

Kemampuan Argumentasi Ilmiah Siswa pada Hukum Newton di Sekolah Menengah Atas

Adetya Rahman¹, Markus Diantoro¹, Lia Yulianti¹

¹Pendidikan Fisika-Pascasarjana Universitas Negeri Malang

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima: 17-05-2018

Disetujui: 16-07-2018

Kata kunci:

scientific argumentation ability;
the quality of scientific
argumentation;
conceptual validity of scientific
argument;
kemampuan argumentasi ilmiah;
kualitas argumentasi ilmiah;
validitas konseptual argumentasi
ilmiah

Alamat Korespondensi:

Adetya Rahman
Pendidikan Fisika
Pascasarjana Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang 5 Malang
E-mail: adetyaarahman@gmail.com

ABSTRAK

Abstract: Physics learning need to train ability that scientists can apply in developing knowledge, that is scientific argumentation ability. Scientific argumentation ability is very important in preparing students who are literate in science. Unfortunately founded in field scientific argumentation ability students still low. Scientific argumentation ability students mean in first level (unsupported) and second level (phenomenological). Validity of conceptual scientific argumentation students mean in first level (invalid).

Abstrak: Pembelajaran fisika perlu melatih kemampuan yang bisa diterapkan ilmuwan dalam mengembangkan pengetahuan salah satunya adalah kemampuan argumentasi ilmiah. Kemampuan argumentasi ilmiah sangat penting dalam mempersiapkan siswa yang berliterasi sains. Namun, ditemukan di lapangan bahwa kemampuan argumentasi ilmiah siswa masih tergolong rendah. Kualitas argumentasi ilmiah siswa rata-rata pada level 1 (*unsupported*) dan level 2 (*phenomenological*). Validitas konseptual argumentasi ilmiah siswa rata-rata pada level 1 (*invalid*).

Argumentasi memiliki peran yang penting dalam banyak disiplin ilmu (Hoffmann, 2017), salah satunya dalam bidang sains (Deng & Wang, 2017). Representasi argumentasi yang digunakan untuk membenarkan suatu tindakan telah lama dikenal sebagai masalah yang melibatkan diskusi di bidang ilmu logika (Macagno & Walton, 2018). Dalam pendidikan sains argumentasi dapat berguna sebagai proses dialogis dan interaktif (Faize, Husain, & Nisar, 2017). Argumentasi ilmiah merupakan bentuk khas dari praktik ilmiah serta bentuk penting dari praktik pendidikan yang mencerminkan beberapa domain teoritis (Deng & Wang, 2017). Penggunaan argumentasi dalam pendidikan sains memiliki banyak manfaat yaitu mengembangkan keterampilan penting, mempromosikan semangat penyelidikan, meningkatkan pemahaman konseptual dan meningkatkan kinerja akademik siswa (Faize et al., 2017).

Argumentasi sangat penting dalam sains dan harus diajarkan dan dipelajari di kelas sains sebagai bagian dari penyelidikan ilmiah dan literasi (Erduran, Ozdem, & Park, 2015). Argumentasi ilmiah merupakan salah satu praktik inti bagi para guru untuk diterapkan di kelas sains (Mao et al., 2018). Keterlibatan siswa dalam argumentasi menghasilkan ide-ide dan pengetahuan baru seperti yang dilakukan para ilmuwan (Faize et al., 2017). Siswa diharapkan mampu belajar berargumentasi seperti halnya para ilmuwan. Para ilmuwan yang terlibat dalam kegiatan ilmiah tahu dengan sangat baik bagaimana hukum fisika digunakan untuk menentukan hasil eksperimen ketika mereka memiliki serangkaian data observasi (Gerspacher, 2018). Para ilmuwan mendapatkan penemuan harus melalui serangkaian konfirmasi dengan mempresentasikan hasil penemuan, diskusi terkait penemuan dan debat ilmiah. Dalam diskusi dan debat ilmiah biasanya berpusat di sekitar beberapa fenomena atau bukti dan pihak-pihak yang berbeda mengusulkan teori untuk menjelaskan fenomena atau bukti tersebut (Dauphin & Cramer, 2018).

Argumentasi adalah objek dari kegiatan dan dapat didefinisikan sebagai keterampilan yang seharusnya dimiliki oleh siswa untuk mendukung klaim, untuk membuat hubungan antara fakta yang mereka pelajari, dan untuk mentransfer pencapaian pengetahuan ke dalam contoh kehidupan sehari-hari (Erduran, 2018). Ciri argumentasi salah satunya melibatkan pertentangan untuk mendukung klaim, melibatkan konflik, keraguan, ketidaksetujuan (Baumtrog, 2018) dan Penggunaan bukti (Bravo-Torija & Jiménez-Aleixandre, 2018). Bukti adalah gagasan yang mendukung alasan (Hsu, Dyke, Smith, & Looi, 2018). Argumentasi harus diwujudkan sebagai sinergi antara kesadaran tentang komponen struktural argumentasi dan pengetahuan tentang konten ilmiah secara spesifik (Erduran, 2018). Argumentasi secara dasar memiliki tiga penggunaan, yaitu argumen sebagai kontroversi antara dua posisi, argumen sebagai perdebatan, dan argumen sebagai pembenaran. Argumen sebagai pembenaran diperlukan setidaknya satu alasan dan kesimpulan (Hoffmann, 2017).

Mengevaluasi kompetensi siswa dalam argumentasi ilmiah adalah salah satu topik penelitian yang paling penting (Deng & Wang, 2017). Argumentasi adalah proses wacana penting dalam sains yang perlu diajarkan dan dipelajari sebagai bagian dari strategi mendukung akuisisi keaksaraan ilmiah (Martín-Gómez & Erduran, 2018). Banyak peneliti ilmu pengetahuan menemukan bahwa siswa menemui beberapa kesulitan dalam argumentasi ilmiah. Secara umum, siswa dapat mengalami empat macam kesulitan. Kesulitan ini adalah mengenali sarana atau tujuan argumentasi, memahami dan menggunakan bukti untuk mendukung klaim, penalaran, sanggahan (Deng & Wang, 2017). Hal ini dikarenakan siswa memasukkan informasi dalam argumentasi mereka memiliki pengetahuan sebelumnya (Faize et al., 2017).

METODE

Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian deskriptif kuantitatif. Penelitian deskriptif kuantitatif bertujuan menggambarkan keadaan subjek berdasarkan data yang telah dihasilkan di lapangan. Data yang diperoleh adalah skor kemampuan argumentasi siswa. Populasi dalam penelitian ini adalah semua siswa kelas X SMA Negeri di Banjarmasin berjumlah 13 sekolah. Tigabelas sekolah tersebut dibagi menjadi tiga kategori, yaitu kategori atas, kategori tengah, dan kategori bawah. Pembagian kategori ini berdasarkan hasil UN SMA IPA tahun 2017. Kategori atas sebanyak empat SMA, kategori tengah sebanyak lima SMA, dan kategori bawah sebanyak empat SMA. Teknik sampling yang digunakan adalah *cluster random sampling*. *Cluster random sampling* adalah teknik sampling yang membagi sampel berdasarkan sub populasi. Masing-masing kategori populasi dipilih menggunakan undian untuk menentukan perwakilan populasi dari masing-masing kategori. perwakilan kategori atas adalah SMAN 2 Banjarmasin sebanyak tiga kelas 96 siswa, perwakilan kategori tengah adalah SMAN 6 Banjarmasin sebanyak tiga kelas 100 siswa dan perwakilan kategori bawah adalah SMAN 12 Banjarmasin sebanyak tiga kelas 66 siswa. Instrumen penelitian yang digunakan adalah 10 soal esai. Tujuan menggunakan soal esai adalah untuk mengetahui level kemampuan argumentasi ilmiah siswa. Kemampuan argumentasi ilmiah yang dinilai dibagi menjadi dua, yaitu kualitas argumentasi ilmiah dan validitas argumentasi ilmiah. Kualitas argumentasi ilmiah ditunjukkan pada Tabel 1 dan validitas konseptual argumentasi ilmiah ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Rubrik Kualitas Argumentasi Ilmiah

Level	Kualitas Argumentasi	Definisi	Deskripsi	Diagram
0	Tidak teridentifikasi (<i>unidentified</i>)	Tida ada alasan	Tidak terdapat elemen argumentasi	Tidak ada diagram
1	Tidak didukung (<i>Unsupported</i>)	Tidak beralasan	Terdapat elemen argumentasi, tetapi tidak ada proses argumentasi (<i>palsu, berputar, pengulangan</i>)	Pernyataan ↔ jawaban
2	Fenomena yang tampak (<i>phenomenological</i>)	Argumentasi berdasarkan data	Data digunakan untuk mendukung jawaban, tapi tidak ada analisis data, tidak ada tafsiran fakta, tidak ada aplikasi dari aturan	Pernyataan ↔ jawaban ↑ Data
3	Hubungan (<i>relational</i>)	Argumentasi berdasarkan fakta	Fakta digunakan untuk mendukung jawaban, termasuk analisis data, tetapi tanpa aturan. (termasuk analogi)	Pernyataan ↔ jawaban ↑ fakta ↑ (Data)
4	Berdasarkan aturan (<i>Rule-Based</i>)	Argumentasi berdasarkan aturan induktif atau deduktif	<ol style="list-style-type: none"> 1. Argumentasi deduktif (atas-bawah), menggunakan aturan untuk mendukung jawaban 2. Argumentasi induktif (bawah-atas) dari data ke aturan 3. Menggunakan aturan dengan fakta baru 4. Struktur argumentasi lengkap (semua diagram) 	Pernyataan ↔ jawaban ↑ Aturan ↑ (Fakta) ↑ (Data)

Diadaptasi (Furtak, Hardy, Beinbrech, Shavelson, & Shemwell, 2008);
(Sutopo, Liliyasi, Waldrip, & Rusdiana, 2012)

Tabel 2. Rubrik Validitas Konseptual Argumentasi Ilmiah

Kategori	Level	Definisi
Sepenuhnya valid (Fully Valid)	3	Jawaban benar, menuliskan alasan relevan, logis dan lengkap
Sebagian valid (Partially Valid)	2	Jawaban benar, menuliskan alasan relevan, logis tapi tidak lengkap Jawaban salah, menuliskan alasan logis relevan, logis tapi tidak lengkap
Tidak valid (Invalid)	1	Jawaban benar, menuliskan alasan yang tidak logis Jawaban salah, menuliskan alasan yang tidak logis Jawaban kosong, menuliskan alasan yang tidak logis
Tidak teridentifikasi (Unidentified)	0	Jawaban benar, tidak menuliskan alasan Jawaban salah, tidak menuliskan alasan Jawaban kosong, tidak menuliskan alasan

Diadaptasi (Sutopo & Waldrip, 2014)

HASIL DAN PEMBAHASAN

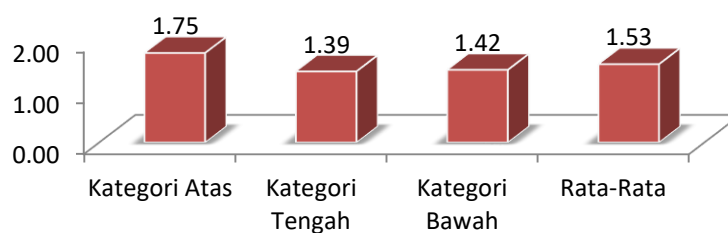
Data kemampuan argumentasi siswa diperoleh dari skor jawaban siswa pada soal esai kemampuan argumentasi ilmiah. Deskripsi statistik diperoleh menggunakan program SPSS versi 23. Kemampuan argumentasi ilmiah dibagi menjadi dua berdasarkan dukungan jawaban siswa, yakni kualitas argumentasi ilmiah dan validitas konseptual argumentasi ilmiah. Kualitas argumentasi ilmiah dilihat dari kualitas siswa membuat argumentasi tertulis untuk mendukung jawaban. Kualitas ini berdasarkan pada dukungan verbal tanpa data (level 1), dengan menggunakan data terbatas (level 2), menggunakan analisis data /fakta lapangan (level 3) atau menggunakan teori, prinsip, hukum sesuai kaidah yang berlaku (level 4). Validitas konseptual argumentasi ilmiah dilihat dari level kelengkapan argumentasi tertulis siswa mendukung jawaban. Validitas ini berdasarkan pada argumentasi salah atau tidak logis (level 1), argumentasi setengah benar atau kurang lengkap (level 2), dan argumentasi sepenuhnya benar atau argumentasi lengkap (level 3). Hasil deskripsi statistik untuk kualitas argumentasi ilmiah disajikan pada Tabel 3.

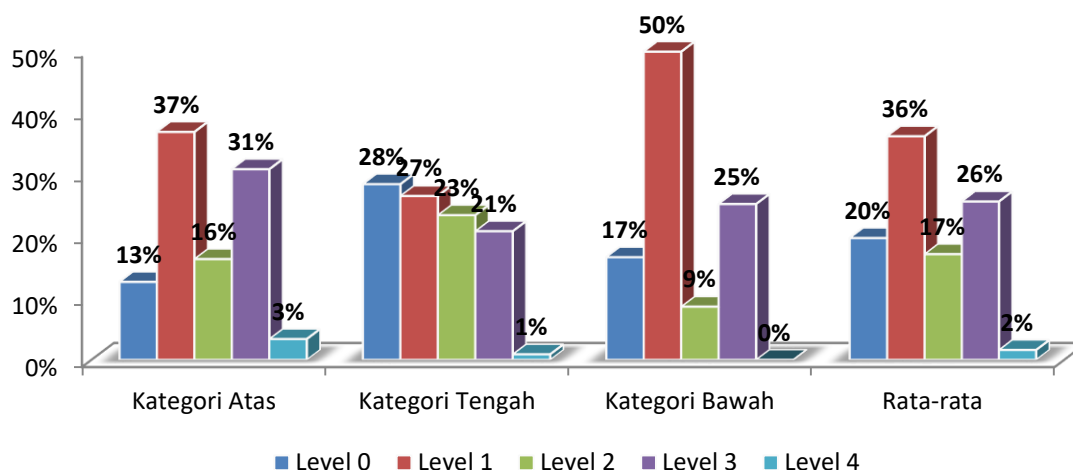
Deskripsi Kualitas Argumentasi Ilmiah

Tabel 3. Deskripsi Statistik Kualitas Argumentasi Ilmiah

	N	Min	Max	Mean	Median	Mode	Std. Dev	Skewness	
								statistic	Std.Error
Kategori Atas	95	10	72.5	43.87	45	45	13.62	-0.615	0.247
Kategori Tengah	99	0	65	34.85	35	27.5	16.95	-0.179	0.243
Kategori Bawah	64	7.5	55	35.59	37.5	25	12.48	-0.281	0.299
Jumlah Kategori	258	0	72.5	38.35	42.5	45	15.28	-0.372	0.152

Kualitas Argumentasi siswa dapat dilihat pada Tabel 3. Rata-rata Grup J sebesar 38.35. Modus menunjukkan nilai sebesar 45 yang artinya nilai 45 adalah nilai kebanyakan yang diperoleh siswa dalam mengerjakan tes. Median sebesar 42.25 menunjukkan nilai perolehan siswa di posisi paling tengah antara 262 siswa. Nilai minimum siswa adalah 0 berarti jawabannya siswa tidak ada yang benar dan nilai maksimum adalah 72.25. *Skewness* (kecenderungan kurva) menunjukkan tingkat kemiringan kurva normal. Jika nilai kemiringan kurva diantara -1 dan 1 maka termasuk kategori berdistribusi normal. Jadi, data kualitas argumentasi ilmiah di tiga kategori termasuk berdistribusi normal. Untuk melihat sejauh mana perbedaan antara kualitas argumentasi ilmiah siswa sekolah kategori atas, sekolah kategori tengah, dan sekolah kategori bawah dapat dilihat pada Gambar 1.

**Gambar 1. Rata-Rata Level Kualitas Argumentasi Ilmiah Masing-Masing Kategori**



Gambar 2. Kualitas Argumentasi Ilmiah Masing-Masing Kategori

Rata-rata kualitas argumentasi ilmiah siswa secara keseluruhan berada pada level 1 dan level 2, dapat dilihat pada Gambar 1. Kualitas argumentasi ilmiah kategori bawah lebih didominasi oleh kualitas argumentasi level 1 sebesar 50% yang mana hampir setengah dari populasi, diikuti oleh kategori atas sebesar 37% dan Kategori tengah sebesar 27%. Kualitas argumentasi Kategori tengah lebih didominasi oleh level kualitas argumentasi level 0 sebesar 28%, diikuti oleh kategori bawah sebesar 17% dan kategori atas sebesar 13%. Kualitas argumentasi siswa kategori atas lebih didominasi pada level 1 sebesar 37% dan level 3 sebesar 31% lebih tinggi dibanding kategori bawah sebesar 25% dan kategori tengah sebesar 21%. Kualitas argumentasi level 4 lebih didominasi oleh kategori atas sebesar 3%, diikuti kategori tengah sebesar 1% dan kategori bawah sebesar 0% dan rata-rata total ketiga kategori sebesar 2%. Total kualitas argumentasi level 4 sebesar 2% tergolong sangat rendah dari populasi 262 siswa. Kualitas argumentasi ilmiah siswa rata-rata 3 kelompok lebih didominasi level 1 (*unsupported*) sebesar 36% (93 siswa) dari total 262 siswa, diikuti level 3 (*relational*) sebesar 26% (68 siswa), level 0 (*unidentified*) sebesar 20% (52 siswa), level 2 (*phenomenological*) sebesar 17% (44 siswa) dan terendah level 4 (*ruled-based*) sebesar 2% (5 siswa).

Kebanyakan siswa menjawab soal menggunakan intuisi dan bahasa verbal untuk mengungkapkan alasan terhadap suatu persoalan sehingga argumentasi yang dibuat siswa cenderung kualitas argumentasi level rendah dan bahkan ada yang tidak menyertakan alasan sama sekali sehingga tidak dapat diidentifikasi kualitas argumentasi ilmiahnya. Di level ini siswa menjawab soal dengan menggunakan bahasa verbal yang belum terbukti kebenarannya. Dukungan yang digunakan tidak berdasar, hanya sekedar intuisi. Temuan ini sejalan dengan penelitian Jimenez-Alexandre, dkk, (2010) yang menemukan level kualitas argumentasi siswa kebanyakan pada level 1 (*unsupported*).

Hampir sepertiga dari siswa, kualitas argumentasi berada pada level 3. Siswa pada level 3 sudah mampu membuat alasan yang disertai dukungan data, fakta dan dapat menganalisis hubungan umum, sebab akibat, fakta lapangan. Pada level ini kebanyakan siswa menggunakan fakta lapangan dan hasil mengamati suatu objek sebagai pondasi menyusun argumentasi. Siswa sudah mampu berargumen dengan menggunakan kualitas level 3 sudah cukup baik, dan diharapkan siswa dapat meningkat ke level 4. Level 4 adalah level tertinggi dari kualitas argumentasi ilmiah yang mana jika dicapai akan meningkatkan kualitas pembelajaran siswa.

Level kualitas argumentasi level 4 (*ruled-based*) siswa sangat rendah. Dapat dikatakan bahwa siswa masih kesulitan dalam menyusun argumen berdasarkan kajian ilmiah (*teori, prinsip, hukum*). Kesulitan ini bukan hanya dirasakan oleh siswa, guru memiliki kesulitan yang sama (Martín-Gómez & Erduran, 2018). Kesulitan ini terjadi salah satu sebab adalah pengetahuan awal siswa. Siswa memasukkan informasi kedalam argumen mereka yang memiliki pengetahuan sebelumnya (Faize et al., 2017), pemahaman partisipan terhadap argumen terbatas, menggunakan alasan yang tidak mereka pahami (Martín-Gómez & Erduran, 2018).

Level kualitas argumentasi ilmiah siswa yang cenderung rendah tidak hanya terjadi pada siswa sekolah menengah atas yang belajar fisika, tetapi terjadi juga pada siswa sekolah dasar, siswa sekolah menengah pertama, mahasiswa fisika dan guru. Kemampuan argumentasi pada 332 guru yang ada di Spanyol menunjukkan bahwa rata-rata tes argumentasi rendah sebesar 14,42 dengan 36 skor maksimum (Martín-Gómez & Erduran, 2018). Hardy, Kloetzer, Möller, & Sodian (2008) menemukan siswa sekolah dasar kebanyakan berada pada level argumentasi level 1 (*unsupported*) dengan rata-rata kemampuan argumentasi siswa sebesar 63% jawaban berdasarkan *premise* dan *claim*. Penelitian kemampuan argumentasi ilmiah pada pembelajaran IPA ditemukan jarang mencapai level argumentasi ilmiah yang tinggi, kebanyakan siswa menjawab tanpa ada dukungan fakta (Jimenez-Alexandre, Rodrigues, & Duschl, 2000). Sutopo et al (2012) meneliti kemampuan argumentasi ilmiah mahasiswa yang sudah belajar fisika dasar, mekanika, dan telah mengikuti kursus *Selected Topic of School Physics (STSP)*. Peneliti

menemukan rata-rata kemampuan argumentasi ilmiah mahasiswa berada pada level 2 (*phenomenological*). Mahasiswa yang kemampuan argumentasinya berada pada level 2 menggunakan argumen berdasarkan data yang terbatas. Mahasiswa mungkin tidak mengerti cara menyelesaikan soal sehingga memilih menggunakan data yang terbatas pada soal. Data yang terbatas ini dijadikan dukungan dalam menjawab persoalan yang ada.

Kemampuan argumentasi ilmiah yang rendah juga ditemukan pada konsep ikatan kimia pada pelajaran kimia di sekolah Madrasah Aliyah, Sekolah Menengah Atas, dan Perguruan Tinggi yang diteliti oleh Wahdan, Sulistina, & Sukarianingsih (2017). Subjek penelitian terdiri dari 32 siswa kelas X MIA 1 SMAN Lawang, 32 siswa kelas X MIA 3 SMAN Malang, dan 31 mahasiswa perguruan tinggi semester II Universitas Negeri Malang yang sudah belajar materi ikatan kimia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan peserta didik kebanyakan pada level 2 dengan persentase terbanyak adalah mahasiswa UM sebesar 53.76%, diikuti SMAN Lawang sebesar 49.31%, dan MAN Malang 47.91%.

Perbandingan Kualitas Argumentasi Ilmiah Siswa Tiap Kategori

Uji beda dilakukan untuk menguji perbedaan dua kelompok atau lebih secara signifikan. Terlebih dahulu diuji prasyarat analisis parametrik dengan menguji distribusi kurva data apakah data berdistribusi normal. Kemudian, menguji perbedaan varians antara data yang diujikan. Jika antar data terdapat kesamaan varians atau homogen maka uji dapat dilanjutkan dengan menggunakan uji parametrik. Jika salah satu syarat tidak terpenuhi yaitu data tidak berdistribusi normal atau data antar kelompok tidak homogen maka penelitian untuk uji beda dapat dilakukan menggunakan uji beda parametrik.

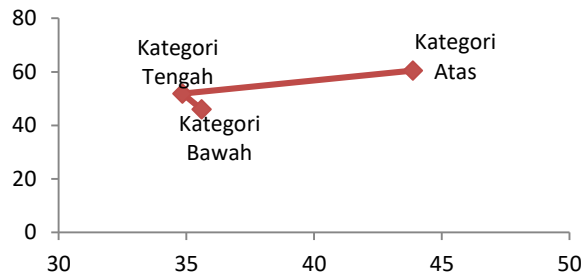
Hasil analisis data menunjukkan bahwa data kualitas argumentasi ilmiah tiga kelompok memiliki distribusi yang normal ditunjukkan dengan nilai *Skewness* diantara -1 dan 1. Uji homogenitas menggunakan uji Levene ditunjukkan bahwa data perbedaan antar kelompok rata-rata tidak homogen dan hanya varians antar kategori bawah dan kategori atas yang menunjukkan adanya kesamaan varians. Tidak terpenuhi asumsi uji parametrik, maka uji beda dapat dilakukan menggunakan uji non parametrik. Untuk menguji ketiga kelompok sampel bebas dan tidak memenuhi asumsi parametrik dapat menggunakan uji Kruskal-Wallis.

Hasil uji beda tiga kelompok kategori atas, kategori tengah, kategori bawah menunjukkan nilai signifikansi < 0.05 yang berarti terdapat perbedaan kualitas argumentasi ilmiah yang signifikan antara kategori atas, kategori tengah, dan kategori bawah. Uji beda dilanjutkan menggunakan *Independent T test* untuk menguji perbedaan rata-rata kualitas argumentasi siswa antara dua kelompok. Pertimbangan menggunakan uji t sampel bebas dikarenakan uji ini memperhitungkan asumsi bahwa antar data variansnya sama (homogen) atau antar data variansnya tidak sama (tidak homogen/heterogen). Hasil uji beda menunjukkan bahwa antara kategori atas dan kategori tengah menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan diperoleh dari hasil signifikansi SPSS sebesar $0.001 < 0.05$. Perbedaan yang signifikan juga terjadi pada kategori atas dan kategori tengah dengan nilai signifikansi 0.001. Kualitas argumentasi ilmiah siswa antara kategori tengah dan kategori atas menghasilkan nilai signifikansi $0.750 > 0.05$, bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kualitas argumentasi sekolah kategori sedang dengan sekolah kategori tinggi. Penelitian tentang perbedaan kelompok dalam membandingkan argumentasi ilmiah juga diteliti oleh berbagai peneliti.

Peneliti ingin menguji pengelompokan berdasarkan usia berpengaruh terhadap kemampuan argumentasi ilmiah guru. Kelompok yang diuji adalah kelompok usia 19—24, 25—30, dan >30 . Analisis menggunakan ANOVA menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan dalam pemahaman argumen antara tiga rentang usia dalam kelompok peserta. Dengan hasil Rentang usia peserta dan lamanya pengalaman mengajar tidak berdampak pada kualitas pemahaman mereka tentang argumentasi (Martín-Gómez & Erduran, 2018).

Pengelompokan berdasarkan jenis kelamin terhadap kemampuan argumentasi dengan subjek 58 siswa sebagai kelas eksperimen dan 46 siswa sebagai kelas kontrol. Penelitian ini tidak menemukan perbedaan yang signifikan dalam keterampilan argumentasi antara siswa perempuan terlibat dalam argumentasi tim-dalam-gender (kondisi pengobatan) dan siswa perempuan yang terlibat dalam catatan tim lintas-gender (kondisi kontrol). Namun, penelitian ini menemukan perbedaan yang signifikan dalam keterampilan argumentasi antara siswa laki-laki yang terlibat dalam tim-gender dalam penilaian (kondisi pengobatan) dan mahasiswa yang terlibat dalam argumentasi tim lintas-gender (kondisi kontrol). Siswa laki-laki yang terlibat dalam argumentasi tim-dalam-gender (kondisi perlakuan) berkinerja lebih buruk daripada siswa laki-laki yang terlibat dalam argumentasi lintas-gender (kondisi kontrol) dalam keterampilan argumentasi pada esai individu, khususnya dalam keterampilan sanggahan (Hsu et al., 2018).

Pengelompokan berdasarkan kelas, sekolah, dan jenis kelamin juga dilakukan oleh peneliti. Subjek penelitian adalah 578 siswa dengan rincian 304 siswa laki-laki dan 274 siswa perempuan yang terbagi pada kelas 9, 10, 11, 12, dan mahasiswa dengan lima sekolah yang dibagi menjadi tiga level A, B, dan C di empat kota yang berbeda karakteristik. Temuan menunjukkan bahwa jenis kelamin tidak memengaruhi kompetensi siswa dalam menulis argumentasi ilmiah, tetapi tingkat kelas dan tingkat sekolah memengaruhi argumentasi ilmiah sehingga menjadi faktor kunci. Kompetensi siswa dalam menulis argumentasi ilmiah pada level kelas 4 dan 3 sekolah lainnya level kelas 4 adalah secara signifikan berbeda (Deng & Wang, 2017). Untuk memahami secara garis besar pengaruh kategori sekolah terhadap kualitas argumentasi ilmiah siswa dapat dilihat secara garis besar pada Gambar 3.



Gambar 3. Plot Kualitas Argumentasi Ilmiah dengan Kategori Sekolah

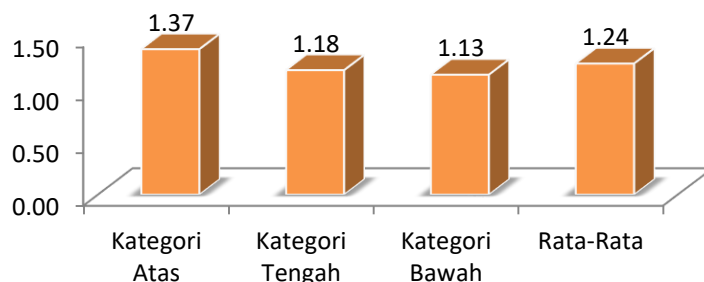
Gambar 3. tidak dapat digunakan untuk mendeskripsikan pengaruh kategori sekolah terhadap kualitas argumentasi ilmiah siswa karena garis hubung tidak linier. Hal ini disebabkan ada penyimpangan data. Penyimpangan data terjadi pada kategori tengah. Kualitas argumentasi siswa kategori tengah lebih kecil ketimbang kategori bawah. Penyimpangan data ini mungkin disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya kondisi sekolah yang berbeda, guru pengajar yang berbeda, kemampuan siswa juga berbeda, dan faktor pengawasan oleh guru pada saat pelaksanaan tes. Beberapa hal yang menyebabkan perbedaan di semua sampel penelitian adalah pada saat test dilakukan secara dadakan atau tidak diberi tahu sebelumnya, sehingga siswa tidak siap, pelajaran Hukum Newton sudah lama diberikan guru, sehingga sebagian siswa sudah lupa dengan materi yang diberikan guru, tenaga pengajar yang berbeda, baik pengalaman mengajar guru yang berbeda juga ikut menentukan perbedaan nilai hasil belajar yang diperoleh siswa, tingkat pengawasan pada saat tes dilakukan juga berbeda, kepadatan populasi kelas juga berbeda, kemampuan awal (IQ) siswa juga berbeda, dimana pada sekolah tertentu untuk memenuhi jumlah peserta didik, karena kekurangan peserta didik akhirnya menerima nilai UN yang rendah, sementara di sekolah tertentu nilai UN nya cukup tinggi. Hal tersebut akan berdampak pada data yang dikumpulkan.

Deskripsi Validitas Konseptual Argumentasi Ilmiah Siswa

Tabel 4. Deskripsi Statistik Validitas Konseptual Argumentasi Ilmiah

	N	Min	Max	Mean	Median	Mode	Std.Dev	Skewness	
								Statistic	Std.Error
Kategori Atas	95	10	70	45.79	50	53.33	14.1	-0.712	0.247
Kategori Tengah	99	0	70	39.19	40	56.67	17.98	-0.26	0.243
Kategori Bawah	64	6.67	53.33	37.76	40	33.33	12.46	-0.601	0.299
Jumlah Kategori	258	0	70	41.27	43.33	50	15.7	-0.447	0.152

Validitas konseptual argumentasi siswa dapat dilihat pada Tabel 4. Rata-rata Grup J sebesar 41.25. Modus menunjukkan nilai sebesar 50 yang artinya nilai 50 adalah nilai kebanyakan yang diperoleh siswa dalam mengerjakan tes. Median sebesar 43.33 menunjukkan nilai perolehan siswa di posisi paling tengah diantara siswa. Nilai minimum siswa adalah 0 berarti jawabannya siswa tidak ada yang benar dan nilai maksimum adalah 70. *Skewness* (kemiringan kurva atau kecenderungan kurva) menunjukkan tingkat kemiringan kurva normal. Jika nilai kemiringan diantara -1 dan 1 maka termasuk kategori normal. Jadi, data validitas konseptual argumentasi ilmiah ketiga kategori termasuk berdistribusi normal. Untuk melihat sejauh mana perbedaan antara validitas konseptual argumentasi ilmiah siswa sekolah kategori atas, sekolah kategori tengah, dan sekolah kategori bawah dapat dilihat dari Gambar 4.

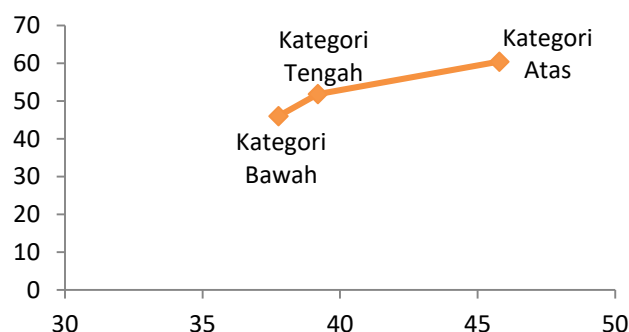


Gambar 4. Rata-Rata Level Validitas Konseptual Argumentasi Ilmiah Masing-Masing Kategori

Validitas konseptual argumentasi ilmiah dinilai berdasarkan lengkap tidaknya dan logis tidaknya argumentasi siswa. Validitas konseptual argumentasi ilmiah dibagi menjadi empat level berdasarkan pada Tabel 2. Level ini adalah level 0 (*unidentified*), level 1 (*invalid*), level 2 (*partially valid*), dan level 3 (*fully valid*). Kategori atas memiliki validitas konseptual yang baik dibandingkan dengan kategori tengah dan kategori bawah. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 4. Kategori atas memiliki validitas konseptual level 3 lebih tinggi sebesar 5%, diikuti oleh kategori tengah sebesar 2%, kategori bawah 0%. kategori atas memiliki validitas konseptual level 2 yang juga lebih tinggi sebesar 44% dibanding kategori tengah sebesar 41% dan kategori bawah sebesar 30%. Hal ini menunjukkan bahwa siswa kategori atas lebih baik validitas konseptual argumentasi ilmiahnya dibanding kategori tengah dan kategori bawah, dilihat dari tingginya validitas konseptual argumentasi ilmiah pada level tinggi yaitu level 2 dan level 3. Kategori tengah memiliki validitas konseptual level 2 dan level 3 yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan kategori bawah. Validitas konseptual argumentasi siswa kategori bawah berada pada level 1 sebesar 54%, setengah dari siswa berargumen menggunakan alasan yang tidak logis.

Perbandingan Validitas Konseptual Argumentasi Ilmiah Siswa Tiap Kategori

Uji beda dilakukan menggunakan uji Kruskal-Wallis untuk menguji perbedaan tiga kelompok dilanjutkan dengan uji t sampel bebas untuk menguji perbedaan dua kelompok. Uji beda antara tiga kelompok kategori atas, kategori tengah, dan kategori bawah menghasilkan nilai signifikansi $0.01 < 0.05$. Artinya, ada perbedaan yang signifikan antara validitas konseptual argumentasi ilmiah siswa kategori atas, kategori tengah, dan kategori bawah. Selanjutnya, menguji perbedaan antara dua kelompok. Validitas konseptual argumentasi ilmiah siswa antara kategori atas dan kategori tengah menghasilkan nilai signifikansi $0.005 < 0.05$ yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara validitas konseptual argumentasi ilmiah siswa sekolah kategori tinggi dengan validitas konseptual argumentasi ilmiah siswa sekolah kategori sedang. Antara kategori tengah dan kategori atas terdapat perbedaan yang signifikan antara validitas konseptual argumentasi ilmiah siswa kategori tengah dan kategori atas dengan nilai signifikansi $0.0 < 0.05$. Validitas konseptual argumentasi ilmiah siswa antara kategori tengah dan kategori atas menghasilkan nilai signifikansi $0.549 > 0.05$, berarti tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara validitas konseptual argumentasi ilmiah siswa sekolah kategori sedang dengan validitas argumentasi ilmiah siswa sekolah kategori tinggi. Untuk memahami secara garis besar pengaruh kategori sekolah terhadap validitas konseptual argumentasi ilmiah siswa dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Plot Validitas Konseptual Argumentasi Ilmiah dengan Kategori Sekolah

Gambar 5. mendeskripsikan pengaruh kategori sekolah terhadap validitas konseptual argumentasi ilmiah siswa. Kategori sekolah dapat menggambarkan validitas konseptual argumentasi ilmiah siswa. Kategori sekolah berpengaruh positif terhadap validitas konseptual argumentasi ilmiah siswa, ditunjukkan dengan garis linier pada Gambar 6. Garis linier ini mempunyai arti bahwa semakin tinggi tingkat kategori sekolah maka semakin tinggi pula hasil validitas konseptual argumentasi ilmiah siswa.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dijabarkan, adapun kesimpulan dari penelitian ini. *Pertama*, rata-rata kualitas argumentasi ilmiah siswa kelas X MIA SMA kategori tinggi (43.87), X MIA SMA kategori sedang rata-rata 34.85, X MIA SMA kategori rendah rata-rata 35.59, dan rata-rata kualitas argumentasi ilmiah siswa kelas X MIA SMA Negeri kota Banjarmasin 38.35 dengan persentase kualitas argumentasi ilmiah di level 0 sebesar 20%, level 1 sebesar 36%, level 2 sebesar 17%, level 3 sebesar 26%, dan level 4 sebesar 2%. *Kedua*, kualitas argumentasi ilmiah Hukum Newton siswa di kategori sekolah yang berbeda (a) terdapat perbedaan yang signifikan antara kualitas argumentasi ilmiah siswa kelas X MIA kategori tinggi, sedang, dan rendah; (b) terdapat perbedaan yang signifikan antara kualitas argumentasi ilmiah siswa kelas X MIA SMA kategori rendah dan kategori sedang; (c) terdapat perbedaan yang signifikan antara kualitas argumentasi ilmiah siswa kelas X MIA SMA kategori rendah dan kategori tinggi; (d) tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kualitas argumentasi ilmiah

siswa kelas X MIA SMA kategori sedang dan kategori tinggi. *Ketiga*, rata-rata validitas konseptual argumentasi ilmiah siswa kelas X MIA SMA kategori tinggi 45.79, X MIA SMA kategori sedang rata-rata 39.19, X MIA SMA kategori rendah rata-rata 37.76 dan rata-rata validitas argumentasi ilmiah siswa kelas X MIA SMA Negeri kota Banjarmasin 41.27 dengan persentase validitas konseptual argumentasi ilmiah di level 0 sebesar 21%, level 1 sebesar 37%, level 2 sebesar 39%, dan level 3 sebesar 3%. *Keempat*, validitas konseptual argumentasi ilmiah siswa di kategori sekolah yang berbeda (a) terdapat perbedaan yang signifikan antara validitas konseptual argumentasi ilmiah Hukum Newton siswa kelas X MIA kategori tinggi, sedang, dan rendah; (b) terdapat perbedaan yang signifikan antara validitas konseptual argumentasi ilmiah siswa kelas X MIA SMA kategori rendah dan kategori sedang; (c) terdapat perbedaan yang signifikan antara validitas konseptual argumentasi ilmiah siswa kelas X MIA SMA kategori rendah dan kategori tinggi; (d) tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara validitas konseptual argumentasi ilmiah siswa kelas X MIA SMA kategori sedang dan kategori tinggi.

Berdasarkan kesimpulan yang telah dijabarkan di atas, adapun saran yang peneliti berikan berkenaan dengan penelitian selanjutnya. *Pertama*, perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai kemampuan argumentasi ilmiah siswa tentang perbedaan argumentasi ilmiah apakah dipengaruhi oleh tingkat sekolah, tingkat kelas, jenis kelamin untuk dijadikan patokan para pendidik, pengajar, dan pemerintah dalam menyusun kurikulum, khususnya bidang fisika. *Kedua*, bagi siswa, untuk meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah karena kemampuan ini sangat penting. Tidak hanya berguna di pelajaran fisika, tetapi secara umum dalam pelajaran lain dan secara luas dalam kehidupan sehari-hari. *Ketiga*, bagi guru pengajar khususnya pengajar Fisika, untuk lebih memahami kelemahan siswa dalam berargumentasi ilmiah dan mendapatkan solusi yang cocok dalam pengajaran berdasarkan kriteria unik daerah masing-masing.

DAFTAR RUJUKAN

- Baumtrog, M. D. (2018). Reasoning and Arguing, Dialectically and Dialogically, Among Individual and Multiple Participants. *Argumentation*, 32(1), 77–98. <https://doi.org/10.1007/s10503-017-9420-3>.
- Bravo-Torija, B., & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2018). Developing an Initial Learning Progression for the Use of Evidence in Decision-Making Contexts. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(4), 619–638. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9803-9>.
- Dauphin, J., & Cramer, M. (2018). Extended Explanatory Argumentation Frameworks. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)* (Vol. 10757 LNAI, pp. 86–101). https://doi.org/10.1007/978-3-319-75553-3_6.
- Deng, Y., & Wang, H. (2017). Research on Evaluation of Chinese Students' Competence in Written Scientific Argumentation in the Context of Chemistry. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 18(1), 127–150. <https://doi.org/10.1039/C6RP00076B>.
- Erduran, S. (2018). Toulmin's Argument Pattern as a "Horizon of Possibilities" in the study of argumentation in science education. *Cultural Studies of Science Education*, pp. 1–9. <https://doi.org/10.1007/s11422-017-9847-8>.
- Erduran, S., Ozdem, Y., & Park, J. Y. (2015). Research Trends on Argumentation in Science Education : A Journal Content Analysis from 1998 – 2014. *International Journal of STEM Education*, 2(5), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0020-1>
- Faize, F. A., Husain, W., & Nisar, F. (2017). A Critical Review of Scientific Argumentation in Science Education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(1), 475–483. <https://doi.org/10.12973/ejmste/80353>.
- Furtak, E. M., Hardy, I., Beinbrech, T., Shavelson, R. J., & Shemwell, J. T. (2008). A Framework for Analyzing Reasoning in Written Assessments. *Annual Meeting of the American Educational Research Association*, 0–51.
- Gerspacher, R. (2018). Knowledge Argument: Scientific Reasoning and the Explanatory Gap. *Axiomathes*, 28(1), 63–71. <https://doi.org/10.1007/s10516-017-9335-5>.
- Hardy, I., Kloetzer, B., Möller, K., & Sodian, B. (2008). The Analysis of Classroom Discourse: Elementary School Science Curricula Advancing Reasoning with Evidence, (March), 1–35.
- Hoffmann, M. H. G. (2017). The Exclusive Notion of "Argument Quality." *Argumentation*, pp. 1–28. <https://doi.org/10.1007/s10503-017-9442-x>
- Hsu, P., Dyke, M. Van, Smith, T. J., & Looi, C. (2018). Skills Among Middle-Level Students. *Educational Technology Research and Development*. <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9574-1>.
- Jimenez-Aleixandre, M., Rodrigues, A., & Duschl, R. (2000). "Doing the Lesson" or "Doing Science": Arguments in High School Genetics. *Science Education*, 84, 757–792.
- Macagno, F., & Walton, D. (2018). Practical Reasoning Arguments: A Modular Approach. *Argumentation*, pp. 1–29. <https://doi.org/10.1007/s10503-018-9450-5>.
- Mao, L., Liu, O. L., Roohr, K., Belur, V., Mulholland, M., Lee, H. S., & Pallant, A. (2018). Validation of Automated Scoring for a Formative Assessment that Employs Scientific Argumentation. *Educational Assessment*, 23(2), 121–138. <https://doi.org/10.1080/10627197.2018.1427570>.
- Martín-Gámez, C., & Erduran, S. (2018). Understanding Argumentation about Socio-Scientific Issues on Energy: a Quantitative Study with Primary Pre-Service Teachers in Spain. *Research in Science and Technological Education*, pp. 1–21. <https://doi.org/10.1080/02635143.2018.1427568>.

- Sutopo, Liliyasi, 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, 741–766.
- Wahdan, W. Z., Sulistina, O., & Sukarianingsih, D. (2017). Analisis Kemampuan Berargumentasi Ilmiah Materi Ikatan Kimia Peserta Didik SMA, MAN, dan Perguruan Tinggi Tingkat I. *Jurnal Pembelajaran Kimia*, 2(2), 30–40.