

PENERAPAN MODEL *ARGUMENT-DRIVEN INQUIRY* (ADI) DENGAN BANTUAN *PHET SIMULATION* UNTUK MELATIH ARGUMENTASI ILMIAH PESERTA DIDIK KELAS XI SMA PADA TOPIK GAS IDEAL

Angki Yustito Dulim, Madlazim

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

#Email: angkidulim@gmail.com, madlazim@unesa.ac.id

Abstrak

Sistem pembelajaran pada abad 21 memiliki tujuan yang berfokus pada kemampuan peserta didik dalam memecahkan masalah serta berpikir secara kritis. Dalam proses kemampuan ini perlu didukung suatu keterampilan, yakni keterampilan melakukan argumentasi ilmiah. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mendeskripsikan keterlaksanaan model pembelajaran *Argument-Driven-Inquiry* pada pembelajaran Fisika, pengaruh penerapan model pembelajaran ADI terhadap kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik serta respon peserta didik terhadap penerapan model pembelajaran ADI. Jenis penelitian yang digunakan yaitu *Experimental Design*, dengan desain penelitian *Pretest-Posttest Control Group Design*. Metode pengumpulan data yang digunakan yaitu observasi, tes dan angket. Hasil penelitian menunjukkan pembelajaran ADI terlaksana dengan sangat baik. Berdasarkan pada kategori kelasnya, kemampuan berargumentasi secara ilmiah pada setiap peserta didik memiliki perbedaan yang cukup signifikan dimana hal tersebut diperkuat dengan nilai gain. Besaran nilai gain untuk kelas eksperimen mencapai 0,49 (kategori sedang) dan kelas kontrol hanya mencapai 0,17 (kategori rendah). Kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik mampu mencapai level 5 untuk indikator memberikan gagasan (claim), level 4 pada indikator menganalisis data, memberikan pembenaran rasional serta mampu memvalidasi atau menolak klaim berdasarkan bukti ilmiah. Perspektif statistik mencatat bahwa respon peserta didik mempunyai 3 faktor utama sebagai faktor yang membentuk pola argumentasi peserta didik, dengan persentase kumulatif sebesar 69,591%.

Kata kunci: *Argument-Driven Inquiry*, PhET Simulation, Kemampuan Argumentasi Ilmiah

Abstract

The learning system in the 21st century has a goal that focuses on the ability of students to solve problems and think critically. In the process, this ability needs to be supported by a skill, namely the ability to carry out scientific arguments. The purpose of this study is to describe the implementation of the Argument-Driven-Inquiry learning model in physics learning, the effect of the application of the ADI learning model on students' scientific argumentation abilities and student responses to the application of the ADI learning model. The type of research used is Experimental Design, with a research design of Pretest-Posttest Control Group Design. Data collection methods used are observation, tests and questionnaires. The results of the study showed that ADI's learning was carried out very well. Based on the class category, the ability to argue scientifically in each student has a significant difference where this is reinforced by the gain value. The gain value for the experimental class reached 0.49 (medium category) and the control class only reached 0.17 (low category). Students' scientific argumentation abilities are able to reach level 5 for indicators of providing ideas (claims), level 4 on indicators of analyzing data, providing rational justification and being able to validate or reject claims based on scientific evidence. The statistical perspective noted that the student's response had three main factors as factors that formed the pattern of students' argumentation, with a cumulative percentage of 69.591%.

Keywords: *Argument-Driven Inquiry*, PhET Simulation, Scientific Argumentation Skills

PENDAHULUAN

Kurikulum 2013 Revisi 2017 merupakan penyempurnaan dari Kurikulum 2013 setelah beberapa kali mengalami perubahan. Kurikulum yang diterapkan di Indonesia saat ini bertujuan untuk mengikuti perkembangan zaman serta meningkatkan kualitas peserta didik dalam aspek sikap, pengetahuan maupun keterampilan. Pembelajaran dalam Kurikulum 2013 Revisi 2017 berorientasi pada pembelajaran abad ke-21. Penekanan pada sistem pembelajaran di abad 21 lebih berfokus pada bagaimana peserta didik mampu dalam mencari penyelesaian suatu masalah melalui rumusan, observasi maupun informasi dari masalah tersebut disertai dengan kolaborasi dan berpikir secara analitis (Kemendikbud, 2013). Dapat dinyatakan bahwa dalam klasifikasi, keterampilan dan literasi ini berkaitan dengan teknologi informasi dan komunikasi, kreativitas, inovasi, kerja tim dan keterampilan metakognitif (Kaçar & Balim, 2021).

Salah satu pembelajaran abad 21 yang terintegrasi dengan teknologi yang dapat digunakan melalui software seperti PhET. PhET adalah prosedur ilmiah yang dikembangkan oleh University of Colorado (Prihatiningtyas et al., 2013) Simulasi pada PhET mengacu pada hubungan antara sains dan fenomena kehidupan nyata sebagai dasar untuk pembelajaran interaktif dan pendekatan konstruktif dan memberi kesempatan belajar yang kreatif (Perkins et al., 2006). Keunggulan pembelajaran menggunakan laboratorium virtual yaitu mampu menyajikan konsep-konsep absurd yang tidak dapat disajikan dengan penyampaian langsung, dan laboratorium virtual dapat menjadi tempat eksperimen yang tidak dapat dilakukan di laboratorium konvensional (Niken & Haryanto, 2010).

Kemampuan argumentasi ilmiah amat bermanfaat untuk diterapkan pada pembelajaran fisika, supaya peserta didik memiliki kemampuan bernalar dengan tingkat rasionalitas serta perspektif yang jelas dalam mempelajari berbagai hal berbasis pada kemampuan berpikir secara kritis (Watson & Glaser, 2010 dalam (Suliyannah et al., 2020). Pembekalan pada setiap peserta didik tidak terbatas oleh kemampuan itu saja, namun disisi lain kemampuan dalam berargumentasi secara ilmiah juga dapat menjadi perbekalan yang baik dalam menjelaskan berbagai fenomena alam dari kacamata fisika dalam bentuk konsep maupun teori (Osborne, 2010).

Keterlibatan peserta didik dalam berargumentasi secara ilmiah dalam aktivitas pembelajarannya di fisika, tentu akan mendorong kemampuan mereka dalam menciptakan kreativitas untuk menyelesaikan suatu masalah menggunakan penguatan data dengan berdasar pada suatu teori, bukti maupun data yang tervalidasi

(Robertshaw & Campbell, 2013). Tingkat ketersediaan dari pemodelan dalam sistem pembelajaran tersebut hanya dapat diterapkan pada peserta didik dengan membekali kemampuan berargumentasi masih terbatas. Salah satu alternatif model pembelajaran yang dikembangkan untuk diterapkan dalam melatih kemampuan argumentasi ilmiah yaitu model pembelajaran *Argument-Driven Inquiry* (ADI) (Sampson et al., 2011)

Pemodelan dari sistem pembelajaran yang berfokus pada eksperimen di laboratorium merupakan definisi dari metode *Argument-Driven Inquiry* (ADI). Aktivitas yang dilakukan pada metode tersebut bertujuan untuk meningkatkan kemampuan para peserta didik dari segi argumentasi dan pemahaman (Demircioglu & Ucar, 2015). ADI merupakan pengembangan dari model *Inquiry* dan diskusi. Dalam pelaksanaannya terdapat 8 langkah-langkah atau sintak, diantaranya yaitu : (1) Pengidentifikasi suatu tugas; (2) Pengumpulan basis data; (3) Memproduksi elemen tentatif suatu argumen; (4) Sesi argumentasi; (5) Diskusi secara refleksi dan eksplisit; (6) Penyusunan laporan investigasi; (7) Melakukan *peer-review* tersamar ganda; dan (8) Proses revisi laporan (Grooms et al., 2015).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Kurniasari & Setyarsih, 2017) yang berjudul "Penerapan Model Pembelajaran Argument Driven Inquiry (ADI) untuk Melatihkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Peserta didik pada Materi Usaha dan Energi" hasilnya menunjukkan bahwa dengan penerapan model ADI mampu mencapai level 4 pada indikator kalim dan menganalisis data, dan level 3 pada indikator memberikan pembenaran rasional.

Berdasarkan hasil observasi awal penulis di SMAN 3 Sidoarjo pada tanggal 11 Oktober 2020, diketahui bahwa 65 peserta didik menerima pelajaran di kelas masih difokuskan pada penyampaian konten dan pemecahan masalah. Bersama dengan itu menurut guru fisika di sekolah tersebut, kegiatan praktikum sudah dilaksanakan dalam bentuk kegiatan kelompok. Hanya saja dalam penyajiannya, hanya melakukan presentasi dari satu kelompok tanpa adanya kegiatan diskusi lanjutan. Dari hasil jawaban daftar pertanyaan peserta didik menyatakan bahwa peserta didik menyukai pembelajaran dengan sistem kelompok dan kegiatan praktikum, namun peserta didik belum mengetahui tentang argumentasi ilmiah. Guru fisika belum pernah melatih argumentasi ilmiah dalam pembelajaran fisika. Debat/argumentasi yang pernah dilakukan peserta didik hanya terkait rumus yang digunakan untuk menyelesaikan soal dari guru tanpa membahas konsep yang dipelajari. Penjabaran terkait fakta diatas memberikan asumsi bahwa kemampuan argumentasi

secara ilmiah belum dilatihkan secara maksimal dan lebih menekankan pada segi pengetahuannya.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, perlu diterapkan model pembelajaran *Argument-Driven Inquiry* (ADI) agar peserta didik dapat menyampaikan argumentasi pada pembelajaran fisika, dan mencetak peserta didik yang berkompentensi yang diharapkan pada pembelajaran abad ke-21.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini berbasis pada penggunaan metode *Experimental Design* dengan menghadirkan perbandingan yaitu kelompok kontrol guna memvalidasi kepastian dari temuan maupun hasil pada suatu objek yang diberikan perlakuan khusus (Suharsimi, 2010). Teknik pengambilan data menggunakan *cluster random sampling* dengan objek penelitian yaitu peserta didik Kelas XI MIPA SMA Negeri 3 Sidoarjo. Teknik tersebut mengacu pada pemilihan sampel pada area atau wilayah tertentu (Sugiyono, 2012). Pengelompokan dari teknik tersebut terbagi atas kelompok kelas eksperimen yaitu MIPA 1 dan kontrol yaitu MIPA 2. Rancangan penelitian menggunakan rancangan *Control Group Pretest and Posttest*. Rancangan penelitian tersebut dipilih untuk mendeskripsikan hasil perbandingan nilai *Pretest and Posttest*.

Tabel 1. Control Group Pretest and Posttest (Suharsimi, 2010)

Kelas	Posttest	Perlakuan	Pretest
Eksperimen	O ₁	X	O ₂
Kontrol	O ₁	-	O ₂

Keterangan :

O₁ : Mewakili simbol dari *pretest* (tes awal penelitian) di setiap kategori kelas yaitu eksperimen dan kontrol dalam kondisi sebelum adanya perlakuan khusus guna memperoleh informasi terkait kemampuan awal dari setiap peserta didik

X : Mewakili simbol dari penerapan model pembelajaran berbasis ADI (*Argument-Driven-Inquiry*) menggunakan dukungan dari aplikasi PhET guna memberikan pelatihan terhadap setiap peserta didik dalam berargumentasi secara ilmiah

- : Mewakili simbol dari model pembelajaran umum yang digunakan oleh guru pada setiap KBM (Kegiatan Belajar Mengajar)

O₂ : Mewakili simbol dari *posttest* (tes akhir penelitian) di setiap kategori kelas yaitu eksperimen dan kontrol dalam kondisi sudah diberikan perlakuan khusus guna memperoleh informasi terkait perubahan kemampuan dalam berargumentasi secara ilmiah dari setiap peserta didik

Lembar observasi yang digunakan pada penelitian ini dijadikan tolak ukur dari pelaksanaan metode pembelajaran berbasis ADI dengan memberikan lembar soal *pretest* dan *posttest* guna memperoleh informasi dari segi kemampuan, hasil belajar dan respon dari peserta didik sebelum dan sesudah diadakannya pelatihan berargumentasi secara ilmiah selama proses KBM berlangsung. Pengujian data dilakukan sebagai proses uji prasyarat analisis data yang terdiri atas uji homogenitas dan uji normalitas. Uji normalitas dilakukan dari hasil *pretest* dan *posttest*. Pengujian normalitas dilakukan dengan menggunakan persamaan uji *chi kuadrat*. Uji homogenitas atau tidaknya varians dari sampel yang digunakan penelitian dapat diketahui melalui uji homogenitas.

Pengujian pada proses pembelajaran menurut analisis keterlaksanaannya mengacu pada penilaian uji t dua pihak, uji t satu pihak, uji-t *dependent* dan uji *gain* ternormalisasi. Uji-t dua pihak digunakan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan rata-rata hasil penelitian antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Uji-t satu pihak digunakan untuk mengetahui apakah rata-rata hasil penelitian kelas eksperimen lebih baik ataukah lebih buruk dari hasil penelitian kelas kontrol. Uji-t *dependent* digunakan untuk menyelidiki perbedaan rata-rata sampel antara sebelum dan sesudah diberi perlakuan. Uji *gain* Ternormalisasi Untuk mengetahui apakah terjadi peningkatan kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik digunakan *gain* ternormalisasi.

Rubrik penilaian menjadi acuan struktur penilaian kemampuan para peserta didik dalam berargumentasi secara ilmiah. Argumentasi yang ditekankan adalah dari segi penulisan. Perolehan nilai dari *pretest* dan *posttest* menurut (Erduran et al., 2004) akan memperlihatkan tingkat level berdasarkan kemampuan berargumentasi secara ilmiah tiap-tiap peserta didik dan tingkatan tersebut telah tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Kemampuan Argumentasi Ilmiah (Erduran et al., 2004)

Level	Kriteria
1	Memiliki sifat klaim yang sederhana pada setiap argumennya guna adu klaim terhadap klaim balik
2	Klaim yang diajukan di dalam argumen meliputi data yang tervalidasi, <i>backing</i> , dan <i>warrant</i> serta tidak terkandung unsur sanggahan
3	Klaim yang diajukan di dalam argumen meliputi data yang tervalidasi, <i>backing</i> , dan <i>warrant</i> serta mengandung unsur yang sangat lemah sebagai sanggahan

4	Sanggahan yang teridentifikasi secara jelas menunjukkan bahwa klaim di dalam argumen tervalidasi dan memuat sejumlah klaim maupun kontra-klaim
5	Pemaparan suatu pernyataan kompleks akan didukung oleh adanya argumen yang konkret dan memuat sejumlah sanggahan.

Analisis angket respon peserta didik digunakan untuk menganalisis jawaban peserta didik. Teknik analisis data yang digunakan adalah factor analysis: *exploratory factor analysis* (EFA) dengan uji *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO) dan uji *Bartlett*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keterlaksanaan Pembelajaran *Argument Driven Inquiry* (ADI)

Proses pengimplentasian pembelajaran berbasis ADI dilaksanakan melalui hasil aktivitas dengan melakukan observasi secara penuh pada setiap peserta didik dan guru selama KBM (Kegiatan Belajar Mengajar) berlangsung di kelas. Pengaturan KBM dilakukan secara hybrid dengan frekuensi pertemuan sebanyak 3 kali. Observer yang menguji berjumlah dua orang dengan tujuan mengisi lembaran yang disediakan oleh pihak peneliti terkait observasi pada implementasi ADI dalam KBM.

Aktivitas Guru dan Peserta Didik

Aspek yang diamati pada aktivitas guru meliputi kegiatan awal, kegiatan pendahuluan, pengumpulan data dan analisis, sesi argumentasi, kegiatan akhir dan lingkungan kelas. Hasil yang diperoleh pada kegiatan pengumpulan data dan analisis memperoleh skor tertinggi, dengan rata-rata 4. Karena pada tahap ini guru mendorong kelompok berbagi ide dan guru berusaha membimbing agar peserta didik berperan aktif dalam kerja kelompok melalui percobaan aplikasi *PhET Simulation* dan ini merupakan kali pertama peserta didik melakukan percobaan virtual.

Pada tahap argumentasi, perwakilan kelompok menyampaikan hasil LKPD. Setiap kelompok diberi kesempatan untuk memberi sebuah tanggapan dan peserta didik dapat bertanya hasil yang disampaikan oleh kelompok penyaji. Berdasarkan hasil pengamatan keterlaksanaan aktivitas guru, dengan rata-rata persentase keterlaksanaan kisaran 89%-92% dengan skor rata-rata kisaran 3,5-3,65 untuk kelas eksperimen. Artinya hampir seluruh aktivitas guru pada sintaks pembelajaran telah terlaksana dengan sangat baik di setiap pertemuan.

Terdapat 9 aspek yang diamati pada aktivitas observasi peserta didik. Secara keseluruhan, aktivitas peserta didik telah dilaksanakan dengan sangat baik. Aktivitas peserta didik pada aspek membantah gagasan yang disampaikan oleh peserta didik lainnya untuk ketiga

pertemuan memperoleh skor rata-rata 3 dan persentase keterlaksanaan yaitu sebesar 75%, hal ini dapat terjadi karena peserta didik belum pernah dilatihkan argumentasi oleh karena itu peserta didik cenderung ragu-ragu dan takut dalam membantah argumentasi yang disampaikan oleh peserta didik lainnya. Berdasarkan hasil pengamatan keterlaksanaan aktivitas peserta didik, rata-rata persentase keterlaksanaan pembelajaran kisaran 86%-88%, dengan skor rata-rata kisaran 3,4-3,5 untuk kelas eksperimen. Artinya hampir seluruh aktivitas peserta didik pada setiap sintaks pembelajaran terlaksana dengan sangat baik di setiap pertemuan.

Pernyataan terkait penerapan pada model pembelajaran berbasis ADI menurut (Dwiretno & Setyarsih, 2018) memberikan efek positif berupa keaktifan peserta didik selama KBM dan penilaian pada setiap aktivitas KBM terlaksana secara baik dengan nilai rata-rata mencapai rentang 3,4 - 3,7.

Kemampuan Argumentasi Ilmiah Peserta Didik

Soal *pretest* dan *posttest* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dilakukan untuk mengukur argumentasi ilmiah peserta didik. Soal *pretest* diberikan untuk mengetahui kemampuan awal peserta didik, sedangkan untuk soal *posttest* diberikan setelah peserta didik melakukan kegiatan pembelajaran dengan penerapan model pembelajaran ADI untuk melatih argumentasi ilmiah peserta didik.

Tabel 3. Data Statistik Deskriptif Nilai kelas Eksperimen

Kelas Eksperimen	Rata-rata	Med	Mod	Min	Max	Varian s
<i>Pretest</i>	32,75	28,50	46,00	20,00	49,00	93,58
<i>Posttest</i>	63,78	63,00	69,00	52,00	76,00	35,06

Tabel 4. Data Statistik Deskriptif Nilai kelas Kontrol

Kelas Kontrol	Rata-rata	Med	Mod	Min	Max	Varians
<i>Pretest</i>	37,28	39,50	46,00	19,00	48,00	75,36
<i>Posttest</i>	50,78	52,00	54,00	26,00	61,00	59,51

Untuk mengetahui penelitian yang digunakan normal dan homogen pada *pretest* dan *posttest* peserta didik kelas eksperimen dan kelas kontrol, maka digunakan uji normalitas dan homogenitas. Pada uji normalitas, $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$. Untuk kelas eksperimen pada nilai *pretest* diperoleh $8,99 < 11,09$ dan *posttest* $7,45 < 11,09$. Kemudian untuk kelas kontrol pada nilai *pretest* diperoleh $10,17 < 11,09$ dan *posttest* diperoleh $7,97 < 11,09$. Dengan taraf signifikan sebesar $\alpha = 0,05$. Data tersebut dapat dikatakan normalitas karena $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$.

Untuk mengetahui data tersebut homogen maka diperlukan uji homogenitas dimana $x^2_{hitung} < x^2_{tabel}$. Pada kelas eksperimen dengan nilai *pretest* diperoleh $0,04 < 11,09$ dan *posttest* diperoleh $4,93 < 11,09$.

Berdasarkan Tabel 5 dan Tabel 8 mengenai uji t-dua pihak dan gain score menunjukkan bahwa terdapat perbedaan terhadap kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik setelah diterapkan model pembelajaran ADI pada materi Hukum pada Gas Ideal.

Tabel 5. Hasil Uji t-dua pihak

Kelas Uji	Kelas Pemanding	t _{hitung}	t _{tabel}	Kesimpulan
Eksperimen	Kontrol	8,84	1,99	H ₀ ditolak

Pada uji t-dua pihak yang menggunakan nilai *posttest* dari kedua kelas, menunjukkan hasil dari proses pembelajaran. Berdasarkan Tabel 5, menunjukkan jika $t_{hitung} > t_{tabel}$, yang berdampak pada penolakan hipotesis H₀ sehingga berdasarkan fakta pada lapangan memberikan kesimpulan bahwa kemampuan setiap peserta didik di kelas eksperimen maupun kontrol tidak mempunyai kesamaan.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Uji t-satu pihak

Kelas Uji	Kelas Pemanding	t _{hitung}	t _{tabel}	Kesimpulan
Eksperimen	Kontrol	8,84	1,67	H ₀ ditolak

Signifikansi pada setiap kelas dapat terlihat secara jelas melalui uji *t-dependent* dan *t-satu pihak*. Hasil yang diperoleh pada Tabel 6 memberikan fakta bahwa $t_{hitung} > t_{tabel}$ dan berdampak pada penolakan hipotesis H₀. Sehingga memberikan kesimpulan bahwa kemampuan dalam berargumentasi secara ilmiah peserta didik pada kelas eksperimen lebih baik dari kelas kontrol.

Tabel 7. Hasil Uji *t-dependent*

Kelas	t _{hitung}	t _{tabel}	Kesimpulan
Eksperimen	4,88	2,05	H ₁ diterima
Kontrol	1,87		H ₁ ditolak

Hasil dari Tabel 7 memberikan petunjuk bahwa nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ dan tentu memberikan dampak pada hipotesis di kelas eksperimen yang lebih diterima dibandingkan dengan kelas kontrol yang ditolak. Hal tersebut juga memberikan fakta bahwa hasil dari *pretest* dan *posttest* di kelas eksperimen memiliki perbedaan dari

segi rata-rata nilainya, sedangkan di kelas kontrol sendiri tidak ditemukan perbedaan.

Tabel 8. Hasil n-gain Kelas Eksperimen dan Kontrol

Kelas	n-gain	Kategori
XI MIPA 1 (Eksperimen)	0,49	Sedang
XI MIPA 2 (Kontrol)	0,17	Rendah

Perolehan pada Tabel 8 menunjukkan hasil dari rata-rata nilai *n-gain* pada sejumlah peserta didik dimana kelas eksperimen mendapatkan nilai 0,49 dan masuk pada kriteria sedang, kelas kontrol mendapatkan nilai 0,17 dan masuk pada kriteria rendah. Berdasar pada pemaparan data tersebut terlihat jelas adanya perbedaan di antara kelas kontrol dan eksperimen.

Tabel 9. Hasil Analisis Kemampuan Argumentasi Ilmiah Peserta Didik Kelas Eksperimen

Soal No	Kelas Eksperimen									
	Level 1		Level 2		Level 3		Level 4		Level 5	
	P1	P	P	P	P	P	P	P	P	P
1	18	2	10	7	-	8	-	11	-	-
2	15	6	7	2	3	6	-	9	-	1
3	13	8	11	6	4	13	-	1	-	-
4	16	7	5	3	-	13	-	-	-	-
5	8	-	12	2	7	8	-	9	-	7
6	10	2	11	5	4	7	-	8	-	6

Keterangan :

P1 : jumlah peserta didik yang mencapai level tertentu pada *pretest*

P2 : jumlah peserta didik yang mencapai level tertentu pada *posttest*

Hasil analisis kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik di kelas eksperimen pada Tabel 9. Secara keseluruhan pada saat *pretest* peserta didik berada pada level 1,2 untuk soal nomor 1,2,3 dan 4 sedangkan untuk soal nomor 5 dan 6 dapat mencapai level 1.2 dan 3.

Kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik di kelas eksperimen secara tulis menunjukkan peningkatan setelah peserta didik mengikuti pembelajaran yang menerapkan model pembelajaran ADI. Hal ini ditunjukkan oleh peningkatan level argumentasi yang dicapai peserta didik pada *posttest*, peserta didik mampu mencapai level 3 dan 4 terkhusus soal nomor 1,3,4. Sedangkan soal nomor 2,5 dan 6 ada beberapa peserta didik yang mampu mencapai level 4 dan 5. Berdasarkan uraian tersebut didukung dengan perhitungan statistika berupa uji t-dua pihak, uji t-satu pihak dan uji gain

ternormalisasi dapat dinyatakan bahwa terdapat perbedaan nilai *pretest* dan nilai *posttest* peserta didik yang berarti terdapat peningkatan kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik dari sebelum dan sesudah pembelajaran.

Tabel 10. Hasil Analisis Kemampuan Argumentasi Ilmiah Peserta Didik Kelas Kontrol

Soal No	Kelas Eksperimen									
	Level 1		Level 2		Level 3		Level 4		Level 5	
	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
1	18	11	10	8	-	1	-	-	-	-
2	20	20	8	2	-	4	-	-	-	-
3	21	22	3	6	-	-	-	-	-	-
4	18	17	6	6	-	3	-	-	-	-
5	16	15	8	9	4	4	-	-	-	-
6	16	15	7	9	3	4	-	-	-	-

Pada Tabel 10 dapat dilihat bahwa secara keseluruhan pada saat *pretest* peserta didik berada pada level 1,2 untuk soal nomor 1,2,3 dan 4 sedangkan untuk soal nomor 5 dan 6 dapat mencapai level 1,2 dan 3. Demikian juga pada saat *posttest* di kelas kontrol dengan pembelajaran yang digunakan guru seperti biasanya, didapatkan analisis argumentasi ilmiah peserta didik relatif sama dengan *pretest*, jika ditinjau dari analisis gain didapatkan hasil yang rendah yaitu 0,17.

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan, secara keseluruhan kemampuan argumentasi peserta didik yang dilatihkan argumentasi ilmiah (kelas eksperimen) berada pada kategori sedang yakni pada argumentasi level 2 dan 3. Namun demikian, terdapat beberapa peserta didik mampu mencapai level 4 bahkan 5. Hasil ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh (Demircioglu & Ucar, 2015) yang menyatakan bahwa terjadi peningkatan nilai argumentasi ilmiah peserta didik saat model pembelajaran laboratorium ADI diterapkan.

Model *Argument-Driven Inquiry* (ADI) dapat meningkatkan penguasaan konsep peserta didik, hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian (Andriani, 2016) yang menyatakan model pembelajaran ADI dipandang dapat memfasilitasi peserta didik untuk memahami secara konsep secara baik, karena kegiatan pembelajaran pada model ADI menekankan pada konstruksi dan validasi pengetahuan melalui kegiatan penyelidikan.

Data yang dihasilkan menunjukkan bahwa model pembelajaran ADI dapat melatih kemampuan

argumentasi ilmiah peserta didik. Hal ini didukung dengan penelitian yang dilakukan (Kurniasari & Setyarsih, 2017) yang menunjukkan bahwa dalam penerapan model pembelajaran ADI diperoleh uji t-berpasangan rata-rata kemampuan argumentasi peserta didik setelah pembelajaran lebih baik dibandingkan sebelum pembelajaran. Penelitian yang dilakukan (Pangestika et al., 2017) juga menyatakan bahwa kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik sebelum dan sesudah diberikan pembelajaran mengalami peningkatan berpikir ilmiah.

Hasil temuan tentang kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Admoko et al., 2021; Hanifah & Admoko, 2019) yang menyatakan bahwa dalam pembelajaran berbasis argumentasi, kemampuan peserta didik pada level 1 dan 2 di *pretest* meningkat menjadi 3 dan 4 di *posttest*. Sedangkan pada penelitian ini pada kelas yang dilatihkan argumentasi cenderung menurun pada level 1 dan 2, sedangkan pada level 3,4 dan 5 cenderung mengalami peningkatan. Hal itu dikarenakan pada soal nomor 5 dan 6 dianggap mudah, sehingga ada peserta didik yang mampu menjawab pada level 5.

Analisis Respon Peserta Didik terhadap Pembelajaran

Angket respon peserta didik digunakan untuk mengetahui respon peserta didik terhadap model pembelajaran ADI yang diterapkan. Analisis respon diperoleh dari jawaban yang diberikan peserta didik pada lembar observasi yang telah disediakan. Lembar observasi terdiri dari 8 pertanyaan dengan 4 pilihan jawaban yaitu Sangat setuju dengan skor 4, Setuju dengan skor 3, Tidak Setuju dengan skor 2, Sangat Tidak Setuju dengan skor 1. Respon peserta didik terhadap pembelajaran model ADI dianalisis menggunakan analisis faktor.

Tabel 11. Hasil Respon Peserta Didik Kelas Eksperimen

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,642
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	79,287
	df	28
	Sig.	,000



Gambar 1. Grafik Faktor Melatihkan Argumentasi

Ilmiah Peserta Didik dengan Penerapan Model ADI

Tabel 11 menunjukkan hasil Kaiser Meyer Olkin Measure of Sampling (KMO) yang digunakan untuk membandingkan nilai koefisien korelasi dengan korelasi parsial (Yamin, S., & Kurniawan, 2014). Jika jumlah kuadrat koefisien korelasi parsial di antara seluruh pasangan variabel bernilai kecil jika dibandingkan dengan jumlah kuadrat koefisien korelasi, maka menghasilkan nilai KMO sebesar 1. Nilai KMO dianggap mencukupi jika $> 0,5$, maka semua faktor pembentuk variabel tersebut telah valid dan tidak ada faktor yang direduksi. Berdasarkan Tabel 10, diperoleh nilai KMO yaitu 0,642 dengan kriteria *Medicastore* (Hair, J., Anderson, R., Tatham, R., & Black, 1995), dan nilai *Bartlett's Test* signifikan ($\chi^2 = 79,287, df = 28, p < 0,000$). Berdasarkan nilai KMO dan *Bartlett's Test* menunjukkan bahwa analisis faktor dapat dilakukan. Nilai *eigenvalue* harus lebih besar dari satu untuk menentukan faktor yang terbentuk (N. Suprpto, 2019).

Tabel 12. Nilai Kumulatif 3 Faktor

Component	Initial Eigenvalues		
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	3,094	33,911	38,673
2	1,360	19,999	55,674
3	1,033	12,917	69,591

Berdasarkan Tabel 12 dan Gambar 1 diketahui terdapat 3 faktor yang terbentuk dengan persentase kumulatif 69,591%. Menurut Steven dalam (Nadi Suprpto, 2016) item yang mempengaruhi faktor loading harus memiliki nilai lebih dari 0,400.

Tabel 13. Nilai Item Faktor Loading

Item	Component		
	1	2	3
a2	,715		
a3	,760		
c2	,851		

a1	,750
a4	,759
c1	,794
c3	,749
c4	,549

Rentang nilai faktor *loading* yang terlihat di Tabel 13 sebagai bentuk dari pelatihan pada kemampuan berargumentasi secara ilmiah berbasis model ADI berada diantara nilai 0,549 – 08,51.

Faktor pertama adalah pembelajaran model ADI, faktor ini menduduki faktor pertama dan mampu menjelaskan 33,911% dari total jumlah varians. Secara keseluruhan item yang masuk dalam faktor pembelajaran model ADI sudah sesuai dengan teori yang dibuat, namun terdapat item c2 (dengan adanya argumentasi ilmiah dapat melatih untuk berucap maupun menulis dengan bahasa sains) dari faktor argumentasi ilmiah. Hal ini mungkin dikarenakan peserta didik berantusias terhadap pembelajaran dengan melatih argumentasi ilmiah pada peserta didik, sehingga menyebabkan item ini dapat bergeser.

Faktor kedua yang dibentuk adalah faktor argumentasi ilmiah dengan persentase 19,999% dari total jumlah varians. Pada faktor ini mendeskripsikan pembelajaran yang disajikan dapat melatih peserta didik untuk mampu memberikan suatu gagasan, menganalisis data, dan memberikan pembenaran, serta peserta didik mampu memvalidasi atau menolak klaim berdasarkan bukti ilmiah serta mencerminkan perilaku para ilmuwan.

Faktor ketiga yang dibentuk seperti pada faktor pertama yaitu faktor pembelajaran model ADI dengan persentase 12,917% dari total varians. Dalam faktor ini terbentuk 1 item dari faktor argumentasi ilmiah c3 (penyelidikan dan sesi argumentasi). Faktor ini menunjukkan bahwa peserta didik mampu melakukan sesi argumentasi yang dapat meningkatkan pemahaman dan memperpanjang proses ingatan. Selain itu peserta didik menjadi lebih aktif dan termotivasi dalam mengikuti model pembelajaran ADI serta dapat membuat peserta didik menyampaikan argumentasi secara lisan maupun tulisan.

Berdasarkan ketiga faktor yang terbentuk, terdapat faktor kedua yang hanya terbentuk dua item yaitu terkait pembelajaran dengan pola argumentasi mampu memberikan suatu gagasan (claim) dan mampu memvalidasi atau menolak suatu gagasan (claim). Hal itu diakibatkan oleh dua peserta yang tidak setuju sehingga penulis menyatakan bahwa pendapat tersebut dapat memicu faktor kedua.

Tabel 14. Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,747	8

Koefisien *Cronbach's Alpha* digunakan untuk menentukan reabilitas dari instrument (Chabibur Rochman Al Wachidy, 2018). Berdasarkan Tabel 14 dapat dilihat bahwa terdapat delapan item dengan nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 7,47 dan tiap item rata-rata nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,7. Nilai *Cronbach's Alpha* > 0,60, sehingga dapat disimpulkan bahwa semua item pertanyaan angket telah reliabel atau konsisten (Sujarweni, 2014).

SIMPULAN

Pengimplementasian sistem pembelajaran pada penelitian ini berbasis pada model ADI dimana pelaksanaannya dilakukan secara baik dan memberikan efek positif bagi setiap sampel peserta didik di SMAN 3 Sidoarjo guna melatih kemampuan berargumentasinya secara ilmiah dalam menjabarkan konsep teori kinetik gas dari hukum gas ideal.

Hasil yang didapatkan pada penerapan ADI menunjukkan perbedaan dari segi kemampuan berargumentasi secara ilmiah pada peserta didik kelas eksperimen yaitu XI MIPA 1 dan kelas kontrol yaitu XI MIPA 2 dimana untuk kategori kelas eksperimen lebih unggul dibandingkan dengan kelas kontrol. Pernyataan tersebut mengacu pada nilai gain masing-masing yang didapat dengan kelas kontrol sebesar 0,17 dan kelas eksperimen 0,49.

Pretest dan *Posttest* yang dilakukan juga memberikan hasil terkait rentang level dalam kemampuan berargumentasi secara ilmiah dengan rincian:

1. Kelas eksperimen dan kontrol berada pada rentang level 1,2, dan 3 pada hasil *Pretest*
2. Kelas eksperimen untuk hasil *posttest* pada soal nomor 1,3 dan 4 berada di level 3 dan 4 dan soal nomor 2, 5 dan 6 berada di level 4 dan 5
3. Kelas kontrol untuk hasil *posttest* pada setiap soal tetap berada di level 1,2 dan 3

Perspektif statistik mencatat bahwa respon dari peserta didik mempunyai 3 faktor utama sebagai faktor yang membentuk pola latihannya dengan rincian:

1. Pembelajaran argument driven inquiry (ADI) terbukti dapat membantu peserta didik menyampaikan argumentasi baik secara lisan maupun tulisan dengan persentase sebesar 33,911%

dari total jumlah varians

2. Kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik secara keseluruhan kelas eksperimen mampu mencapai level 5 untuk indikator memberikan gagasan (claim), sedangkan indikator menganalisis data, memberikan pembenaran dan memvalidasi atau menolak klaim berdasarkan bukti ilmiah mampu mencapai level 4 dengan persentase 19,999% dari total jumlah varians
3. Pembelajaran argument driven inquiry (ADI) membantu peserta didik melakukan sesi argumentasi yang dapat meningkatkan pemahaman dan memperpanjang proses ingatan. Selain itu peserta didik menjadi lebih aktif dan termotivasi dalam mengikuti model pembelajaran ADI ADI dengan persentase 12,917% dari total varians

Peningkatan dari segi kemampuan berargumentasi peserta didik secara ilmiah dengan basis penerapan model ADI dihitung secara kumulatif dan memiliki persentase sebesar 69,591%.

DAFTAR PUSTAKA

- Admoko, S., Hanifah, N., Suprpto, N., Hariyono, E., & Madlazim, M. (2021). The implementation of Argument Driven Inquiry (ADI) learning model to improve scientific argumentation skills of high school students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1747(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1747/1/012046>
- Andriani, Y. (2016). Peningkatan Penguasaan Konsep Siswa Melalui Pembelajaran Argument Driven Inquiry Pada Pembelajaran Ipa Terpadu Di Smp Kelas Vii. *Edusains*, 7(2), 114–120. <https://doi.org/10.15408/es.v7i2.1578>
- Chabibur Rochman Al Wachidy, M. (2018). *the Influence of Motivation To Physics Learning Achievements Grade Xi Mia Students of Sma Muhammadiyah 2 Surabaya*. 07(04), 443–447.
- Demircioglu, T., & Ucar, S. (2015). Investigating the effect of argument-driven inquiry in laboratory instruction. *Kuram ve Uygulamada Egitim Bilimleri*, 15(1), 267–283. <https://doi.org/10.12738/estp.2015.1.2324>
- Dwiretno, G., & Setyarsih, W. (2018). Pembelajaran Fisika Menggunakan Model Argument Driven Inquiry (ADI) Untuk Melatihkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Peserta Didik. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 7(2), 337–340.
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's Argument Pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915–933. <https://doi.org/10.1002/sce.20012>

- Grooms, J., Enderle, P., & Sampson, V. (2015). *Coordinating Scientific Argumentation and the Next Generation Science Standards through Argument Driven Inquiry What Is Scientific Argumentation and Why Is It important in Science?*
- Hair, J., Anderson, R., Tatham, R., & Black, W. (1995). *Multivariate Data Analysis with Readings*. NJ: Prentice Hall.
- Hanifah, N., & Admoko, S. (2019). Penerapan Model Pembelajaran Argument Driven Inquiry (ADI) Untuk Melatihkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Peserta Didik Sma. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 8(2), 593–597.
- Kaçar, S., & Balim, A. G. (2021). Investigating the Effects of Argument-Driven Inquiry Method in Science Course on Secondary School Students' Levels of Conceptual Understanding. *Journal of Turkish Science Education*, 18(4), 816–845. <https://doi.org/10.36681/tused.2021.105>
- Kemendikbud. (2013). *Salinan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No. 81A Tahun 2013 tentang Implementasi Kurikulum*. Kemendikbud.
- Kurniasari, I. S., & Setyarsih, W. (2017). Penerapan Model Pembelajaran Argument Driven Inquiry (ADI) untuk Melatihkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Siswa pada Materi Usaha dan Energi. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 6(3), 171–174. <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/inovasi-pendidikan-fisika/article/view/20276>
- Osborne, J. (2010). Arguing to learn in science: The role of collaborative, critical discourse. *Science*, 328(5977), 463–466. <https://doi.org/10.1126/science.1183944>
- Pangestika, I. W., Ramli, M., & Nurmiyati, N. (2017). The changing of oral argumentation process of grade XI students through Socratic dialogue. *International Journal of Science and Applied Science: Conference Series*, 2(1), 198. <https://doi.org/10.20961/ijsascs.v2i1.16710>
- Perkins, K., Adams, W., Dubson, M., Finkelstein, N., Reid, S., Wieman, C., & LeMaster, R. (2006). PhET: Interactive Simulations for Teaching and Learning Physics. *The Physics Teacher*, 44(1), 18–23. <https://doi.org/10.1119/1.2150754>
- Prihatiningtyas, S., Prastowo, T., & Jatmiko, B. (2013). Implementasi simulasi phet dan kit sederhana untuk mengajarkan keterampilan psikomotor siswa pada pokok bahasan alat optik. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 2(1), 18–22. <https://doi.org/10.15294/jpii.v2i1.2505>
- Robertshaw, B., & Campbell, T. (2013). Constructing arguments: Investigating pre-service science teachers' argumentation skills in a socio-scientific context. *Science Education International*, 24(2), 195–211. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eue&AN=91508841>
- 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. <https://doi.org/10.1002/sce.20421>
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta.
- Suharsimi, A. (2010). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan*. Rineka Cipta.
- Sujarweni, V. W. (2014). *Metode Penelitian: Lengkap, Praktis, dan Mudah Dipahami*. Pustaka Baru Press.
- Suliyannah, Fadillah, R. N., & Deta, U. A. (2020). The Process of Developing Students' Scientific Argumentation Skill Using Argument-Driven Inquiry (ADI) Model in Senior High School on the Topic of Elasticity. *Journal of Physics: Conference Series*, 1491(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1491/1/012046>
- Suprpto, N. (2019). Demographic sources as a local wisdom: Potency of Indonesian physics education researchers in conducting survey research. *Journal of Physics: Conference Series*, 1171(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1171/1/012003>
- Suprpto, Nadi. (2016). Students' attitudes towards STEM education: Voices from Indonesian junior high schools. *Journal of Turkish Science Education*, 13(Specialissue), 75–87. <https://doi.org/10.12973/tused.10172a>
- Yamin, S., & Kurniawan, H. (2014). *SPSS COMPLETE Teknik Analisis Terlengkap dengan Software SPSS*. Salemba Infotek.