

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Perkembangan sains dan teknologi turut menghadirkan tantangan pada abad-21. Berbagai kemampuan dasar menjadi tuntutan yang dibutuhkan dalam dunia pendidikan untuk menjembatani manusia dengan berbagai fenomena dan tantangan kehidupan. *Reasoning skills* (kemampuan penalaran) dalam sains menjadi salah satu dari keterampilan abad-21 yang harus dikuasai siswa. Kemampuan bernalar diperlukan selama merancang dan menafsirkan hasil eksperimen serta menjadi bagian keterampilan proses sains yang harus dipelajari (Coleman dkk., 2015). Bahkan menurut Birgili (2015) dan Tiruneh dkk., (2017) *Reasoning skills* menjadi karakteristik umum dari keterampilan berpikir kritis. Tanpa kemampuan bernalar yang baik, maka keterampilan berpikir kritis dan kemampuan berpikir tingkat tinggi lain tidak bisa berkembang sempurna.

Informasi mengenai kemampuan penalaran ilmiah siswa tingkat SMA, terutama pada mata pelajaran fisika di Indonesia telah diungkap melalui penelitian terdahulu. Eksplorasi terhadap kemampuan penalaran ilmiah siswa di tingkat SMA menunjukkan bahwa tingkat penalaran ilmiah siswa pada kategori rendah (Ayuningtyas dkk., 2019; Ermayanti dkk., 2019; Khoirina dkk., 2018; Sriyansyah, 2015; Mariyam, 2016; dan Gina, 2020). Melalui studi pendahuluan, diketahui bahwa sebanyak 49% partisipan berada pada tingkat *Concrete Operational*, 49% partisipan pada tingkat *Early Transitional*, dan 2% partisipan berada pada tingkat *Late Transitional*. Terlepas dari strategi pembelajaran yang digunakan, pengukuran penalaran ilmiah siswa pada topik tersebut menunjukkan tingkat penalaran ilmiah siswa yang masih rendah.

Senada dengan penilaian *Trends in Mathematics and Science Study* (TIMSS) yang merupakan salah satu studi internasional dalam menilai prestasi matematika dan juga sains siswa, menyatakan bahwa pada tahun 2015 Indonesia merupakan negara dengan peringkat ke 45 dari 48 negara dengan skor kemampuan penalaran sebesar 390 sementara skor rata-rata dari TIMSS adalah sebesar 500. Hal ini

menunjukkan bahwa ternyata kemampuan penalaran ilmiah yang dimiliki siswa di Indonesia masih terbilang rendah. Rendahnya penalaran ilmiah siswa juga mempengaruhi efektivitas pembelajaran, siswa menjadi pasif karena tidak berlangsungnya proses penyampaian gagasan dan argumentasi, konsep-konsep yang diterima tidak terbentuk secara alamiah dan konstruktif, serta komunikasi di dalam kelas terbatas hanya pada penyampaian informasi.

Suharnani (2015) dan Ardiansyah (2010) menyatakan bahwa apabila dalam pembelajaran siswa pasif dan interaksi komunikasi rendah, maka kesulitan yang dialami siswa tentang materi yang diajarkan tidak akan terlihat jelas. Hal ini tentunya akan berpengaruh kepada siswa itu sendiri dalam memahami konsep dan menyelesaikan persoalan fisika. Keberhasilan siswa dalam kegiatan pembelajaran dapat dilihat dari tingkat pemahaman dan penguasaan materi yang diberikan serta kemampuan siswa dalam mengkomunikasikan gagasannya untuk menyelesaikan persoalan yang ada. Urgensi komunikasi ilmiah menjadi dasar bagi guru untuk memahami sejauh mana proses bernalar siswa terhadap materi yang diberikan.

Komunikasi ilmiah erat kaitannya dengan proses seseorang dalam berbicara, membaca dan menulis secara ilmiah (Phillips, 2003). Hofmann (2010) mendefinisikan komunikasi ilmiah sebagai proses menyampaikan informasi berupa pengetahuan atau hasil penelitian dari seorang saintis kepada orang lain (saintis dan non-saintis) secara lisan melalui kegiatan seminar atau presentasi dan secara tertulis melalui jurnal ilmiah. Keterampilan *scientific communication* dalam pembelajaran diperlukan siswa untuk menjelaskan simpulan yang valid berdasarkan bukti-bukti sains dalam menyelesaikan masalah secara konstruktif (Santrock, 2007; Yusuf & Adeoye, 2012). Hal tersebut dapat terwujud apabila dibiasakan dengan suasana diskusi, saling bertukar pendapat dalam menyampaikan gagasan atau argumentasi ilmiahnya. Hal ini juga yang ditekankan selama proses pembelajaran di dalam kelas agar senantiasa terjadi interaksi sosial antara siswa dengan siswa, siswa dengan guru, serta siswa dengan lingkungan dalam menyampaikan proses berpikirnya. Pengetahuan yang telah dibentuk oleh siswa secara aktif, bukan hanya diterima secara pasif dari guru tetapi juga harus mengkomunikasikan proses berpikirnya baik secara lisan maupun tulisan (Fadly, 2014). Melatih keterampilan berkomunikasi sains kepada

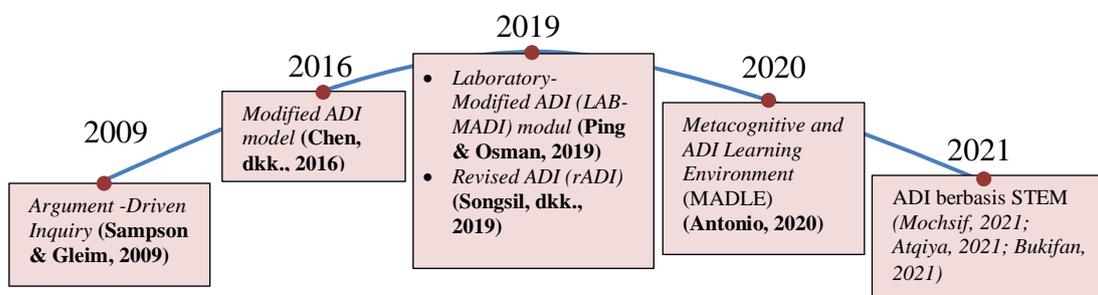
siswa menjadikan siswa dapat mengungkapkan ide-ide sains yang mereka miliki. Namun, laporan yang disiapkan oleh McInnis, Hartley, & Anderson (2000) untuk *Australian Council of Deans of Science* mengatakan bahwa keterampilan komunikasi (oral, interpersonal, dan written) secara konsisten tidak memenuhi kriteria yang telah ditentukan.

Penelitian terdahulu juga mengungkapkan bahwa keterampilan komunikasi ilmiah siswa dalam pembelajaran fisika masih tergolong rendah, terutama dalam aspek penyampaian ide secara lisan dan penulisan laporan eksperimen yang sistematis (Pratama & Purwanto, 2020; Hidayati & Santosa, 2021). Siswa masih kesulitan dalam mengomunikasikan ide-ide ilmiah mereka secara efektif, baik secara tertulis maupun lisan (Juniarti & Kurniawan, 2019). Lemahnya keterampilan komunikasi ilmiah siswa dalam materi fisika terlihat jelas dari kesulitan mereka dalam menyusun laporan eksperimen yang baik, kesulitan dalam menyampaikan ide secara lisan dengan jelas, serta kurangnya keterlibatan dalam diskusi ilmiah yang memungkinkan mereka mengembangkan keterampilan komunikasi.

Studi pendahuluan yang dilakukan peneliti juga menemukan fakta yang tak jauh berbeda. Kemampuan penalaran ilmiah (*scientific reasoning*) dan kemampuan komunikasi ilmiah (*scientific communication*) siswa di salah satu MA Negeri (setingkat SMA) di Tangerang terbelah rendah. Hal ini diungkap melalui data Penilaian Akhir Semester (PAS) siswa yang tidak mencapai KKM dan rata-ratanya berkisar antara 40 – 65 di seluruh kelas yang diajar fisika. Hal senada juga terkonfirmasi melalui jawaban siswa yang mengungkapkan bahwa fisika merupakan mata pelajaran yang sulit dipahami. Selain itu, wawancara dengan guru juga mengungkapkan fakta bahwa kegiatan pembelajaran belum sepenuhnya didukung dengan fasilitas yang melatih penalaran ilmiah, dibuktikan dengan jarang penggunaan media yang menampilkan variasi representasi yang dapat menstimulus proses berpikir siswa. Selain itu, kegiatan diskusi, penyelidikan ataupun aktivitas yang melibatkan penggunaan laboratorium juga jarang dilakukan, karena ruangan laboratorium yang masih dalam perbaikan. Hal ini menyebabkan pembelajaran di kelas lebih dominan dilakukan secara konvensional dengan media dan bahan ajar yang terbatas. Kondisi ini

menyebabkan siswa pasif dan tidak dapat mengungkapkan gagasannya ilmiahnya. Hasil observasi juga mengungkapkan bahwa siswa kesulitan dalam membuat grafik atau menginterpretasikannya dalam bentuk verbal. Hal ini beralasan jika tingkat komunikasi ilmiah siswa terbilang rendah, karena siswa tidak diwadahi aktivitas yang melatih *scientific communication skills* pada saat pembelajaran.

Oleh karena itu diperlukan strategi pembelajaran yang dapat melatih siswa berkomunikasi secara ilmiah maupun bernalar ilmiah, salah satunya adalah dengan model pembelajaran *argument driven inquiry*. Menurut beberapa penelitian sebelumnya, penalaran ilmiah dapat dilatihkan dengan argumentasi melalui pembelajaran *argument driven inquiry* (Ginanjar 2015; Hidayat, 2018). *Argument-Driven Inquiry (ADI)* merupakan model pembelajaran inkuiri yang dikembangkan oleh Sampson dan Gleim yang membantu siswa dalam menganalisis suatu fenomena alam dengan memberikan tanggapan atau pendapat dan mengkomunikasikan hasil analisisnya kepada siswa lain. Dalam perkembangannya, ADI mengalami berbagai modifikasi maupun inovasi, hal ini dibuktikan dengan beberapa penelitian yang menggunakan ADI sebagai topiknya.



Gambar 1.1 Perkembangan ADI model

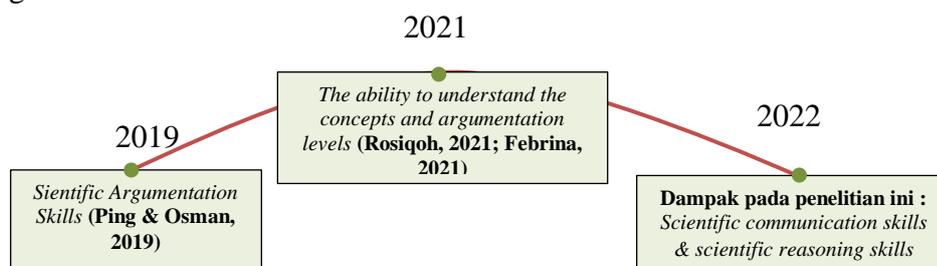
ADI dimodifikasi oleh Ping & Osman (2019) dengan menyesuaikan wilayah dan kondisi subjektif penelitian. Ping & Osman (2019) mengubahnya menjadi *modified-argument driven inquiry* dengan menggunakan pendekatan *learning cycle 7E*. Antonio (2020) mengkombinasikan ADI dengan *meta-cognitive and environmental learning*, serta beberapa peneliti juga mencoba mengkombinasikan ADI dengan disiplin STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*). Meskipun demikian, terdapat beberapa kelemahan ADI jika diterapkan dalam

kapasitas kelas yang besar. Pada penelitian yang dilakukan Songsil dkk., (2019), dinyatakan bahwa dalam penerapan model ADI, terdapat kesulitan yang dihadapi guru. Salah satu kendalanya ialah guru kehabisan waktu saat menggunakan *double-blind peer review* dan revisi berulang terhadap laporan individual siswa dalam pembelajaran di kelas. Hal ini dikarenakan penggunaan ADI yang asli hanya melibatkan 19 siswa dalam sampelnya, sedangkan dalam kelas berkapasitas besar seperti di Indonesia, setidaknya terdapat 36 siswa dan ADI menuntut guru memberikan review terhadap laporan individual selama kegiatan kelas berlangsung. Oleh karena itu, Songsil dkk., (2019) melakukan modifikasi model ADI menjadi rADI, dimana revidi berulang diganti dengan revidi tunggal dan *peer review* biasa yang mana lebih cocok untuk digunakan dalam kelas yang besar.

Untuk memfasilitasi hal tersebut, harus didukung adanya perangkat pembelajaran yang memadai. Guru harus benar-benar menciptakan situasi belajar yang dapat mengaktifkan siswa selama pembelajaran. Perangkat pembelajaran yang digunakan harus memfasilitasi kebutuhan setiap siswa. Salah satu perangkat pembelajaran yang dapat memfasilitasi pembelajaran aktif berpusat pada siswa adalah *worksheet* (Zulaiha, 2016). *Worksheet* juga memberikan kesempatan kepada siswa untuk belajar mandiri sesuai dengan tugas yang diberikan. Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan Zulaiha (2016), dari 9 SMA/MA di Kabupaten Cirebon, diketahui bahwa lima sekolah diantaranya tidak menggunakan *worksheet* untuk kegiatan belajar mengajar dikelas. Sedangkan tiga sekolah lainnya menggunakan *worksheet* yang digunakan oleh percetakan dan satu sekolah menggunakan *worksheet* yang dikeluarkan oleh percetakan dan membuat *worksheet* eksperimen. Dari hasil analisis terhadap *worksheet* yang digunakan tersebut ditemukan bahwa 67% *worksheet* yang digunakan belum sesuai dengan tujuan pembelajaran yang diharapkan. Hal serupa juga dikemukakan oleh Mahmudah (2017), dari tujuh SMA Negeri di Kabupaten Ciamis, hanya terdapat tiga sekolah yang menggunakan *worksheet*.

Telah banyak dilakukan penelitian terkait pengembangan *worksheet* serta penggunaannya dalam pembelajaran fisika (Karsli & Sahin, 2009; Putri, 2013; Wahyuni, 2015; Sujarittam, 2015; Suyidno, 2016; Zulaiha, 2016; Harosah, 2017; Mahmudah, 2017). Hasil penelitian menunjukkan *worksheet* yang dikembangkan

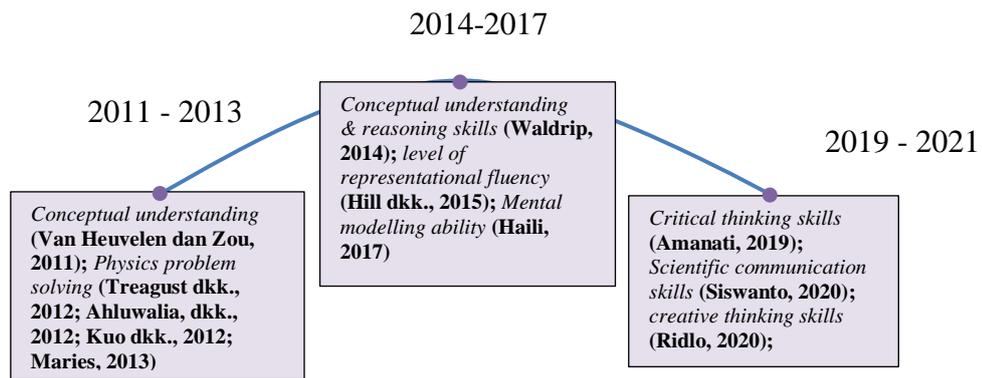
layak untuk digunakan dalam pembelajaran fisika dan berhasil meningkatkan beberapa keterampilan berpikir tingkat tinggi seperti kreativitas ilmiah, berpikir kritis, pemecahan masalah, keterampilan proses sains. Namun, belum ada *worksheet* yang diintegrasikan dengan model rADI (*revised argument-driven inquiry*) untuk melatih keterampilan penalaran ilmiah dan komunikasi ilmiah sekaligus.



Gambar 1.2 Dampak Penerapan rADI

Penerapan *rADI worksheet* ini diharapkan dapat menjadikan pembelajaran lebih interaktif akan lebih maksimal untuk membantu melatih keterampilan komunikasi ilmiah serta keterampilan penalaran ilmiah jika dibantu dengan suatu pendekatan lain. Pendekatan yang dimaksud adalah pendekatan multimodus representasi. Pembelajaran menggunakan pendekatan multimodus representasi adalah suatu pembelajaran yang memanfaatkan berbagai bentuk representasi seperti verbal, piktorial, diagram, grafik, matematik, dan interaktif untuk mendukung penanaman konsep dan pemecahan masalah (Van heuvelen, 2001). Format atau mode representasi yang beragam dalam pembelajaran suatu konsep tertentu memberikan peluang yang cukup baik dalam memahami konsep dan mengkomunikasikannya, serta bagaimana mereka bekerja dengan sistem dan proses suatu konsep fisika tertentu (Meltzer, 2005). Pendekatan multirepresentasi telah banyak digunakan dalam penelitian dan dipandang efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual (Van Heuvelen, 1991a; 1991b).

Hasil studi yang dilakukan oleh Waldrip (2014) menunjukkan bahwa penerapan pendekatan multirepresentasi dalam pembelajaran fisika mampu meningkatkan *scientific reasoning skills*. Hasil penelitian lainnya disajikan oleh Siswanto (2020) memberikan kesimpulan bahwa pendekatan multirepresentasi yang digunakan dalam pembelajaran fisika pada masa COVID-19 memiliki efektivitas dalam meningkatkan *scientific communication skills* siswa.



Gambar 1.3 Dampak pembelajaran dengan *Multi-Representation*

Penggunaan pembelajaran pendekatan multirepresentasi ini juga dimaksudkan agar mampu melatih keterampilan komunikasi ilmiah siswa. Dalam keterampilan komunikasi ilmiah terdapat *subskills* yaitu menurut Levy dkk. (2008) mengklasifikasikan kemampuan berkomunikasi menjadi: 1) mencari informasi; 2) membaca ilmiah; 3) mendengarkan dan mengamati; 4) menulis ilmiah; 5) merepresentasi informasi; dan 6) mempresentasikan pengetahuan.

Berdasarkan studi pendahuluan dan kajian literatur, peneliti mempertimbangkan pengembangan bahan ajar berupa *worksheet argument-driven inquiry* berbasis multirepresentasi untuk membantu siswa dalam meningkatkan *scientific reasoning skills* dan *scientific communication skills*. Adapun materi yang dipilih yaitu tentang materi fisika usaha dan energi, karena materi tersebut familiar pada kehidupan sehari-hari peserta didik. Salah satu konsep yang erat kaitannya dengan kehidupan sehari-hari adalah konsep usaha dan energi (Samsudin, Afif, dkk., 2021). Konsep usaha energi juga merupakan konsep yang fundamental (Samsudin, Afif, dkk., 2021; Singh & Rosengrant, 2003). Hal ini karena konsep tersebut berhubungan dengan konsep lain dalam fisika seperti momentum, gaya, perpindahan, dan sebagainya (Afif dkk., 2017; Singh & Rosengrant, 2003). Melalui aktivitas *argument-driven inquiry* siswa dapat melakukan aktivitas penyelidikan kolaboratif mengenai usaha yang dilakukan oleh gaya tertentu, mengamati hubungan antara usaha dan perubahan energi kinetik dan potensial.

Berdasarkan masalah dan signifikansi uraian di atas maka peneliti memutuskan untuk melakukan penelitian dengan judul **“Pengembangan**

Worksheet Revised Argument-Driven Inquiry Berbasis Multi-Representasi untuk Meningkatkan Scientific Reasoning-Communication Skills (SR-CS) Siswa MA

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Bagaimanakah pengembangan *worksheet revised argument-driven inquiry* berbasis multi-representasi dan pengaruhnya terhadap *scientific reasoning-communication skills* (SR-CS) siswa MA?”

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan produk *worksheet revised argument-driven inquiry* berbasis multi-representasi untuk meningkatkan *scientific reasoning-communication skills* (SR-CS) siswa MA

1.4 Pertanyaan Penelitian

Agar rumusan masalah diatas lebih jelas, maka permasalahan penelitian ini dirumuskan dalam beberapa pertanyaan sebagai berikut:

1. Bagaimana kelayakan *worksheet revised argument-driven inquiry* berbasis multi-representasi sebagai bahan ajar mandiri untuk siswa MA?
2. Bagaimana perbedaan peningkatan *scientific reasoning skills* siswa MA pada pembelajaran yang menggunakan *worksheet revised argument-driven inquiry* berbasis multi-representasi dan *ordinary worksheet* (*worksheet* yang digunakan sekolah)?
3. Bagaimana perbedaan peningkatan *scientific communication skills* siswa MA pada pembelajaran yang menggunakan *worksheet revised argument-driven inquiry* berbasis multi-representasi dan *ordinary worksheet* (*worksheet* yang digunakan sekolah)?
4. Bagaimana efektivitas *worksheet revised argument-driven inquiry* berbasis multi-representasi terhadap peningkatan *scientific reasoning skills* dan *scientific communication skills* siswa MA?
5. Bagaimana respon siswa terhadap bahan ajar *worksheet revised argument-driven inquiry* berbasis multi-representasi?

1.5 Definisi Operasional

Beberapa definisi operasional terkait dengan penelitian ini antara lain :

1.5.1 Worksheet Revised Argument-Driven Inquiry berbasis Multi-Representasi

Worksheet Revised argument-driven inquiry berbasis multi-representasi yang dimaksudkan dalam penelitian ini adalah sebuah lembar kerja peserta didik (*student worksheet*) dengan mengintegrasikan model pembelajaran *revised argument-driven inquiry* (rADI) dan disajikan dalam berbagai bentuk representasi (verbal, diagram, grafik, dan matematik), dimana model pembelajaran *revised argument-driven inquiry* (rADI) diambil atau dimodifikasi dari model pembelajaran *argument-driven inquiry* (ADI). Sintaks rADI meliputi 6 tahap pembelajaran yaitu: 1) *determining students' prior knowledge*; 2) *data/research activities in groups*; 3) *make tentative claims as a group*; 4) *engaging in argumentation as a class*; 5) *the creation of a written investigation report by groups of students*; 6) *engaging in peer review and revising group reports*. Pada setiap sintaks diintegrasikan ke dalam *student worksheet* untuk meningkatkan keterampilan penalaran ilmiah dan kemampuan komunikasi ilmiah siswa. Secara operasional kelayakan *rADI worksheet* diukur dengan uji validasi *expert judgment*.

1.5.2 Keterampilan penalaran Ilmiah (*Scientific Reasoning Skills*)

Kemampuan penalaran Ilmiah (*scientific reasoning skills*) yang dimaksud dalam penelitian ini adalah kualitas penalaran atau level penalaran ilmiah yang diklasifikasikan ke dalam ke dalam 7 kategori, yaitu, *control of variables*, *probability*, *correlational reasoning*, *deductive reasoning*, *inductive reasoning*, *causal reasoning*, *hypothetical-deductive reasoning* (Han, 2013). Kemampuan penalaran ilmiah dalam penelitian ini dilihat dari hasil *pretest* dan *posttest* menggunakan instrumen tes penalaran ilmiah dalam bentuk *two-tier multiple choice question*. Peningkatan kemampuan *scientific reasoning* (keterampilan bernalar) pada materi Usaha dan Energi diukur dengan menghitung persentase rata-rata gain yang dinormalisasi dan diinterpretasikan dengan menggunakan kriteria Hake.

1.5.3 Scientific Communication Skills (Kemampuan Komunikasi Ilmiah)

Keterampilan komunikasi ilmiah merupakan keterampilan siswa dalam memberitahukan pendapatnya dalam pembelajaran fisika baik secara lisan maupun tulisan. Keterampilan komunikasi ilmiah siswa yang diukur dalam penelitian ini yaitu, *information representation* dan *scientific reading*. Indikator keterampilan komunikasi ilmiah siswa ini diukur dari hasil *pretest* dan *posttest* menggunakan instrumen tes komunikasi ilmiah dalam bentuk *essay*. Peningkatan kemampuan *scientific communication* (keterampilan komunikasi) pada materi Usaha dan Energi diukur dengan menghitung persentase rata-rata gain yang dinormalisasi dan diinterpretasikan dengan menggunakan kriteria Hake.

1.5.4 Keefektifan rADI Worksheet Berbasis Multi-Representasi terhadap Peningkatan SRS dan SCS

Keefektifan *worksheet revised argument-driven inquiry* dengan pendekatan multi-representasi dapat diukur dengan melakukan uji efektivitas perlakuan menggunakan uji-t *independent sample* dan effect size untuk menjelaskan persentase sumbangan perlakuan yang diberikan dalam meningkatkan skor pada kelas eksperimen.

1.5.5 Respon Siswa Terkait rADI Worksheet Berbasis Multi-Representasi

Respon siswa berupa informasi tentang respon positif atau negatif terhadap penerapan *revised argument-driven inquiry worksheet* dengan pendekatan multirepresentasi. Skala sikap terdiri dari pernyataan yang berkaitan dengan pandangan, tanggapan, harapan siswa, apakah merasa tertarik dengan pembelajaran, termotivasi, terfasilitasi dan lain-lain. Skala sikap ini menggunakan *skala likert*.

1.6 Manfaat Penelitian

Secara umum penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat untuk berbagai pihak dalam dunia pendidikan dan secara khusus penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Praktis

Guru fisika jenjang sekolah menengah dapat menggunakan pendekatan multimodus representasi dengan perangkat pembelajaran berupa *revised argument-driven inquiry worksheet* sebagai alternatif pembelajaran untuk

mempermudah melatih keterampilan komunikasi ilmiah dan keterampilan penalaran ilmiah siswa MA.

2. Manfaat Teoritis

- a. Menjadi bukti empiris untuk dijadikan referensi dalam memecahkan masalah keterampilan komunikasi ilmiah dan keterampilan penalaran ilmiah siswa MA pada pembelajaran fisika.
- b. Memperkaya bahan ajar yang telah tersedia untuk pembelajaran fisika yang berorientasi pada peningkatan keterampilan penalaran ilmiah dan keterampilan komunikasi ilmiah.

3. Manfaat Kaidah Pendidikan

Membantu tercapainya tujuan pendidikan nasional khususnya pembelajar abad-21 berupa keterampilan yang diharapkan sebagai hasil dari proses belajar yang dalam hal ini yaitu keterampilan penalaran ilmiah dan keterampilan komunikasi ilmiah.