

Kualitas Argumentasi Ilmiah Siswa pada Materi Hukum Newton

Adetya Dewi Wardani¹, Lia Yuliati¹, Ahmad Taufiq¹

¹Pendidikan Fisika-Pascasarjana Universitas Negeri Malang

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima: 07-05-2018
Disetujui: 17-10-2018

Kata kunci:

scientific argumentation;
argumentation quality;
Newton's law;
argumentasi ilmiah;
kualitas argumentasi;
hukum Newton

Alamat Korespondensi:

Adetya Dewi Wardani
Pendidikan Fisika
Pascasarjana Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang 5 Malang
E-mail: adetya.dewi.1503218@students.um.ac.id

ABSTRAK

Abstract: Newton's Law is a part of many topics that need scientific argumentation skills. The purpose of this research is to identify the student's argumentation quality in Newton's Law. This study was performed by means a descriptive quantitative design to find the argumentation quality of 105 high school students in Blitar regency. The results of data analysis showed that most dominant quality of argumentation of the students were arguments consisting of claims versus claims or counter claims in level 1. Furthermore, the students sometimes made a claim based on their improper understanding of Newton's law.

Abstrak: Hukum Newton merupakan salah satu bagian dari banyak materi yang membutuhkan kemampuan berargumentasi ilmiah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kualitas argumentasi siswa pada materi Hukum Newton. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif untuk menemukan kualitas argumentasi dari 105 siswa SMK & MA di Kabupaten Blitar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas argumentasi siswa paling dominan berada pada Level 1 yaitu argumen yang terdiri dari klaim sederhana dan siswa terkadang membuat klaim yang berdasar pada pemahaman yang kurang tepat terhadap Hukum Newton.

Argumentasi pada Hukum Newton merupakan kemampuan penting bagi siswa. Argumentasi diterapkan agar siswa tidak hanya memperoleh, namun juga mengatur pengetahuannya tentang Hukum Newton serta dapat mengembangkan aktivitas mentalnya (Guler & Dogru, 2017). Siswa akan memahami berbagai sudut pandang berdasarkan bukti ketika terlibat dalam argumentasi (Khishfe dkk., 2017). Argumentasi berperan sebagai sarana bagi siswa dalam menemukan, memverifikasi, dan mengevaluasi prinsip atau konsep Hukum Newton. Ketika mempelajari Hukum Newton, siswa akan dihadapkan pada berbagai konsep yang bertentangan, misalnya pada materi Hukum III Newton, dimana dua benda yang saling berinteraksi memiliki gaya yang besarnya sama dan saling berlawanan, meskipun benda tersebut memiliki massa yang berbeda. Siswa memahami bahwa semakin besar massa, maka gaya yang dimiliki juga akan semakin besar, sesuai dengan Hukum II Newton. Siswa yang mampu berargumen dengan baik, maka akan dapat memberikan klaim yang benar dan didukung oleh justifikasi yang sesuai dengan konsep yang benar.

Argumen terdiri dari enam komponen dasar. Keenam komponen tersebut, meliputi klaim, data, *warrant*, *backing*, *qualifier*, dan *rebuttal* (Toulmin, 2003). Klaim merupakan pernyataan awal yang menunjukkan pandangan untuk diterima secara umum (Erduran, dkk., 2004), data merupakan fakta yang tampak mendukung pernyataan awal ini, *warrant* adalah pernyataan penjabar dan pendukung yang membantu validasi dan pengesahan langkah yang diambil terhadap data yang menjadi dasar klaim (Lazarou dkk., 2016). *Warrant* bersifat hipotetis, maka ditambahkan *backing* yang merupakan jaminan untuk membuktikan *warrant* (Lazarou dkk., 2016). Dalam hukum Newton, *backing* dapat berupa pernyataan siswa tentang Hukum Newton pada suatu peristiwa, misalnya menentukan kecepatan relatif terhadap kerangka acuan tertentu, maka *backing* yang digunakan oleh siswa adalah Hukum I Newton, sedangkan ketika mengidentifikasi gaya-gaya yang bekerja pada benda, maka *backing* yang dapat digunakan oleh siswa adalah Hukum III Newton dan Hukum II Newton pada kesetimbangan. Terakhir, *rebuttal* mengekspresikan kondisi pengecualian yang akan mengurangi kekuatan dan otoritas dari *warrant* (Lazarou dkk., 2016).

Kualitas argumentasi didefinisikan dari keberadaan dan ciri khas *rebuttal* yang disampaikan oleh siswa (Erduran, dkk., 2004). Semakin banyak dan kompleks *rebuttal* yang disusun oleh siswa, maka kualitas argumentasi siswa semakin tinggi. Hierarki argumentasi dapat dilihat dari Tabel 1. Kualitas argumentasi berdasarkan Osborne digunakan dalam penelitian ini karena pembagian kualitas argumen ke dalam level-levelnya jelas dan sesuai dengan karakteristik jawaban siswa pada soal-soal Hukum Newton.

Tabel 1. Kualitas Argumentasi

Hierarki	Keterangan
Level 5	Argumen-argumen kompleks dengan lebih dari satu rebuttal.
Level 4	Argumen-argumen dengan claim dan rebuttal yang teridentifikasi dengan jelas.
Level 3	Argumen-argumen dengan claim atau counter-claim yang dilengkapi data, warrant, atau backing dan disertai rebuttal lemah.
Level 2	Argumen-argumen yang terdiri dari claim dilengkapi data, warrant, atau backing, tanpa rebuttal. Pembedaan hierarki pada level ini antara lain: Level 2B (2,5) – argumen-argumen dengan komponen claim dan lebih dari satu data, warrant, atau backing, tanpa rebuttals. Level 2A (2,0) – argumen-argumen dengan komponen claim dan sebuah data, warrant, atau backing, tanpa rebuttals.
Level 1	Argumen-argumen sederhana yang berupa claim atau counter-claim

Sumber: Diadopsi dari (Osborne dkk., 2004; Sampson dkk., 2012)

Siswa seharusnya dapat membuat argumentasi yang berkualitas setelah mempelajari materi Hukum Newton. Penelitian ini bertujuan untuk mengilustrasikan kualitas argumentasi siswa pada materi Hukum Newton setelah siswa mempelajari materi tersebut. Oleh sebab itu, perlu dilakukan studi terhadap siswa MA dan SMK dengan memberikan tes argumentasi ilmiah pada siswa yang sebelumnya telah mempelajari materi Hukum Newton.

METODE

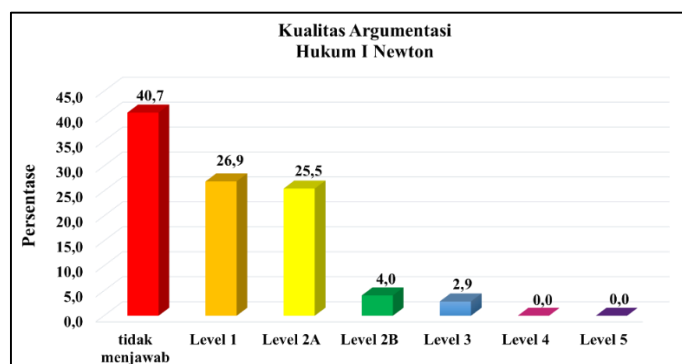
Penelitian ini menggunakan desain penelitian deskriptif kuantitatif. Teknik pengambilan sampel menggunakan *cluster sampling*. Subjek dari penelitian ini adalah siswa kelas X MIA 3 dan X MIA 5 MA Ma'arif Udanawu Blitar dan siswa kelas X TGB SMKN Ma'arif Udanawu Tahun Ajaran 2016/2017. Jumlah partisipan dalam penelitian sebanyak 105 siswa yang terdiri dari 56 siswa perempuan dan 49 siswa laki-laki pada rentang usia 16—18 tahun. Partisipan merupakan siswa tahun pertama Semester kedua dalam penelitian ini sudah memperoleh materi Hukum Newton. Peneliti mengomunikasikan instrumen dengan guru pengajar untuk memastikan bahwa siswa sudah mempelajari materi tersebut.

Data kuantitatif merupakan data utama dengan memberikan tes *essay open ended question* kepada subjek penelitian. Kualitas argumentasi siswa diperoleh dari hasil tes esai berupa *competing theory* dimana siswa diminta untuk menuliskan argumennya terhadap masalah yang saling bertentangan berkaitan dengan Hukum Newton. Soal yang diberikan memiliki jumlah 12 butir. Dari 12 butir soal ini, empat butir merupakan soal tentang Hukum I Newton, tiga butir merupakan soal tentang Hukum II Newton, tiga soal merupakan soal tentang Hukum III Newton, dan dua soal merupakan soal tentang aplikasi Hukum Newton. Kualitas argumentasi siswa dikelompokkan berdasarkan pola argumen Toulmin. Pola argumen Toulmin terdiri atas enam komponen, yaitu klaim, data, *warrant*, *backing*, *qualifier*, dan *rebuttal*. Pola argumen Toulmin digunakan karena pola ini dapat digunakan pada semua tingkat pendidikan dan mudah disusun oleh siswa (Cinar & Bayraktar, 2014).

HASIL

Hukum I Newton

Tes dengan materi Hukum I Newton terdiri dari empat butir soal. Soal pertama dan kedua tentang gerak benda pada lintasan lurus tanpa gesekan. Soal kedua tentang berlakunya Hukum I Newton pada benda yang diam atau bergerak lurus pada kerangka acuan inersia. Soal ketiga tentang ketinggian benda yang bergerak pada lintasan licin tanpa gesekan dengan berbagai sudut kemiringan. Kualitas Argumentasi siswa pada materi Hukum I Newton dapat dilihat pada Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1 tampak bahwa persentase kualitas argumentasi siswa berurutan dari yang terbesar adalah tidak menjawab (40,7%), kemudian diikuti oleh Level 1 (26,9%), Level 2A (25,5%), Level 2B (4,0%), Level 3 (2,9%), Level 4 (0,0%), dan Level 5 (0,0%). Tidak terdapat siswa yang memiliki kualitas argumentasi pada Level 4 maupun Level 5.



Gambar 1. Diagram Batang Kualitas Argumentasi Siswa pada Materi Hukum I Newton

Berdasarkan data pada Gambar 1, dapat disimpulkan bahwa sebagian siswa tidak menjawab soal yang diberikan atau menjawab dengan kualitas argumen yang masih rendah. Contoh soal tentang Hukum I Newton adalah kasus benda yang bergerak lurus dengan kelajuan dapat dilihat pada Gambar 2.

Ivan dan Nico sedang duduk-duduk di ruang tunggu stasiun kereta api. Mereka berdua melihat Rama di dalam kereta api yang berhenti. Rama berjalan ke depan kereta dengan kecepatan 1 m/s. Ivan dan Nico sepakat menyatakan bahwa Rama berjalan dengan kecepatan 1 m/s ke depan. Sesaat kemudian kereta bergerak dengan kecepatan 8 m/s searah gerak Rama. Ivan dan Nico mendiskusikan kecepatan Rama berjalan. Berikut ini adalah diskusi mereka:

Ivan : "Menurutku, Rama tetap berjalan dengan kecepatan 1 m/s."
 Nico : "Menurutku, Rama berjalan dengan dengan kecepatan 9 m/s."
 Susunlah argumen Anda jika setuju dengan pendapat Nico, Ivan, atau tidak keduanya. Lengkapi argumenmu dengan alasan yang meyakinkan.

Gambar 2. Contoh Soal Hukum I Newton

Contoh jawaban siswa pada soal ini adalah sebagai berikut.

Contoh 1

"Saya setuju dengan pendapat Ivan. Karena memang kecepatan Rama adalah 1 m/s."

Contoh 2

"Saya setuju dengan pendapat Ivan. Karena kecepatan kereta tidak memengaruhi kecepatan benda/orang yang ada di dalamnya."

Contoh 3

"Saya setuju dengan pendapat Ivan. Karena Rama berjalan di dalam kereta dan hanya berpindah ke tempat lain namun tetap dalam kereta dan kereta berjalan searah dengan Rama yang berjalan di dalam kereta tersebut. (Rama berjalan terhadap ruang kereta api sedangkan kereta bergerak terhadap stasiun)."

Contoh 4

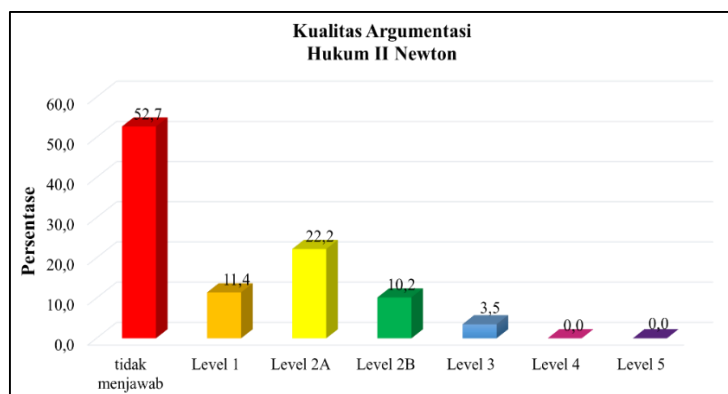
"Saya setuju dengan pendapat Ivan. Karena dari keterangan di atas itu sudah jelas ketika Rama berjalan dengan 1 m/s. Jadi meskipun kereta jalan dengan kecepatan 8 m/s Rama tetap berjalan dengan kecepatan 1 m/s karena Rama berjalan di dalam kereta. Dan yang ditanyakan bukan kecepatan kereta melainkan kecepatan Rama. Dan kecepatan jalan Rama dengan kereta itu tidak berhubungan".

Jawaban siswa pada contoh 1 termasuk ke dalam kualitas argumentasi Level 1 karena jawaban siswa hanya terdiri dari satu buah klaim. Pada contoh ini, siswa tidak mencoba memberikan alasan yang meyakinkan untuk mendukung klaim yang dibuatnya dengan data, *warrant*, ataupun *backing*. Argumen siswa pada contoh 2 terdiri dari klaim yang dilengkapi dengan *warrant* dan memiliki kualitas argumentasi pada Level 2A, dan pada contoh 3, argumen siswa memiliki pola argumen C2WD sehingga termasuk ke dalam kualitas argumentasi Level 2B. Kedua argumen siswa ini, meskipun memiliki komponen argumen yang lain untuk mendukung klaim, namun siswa tidak melengkapi argumennya dengan *rebuttal*. Hal ini menunjukkan bahwa siswa hanya menggunakan data yang mendukung klaim yang dibuatnya saja. Sementara itu, pada contoh 4, argumen yang dibuat siswa tampak lebih kompleks dan memiliki *rebuttal* yang lemah dengan dukungan berupa data dan *warrant* sehingga termasuk ke dalam kualitas argumentasi Level 3.

Berdasarkan contoh soal tentang Hukum I Newton, tampak bahwa siswa cenderung menyetujui pendapat yang menggunakan kerangka acuan kereta. Siswa tampak lebih akrab dengan kereta sebagai kerangka acuan untuk mengidentifikasi kecepatan Rama. Siswa tidak meninjau pendapat Nico sama sekali, dimana pendapat Nico bisa menjadi pendapat yang benar menurut Hukum I Newton jika kasus gerak Rama ditinjau dari tanah sebagai kerangka acuan. Siswa juga tidak melengkapi jawabannya dengan *backing* yaitu Hukum I Newton yang menjelaskan tentang definisi kerangka acuan ketika benda diam atau bergerak lurus dengan kecepatan konstan, meskipun secara implisit hal ini tampak pada jawaban siswa pada contoh 3.

Hukum II Newton

Soal Hukum II Newton terdiri dari tiga butir. Soal pertama berhubungan dengan percepatan dan massa pada gaya tetap. Soal kedua berhubungan dengan percepatan dan gaya pada massa sistem tetap. Soal ketiga berhubungan dengan percepatan, gaya, dan massa. Gambar 3 menunjukkan kualitas argumentasi siswa untuk Hukum II Newton.



Gambar 3. Diagram Batang Kualitas Argumentasi Siswa pada Materi Hukum II Newton

Berdasarkan Gambar 3 kualitas argumentasi siswa dari yang terbesar adalah tidak menjawab (52,7%), level 2A (22,2%), level 1 (11,4%), level 2B (10,2%), dan level 3 (3,5%). Tidak terdapat siswa yang memiliki kualitas argumentasi pada level 4 dan level 5. Data pada Gambar 3 menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mengalami kesulitan dalam menyusun argumen berkaitan dengan materi Hukum II Newton. Hal ini tampak dari tingginya persentase siswa yang tidak menjawab, dan rendahnya persentase kualitas argumentasi siswa baik pada level 1, 2A, 2B, maupun Level 3. Contoh soal pada materi Hukum II Newton dapat dilihat pada Gambar 4. Adapun contoh-contoh jawaban siswa pada soal ini adalah sebagai berikut.

Farrel dan Ganesha memperhatikan seorang Pak Ahmad yang mendorong gerobak di jalan. Mereka mendiskusikan percepatan gerobak.

Berikut ini diskusi mereka.

Farrel : “Jika gaya dorong yang diberikan Pak Ahmad semakin besar, maka percepatan gerobak juga akan semakin besar. Bagaimana menurutmu Ganesha?”

Ganesha : “Menurutku, jika gaya dorong yang diberikan semakin besar, maka percepatan gerobak akan semakin kecil.”

Susunlah argumen Anda jika setuju dengan pendapat Farrel, Ganesha atau tidak keduanya. Lengkapi argumenmu dengan alasan yang meyakinkan.

Gambar 4. Contoh Soal pada Materi Hukum II Newton

Contoh 1

“Saya setuju dengan pendapat Farrel. Karena semakin besar gaya yang diberikan terhadap gerobak akan semakin besar pula percepatan pada gerobak.”

Contoh 2

“Saya setuju dengan pendapat Farrel. Karena gaya yang diberikan pun akan berpengaruh pada percepatan.”

Contoh 3

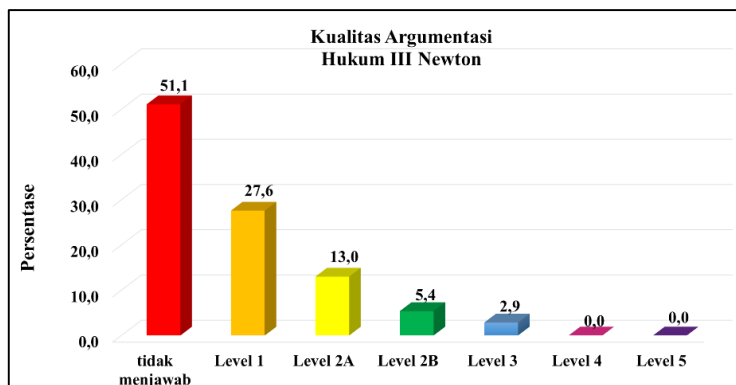
“saya setuju dengan pendapat Farrel. Gaya yang diberikan akan berbanding lurus dengan percepatannya. Jika besar percepatan gerak benda tersebut, maka akan besar pula gaya yang dihasilkan.”

Argumen siswa pada contoh 1 termasuk ke dalam argumen dengan kualitas argumentasi pada Level 1. Hal ini karena alasan yang dikemukakan siswa hanya berupa pengulangan dari pendapat yang disampaikan Farrel dalam soal. Pada contoh 2, kualitas argumentasi siswa berada pada Level 2A. Karena pada contoh 2 siswa mulai menunjukkan hubungan antara gaya dengan percepatan sebagai *warrant* terhadap klaim yang dibuatnya. Argumen pada contoh 3 termasuk argumen yang memiliki kualitas pada Level 2B. Argumen siswa ini dilengkapi dengan *backing* dan *warrant* untuk mendukung klaim yang dibuatnya. Siswa tidak menuliskan persamaan Hukum II Newton secara eksplisit, namun mengungkapkannya dengan representasi tertulis.

Berdasarkan jawaban siswa terhadap contoh soal yang terdapat dalam Gambar 4, siswa cenderung hanya memperkuat klaimnya dengan menjelaskan mengapa setuju dengan pendapat Farrel, dan mengabaikan pendapat Ganesha. Siswa tidak mencoba melengkapi argumennya dengan *rebuttal* tentang pendapat Ganesha. Hal ini menunjukkan bahwa siswa masih termasuk ke dalam kelompok rendah dalam berargumentasi.

Hukum III Newton


Terdapat tiga butir soal dengan materi Hukum III Newton. Soal pertama tentang identifikasi jenis-jenis gaya yang bekerja pada benda yang diam di atas bidang datar, soal kedua tentang identifikasi jenis-jenis gaya pada benda jatuh bebas, dan soal ketiga tentang aplikasi Hukum III Newton pada peristiwa dalam kehidupan sehari-hari. Adapun kualitas argumentasi siswa pada materi Hukum III Newton dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Kualitas Argumentasi Siswa pada Materi Hukum III Newton

Hampir sama dengan soal pada Hukum II Newton, pada hukum III Newton, masih terdapat sebagian besar siswa yang tidak menjawab soal sehingga tidak dapat diidentifikasi kualitas argumentasinya (51,1%). Siswa juga tampak dominan berada pada Level 1 berkaitan dengan materi Hukum III Newton (27,6%). Adapun siswa yang memiliki kualitas argumen lebih tinggi dari Level 2A sangat rendah persentasenya yang ditunjukkan oleh Gambar 5 berturut-turut yaitu pada Level 2B sebesar 5,4% dan pada Level 3 2,9%. Tidak terdapat siswa yang memiliki kualitas argumen tinggi pada Level 4 maupun Level 5. Salah satu contoh soal yang digunakan untuk mengetahui kualitas argumentasi siswa pada Hukum III Newton dapat dilihat pada Gambar 7.

Daffa dan Naufal mendiskusikan percobaan tumbukan pada dua buah bola yang berbeda massa yaitu bola golf dan bola bowling. Bola bowling dan bola golf masing-masing memiliki kelajuan awal yang sama. Mereka memberikan pendapat tentang besarnya gaya yang diberikan bola golf kepada bola bowling pada saat bertumbukan.



Berikut ini adalah hasil diskusi mereka.

Daffa : “Bola golf memberikan gaya yang lebih kecil pada bola bowling, sedangkan bola bowling memberikan gaya yang lebih besar pada bola golf ketika bertumbukan.”

Naufal : “bola golf memberikan gaya kepada bola bowling sama besar dengan gaya yang diberikan bola bowling ke bola golf ketika bertumbukan.”

Susunlah argumen Anda jika setuju dengan pendapat Daffa, Naufal atau tidak keduanya. Lengkapi argumenmu dengan alasan yang meyakinkan.

Gambar 7. Contoh Soal Materi Hukum III Newton

Gambar 7 menampilkan contoh soal yang digunakan untuk mengukur kualitas argumentasi ilmiah siswa pada materi Hukum III Newton. Adapun contoh-contoh jawaban siswa pada soal ini adalah sebagai berikut.

Contoh 1

“Saya setuju dengan pendapat Daffa. Karena bola golf memiliki gaya lebih kecil daripada bola bowling”.

Contoh 2

“Saya setuju dengan pendapat Daffa. Karena semakin besar/berat bola tersebut, maka akan mengakibatkan gaya bola tersebut akan bertambah besar”.

Contoh 3

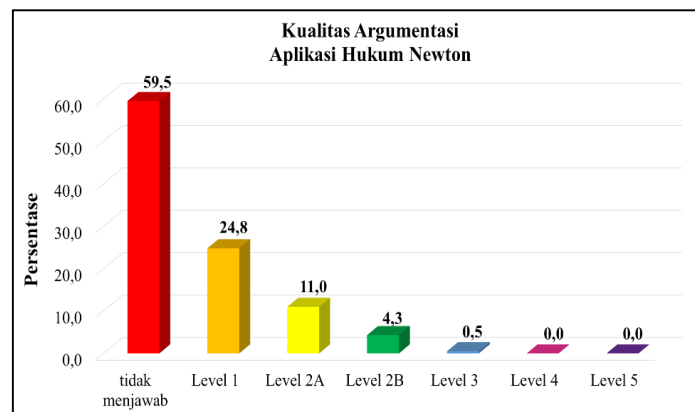
“Saya setuju dengan pendapat Daffa. F berbanding lurus dengan massa benda. Dalam hal ini massa bola golf lebih kecil daripada bola bowling, sehingga gaya yang dihasilkan oleh bola golf lebih kecil daripada bola bowling”.

Jawaban siswa pada contoh 1 termasuk ke dalam kualitas argumen Level 1. Jawaban sebagian besar siswa yang berada pada Level 1 serupa dengan contoh 1. Contoh 2 menunjukkan jawaban siswa yang berada pada Level 2A dimana jawaban siswa tersebut terdiri dari klaim dan *warrant*. Jawaban siswa pada contoh 3 termasuk ke dalam argumen dengan kualitas pada Level 2B karena klaim yang dibuat didukung oleh *backing*, data, dan *warrant*.

Terdapat temuan menarik pada soal-soal tentang Hukum III Newton. Sebagian besar siswa memberikan klaim yang menyatakan persetujuan pada pendapat Daffa. Hal ini menunjukkan bahwa siswa kurang memahami dengan baik makna dari Hukum III Newton. Siswa tidak berhasil memaknai bahwa gaya pada dua benda meskipun memiliki massa yang berbeda yang berinteraksi adalah sama besar sesuai Hukum III Newton. Siswa juga kurang memahami bahwa perbedaan massa pada kedua benda ini akan menghasilkan kecepatan yang berbeda setelah kedua benda bertumbukan dimana hal ini sesuai dengan Hukum II Newton. Misalnya pada jawaban siswa pada contoh 3. Siswa menyadari bahwa gaya berbanding lurus dengan massa benda. Namun, siswa tidak berhasil memaknai peristiwa interaksi pada dua bola saat bertumbukan, dimana sesuai dengan Hukum III Newton, dua benda yang saling berinteraksi akan memberikan gaya yang sama besar, namun berlawanan arah. Hanya sebagian kecil dari siswa yang menjawab setuju dengan Naufal dan mengaitkan soal ini dengan hukum III Newton. Kurangnya pemahaman siswa terhadap materi yang diberikan menyebabkan siswa memilih pendapat yang salah dalam klaimnya sehingga kualitas argumentasi siswa menjadi rendah.

Aplikasi Hukum Newton

Terdapat dua butir soal dengan materi Aplikasi Hukum Newton. Kedua soal ini membahas tentang pengaruh gaya gesek terhadap gerak benda. Kualitas argumentasi siswa berkaitan dengan materi Aplikasi Hukum Newton dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Kualitas Argumentasi Siswa pada Materi Hukum III Newton

Berdasarkan Gambar 8 tampak bahwa sebagian besar siswa (59,5%) tidak menjawab soal yang berkaitan dengan aplikasi Hukum Newton. Sementara itu, kualitas argumentasi siswa berurutan dari persentase yang terbesar adalah Level 1 (24,8%), Level 2A (11,0%), Level 2B (4,3%), dan Level 3 (0,5%). Tidak ada siswa yang kualitas argumentasinya berada pada Level 4 maupun Level 5. Gambar 8 menunjukkan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam menyusun argumen yang berkaitan dengan gaya gesek dalam kehidupan sehari-hari meskipun sudah menerima materi tersebut sebelumnya. Adapun contoh soal yang berkaitan dengan materi aplikasi Hukum Newton ini dapat dilihat pada Gambar 9.

Di bawah ini merupakan contoh pernyataan dari jawaban seorang siswa dalam ujian. Dalam pernyataan tersebut terdapat kesalahan.

- Bagian mana dari pernyataan tersebut yang salah?
- Tuliskan yang akan kamu katakan kepada siswa tersebut untuk meyakinkan anak tersebut bahwa pernyataannya salah

Pernyataan:



Sebuah kotak yang massanya 4 kg terletak di atas bidang horizontal seperti gambar di atas. Pada saat tertentu, diberikan gaya horizontal sebesar 20 N ke kotak. Koefisien gesek antara kotak dan bidang adalah 0,6. Pada keadaan ini, kotak akan tetap diam karena gaya gesek yang diberikan pada kotak lebih besar daripada gaya horizontal yang diberikan padanya.

Gambar 9. Kualitas Argumentasi Siswa pada Materi Hukum III Newton

Soal diadopsi dari Yerushalmi & Polinger (2006)

Contoh-contoh jawaban siswa pada soal pada Gambar 9 adalah sebagai berikut.

Contoh 1

“pernyataan yang salah : kotak akan tetap diam.

Pernyataan yang benar: karena gaya yang diberikan pada kotak lebih besar dibanding gaya geseknya sehingga kotak pasti akan bergerak meski hanya sedikit.”

Contoh 2

“pernyataan yang salah : kotak akan tetap diam karena gaya gesek yang diberikan pada kotak lebih besar daripada gaya horizontal yang diberikan padanya.

Pernyataan yang benar: kotak akan bergerak karena gaya geseknya itu lebih kecil daripada gaya horizontal”.

Contoh 3

“pernyataan yang salah : pada keadaan ini, kotak akan tetap diam.

Pernyataan yang benar: benda akan bergerak, tetapi diperlambat.”

Contoh 1 dan contoh 2 merupakan contoh argumen siswa yang memiliki kualitas argumentasi pada Level 1. Argumen siswa terdiri dari dua klaim yang tidak didukung oleh komponen lain seperti data, *warrant*, atau *backing*. Argumen siswa tampak seperti menerka bahwa gaya horizontal yang diberikan pada kotak lebih besar daripada gaya gesek yang dimiliki. Klaim kedua yang ditulis siswa juga tidak berlandaskan konsep fisika yang benar. Contoh 3 merupakan argumen siswa dengan kualitas argumentasi pada Level 2B. Siswa sudah melengkapi argumennya dengan data meskipun data perhitungan yang dibuat siswa masih belum benar.

Berdasarkan jawaban siswa pada materi aplikasi Hukum Newton, siswa sudah dapat menghitung besar gaya gesek statis maksimal yang dimiliki oleh kotak, namun belum dapat menghubungkannya dengan konsep hubungan gaya gesek statis dengan gaya normal. Siswa juga tidak menggunakan Hukum III Newton sebagai *backing* yang akan membantu siswa menemukan hubungan antara gaya gesek dengan gaya horizontal sehingga siswa dapat membuat argumen yang terdiri dari pernyataan yang salah, alasan mengapa pernyataan tersebut salah, dan menuliskan pernyataan yang benar.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas argumentasi siswa pada materi Hukum Newton masih rendah. Data menunjukkan bahwa sebagian besar siswa memiliki kualitas argumen pada Level 1 dan Level 2A. Pada level 2A, banyak siswa yang menyampaikan alasan terhadap klaim yang dibuatnya dengan mengulang kembali pernyataan yang terdapat dalam soal. Akibatnya, siswa tidak memberikan alasan yang tepat untuk mendukung klaimnya, namun hanya menegaskan klaim yang dibuatnya dengan klaim yang lain. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian lain dimana siswa tidak membangun *warrant* untuk mendukung klaim yang dibuat atau memberikan penjelasan tentang permasalahan yang diberikan (Eskin & Ogan-Bekiroglu, 2013; Ju, dkk., 2017).

Rendahnya kualitas argumentasi siswa pada materi Hukum Newton dapat ditinjau dari tiga hal. *Pertama*, berdasarkan pola argumen yang dibuat siswa menunjukkan bahwa siswa belum memahami dengan baik komponen sebuah argumen. Argumen yang benar terdiri dari klaim yang disertai dengan dasar dan argumen yang tidak disertai dengan *warrant* bukan merupakan argumen yang masuk akal (Rapanta, Garcia-Mila, & Gilabert, 2013). Hal ini menunjukkan bahwa siswa belum memahami bagaimana memberikan *warrant* yang tepat untuk mendukung klaimnya. *Kedua*, siswa cenderung hanya menggunakan data yang

mendukung klaim yang dibuatnya saja (Sampson & Clark, 2009). Siswa membuat argumen yang memuat sebagian kecil dari konten soal yang diberikan dan tidak mampu memenuhi permintaan dari soal yang diberikan (von Aufschnaiter, dkk., 2008). *Ketiga*, pengetahuan yang dimiliki siswa memengaruhi argumen yang disusun oleh siswa. Siswa yang memiliki pengetahuan cukup memadai terhadap materi akan memiliki kecenderungan untuk menyusun argumen yang lebih berkualitas (Ogan-Bekiroglu & Eskin, 2012; Kutluca, dkk., 2014, Hakyolu & Ogan-Bekiroglu, 2016).

Siswa perlu memahami bagaimana menyusun argumen yang berkualitas pada materi Hukum Newton. Namun, berdasarkan hasil penelitian ini, tampak bahwa siswa masih belum mampu menyusun argumen berkaitan dengan Hukum Newton yang berkualitas. Sebagian besar siswa masih kesulitan dalam menyusun argumen yang berkualitas yang tampak dari tingginya persentase siswa yang tidak menjawab soal. Selain itu, kualitas argumentasi siswa paling tinggi berada pada Level 1 yaitu argumen yang terdiri dari klaim-klaim sederhana dan Level 2 yaitu argumen yang terdiri dari klaim yang didukung oleh satu data, *warrant*, atau *backing*. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Ju, dkk. (2017) yang menunjukkan bahwa kualitas argumentasi siswa didominasi pada Level 1, dimana siswa cenderung membuat klaim tanpa justifikasi yang tepat atau tidak memberikan *warrant* untuk menghubungkan klaim dengan data. Kesulitan paling tinggi yang dialami siswa adalah pada materi Hukum III Newton dan aplikasi gaya gesek.

Rendahnya kualitas argumen siswa tersebut dapat diatasi dengan mengintegrasikan kegiatan argumentasi ke dalam pembelajaran Hukum Newton. Pembelajaran yang melibatkan argumentasi akan memfasilitasi keterlibatan siswa dalam menyusun argumen kompleks dengan kualitas yang lebih tinggi (Osborne, 2005; von Aufschnaiter, dkk., 2009; Berland & McNeill, 2010, Kind, dkk., 2011; Acar & Patton, 2012; Rapanta, dkk., 2013; Cooper & Oliver-Hoyo, 2016). Dimana semakin banyak siswa memperoleh pengalaman dengan konsep selama argumentasi, maka semakin anak siswa memproduksi komponen argumen termasuk *rebuttal* yang berkualitas (Ogan-Bekiroglu & Eskin, 2012).

Adapun integrasi argumentasi ke dalam kegiatan pembelajaran dapat dilakukan dengan berbagai cara, di antaranya menempelkan sesi argumentasi ke dalam kegiatan pembelajaran (Oh & Jonassen, 2007) atau praktikum (Eskin & Ogan-Bekiroglu, 2012; Wang & Buck, 2015; Sekerci & Canpolat, 2017) atau melaksanakan pembelajaran dengan model pembelajaran berbasis argumentasi (Sampson, dkk., 2011; Sampson, dkk., 2013; Walker & Sampson, 2013; Yaman, 2017). Siswa dapat meningkatkan kemampuan berargumentasi dengan cara mempertahankan dan mengevaluasi klaim yang dibuat oleh teman sebaya (Sekerci & Canpolat, 2017).

SIMPULAN

Kualitas argumentasi siswa pada Hukum Newton masih rendah yang ditunjukkan oleh sebagian besar kualitas argumentasi siswa masih berada pada Level 1 atau 2A. Kesulitan yang paling dominan ketika siswa mengembangkan argumen adalah pada Hukum III Newton dan aplikasi gaya gesek. Penyebab yang paling mungkin dari kesulitan siswa dalam mengembangkan argumen adalah karena kurangnya pengetahuan siswa tentang konsep-konsep penting berkaitan dengan Hukum III Newton dan gaya gesek. Siswa masih belum memahami dengan benar bahwa dua benda yang berinteraksi akan memberikan gaya yang sama besar dengan arah yang berlawanan. Siswa juga belum memahami dengan baik bahwa besar gaya gesek statis pada benda yang diam di atas bidang datar adalah kurang dari sama dengan gaya yang bekerja normal pada benda. Kualitas argumentasi siswa dapat ditingkatkan dengan mengintegrasikan kegiatan argumentasi ke dalam pembelajaran Hukum Newton.

Bagi guru, sebaiknya kemampuan argumentasi siswa dikembangkan dengan merancang pembelajaran berbasis argumen ketika mempelajari konsep Hukum Newton. Saran bagi peneliti selanjutnya adalah penelitian tentang kualitas argumentasi siswa secara verbal agar kualitas argumentasi siswa secara verbal lebih tinggi daripada kualitas argumentasi secara tertulis. Selain itu, dapat dilakukan penelitian lanjutan tentang memberikan stimulus kepada siswa dalam kegiatan pembelajaran dengan melibatkan kegiatan argumentasi sehingga siswa dapat termotivasi untuk mengembangkan argumen yang berkualitas.

DAFTAR RUJUKAN

- Acar, O., & Patton, B. R. (2012). Argumentation and Formal Reasoning Skills in an Argumentation-Based Guided Inquiry Course. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46, 4756—4760. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.331>.
- Berland, L.K. & McNeill, K.L. (2010). A Learning Progression for Scientific Argumentation: Understanding Student Work and Designing Supportive Instructional Contexts. *Science Education*, 94(5), 765—793.
- Çinar, D., & Bayraktar, Ş. (2014). Evaluation of the effects of argumentation based science teaching on 5th grade students' conceptual understanding of the subjects related to "Matter and Change." *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 2(1), 49—77.
- Eskin, H., & Ogan-Bekiroglu, F. (2013). Argumentation as a Strategy for Conceptual Learning of Dynamics. *Research in Science Education*, 43(5), 1939—1956. <http://doi.org/10.1007/s11165-012-9339-5>.
- Guler, C., & Dogru, M. (2017). The Effect of "Argument-Based Science Inquiry" Approach on Science Teacher Candidates' Academic Achievements. *International Online Journal of Education and Teaching (IOJET)*, 4(3), 229—244.
- Hakyolu, H., & Ogan-Bekiroglu, F. (2016). Interplay between content knowledge and scientific argumentation. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(12), 3005—3033. DOI: 10.12973/eurasia.2016.02319a
- Kind, P. M., Kind, V., Hofstein, A., Wilson, J. (2011). Peer Argumentation in the School Science Laboratory—Exploring Effects of Task Features. *International Journal of Science Education*, 33(18), 2527—2558. DOI: 10.1080/09500693.2010.550952.

- Kutluca, A.Y., Çetin, P.S., & Doğan, N. (2014). Effect of Content Knowledge on Scientific Argumentation Quality: Cloning Context. *Journal of Science and Mathematics Education Necatibey Faculty of Education Electronic*, 8(1), 1—30. DOI: 10.12973/nefmed.2014.8.1.a.1.
- Ju, H., Choi, I., & Yoon, Y. (2017). Do Medical Students Generate Sound Arguments During Small Group Discussions in Problem-Based Learning?: An Analysis of Preclinical Medical Students' Argumentation According to a Framework of Hypothetico-Deductive Reasoning. *Korean J Med Educ*, 29(2), 101—109. DOI: <https://doi.org/10.3946/kjme.2017.57>.
- Ogan-Bekiroglu, F. & Eskin, H. (2012). Examination of the Relationship between Engagement in Scientific Argumentation and Conceptual Knowledge. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10, 1415—14443. DOI: 10.1007/210763-012-9346-z.
- Oh, S., & Jonassen, D. H. (2007). Scaffolding online argumentation during problem solving. *Journal of Computer Assisted Learning*, 23(2), 95—110. DOI: 10.1111/j.1365-2729.2006.00206.x
- Osborne, J. (2005). The Role of Argument in Science Education. In Kerst Boersma, Martin Goedhart, Onno de Jong, & Harrie Eijkelhof. *Research and Quality of Science Education* (hlm. 367 – 380). Netherland: Springer.
- Rapanta, C., Garcia-Mila, M., & Gilabert, S. (2013). What Is Meant by Argumentative Competence? An Integrative Review of Methods of Analysis and Assessment in Education. *Review of Educational Research*, 83(4), 483—520. <http://doi.org/10.3102/0034654313487606>.
- Sampson, V., & Clark, D.B. (2009). A Comparison of the Collaborative Scientific Argumentation Practices of Two High and Two Low Performing Groups. *Research in Science Education*, 41(1), 63—97. DOI: DOI 10.1007/s11165-009-9146-9
- Sampson, V., Grooms, J. Walker, J.P. (2011). Argument-Driven Inquiry as a Way to Help Students Learn How to Participate in Scientific Argumentation and Craft Written Arguments: An Exploratory Study. *Science Education*, 95(2), 217—257. DOI 10.1002/sce.20421.
- Sampson, V., Enderle, P. J., & Walker, J. P. (2012). The Development and Validation of the Assessment of Scientific Argumentation in the Classroom (ASAC) Observation Protocol: A Tool for Evaluating How Students Participate in Scientific Argumentation. In Myint Swe Khine (Ed.). *Perspectives on Scientific Argumentation Theory, Practice and Research*. London: Springer.
- Sampson, V., Enderle, P., Grooms, J., & Witte, S. (2013). Writing to Learn by Learning to Write During the School Science Laboratory: Helping Middle and High School Students Develop Argumentative Writing Skills as They Learn Core Ideas. *Science Education*, 97(5), 643—670. DOI 10.1002/sce.21069.
- Sekerci, A.R. & Canpolat, N. (2017). Argumentation Skills of Turkish Freshman University Students in Chemistry Laboratoris. *Journal of Educational Science & Psychology*, VII (LXIX) (1), 26—39.
- Toulmin, S.E. (2003). *The Uses of Argument Updated Edition*. New York: Cambridge University Press.
- von Aufschnaiter, C., Erduran, S., Osborne, J., & Simon, S. (2009). Arguing to Learn and Learning to Argue: Case Studies of How Students' Argumentation Relates to Their Scientific Knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 101—131.
- Walker, J.P. & Sampson, V. (2013). Learning to Argue and Arguing to Learn: Argument-Driven Inquiry as a Way to Help Undergraduate Chemistry Students Learn How to Construct Arguments and Engage in Argumentation During a Laboratory Course. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(5), 561—596. DOI: 10.1002/tea.21082.
- Wang, J. & Buck, G. (2015). The Relationship between Chinese Students' Subject Matter Knowledge and Argumentation Pedagogy. *International Journal of Science Education*, 37(2), 340—366, DOI: 10.1080/09500693.2014.987713.
- Yaman, F. (2017). Effects of the Science Writing Heuristic Approach on the Quality of Prospective Science Teachers' Argumentative Writing and Their Understanding of Scientific Argumentation. *International Journal of Science and Mathematics Education*, (January), 1—22. <http://doi.org/10.1007/s10763-016-9788-9>
- Yerushalmi, E., & Polinger, C. (2006). Guiding Students to Learn from Mistakes. *Physics Education*, 41(6), 532—538. <http://doi.org/10.1088/0031-9120/41/6/007>.