

Analisis Penguasaan Konsep Hukum Newton tentang Gerak pada Implementasi Pembelajaran Berbasis *Scientific Approach* disertai *Formative Assessment*

Rhischa Assabet Shilla¹, Sentot Kusairi¹, Arif Hidayat¹

¹Pendidikan Fisika-Pascasarjana Universitas Negeri Malang

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima: 11-05-2018

Disetujui: 14-08-2018

Kata kunci:

scientific approach;
formative assessment;
mastery of concepts;
penguasaan konsep

ABSTRAK

Abstract: This study aimed to analyze the mastery concepts of Newton's laws of motion on the implementation of scientific-based learning approach with formative assessment. The study involved 27 students of class X natural science of State Senior High School 1 Mumbulsari. The learning process is designed to use the five essential elements of formative assessment integrated into the scientific approach. Student's mastery concepts is measured using a test Forces Concept Inventory (FCI). The tests given before and after the learning. Data were analyzed qualitatively and quantitatively. The results showed that the learning strategies have an influence on students' mastery concepts with strong category effect. The resulting increase in score mastery concepts students after learning that are in the low category. Students experience increased levels penguasaan low towards the concept of being the impulsive force indicator and increased the level of mastery of the concept of the low to the high on the track indicator objects based on the legal concept of first newton. Overall score indicator mastery concepts of Newton's laws of motion increased. However, there are two indicators decreased scores namely the mplications constant force and first newton law (without force). The decline in scores due to students experiencing misconceptions on the indicator acceleration.

Abstrak: Penelitian ini bertujuan menganalisis penguasaan konsep hukum newton tentang gerak pada implementasi pembelajaran berbasis *scientific approach* disertai *formative assessment*. Penelitian melibatkan 27 siswa kelas X MIPA 1 SMA Negeri Mumbulsari. Proses pembelajaran dirancang menggunakan lima elemen esensial *formative assessment* yang diintegrasikan ke dalam *scientific approach*. Penguasaan konsep siswa diukur menggunakan tes *Forces Concept Inventory* (FCI). Tes tersebut diberikan sebelum dan sesudah pembelajaran. Data dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa strategi pembelajaran tersebut memiliki pengaruh terhadap penguasaan konsep siswa dengan kategori *strong effect*. Hasil peningkatan skor penguasaan konsep siswa sebelum dan setelah pembelajaran berada pada kategori rendah. Siswa mengalami peningkatan level penguasaan konsep dari rendah menuju sedang pada indikator gaya impulsif dan mengalami peningkatan level penguasaan konsep dari rendah menuju tinggi pada indikator lintasan benda berdasarkan konsep hukum I Newton. Secara keseluruhan, skor indikator penguasaan konsep hukum newton tentang gerak mengalami peningkatan, kecuali dua indikator yaitu implikasi gaya konstan (percepatan konstan) dan Hukum I Newton (tanpa gaya). Penurunan skor diakibatkan siswa mengalami kesalahan konsep pada konsep prasyarat yaitu percepatan.

Alamat Korespondensi:

Rhischa Assabet Shilla
Pendidikan Fisika
Pascasarjana Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang 5 Malang
E-mail: rhischaassabetshilla@yahoo.co.id

Salah satu cara memahami keteraturan alam secara fakta, prinsip maupun konsep adalah menguasai pengetahuan alam (Cashmore, 2004). Proses memahami keteraturan alam haruslah secara sistematis melalui serangkaian metode ilmiah dan diberangi dengan sikap ilmiah pula (Sugiana et al., 2017). Sebuah fenomena alam dapat dijelaskan secara ilmiah dengan baik apabila penguasaan konsep tentangnya juga baik (Docktor & Mestre, 2014). Penguasaan konsep hukum newton tentang gerak sangat penting untuk dikuasai oleh siswa karena banyak fenomena alam yang dapat dijelaskan dengan hukum tersebut. Fenomena tersebut diantaranya gerak benda, gravitasi, tata surya, dan masih banyak lagi (Nojiri & Odintsov, 2007; Muna, 2016). Seringnya siswa bersentuhan langsung dengan fenomena yang berhubungan dengan hukum ini, menjadikan materi ini dirasa penting dan membutuhkan implementasi strategi pembelajaran yang tepat.

Beberapa penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa penguasaan konsep siswa materi hukum newton tentang gerak sangat rendah bahkan tidak sedikit siswa yang mengalami miskonsepsi (Tayubi, 2005; Efendi, 2011; Muna, 2016b). Pada kancan internasional, Indonesia menduduki peringkat 69 dari 79 negara berdasarkan hasil studi PISA (*Program for International Student Assessment*) pada tahun 2015 (Gurria, 2016). Berdasarkan fakta tersebut, dibutuhkan sebuah solusi tepat untuk meningkatkan penguasaan konsep siswa materi hukum newton tentang gerak di Indonesia. Salah satu solusi yang ditawarkan adalah melalui implementasi strategi pembelajaran sains di kelas. *Scientific approach* merupakan strategi pembelajaran dengan langkah-langkah sesuai dengan metode ilmiah yang terdiri dari mengamati, menanya, mengumpulkan data, mengasosiasi, dan mengomunikasikan (Imran, 2014). Strategi ini berhasil membentuk cara berpikir siswa layaknya cara berpikir para ilmuwan (Wieman, 2007; Fauziah et al., 2017). Penerapan pembelajaran yang berdasarkan metode ilmiah menjadi salah satu solusi yang ditawarkan untuk meningkatkan penguasaan konsep siswa materi hukum newton tentang gerak. Selain itu, langkah-langkah pembelajaran *scientific approach* juga selalu memberikan ruang bagi siswa untuk membangun belajar mandiri dan kontekstual (Wieman, 2007b).

Disamping strategi pembelajaran yang tepat, mengetahui sejauh mana program yang dirancang dapat berjalan sesuai rencana serta mengidentifikasi hambatan merupakan aspek yang dibutuhkan untuk melengkapi pembelajaran. Dengan mengetahui hambatan sejak dini, maka dapat dijadikan dasar pengambilan keputusan yang tepat untuk mengadakan perbaikan yang mendukung kelancaran pencapaian tujuan pembelajaran (López-Pastor et al., 2010). *Formative assessment* adalah suatu proses yang memfasilitasi umpan balik untuk mengetahui informasi tentang sejauh mana posisi siswa dalam belajar dan bagaimana tindakan terbaik yang harus ditempuh selanjutnya (Black & Wiliam, 2009). *Formative assessment* tidak hanya sekedar melakukan tes dengan frekuensi sering, tetapi juga mencakup keterlibatan siswa dalam proses belajar di kelas (Chappuis & Stiggins, 2002). Implementasi *formative assessment* dalam pembelajaran diharapkan mampu meningkatkan penguasaan konsep siswa khususnya materi hukum newton tentang gerak. Berdasarkan kelebihan dari *scientific approach* dan *formative assessment* tersebut, maka akan dianalisis bagaimana penguasaan konsep siswa sebelum dan setelah pembelajaran menggunakan *scientific approach* disertai *formative assessment* kemudian kemampuan apa sajakah dari aspek penguasaan konsep yang masih perlu ditingkatkan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *mixed methods* dengan desain *embedded-experiment* yaitu penelitian dengan pendekatan kuantitatif dan kualitatif yang dilakukan secara hampir bersamaan (Creswell, 2017). Sampel dalam penelitian ini adalah 27 siswa kelas X MIPA 1 SMA Negeri Mumbulsari. Penelitian dilaksanakan selama bulan Januari sampai Februari 2018. Instrumen perlakuan meliputi Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Siswa (LKS), dan lembar observasi. RPP dirancang berdasarkan langkah-langkah *scientific approach* yang di mulai dari mengamati, menanya, mengumpulkan data, mengasosiasi sampai mengomunikasikan di depan kelas. Lima elemen kunci dari *formative assessment* diintegrasikan ke dalam strategi pembelajaran tersebut kemudian setiap siswa di observasi kegiatan belajarnya di kelas.

Instrumen pengukuran menggunakan tes pilihan ganda *Forces Concept Inventory* (FCI) yang disusun oleh Hestenes (Hestenes, Wells, & Swackhamer, 1992). Tes FCI pada awalnya terdiri dari 29 soal pilihan ganda yang kemudian oleh peneliti di pilih 20 soal berdasarkan kompetensi dasar dan tingkat kognitif siswa SMA kelas X semester 1. Tingkat kognitif yang digunakan adalah C4 sampai C6 saja. Setiap soal mewakili indikator penguasaan konsep hukum newton tentang gerak. Penguasaan konsep siswa dapat dianalisis pada tiap butir soal FCI. Tes diberikan sebelum dan setelah pembelajaran menggunakan strategi tersebut. Pedoman penskoran FCI adalah skor satu untuk satu soal jawaban benar.

Analisis kuantitatif dilakukan untuk mengetahui pengaruh strategi pembelajaran berbasis *scientific approach* disertai *formative assessment* terhadap penguasaan konsep siswa materi hukum newton tentang gerak. Data kuantitatif diperoleh dari hasil *pretest* dan *posttest* yang kemudian diuji normalitas terlebih dahulu dengan cara menghitung nilai *skewness*. Jika data terdistribusi normal, maka uji beda menggunakan *paired sample t-test*. Namun, Jika data tidak terdistribusi normal, maka uji beda menggunakan uji *Wilcoxon*. Data terdistribusi normal adalah data yang memiliki nilai *skewness* dalam rentang -1 sampai +1, sedangkan kriteria agar skor penguasaan konsep hukum newton siswa antara sebelum dan setelah *treatment* dinyatakan berbeda adalah apabila nilai signifikansinya kurang dari 0.05. Uji selanjutnya menggunakan uji *effect size* untuk mengetahui seberapa jauh pengaruh strategi pembelajaran terhadap variabel terikatnya. Ukuran efek strategi pembelajaran dihitung menggunakan *Cohen's effect*. Hasil perhitungan diinterpretasikan menggunakan deskriptor Cohen's (Tomczak, 2014) yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Interpretasi Nilai Cohen's d

Nilai Cohen's d	Interpretasi
0—0.20	Weak effect
0.21—0.50	Modest effect
0.51—1.00	Moderat effect
>1.00	Strong effect

Setelah skor pretes dan postes diketahui, peningkatan penguasaan konsep siswa dianalisis menggunakan N-gain untuk melihat selisih antara nilai posttest dan pretest setelah pembelajaran yang dilakukan (Waldrip, Rodie, & Sutopo, 2014). Interpretasi skor rata-rata N-gain ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Interpretasi Skor Rata-Rata N-gain

Nilai $\langle g \rangle$	Level
$\langle g \rangle < 0,25$	Rendah
$0,25 \leq \langle g \rangle < 0,45$	Medium bawah
$0,45 \leq \langle g \rangle < 0,65$	Medium atas
$\langle g \rangle \geq 0,65$	Tinggi

Selain itu, juga dilihat peningkatan kategori penguasaan konsep dari pretes menuju postes menggunakan pedoman kategori penguasaan konsep Arikunto (Arikunto, 2013). Kategori penguasaan konsep tersebut ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Kategori Penguasaan Konsep

Nilai (%)	Kategori
0—45	Rendah
46—65	Sedang
66—85	Tinggi
86—100	Sangat tinggi

Selanjutnya, dilakukan analisis tiap butir soal untuk melihat ketercapaian setiap indikator hukum newton tentang gerak. Aspek yang akan dianalisis adalah peningkatan penguasaan konsep tiap indikator dari *pretest* ke *posttest*. Berdasarkan hasil analisis tersebut, maka peneliti melakukan analisis alasan siswa, keaktifan siswa dan wawancara kepada beberapa siswa sebagai data pendukung. Hasil tersebut digunakan sebagai analisis kualitatif yang berfungsi untuk menjelaskan lebih mendalam hasil analisis dari data kuantitatif yang telah diperoleh. Hal tersebut dilakukan untuk menggali pandangan siswa yang selanjutnya dilakukan analisis berdasarkan sampel yang lebih luas.

HASIL

Hasil *pretest* dan *posttest* FCI oleh 27 siswa kelas X MIPA 1 SMA Negeri Mumbulsari menunjukkan bahwa 20 siswa mengalami peningkatan skor, dua siswa tidak mengalami peningkatan skor dan lima siswa mengalami penurunan skor. Hasil uji normalitas skor *pretest* dan *posttest* diperoleh nilai *skewness* secara berturut-turut sebesar 0.811 dan 0.564. Oleh karena itu, dapat ditarik kesimpulan bahwa data terdistribusi normal karena nilai *skewness* berada dalam rentang -1 sampai +1.

Uji selanjutnya adalah uji beda menggunakan *paired sample t-test* yang menghasilkan nilai signifikansi sebesar 0.00. Dengan demikian, dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat perbedaan skor penguasaan konsep hukum newton siswa antara sebelum dan setelah *treatment*. Setelah mengetahui bahwa terdapat perbedaan skor penguasaan konsep hukum newton siswa antara sebelum dan setelah *treatment*, maka tahap berikutnya adalah menghitung *effect size* menggunakan *Cohen's effect*. Hasil perhitungan *effect size* adalah sebesar 1.29 dengan kategori *strong effect*. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa pengaruh strategi pembelajaran berbasis *scientific approach* disertai *formative assessment* memiliki pengaruh yang kuat terhadap penguasaan konsep siswa materi hukum newton tentang gerak. Peningkatan kategori penguasaan konsep dari pretes menuju postes menghasilkan nilai N-gain sebesar 0.14 yang menunjukkan bahwa peningkatan penguasaan konsep siswa setelah pembelajaran masuk dalam kategori rendah. Analisis selanjutnya adalah melihat peningkatan skor tiap indikator soal. Hasil analisis menunjukkan bahwa hampir seluruh indikator soal mengalami peningkatan. Secara keseluruhan, hasil skor tiap indikator soal ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Peningkatan Tiap Indikator Soal

No. Soal	Tingkatan Kognitif	Konsep	Persentase Siswa Benar (%)		Level Penguasaan Konsep	
			Pretest	Posttest	Pretest	Posttest
1	C3	Percepatan merupakan besaran yang independen terhadap berat	7	15	rendah	rendah
2	C4	Gaya impulsif	7	26	rendah	rendah
3	C5	Lintasan benda berdasarkan konsep hukum I newton	40	74	rendah	tinggi
4	C4	Gaya yang bekerja pada benda yang bergerak vertikal ke atas	7	7	rendah	rendah
5	C5	Gaya impulsif	11	48	rendah	sedang
6	C3	Kinematika & Hukum II newton (gaya impulsif)	7	33	rendah	rendah
10	C4	Hukum I newton (percepatan konstan)	11	15	rendah	rendah
11	C4	Hukum III newton untuk gaya yang bekerja secara kontinyu	3	30	rendah	rendah
12	C4	Hukum III newton untuk gaya yang bekerja secara kontinyu	15	15	rendah	rendah
13	C4	Fenomena gerak jatuh bebas	11	15	rendah	rendah
15	C4	Macam-macam gaya Fluid contact (gesekan udara & gravitasi)	7	30	rendah	rendah
16	C3	Hukum II newton. Implikasi gaya konstan (percepatan konstan)	25	0	rendah	rendah

Tabel 4. Hasil Peningkatan Tiap Indikator Soal (Lanjutan)

17	C3	Hukum I newton tanpa gaya (laju konstan)	7	19	rendah	rendah
18	C5	Hukum I newton. Tanpa gaya (arah dengan kecepatan konstan)	3	0	rendah	rendah
19	C4	Hukum I newton (dengan gaya yang dihilangkan) & prinsip superposisi (penghilangan gaya)	0	19	rendah	rendah

Selanjutnya, peneliti menganalisis alasan siswa pada soal dengan dua indikator yang mengalami penurunan skor. Siswa yang dianalisis adalah siswa dengan jawaban benar ketika pretes dan jawaban salah ketika postes. Berikut alasan siswa pada soal dengan dua indikator yang mengalami penurunan skor.

Implikasi gaya konstan (percepatan konstan)

Soal nomor 16 (kunci jawaban: B)

	Absen 12	Absen 18
Pre	Jawaban: B Alasan: Akan bertambah secara beraturan	Jawaban: B Alasan: Karena dipengaruhi oleh kecepatan
Post	Jawaban: A Alasan: Kecepatan roket konstan	Jawaban: C Alasan: Kecepatan berkurang secara beraturan

Hukum I newton (Tanpa gaya) Soal nomor 18 (kunci jawaban: B)

	Absen 11
Pre	Jawaban: B Alasan: memiliki gaya miring kesamping
Post	Jawaban: A Alasan: roket akan selalu mengikuti arah dari gaya

Berdasarkan hasil analisis tiap indikator soal serta alasan siswa, peneliti kemudian mengombinasikan hasil analisis tersebut dengan hasil observasi selama pembelajaran di kelas. Hasil observasi selama pembelajaran ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Observasi Selama Pembelajaran

Ins	Keaktifan Individu					Total	Keaktifan Kelompok	
	bertanya kepada teman	bertanya kepada guru	menjawab pertanyaan teman	menjawab pertanyaan guru	menyampaikan ide		Kriteria	Kriteria
11	1	0	0	1	0	2	tidak aktif	sangat aktif
18	0	0	0	0	0	0	tidak aktif	sedang

Analisis selanjutnya adalah melihat peningkatan tingkat kognitif siswa secara keseluruhan. Sesuai dengan kompetensi dasar yang tertuang dalam kurikulum 2013, tingkat kognitif yang harus dimiliki siswa kelas X materi hukum newton tentang gerak adalah minimal mencapai tingkat menganalisis yaitu C4 (dalam taksonomi bloom) (Utari, 2013). Secara keseluruhan hasil peningkatan tingkat kognitif siswa ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Peningkatan Tingkat Kognitif Siswa

Tingkatan Kognitif	Nomor Soal	Persentase Siswa Benar	
		Pretest	Posttest
C3	1, 6, 14, 16, 17, 20	12%	19%
C4	2, 4, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 19	8%	18%
C5	3, 5, 8, 18	25%	47%

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa strategi pembelajaran berbasis *scientific approach* disertai *formative assessment* memiliki pengaruh terhadap penguasaan konsep 27 siswa kelas X MIPA 1 SMA Negeri Mumbulsari. Tingkat pengaruh strategi pembelajaran tersebut dalam meningkatkan penguasaan konsep siswa berada dalam kategori *strong effect*. Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa *scientific approach* dapat meningkatkan penguasaan konsep siswa (Efendi, 2011; Rahayu, 2015; Saregar, 2016). Namun, hasil perhitungan nilai *N-Gain* menunjukkan bahwa peningkatan penguasaan konsep siswa setelah pembelajaran masuk dalam kategori rendah. Temuan hasil ini dapat dijelaskan lebih mendalam berdasarkan hasil analisis kualitatif data alasan siswa dan observasi di kelas.

Strategi pembelajaran berbasis *scientific approach* dapat meningkatkan penguasaan konsep karena strategi ini didasarkan pada metode ilmiah yang melatih siswa berpikir sebagaimana cara berpikir para ilmuwan (Barber, 1969; Wieman, 2007; Imran, 2014; Rusyani, 2014). *Formative assessment* adalah penilaian dengan maksud memperbaiki proses pembelajaran, mendapatkan informasi tentang kekuatan dan kelemahan pembelajaran yang dilakukan dan menggunakan informasi tersebut untuk memperbaiki, mengubah ataupun memodifikasi pembelajaran agar lebih efektif dan dapat meningkatkan kompetensi siswa (Fisher & Frey, 2015; Keeley, 2015; J. Chappuis, 2015; Keeley, 2015). Berdasarkan kelebihan dari *scientific approach* terhadap penguasaan konsep dan kelebihan *formative assessment* maka telah dilaksanakan penelitian dengan tema analisis penguasaan konsep siswa pada materi hukum newton tentang gerak setelah belajar menggunakan strategi pembelajaran berbasis *scientific approach* disertai *formative assessment*.

Hasil analisis tiap indikator butir soal menunjukkan bahwa siswa mengalami peningkatan level penguasaan konsep dari rendah menuju sedang pada indikator gaya impulsif dan mengalami peningkatan level penguasaan konsep dari rendah menuju tinggi pada indikator lintasan benda berdasarkan konsep Hukum I Newton. Selebihnya, indikator lainnya hanya mengalami peningkatan skor, namun tidak berubah level penguasaan konsepnya. Berdasarkan hasil analisis skor tiap indikator soal, terdapat dua indikator yang justru mengalami penurunan skor. Berikut pembahasan dari masing masing indikator tersebut berdasarkan alasan yang dikemukakan oleh siswa.

Implikasi Gaya Konstan (Percepatan Konstan)

Pada soal nomor 16, saat posttest, siswa cenderung memilih jawaban A dan C yang mengindikasikan bahwa siswa beranggapan ketika gaya konstan bekerja pada suatu benda maka kecepatan benda juga konstan. Selain itu, siswa juga beranggapan bahwa apabila gaya dorong dihilangkan maka kecepatannya akan menurun. Walaupun jawaban siswa benar saat pretes, namun alasannya kurang tepat. Jadi, dapat disimpulkan bahwa siswa mengalami kesalahan konsep pada indikator tersebut.

Hukum I Newton Tanpa Gaya (Arah dengan Kecepatan Konstan)

Pada soal nomor 18, Saat postes, siswa cenderung memilih jawaban A yang mengindikasikan bahwa siswa beranggapan roket akan selalu mengikuti arah dari gaya yang bekerja padanya. Walaupun jawaban siswa benar saat pretes, namun alasannya kurang tepat. Jadi, dapat disimpulkan bahwa siswa mengalami kesalahan konsep pada indikator tersebut.

Berdasarkan hasil observasi di kelas, mayoritas siswa dengan skor menurun tersebut tidak begitu aktif di kelas, walaupun ada beberapa siswa dalam kategori sangat aktif. Berdasarkan hasil wawancara peneliti terhadap siswa yang sangat aktif di kelas namun menurun nilainya menemukan bahwa siswa tersebut mengalami kesalahan konsep pada materi prasyarat yaitu percepatan. Tingkat kognitif siswa secara keseluruhan menunjukkan peningkatan. Jumlah siswa dengan tingkatan kognitif C3 naik dari 12% menjadi 19%, tingkatan C4 naik dari 8% menjadi 18%, dan tingkatan C5 naik dari 25% menjadi 47%. Peningkatan yang ditunjukkan memang kurang begitu signifikan. Hal itu disebabkan karena mayoritas siswa memang belum terbiasa dengan soal penguasaan konsep dan juga disebabkan soal FCI berada pada kategori sukar (berdasarkan uji lapangan).

SIMPULAN

Strategi pembelajaran berbasis *scientific approach* disertai *formative assessment* memiliki *strong effect* terhadap penguasaan konsep siswa materi hukum newton tentang gerak. Namun, peningkatan penguasaan konsep dari pretes menuju postes masuk dalam kategori rendah. Siswa mengalami peningkatan level penguasaan konsep dari rendah menuju sedang pada indikator gaya impulsif dan mengalami peningkatan level penguasaan konsep dari rendah menuju tinggi pada indikator lintasan benda berdasarkan konsep hukum I newton. Indikator lainnya hanya mengalami peningkatan skor, namun tidak berubah level penguasaan konsepnya. Secara keseluruhan, skor indikator penguasaan konsep hukum newton tentang gerak mengalami peningkatan. Namun, terdapat dua indikator yang mengalami penurunan skor yaitu dan hukum I newton (tanpa gaya). Penurunan skor diakibatkan bahwa siswa mengalami miskonsepsi pada materi prasyarat yaitu percepatan. Tingkat kognitif siswa secara keseluruhan menunjukkan peningkatan, namun tidak signifikan karena mayoritas siswa memang belum terbiasa dengan soal penguasaan konsep dan juga disebabkan soal FCI berada pada kategori sukar (berdasarkan uji lapangan).

Hasil penelitian ini masih jauh dari yang diharapkan oleh peneliti. Kurangnya waktu penelitian, dinamika keadaan siswa, dan faktor lainnya menjadi sebab kurang maksimalnya hasil penelitian. Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan dapat menggunakan sampel yang lebih besar dan dengan jangka waktu pemberian perlakuan yang lebih lama sehingga dapat menghasilkan temuan yang lebih baik, serta meningkatkan penguasaan konsep siswa SMA sampai ke level "tinggi".

DAFTAR RUJUKAN

- Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Black, P., & Wiliam, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability (Formerly: Journal of Personnel Evaluation in Education)*, 21(1), 5.
- Cashmore, M. (2004). The Role of Science in Environmental Impact Assessment: Process and Procedure Versus Purpose in the Development of Theory. *Environmental Impact Assessment Review*, 24(4), 403–426.
- Chappuis, J. (2015). *Seven Strategies of Assessment for Learning*. Pearson.

- Chappuis, S., & Stiggins, R. J. (2002). Classroom Assessment for Learning. *Educational Leadership*, 60(1), 40–44.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Sage Publications.
- Docktor, J. L., & Mestre, J. P. (2014). Synthesis of discipline-based education research in physics. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 10(2), 020119.
- Efendi, R. (2011). Kajian Penguasaan konsep dan kemampuan inkuiri siswa pada konsep hukum newton tentang gerak melalui model pembelajaran learning cycle dengan tiga teknik hands-on. In *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, tanggal 14 Mei 2011*.
- Fauziah, R., Abdullah, A. G., & Hakim, D. L. (2017). Pembelajaran Saintifik Elektronika Dasar Berorientasi Pembelajaran Berbasis Masalah. *Innovation of Vocational Technology Education*, 9(2).
- Fisher, D., & Frey, N. (2015). *Checking for understanding: Formative assessment techniques for your classroom*. ASCD.
- Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force Concept Inventory. *The Physics Teacher*, 30(3), 141–158.
- Imran, N. A. (2014). Pengaruh Pendekatan Scientific terhadap Kemampuan Pelanaran dan Komunikasi Matematika. *Bina Gogik: Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 1(2).
- Keeley, P. (2015). *Science Formative Assessment, Volume 1: 75 Practical Strategies for Linking Assessment, Instruction, and Learning*. Corwin Press.
- López-Pastor, V. M., Arribas, J. C. M., Aguado, R. M., & Fernández, J. M. G. (2010). Formative assessment in project-oriented learning to improve academic performance. *Assessment, Teaching & Learning Journal*, 9.
- Muna, I. A. (2016a). Identifikasi Miskonsepsi Mahasiswa PGMI pada Konsep Hukum Newton menggunakan Certainty of Response Index (CRI). *Cendekia: Journal of Education and Society*, 13(2), 309–322.
- Rahayu, P. (2015). *Penerapan Pendekatan Saintifik dengan Berbantuan Prototype Media Berbasis CMAP Tools untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa SMP*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Rusyani, R. C. (2014). *Peningkatan Kemampuan Bernalar Siswa dengan Pendekatan Scientific melalui Strategi Pembelajaran Numbered Head Together (NHT) (PTK Kelas VII A Semester 1 SMP N 2 Sawit 2013/2014)*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Saregar, A. (2016). Pembelajaran Pengantar Fisika Kuantum dengan Memanfaatkan Media PhET Simulation dan LKM melalui Pendekatan Saintifik: Dampak pada Minat dan Penguasaan Konsep Mahasiswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 5(1), 53–60.
- Tayubi, Y. R. (2005). Identifikasi Miskonsepsi pada Konsep-Konsep Fisika menggunakan Certainty of Response Index (CRI). *Mimbar Pendidikan*, 3(24), 4–9.
- Tomczak, M., & TOMCZAK, E. (2014). The need to report effect size estimates revisited. An overview of some recommended measures of effect size. *Trends in Sport Sciences*, 21(1).
- Utari, R. (2013). Taksonomi Bloom Apa dan Bagaimana Menggunakannya. *Jakarta: Pusdiklat KNPk*.
- Waldrup, B., Rodie, F., & Sutopo, S. (2014). The implications of culture for teachers' use of representations. In *Science Teachers' Use of Visual Representations* (pp. 171–193). Springer.
- Wieman, C. (2007a). Why not try a scientific approach to science education? *Change: The Magazine of Higher Learning*, 39(5), 9–15.
- Wieman, C. (2007b). Why Not Try a Scientific Approach to Science Education? *Change: The Magazine of Higher Learning*, 39(5), 9–15. <https://doi.org/10.3200/CHNG.39.5.9-15>.