

Penguasaan Konsep Siswa dalam *Argument Driven Inquiry* Berbasis Fenomena Disertai Penilaian Formatif

¹Jamiatul Mufidah, ²Parno, ³Markus Diantoro

^{1,2}Pendidikan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Malang, Indonesia

³Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Malang, Indonesia

Email: ¹mufidah11@gmail.com, ²parno.fmipa@um.ac.id,

³markus.diantoro.fmipa@um.ac.id

Tersedia Online di

<http://www.jurnal.unublitar.ac.id/index.php/briliant>

Sejarah Artikel

Diterima pada 21 Juli 2020

Disetujui pada 5 November 2020

Dipublikasikan pada 30 November 2020

Hal. 749-761

Kata Kunci:

Penguasaan konsep; *argument driven inquiry*; fenomena; penilaian formatif

DOI:

<http://dx.doi.org/10.28926/briliant.v3i4.516>

Abstrak: Tujuan penelitian ini adalah mendeskripsikan penguasaan konsep siswa dalam pembelajaran *argument driven inquiry* berbasis fenomena disertai penilaian formatif. Desain penelitian *embedded experimental model* dengan metode *mixed methode*. Penelitian X IPA-1 di SMAN 1 Pademawu. Instrumen penelitian berupa 13 soal pilihan ganda beralasan. Data kuantitatif penelitian dianalisis dengan menggunakan *t-paired test*, *N-gain*, dan *effect size*. Data kualitatif berupa alasan dan hasil wawancara siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *effect size* 2.88 (kuat) dan *N-gain* 0.33 (rendah). Siswa masih kesulitan dalam Hukum Newton pada soal C3, C4, dan C5 dimana banyak siswa menjawab benar namun tidak dapat memberikan alasan dengan benar.

PENDAHULUAN

Berdasarkan penelitian Docktor & Mestre (2014) salah satu materi fisika yang menjadi fokus penelitian penguasaan konsep adalah hukum Newton. Tetapi, siswa masih belum memahami konsep materi hukum newton. Khiari (2011) meneliti bahwa adanya permasalahan epistemologi pada pemahaman konseptual khususnya pada konsep inersia dan gaya. Siswa memahami bahwa selalu ada gaya yang sejajar dengan vektor kecepatan bahkan jika lintasannya berbentuk kurva (Martín-Blas, Seidel, & Serrano-Fernández, 2010). Siswa juga memahami bahwa adanya gaya gravitasi ketika ada gaya bekerja pada benda yang bergerak (Fazio & Battaglia, 2018). Siswa memahami dimana pada Hukum III Newton, benda yang memiliki gaya lebih besar akan memberikan kecepatan lebih besar (Smith & Wittmann, 2008). Hukum Newton merupakan topik fundamental yang dianggap sulit oleh siswa. Misalnya ketika pada benda diam siswa menganggap bahwa gaya gravitasi selalu bekerja pada benda tetapi tidak memahami adanya gaya normal maka siswa sulit memahami Hukum I Newton, kesulitan Hukum II Newton siswa menganggap jika benda bergerak lurus beraturan maka resultan gaya yang bekerja pada benda tidak sama dengan nol, dan kesulitan Hukum III Newton beberapa siswa beranggapan bahwa aksi reaksi dengan gaya normal adalah gaya gravitasi (Aviani

et al., 2015). Penelitian yang telah dilakukan (Smith and Wittmann, 2008), pada Hukum I Newton siswa beranggapan gaya selalu dibutuhkan untuk mempertahankan gerak benda, pada Hukum II Newton siswa menganggap kecepatan sebanding dengan gaya yang bekerja pada benda, dan pada Hukum III Newton siswa beranggapan bahwa saat benda bertumbukan gaya yang lebih besar akan memiliki kecepatan lebih besar. Kesulitan lain yang sering dialami siswa, seperti pada hukum II Newton adalah mengaitkan percepatan, gaya resultan, dan kecepatan (Rosenblatt & Heckler, 2011), menentukan besar dan arah percepatan benda (Sutopo et al., 2012), memahami gaya aksi dan reaksi, mendefinisikan dan memahami rumusan $\sum \vec{F} = 0$, dan mengidentifikasi gaya menggunakan diagram benda bebas (Sari, et.al. 2018). Hal tersebut menunjukkan bahwa konsep Hukum Newton perlu disampaikan dengan menggunakan model pembelajaran yang tepat.

Penguasaan konsep penting untuk dimiliki oleh setiap siswa setelah melaksanakan suatu pembelajaran. Jika siswa memiliki kemampuan untuk mengkonstruksi makna materi pembelajaran baik berupa lisan, tulisan, grafik, dan pengertian berdasarkan pada pengetahuan awal yang dimiliki, maka dalam pembelajaran siswa dapat dikatakan telah memahami suatu konsep Anderson et al., 2001). Lebih jauh, Docktor & Mestre (2014) menyatakan bahwa siswa memasuki kelas sebenarnya telah memiliki pengetahuan awal masing-masing, namun pengetahuan yang dimiliki berupa konsep-konsep dasar berasal dari pengalaman siswa terhadap lingkungannya. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penguasaan konsep dan penalaran ilmiah siswa masih rendah (Sofianto, dkk., 2016; Gunawan, dkk., 2016). Kurangnya persiapan siswa sebelum memulai pembelajaran, penilaian yang dominan pada hitungan matematis, dan pembelajaran yang tepat, menyebabkan penguasaan konsep siswa rendah (Gunawan, dkk., 2016).

Beberapa penelitian menunjukkan peningkatan penguasaan konsep. Peningkatan penguasaan konsep dan penalaran ilmiah pada materi gaya meningkat setelah menggunakan pembelajaran multirepresentasi (Nieminen, dkk., 2012). Penelitian Pyper (2012) menunjukkan peningkatan penguasaan konsep dan penalaran ilmiah pada materi gaya dengan pengukuran FCI (*Force Concept Inventory*) dan LCTSR (*Lawson Class Test Scientific Reasoning*). Penguasaan konsep banyak diangkat peneliti dalam pembelajaran (Afwah and Latifah, n.d., 2016). Penelitian yang dilakukan oleh Furwati (2017) bahwa siswa masih memiliki pemikiran yang keliru dan sulit untuk diubah tentang Hukum I, II dan III Newton, walaupun pembelajaran multi representasi telah berhasil mengantarkan siswa memahami konsep-konsep Hukum Newton. Penelitian lain yang pernah dilakukan untuk mengatasi kesulitan siswa pada materi Hukum Newton seperti yang dilakukan Susiana, Yuliati, & Latifah, (2018) dimana kemampuan pemecahan masalah siswa pada hukum Newton meningkat dengan menggunakan model *Interactive Demonstration*. Selain itu, penelitian yang dilakukan Hariyadi, Ibrohim, Rahayu, (2016) dimana dengan model inkuiri terbimbing dapat meningkatkan penguasaan konsep siswa dan meminimalisir miskonsepsi. Oleh karena itu peneliti menggunakan model inkuiri karena menekankan siswa untuk berperan aktif dan berdasarkan penelitian sebelumnya. Pembelajaran yang diterapkan seharusnya mampu menciptakan lingkungan yang dapat membantu siswa untuk memahami konsep (Etkina, 2010; Kock, dkk., 2014) dan proses sains. Sementara itu, Etkina (2010) dan Nottis, dkk (2010)

meneliti peningkatan penguasaan konsep siswa setelah menggunakan pembelajaran inquiry pada materi suhu dan kalor. Maka dari itu diperlukan model pembelajaran yang tepat seperti inkuiri untuk meningkatkan penguasaan konsep hukum Newton.

Model pembelajaran *Argument Driven Inquiry* (ADI) adalah Salah satu model pembelajaran inkuiri yang dapat meningkatkan penguasaan konsep siswa. Menurut Hasnunidah (2016) bahwa untuk mendorong peserta didik bekerja dalam kelompok eksperimen sehingga dapat meningkatkan pemahaman konsep penting dan praktis dalam IPA digunakan model pembelajaran inkuiri berbasis laboratorium yang dikembangkan dengan argumentasi ilmiah ini merupakan model pembelajaran ADI. Penelitian yang menggunakan model *Argument-Driven Inquiry* (ADI) dalam beberapa waktu terakhir sudah banyak dilakukan. Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Noviyani (2017) didapatkan bahwa skor rata-rata dapat meningkat dari 2,92 menjadi 7,12 dengan menggunakan pembelajaran inkuiri berbasis argumen, sehingga dapat meningkatkan penguasaan konsep siswa. Penelitian yang dilakukan Andriani (2015) menyatakan bahwa hasil penelitian menunjukkan penerapan model pembelajaran *Argument Driven Inquiry* secara signifikan dapat meningkatkan penguasaan konsep siswa dibandingkan pembelajaran dengan inquiry terbimbing. Tampak bahwa penelitian yang menggunakan *Argument-Driven Inquiry* (ADI) berbasis fenomena masih jarang dilakukan. Fenomena yang dimaksud adalah pendekatan dalam pembelajaran. Pendekatan berbasis fenomena dikembangkan oleh Silander (2015). Fenomena dipelajari secara utuh dan mendalam, dalam konteks yang nyata, serta mengaitkannya dengan pengetahuan dan informasi lain (Silander, 2015). Fenomena yang digunakan dalam pembelajaran misalnya benda nyata yang dapat diamati (Symeonidis, 2016).

Bagi guru maupun siswa penilaian formatif memiliki peran penting dalam pembelajaran. Guru menggunakan hasil kajian dari asesmen formatif sebagai sarana untuk menyempurnakan program pembelajaran (Arifin, 2013; Kleij dkk, 2013). Bagi siswa, penilaian formatif dapat membantu dalam menemukan cara terbaik dalam belajar (Sadler, 1989; Isaacs, 2013). Penilaian formatif lebih berfokus pada peningkatan belajar siswa dari pada evaluasi apa yang telah mereka pelajari (Popham, 2008; Box, 2019). Penilaian formatif dilakukan pada sebelum pembelajaran, selama pembelajaran dan akhir pembelajaran (Box, 2019). Adanya penerapan penilaian formatif dalam pembelajaran dapat menciptakan lingkungan kelas yang selaras dengan cara kerja sains (Harrison, 2015) Penilaian dapat menjadi indikator untuk mengetahui apa yang siswa pahami (O'Byrne, 2009) dan kemampuan apa yang mereka perlu tingkatkan (Ogan, 2009; Abrahams, dkk., 2013; O'Byrne, 2009; Harks, dkk., 2014; Morris, dkk., 2014). Penilaian yang kuat akan menghasilkan pembelajaran yang efektif (Henderson, dkk., 2014). Jelaslah bahwa asesmen formatif perlu dilakukan dalam pembelajaran, termasuk model ADI berbasis fenomena.

Pembelajaran disertai dengan *formative assessment* menghasilkan perbedaan nilai rerata penguasaan konsep yang signifikan, sehingga mempengaruhi prestasi siswa matematika (Moyosore, 2015), komponen yang penting dalam pembelajaran yang mampu meningkatkan prestasi siswa (Black, 1998). Penilaian formatif juga memiliki pengaruh pada pembelajaran berbasis praktik (Shavelson, dkk., 2008; Yin, dkk., 2014), berbasis diskusi (Yin, dkk., 2014) serta pembelajaran yang menggunakan sistem refleksi (Furtak, dkk., 2008) dimana ketiga hal tersebut merupakan karakteristik pembelajaran ADI. Dekade terakhir ini penelitian yang

menggunakan pembelajaran *Argument Driven Inquiry* berbasis fenomena disertai penilaian formatif pada Materi Hukum Newton untuk mendiskripsikan penguasaan konsep siswa belum pernah dilakukan.

METODE

Penelitian ini menggunakan Desain *embedded experimental* dengan metode *mixed method* yang dikembangkan oleh Creswell & Clark (2007). Subjek penelitian berjumlah 26 siswa (12 laki-laki dan 14 perempuan) kelas X IPA-1 di SMAN 1 Pademawu, Pamekasan. Penelitian dilaksanakan di semester genap tahun ajaran 2019/2020 pada materi Hukum Newton. Model ADI memiliki sintak seperti yang dikembangkan oleh Hasnunidah (2016), yaitu: (1) Identifikasi tugas; (2) Pengumpulan data; (3) Produksi argumen tentatif; (4) Sesi interaktif argumentasi; (5) Penyusunan laporan penyelidikan tertulis; (6) Proses revisi laporan; (7) Diskusi reflektif. Pada pendekatan berbasis fenomena, untuk menyelesaikan persoalan yang ada dalam kehidupan sehari-hari dengan menggunakan informasi dan kemampuan yang dimiliki siswa dapat diterapkan dalam pembelajaran dikelas maupun diluar kelas, pertanyaan dan topik yang dipelajari berdasarkan pada fenomena yang ada di dunia nyata (Silander, 2015). Terdapat lima dimensi dalam pendekatan berbasis fenomena menurut (Silander, 2015), yaitu: *Holisticity, Authenticity, Contextuality, Problem based inquiry learning, Learning process. Assesment formative* memiliki strategi yaitu: *Developing Classroom Talk and Questioning, Giving Appropriate Feedback, Sharing Criteria with Learners, Self assessment and Peer assessment*, dan *Thoughtful and Active Learners*. Langkah-langkah model pembelajaran *Argument-Driven Inquiry* berbasis fenomena disertai penilaian formatif disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 *Argument-Driven Inquiry* berbasis fenomena disertai penilaian formatif

Awal Pembelajaran	Selama Pembelajaran	Akhir Pembelajaran
1. Identifikasi tugas berbasis dimensi <i>Holisticity</i> dan penilain <i>Key 1 : Developing Classroom Talk and Questioning</i> , serta <i>Key 3: Sharing Criteria with Learners</i>	4. Mengutarakan argumen disertai penilaian <i>Key 2 : Giving Appropriate Feedback</i>	7. Diskusi eksplisit dan reflektif berbasis dimensi <i>Learning process</i> disertai penilain <i>Key 5 : Thoughtful and Active Learners</i>
2. Pengumpulan dan analisis data berbasis dimensi <i>Authenticity</i> , serta penilaian <i>Key 3: Sharing Criteria with Learners</i> , dan <i>Key 1 : Developing Classroom Talk and Questioning</i> ,	5. Membuat laporan penyelidikan berbasis dimensi <i>Problem based inquiry learning</i> dan penilaian <i>Key 2 : Giving Appropriate Feedback</i>	
3. Membuat argumen sementara berbasis dimensi <i>Contextuality</i> dan penilaian <i>Key 1 dan Key 3</i>	6. Revisi laporan disertai penilaian <i>Key 4 : Self</i>	

Instrumen penelitian ini adalah Tes penguasaan konsep Hukum Newton yang berbentuk pilihan ganda beralasan sebanyak 13 butir soal. Butir soal penguasaan konsep telah diuji empiris kepada 87 siswa kelas XII IPA, dengan nilai validitas rata-rata diatas 0,29 dan reliabilitas sebesar 0,81. Pengambilan data dilakukan sebelum dan setelah perlakuan dengan menggunakan model ADI berbasis fenomena disertai penilaian formatif. Penguasaan konsep merupakan kemampuan kognitif siswa yang diukur berdasarkan taksonomi Bloom yang terdiri dari mengingat, memahami, mengaplikasi, menganalisis, mengevaluasi dan menciptakan. Penjelasan Taksonomi Bloom oleh Anderson & Krathwolf (2001) adalah (1) Mengingat (C1) adalah mengenali dan mengingat, (2) Memahami (C2) adalah menafsirkan, menarik inferensi, membandingkan, menjelaskan, memberi contoh, meringkas, (3) Mengaplikasi (C3) adalah menerapkan atau menjalankan, mengimplementasikan, (4) Menganalisis (C4) adalah memecah-mecah materi menjadi bagian-bagian penyusunnya menguraikan, mengorganisir, menemukan makna tersirat, (5) Mengevaluasi (C5) adalah mengambil keputusan berdasarkan kriteria dan standar, memeriksa, mengkritik, (6) Mencipta (C6) adalah merumuskan, merencanakan, memproduksi, dan memadukan bagian-bagian untuk membentuk sesuatu yang baru dan koheren atau untuk membuat suatu produk yang orisinal. Setiap satu nomor soal, memiliki skor maksimum 2 jika siswa mampu menjawab dengan memberikan alasan yang benar. Untuk mengetahui peningkatan skor pre dan postes signifikan atau tidak, data dianalisis dengan uji t berpasangan. Kemudian dianalisis secara kuantitatif, untuk mengetahui besar pengaruh model pembelajaran terhadap penguasaan konsep siswa digunakan *effect size*. Selanjutnya, analisis *N-gain* digunakan untuk mengetahui besar peningkatan penguasaan konsep siswa setelah diberikan perlakuan. Sementara data kualitatif diambil dari alasan jawaban pre pos test siswa dan dari hasil wawancara siswa diolah dengan cara reduksi, penyajian data, dan penarikan kesimpulan.

HASIL

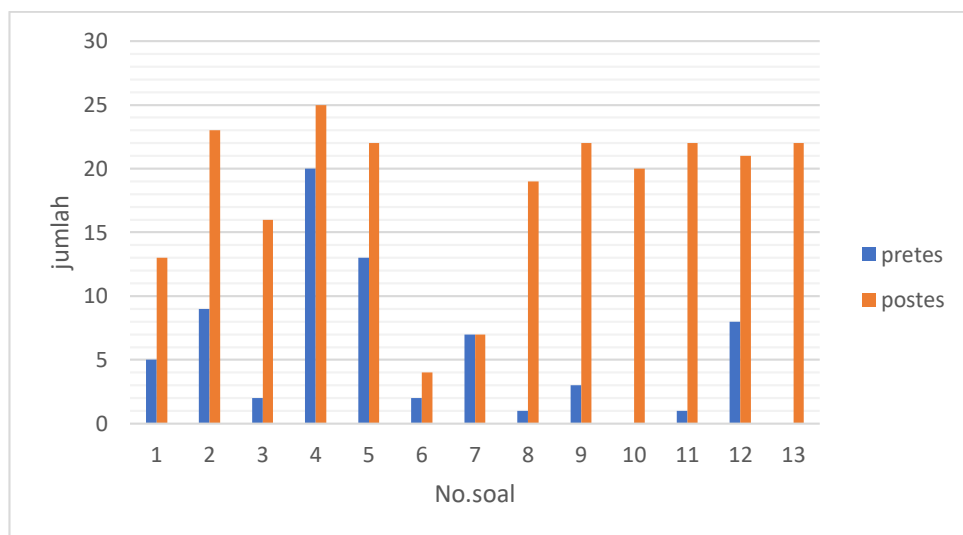
Data didapatkan dari skor jawaban siswa dengan menyelesaikan soal pretes dan postes. Instrumen tes berupa soal yang didesain untuk mengukur kemampuan penguasaan konsep siswa yang terdiri dari C1, C2, C3, C4, C5, dan C6. Tabel 2 merupakan deskripsi statistik skor pretes dan postes penguasaan konsep siswa.

Tabel 2 Hasil Uji Statistik Penguasaan Konsep Siswa

Uji Statistik	Nilai	Keterangan
Rata-rata	Pre-test 2.84	-
	Post-test 10.57	-
Standar Deviasi	Pre-test 1.405	-
	Post-test 3.96	-
Shapiro-Wilk	Pre-test 0.036	Tidak berdistribusi normal
	Post-test 0.452	Tidak berdistribusi normal
Wincoxon Signed Rank test	0.00	Signifikan
N-gain	0.34	Rendah

Dari tabel 2 hasil uji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk diperoleh nilai SW (26) = 0,036; $p < 0,05$ untuk data pretest dan SW (26) = 0,45; $p < 0,05$ untuk data posttest, maka digunakan uji statistik nonparametrik karena data *pretest* dan *posttest* tidak berdistribusi normal. Setelah diketahui hasil distribusi data maka untuk analisis selanjutnya dilakukan dengan *Wincoxon Signed Rank test* dan *N-gain*. Uji beda berpasangan *Wincoxon Signed Rank test* dilakukan dengan menggunakan SPSS, menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara nilai pretest dan posttest penguasaan konsep siswa. Adapun peningkatan penguasaan konsep tersebut berada pada kategori rendah karena dari analisis *N-gain* diperoleh rerata 0.34. didapatkan nilai *effect size* 2.88 yang menyatakan tingkat kekuatan pembelajaran *Argument Driven Inquiry* berbasis fenomena disertai penilaian formatif terhadap penguasaan konsep siswa termasuk dalam kategori kuat.

Penguasaan konsep siswa mengalami peningkatan dari *pretest* ke *posttest* setelah melalui pembelajaran *Argument Driven Inquiry* berbasis fenomena disertai penilaian formatif untuk tiap butir soal yang diujikan. Peningkatan tersebut dapat diamati dari scatterplot pada jawaban benar siswa. Hasilnya dirangkum pada Gambar 1.



Gambar 1 Distribusi Jawaban Benar Pada Materi Hukum Newton

Pada topik Hukum I Newton (soal nomor 1, 2, 3, 4, 5, dan 13) tampak siswa masih belum menguasai dengan baik kompetensi yang diujikan pada soal nomor 4, hasil pretes ke postes kenaikannya kecil. Pada topik Hukum II Newton (soal nomor 6, 7, 8, 9, 10, dan 11) siswa masih belum menguasai dengan baik kompetensi yang diujikan pada soal nomor 6 dan 7, hasil pretes ke postes menunjukkan kenaikannya kecil bahkan sama atau tidak mengalami perubahan. Pada topik Hukum III Newton (soal nomor 12), siswa sudah menguasai kompetensi yang diujikan dengan hasil pretes ke postes mengalami kenaikan.

PEMBAHASAN

Berdasarkan Tabel 2 tampak bahwa hasil penelitian penguasaan konsep siswa tergolong rendah dimana rata-ratanya 10.57 dari skor maksimal 26. Salah satu masalah yang dihadapi dalam pembelajaran fisika adalah rendahnya penguasaan konsep siswa (Phillips et al., 2017). Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian penguasaan konsep fisika hukum Newton yang dilakukan oleh peneliti untuk mengetahui sejauh mana penguasaan konsep siswa. Penguasaan konsep yang rendah dapat dilihat pada beberapa materi fisika ditingkat sekolah menengah maupun mahasiswa. Shilla et al., (2017) didapatkan bahwa rendahnya penguasaan konsep siswa materi hukum Newton tentang gerak, dengan rata-rata skor siswa 30 dari skor maksimal 100. Siswa hanya menghafal bunyi dari setiap hukumnya dan Siswa kesulitan mengenai arti fisis Hukum Newton (Malichatin, 2013).

Berdasarkan Gambar 2 tampak bahwa pada materi Hukum I Newton siswa belum banyak memahami konsep ini dapat dilihat pada butir soal 4 (C3) dengan indikator soal menerapkan hukum 1 Newton dalam permasalahan gerak sederhana, kenaikannya pretes ke postes kecil. Pada saat pretes, 20 orang siswa (77%) memilih jawaban benar D, 1 orang siswa (4%) menjawab C (salah), dan 5 siswa (19%) tidak menjawab. Tampak bahwa masih banyak siswa belum memahami penerapan konsep Hukum I Newton untuk menyelesaikan suatu permasalahan, ini dilihat dari alasan siswa. Sebagian besar siswa hanya memberikan alasan berupa pengulangan dari pernyataan soal dan banyak yang tidak memberikan alasan. Saat postes terjadi peningkatan jumlah siswa yang menjawab benar dengan pilihan benar D sebanyak 25 orang siswa (96%), dan yang memilih jawaban C ada 1 (4%) siswa. Siswa yang menjawab benar dari dari 25 orang, siswa yang menjawab dengan memberikan alasan yang masih keliru ada 8 orang, tidak memberikan alasan ada 15 siswa, siswa menjawab benar dan alasan benar hanya 2 orang. Berdasarkan analisis di atas dapat disimpulkan bahwa pada konsep Hukum I Newton untuk diterapkan dalam menyelesaikan suatu permasalahan masih ada siswa yang masih tidak memahami, ini terbukti bahwa siswa yang menjawab benar tidak dapat memberikan alasan dengan benar pula dan tidak memberikan alasan. Senada dengan penelitian Malichatin, (2013) bahwa Siswa hanya menghafal bunyi dari setiap Hukum Newton, dan kurang memahami arti fisis Hukum Newton. Hasil ini sesuai dengan penelitian Amin dkk, (2015) pada siswa SMA kelas X tentang Hukum I Newton bahwa benda yang bergerak selalu memiliki gaya, termasuk benda yang bergerak dengan kecepatan konstan.

Distribusi jawaban siswa pada saat pretes dan postes mengalami perubahan yang tidak cukup besar, persentase kenaikan 22%. Siswa yang menjawab benar meningkat dari 20 siswa menjadi 25 siswa. Hal ini terjadi karena siswa sudah memiliki pemahaman awal mengenai Hukum I Newton yaitu $\sum \vec{F} = 0$. Kemudian pemahaman tersebut menjadi lebih lengkap setelah pembelajaran. Siswa memahami bahwa Hukum I Newton: Jika resultan gaya yang bekerja sama dengan nol maka benda yang diam akan tetap diam atau benda yang bergerak dengan kecepatan konstan akan tetapi bergerak dengan kecepatan konstan. Namun siswa tidak dapat memberikan alasan dengan benar walaupun sudah menjawab dengan benar karena siswa belum memahami konsep Hukum I Newton dalam penerapkannya pada suatu permasalahan. Senada dengan penelitian Saglam-Arslan & Devocioglu (2010) yang menyatakan bahwa siswa tidak menyadari bahwa permasalahan dalam soal dapat dijelaskan melalui konsep hukum I Newton.

Pada materi Hukum II Newton siswa juga belum memahami konsep ini terlihat dari butir soal 6 (C4) dan 7 (C4) dengan indikator soal menganalisis hubungan antara percepatan dengan gaya dan massa benda, kenaikan siswa yang menjawab benar dari pretes ke postes kecil. Pada butir soal 6 saat pretes, yang memilih jawaban benar B sebanyak 2 orang siswa (7.7%), 1 orang siswa (3.85%) memilih jawaban C, 5 siswa (23%) tidak menjawab, 17 siswa (65%) memilih jawaban D, dan yang memilih jawaban A tidak ada siswa (0%). Dari alasan siswa, diketahui bahwa masih banyak siswa belum memahami dalam menganalisis hubungan antara percepatan dengan gaya dan massa benda. Sebagian besar siswa hanya memberikan alasan berupa pengulangan dari pernyataan soal dan banyak yang tidak memberikan alasan. Pada saat postes terjadi peningkatan jumlah siswa yang menjawab benar. 4 orang siswa (15%) menjawab dengan pilihan benar B, ada 20 siswa (77) memilih jawaban D, ada 1 (3.85%) siswa yang memilih jawaban A, ada 1 (3.85%) siswa yang memilih jawaban C dan 1 siswa (3.85%) tidak menjawab. Siswa banyak memilih jawaban D karena siswa berpikir semakin besar massa semakin besar pula percepatannya. Senada dengan penelitian Afwa, Sutopo, & Latifah (2016) dan Hudha, Yuliati, & Sutopo (2016) dimana siswa beranggapan bahwa benda yang memiliki massa terbesar maka semakin cepat bergerak dan memiliki percepatan yang besar pula, sehingga siswa banyak mengalami miskonsepsi.

Berdasarkan analisis di atas dapat siswa yang menjawab benar tidak dapat memberikan alasan dengan benar pula dan tidak memberikan alasan, sehingga dapat disimpulkan bahwa banyak siswa yang masih tidak memahami dalam menganalisis hubungan antara percepatan dengan gaya dan massa benda. Dimana siswa tidak dapat menerapkan rumus Hukum II Newton pada suatu permasalahan. Hal ini senada dengan penelitian Rosenblatt & Heckler, (2011) bahwa pada hukum II Newton adalah mengaitkan gaya resultan, kecepatan, dan percepatan. Perubahan saat pretes ke postes kecil dilihat dari jawaban siswa, persentase kenaikan 7.3%. Siswa yang menjawab benar pre ke postes bertambah dari 2 siswa menjadi 4 siswa. Hal ini terjadi karena siswa tidak memahami permasalahan pada pertanyaan soal dengan cermat, sehingga tidak paham bagaimana menyelesaikan soal dengan benar.

Pada butir soal 7 saat pretes, memilih jawaban benar A ada 7 orang siswa (26.9%), 1 orang siswa (3.85%) menjawab B, 5 siswa (19%) menjawab C, 2 siswa (15.4%) memilih jawaban D, dan tidak menjawab 9 siswa (42.3%). Berdasarkan alasan yang diberikan siswa, tampak bahwa masih banyak siswa belum memahami dalam menganalisis hubungan antara percepatan dengan gaya dan massa benda. Sebagian besar siswa hanya memberikan alasan berupa pengulangan dari pernyataan soal dan banyak yang tidak memberikan alasan. Pada saat postes tidak terjadi peningkatan jumlah siswa yang menjawab benar. 7 orang siswa (26.9%) menjawab dengan pilihan benar A, ada 1 (3.85%) siswa yang memilih jawaban B, ada 1 (3.85%) siswa yang memilih jawaban C, ada 17 siswa (65%) memilih jawaban D dan 1 siswa (3.85%) tidak menjawab. Sehingga dapat disimpulkan bahwa banyak siswa yang masih tidak memahami dalam menganalisis hubungan antara percepatan dengan gaya dan massa benda, ini terbukti bahwa siswa yang menjawab benar tidak mengalami kenaikan walaupun dapat menjawab dan memberikan alasan dengan benar, persentase kenaikan 0%. Jumlah siswa yang menjawab benar tidak mengalami penambahan, hal ini terjadi karena siswa tidak memahami permasalahan pada pertanyaan soal dengan cermat, sehingga tidak

paham bagaimana menyelesaikan soal dengan benar dan juga siswa kesulitan dalam perhitungan, serta siswa kesulitan membuat representasi rumus matematis Hukum II Newton. Senada dengan penelitian Sari dkk, (2015) bahwa siswa sulit dalam menentukan besar percepatan benda, penelitian Sutopo dkk (2012) dimana siswa mengalami kesulitan dalam menentukan besar dan arah percepatan temuan yang sama dengan penelitian ini.

Pada Hukum III Newton sudah memahami konsep, namun pada saat menjawab pertanyaan masih tidak dapat memberikan alasan yang benar. Pada butir soal 12 (C2) dengan indikator menjelaskan Hukum III Newton saat pretes, yang memilih jawaban B ada 3 siswa (12%), 13 siswa (65%) tidak menjawab, 8 orang siswa (31%) menjawab benar D, 1 siswa (3.85%) memilih jawaban A, dan tidak ada siswa (0%) yang memilih jawaban C. Berdasarkan alasan yang diberikan siswa, tampak bahwa masih banyak siswa belum bisa menjelaskan Hukum III Newton. Sebagian besar siswa tidak menjawab soal dan siswa yang menjawab benar tidak memberikan alasan dengan benar. Pada butir 12 tersebut saat postes terjadi peningkatan jumlah siswa yang menjawab benar yaitu 21 orang siswa (80.8%) menjawab dengan pilihan benar D, dimana ada 1 (3.85%) siswa yang memilih jawaban B, dan ada 4 (15.4%) siswa yang memilih jawaban C. Dari 21 orang siswa yang menjawab benar, 8 orang siswa menjawab benar dengan memberikan alasan yang benar, 2 siswa menjawab benar dengan memberikan alasan yang salah, 11 siswa menjawab benar tanpa memberikan alasan. Senada dengan penelitian Jayanti, Wartono, & Sutopo, (2016) dimana walaupun telah belajar hukum III Newton siswa masih tidak memahami gaya aksi-reaksi.

Berdasarkan analisis di atas dapat disimpulkan bahwa ada siswa yang masih tidak dapat menjelaskan Hukum III Newton, dapat dilihat dari jawaban siswa, dimana yang menjawab benar tetapi banyak yang tidak memberikan alasan. Siswa kesulitan dalam mengidentifikasi gaya dan menentukan pasangan gaya aksi-reaksi. Hal ini senada dengan hasil temuan Zhou dkk (2015) bahwa meskipun siswa dapat membuat penalaran yang baik bahwa gaya aksi reaksi besarnya sama melalui prinsip Hukum III Newton, namun siswa kesulitan dalam menentukan pasangan gaya aksi reaksi pada keadaan yang melibatkan interaksi gaya gravitasi.

Pada butir 12 perubahan jawaban siswa pada saat pretes dan postes mengalami kenaikan yang cukup besar, persentasenya 49.8%. Dimana jumlah siswa yang menjawab benar bertambah dari 8 menjadi 21 siswa. Alasan ini terjadi karena siswa sudah memiliki pemahaman awal mengenai interaksi antar benda. Kemudian pemahaman tersebut menjadi lebih lengkap setelah pembelajaran. Siswa memahami bahwa Hukum III Newton: Jika benda a dan b berinteraksi (tekan-menekan, Tarik-menarik, gesek-menggesek), maka $\vec{F}_{a-b} = -\vec{F}_{b-a}$ dimana keduanya saling mengeluarkan gaya yang sama besar dan berlawanan arah. Hasil ini memuaskan, karena 21 orang siswa sudah menjawab benar walaupun masih ada 5 siswa menjawab salah. Setelah dilakukan wawancara, siswa tidak memahami konsep Hukum III Newton dalam menyelesaikan/menerapkan suatu permasalahan. Senada dengan saran dari penelitian Shilla, Kusairi, & Hidayat, (2017) bahwa perlunya dilakukan perbaikan pada penerapan konsep hukum Newton dalam keseharian.

KESIMPULAN

Hasil yang didapatkan dalam penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran ADI berbasis fenomena disertai penilaian formatif memberikan pengaruh terhadap penguasaan konsep siswa pada materi Hukum Newton. Didapatkan hasil uji beda berpasangan *Wincoxon Signed Rank test* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest* penguasaan konsep siswa. Adapun melalui analisis N-gain diperoleh rerata 0.34 dan nilai *effect size* 2.88. Pada topik Hukum Newton tampak siswa masih belum menguasai dengan baik kompetensi yang diujikan pada Hukum I Newton (C3) mengenai menerapkan hukum 1 Newton dalam permasalahan gerak sederhana, pada topik Hukum II Newton (C4) mengenai menganalisis hubungan antara percepatan dengan gaya dan massa benda, hasil pretes kepostes kenaikannya kecil. Pada topik Hukum III Newton (C5) siswa sudah menguasai kompetensi yang diujikan dengan hasil pretes ke postes mengalami kenaikan namun banyak siswa tidak dapat memebrikan alasan yang tepat. Dari hasil penelitian penguasaan konsep siswa pada saat pretes rata-ratanya 2.84 meningkat ketika postes dimana rata-ratanya 10.57.

SARAN

Dari kesimpulan diatas maka masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pengaruh pembelajaran ADI berbasis fenomena disertai penilaian formatif terhadap penguasaan konsep siswa pada materi fisika lainnya dan pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik dari Hukum Newton. Selain itu, pendidik dapat menindak lanjuti menggunakan penilaian dan pembelajaran yang efektif untuk mengatasi kesulitan-kesulitan yang dialami siswa pada materi Hukum Newton.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan dari Direkur Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM) dengan nomor kontrak 10.3.45/UN32.14/LT/2020 dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh siswa dan siswi yang terlibat dalam penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Aviani, I., Erceg, N., Mešić, V., 2015. Drawing and using free body diagrams: Why it may be better not to decompose forces. *Phys. Rev. Spec. Top. - Phys. Educ. Res.* 11, 020137. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.11.020137>
- Andriani, Y., 2016. Peningkatan Penguasaan Konsep Siswa Melalui Pembelajaran Argument Driven Inquiry Pada Pembelajaran Ipa Terpadu Di Smp Kelas Vii. *Edusains* 7, 114–120. <https://doi.org/10.15408/Es.V7i2.1578>
- Afwa, I. L., Sutopo., & Latifah, E., 2016. Deep Learning Question untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika. *Jurnal Pendidikan: Teori, penelitian, dan Pengembangan*, 1(3), 434—447.
- Anderson, T., Howe, C., Soden, R., Low, J., n.d.2001. Peer interaction and the learning of critical thinking skills in further education students 2.
- Amin, W. H., Darsikin, & Wahyono, U. 2015. Analisis Koherensi Konsep Hukum Newton Pada Siswa Kelas X SMA Negeri 5 Palu. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako*, (Online), 3 (2): 40-45, (<http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/EPFT/article/view/5113/4165>).

- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., & Bloom, B. S., 2001. A Taxonomy for Learning Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. Alih bahasa: Agung Prihantoro. 2010. Kerangka Landasan Untuk Pembelajaran, Pengajaran dan Asesmen. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Black, P., & Wiliam, D., 1998. Assessment in Education: Principles, Policy & Practice. 5, No.1(768307933). <https://doi.org/10.1080/0969595980050102>
- Box, C. 2019. Formative Assessment in United States Classrooms: Changing the Landscape of Teaching and Learning. Switzerland: Springer.
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. 2007. Designing and Conducting Mixed Methods Research.
- Docktor, J.L., Mestre, J.P., 2014. Synthesis of discipline-based education research in physics. Phys. Rev. Spec. Top. - Phys. Educ. Res. 10, 020119. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.10.020119>
- Etkina, E. 2010. Pedagogical content knowledge and preparation of high school physics teachers, (November 2009), 1–26. <http://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.6.020110>
- Fazio, C., & Battaglia, O. R. 2018. Conceptual Understanding of Newtonian Mechanics Through Cluster Analysis of FCI Student Answers.
- Furtak, E. M. Ruiz-Primo, M. A. Shemwell, J. T. Ayala, C. C. Brandon, P. R. Shavelson, R. J. & Yin, Y. 2008. On the Fidelity of Implementing Embedded Formative Assessments and Its Relation to Student Learning. Applied Measurement in Education. 21: 360-389.
- Furwati, S., Zubaidah, S., N.D. 2017. Peningkatan Pemahaman Konsep Hukum Newton Pada Siswa Smp Melalui Pembelajaran Multi Representasi 13.
- Hasnunidah, Neni. 2016. Pengaruh Argument Driven Inquiry dengan Scaffolding terhadap Keterampilan Argumentasi dan Keterampilan Berpikir Kritis dan Pemahaman Konsep Biologi Dasar Mahasiswa Jurusan Pendidikan MIPA Universitas Lampung. [*Diadopsi dari Disertasi*]. Univesitas Negeri Malang.
- Hariyadi., Ibrohim., & Rahayu, S. 2016. Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbasis Lingkungan terhadap Keterampilan Proses dan Penguasaan Konsep IPA Siswa Kelas VII pada Materi Ekosistem. Jurnal Pendidikan:Teori, Penelitian, dan Pendidikan, 1(8), 1567—1574.
- Harrison, C., 2015. Assessment For Learning In Science Classrooms 9.
- Hudha, M. N., Yuliati, L., & Sutopo. 2016. Perubahan Konseptual Fisika dengan Authentic Problem melalui Integrative Learning pada Topik Gerak Lurus Pada SMA Suryabuana Malang. Jurnal Inspirasi Pendidikan, 6(1), 733—743. doi.org/10.21067/jip.v6i1.1078.
- Jayanti, I. B. R., Wartono., & Sutopo. 2016. Dampak Program Resitasi terhadap Topik Hukum III Newton. Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan, 1(2), 256—264.
- Khiari, C. 2011. Newton's laws of motion revisited: some epistemological and didactic problems. 5(1), 6.
- Martín-Blas, T., Seidel, L., & Serrano-Fernández, A. 2010. Enhancing Force Concept Inventory diagnostics to identify dominant misconceptions in firstyear engineering physics. European Journal of Engineering Education, 35(6), 597–606. <https://doi.org/10.1080/03043797.2010.497552>.

- Malichatin, H. 2013. Pengembangan Materi Subjek Bagi Mahasiswa Calon Guru Fisika. *Journal of Innovative Science Education*, (Online), 2 (1): 35-41, (<http://scholar.google.co.id/citations?user=CZyjE6oAAAAJ&hl=en>).
- Moyosore, O.A. 2015. The Effect of Formative Assessment on Students' Achievement in Secondary School Mathematics. *International Journal of Education and Research*. 3 (10):481-490.
- Nieminen, P., Savinainen, A., & Viiri, J. 2012. Relations between representational consistency, conceptual understanding of the force concept, and scientific reasoning. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 8(1),1-10.
- Nottis, K. E. K., Prince, M. J., & Vigeant, M. a. 2010. Building and understanding of heat transfer concepts in undergraduate chemical engineering courses. *USChina Education Review*, 7(2), 1-9.
- Noviyani, M., Kusairi, S., Amin, M., N.D. 2017. Penguasaan Konsep Dan Kemampuan Berargumentasi Siswa Smp Pada Pembelajaran Ipa Dengan Inkuiri Berbasis Argumen 5.
- Pyper, B. A. 2012. Changing scientific reasoning and conceptual understanding in college students. *AIP Conference Proceedings*, 1413, 63-65.
- Isaacs, T., at al. (Ed). 2013. *Key Concepts. In Educational Assessment*. London: SAGE Publication Ltd.
- Rosenblatt, R., Heckler, A.F., 2011. Systematic study of student understanding of the relationships between the directions of force, velocity, and acceleration in one dimension. *Phys. Rev. Spec. Top. - Phys. Educ. Res.* 7, 020112. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.7.020112>
- Sadler, D.R., 1989. Formative assessment and the design of instructional systems. *Instr. Sci.* 18, 119-144. <https://doi.org/10.1007/BF00117714>
- Sari, A., Sutopo., & Wartono. 2015. Penggunaan Multi Representasi Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa SMA Pada Materi Hukum II Newton. *Seminar Nasional IPA VI Tahun 2015*. 270-280. Retrieved from <http://www.researchgate.net/publication/308962603>
- Saglam-Arslan, A., & Devecioglu, Y. 2010. Student teachers' levels of understanding and model of understanding about Newton's laws of motion. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 11(1), 1-20.
- Shilla, R. A., Kusairi, S., & Hidayat, A. 2017. Penguasaan Konsep Siswa pada Materi Hukum Newton tentang Gerak. *Pros. Seminar Pend. IPA Pascasarjana UM*, 2, 257-263.
- Sutopo, Liliarsari, Waldrip, B., & Rusdiana, D. 2012. The Need of Representation Approach to Provide Prospective Physics Teacher with Better Reasoning Ability and Conceptual Understanding. *Surabaya: 5Th International Seminar of Science Education*.
- Sutopo, & Waldrip, B. 2014. Impact of a Representational Approach on Students' Reasoning and Conceptual Understanding in Learning Mechanics. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12(4), 741-766.
- Susiana, N., Yuliati, L., & Latifah, E. 2018. Pengaruh Interactive Demonstration terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Kelas X pada Materi Hukum Newton. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 3(3), 312-315.

- Sari, A.L.R., Taufiq, A., n.d. 2018. Pemahaman Konsep dan Kesulitan Siswa SMA pada Materi Hukum Newton 8.
- Silander, P. 2015. Digital Pedagogy. In P. Mattila, & P. Silander (Eds.), *How to create the school of the future: Revolutionary thinking and design from Finland* (pp. 9-26). Oulu: University of Oulu, Center for Internet Excellence.
- Silander, P. 2015. *Rubric for Phenomenon Based Learning*. Retrieved October 5, 2016, from <http://www.phenomenaleducation.info/phenomenon-based-learning.html>.
- Smith, T.I., & Wittmann, M.C. 2007. Comparing Three Methods For Teaching Newton's Third Law. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 3(2): 020105-1 - 020105-8.
- Symeonidis, V., & Schwarz, J. F. 2016. Phenomenon-Based Teaching and Learning through the Pedagogical Lenses of Phenomenology: The Recent Curriculum Reform in Finland. *Forum Oświatowe*, 28(2), 31–47. Retrieved from <http://forumoswiatowe.pl/index.php/czasopismo/article/view/458>
- Yin, Y., Tomita, M.K., Shavelson, R.J., 2014. Using Formal Embedded Formative Assessments Aligned with a Short-Term Learning Progression to Promote Conceptual Change and Achievement in Science. *Int. J. Sci. Educ.* 36, 531–552. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.787556>
- Zhou, S., Zhang, C., & Xiao, H. 2015. Student's Understanding on Newton's Third Law in Identifying the Reaction Force in Gravity. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11 (3): 589-599, (<http://www.ejmste.com>).