



Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis Masalah Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis

Siti Idiatul Hasanah^{1*}, Susilawati², Joni Rohmat³

¹ Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

Article Info

Received: 06 March 2021

Revised: 02 June 2022

Accepted: June 2022

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran berbasis masalah untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis yang valid, efisien, dan efektif untuk digunakan dalam pembelajaran pada materi getaran harmonis. Penelitian ini merupakan Jenis penelitian Research and Development (R&D) dengan model 4D. Pada tahap Define, merupakan tahap awal untuk mendefinisikan permasalahan. Tahap Design, merancang produk perangkat pembelajaran berupa silabus, RPP, LKPD, instrumen tes kemampuan berpikir kritis, dan video pembelajaran. Data kevalidan perangkat pembelajaran diperoleh dari hasil validasi 6 validator yang terdiri dari 3 validator ahli dan 3 validator praktisi. Kepraktisan atau keefisienan perangkat pembelajaran diperoleh dari angket respon peserta didik serta lembar keterlaksanaan pembelajaran. Peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik dianalisis dengan menentukan standar gain dari hasil sebelum dan sesudah pembelajaran. Hasil validasi menunjukkan komponen perangkat pembelajaran dalam kategori sangat valid untuk silabus dan cukup valid untuk RPP, LKPD, instrumen tes kemampuan berpikir kritis, dan video pembelajaran yang berarti cukup baik untuk digunakan dalam pembelajaran. Reliabilitas silabus, RPP, LKPD, instrumen tes kemampuan berpikir kritis, dan video pembelajaran di atas 75 % menunjukkan semua komponen yang dinilai berada pada kategori reliabel. Hasil respon peserta didik, serta keterlaksanaan pembelajaran berada pada kategori sangat praktis. Hasil belajar peserta didik mengalami peningkatan dengan nilai gain sebesar 0,66 yang berada pada kategori sedang. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan perangkat pembelajaran berbasis masalah valid, efisien dan efektif digunakan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Kata Kunci: Pengembangan, Perangkat pembelajaran, pembelajaran berbasis masalah, kemampuan berpikir kritis, getaran harmonis

Abstract: This study aims to develop problem-based learning tools to improve critical thinking skills that are valid, efficient, and effective for use in learning on harmonious vibration material. This research is a type of research and development (R&D) with a 4D model. At the Define stage, it is the initial stage for defining problems in the Design Stage, designing learning device products in the form of syllabus, lesson plans, student worksheet, critical thinking skills test instruments, and learning videos. The validity data of the learning tools were obtained from the validation results of 6 validators consisting of 3 expert validators and 3 practitioner validators. Practicality or efficiency of learning tools is obtained from student response questionnaires and learning implementation sheets. Increased critical thinking ability of students is analyzed by determining the standard gain from the results before and after learning. The results of the validation show that the components of the learning device are in the very valid category for the syllabus and are quite valid for lesson plans, student worksheet, critical thinking skills test instruments, and learning videos, which means that they are good enough to be used in learning. Reliability of the syllabus, lesson plans, student worksheet, critical thinking ability test instruments,

and learning videos above 75% indicates that all components are considered to be in the reliable category. The results of student responses, as well as the implementation of learning are in the very practical category. Student learning outcomes have increased with a gain value of 0.66, which is in the medium category. Based on these results, it can be concluded that problem-based learning tools are valid, efficient and effective to use to improve students' critical thinking skills.

Keywords: Development, learning tools, problem-based learning, critical thinking skills, harmonic vibration

PENDAHULUAN

Ilmu diartikan sebagai *science* merupakan aktivitas berpikir atau kegiatan olahpikir manusia (Setyosari, 2016). Artinya ilmu itu dianggap sebagai kegiatan proses berpikir dari manusia itu sendiri sedangkan pengetahuan adalah segala sesuatu yang diketahui dari berbagai macam situasi maupun hal yang ditemui atau yang sengaja dicari. Pengetahuan disebut sebagai *common sense knowing* yaitu segala sesuatu yang berkaitan dengan pengalaman seseorang (Cohen, 2007). Artinya sains dapat diartikan sebagai ilmu pengetahuan. Sains didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang sebab akibat fenomena yang terjadi di alam.

Upaya meningkatkan kemampuan berpikir kritis terus dikaji dan masih menjadi perhatian dalam penelitian sampai dengan saat ini, karena fenomena di sekolah menunjukkan bahwa guru masih terkendala dalam upaya meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik (Latifa, 2017 dan Nurmayani, 2018), hal yang sama diungkapkan oleh salah satu guru mata pelajaran fisika di SMAN 1 Lingsar bahwa evaluasi yang berbasis komputer baik penilaian harian maupun penilaian tengah semester yang berbentuk pilihan ganda kurang mampu mengukur kemampuan berpikir kritis peserta didik. Beliau juga mengungkapkan walaupun sudah diterapkannya kurikulum 2013 nyatanya peserta didik masih kebingungan ketika guru menjelaskan sehingga mengakibatkan rendahnya kemampuan berpikir kritis dari peserta didik. Di samping itu, kondisi pandemi covid-19 yang terjadi saat ini mengharuskan peserta didik belajar melalui sistem daring, keterbatasan akses internet dalam pembelajaran daring akan menyebabkan peserta didik tidak menerima pembelajaran dengan sepenuhnya, apabila peserta didik tidak memahami materi yang diajarkan oleh guru, hal ini akan berdampak pada pemahaman materi-materi yang akan disampaikan pada pertemuan selanjutnya. Soal-soal latihan yang diberikan oleh guru kepada peserta didik sering kali

langsung dikerjakan menggunakan persamaan matematis tanpa melakukan analisis, dan cenderung hanya menebak rumus yang digunakan dan menghafal contoh soal yang telah dikerjakan untuk mengerjakan soal-soal lain. Dampak dari hal tersebut yaitu peserta didik cenderung kesulitan ketika berhadapan dengan permasalahan yang kompleks. Hal ini sejalan dengan Redish dalam (Sujarwanto, Hidayat dan Wartono, 2014) mengatakan peserta didik hanya mampu menyelesaikan permasalahan kuantitatif sederhana namun kurang memiliki kemampuan untuk menyelesaikan masalah yang lebih kompleks. Artinya ketika seseorang tidak memahami sesuatu yang dikerjakan maka tidak akan ada pengembangan dari pemikirannya dan cenderung hanya bisa mengerjakan soal yang memiliki kesamaan dengan contoh soal.

Untuk mengatasinya Model pembelajaran berbasis masalah dipilih dalam penelitian ini karena model pembelajaran ini pada dasarnya lebih mendorong peserta didik lebih aktif memperoleh pengetahuan serta berpartisipasi dalam proses pembelajaran. Dengan demikian diharapkan dapat meningkatkan pemahaman konsep fisika melalui fenomena-fenomena yang ada sehingga berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik

Model pembelajaran berbasis masalah merupakan model pembelajaran yang diterapkan pada masalah autentik (nyata) sehingga peserta didik dapat menyusun pengetahuannya sendiri, menumbuhkan kembangkan keterampilan yang tinggi dan inkuiri, memandirikan peserta didik, dan meningkatkan kepercayaan dirinya (Mutoharoh, 2011). Model *problem based learning* menuntut peserta didik agar belajar lebih mandiri, dan berfikir kritis, sedangkan guru yang merupakan fasilitator yang membimbing agar siswa harus gigih dalam menyelesaikan masalah yang disajikan (Rahmawita, 2017). Menurut Tan (2003) pembelajaran berbasis masalah merupakan inovasi dalam pembelajaran karena dalam *problem based learning* kemampuan berfikir peserta didik betul-betul

diopimalisasikan melalui proses kerja kelompok atau tim yang sistematis, sehingga peserta didik dapat memberdaya, mengasah, menguji, dan mengembangkan kemampuan berfikirnya secara berkesinambungan.

Kemampuan berpikir kritis yang baik dapat memberikan rekomendasi yang baik untuk melakukan suatu tindakan. Kemampuan berpikir kritis dapat membantu peserta didik dalam menganalisis informasi yang didapatkan dari guru sehingga peserta didik dapat menganalisis dan menyimpulkan suatu informasi yang diterima (Gunawan dan Lliasari 2017) dapat disimpulkan bahwa kemampuan berpikir kritis adalah suatu cara berpikir untuk menggali suatu kebenaran dari suatu konsep dengan mempertanyakan hal-hal yang berhubungan dengan informasi yang diperoleh secara detail, sehingga dapat ditemukan kebenaran atas suatu informasi yang didapatkan secara objektif. Kemampuan berpikir kritis yang dimiliki oleh peserta didik akan memudahkannya dalam proses menganalisis sampai pada tahap akhir yaitu pemberian solusi. adapun indikator berpikir yang gunakan yaitu interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi dan eksplanasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan atau disebut *Research and Development* (R&D). Penelitian ini menggunakan desain pengembangan model 4D yang terdiri dari tahap pendefinisian (*Define*), perancangan (*Design*), pengembangan (*Develop*), dan penyebaran (*Disseminate*). Perangkat pembelajaran yang dikembangkan berupa silabus, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), instrumen tes, dan video pembelajaran. Subjek penelitian ini adalah peserta didik SMAN 1 Lingsar kelas X MIA 4 tahun ajaran 2021/2022 yang terdiri dari 22 orang.

Instrumen pengumpulan data dibutuhkan sebagai alat untuk mengukur kelayakan, kepraktisan dan keefektifan perangkat pembelajaran yang dikembangkan. Instrumen pengambilan data yang digunakan dalam penelitian ini berupa lembar validasi, angket respon dan lembar tes.

Hasil validasi dari ahli dihitung persentasenya dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Validitas (V) = \frac{Total\ skor\ validitas}{Total\ skor\ maksimal} \times 100\%$$

Hasil validitas yang telah diketahui persentasenya dapat dicocokkan dengan kriteria validitas seperti yang disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Kriteria Validitas Perangkat Pembelajaran

Skor (%)	Kriteria
85,01-100,00	Sangat valid
70,01-85,00	Cukup Valid
50,01-70,00	Kurang valid
01,00-50,00	Tidak valid

(Sumber: Akbar, 2013).

Reliabilitas hasil penilaian perangkat pembelajaran didasarkan pada kesepakatan antar validator. Kesepakatan antar validator dianalisis dengan menggunakan *percentage of agreement* (Borich, 1994). Perangkat pembelajaran dikatakan reliable apabila *percentage of agreement* ≥ 75%. Rumus *percentage of agreement* (PA) sebagai berikut:

$$PA = 1 - \frac{A - B}{A + B} \times 100\%$$

Dimana:

- PA = *percentage of agreement*
- A = Frekuensi penilaian oleh ahli yang memberikan nilai tinggi
- B = Frekuensi penilaian oleh ahli yang memberikan nilai rendah

Data kepraktisan perangkat pembelajaran diperoleh dari lembar keterlaksanaan pembelajaran, angket respon guru dan angket peserta didik, yang kemudian akan dianalisis untuk menentukan persentase rata-rata dengan persamaan berikut:

$$Nilai\ praktis = \frac{jumlah\ skor\ yang\ diperoleh}{jumlah\ skor\ maksimal} \times 100\%$$

Hasil uji praktis yang telah diketahui persentasenya dapat dicocokkan dengan kriteria kepraktisan seperti yang disajikan pada Tabel berikut.

Tabel 3.5 Kriteria Kepraktisan Perangkat Pembelajaran

Skor (%)	Kriteria
0 - 20	Tidak Praktis
21 - 40	Kurang Praktis
41 - 60	Cukup Praktis
61 - 80	Praktis
81 - 100	Sangat Praktis

(Sumber: Riduwan, 2010)

Analisis keefektifan perangkat terdiri dari analisis peningkatan hasil belajar. Untuk menganalisis peningkatan tersebut akan digunakan analisis nilai *N-gain* ternormalisasi. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan nilai *pretest* dan *posttest*. (Gunawan, 2015) dalam mengantisipasi kesalahan penafsiran perolehan skor gain setiap peserta didik,

juga dihitung besarnya N-gain dengan menggunakan rumus:

$$Std\ gain\ (g) = \frac{\bar{X}_{sesudah} - \bar{X}_{sebelum}}{\bar{X}_{maks} - \bar{X}_{sebelum}}$$

Dengan:

$$\bar{X}_{sesudah} = skor\ post - test$$

$$\bar{X}_{sebelum} = skor\ pre - test$$

$$\bar{X}_{maks} = skor\ maksimum\ 100$$

Berdasarkan hasil yang diperoleh dengan menggunakan standar gain, dikelompokkan ke kategori kemampuan berpikir kritis peserta didik berdasarkan tabel 3.6 tentang interpretasi standar gain.

Tabel 3.6. Interpretasi Standar Gain

Nilai $\langle g \rangle$	Klasifikasi
$\langle g \rangle \geq 0,7$	Tinggi
$0,7 > \langle g \rangle \geq 0,3$	Sedangkan
$\langle g \rangle < 0,3$	Rendah

(Meltzer, 2002)

Hasil dan Pembahasan

1. Tahap Pendefinisian (Define)

Tahap pendefinisian bertujuan untuk menetapkan permasalahan yang dialami selama proses pembelajaran. Kegiatan dalam tahap ini adalah analisis awal, analisis peserta didik, analisis tugas, analisis konsep dan spesifikasi tujuan pembelajaran. Analisis awal dilakukan dengan wawancara guru mata pelajaran fisika kelas X SMAN 1 Lingsar. Berdasarkan hasil wawancara didapatkan informasi bahwa pengetahuan dasar peserta didik yang masih rendah. Kemudian mewabahnya virus Covid-19 mengakibatkan pembelajaran tatap muka beralih ke pembelajaran dalam jaringan (daring). Ada beberapa kendala yang dihadapi guru dalam menyampaikan materi fisika selama pembelajaran daring seperti terbatasnya kuota belajar peserta didik sehingga tingkat kehadiran dan partisipasi peserta didik untuk mengikuti proses pembelajaran berkurang. Keterbatasan waktu juga menjadi kendala yang dihadapi guru. Hal ini menyebabkan guru tidak bisa menyampaikan materi secara lebih luas dan berdampak terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik yang rendah.

Analisis peserta didik bertujuan untuk menganalisis karakteristik dari peserta didik yang mencakup latar belakang pengetahuan dan kemampuan kognitif peserta didik. Selanjutnya, analisis tugas akan memberikan informasi yang dibutuhkan untuk menyusun semua draf penugasan yang akan dikerjakan. Analisis konsep bertujuan untuk

menganalisis serta menyusun konsep-konsep yang relevan dalam suatu materi pokok yang kemudian dijadikan sebagai acuan dalam penyusunan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai selama proses pembelajaran. Spesifikasi tujuan pembelajaran bertujuan untuk menjabarkan Kompetensi Dasar (KD) ke dalam indikator yang lebih spesifik berupa tujuan pembelajaran yang disesuaikan dengan hasil analisis materi dan analisis tugas yang dilakukan sebelumnya.

2. Tahap Perencanaan (Design)

Tahap perencanaan (*design*) merupakan tahap merancang *draft* awal perangkat pembelajaran yang akan digunakan dalam materi getaran harmonik. Perangkat pembelajaran model PBL dan instrumen pengumpulan data yang kemudian divalidasi oleh validator ahli dan validator praktisi. Adapun *draft* yang dihasilkan berupa silabus, RPP, LKPD, instrumen tes, dan video pembelajaran.

3. Tahap Pengembangan (Develop)

Tujuan dari tahap pengembangan adalah untuk menghasilkan perangkat pembelajaran pe,belajaran berbasis masalah pada materi getaran harmonik.

a. Kevalidan Perangkat Pembelajaran

Kevalidan perangkat pembelajaran diperoleh berdasarkan hasil validasi oleh 3 validator ahli dari dosen pendidikan fisika dan 3 validator praktisi dari guru fisika menggunakan skala penilaian 1 sampai 4. Hasil validasi perangkat pembelajaran dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisis Validitas Perangkat Pembelajaran

Produk	Persentase	Kategori
Silabus	86,2 %	Sangat Valid
RPP	83,8 %	Cukup Valid
LKPD	83,7 %	Cukup Valid
Instrumen Tes	82,6 %	Cukup Valid
Video Pembelajaran	84,3 %	Cukup Valid

Tabel 4 menunjukkan hasil validasi perangkat pembelajaran berupa silabus pada kategori sangat valid dan RPP, LKPD, instrumen tes, , dan video pembelajaran berada dikategori cukup valid. Sehingga perangkat pembelajaran valid digunakan dalam pembelajaran.

Hasil validasi perangkat pembelajaran selanjutnya dianalisis untuk menentukan nilai reliabilitas validasi perangkat pembelajaran. Hasil reliabilitas perangkat pembelajaran didasari pada kesepakatan antar validator. Kesepakatan anatar validator dianalisis menggunakan *percentage of agreement* (Borich,1994). Hasil validasi perangkat pembelajaran dikatakan reliabel apabila nilai *percentage of agreement* (PA) $\geq 75\%$. Hasil uji reliabilitas perangkat pembelajaran disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Reliabilitas Hasil Validasi Perangkat Pembelajaran

Perangkat	Percentage of Agreement	Kategori
Silabus	88.0%	Reliabel
RPP	93,3 %	Reliabel
LKPD	86,2 %	Reliabel
Instrumen	90,6 %	Reliabel
Kemampuan Berpikir Kritis		Reliabel
Video Pembelajaran	91,7 %	Reliabel

Berdasarkan Tabel 5 diketahui bahwa silabus, RPP, LKPD, instrumen tes kemampuan berpikir kritis, dan video pembelajaran dikategorikan reliabel.

b. Keefisienan Prangkat Pembelajaran

Analisis kepraktisan bertujuan untuk mengetahui apakah perangkat pembelajaran yang dikembangkan memenuhi kriteria kepraktisan.

Kepraktisan perangkat pembelajaran pada penelitian ini diperoleh berdasarkan angket respon peserta didik, dan lembar keterlaksanaan pembelajaran. Hasil analisis keefisienan perangkat pembelajaran berdasarkan respon peserta didik dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Analisis Angket Respon peserta didik

Perangkat	Rata-Rata	Kategori
LKPD	91.4%	Sangat Praktis
Instrumen Tes Hasil Belajar	88.6%	Sangat Praktis
Video Pembelajaran	90.34%	Sangat Praktis

Berdasarkan Tabel 5 hasil analisis kepraktisan yang diperoleh untuk LKPD, Instrumen tes hasil belajar, dan video pembelajaran berada pada kategori sangat praktis.

(Iffah & Sunarti, 2019). Pada penelitian ini keterlaksanaan pembelajaran pada pertemuan

ketiga observer mendapatkan hasil pertama, kedua, dan ketiga dinilai oleh tiga observer. Hasil analisis keterlaksanaan pembelajaran dapat dilihat pada Tabel 8 berikut.

Tabel 7. Hasil Analisis Lembar Keterlaksanaan Pembelajaran

Observer	Rata-rata	Kategori
I	93,62%	Sangat Praktis
II	88,23%	Sangat Praktis
II	94,68%	Sangat Praktis

Berdasarkan Tabel 7 keseluruhan pertemuan dari pengamatan bahwa perangkat pembelajaran sangat

praktis digunakan dalam pembelajaran fisika, terlihat pada setiap pertemuan dapat berlangsung dengan baik.

c. Keefektifan Perangkat Pembelajaran

Keefektifan perangkat pembelajaran berbasis masalah pada materi getaran harrmonik dapat dilihat dari peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik yang diperoleh dari perhitungan nilai gain. Hasil perhitungan nilai gain dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Analisis Rata-rata Hasil Belajar melalui Uji N-gain

\bar{X} sebelum	\bar{X} sesudah	N - Gain
26,6	75,3	0,66

Berdasarkan Tabel 8, nilai gain yang diperoleh yakni 0,66 dengan kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan perangkat pembelajaran pembelajaran berbasis masalah pada materi getaran harrmonik efektif digunakan dalam pembelajaran. Hasil ini sejalan dengan penelitian Munandar (2018) model pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis pada peserta didik terutama dalam hal: 1. Memfokuskan pertanyaan, 2. Menganalisis pendapat atau argumentasi, 3. Menginduksi dan memepertimbangkan hasil induksi, 4. Mengevaluasi hasil pertimbangan, dan 5. Memberikan alasan. Sehingga peneliti menduga penggunaan model PBL ini memberikan pengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik.

4. Tahap Penyebaran (Disseminate)

Tahap *Disseminate* merupakan tahap akhir dalam penelitian ini. Pada tahap ini produk yang telah diuji cobakan secara terbatas selanjutnya akan diuji cobakan secara luas, namun dikarenakan keadaan yang sekarang ini terkait pandemi COVID-19 ini maka tahap *disseminate* ini tidak dapat dilakukan, sehingga penelitian ini hanya sampai pada uji coba terbatas

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat diambil kesimpulan bahwa perangkat pembelajaran berbasis masalah yang meliputi silabus, RPP, LKPD, instrumen tes, dan video pembelajaran valid, efisien dan efektif digunakan dalam pembelajaran.

Daftar Pustaka

Setyosari, P. 2016. *Metode Penelitian Pendidikan dan Pengembangan*. Jakarta: Prenadamedia Group.

Latifa, B. R. A., Verawati, N. N. S. P., & Harjono, A. 2017. Pengaruh Model Learning Cycle 5E (Engage, Explore, Explain, Elaboration, & Evaluate) terhadap Kemampuan Berpikir

- Kritis Peserta Didik Kelas X MAN 1 Mataram.
Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi, 3(1).
- Nurmayani, L., Doyan, A., & Verawati, N. N. S. P. 2018. Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 4(1).
- Mutoharoh. 2011. *Pengaruh Model Pembelajaran Berdasarkan Masalah (Problem Based Learning) Terhadap Hasil Belajar Fisika*. Skripsi. Jurusan Pendidikan IPA UIN Syarif Hidayatullah. Jakarta: Tidak Diterbitkan.
- Sujarwanto, E, et al. 2014. Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika Pada Modeling Instruction pada Siswa SMA kelas XI. *Jurnal pendidikan IPA*. Hlm. 66
- Gunawan. 2017. *Keterampilan Berfikir dalam Pembelajaran Sains*. Mataram: Arga Puji Press.
- Lusiana, Diyah dan Lestari, Wahyu. Instrumen Penilaian Afektif Pendidikan Karakter Bangsa. *Jurnal Of Educational Research and Evaluation*. 2(1).
- Borich, Gray D. 1994. *Observation Skill for Effective Teaching*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Riduwan. 2010. *Belajar Mudah Penelitian Untuk Guru-Karyawan dan Peneliti Pemula*. Bandung: Alfabeta.
- Munandar, Haris., Sutrio.,& Taufik, Muhammad. 2018. Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan Media Animasi Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 4(1).
- Meltzer, David E. (2002). *The Relationship Between Mathematics Preparation and Conceptual Learning Gains In Physics: A Possible "Hidden Variable" In Diagnostic Pretest Scores*. Departement of Physics and Astronomy, Iowa State University Journal. Diambil pada tanggal 22 Juli 2020 dari http://www.physicseducation.net/docs/Addendum_on_normalized_gain.