

# DEVELOPMENT OF LEARNING MODULE USING VIRTUAL PhET SIMULATIONS ON THE DYNAMIC ELECTRIC TOPIC

Agung Candra Yuda, Muhammad Nasir, Fakhruddin Z  
Email: agungcandra5@gmail.com, HP. 085835150785,  
muhammad.nasir@lecturer.unri.ac.id, faruqfisika@yahoo.com

Physics Education Study Program  
Faculty of Teacher's Training and Education  
University of Riau

**Abstract:** *This research aims to generate a learning module using virtual PhET simulations on the material of dynamic electric to be valid and proper for students to use as a self-learning materials. This research type using Research and Development (R&D) method with a model of the development are Four-D Model. The module was developed through four phases according to the development model being used, such as Define, Design, Develop and Disseminates phase. The research data was obtained from the results of validation by three experts as validators. Instrument validation using content validity to assessment module by Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) which consists of four feasibility aspects's modules with 56 indicators assessment module. Validation was done through two phases which is validation in first phase and validation in second phase. The results of the validation first phase, modules got an average value of 3.54 so the quality of modules at the validation phase one was "Good". The results of the validation second phase obtained an average value of 4.01 so that the quality of modules at the validation second phase was "Good". Feasibility of contents's module obtained an average value of 3.8 in the category "Good", the feasibility of presentation's module obtained an average value of 3.9 to category "Good", feasibility of language's modules obtained an average value of 3.9 to "Good" category and feasibility of graphical's modules scored an average of 4.01 in the "Good" category. Based on the results of feasibility aspect's module, the module has fulfilled the criteria of Self Instructional, Self Contained, Stand Alone, Adaptive and User Friendly. Based on the results of the validation, it can be concluded that learning module using virtual PhET simulations on the material dynamic electric was valid and proper to use as a self-learning materials for students.*

**Keywords:** *Module, Virtual PhET simulations, Dynamic Electric Topic*

## PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN SIMULASI VIRTUAL *PhET* PADA MATERI LISTRIK DINAMIS

Agung Candra Yuda, Muhammad Nasir, Fakhruddin Z  
Email: agungcandra5@gmail.com, HP. 085835150785,  
muhammad.nasir@lecturer.unri.ac.id, faruqfisika@yahoo.com

Program Studi Pendidikan Fisika  
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Riau

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah modul pembelajaran simulasi *virtual PhET* pada materi listrik dinamis yang valid dan layak untuk digunakan siswa sebagai bahan belajar mandiri. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development (R&D)* dengan model pengembangan *Four-D Model (4-D Model)*. Modul dikembangkan melalui empat tahap sesuai dengan model pengembangan yang digunakan. Tahapan tersebut adalah *Define, Design, Develop, dan Dessiminate*. Data penelitian ini diperoleh dari hasil validasi oleh 3 orang ahli sebagai validator. Instrumen validasi menggunakan validitas isi penilaian modul oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) yang terdiri dari 4 aspek kelayakan modul dengan 56 buah indikator penilaian modul. Validasi dilakukan melalui dua tahap yaitu validasi tahap I dan validasi tahap II. Hasil validasi tahap I modul mendapatkan nilai rata-rata sebesar 3,54 sehingga kualitas modul pada validasi tahap I adalah “Baik”. Hasil validasi pada tahap II diperoleh nilai rata-rata modul sebesar 4,01 sehingga kualitas modul pada validasi tahap II adalah “Baik”. Aspek kelayakan isi modul memperoleh nilai rata-rata sebesar 3,8 dengan kategori “Baik”, aspek kelayakan penyajian modul memperoleh nilai rata-rata sebesar 3,9 dengan kategori “Baik”, aspek kelayakan bahasa modul memperoleh nilai rata-rata sebesar 3,9 dengan kategori “Baik”, dan aspek kelayakan kegrafikan modul memperoleh nilai rata-rata sebesar 4,01 dengan kategori “Baik”. Berdasarkan aspek kelayakan modul tersebut maka modul sudah memenuhi kriteria *Self Instructional, Self Contained, Stand Alone, Adaptive dan User Friendly*. Berdasarkan hasil validasi terhadap modul maka dapat disimpulkan bahwa modul pembelajaran simulasi *virtual PhET* pada materi listrik dinamis sudah valid dan layak untuk digunakan sebagai bahan belajar mandiri untuk siswa.

**Kata Kunci:** Modul, Simulasi *Virtual PhET*, Listrik Dinamis

## PENDAHULUAN

Fisika merupakan suatu ilmu pengetahuan yang mempelajari gejala alam. Oleh karena itu, untuk mempelajari fisika muncul adanya aktivitas dalam bentuk pengamatan atau eksperimen. Pembelajaran fisika hendaknya dapat seefektif mungkin untuk mencapai tujuannya. Berkaitan dengan hal tersebut, maka diperlukan sarana pembelajaran fisika yang tepat. Sarana pembelajaran fisika yang tepat bagi pembelajaran fisika adalah laboratorium (Nurdini Avestasari, 2012)

Kenyataannya kegiatan eksperimen di laboratorium masih jarang dilakukan. Guru lebih berperan sebagai penranmisi ilmu tanpa menunjukkan fenomena yang berkaitan dengan materi karena untuk melakukan praktikum membutuhkan biaya yang banyak karena alat yang digunakan harganya sangat mahal (Zainul Fatik dan Madlazim, 2012).

Materi listrik dinamis di SMA merupakan salah satu konsep yang bersifat abstrak sehingga dalam muatan kurikulum menghendaki untuk diajarkan melalui kegiatan eksperimen. Oleh karena itu, untuk memperoleh hasil yang diharapkan perlu dilakukan praktikum secara riil atau praktikum secara *virtual* (P. Rante, dkk, 2013)

Pada dasarnya kegiatan laboratorium harus tetap dilaksanakan, maka tidak ada salahnya pembelajaran tersebut dapat dilengkapi dengan memanfaatkan laboratorium *virtual* yang memungkinkan melakukan kegiatan praktikum tanpa tersedianya sarana laboratorium sesungguhnya (laboratorium riil). Pemanfaatan laboratorium *virtual* bukan untuk menggantikan peran laboratorium yang sebenarnya namun sebagai alternatif solusi pelengkap atas minimnya peralatan laboratorium fisika yang sesungguhnya di sekolah-sekolah (Zainul Fatik dan Madlazim, 2012)

Laboratorium *virtual* yang dimanfaatkan adalah *PhET* (*Physics Education Technology*). *PhET* merupakan sebuah situs yang menyediakan simulasi pembelajaran fisika yang dapat di *download* secara gratis untuk kepentingan pengajaran di kelas atau dapat digunakan untuk kepentingan belajar individu. Simulasi interaktif *PhET Colorado* merupakan media simulasi interaktif yang menyenangkan dan berbasis penemuan (*research based*) yang berupa *software* dan dapat digunakan untuk memperjelas konsep-konsep fisis atau fenomena yang akan diterangkan. *PhET* merupakan ciptaan dari komunitas sains melalui *PhET Project* di *University of Colorado, USA* (Dedi Holden S., 2015)

Selain masalah diatas, masalah lainnya adalah efisiensi pengajaran seperti mahalnya biaya pendidikan, waktu yang digunakan dalam proses pendidikan dan mutu pengajar (Adi Putra Panjaitan, dkk, 2014). Berbicara mengenai biaya pendidikan tentu mengacu pada mahalnya properti pendukung pengajaran seperti buku. Masalah lainnya adalah waktu pengajaran. Pendidikan tatap muka di Indonesia relatif lebih lama jika dibandingkan negara lain. Dalam hal ini siswa dituntut harus pandai membagi waktu antara belajar di sekolah dan belajar dirumah secara mandiri.

Menurut Adi Putra Panjaitan, dkk (2014) bahwa proses pendidikan yang lama tersebut tidak efektif juga, karena peserta didik akhirnya harus belajar tambahan dirumah untuk melengkapi pendidikan formal yang dinilai kurang. Kurangnya mutu pengajar juga menyebabkan peserta didik kurang mencapai hasil yang diharapkan dan akhirnya mengambil pendidikan tambahan yang juga membutuhkan uang (Adi Putra Panjaitan, dkk, 2014).

Berdasarkan penelitian sebelumnya menggunakan media simulasi *virtual PhET* untuk materi listrik dinamis kepada siswa kelas X SMA N 4 Pekanbaru oleh Rahmawati

(2016) dan Rina Sepriani (2016) menunjukkan peningkatan hasil belajar dari segi kognitif dan psikomotor siswa. Hal ini menjadi dasar analisis kebutuhan bahwa siswa membutuhkan sebuah media yang dapat membantu mereka dalam meningkatkan hasil belajar khususnya pada materi listrik dinamis.

Berdasarkan masalah di atas maka perlu dilakukan penelitian untuk mengembangkan bahan belajar yang dapat digunakan oleh siswa sebagai untuk membantu siswa belajar di rumah. Bahan belajar tersebut adalah modul. Hakikat modul menurut Prastowo A (2014), adalah seperangkat bahan belajar yang disajikan secara sistematis sehingga penggunaannya dapat belajar dengan atau tanpa fasilitator atau guru. Modul juga mempunyai tingkat efisiensi sebagai berikut : 1) kemudahan dalam belajar, 2) hemat biaya (ekonomis), 3) tidak membuang tenaga, 4) ringan dalam beban pembelajaran, dan (5) tidak banyak membuang waktu (Ahmad Tohir, 2015). Dengan tingkat efisiensi yang dimiliki modul diharapkan kehadiran modul dapat mengatasi masalah efisiensi dalam pengajaran.

Rumusan masalah untuk penelitian ini adalah bagaimanakah validitas modul pembelajaran simulasi *virtual PhET* pada materi listrik dinamis? Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan sebuah modul pembelajaran simulasi *virtual PhET* pada materi listrik dinamis yang valid dan layak untuk digunakan sebagai bahan belajar mandiri untuk siswa.

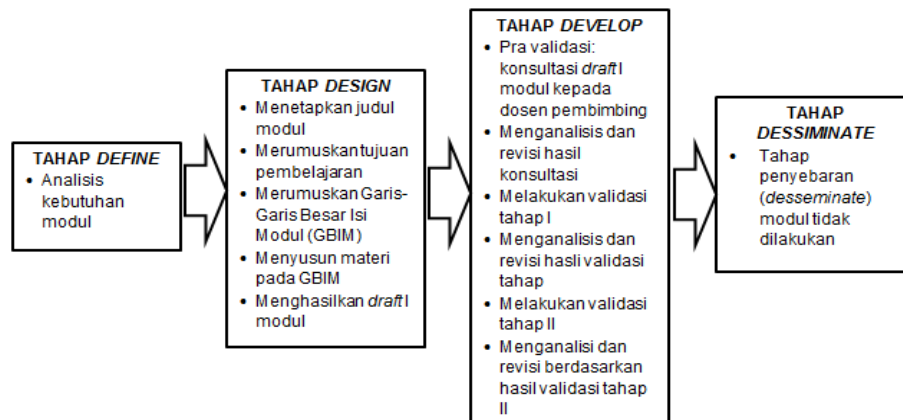
Manfaat penelitian ini diantaranya: (1) Bagi siswa, sebagai alternatif pilihan sumber belajar selain buku-buku teks karena modul mempunyai kelebihan dibandingkan dengan buku teks, membuat siswa memiliki keterampilan untuk menggali informasi maupun materi dan mengembangkannya secara mandiri, tidak selalu harus bergantung kepada guru, dapat mengetahui sejauh mana kemampuan penguasaan materi dari pembelajaran yang sudah mereka lakukan sendiri karena modul sebagai alat evaluasi. (2) Bagi guru, menambah referensi belajar selain buku-buku teks, memperluas wawasan karena modul ini disusun menggunakan berbagai referensi, dan memudahkan guru dalam kegiatan pembelajaran karena modul sudah disusun secara sistematis dan konstruktif.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pendidikan Fisika FKIP Universitas Riau pada semester ganjil tahun ajaran 2016/2017. Penelitian pengembangan modul ini menggunakan jenis penelitian pengembangan (*research and development*) pada level 1. Menurut Sugiyono (2015) penelitian pengembangan pada level 1 adalah penelitian dan pengembangan dimana peneliti melakukan penelitian untuk mengetahui potensi dan masalah yang ada dalam suatu objek, melakukan penelitian untuk merancang produk, dan melakukan penelitian untuk menguji rancangan produk tersebut secara internal (pendapat ahli dan praktisi).

Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model pengembangan perangkat *Four-D Model* disarankan oleh Sivasailam Thiagarajan, Dorothy S. Semmel, dan Melvyn I. Semmel (1974). Model ini terdiri dari 4 tahap pengembangan yaitu *Define, Design, Develop* dan *Disseminate* atau diadaptasikan menjadi model 4-D yaitu pendefinisian, perancangan, pengembangan, dan penyebaran (Krida Singgih Kuncoro, 2014). Model ini dipilih karena tahapan pengembangannya sesuai dengan tahapan pengembangan modul menurut Depdiknas.

Tahap pengembangan modul menurut Depdiknas disesuaikan kedalam tahap pengembangan *Four-D Model* oleh Thiagarajan, *dkk.* Maka secara keseluruhan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini:



Gambar 1. Tahapan pengembangan modul (diadaptasi dari *Four-D Model* oleh Thiagarajan, *dkk.*)

Sumber data diperoleh dari hasil validasi oleh tiga orang validator terhadap instrumen validasi yang terdiri dari empat aspek kelayakan modul dengan 56 buah indikator penilaian. Instrumen validasi disusun berdasarkan kriteria penilaian pengembangan modul oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP). Teknik analisis data hasil validasi dilakukan dengan mengkonversi lembar validasi modul menggunakan skala Likert supaya diperoleh data kuantitatif. Kemudian menghitung nilai rata-rata tiap aspek kelayakan modul dan mengkonversimenjadi data kuantitatif sesuai kriteria penilaian skala 5 menurut S. Eko Putro Widoyoko (2009) seperti ditunjukkan pada Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Pedoman Klasifikasi Penilaian

No	Rentang Skor	Hasil Perhitungan Skala 5	Kategori	Tingkat Validitas
1	$\bar{x} > Mi + 1,8 Sbi$	$\bar{x} > 4,2$	Sangat Baik	Valid
2	$Mi + 0,6 Sbi < \bar{x} \leq Mi + 1,8 Sbi$	$3,4 < \bar{x} \leq 4,2$	Baik	Valid
3	$Mi - 0,6 Sbi < \bar{x} \leq Mi + 0,6 Sbi$	$2,6 < \bar{x} \leq 3,4$	Cukup	Valid
4	$Mi - 1,8 Sbi < \bar{x} \leq Mi - 0,6 Sbi$	$1,8 < \bar{x} \leq 2,6$	Tidak Baik	Tidak Valid
5	$\bar{x} \leq Mi - 1,8 Sbi$	$\bar{x} \leq 1,8$	Sangat Tidak Baik	Tidak Valid

$\bar{x}$  = rata-rata skor tiap aspek

$Mi$  = rata-rata ideal =  $\frac{1}{2}$ (skor maksimal ideal + skor minimal ideal)

$Sbi$  = simpangan baku ideal =  $\frac{1}{6}$  (skor maksimal ideal – skor minimal ideal)

Skala maksimal ideal = 5

Skala minimal ideal = 1

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Validasi modul menggunakan instrumen validitas isi, penilaian modul menurut BSNP (Urip Purwono, 2008). Modul yang disusun sudah melalui dua tahap validasi yaitu Validasi Tahap I dan Validasi Tahap II.

Validasi tahap I dilakukan secara tatap muka langsung antara validator dan peneliti sehingga menghasilkan poin-poin penting berupa saran perbaikan untuk modul. Hasil dari validasi tahap I adalah modul memperoleh nilai rata-rata sebesar 3,54. Nilai rata-rata tersebut menunjukkan bahwa kualitas modul pada validasi tahap I berada pada kategori “Baik”. Jika ditinjau dari nilai rata-rata tiap aspek kelayakan modul maka untuk aspek kelayakan isi memperoleh nilai rata-rata sebesar 2,97 dan berada pada kategori “Cukup”. Untuk aspek kelayakan penyajian memperoleh nilai rata-rata sebesar 3,5 dengan kategori “Baik”, aspek kelayakan bahasa memperoleh nilai rata-rata sebesar 3,2 dan berada pada kategori “Cukup” dan untuk aspek kelayakan kegrafikan memperoleh nilai rata-rata sebesar 3,9 dengan kategori “Baik”. Seluruh hasil validasi tahap I dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini :

Tabel 2. Hasil Validasi Tahap I

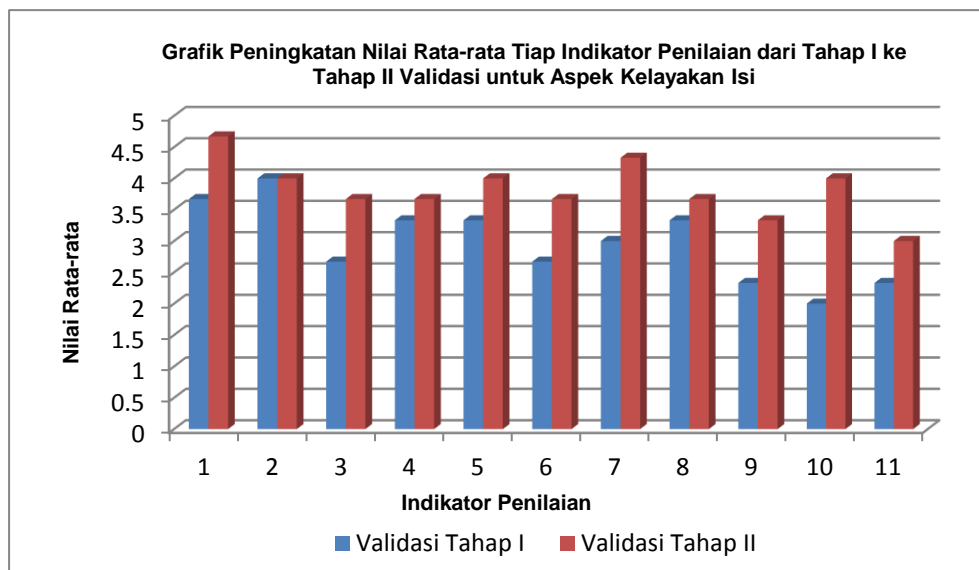
Seluruh Aspek (Modul)		Tiap Aspek Kelayakan Modul		
Nilai Rata-rata	Kategori	Aspek	Nilai Rata-rata	Kategori
3,54	Baik	Aspek Kelayakan Isi	2,97	Cukup
		Aspek Kelayakan Penyajian	3,5	Baik
		Aspek Kelayakan Bahasa	3,2	Cukup
		Aspek Kelayakan Kegrafikan	3,9	Baik

Validasi tahap II dilakukan secara masing-masing oleh validator. Hasil dari validasi tahap II modul memperoleh nilai rata-rata sebesar 4,01 sehingga kualitas modul berada pada kategori “Baik”. Terdapat peningkatan nilai rata-rata tiap indikator penilaian dari validasi tahap I ke validasi tahap II untuk tiap aspek kelayakan modul.

Untuk aspek kelayakan isi memperoleh nilai rata-rata sebesar 3,8 dengan kategori “Baik”. Komponen isi modul sudah disesuaikan dengan kriteria *Stand Alone* penyusunan modul oleh Depdiknas (dalam Ernita Herli Rusdiana, 2013) modul yang dikembangkan tidak tergantung pada media lain atau tidak harus digunakan bersamaan dengan media pembelajaran lain. Berdasarkan kriteria tersebut, konsep pada setiap kegiatan belajar disusun secara benar dan sesuai kompetensi dasar. Kebenaran konsep dan kesesuaian materi dengan kompetensi dasar dimaksudkan agar siswa tidak merasa ragu ketika melaksanakan pembelajaran dengan modul pembelajaran listrik dinamis. Jika siswa tidak merasa ragu akan konsep yang dijelaskan dalam modul maka penggunaan bahan belajar atau media lain tidak akan digunakan secara bersamaan dengan modul pembelajaran listrik dinamis.

Kelengkapan materi menunjukkan bahwa komponen isi modul yang dikembangkan sudah memiliki kriteria *Self Contained*. Menurut Depdiknas (dalam Ernita Herli Rusdiana, 2013), komponen isi modul harus memiliki kriteria *self contained* yaitu seluruh materi pembelajaran dari satu unit kompetensi atau sub kompetensi yang dipelajari terdapat di dalam satu modul secara utuh.

Peningkatan nilai rata-rata tiap indikator penilaian modul untuk aspek kelayakan isi ditunjukkan pada Gambar 2 di bawah:



Gambar 2. Grafik Peningkatan Nilai Rata-rata Tiap Indikator Penilaian dari Validasi Tahap I ke Validasi Tahap II untuk Aspek Kelayakan Isi

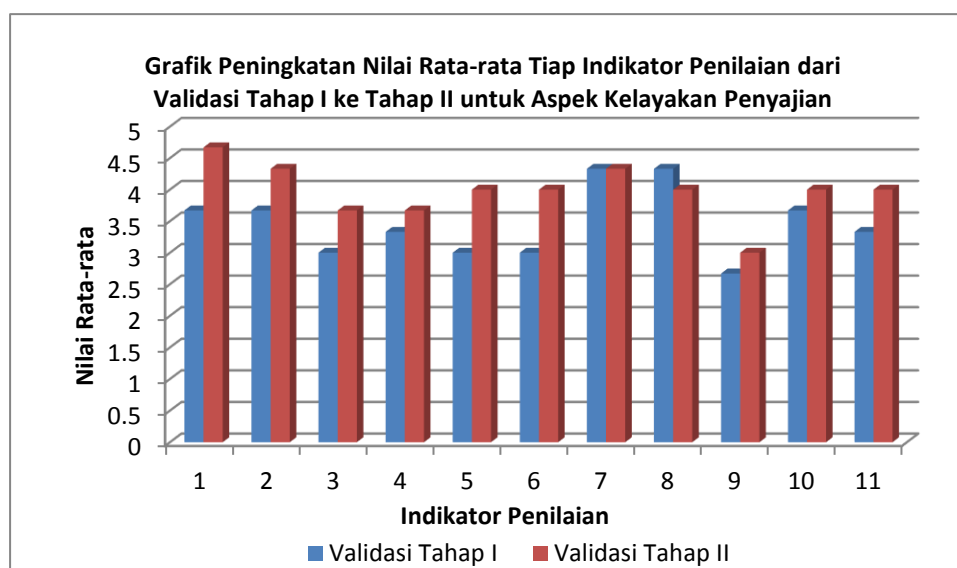
Grafik menunjukkan indikator penilaian ke-10 yaitu “Contoh kasus dalam kehidupan sehari-hari” mengalami peningkatan paling besar. Contoh soal yang disajikan dalam modul menggunakan kasus yang sering terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Menurut BSNP (2008), contoh dan kasus yang disajikan dalam modul harus sesuai dengan situasi serta kondisi yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Sedangkan nilai rata-rata tertinggi diperoleh indikator ke-1 yaitu “Kelengkapan materi” artinya materi yang dikemas dalam modul sudah lengkap dan memenuhi syarat untuk digunakan dalam belajar serta sesuai dengan Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar.

Kelengkapan materi menunjukkan bahwa komponen isi modul sudah memiliki kriteria *Self Contained*. Menurut Depdiknas (dalam Ernita Herli Rusdiana, 2013) komponen isi modul harus memiliki kriteria *self contained* yaitu seluruh materi pembelajaran dari satu unit kompetensi atau sub kompetensi yang dipelajari terdapat di dalam satu modul secara utuh.

Indikator penilaian ke-11 yaitu “Kemuktahiran pustaka” masih mendapatkan nilai rata-rata terendah pada kedua tahap validasi. Sumber pustaka masih menggunakan buku dengan terbitan tahun lama

Aspek kelayakan penyajian memperoleh nilai rata-rata sebesar 3,9 dengan kategori “Baik”. Modul dirancang sedemikian rupa agar dapat digunakan siswa belajar secara mandiri. Modul disajikan dengan uraian materi, contoh soal, kegiatan percobaan secara virtual menggunakan *PhET*, latihan, rangkuman, tes kemampuan, kunci jawaban, glosarium dan soal evaluasi. Hal ini sesuai dengan kriteria *Self Instructional* penyusunan modul oleh Depdiknas (dalam Ernita Herli Rusdiana, 2013) yang menyatakan bahwa modul harus berisi rangkuman materi pembelajaran, instrumen penilaian, soal-soal latihan serta bahasa yang sederhana dan komunikatif. *Self instructional* berarti mampu membelajarkan peserta didik secara mandiri.

Peningkatan nilai rata-rata tiap indikator penilaian untuk aspek kelayakan penyajian dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini:



Gambar 3. Peningkatan Nilai Rata-rata Tiap Indikator Penilaian dari Validasi Tahap I ke Validasi Tahap II untuk Aspek Kelayakan Penyajian

Berdasarkan grafik di atas indikator penilaian yang mengalami peningkatan paling tinggi adalah indikator penilaian ke-1 yaitu “Konsistensi sistematika sajian dalam kegiatan belajar” artinya keraturan penyampaian materi dalam modul sudah tersusun dengan baik. Menurut BSNP (2008), sistematika penyajian dalam setiap kegiatan belajar harus taat asas (memiliki pendahuluan, isi dan penutup).

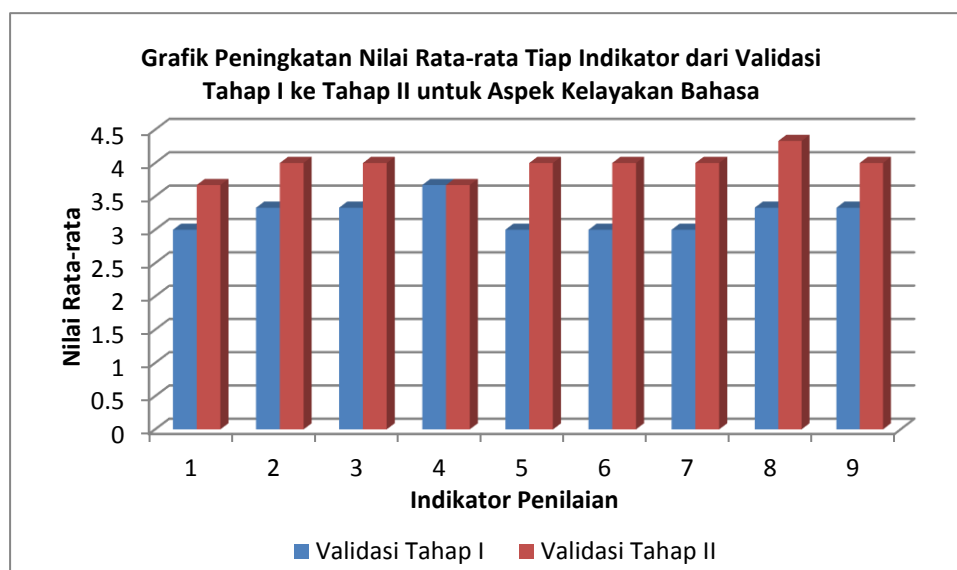
Indikator penilaian ke-9 yaitu “Daftar pustaka” mendapatkan nilai rata-rata paling rendah karena penyusunan daftar pustaka masih tidak lengkap. Indikator penilaian ke-8 yaitu “Glosarium” mengalami penurunan karena penyusunan glosarium masih tidak teratur dan tidak sesuai dengan abjad.

Indikator penilaian ke-8 yaitu “Glosarium” mengalami penurunan karena penambahan beberapa istilah penting dalam glosarium tidak diperlukan dan penyusunannya tidak sesuai dengan alfabetis. Menurut BSNP (2008), glosarium berisi istilah-istilah penting dalam teks dengan penjelasan arti istilah tersebut dan ditulis alfabetis.

Aspek kelayakan bahasa memperoleh nilai rata-rata sebesar 3,9 dengan kategori “Baik”. Bahasa dalam modul dibuat komunikatif dengan tujuan agar modul dapat digunakan siswa belajar secara mandiri tanpa kehadiran pengajar secara langsung. Modul disajikan secara variatif, komunikatif dan menimbulkan suasana menyenangkan. Hal ini bertujuan agar modul bersahabat dengan pemakainya. Menurut Depdiknas (dalam Ernita Herli Rusdiana, 2013) modul hendaknya bersahabat dengan pemakainya (*User Friendly*). Modul yang dikembangkan sesuai dengan kriteria *user friendly* penyusunan modul ditunjukkan oleh skor penilaian yang diperoleh dari validator untuk indikator penilaian modul berupa ketepatan struktur kalimat, ketepatan ejaan, dan keefektifan kalimat.



Terdapat peningkatan nilai rata-rata tiap indikator penilaian untuk aspek kelayakan bahasa setelah dilakukan validasi tahap II. Peningkatan tersebut ditunjukkan oleh Gambar 4 di bawah ini:



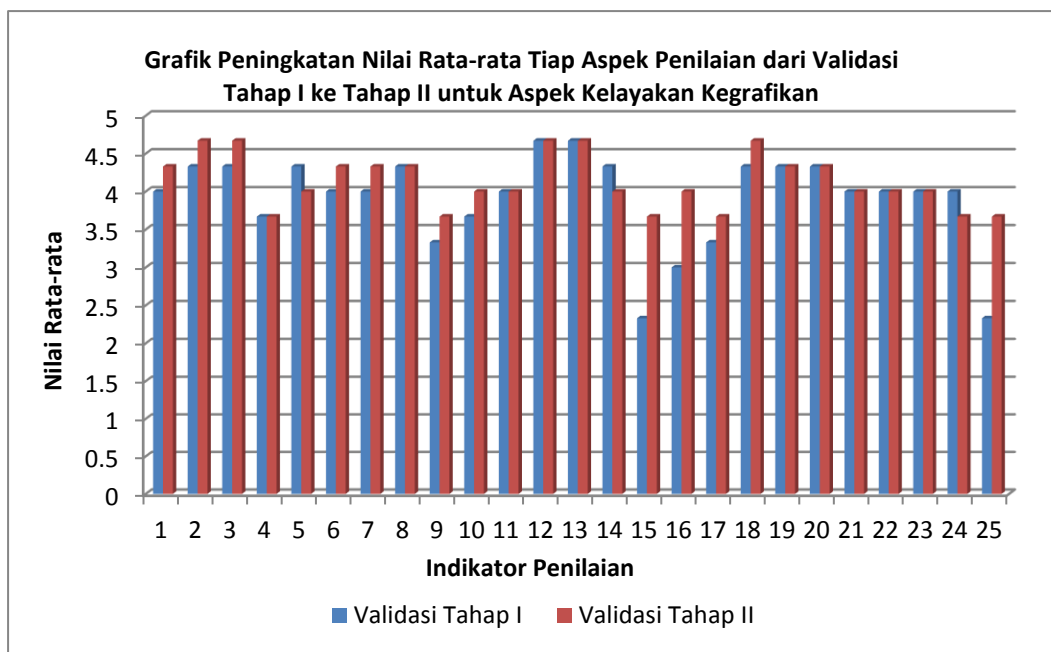
Gambar 4. Peningkatan Nilai Rata-rata tiap Indikator Penilaian dari Validasi Tahap I ke Validasi Tahap II untuk Aspek Kelayakan Bahasa

Dari grafik dapat dilihat bahwa indikator penilaian ke-8 yaitu “Konsistensi penggunaan istilah” mendapatkan nilai rata-rata tertinggi dari kedua tahap validasi. Artinya penggunaan istilah-istilah fisika dalam modul sudah tepat dan konsisten. Menurut BSNP (2008), penggunaan istilah yang menggambarkan suatu konsep harus konsisten antar-bagian dalam modul. Untuk indikator penilaian ke-1 yaitu “Ketepatan struktur kalimat” mendapatkan nilai rata-rata terendah. Hal ini disebabkan karena struktur kalimat yang digunakan untuk menjelaskan materi masih kurang tepat dan menggunakan kata-kata yang sulit dipahami. Menurut BSNP (2008), kalimat yang dipakai untuk mewakili isi pesan atau informasi yang ingin disampaikan dalam modul harus tetap mengikuti tata kalimat Bahasa Indonesia.

Aspek kelayakan kegrafikan memperoleh skor rata-rata sebesar 4,13 dengan kategori “Baik”. Ukuran modul menggunakan kertas A4 (210 x 297 mm) dan jenis huruf utama yang digunakan dalam modul adalah *Arial* dengan ukuran 12. Modul tidak menggunakan terlalu banyak variasi huruf (*bold, italic, all capital, small capital*).

Modul yang dikembangkan merupakan modul berwarna yang dapat dijumpai hampir di semua halaman. Penyajian modul yang berwarna bertujuan agar modul mempunyai daya tarik untuk dibaca. Penggunaan warna pada penyajian modul selaras dengan pendapat Ashyar (dalam Ernita Herli Rusdiana, 2013), untuk membangun kemenarikan pada media bahkan dapat mempertinggi realisme dan menciptakan respon emosional diperlukan warna.

Peningkatan nilai rata-rata tiap indikator penilaian modul dari validasi tahap I ke validasi tahap II untuk aspek kelayakan kegrafikan dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini:



Gambar 5. Grafik Peningkatan Nilai Rata-rata Tiap Indikator Penilaian dari Validasi Tahap I ke Validasi Tahap II untuk Aspek Kelayakan Kegrafikan

Berdasarkan grafik di atas indikator penilaian ke-15 yaitu “Ilustrasi dan keterangan gambar” mengalami peningkatan paling tinggi. Modul yang dikembangkan menggunakan gambar berwarna dan menarik. Menurut BSNP (2008), gambar harus mampu memperjelas penyajian materi baik dalam bentuk, ukuran yang proporsional serta warna yang menarik sesuai obyek aslinya. Indikator penilaian ke-25 yaitu “Kreatif dan dinamis” juga mengalami peningkatan. Modul menampilkan ilustrasi dari berbagai sudut pandang tidak hanya ditampilkan dalam tampak depan dan mampu divisualisasikan secara dinamis yang dapat menambah kedalaman pemahaman dan pengertian peserta didik.

Indikator penilaian ke-2 yaitu “Kesesuaian ukuran dengan isi materi modul” mendapatkan skor rata-rata paling tinggi. Pemilihan ukuran modul disesuaikan dengan materi isi modul berdasarkan materi listrik dinamis. Hal ini akan mempengaruhi tata letak bagian isi dan jumlah halaman modul.

## SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berdasarkan hasil validasi terhadap empat aspek kelayakan modul maka modul sudah memenuhi kriteria sebagai bahan belajar mandiri yaitu *Self Instructional*, *Self Contained*, *User Friendly*, *Adaptive*, dan *Stand Alone*. Berdasarkan hasil validasi pada tahap II maka dapat disimpulkan bahwa modul pembelajaran simulasi *virtual PhET* sudah valid dan layak untuk digunakan sebagai bahan belajar mandiri untuk siswa.

Selain sebagai bahan belajar mandiri siswa, modul ini juga dapat digunakan sebagai bahan belajar untuk pembelajaran di kelas. Penelitian dapat dilakukan menggunakan *PhET* untuk materi selain listrik dinamis karena *PhET* menyediakan percobaan virtual untuk pembelajaran Fisika, Biologi dan Kimia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adi Putra Panjaitan. 2014. *Korelasi Kebudayaan dan Pendidikan: Membangun Pendidikan Berbasis Budaya Lokal*. Yayasan Pustaka Obor Indonesia. Jakarta. (online). <https://books.google.co.id>. (diakses tanggal 29 september 2016)
- Ahmad Tohir. 2015. *Pengembangan Bahan belajar Modul Kesetimbangan Kimia Berbasis Multiple Representasi di SMA Kota Bandar Lampung*. Tesis. FKIP Universitas Lampung. Lampung. (online). <digilib.unila.ac.id> (diakses tanggal 04 oktober 2016)
- Andi Prastowo. 2014. *Panduan Kreatif Membuat Bahan belajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press.
- Badan Standar Pendidikan Nasional (BSNP). 2008. *Standar Penilaian Buku Teks Pelajaran*. (online). <staf.cs.ui.ac.id> (diakses tanggal 12 januari 2017)
- Eko Putro Widoyoko, S. 2009. *Evaluasi Program Pembelajaran*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Ernita Herli Rusdiana. 2013. *Pengembangan Modul Cahaya dengan Pendekatan Keterampilan Proses*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Semarang. (online) <lib.unnes.ac.id> (diakses tanggal 11 januari 2017)
- Krida Singgih Kuncora. 2014. *Model Thiagarajan*. (online). <https://www.scribd.com> (diakses tanggal 09 oktober 2016)
- Nurdini Avestasari. 2012. Perbedaan Keterampilan Berpikir Kritis dan Kerja Ilmiah Antara Siswa yang Mengikuti Pembelajaran Fisika dengan Pendekatan *Discovery* dan Verifikasi pada Kerja Laboratorium untuk Kelas X Sma Negeri 1 Banguntapan Tahun Ajaran 2011/2012. *Jurnal Pendidikan Fisika MIPA UNY*. 1 (1). (online). <journal.student.uny.ac.id> (diakses tanggal 12 januari 2017)
- P. Rante, dkk. 2013. Pengembangan Multimedia Pembelajaran Fisika Berbasis Audio-Video Eksperimen Listrik Dinamis Di SMP. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. 2 (2): 203-208. (online). <portalgaruda.org> (diakses tanggal 05 januari 2017)
- Zainul Fatik dan Madlazim. 2012. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika dengan Lab-Virtual PhET pada Materi Gelombang Elektromagnetik di SMAN 1 Kutorejo. *Inovasi Pendidikan Fisika*. 1 (1). (online). <e-journa.unesa.ac.id> (diakses tanggal 12 januari 2017)