

## KEMAMPUAN PENALARAN ILMIAH SISWA SMA DALAM PEMBELAJARAN FISIKA MENGGUNAKAN MODEL INKUIRI TERBIMBING DISERTAI DIAGRAM BERPIKIR MULTIDIMENSI

**Fiska Anjani<sup>1\*</sup>, Supeno<sup>1</sup>, Subiki<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP Universitas Jember

**Email:** fiskaanjani@gmail.com

### ABSTRACT

Scientific reasoning is an ability to argue the concept of knowledge using scientific principles to build a deep understanding. Scientific reasoning is one of the essential skills in the 21st century as a provision in facing global challenges. Scientific reasoning is also one of the skills needed in learning physics because, in essence, physics learning requires a deep understanding of concepts. The fact shows that the scientific reasoning skills of students are still low. Students tend to solve problems without recognizing ideas and have a tendency to plug and chug as much as they remember, so learning is needed that can improve scientific reasoning skills. This scientific reasoning skill can be applied by combining guided inquiry learning models with multidimensional thinking diagram aids that are packaged in the form of student worksheets. Implementing the guided inquiry learning model will help students in the reasoning process because each process directs students to follow several methods and practices that are similar to scientists in building knowledge. Multidimensional thinking diagrams can help students in each inquiry process and assist students in analyzing and solving problems. Guided inquiry accompanied by multidimensional thinking diagrams can improve scientific reasoning skills.

**Keywords:** Guided Inquiry, Scientific Reasoning, Multidimensional Thinking Diagram.

### PENDAHULUAN

Pembelajaran pada abad ke-21 yang bersifat kolaboratif, kontekstual, dan terintegrasi menuntut siswa harus selalu terlibat secara aktif dalam setiap proses pembelajaran. Namun, salah satu masalah yang dihadapi dalam dunia pendidikan di Indonesia adalah lemahnya proses pembelajaran (Maryani, 2018). Hasil observasi yang dilakukan peneliti sebelumnya diperoleh data bahwa salah satu penyebab rendahnya keterlibatan siswa diakibatkan karena kurang adanya ketepatan dalam implementasi model pembelajaran sehingga mengakibatkan kejenuhan pada siswa (Muliardi, Supeno, dan Bektiarso, 2018; Puspitaningrum, Astutik, dan Supeno, 2018). Pada proses pembelajaran, siswa difasilitasi dengan lingkungan belajar yang tepat agar mendapatkan pengalaman belajar. Pengalaman belajar tersebut berupa semua proses, peristiwa, dan aktivitas yang dialami siswa secara riil sehingga terjadi proses pembelajaran yang bermakna (Virani, Supeno, dan Supriadi, 2018)

untuk mendapatkan pengetahuan, sikap, dan keterampilan sesuai dengan tujuan pembelajaran. Pemerintah telah menetapkan standar proses dalam pembelajaran yang dapat diterapkan untuk mengoptimalkan proses pembelajaran sebagaimana tertuang dalam Permendikbud No. 22 Tahun 2016 Tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah.

Kurikulum 2013 yang diterapkan di Indonesia saat ini merupakan salah satu usaha pemerintah dalam rangka menyesuaikan dengan kondisi dan tuntutan abad ke-21 yang akuntabel dan relevan. Siswa dituntut untuk memiliki berbagai keterampilan agar dapat menghadapi tantangan globalisasi. Salah satu keterampilan yang menjadi tuntutan kurikulum 2013 adalah keterampilan bernalar (*scientific reasoning*) sebagaimana tertuang dalam Permendikbud No. 21 Tahun 2016 tentang Standar Isi Pendidikan Dasar dan Menengah. Tuntutan pada kompetensi keterampilan menyatakan bahwa peserta didik harus dapat menunjukkan keterampilan menalar, mengolah, dan menyaji secara efektif, kreatif, produktif, kritis, mandiri keilmuan (Supeno, Kurnianingrum, dan Cahyani, 2018; Erlina, Supeno, dan Wicaksono, 2016; Andani, Prastowo, dan Supeno, 2018). Siswa harus dapat mengembangkan kemampuan bernalar secara ilmiah menggunakan konsep dan prinsip fisika untuk menjelaskan berbagai peristiwa alam dan menyelesaikan masalah (Fitriyani, Supeno, dan Maryani, 2019; Mujakir, 2017; Supeno, Prastowo, Rahayu, 2020).

Penalaran ilmiah merupakan salah satu keterampilan berpikir yang menjadi tuntutan abad 21 dan diharapkan dapat diajarkan di kelas sains sebagai upaya untuk mempersiapkan siswa agar mereka mampu menghadapi tantangan global (Shofiyah, Supardi, dan Jatmiko, 2013; Utami, Supeno, Bektiarso, 2019). Hanson (2016) menyatakan bahwa penalaran ilmiah (*scientific reasoning*) adalah proses dimana prinsip-prinsip logika diterapkan untuk proses ilmiah, yaitu mencari permasalahan, perumusan hipotesis, membuat prediksi, solusi dan masalah, menciptakan percobaan, kontrol variabel dan analisis data. Fakta yang ada menunjukkan bahwa keterampilan penalaran ilmiah siswa Indonesia masih dalam kategori kurang memuaskan. Hasil studi PISA tahun 2015 menunjukkan bahwa siswa Indonesia menempati urutan kesembilan terbawah dari seluruh negara yang tergabung dalam PISA dengan nilai rata-rata sebesar 403. Nilai tersebut termasuk sangat jauh tertinggal dari nilai tetapan PISA sebesar 493. Hal ini menunjukkan bahwa siswa Indonesia termasuk dalam kategori yang memiliki pengetahuan ilmiah terbatas dan kinerja sains yang rendah serta tidak dapat menggunakan pengetahuan ilmiah untuk mempresentasikan data dan menarik kesimpulan yang valid (OECD, 2016). Hasil studi PISA tersebut juga sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa kemampuan penalaran ilmiah siswa

masih rendah. Oleh karena itu, perlu adanya upaya lebih untuk dapat meningkatkan keterampilan penalaran ilmiah siswa (Kirana, Supeno, dan Maryani, 2019). Kemampuan penalaran ilmiah siswa dapat dikembangkan melalui proses pembelajaran yang memungkinkan siswa dapat terlibat secara aktif dalam proses penemuan dan konstruksi suatu konsep karena penguasaan konsep berhubungan dengan penalaran ilmiah (Rimadani, Parno, dan Markus, 2017; Wardani, Supeno, dan Subiki, 2018). Sutarno (2014) menyatakan bahwa salah satu model pembelajaran sains yang berorientasi pada metode ilmiah dan diharapkan dapat meningkatkan kemampuan penalaran ilmiah siswa adalah pembelajaran inkuiri. Pembelajaran inkuiri sebagai bentuk penyelidikan dan membentuk pengetahuan yang mendalam dapat meningkatkan kemampuan bernalar siswa dalam mengevaluasi kesimpulan yang diperoleh dari fakta penyelidikan (Daryanti, Rinanto, dan Dwiastuti, 2015; Dewi, Supeno, Bektiarso, 2019). Hal ini sesuai dengan hasil beberapa penelitian yang menyatakan bahwa pembelajaran inkuiri dapat diterapkan untuk meningkatkan hasil belajar (Alfieri, dkk., 2011; Rasyidah, Supeno, dan Maryani, 2018; Safitri, Subiki, dan Supeno, 2019)

Namun demikian, dalam praktiknya model pembelajaran inkuiri selama ini dinilai sering mengalami kendala. Salah satu kendalanya, yaitu siswa sering mengalami kesulitan dalam menjalani setiap proses inkuiri (Karmila, Supeno, dan Subiki, 2019; Kollar, Fischer, dan Slotta, 2007; Kirschner, Sweller, dan Clark, 2006). Banyak siswa tidak tahu bagaimana merumuskan hipotesis, rendahnya kemampuan bernalar, dan kesulitan dalam mengintegrasikan bukti atau data dengan pengetahuan yang mereka dapatkan serta dengan hipotesa yang dirumuskan (Zimmerman, Raghavan, & Sartoris, 2003). Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan adanya alat bantu untuk mendukung proses pembelajaran inkuiri. Peneliti sebelumnya mengembangkan alat bantu untuk meningkatkan penalaran ilmiah siswa, salah satu contohnya alat bantu yang dikembangkan oleh Chen, dkk. (2018) berupa grafik berpikir tiga dimensi. Penelitiannya terhadap efek dari grafik berpikir tiga dimensi dalam mendukung pembelajaran inkuiri menunjukkan bahwa siswa yang menggunakan bantuan grafik berpikir tiga dimensi lebih baik kemampuan penalaran ilmiah dibandingkan dengan siswa yang tidak menggunakan grafik berpikir tiga dimensi dalam model pembelajaran inkuiri.

Penelitian mengenai analisis proses pembelajaran yang dapat digunakan dalam meningkatkan kemampuan penalaran ilmiah terutama dalam ilmu fisika masih jarang dilakukan. Umumnya peneliti hanya melakukan penelitian mengenai hasil akhir setelah proses pembelajaran diterapkan. Peneliti perlu mendeskripsikan proses pembelajaran yang

diterapkan, karena dari proses pembelajaran tersebut nantinya dapat teridentifikasi hal-hal yang membuat penalaran ilmiah meningkat. Hal ini yang mendasari peneliti untuk melakukan analisis proses pembelajaran inkuiri terbimbing berbantuan diagram berpikir multidimensi untuk meningkatkan kemampuan penalaran ilmiah siswa.

## **METODE PENELITIAN**

Analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif yang bertujuan untuk mendeskripsikan implementasi tahapan model pembelajaran inkuiri terbimbing disertai diagram berpikir multidimensi untuk membelajarkan keterampilan penalaran ilmiah siswa kelas XI MIPA di SMA pada materi fisika tentang fluida statis. Proses pembelajaran dilakukan pada tiga topik bahasan materi fluida statis, yaitu: tekanan hidrostatis, hukum Pascal, dan hukum Archimedes. Setiap topik bahasan dibelajarkan dalam waktu 90 menit. Dalam setiap pertemuan, siswa melakukan eksperimen sesuai dengan topik bahasannya pada pertemuan tersebut. Pada setiap pertemuan, setiap siswa diberi lembar kerja yang digunakan untuk menuliskan hasil eksperimen dan membantu siswa dalam proses inkuiri serta meningkatkan penalaran siswa. Dalam lembar kerja siswa tersebut terdapat suatu diagram berpikir multidimensi yang membantu siswa dalam mengembangkan keterampilan penalaran ilmiah.

Instrumen untuk mendapatkan data berupa tes penalaran ilmiah berbentuk esai sejumlah 5 butir soal. Setiap butir soal mengandung beberapa indikator pola penalaran. Indikator kemampuan penalaran ilmiah yang digunakan mengacu pada *Lawson Classroom of Scientific Reasoning (LCTSR)* yang mencakup enam aspek, yaitu penalaran konservasi, penalaran probabilistik, penalaran korelasi, penalaran proporsional, pengontrolan variabel, dan penalaran hipotesis deduktif. Tes dilakukan sebanyak dua kali, yaitu sebelum pelaksanaan pembelajaran (*pre-test*) dan sesudah pembelajaran menggunakan diagram berpikir dimensi (*post-test*). *Pre-test* dilakukan untuk memperoleh data kemampuan *scientific reasoning* siswa sebelum pembelajaran dan mengetahui kemampuan *scientific reasoning* siswa sebelum dilaksanakan pembelajaran, sedangkan *post-test* dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh data kemampuan *scientific reasoning* siswa setelah proses pembelajaran serta mengetahui kemampuan *scientific reasoning* siswa setelah melaksanakan pembelajaran menggunakan diagram berpikir multidimensi. Seluruh data kemampuan *scientific reasoning* yang diperoleh dianalisis dengan mengkalkulasikan hasil skor tiap indikator penalaran yang diperoleh siswa, sehingga tiap siswa memiliki 5 total

skor dari 5 penalaran yang diuji dalam penelitian ini. Dari kelima skor tersebut kemudian dianalisis secara deskriptif.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pembelajaran inkuiri terbimbing disertai diagram berpikir multidimensi yang dikemas dalam lembar kerja siswa diharapkan mampu memfasilitasi siswa untuk meningkatkan kemampuan penalaran ilmiah (*scientific reasoning*) serta dapat membimbing siswa pada saat penyelidikan kelompok. Diagram berpikir multidimensi mengintegrasikan tiga jenis representasi dalam satu gambar. Tiga jenis representasi tersebut terdiri dari tabel data, peta konsep dan peta penalaran. Tabel data mencantumkan data hasil percobaan yang dilakukan peserta didik. Peta konsep terdiri dari konsep-konsep pengetahuan yang mendasari masalah dan hubungan antara konsep-konsep. Peta penalaran adalah gambaran dari hubungan bukti antara hipotesis dan data serta teori, masing-masing hipotesis didukung atau ditolak oleh bukti-bukti dari data dan teori. Sebelum dilaksanakan pembelajaran, peneliti memberikan tes (*pre-test*) untuk mengetahui kemampuan awal *scientific reasoning* siswa. Terdapat enam langkah pembelajaran inkuiri terbimbing (Arends, 2015) dan disertai diagram berpikir multidimensi, yaitu 1) tahap mendapatkan perhatian dan menjelaskan proses inkuiri, 2) penyajian masalah, 3) membuat hipotesis, 4) mengumpulkan data, 5) merumuskan penjelasan dan kesimpulan, serta 6) refleksi terhadap proses berpikir yang digunakan dalam penyelidikan. Implementasi setiap tahapan selama proses pembelajaran dan bagaimana aktivitas siswa selama pembelajaran diuraikan dalam beberapa bagian berikut ini.

### **Mendapatkan perhatian dan menjelaskan proses inkuiri**

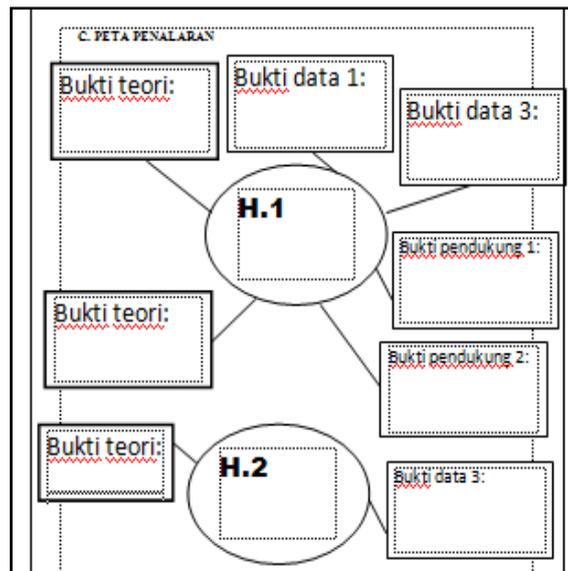
Pada tahap ini, siswa diberi pertanyaan oleh guru sebagai bentuk motivasi terkait materi yang akan dipelajari. Pada awal pembelajaran, motivasi siswa masih rendah dalam menjawab pertanyaan yang diberikan. Banyak siswa belum memahami maksud dari pertanyaan yang diajukan. Namun, pada pertemuan selanjutnya, siswa sudah mulai memahami maksud dari pertanyaan yang diberikan. Selain itu, guru juga menyampaikan tujuan pembelajaran dan prosedur inkuiri yang akan dilakukan. Setelah itu, siswa dibagi ke dalam beberapa kelompok dimana setiap kelompok beranggotakan 5 siswa. Selanjutnya, siswa duduk bersama siswa lain dalam kelompok yang telah ditentukan.

### **Menyajikan permasalahan**

Pada tahap kedua ini, terlebih dahulu siswa memperhatikan penjelasan singkat materi yang disampaikan oleh guru. Setelah itu siswa diberikan permasalahan yang harus diselesaikan secara kelompok yang terdapat pada lembar kerja siswa. Permasalahan yang diberikan berupa fenomena fisika yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari yang mampu menuntut siswa untuk berpikir logis, sehingga siswa mampu memahami permasalahan berdasarkan pengalaman atau peristiwa yang pernah terjadi. Setelah siswa menganalisis fenomena yang ada pada lembar kerja siswa, kemudian siswa menjawab permasalahan sesuai dengan teori yang berkaitan dengan permasalahan tersebut. Jawaban dari permasalahan tersebut nantinya menjadi hipotesis atau jawaban sementara yang akan diuji kebenarannya. Kemampuan siswa dalam menganalisis suatu permasalahan dan mengaitkannya dengan fenomena yang ada di sekitar masih tergolong rendah. Hal ini, terbukti dari jawaban siswa yang masih monoton dan kurang bervariasi dalam memberikan contoh nyata keadaan sekitar yang berkaitan dengan permasalahan yang diberikan.

### **Membuat Hipotesis**

Pada tahap ini, siswa dibimbing oleh guru untuk menentukan atau membuat hipotesis setelah sebelumnya mengidentifikasi permasalahan di lembar kerja siswa. Jawaban atas pertanyaan yang tertera dalam permasalahan sekaligus menjadi dugaan sementara atau hipotesis yang diajukan oleh siswa. Hipotesis tersebut menjadi bagian dari diagram berpikir multidimensi yang nantinya akan didukung maupun ditolak oleh bukti-bukti yang didapatkan. Hipotesis ini ditulis pada bagian peta penalaran dalam diagram berpikir multidimensi. Siswa diperbolehkan mengajukan hipotesis lebih dari satu. Adapun contoh letak penulisan hipotesis pada diagram berpikir multidimensi ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Peta penalaran

Tahap membuat hipotesis ini mampu melatih kemampuan siswa dalam mengemukakan pendapat, serta siswa dapat mengidentifikasi kemungkinan-kemungkinan pada permasalahan. Tahap pengajuan hipotesis ini juga mampu melatih kemampuan *probabilistic reasoning* atau penalaran probabilistik, dimana penalaran probabilistik merupakan salah satu domain kemampuan penalaran ilmiah (*scientific reasoning*). Siswa menjawab pertanyaan dalam permasalahan dengan mengaitkan fenomena yang ada di sekitar. Sebagian besar siswa masih kesulitan menjawab pertanyaan dengan mengaitkan fenomena yang ada di sekitar. Sebagian besar siswa mengemukakan pendapat yang sama antara satu dengan yang lain. Kurangnya variasi dalam mengemukakan pendapat mencerminkan bahwa siswa masih rendah dalam mengidentifikasi kemungkinan-kemungkinan pada permasalahan.

### **Mengumpulkan dan menganalisis data**

Pada tahap ini, siswa dibimbing oleh guru untuk mampu melakukan praktikum dengan tepat guna membuktikan kebenaran hipotesis serta menemukan jawaban dari permasalahan. Siswa melakukan praktikum bersama teman satu kelompoknya sesuai dengan langkah-langkah praktikum yang ada di lembar kerja siswa. Data hasil dari eksperimen ditulis pada tabel data dalam diagram berpikir multidimensi. Tahap ini melatih siswa mampu berkomunikasi, berkolaborasi dan bertanggung jawab terhadap tugas individu dalam kelompoknya, sehingga praktikum berjalan dengan baik dan siswa mampu mengumpulkan data serta memahami konsep dengan benar.

## **Merumuskan penjelasan dan kesimpulan**

Setelah siswa menuliskan data hasil praktikum pada tabel data, selanjutnya siswa menuliskan pengetahuan yang telah dimiliki tentang materi yang sedang dibahas. Siswa menuliskan pengetahuannya pada peta konsep dalam diagram berpikir multidimensi. Tahap ini dapat menunjukkan seberapa besar kemampuan yang dimiliki siswa mengenai materi yang sedang dibahas. Siswa mengisi peta konsep dengan cukup baik. Namun, siswa tidak menggunakan kalimat sendiri dalam mengisi peta konsep. Setelah mengisi peta konsep, siswa melanjutkan aktivitas dengan mengisi peta penalaran. Dalam peta penalaran sudah terdapat hipotesis yang siswa tuliskan pada saat tahap kedua, yaitu tahap pengajuan hipotesis. Dari data hasil percobaan yang telah diperoleh sekaligus data teori pada peta konsep, siswa dapat menganalisis kebenaran hipotesis yang telah diajukan sebelumnya. Siswa yang memiliki kemampuan menganalisis berarti telah mengembangkan kemampuan berpikirnya (Sabarudin, 2019; Supeno, dkk. 2019). Pada saat inilah kemampuan penalaran ilmiah siswa dilatih. Siswa dapat menarik kesimpulan yang masuk akal mengenai permasalahan yang sudah disajikan di awal dan dapat mengevaluasinya. Setelah menganalisis data yang telah diperoleh, siswa mempresentasikan hasil karyanya di depan kelas. Presentasi ini bertujuan untuk memperoleh kesepakatan dari apa yang dibahas pada permasalahan tersebut. Setelah melakukan presentasi, selanjutnya guru melakukan evaluasi atau meluruskan hal-hal yang dirasa perlu untuk menambah pengetahuan siswa. Setiap tahap dalam inkuiri dirancang untuk melatih kemampuan penalaran ilmiah siswa.

Setelah pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran *guided inquiry* disertai diagram berpikir multidimensi diharapkan kemampuan penalaran ilmiah siswa tentang materi fluida statis dapat meningkat karena setiap proses inkuiri tergambar dalam diagram berpikir multidimensi. Selain itu siswa lebih terlatih dalam menganalisis permasalahan riil yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh gambaran level penalaran penalaran ilmiah siswa. Pada butir soal pertama merupakan pertanyaan mengenai hukum Archimedes, yang mengukur pola penalaran *identification and control of variable*, diperoleh pola penalaran ilmiah siswa sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Pola penalaran ilmiah *identification and control of variable*

Jenis Tes	Kategori Penilaian					Jumlah Siswa
	TM (0)	I (1)	Id (2)	R (3)	Cl (4)	
<i>Pre-test</i>	6	27	1	-	-	34
<i>Post-test</i>	1	14	15	4	-	34

TM = Tidak Menjawab, I = Intuitive, Id = Identification, R = Relation, Cl = Control

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 34 siswa pada saat *pre-test*, sebanyak 6 siswa yang tidak menjawab soal pertama, 27 siswa menjawab dengan kategori *I (intuitive)*, dan hanya 1 siswa yang menjawab soal dengan kategori *identification*. Hasil ini menunjukkan bahwa masih banyak siswa yang kemampuan bernalar ilmiah khususnya pada pola penalaran *identification and control of variable* masih dalam kategori kurang memuaskan. Setelah dilakukan pembelajaran selama 3 kali pertemuan pembelajaran, siswa sudah memperlihatkan adanya peningkatan kemampuan bernalarnya. Hal ini dibuktikan dari hasil *post-test* siswa pada butir soal pertama. Siswa yang tidak menjawab soal dengan pola penalaran ilmiah *identification and control of variable* menurun dari yang awalnya 6 siswa menjadi 1 orang siswa. Siswa yang menjawab dengan kategori *Id (Identification)* sebanyak 15 siswa. Hasil ini menunjukkan bahwa siswa mampu mengidentifikasi dan memisahkan variabel-variabel tetapi belum mampu menjelaskan hubungan antar variabel. Siswa yang menjawab dengan kategori *Relation (R)* sebanyak 4 siswa, dimana dalam kategori ini siswa tidak hanya mampu mengidentifikasi dan memisahkan variabel, tetapi juga mampu menjelaskan hubungan antar variabel. Di sisi lain juga tidak ada jawaban siswa yang berkategori *Control (Cl)*, dimana dalam kategori ini, siswa mampu mengendalikan variabel yang mempengaruhi uji hipotesis.

Butir soal kedua merupakan pertanyaan berkategori pola penalaran ilmiah *correlational reasoning*. Hasil kemampuan penalaran ilmiah siswa dalam butir soal kedua ditunjukkan Tabel 2.

**Tabel 2.** Pola penalaran ilmiah *correlational reasoning*

Jenis Tes	Kategori Penilaian						Jumlah siswa
	TM (0)	I (1)	NR (2)	OC (3)	TC (4)	C (5)	
<i>Pre-test</i>	-	13	17	4	-	-	34
<i>Post-test</i>	-	8	12	14	1	-	34

TM = Tidak Menjawab, I = Intuitive, NR = No Relation, OC = One Cell, TC = Two cell, C = Correlation

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 34 siswa saat *pre-test*, yang menjawab pertanyaan dengan kategori *I (intuitive)* sebanyak 13 siswa, 17 siswa menjawab dengan

kategori NR (*No Relation*), dan hanya 4 siswa yang menjawab pertanyaan dengan kategori OC (*One Cell*). Hal ini berarti banyak siswa yang masih belum bisa menghubungkan kejadian-kejadian di sekitar dengan ilmu pengetahuan yang ada. Setelah dilakukan pembelajaran selama 3 kali pertemuan, siswa sudah memperlihatkan adanya peningkatan kemampuan penalaran ilmiahnya. Sebanyak 8 siswa dari 34 siswa menjawab soal dengan kategori I (*intuitive*), sedangkan siswa yang menjawab dengan kategori NR sebanyak 12 siswa yang berarti masih ada siswa yang menjawab tanpa mengaitkan alasan dan penjelasan saat memberikan jawaban. Banyak siswa yang menjawab soal tanpa mengeksplorasi mengenai informasi dalam permasalahan yang diberikan. Siswa hanya sekedar meneruskan informasi dasar yang pernah ditangkapnya. Siswa yang menjawab kategori OC sebanyak 14 siswa. Kategori ini menggambarkan kemampuan siswa dalam memberikan jawaban beserta alasan dan mengaitkannya pada satu permasalahan. Jadi siswa belum mampu memberikan alasan dengan menjelaskan keterkaitan pada lebih dari satu permasalahan. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya (Rimadani, dkk, 2017) yang menyatakan bahwa pada pola penalaran ilmiah *correlational reasoning* yang berada pada tingkatan kategori NR (*No Relationship*) masih tergolong rendah, dimana siswa masih berada pada tingkatan ke-2 dari maksimal 5 tingkatan. Kategori NR berarti kemampuan dalam menghubungkan jawaban dengan alasan. Kemampuan *correlational reasoning* merupakan salah satu komponen penting dalam interaksi sosial dan sangat dibutuhkan dalam proses pembelajaran sehingga siswa mampu menerima hubungan yang valid maupun tidak valid (Ross & Smyth, 1995).

Butir soal ketiga merupakan pertanyaan berkategori pola penalaran *conservation reasoning*. Hasil kemampuan penalaran ilmiah siswa dalam butir soal ketiga ditunjukkan Tabel 3.

**Tabel 3.** Pola penalaran ilmiah *conservation reasoning*

Jenis Tes	Kategori Penilaian				Jumlah Siswa
	TM (0)	I (1)	NR (2)	Cp (3)	
<i>Pre-test</i>	-	27	2	5	34
<i>Post-test</i>	-	1	10	23	34

TM = Tidak Menjawab, I = Intuitive, NR = No Relation, Cp = Concept

Hasil penelitian menunjukkan pada saat *pre-test*, lebih dari 50% siswa yang menjawab dengan kategori I (*intuitive*). Sedangkan siswa yang menjawab dengan kategori pada level tertinggi yaitu Cp (*concept*) jauh dari 50% yaitu hanya 5 siswa. Setelah

dilakukan pembelajaran selama 3 kali pertemuan menggunakan diagram berpikir multidimensi, diperoleh data bahwa dari 34 siswa yang menjawab pertanyaan pada tingkat ke-3 atau pada kategori *Cp* paling banyak dari kategori yang lain, yaitu sebanyak 23 siswa, dari yang sebelumnya hanya 5 siswa pada saat *pre-test*. Hal ini berarti bahwa banyak siswa yang sudah memiliki kemampuan penalaran ilmiah *conservation reasoning*, yaitu kemampuan mempertahankan konsep pengetahuan meskipun tampilan objek berubah.

Butir soal keempat merupakan soal dengan tipe pola penalaran ilmiah *proportional reasoning*. Hasil kemampuan penalaran ilmiah siswa dalam butir soal ini ditunjukkan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Pola penalaran ilmiah *proportional reasoning*

Jenis Tes	Kategori Penilaian					Jumlah siswa
	TM (0)	I (1)	Ad (2)	Tr (3)	R (4)	
<i>Pre-test</i>	3	17	6	8	-	34
<i>Post-test</i>	-	1	11	17	5	34

*TM = Tidak Menjawab, I = Intuitive, Ad = Aditive, Tr = Transitional, R = Ratio*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 34 siswa saat *pre-test*, kategori yang paling banyak dalam jawaban siswa adalah kategori I (*intuitive*), yaitu sebanyak 17 siswa, 3 orang siswa tidak menjawab pertanyaan, 6 siswa menjawab dengan kategori Ad (*additive*), dan 8 siswa menjawab dengan kategori Tr (*transition*). Tidak ada siswa yang memberikan jawaban yang berada pada tingkat ke-4 atau pada kategori R (*ratio*). Hasil tersebut berbeda dengan hasil *post-test* siswa yang menunjukkan bahwa dari 34 siswa, jawaban siswa paling banyak berada pada kategori Tr (*Transitional*), yaitu sebanyak 17 siswa, dimana siswa menjawab soal dengan membuktikan secara kuantitatif. Selain itu, terdapat siswa yang menjawab pertanyaan dengan kategori R (*Ratio*) sebanyak 4 siswa. Siswa yang menjawab dengan kategori ini sudah dapat menerapkan dan menggunakan strategi persamaan dengan perbandingan atau rasio dan menentukan nilai secara tepat. Sedangkan siswa yang menjawab dengan kategori Ad (*Aditive*) sebanyak 11 siswa, artinya siswa menggunakan strategi penyelesaian, tetapi fokus pada hal yang berbeda. Siswa hanya menyimpulkan hasil praktikum tanpa memberikan bukti.

Butir soal kelima merupakan soal dengan tipe pola penalaran ilmiah *probabilistic reasoning*. Hasil kemampuan penalaran ilmiah siswa dalam butir soal kelima ditunjukkan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Pola penalaran ilmiah *probabilistic reasoning*

Jenis Tes	Kategori Penilaian				Jumlah Siswa
	TM (0)	I (1)	Ap (2)	Qn (3)	
<i>Pre-test</i>	2	29	3	-	34
<i>Post-test</i>	-	19	15	-	34

*TM = Tidak Menjawab, I = Intuitive, Ap = Approximate, Qn = Quantitative*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 34 siswa saat *pre-test*, kategori yang paling banyak dalam jawaban siswa adalah kategori I (*intuitive*) sebanyak 29 siswa, dan hanya 3 orang yang menjawab kategori Ap (*approximate*). Hal ini berarti hanya 3 orang siswa yang mampu menjawab pertanyaan dengan penjelasan secara kualitatif, tetapi belum mampu menjelaskan secara kuantitatif atau dalam bentuk persamaan-persamaan. Hasil *post-test* menunjukkan bahwa sebanyak 19 siswa dari 34 siswa menjawab pertanyaan dengan kategori I (*Intuitive*). Hanya 15 siswa yang menjawab dengan kategori Ap (*Approximate*), dimana siswa memberikan penjelasan dan alasan dengan deskripsi kualitatif.

Kemampuan penalaran ilmiah (*scientific reasoning*) siswa pada setiap indikator mengalami peningkatan yang berbeda. Hanya 2 indikator dari 5 indikator yang mengalami peningkatan yang cukup tinggi, yaitu *conservation reasoning*, dan *proportional reasoning*. Kedua kemampuan penalaran ilmiah tersebut meningkat karena siswa melaksanakan pembelajaran menggunakan metode praktikum, sehingga siswa lebih mudah memahami konsep yang diajarkan. Hal ini selaras dengan hasil penelitian Rimadani, dkk (2017) yang menyatakan bahwa terdapat peningkatan kemampuan penalaran ilmiah jika pembelajaran diterapkan dengan melibatkan siswa secara aktif dalam mengkonstruksi suatu pemahaman konsep, karena penguasaan konsep berhubungan dengan penalaran ilmiah. Kemampuan penalaran ilmiah pada indikator *correlational*, *probabilistic* dan *identification of variable* mengalami peningkatan yang kurang tinggi. Tahapan tersebut memberikan kesempatan bagi siswa dan guru untuk secara bersama mengidentifikasi variabel, dimana guru terlebih dahulu mendemonstrasikan fenomena nyata terkait hubungan antar variabel dan mengenalkan variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol. Namun, hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam menentukan variabel sehingga masih harus dilatihkan secara intensif. Hal ini selaras dengan penelitian yang dilakukan Arief (2015) yang menyatakan bahwa belum ada siswa yang mampu menjawab dengan tepat dalam mengidentifikasi variabel-variabel percobaan. Hasil penelitian Pratama (2014) juga menemukan bahwa sebanyak 94% siswa (76 dari 80 siswa) melakukan

kesalahan dalam menentukan variabel yang termuat dalam soal yang berbentuk cerita/ Pernyataan.

Hal lain yang menyebabkan kemampuan *correlational reasoning*, dan *probabilistic* rendah adalah dikarenakan selama pembelajaran dengan model inkuiri terbimbing dilakukan dengan melaksanakan praktikum yang menuntut siswa meluangkan waktu lebih selama pembelajaran untuk menyelesaikan pengambilan data praktikum sehingga siswa memiliki waktu yang terbatas untuk memahami setiap pertanyaan dalam analisis data yang menuntun kepada pengisian diagram berpikir multidimensi. Beberapa peneliti menyatakan bahwa dalam pembelajaran inkuiri siswa memerlukan banyak waktu untuk merumuskan masalah, merencanakan penelitian, dan mengumpulkan data. Abraham dan Miller (2008) dalam penelitiannya telah mengamati dua puluh lima pembelajaran dengan kegiatan laboratorium dan menemukan bahwa pembelajaran tersebut umumnya tidak efektif dalam membantu siswa mencapai tujuan pembelajaran sebagaimana dimaksud. Hal lain yang menjadi faktor lemahnya ketiga indikator tersebut adalah keterlambatan siswa pada saat masuk laboratorium serta keterbatasan waktu yang dimiliki peneliti dalam menerapkan proses pembelajaran. Selain itu, siswa kurang kondusif selama pembelajaran sehingga dapat mengganggu konsentrasi siswa lain pada saat mengerjakan diagram berpikir multidimensi. Serta keterbatasan media dan kurangnya efektifitas kerja kelompok siswa dan hanya sebagian anak saja yang bekerja.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan data yang diperoleh pada hasil dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran inkuiri terbimbing disertai diagram berpikir multidimensi dapat meningkatkan kemampuan *scientific reasoning* siswa, khususnya pada domain *proportional* dan *conservation reasoning*. Hal tersebut dibuktikan dengan perolehan jawaban siswa yang paling pada tiap-tiap pola penalaran ilmiah. Pada pola penalaran ilmiah *identification and control of variable*, siswa hanya berada pada level ke-2 dari maksimal 4 level di tiap soal. Pada pola penalaran ilmiah *correlational reasoning*, siswa berada pada level ke-3 dari 5 level pada tiap soal. Sedangkan pada pola penalaran ilmiah *conservation reasoning*, siswa berada pada level 3 dari 3 level maksimal di tiap soal. Pada pola penalaran ilmiah *proportional reasoning*, sebagian besar jawaban siswa berkategori Tr (*Transitional*) sebanyak 17 siswa. Selanjutnya, pada pola penalaran ilmiah *probabilistic reasoning* sebagian besar jawaban siswa berada pada level terendah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abraham, I., dan Miller, R.. 2008. Does practical work really work? a study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945-1969.
- Alfieri, L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J., dan Tenenbaum, H. R. 2011. Does discovery-based instruction enhance learning?. *Journal of Educational Psychology*, 103, 1–18.
- Andani, I. D., Prastowo, S. H. B., & Supeno, S. 2018. Identifikasi kemampuan penalaran hipotesis-deduktif siswa SMA dalam pembelajaran fisika materi hukum Newton. *Quantum: Seminar Nasional Fisika, Dan Pendidikan Fisika*, 562–568.
- Arends, R. I. 2015. *Learning to Teach, Tenth Edition*. New York: McGraw-Hill Education.
- Arief, M., K. 2015. Penerapan Levels of Inquiry dalam Pembelajaran IPA pada Tema Pemanasan Global untuk Meningkatkan Domain Kompetensi dan Domain Pengetahuan Literasi saintifik Siswa SMP (Tesis Program Studi Pendidikan IPA Universitas Pendidikan Indonesia: Tidak Diterbitkan).
- Chen, J., Wang, M., Grotzer, T. A., dan Dede, C. 2018. Using a three dimensional thinking graph to support inquiry learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(9), 1239-1263.
- Daryanti, E. P., Rinanto, Y., dan Dwiastuti, S. 2015. Peningkatan kemampuan penalaran ilmiah melalui model pembelajaran inkuiri terbimbing pada materi sistem pernapasan manusia. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains Tahun III*. 2, 163-168.
- Dewi, F. F., Supeno, S., & Bektiarso, S. 2019. Lembar kerja siswa berbasis inkuiri disertai argumentative problems untuk melatih kemampuan argumentasi siswa SMA. *FKIP e-Proceeding*, 3(2), 60–64.
- Erlina, N. Supeno, dan I. Wicaksono. 2016. Penalaran Ilmiah dalam Pembelajaran Fisika. *Prosiding Seminar Nasional 2016*, 23, 473–480.
- Fitriyani, R. V., Supeno, dan Maryani, (2019). Pengaruh LKS kolaboratif pada model pembelajaran berbasis masalah terhadap keterampilan pemecahan masalah fisika siswa SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 7(2), 71-81.
- Hanson, S.T. 2016. The Assessment of *Scientific Reasoning* Skills of High School Science Student: A Standardized Assessment Instrumen. *Thesis and Dissertations*. Paper 506.
- Karmila, D. D., Supeno, dan Subiki. 2019. Keterampilan inkuiri siswa SMA dalam model pembelajaran inkuiri berbantuan virtual laboratory. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 8(3), 151-158.
- Kirschner, P. A., Sweller, J., dan Clark, R. E. 2006. Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, discovery,

- problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86.
- Kirana, A. D., Supeno, dan Maryani. 2019. Diagram scaffolds untuk membelajarkan kemampuan scientific explanation siswa SMA pada pembelajaran fisika. *FKIP e-Proceeding*, 3(2), 82–88.
- Kollar, I., Fischer, F., dan Slotta, J. D. 2007. Internal and external scripts in computer-supported collaborative inquiry learning. *Learning and Instruction*, 17(6), 708–721.
- Maryani. 2018. Pengaruh LKS dengan strategi inkuiri terbimbing berbasis penalaran terhadap keterampilan pengambilan keputusan siswa SMA pada materi energi terbarukan. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 7(1), 93-99.
- Mujakir. 2017. Pemanfaatan bahan ajar berdasarkan multi level representasi untuk melatih kemampuan siswa menyelesaikan masalah kimia larutan. *Lantanida Journal*, 5(2), 183-196.
- Muliardi, M. W. R., Supeno, S., & Bektiarso, S. 2018. Lembar kerja siswa scientific explanation untuk melatih kemampuan penjelasan ilmiah siswa SMA dalam pembelajaran fisika. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika* (Vol. 3, pp. 33–38). Retrieved from <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/fkip-pro/article/view/7366>
- OECD. 2016. *PISA 2015 Result :Exchellence and Equity in Education (Volume 1)*., PISA, OECD.
- Pratama, S. 2014. Kesalahan Siswa Kelas VIII SMP dalam Aljabar dan Upaya Mengatasinya Menggunakan Scaffolding. Tesis tidak diterbitkan: Malang: PPs UM.
- Puspitaningrum, H. Z., Astutik, S., & Supeno, S. 2018. Lembar kerja siswa berbasis collaborative creativity untuk melatih kemampuan beargumentasi ilmiah siswa SMA. *Prosiding Seminar Nasional Quantum*.
- Rasyidah, K., Supeno, dan Maryani. 2018. Pengaruh guided inquiry berbantuan Phet simulations terhadap hasil belajar siswa SMA pada pokok bahasan usaha dan energi. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 7(2), 129-134.
- Rimadani, E., Parno., dan Markus. D.2017. Identifikasi kemampuan penalaran ilmiah siswa sma pada materi suhu dan kalor. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 2(6), 833-839.
- Ross, J. A. and Smyth, E. 1995. Thinking Skills for Gifted Students: The Case for correlational reasoning, *Roepier Review*, 17(4), 239-243.
- Sabarudin. 2019. Penggunaan model pemecahan masalah untuk meningkatkan kemampuan berpikir analisis peserta didik pada materi gravitasi Newton. *Lantanida Journal*, 7(1), 25-37.

- Safitri, W. O., Subiki, dan Supeno. 2019. Pengaruh LKS berbasis scientific reasoning terhadap keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar peserta didik MAN di Jember. *FKIP e-Proceeding*, 3(2), 94-100.
- Shofiyah, N., Supardi, Z. A. I., dan Jatmiko, B. 2013. Mengembangkan Penalaran ilmiah (*scientific reasoning*) siswa melalui model pembelajaran 5E pada siswa kelas X SMAN 15 Surabaya. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 2(1), 83-87.
- Supeno, Kurnianingrum, A. M., dan Cahyani, M. U. 2017. Kemampuan penalaran berbasis bukti dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Pembelajaran dan Pendidikan Sains*, 2(1), 64-78.
- Supeno, Prastowo, S. H. B., dan Rahayu, M. P. 2020. Karakteristik Kemampuan Siswa dalam Menyelesaikan Well dan Ill Structured Problems pada Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 6(1), 63-72.
- Supeno, S. Astutik, S. Bektiarso, A. D. Lesmono, & L. Nuraini. (2019). What can students show about higher order thinking skills in physics learning? *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 243(1), 12127. IOP Publishing.
- Sutarno. 2014. Profil Penalaran Ilmiah Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Bengkulu Tahun Akademik 2013/2014. *Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Bidang MIPA*. 361-371.
- Utami, P., Supeno, dan Bektiarso, S. 2019. Lembar kerja siswa (LKS) berbasis inkuiri berbantuan scaffolding konseptual untuk meningkatkan keterampilan penalaran ilmiah fisika siswa SMA. *FKIP e-Proceeding*, 4(1), 134-140.
- Wardani, P. O., Supeno, dan Subiki. 2018. Identifikasi kemampuan penalaran ilmiah siswa SMK tentang rangkaian listrik pada pembelajaran fisika. *FKIP e-Proceeding*, 3(1), 183-188.
- Virani, W. S., Supeno, dan Supriadi, B. 2018. Kajian kinematika gerak pada jalur lokasi kecelakaan berisiko tinggi (*blackspot*) sebagai sumber belajar fisika di SMA. *Jurnal Riset & Kajian Pendidikan Fisika*, 5(1), 22-29.
- Zimmerman, C., Raghavan, K., & Sartoris, M. L. 2003. The impact of the MARS curriculum on students' ability to coordinate theory and evidence. *International Journal of Science Education*, 25(10), 1247-1271.