan daya sebesar (UM UGM 2009)

- A. 300 mW
- B. 150 mW
- C. 75 mW
- D. 37,5 mW
- E. 18,75 mW

Penyelesaian:

$$T_1 = T$$

$$T_2 = 0,5T$$

$$P_1 = 300 \text{ mW}$$

Hubungan suhu dengan daya;

$$\frac{E}{t} = P = e \cdot s \cdot A \cdot T^4 \quad \text{®} \quad P : T^4$$

Sehingga, daya untuk suhu 0,5T adalah;

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^2$$

$$\frac{P_2}{300} = \left(\frac{0,5T}{T} \right)^2$$

$$P_2 = \frac{300}{4} \quad \rightarrow \quad P_2 = 75 \text{ mW}$$

Suatu benda yang luasnya 20 m² memiliki suhu 1000K memancarkan radiasi sebesar 68,04 watt/m². Besarnya emisivitas permukaan benda tersebut adalah :

- A. 0,02
- B. 0,04
- C. 0,05
- D. 0,06
- E. 0,08

Penyelesaian

Luas permukaan benda, A = 20 m²
 Intensitas yang dipancarkan, I = 68,04 watt/m²
 Suhu permukaan benda, T = 1000 K
 Besarnya koefisien emisivitas permukaan benda adalah:

$$e = \frac{IA}{\tau T^4}$$

$$= \frac{(68,04 \text{ watt / m}^2) \times (20 \text{ m}^2)}{(5,67 \times 10^{-8} \text{ watt / m}^2 \text{ K}^4) \times (1000 \text{ K}^4)}$$

$$= \frac{1360,8}{5,67 \times 10^4}$$

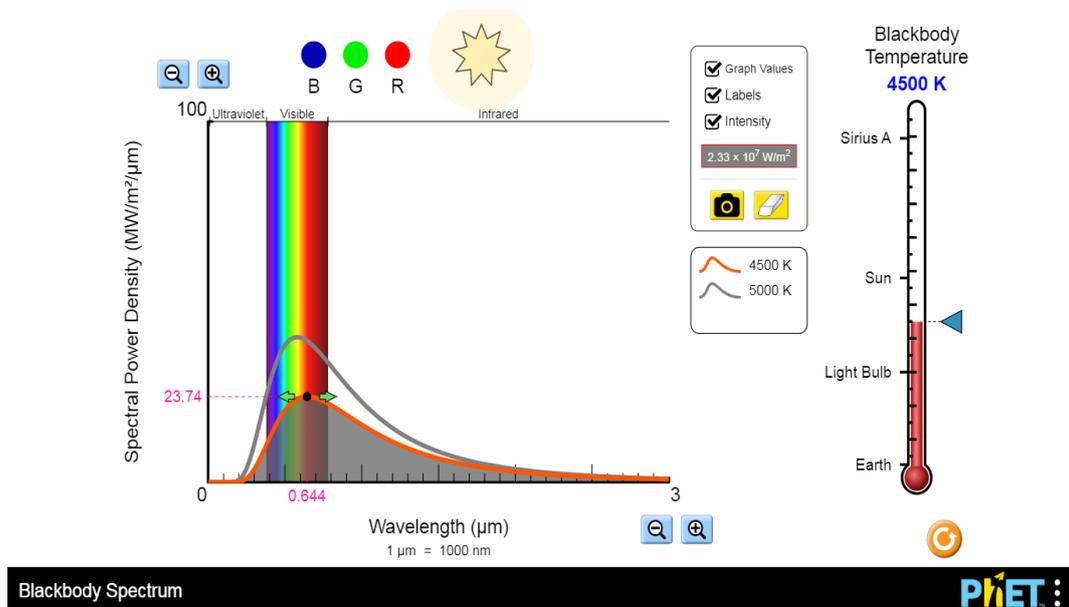
$$= 0,024$$

$$= 0,02$$

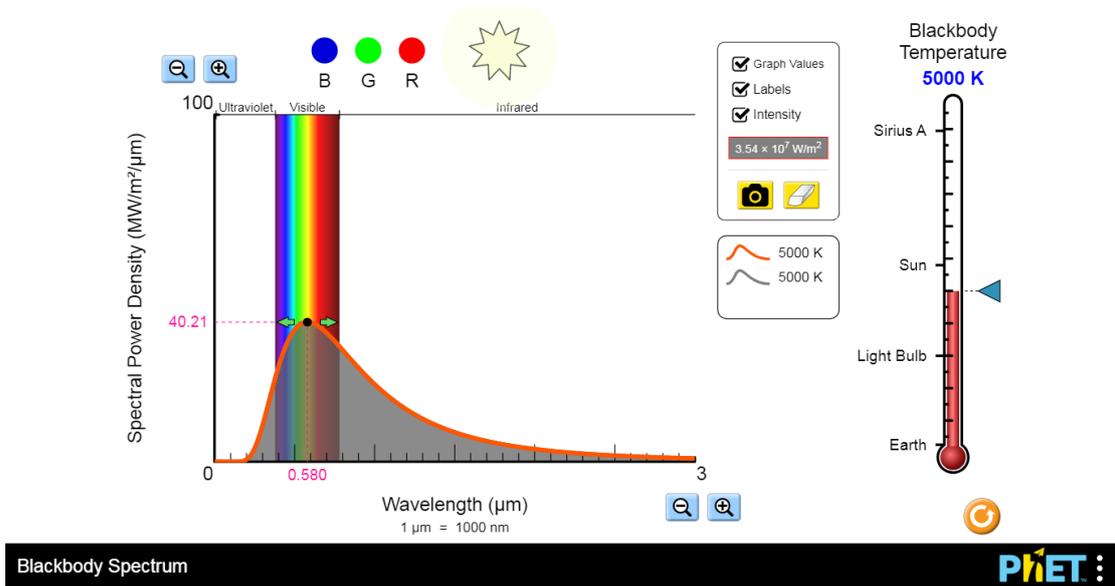
Langkah-langkah Percobaan PhET circuit-construction-kit-ac :

Buka software PhET “Circuit Construction Kit (AC+DC); 2) Menentukan suhu yang diinginkan pada simulasi; 3) Menentukan panjang gelombang dengan melihat gelombang max pada grafik; 4) Mencatat kegiatan di atas sampai tiga kali kegiatan; 5) Mengulangi kegiatan di atas sampai tiga kali; 6) Melakukan pengamatan; 7) Membuat grafik; 8) Membuat kesimpulan.

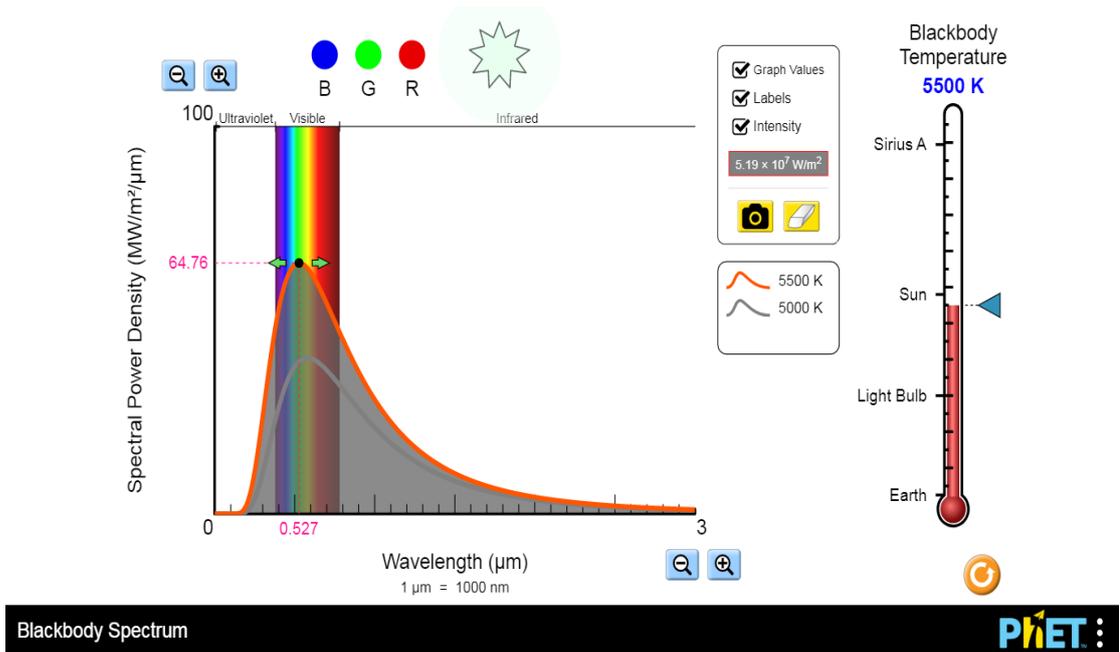
Percobaan 1



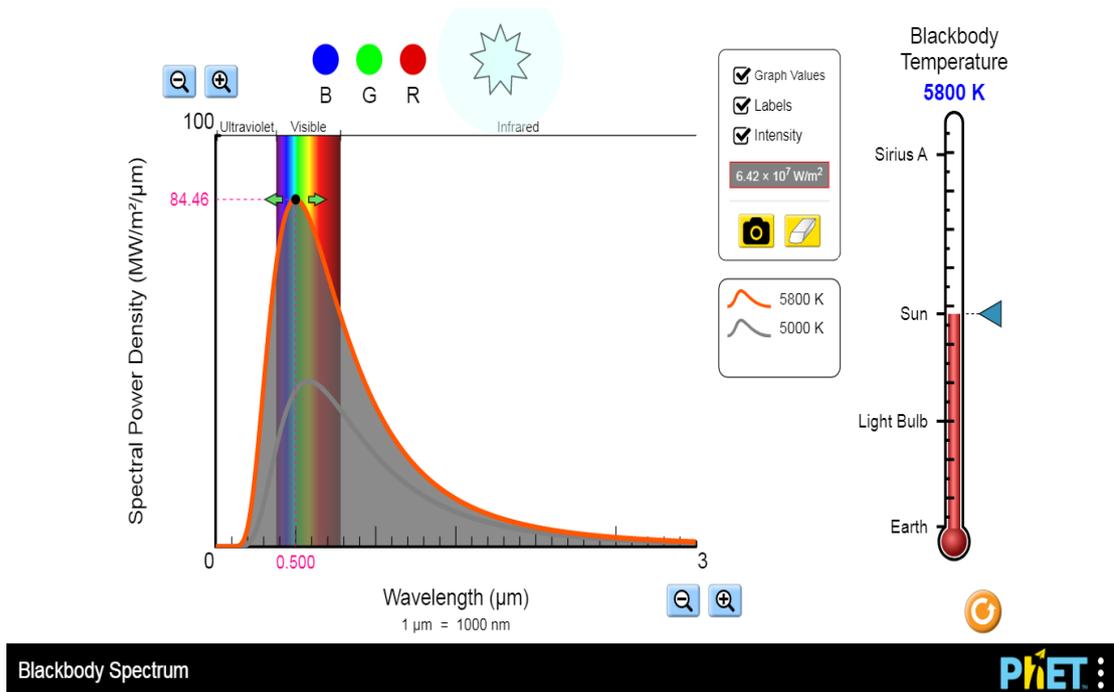
Percobaan 2



Percobaan 3



Percobaan 4



Dampak Penggunaan Aplikasi *PhET circuit-construction-kit-* pada Pembelajaran Jarak Jauh

Penerapan strategi pembelajaran ini diperoleh capaian positif, antara lain:

- 1) Pemahaman dan penyelesaian masalah radiasi benda hitam dengan pembelajaran jarak jauh menjadi lebih mudah;
- 2) Sebagai solusi pelaksanaan percobaan dalam penerapan pembelajaran jarak jauh yang dapat dilakukan secara *online* atau secara *offline*;
- 3) Dapat menampilkan riil dan visual percobaan radiasi benda hitam dan mudah dioperasikan;
- 4) Penggunaan *PhET circuit-construction-kit-ac* berdasarkan konsep dasar, kaidah atau prinsip, kesepakatan-kesepakatan yang berlaku, dan menggunakan penalaran.
- 5) Dengan menggunakan Penggunaan *PhET circuit-construction-kit-ac*, tidak ada kendala berarti meskipun diterapkannya dalam pembelajaran jarak jauh.
- 6) Kemandirian siswa terlatih. Hasil penelitian menunjukkan:
 - a) Adanya solusi pelaksanaan percobaan dalam pembelajaran jarak jauh;
 - b) Siswa lebih antusias, dengan indikasi mengumpulkan tugas tepat waktu, semua tugas yang diberikan diselesaikan oleh seluruh siswa;
 - c) Siswa dapat mencocokkan hasil akhir percobaan menggunakan *PhET circuit-construction-kit-ac* dengan perhitungan kualitatif menggunakan persamaan radiasi benda hitam yang berlaku. Akibatnya siswa lebih meyakini hasil pembelajaran yang telah dilakukan;
 - d) Peningkatan hasil belajar secara signifikan.

Simpulan

Pemanfaatan aplikasi *PhET circuit-construction-kit-ac* yang didukung dengan *whatsapp* pada pembelajaran jarak jauh, menjadi salah satu solusi pengganti pelaksanaan praktikum. Penyelesaian masalah radiasi benda hitam menjadi lebih mudah dan sederhana. Untuk penyajian pembelajaran bermakna, penggunaan aplikasi *PhET* dengan media *whatsapp* tetap mengedepankan penguasaan konsep dasar, mengikuti kaidah, prinsip atau kesepakatan-kesepakatan yang sudah lazim ada, dan menggunakan penalaran. Dampak penggunaan aplikasi tersebut membuat siswa lebih antusias dan bersemangat dalam belajar, mampu mengintegrasikan penggunaan proses biasa maupun dengan penggunaan

Daftar Pustaka

- Dul Rohman, Thoha. 2016. *Panduan Belajar Fisika*. Yogyakarta: MAYOGA.
- Ekawati, Yuniar. Haris, Abdul. Bunga Dara Amin, "Penerapan Media Simulasi Menggunakan PhET (*Physics Education and Technology*) terhadap Hasil Belajar Fisika Peserta Didik Kelas X SMA Muhammadiyah Limbung," *Jurnal Pendidikan Fisika*, Universitas Muhammadiyah Makassar, Vol. 3, No. 1 2015
- Ferreira, Sousa, Nafalski, Machotka, Nedic, 2010. *Collaborative Learning Based on a Micro-Webserver Remote Test Controller*, Bridgeport: University of South Australia.
- Kanginan, Martin. 2010. *Seribu Pena Fisika untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Munir, 2009. *Pembelajaran Jarak Jauh Berbasis Teknologi dan Komunikasi*, Bandung: Alfabeta, CV.
- Supadi. dkk., *Big Book Fisika SMA Kelas 1,2,3*. Jakarta Selatan: Cmedia, 2015.
- Sears dan Zemansky. 2001. *Fisika Universitas Jilid 1 dan 2*. Jakarta: Erlangga.
- Tipler. 1996. *Fisika untuk Sains dan Teknik Jilid 1 dan 2*. Jakarta: Erlangga.
- Thoha. "PhET Application Program: Strategi Menguatkan Pemahaman Siswa pada Materi Listrik DC melalui Pembelajaran Berbantu Lab Virtual." *Jurnal Pendidikan Madrasah*, Volume 4, Nomor 2, November 2019
- Wikipedia, 2010, "Virtual laboratory", <http://en.wikipedia.org/>
<https://phet.colorado.edu/in/simulation/circuit-construction-kit-ac>