

PENGEMBANGAN PERANGKAT *INDUCTIVE THINKING* UNTUK PENINGKATAN KEMAMPUAN REPRESENTASI DATA DAN PENALARAN ILMIAH

Yudi Guntara dan Insih Wilujeng

Program Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta

email: yudigntr@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan dan menguji efektivitas perangkat pembelajaran fisika model *inductive thinking* yang layak dalam meningkatkan kemampuan representasi data dan penalaran ilmiah siswa SMA. Penelitian menggunakan metode R&D dengan model 4D yang meliputi tahap *define* (analisis kebutuhan pembelajaran), *design* (perancangan draf produk), *develop* (penilaian ahli dan guru, uji coba produk, revisi produk), dan *disseminate* (penyebarluasan produk akhir). Produk perangkat pembelajaran fisika model *inductive thinking* yang dikembangkan ini terdiri dari silabus, RPP, *handout*, LKS dan lembar penilaian kemampuan. Teknik analisis data menggunakan statistik deskriptif, analisis *N-Gain*, uji statistik multivariat Hotelling's T^2 dan analisis *effect size*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran fisika model *inductive thinking* layak digunakan dalam pembelajaran dengan kategori sangat baik berdasarkan penilaian ahli, guru, dan respons siswa. Perangkat yang dikembangkan efektif dalam meningkatkan kemampuan representasi data dan penalaran ilmiah berdasarkan analisis *effect size* dengan nilai $f=0,180$ terhadap kemampuan representasi data dan $f=0,115$ terhadap kemampuan penalaran ilmiah.

Kata kunci: *inductive thinking, representasi data, penalaran ilmiah*

DEVELOPING INDUCTIVE THINKING KIT TO IMPROVE REPRESENTATION DATA AND SCIENTIFIC REASONING SKILLS

Abstract

This study was aimed at producing and examining the effectiveness of physics learning kit of inductive thinking model which is reasonably to increase students' data representations and scientific reasoning skills. This research uses R&D methods with 4D models that consists of define (need analysis of learning), design (designing the product draft), develop (expert appraisal, product field testing, and product revising), and disseminate (disseminating final product). The physics learning kit of inductive thinking model which is developed consists of syllabus, lesson plan, handout, worksheet and skills assessment sheet. The data were analyzed using the descriptive statistics, *N-Gain* analysis, multivariate test statistic Hotelling's T^2 and effect size analysis. The result of this research produced the physics learning kits of inductive thinking model which is reasonably used to increase students' data representations and scientific reasoning skills with very good category based on experts, teachers and response of students. The learning kit is effective to increase students' data representations and scientific reasoning skills significantly by effect size analysis with $f = 0.180$ for data representations skills and $f = 0.115$ for scientific reasoning skills.

Keywords: *inductive thinking, data representation, scientific reasoning*

PENDAHULUAN

Beberapa bidang pengetahuan pada abad XXI mengalami perkembangan yang signifikan terutama pada bidang teknologi. Dalam kehidupan sehari-hari, teknologi menjadi kebutuhan manusia yang sangat penting dan mempengaruhi bidang lain seperti pertanian, kesehatan, pendidikan, komunikasi, transportasi, pertambangan, energi serta ilmu antariksa. Ilmu yang memiliki peranan cukup besar dalam teknologi mulai dari teknologi yang sangat sederhana hingga berdesain yang cukup rumit adalah fisika. Cabang-cabang ilmu pengetahuan teknik dan terapan memerlukan ilmu fisika ini sebagai landasan pengembangan sehingga ilmu teknik dan terapan dapat maju begitu pesat.

Penguatan ilmu dasar fisika perlu dibantu melalui proses pembelajaran fisika di sekolah yang efektif. Belajar fisika memerlukan pemahaman dan praktik secara langsung untuk mengasah siswa dalam menyelesaikan permasalahan yang ada. Guttersrud dan Angell (2010, p. 95) menyarankan supaya dalam pembelajaran fisika hendaknya jangan langsung memberikan tugas dalam bentuk perhitungan yang rumit, melainkan siswa dibimbing untuk dapat menginterpretasi data mentah dan grafik, kemudian menerjemahkannya ke dalam persamaan matematis. Salah satu konsep pada pembelajaran fisika yang dianggap sulit adalah mengenai konsep usaha-energi (Neumann, Viering, Boone, & Fischer, 2013). Konsep ini merupakan salah satu konsep dalam fisika yang erat kaitannya dengan teknologi, terutama berhubungan dengan masalah mesin, bahan bakar, dan sebagainya. Hasil penelitian tersebut dapat dikonfirmasi bahwa seiring dengan perkembangan siswa, terdapat empat konsepsi energi (bentuk dan sumber, transfer dan transformasi,

disipasi, dan konservasi) yang berkembang. Konsep usaha-energi merupakan konsep yang sangat kompleks untuk dipelajari sehingga memerlukan pembelajaran yang efektif untuk memudahkan siswa dalam mempelajari dan memahami konsep tersebut.

Konsep usaha-energi dalam pembelajaran harus dibantu dengan cara membangun beberapa representasi. Representasi kualitatif memegang peranan penting dalam menyelesaikan permasalahan bagi fisikawan. Hasil penelitian Ibrahim dan Rebello (2012) menunjukkan bahwa pada konsep usaha, siswa masih terlalu fokus pada penerapan strategi pemecahan masalah secara kuantitatif. Berdasarkan pandangan sebagian besar siswa, memberikan jawaban dalam bentuk angka (kuantitatif) lebih mudah daripada menggunakan tulisan dan dalam penyelesaiannya, siswa lebih senang menggunakan satu metode saja (soal berbeda tapi persamaan yang digunakan masih tetap sama) (Cock, 2012).

Kecenderungan siswa dalam memecahkan masalah langsung dengan angka disebabkan karena dalam kegiatan tersebut, sebagian besar siswa tidak mempunyai ide kreatif untuk menyelesaikannya, tetapi mereka hanya menerapkan persamaan yang mereka ingat dalam menjawab permasalahan (Hwang, Chen, Dung, & Yang, 2007). Hasil penelitian Chi, Feltovich, dan Glaser (2012) menunjukkan bahwa ada perbedaan yang mencolok antara *expert* dan *novice* (siswa) dalam menyelesaikan permasalahan fisika. *Expert* cenderung menggunakan analisis kualitatif yakni mengelompokkan permasalahan berdasarkan prinsip atau hukum fisika yang akan digunakan sebagai kerangka solusi. Sebaliknya, *novice* lebih menekankan pada analisis kuantitatif, permasalahan dikelompokkan berdasarkan data yang benar-benar ada pada soal tanpa memahami

prinsip atau hukum fisika yang mendasari permasalahan tersebut.

Kemampuan analisis secara kualitatif dengan representasi merupakan kemampuan penting yang harus dimiliki oleh para saintis dan teknisi di masa depan (Dong & Rebello, 2011). Kemampuan representasi berbagai jenis data dalam bentuk teks, gambar, simbol, dan grafik (*multiple*) merupakan kunci untuk memecahkan permasalahan yang melibatkan perhitungan-perhitungan rumit bagi siswa. Jika siswa dapat menguasai semua bentuk representasi, maka kemampuan siswa dalam menyelesaikan permasalahan akan meningkat (Heuvelen & Xueli, 2001). Kemampuan representasi data sangat diperlukan untuk menghindari kondisi *formula-centered* yang menyebabkan siswa enggan dalam mempelajari fisika.

Kemampuan lain yang diperlukan dalam menguasai konsep usaha-energi adalah kemampuan penalaran ilmiah. Konsep ini sangat dekat dengan penerapannya pada kehidupan nyata dan untuk menghindari adanya miskonsepsi. Kemampuan penalaran ilmiah diperlukan untuk mempersiapkan individu dalam menghadapi kehidupan sehari-hari dan kemasyarakatan untuk mengatasi permasalahan sosial yang dihadapi oleh masyarakat (Osborne, 2013). Semakin tinggi kemampuan siswa dalam penalaran ilmiah, miskonsepsi siswa lambat laun akan semakin berkurang (Acar, 2014), dan akan membangun konsep ilmiah yang benar (Ya & Hsiao, 2009). Proses pemecahan masalah dalam pembelajaran fisika ada banyak kesamaan dengan penerapan dari penalaran ilmiah (Tajudin *et al.*, 2012). Selain itu, ada korelasi antara kemampuan penalaran ilmiah dengan prestasi belajar siswa (Acar, 2014). Oleh karena itu, kemampuan ini memiliki peranan penting untuk meningkatkan prestasi siswa di sekolah juga untuk

meningkatkan kemampuan pemecahan masalah di kehidupan nyata di masa depan.

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru fisika di SMAN 1 Depok, mengemukakan bahwa kemampuan representasi data dan penalaran ilmiah penting untuk dilatihkan kepada siswa, karena pembelajaran fisika khususnya pada materi usaha-energi belum pernah diintegrasikan dengan kemampuan tersebut, biasanya siswa hanya dilatih untuk menganalisis permasalahan fisika secara kuantitatif yakni menganalisis permasalahan langsung dengan menggunakan persamaan matematis.

Pemilihan model pembelajaran yang digunakan harus disesuaikan untuk dapat meningkatkan kemampuan representasi dan penalaran. Temuan Bao *et al.* (2009) menyebutkan bahwa model pembelajaran tradisional/konvensional tidak dapat meningkatkan kemampuan penalaran ilmiah. Khusus untuk *science* bisa menggunakan model pembelajaran CERDAS (Winarti, Yuanita, & Nur, 2015), *eliciting activities with didactical design research* (Martadiputra, 2013), pencapaian konsep, *inductive thinking* atau untuk membelajarkan konsep yang berhubungan dengan matematika bisa menggunakan *advance organizer*, dan *inductive thinking* (Walia & Walia, 2014).

Pembelajaran fisika dengan *free inquiry* dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam kemampuan representasi matematik, grafik; akan tetapi tidak dapat meningkatkan kemampuan representasi verbal dan gambar (Putri, Mahardika, & Nuriman, 2012). Pembelajaran konsep usaha-energi diperlukan model pembelajaran yang dapat meningkatkan dua kemampuan yaitu kemampuan representasi data dan kemampuan penalaran ilmiah.

Konsep usaha-energi cenderung lebih cocok untuk menggunakan model *inductive*

thinking. Hal ini didukung oleh beberapa temuan yang menunjukkan bahwa model *inductive thinking* terutama model yang dicetuskan Hilda Taba memiliki kelebihan yaitu dapat meningkatkan perkembangan konsep, kemampuan analisis, dan proses berpikir, serta penggunaannya sangat bebas untuk semua konten pembelajaran. Model ini dapat memproses informasi, pembentukan konsep, interpretasi data, dan penerapan dari prinsip-prinsip fisika (Sejpal, 2013). Model *inductive thinking* unggul dalam hal *student-centered, problem solving* (Narjaikaew, Emarat, Arayathantikul, & Cowie, 2010), dan menumbuhkan minat (Renninger, 2009). Selain itu, model *inductive thinking* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif (Kurniawan & Siswanto, 2012), level konsep yang dimiliki siswa akan meningkat (Joyce, Weil, & Calhoun, 2003, p. 30), dan dapat digunakan untuk berbagai macam materi fisika tanpa memperhatikan level kemampuan siswa.

Perangkat pembelajaran merupakan salah satu penunjang supaya pembelajaran lebih bermakna. Perangkat pembelajaran memfasilitasi guru untuk mempersiapkan dan melaksanakan kegiatan belajar mengajar di kelas. Perangkat ini mencakup beberapa metode yang dapat mendorong siswa untuk memperbaiki gaya belajar mereka sehingga dengan perencanaan yang baik, kebutuhan siswa dapat dipenuhi dalam proses pembelajaran di kelas.

Perangkat pembelajaran yang dikembangkan mengadaptasi sintaks dari model *inductive thinking* dengan konsep fisika yang dipelajari adalah usaha-energi. Model pembelajaran *inductive thinking* merupakan model pembelajaran untuk membangun konsep dengan cara mengumpulkan informasi, dan menggunakan fakta-fakta yang ada hingga dapat ditarik pada kesimpulan yang bersifat umum (belajar dari contoh/

kasus-kasus khusus untuk menarik kesimpulan umum). Sintaks pembelajaran *inductive thinking* yang diadaptasi dari Joyce *et al.* (2003, pp. 150-152) yang disajikan pada Tabel 1.

Pembelajaran diawali dengan merepresentasikan kembali data yang telah disajikan oleh guru. Data tersebut disajikan dalam LKS atau siswa menyusun data sendiri dengan mengamati video maupun simulasi yang sudah dipersiapkan. Kemampuan representasi data sangat diperlukan pada tahap ini. Kemampuan representasi data ini merupakan kemampuan untuk menafsirkan bahan baku/berupa data dalam bentuk sederhana seperti *scatter plots*, grafik, tabel, dan bentuk-bentuk grafis lainnya ke dalam bentuk informasi lain yang mudah untuk dipahami. Indikator kemampuan representasi data yang digunakan mengadaptasi dari Chesla *et al.* (2003, p. 250) yakni: mampu menginterpretasi data (*interpretations*), mampu menyimpulkan dari informasi yang tersedia (*drawing conclusions*), dan memprediksi data selanjutnya (*making predictions*). Setelah data mentah direpresentasikan kembali sehingga terlihat jelas variabel-variabel yang akan dipelajari, kemudian dilanjutkan dengan mencari hubungan-hubungan antar variabel tersebut dengan aktivitas bernalar untuk dapat ditarik suatu kesimpulan umum atau konsep yang utuh. Aktivitas ini didukung dengan metode diskusi yang diharapkan siswa dapat saling bertukar pikiran. Kemampuan bernalar atau yang disebut dengan kemampuan penalaran ilmiah adalah kemampuan untuk menganalisis data atau bukti dengan sistematis untuk membangun atau memodifikasi konsep secara kritis dan logis. Indikator kemampuan penalaran ilmiah yang diadaptasi dari Lawson (2004) adalah menganalisis variabel-variabel yang terlibat (*combinatorial reasoning*) dan mengaitkan

Tabel 1
Sintaks Model Pembelajaran Inductive Thinking

No	Fase Pembelajaran	Deskripsi
1.	<i>Identifying and listing</i>	Menuliskan informasi baik berupa besaran fisis yang mungkin terlibat atau informasi lainnya berdasarkan penjelasan dan data yang ada.
2.	<i>Identifying critical relationship</i>	Mengidentifikasi hubungan antara besaran-besaran fisis (variabel) yang terlibat dalam konsep yang sedang dikaji
3.	<i>Exploring relationship</i>	Menuliskan hubungan-hubungan antar besaran-besaran fisis (variabel) menjadi sebuah persamaan (hubungan sebab akibat)
4.	<i>Making inference</i>	Menyimpulkan mengenai konsep yang telah dipelajari dengan menggunakan pemahamannya secara individu
5.	<i>Predicting consequences</i>	Menganalisis permasalahan, dan mengingat kembali konsep yang telah dipelajari.
6.	<i>Explaining and/or supporting prediction</i>	Menjelaskan dan menentukan sebab akibat pemilihan jawaban dalam fase memprediksi.

atau mencari hubungan-hubungan antar variabel (*proportional reasoning*). Indikator kemampuan penalaran ilmiah dalam penelitian ini terintegrasi antara kemampuan dasar *retoduction*, *deduction*, dan *induction* sehingga tidak dapat dipisahkan.

Berdasarkan pertimbangan di atas, dikembangkan perangkat pembelajaran fisika dengan memanfaatkan model *inductive thinking*. Tujuan dari pengembangan ini adalah menghasilkan perangkat pembelajaran fisika model *inductive thinking* yang layak dan menguji keefektifan perangkat pembelajaran fisika model *inductive thinking* dalam meningkatkan kemampuan representasi data dan penalaran ilmiah siswa SMA.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Model pengembangan yang digunakan adalah model 4D dari Thiagarajan, Semmel, dan Semmel (1974, pp. 5-9). Prosedur

penelitian model 4D meliputi *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*. Tahap *define* terdiri dari analisis kebutuhan pembelajaran berupa analisis kurikulum, analisis tugas, dan analisis siswa. Tahap *design* merupakan tahap pembuatan panduan pengembangan produk dan perancangan *draft* produk. Tahap *develop* terdiri dari penilaian produk oleh ahli dan guru, uji coba produk, dan revisi produk. Tahap *disseminate* merupakan tahap penyebarluasan produk akhir. Produk yang dikembangkan terdiri dari: silabus, RPP, *handout*, LKS yang mengacu pada model pembelajaran *inductive thinking* serta lembar penilaian kemampuan representasi data dan penalaran ilmiah.

Penelitian dilakukan di SMA Negeri 1 Kalasan dan SMA Negeri 1 Depok pada semester Ganjil Tahun Ajaran 2016/2017. Subjek penelitian pada uji coba terbatas terdiri dari 30 siswa kelas XI MIA 1 di SMA Negeri 1 Kalasan. Subjek uji coba lapangan terdiri dari 32 siswa kelas XI MIA 1 sebagai kelas eksperimen dan 32 siswa kelas XI

MIA 2 sebagai kelas kontrol di SMA N 1 Depok. Uji coba lapangan termasuk dalam ranah penelitian *quasi experiment* dengan teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *cluster sampling*.

Data yang dikumpulkan meliputi data penilaian produk berdasarkan dosen ahli dan guru yang dikumpulkan menggunakan lembar penilaian produk yang sudah divalidasi; data respons siswa terhadap *handout* dan LKS yang dikumpulkan menggunakan angket respons siswa; data peningkatan kemampuan representasi data yang diukur menggunakan lembar penilaian kemampuan berbentuk soal pilihan ganda; dan data peningkatan kemampuan penalaran ilmiah yang diukur menggunakan lembar penilaian kemampuan berbentuk soal uraian.

Kualitas perangkat pembelajaran hasil pengembangan dicari dengan mengubah data penilaian produk yang mula-mula berupa skor menjadi data kualitatif (data interval) dengan skala empat. Untuk skala empat, skor tertinggi setiap butir adalah 4 dan yang terendah adalah 1. Adapun acuan pengubahan skor menjadi skala empat dapat dilihat pada Tabel 2. Nilai kelayakan dalam penelitian ini ditentukan dengan nilai minimal “C” yaitu kategori cukup

baik. Dengan demikian, jika hasil penilaian memberikan nilai akhir “C”, maka produk sudah dianggap layak untuk digunakan.

Peningkatan kemampuan representasi data dan penalaran ilmiah siswa dalam uji coba lapangan dinyatakan dengan nilai *Normalized Gain (N-Gain)* berdasarkan hasil *pretest* dan *posttest*. Hake (1998) menyatakan bahwa *N-Gain* diperoleh dari nilai rerata *posttest* dikurangi nilai rerata *pretest* dan dapat dicari dengan menggunakan persamaan 1.

$$\langle g \rangle = \frac{\bar{X}_{posttest} - \bar{X}_{pretest}}{\bar{X}_{max} - \bar{X}_{pretest}} \quad (1)$$

Keterangan:

- $\langle g \rangle$: *N-Gain*
- $\bar{X}_{posttest}$: nilai rerata *posttest*
- $\bar{X}_{pretest}$: nilai rerata *pretest*
- \bar{X}_{max} : nilai rerata maksimal

Interpretasi nilai *N-Gain* menurut Hake (1998) disajikan dalam kriteria pada Tabel 3. Efektivitas perangkat pembelajaran ditinjau dari uji beda kemampuan representasi data dan penalaran ilmiah siswa antara kelas eksperimen dan kelas kontrol sebelum dan setelah diberi perlakuan yang berbeda. Efektivitas juga dilihat dengan *effect size*.

Tabel 2
Acuan Pengubahan Skor menjadi Skala Empat

No	Rentang Skor	Nilai	Kategori
1	$X \geq \bar{X} + 1.SB_x$	A	Sangat Baik
2	$\bar{X} + 1.SB_x > X \geq \bar{X}$	B	Baik
3	$\bar{X} > X \geq \bar{X} - 1.SB_x$	C	Cukup Baik
4	$X < \bar{X} - 1.SB_x$	D	Kurang Baik

Keterangan:

- \bar{X} : Rerata skor secara keseluruhan = $\frac{1}{2}$ (skor maksimal+skor minimal)
- SB_x : Simpangan baku skor keseluruhan = $\frac{1}{6}$ (skor maksimal-skor minimal)
- X : Skor yang didapat

Tabel 3
Interpretasi Nilai N-Gain

Nilai N-Gain $\langle g \rangle$	Kategori
$\langle g \rangle \geq 0,7$	Tinggi
$0,7 > \langle g \rangle \geq 0,3$	Sedang
<math>\langle g \rangle < 0,3</math>	Rendah

Data yang digunakan pada uji beda adalah data *gain* (selisih nilai *pretest* dan *posttest*). Uji yang dilakukan yaitu uji statistik multivariat *Hotelling's T²*. Sebelum dilakukan uji *Hotelling's T²* terlebih dahulu harus melakukan beberapa uji asumsi yaitu data tentang variabel terikat pada masing-masing kelas berasal dari populasi yang berdistribusi normal bivariat dan matriks varian/kovarian dari variabel dependen adalah sama (Stevens, 2009, p. 147). Uji ini dilakukan untuk melihat perbedaan antara dua kelompok percobaan, yang masing-masing kelompok terdiri dari dua variabel terikat, dan akan dilakukan analisis statistik pada variabel terikat tersebut secara serentak. Hipotesis penelitian adalah:

H₀ : Tidak terdapat perbedaan peningkatan kemampuan representasi data dan penalaran ilmiah yang signifikan antara siswa yang menggunakan perangkat pembelajaran fisika model *inductive thinking* dengan siswa yang menggunakan perangkat pembelajaran yang dikembangkan oleh guru (*Direct Instructions*).

H_a : Terdapat perbedaan peningkatan kemampuan representasi data dan penalaran ilmiah yang signifikan antara siswa yang menggunakan perangkat pembelajaran fisika model *inductive thinking* dengan siswa yang menggunakan perangkat pembelajaran yang dikembangkan oleh guru (*Direct Instructions*).

Taraf signifikansi yang digunakan $\alpha = 0,05$ dengan kriteria keputusan yakni H₀ ditolak jika sig. < 0,05.

Dalam penelitian ini juga akan dilihat seberapa besar pengaruh penerapan perangkat pembelajaran fisika model *inductive thinking* terhadap peningkatan kemampuan representasi data dan penalaran ilmiah siswa dengan menggunakan *effect size*. *Effect size* merupakan ukuran mengenai besarnya efek suatu variabel pada variabel lain, besarnya perbedaan maupun hubungan, yang bebas dari pengaruh besarnya sampel. *Effect size* diperoleh dengan menghitung nilai *Cohen's f* dari hasil transformasi nilai *eta square* (η^2) pada tabel *test of between-subjects effects* ketika melakukan analisis *Hotelling's T²*. *Cohen's f* dihitung dengan menggunakan persamaan (2) (Cohen, 1992). Kategori nilai *Cohen's f* dapat dinyatakan pada Tabel 4.

$$f = \sqrt{\frac{\eta^2}{1 - \eta^2}} \quad (2)$$

Tabel 4
Interpretasi Nilai Effect Size

Cohen's f	Interpretation of Effect Size
0,00-0,10	Small effect size
0,11-0,25	Medium effect size
0,26-0,40	Large effect size

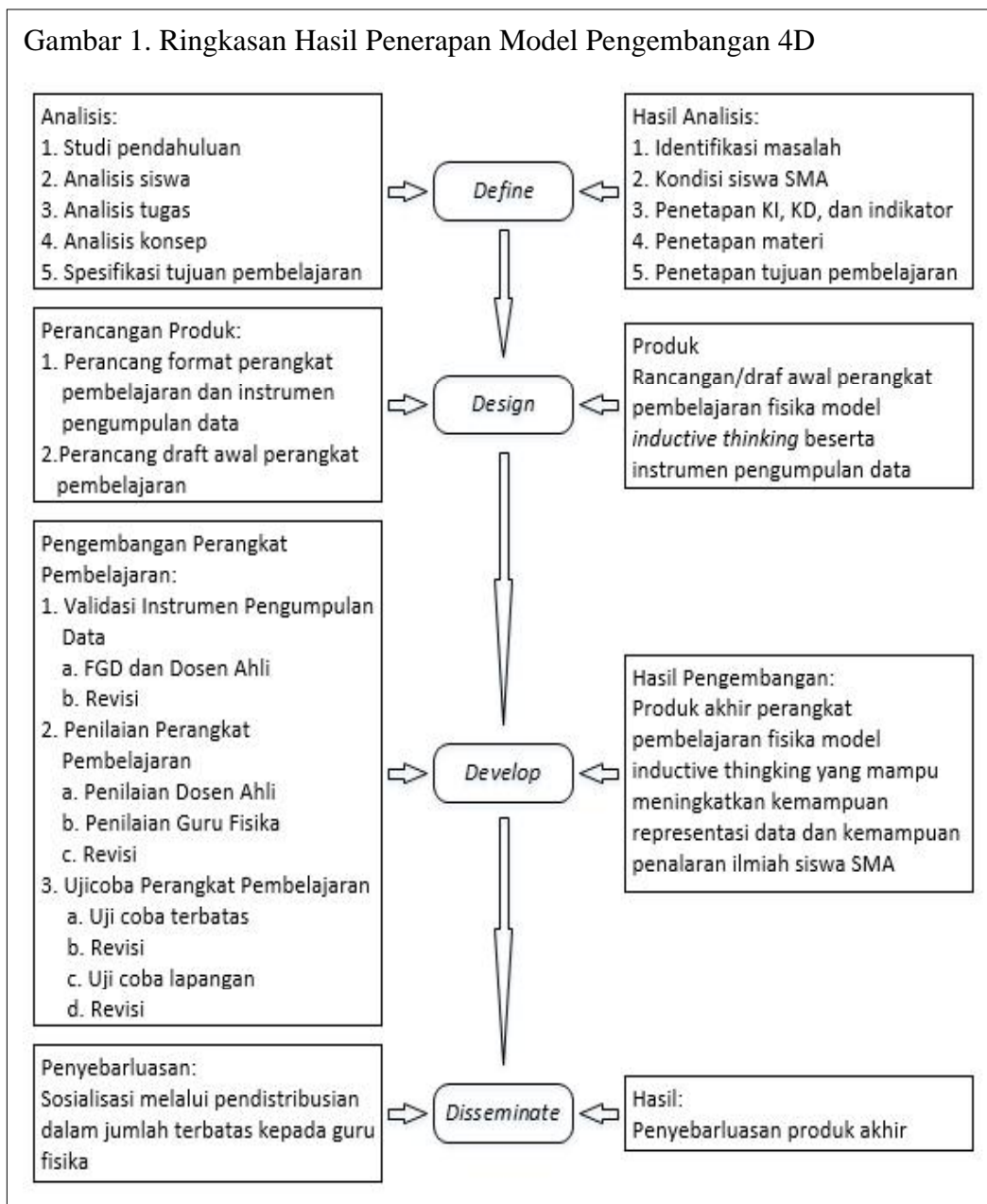
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Produk akhir hasil pengembangan pada penelitian ini adalah perangkat pembelajaran fisika model *inductive thinking* untuk meningkatkan kemampuan representasi data dan penalaran ilmiah siswa. Produk akhir terdiri dari silabus, RPP, *handout*, dan LKS yang telah dikembangkan mengikuti langkah-langkah model pengembangan 4D (*define, design, develop, dan disseminate*). Ringkasan hasil penerapan model pengembangan 4D dapat dilihat pada Gambar 1.

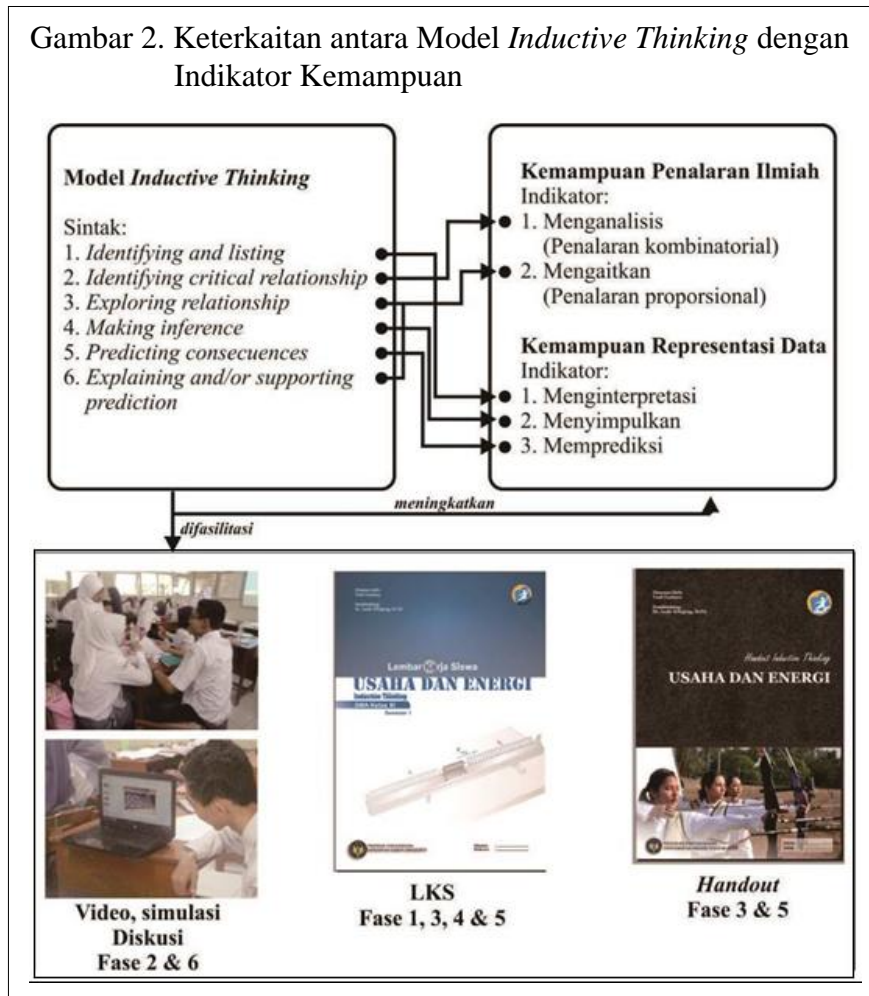
Hubungan antara model pembelajaran, indikator kemampuan dan produk yang dikembangkan, disajikan pada Gambar 2. Produk akhir hasil pengembangan ini sudah dapat digunakan dalam proses pembelajaran yang sebenarnya telah melalui empat kali tahap revisi. Revisi *pertama* dilaksanakan berdasarkan masukan yang diberikan oleh dosen pembimbing, kemudian dinilai oleh dosen ahli dan praktisi. Revisi *kedua*

dilaksanakan berdasarkan temuan-temuan yang didapat, observasi, dan respons siswa pada uji coba terbatas. Revisi *ketiga* dilaksanakan berdasarkan temuan-temuan yang didapat, observasi, dan respons siswa pada uji coba terbatas. Revisi *keempat* berdasarkan hasil uji coba lapangan. Produk akhir ini memiliki karakteristik diantaranya dijelaskan berdasarkan tingkat kelayakan dan keefektifan produk.

Gambar 1. Ringkasan Hasil Penerapan Model Pengembangan 4D



Gambar 2. Keterkaitan antara Model *Inductive Thinking* dengan Indikator Kemampuan



Tingkat kelayakan dari perangkat pembelajaran fisika model *inductive thinking* dilihat berdasarkan penilaian dosen ahli, guru/praktisi dan respons siswa dengan menggunakan lembar penilaian yang mengacu pada kriteria perangkat pembelajaran yang sudah ditentukan sebelumnya. Rata-rata skor penilaian silabus, RPP dan LKS adalah sama yakni 3,83 dengan kategori “sangat baik”. Rata-rata skor penilaian *handout* sebesar 3,58 dengan kategori “sangat baik”. Dosen ahli dan guru/praktisi memberikan kesimpulan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan layak untuk digunakan. Hal ini dibuktikan dengan hasil penilaian yang menunjukkan bahwa kualitas dari masing-

masing jenis perangkat pembelajaran yakni, silabus, RPP, *handout*, dan LKS masuk dalam kategori sangat baik. Lembar penilaian kemampuan pun dapat digunakan untuk mengukur kemampuan representasi data dan penalaran ilmiah karena sudah dinyatakan valid dan reliabel setelah melewati proses validasi isi oleh dosen ahli dan validasi secara empiris dengan analisis menggunakan *software Quest*.

Hasil respons siswa menunjukkan hal yang sama seperti penilaian dari dosen ahli dan guru. Pada uji coba terbatas, 63% siswa memberikan respons baik terhadap *handout* dan 50% siswa memberikan respons baik terhadap LKS. Berdasarkan uji coba lapangan menunjukkan bahwa

87,5% siswa memberikan respons sangat baik terhadap *handout* dan 81,25% siswa memberikan respons sangat baik terhadap LKS. Perbedaan antara respons siswa pada uji coba terbatas dan uji coba lapangan sangat terlihat. Pada uji coba terbatas, produk yang dikembangkan hanya melalui tahap penilaian ahli, sehingga keterbacaan maupun kemenarikan produk bagi siswa belum bisa diketahui. Oleh karena itu, tahap uji coba terbatas dikhususkan untuk melihat respons atau penilaian siswa terhadap perangkat pembelajaran yang dikembangkan. Terbukti, setelah melakukan revisi berdasarkan penilaian siswa, hasil responsnya pun naik dan banyak siswa yang memberikan respons sangat baik terhadap perangkat pembelajaran yang digunakan meskipun masih ada beberapa kekurangan yang harus diperbaiki.

Beberapa pendapat guru yang menilai dan menggunakan langsung perangkat


pembelajaran fisika model *inductive thinking*, menjelaskan bahwa, belum banyak format LKS yang mengajak siswa untuk mengolah data, mencari hubungan-hubungan antar variabel, membangun konsep dan mengaplikasikan konsep. LKS yang digunakan guru dalam pembelajaran lebih menekankan pada perhitungan-perhitungan langsung yang menyebabkan siswa bosan dalam mempelajari fisika. Namun, lain halnya dengan menggunakan LKS *inductive thinking* yang menggunakan pendekatan kualitatif sehingga tidak terlalu membebani siswa dan cenderung menarik minat siswa untuk belajar seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Siswa lebih memahami bagaimana suatu persamaan dapat diperoleh, mengetahui hubungan-hubungan antar besaran-besaran fisis sehingga mempermudah siswa dalam mengaplikasikannya dalam menyelesaikan permasalahan fisika. Penerapan simulasi,

Gambar 3. Penyajian Kegiatan dan Materi pada LKS dan *Handout*

Identifying and listing

KASUS

1. Beberapa orang siswa bersama dengan guru melakukan percobaan mengenai konsep usaha yaitu menarik sebuah benda yang bermassa 5,0 kg di atas lantai licin (tingkat kekasaran sangat kecil). Besar perpindahan benda ditentukan dan arah penarikan sejajar dengan perpindahan. Besar gaya tarikan (netto) diukur menggunakan dinamometer seperti ilustrasi di bawah ini.



Gambar 1.1. Siswa menarik benda dengan arah sejajar dengan perpindahan.

Setelah melakukan percobaan diperoleh hasil sebagai berikut:

Perpindahan (m)	F (newton)
0,0	100,5
0,1	100,4
0,2	100,4
0,3	79,5
0,4	60,0
0,5	40,5
0,6	19,0
0,7	0

Plotkan titik-titik data di atas menjadi sebuah grafik pada gambar 1.2. berikut ini!

1. Asumsikan bahwa gaya yang bekerja adalah konstan dan $W = F_1 \Delta d$ tuliskan persamaan usahanya.
2. Ingat kembali gaya gravitasi dekat dengan permukaan bumi $F = mg$ berlaku $\vec{F} = m\vec{g}$. Gaya dan percepatan gravitasi arahnya selalu menuju inti bumi (bawah), dan usaha adalah besaran skalar, maka dapat dihilangkan notasi vektornya. Besar $F_{net} = F_g$ namun arahnya berlawanan. (F_{net} : gaya luar)
3. Substitusikan mg ke dalam persamaan usaha. $W = mg\Delta d$
4. Substitusikan Δh untuk mengganti Δd sebagai petunjuk bahwa perpindahan berada di sepanjang sumbu vertikal. $W = mgh_2 - mgh_1$
5. Usaha yang dilakukan pada sebuah benda merupakan hasil dari perubahan energi potensial benda tersebut. $W = E_{p2} - E_{p1}$
 $W = \Delta E_p$

Energi potensial gravitasi adalah hasil kali dari massa benda, percepatan gravitasi dan ketinggian.

$E_p = mgh$

Besaran	Simbol	Satuan SI
Energi potensial gravitasi	E_p	J (joule)
Massa	m	kg (kilogram)
Percepatan gravitasi	g	m/s ² (meter per sekon kuadrat)
ketinggian	h	m (meter)

(a) Penyajian Materi pada *handout*

(b) Penyajian Kegiatan pada LKS

video dan *handout* lebih menarik di mata siswa karena dikemas dalam tampilan menarik namun tidak mengesampingkan konten materi. Materi dikemas dalam bentuk ringkas dan kontekstual, berbeda dengan buku materi yang terlalu banyak bacaannya. Berdasarkan penjelasan-penjelasan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa produk akhir yakni perangkat pembelajaran model *inductive thinking* layak untuk digunakan dalam pembelajaran di sekolah.

Keefektifan penerapan perangkat pembelajaran fisika model *inductive thinking* yang dikembangkan ditinjau berdasarkan hasil implementasi pada uji coba lapangan. Aspek yang diamati adalah mengenai seberapa besar peningkatan kemampuan representasi data dan penalaran ilmiah dibandingkan dengan perangkat pembelajaran yang digunakan oleh guru. Perangkat pembelajaran yang digunakan oleh guru mengacu pada model *direct instructions*, terdiri dari silabus dengan pedoman Kurikulum 2013, RPP yang merupakan hasil pengembangan guru, LKS dan buku yang digunakan diproduksi secara massal oleh salah satu penerbit terkemuka. Aspek lain didasarkan pada kesesuaian hasil penelitian yang dilakukan dengan teori-teori yang telah dikaji sebelumnya.

Hasil implementasi perangkat pembelajaran model *inductive thinking* berupa nilai *pretest* dan *posttest*. Selisih nilai *pretest* dengan nilai *posttest* merupakan nilai peningkatan kemampuan/ *gain* yang dijadikan sebagai bahan untuk uji statistik multivariat *Hotelling's T²*. Uji statistik ini digunakan untuk melihat apakah ada perbedaan peningkatan kemampuan representasi data dan penalaran ilmiah antara kelas yang menggunakan perangkat pembelajaran fisika model *inductive thinking* dengan kelas yang menggunakan perangkat pembelajaran model *direct*

instructions. Masing-masing kelas terdiri dari dua variate yakni kemampuan representasi data dan penalaran ilmiah. Analisis statistik dilakukan pada variate tersebut secara serentak/simultan.

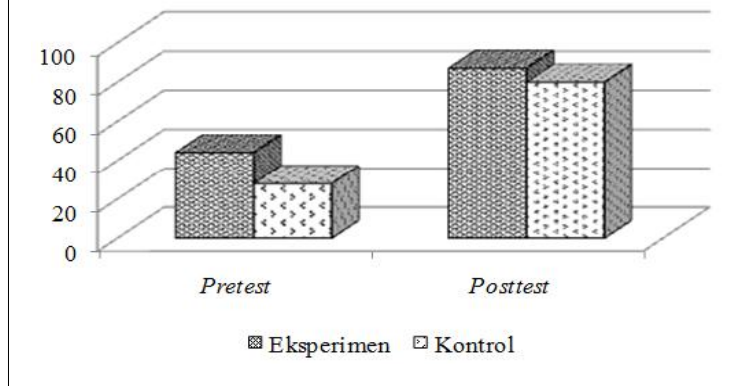
Berdasarkan analisis *Hotelling's T²*, diperoleh nilai $sig. = 0,001 < 0,05$ maka H_0 ditolak. Jadi dengan menggunakan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata peningkatan kemampuan representasi data dan penalaran ilmiah yang signifikan antara siswa yang menggunakan perangkat pembelajaran fisika model *inductive thinking* dengan siswa yang menggunakan perangkat pembelajaran yang dikembangkan oleh guru (*Direct Instructions*).

Berdasarkan analisis *Hotelling's T²* menunjukkan terdapat perbedaan peningkatan baik kemampuan representasi data maupun penalaran ilmiah pada kelas eksperimen dan kontrol. Peningkatan kemampuan representasi data pada kelas eksperimen dan kontrol ditunjukkan pada Gambar 4.

Nilai rata-rata *pretest* kemampuan representasi data pada kelas eksperimen sebesar 44, nilai rata-rata *posttest* sebesar 87, dan *N-gain* sebesar 0,77 yang menunjukkan bahwa kemampuan representasi data pada kelas eksperimen mengalami peningkatan dengan kategori “tinggi”. Nilai rata-rata *pretest* kemampuan representasi data pada kelas kontrol sebesar 38, nilai rata-rata *posttest* sebesar 73, dan *N-gain* sebesar 0,56 yang menunjukkan bahwa kemampuan representasi data pada kelas kontrol pun mengalami peningkatan, namun, dengan kategori “sedang”. Terlihat bahwa nilai rata-rata *pretest* antara dua kelas yang digunakan sangat berbeda. Oleh karena itu sebagai pembandingnya digunakan nilai peningkatan bukan nilai *posttest* saja.

Berdasarkan analisis *effect size* diperoleh nilai *Cohen's f* sebesar 0,180

Gambar 4. Histogram Peningkatan Kemampuan Representasi Data

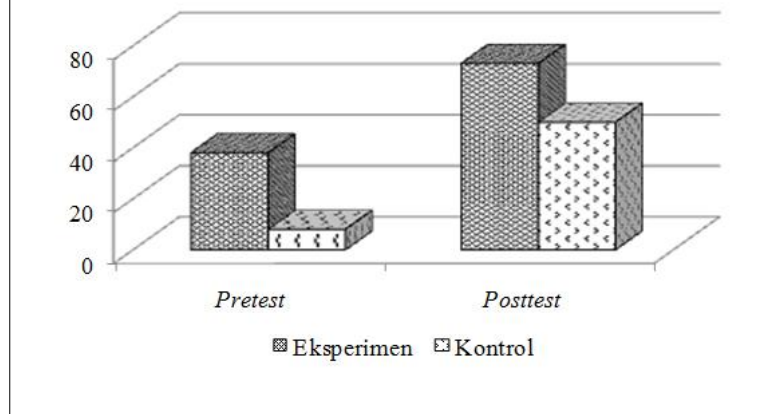


dengan interpretasi *medium effect size* terhadap kemampuan representasi data, artinya perangkat pembelajaran model *inductive thinking* memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap peningkatan kemampuan representasi data. *Inductive thinking* didesain untuk meningkatkan kemampuan dalam menggunakan informasi, dalam penelitian ini disebut dengan kemampuan representasi data (Patel, 2015; Puneet & Pooja, 2013; Sejpal, 2013; Renninger, 2009). Kemampuan representasi data dapat meningkat karena

pada model *inductive thinking*, siswa dilatih untuk melakukan pendekatan secara kualitatif yakni menggunakan kemampuan representasi data untuk mengolah data mentah sehingga dapat menghasilkan informasi yang bermakna. Namun, pada model *direct instruction* tidak seperti itu, karena materi pembelajaran langsung diberikan oleh guru.

Variabel yang kedua yaitu peningkatan kemampuan penalaran ilmiah pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol dapat dilihat pada Gambar 5.

Gambar 5. Histogram Peningkatan Kemampuan Penalaran Ilmiah



Nilai rata-rata *pretest* kemampuan penalaran ilmiah pada kelas eksperimen sebesar 28, nilai rata-rata *posttest* sebesar 80, dan *N-gain* sebesar 0,72 yang menunjukkan bahwa kemampuan penalaran ilmiah pada kelas eksperimen mengalami peningkatan dengan kategori “tinggi”. Nilai rata-rata *pretest* kemampuan penalaran ilmiah pada kelas kontrol sebesar 8, nilai rata-rata *posttest* sebesar 50, dan *N-gain* sebesar 0,45 yang menunjukkan bahwa kemampuan representasi data pada kelas kontrol pun mengalami peningkatan, namun, dengan kategori “sedang”. Berdasarkan analisis *effect size* diperoleh nilai *Cohen's f* sebesar 0,115 dengan interpretasi *medium effect size* terhadap kemampuan penalaran ilmiah, artinya perangkat pembelajaran model *inductive thinking* memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap peningkatan kemampuan penalaran ilmiah. *Inductive thinking* dapat digunakan dalam pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan berpikir siswa yakni bernalar secara ilmiah (Kurniawan & Siswanto, 2012; Narjaikaew *et al.*, 2010). Model *inductive thinking* menekankan pada proses informasi dimana siswa diajak untuk mengoptimalkan kapasitas berpikirnya dengan cara mencari hubungan-hubungan antara variabel yang teridentifikasi. Kemampuan dasar dalam mencari hubungan-hubungan tersebut merupakan bagian dari kemampuan penalaran ilmiah. Berlawanan dengan model *direct instructions*, siswa lebih ditekankan pada pembelajaran yang bersifat prosedural.

Aspek keefektifan berdasarkan kajian-kajian teori untuk mendukung hasil penelitian, dapat dilihat dengan membandingkan antara karakteristik dari model yang digunakan sebagai dasar perangkat pembelajaran yakni model *inductive thinking* dan model *direct instructions*. Perbandingan antara karakteristik model *inductive thinking* dan

model *direct instructions* disajikan pada Tabel 6. Berdasarkan perbandingan sintaks model pembelajaran, terdapat beberapa persamaan antara sintaks model *inductive thinking* dengan *direct instructions*. Persamaan tersebut terletak pada fase pemberian contoh. Pemberian contoh ini merupakan ciri khas dari model *inductive thinking*. Pada model *inductive*, pemberian contoh dilakukan dengan penyajian data mentah dalam bentuk visual (*scatter plot*, diagram, tabel data, gambar, video, dan simulasi) yang akan diolah oleh siswa. Contoh riil yang dilakukan pada penelitian yakni data mengenai suatu percobaan usaha seseorang untuk menarik sebuah benda secara mendatar di atas suatu bidang datar (dalam LKS 1 mengenai usaha). Siswa dirangsang untuk menerjemahkan data dalam tabel ke dalam bentuk grafik, kemudian dicari hubungan-hubungan antar variabelnya. Pada model *direct instructions*, siswa diberikan contoh peristiwa mengenai usaha kemudian dilanjutkan dengan diskusi kelompok untuk merangkum materi yang berhubungan dengan contoh tersebut.

Model *inductive thinking* lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan representasi data dan penalaran ilmiah karena sintaks pembelajaran model ini memfasilitasi semua indikator kedua kemampuan tersebut. Model *direct instructions* tidak dapat memfasilitasi semua indikator kemampuan. Beberapa indikator yang tidak terfasilitasi yakni indikator menginterpretasi, menganalisis hubungan-hubungan antar variabel, menyimpulkan serta memprediksi. LKS yang digunakan pada kelas kontrol merupakan LKS yang tidak dibuat oleh guru. LKS tersebut tidak didesain untuk melatih kemampuan representasi data dan penalaran ilmiah melainkan didesain untuk melatih kemampuan berpikir kritis saja.

Tabel 6
Perbandingan Karakteristik Model Inductive Thinking dengan Direct Instructions

Model <i>inductive thinking</i>	Model <i>direct instructions</i>
<p>Sintaks</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Identifying and listing</i> 2. <i>Identifying critical relationship</i> 3. <i>Exploring relationship</i> 4. <i>Making inference</i> 5. <i>Predicting consequences</i> 6. <i>Explaining and/or supporting prediction</i> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Orientasi 2. Presentasi/Demonstrasi 3. Latihan Terstruktur 4. Latihan Terbimbing 5. Latihan Mandiri
<p>Sistem Sosial</p> <p>Atmosfer kelas bersifat kooperatif. Saat guru mulai dianggap sebagai inisiator dalam setiap langkah pembelajaran dan penentu rangkaian aktivitas pembelajaran maka guru harus bertanggungjawab melakukan kontrol pada siswa dengan cara kooperatif.</p>	<p>Di dalam pembelajaran langsung, guru memberikan informasi secara bertahap dan merancang kegiatan sedemikian rupa. Adanya kegiatan tanya jawab akan memperlancar pembelajaran.</p>
<p>Prinsip Reaksi</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Menyesuaikan tugas-tugas dengan tingkat aktivitas kognitif siswa b. Memonitor bagaimana siswa memproses informasi dan kemudian mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang relevan. c. Merasakan kesiapan siswa untuk menjalani pengalaman-pengalaman dan aktivitas-aktivitas kognitif yang baru. d. Membantu siswa memproses data tersebut dengan cara yang lebih kompleks. 	<ol style="list-style-type: none"> a. Mendemonstrasikan dan menyajikan informasi setahap demi setahap. b. Merencanakan dan memberikan bimbingan pelatihan awal. c. Mengecek apakah siswa telah berhasil melakukan tugas dengan baik dan memberikan umpan balik. d. Menyediakan pengetahuan mengenai hasil-hasil. e. Membantu siswa mengandalkan diri mereka sendiri.
<p>Dampak instruksional</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Meningkatkan kemampuan representasi data dan penalaran ilmiah siswa b. Meningkatkan minat belajar dan rasa ingin tahu siswa c. Melatih siswa dalam membentuk konsep 	<p>Dampak instruksional</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Meningkatkan keterampilan dasar dan keterampilan akademik siswa. b. Membangun minat dan menimbulkan rasa ingin tahu c. Merangsang siswa untuk berpikir cepat.
<p>Dampak pengiring</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Membentuk perhatian siswa untuk fokus pada logika b. Meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif. c. Membentuk perhatian siswa akan sifat pengetahuan. 	<p>Dampak pengiring</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Meningkatkan kemampuan berpikir kritis. b. Meningkatkan kreativitas siswa. c. Melalui kesuksesan dan respons balik positif, dapat memperkaya penghargaan diri siswa.

Perbandingan lain yaitu pembelajaran model *direct instructions* didominasi oleh aktivitas guru (*teacher-centered*). Konsep langsung dijelaskan oleh guru sehingga siswa tidak dapat melakukan aktivitas bernalar. Siswa lebih fokus pada merangkum materi yang dijelaskan oleh

guru. Ada kelebihan dengan menggunakan cara ini yaitu waktu yang digunakan dalam pembelajaran semakin singkat. Namun, kelemahannya siswa agak sulit untuk memahami konsep yang diberikan meskipun guru memberikan contoh penggunaan konsep dan melatihkannya kepada siswa,

karena dasar-dasar dari konsep tersebut serta hubungan-hubungan antar variabelnya tidak dipahami oleh siswa. Ditinjau dari prinsip reaksinya, model *inductive thinking* lebih menekankan bahwa guru bertindak sebagai inisiator dan siswa lebih aktif (*student-centered*). Pada model *direct instructions*, guru cenderung bertindak sebagai pelaksana utama dalam pembelajaran (*teacher-centered*). Sistem pendukung untuk kedua model ini hampir sama. Namun, pada model *inductive thinking* lebih ditekankan pada penyediaan data mentah untuk dianalisis oleh siswa. Dampak-dampak instruksional terdapat perbedaan, model *inductive thinking* lebih menekankan pada penguasaan kemampuan representasi data, penalaran ilmiah, pembentukan konsep, dan minat. Model *direct instructions* lebih menitikberatkan pada penguasaan kemampuan dasar, merangsang minat, dan berpikir cepat. Dampak pengiring antara kedua model hampir sama yakni berfokus pada keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan logis.

Berdasarkan paparan di atas dapat disimpulkan bahwa model *inductive thinking* didominasi oleh aktivitas siswa yang lebih menekankan pada proses pengolahan informasi yang berupa data mentah dengan menggunakan kemampuan representasi data dan penalaran ilmiah sehingga terbentuk konsep seutuhnya dan dapat diaplikasikan langsung pada permasalahan-permasalahan yang ada. Model *direct instructions* didominasi oleh aktivitas guru dimana guru merupakan model yang harus diikuti oleh siswa. Model *direct instructions* merupakan pembelajaran secara prosedural, sehingga konsep disampaikan langsung oleh guru *step by step*. Model ini lebih cocok untuk digunakan untuk materi yang lebih menekankan pada pengetahuan prosedural seperti pengenalan dan penggunaan alat-alat ukur fisika.

Perangkat pembelajaran fisika model *inductive thinking* memiliki beberapa kelebihan di antaranya dapat meningkatkan kemampuan representasi data dan penalaran ilmiah siswa. Pendapat beberapa guru menjelaskan bahwa LKS mampu mengajak siswa untuk mengolah data, mencari hubungan-hubungan antarvariabel, membangun konsep, dan mengaplikasikan konsep. LKS dalam bentuk *inductive thinking* tidak terlalu membebani siswa dan cenderung menarik minat siswa untuk belajar. Siswa lebih memahami cara suatu persamaan dapat diperoleh, mengetahui hubungan-hubungan antarbesaran-besaran fisis sehingga mempermudah siswa untuk mengaplikasikannya dalam menyelesaikan permasalahan fisika. Penerapan simulasi, video, dan *handout* lebih menarik di mata siswa karena dikemas dalam tampilan menarik, namun tetap tidak mengesampingkan konten materi. Materi dikemas dalam bentuk ringkas dan kontekstual. Implementasi pada kelas, guru dapat mengembangkan sendiri perangkat pembelajaran model *inductive thinking* untuk membelajarkan materi fisika yang lain, karena perangkat ini tidak terlalu sulit untuk mengembangkannya. Akan tetapi, produk ini masih mempunyai beberapa kekurangan. Salah satunya adalah belum terdapat media pembelajaran khususnya media berbasis teknologi informasi yang didesain sendiri. Untuk sementara, media pembelajaran yang digunakan hanya mengunduh dari internet atau dari laman yang sudah tersedia. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengembangkan media pembelajaran fisika model *inductive thinking* berbasis teknologi informasi yang dapat digunakan untuk pembelajaran fisika. Berdasarkan Nurohman dan Suyoso (2014), sebaiknya perangkat pembelajaran juga dikemas

dalam bentuk media elektronik untuk mempermudah dalam penggunaannya.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan terhadap rumusan masalah dapat diambil dua kesimpulan. *Pertama*, penelitian ini menghasilkan produk berupa perangkat pembelajaran fisika model *inductive thinking*. Perangkat pembelajaran hasil pengembangan berupa silabus, RPP, *handout*, dan LKS. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan. Kelayakan perangkat pembelajaran fisika model *inductive thinking* adalah sebagai berikut. Berdasarkan hasil penilaian yang dilakukan oleh dosen ahli dan guru menyatakan bahwa perangkat pembelajaran fisika model *inductive thinking* dikatakan layak. Hal ini didasarkan pada rata-rata skor hasil penilaian dengan menggunakan skala empat terhadap masing-masing perangkat pembelajaran yang dikembangkan > 3,00 yang masuk ke dalam kategori “sangat baik” sehingga layak digunakan dalam pembelajaran fisika. Berdasarkan hasil uji coba, perangkat pembelajaran fisika model *inductive thinking* layak digunakan untuk meningkatkan kemampuan representasi data dan penalaran ilmiah siswa. Hal ini didasarkan pada hasil angket respons siswa. Pada uji coba terbatas, 63% siswa memberikan respons “baik” terhadap *handout* dan 50% siswa memberikan respons “baik” terhadap LKS. Pada uji coba lapangan, 87,5% siswa memberikan respons “sangat baik” terhadap *handout* dan 81,25% siswa memberikan respons “sangat baik” terhadap LKS. *Kedua*, penerapan perangkat pembelajaran fisika model *inductive thinking* efektif untuk meningkatkan kemampuan representasi data dan penalaran ilmiah siswa secara signifikan. Hal ini ditunjukkan dengan nilai *Cohen's f* sebesar 0,180 terhadap

kemampuan representasi data dan 0,115 terhadap kemampuan penalaran ilmiah dengan interpretasi perangkat pembelajaran fisika model *inductive thinking* memberikan pengaruh yang besar terhadap peningkatan kemampuan representasi data dan penalaran ilmiah.

DAFTAR PUSTAKA

- Acar, O. (2014). Scientific reasoning, conceptual knowledge, & achievement differences between prospective science teacher having a consistent misconception and those having a scientific conception in an argumentation-based guided inquiry course. *Learning and Individual Differences*, 30, 148-154.
- Bao, L., Fang, K., Cai, T., Wang, J., Yang, L., Cui, L., ... Luo, Y. (2009). Learning of content knowledge and development of scientific reasoning ability: a cross culture comparison. *American Journal of Physics*, 77, 1118-1123.
- Cock, M. D. (2012). Representation use and strategy choice in physics problem solving. *Physics Educations Research*, 8, 1-15.
- Cohen, J. (1992). Quantitative methods in psychology. *Psychological Bulletin*, 112, 155-159. Diunduh dari: <http://doi.apa.org/journals/bul/112/1/155.pdf>.
- Chesla, E., Hirsch, N., Grove, M., Matic, J., Haste, K., Barker, J., & Ivers, C. (2003). *ACT exam success in only 6 steps*. New York: Learning Express.
- Chi, M. T. H., Feltovich, P. J., & Glaser, R. (2012). Categorization and representation of physics problem by experts and novices. *Cognitive Science*, 5, 121-152.
- Dong, H. N., & Rebello, N. S. (2011). Students' difficulties with multiple representations in introductory mechanics. *US-China Education Review*, 8, 559-569.

- Guttersrud, O., & Angell, C., (2010). Mathematics in physics: upper secondary physics students' competency to describe phenomena applying mathematical and graphical representations. *Proceedings of selected papers of the GIREP - ICPE-MPTL International conference* (pp. 95-101).
- Hake, R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74.
- Heuvelen, A.V., & Xueli, Z. (2001). Multiple representations of work-energy processes. *American Journal of Physics*, 69, 184-194.
- Hwang, W. Y., Chen, N. S., Dung, J. J., & Yang, Y. L. (2007). Multiple representation skills and creativity effects on mathematical problem solving using a multimedia whiteboard system. *Educational Technology & Society*, 10, 191-212.
- Ibrahim, B., & Rebello, N. S. (2012). Representational task formats and problem solving strategies in kinematics and work. *Physics Educations Research*, 8, 1-19.
- Joyce, B., Weil, M., & Calhoun, E. (2003). *Models of teaching* (5th ed.). New Delhi: Prentice Hall of India.
- Kurniawan, T. J., & Siswanto, J. (2012). Pengaruh penggunaan lembar kerja dengan pendekatan induktif terhadap kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Penelitian Pembelajaran*, 3, 83-89.
- Lawson, A. E. (2004). The nature and development of scientific reasoning: A synthetic view. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(3), 307-338.
- Martadiputra, B. A. P. (2013). Modifikasi model eliciting activities dengan menggunakan didactical design research untuk meningkatkan kemampuan berpikir statis. *Jurnal Kependidikan*. 43(2), 95-106.
- Narjaikaew, P., Emarat, N., Arayathantikul, K., & Cowie, B. (2010). Magnetism teaching sequences based on an inductive approach for first-year Thai University science students. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 8, 891-910.
- Neumann, K., Viering, T., Boone, W.J., & Fischer, H.E. (2013). Towards a learning progression of energy. *Journal of Research in Science Teaching*, 50, 162-188.
- Nurohman, S. & Suyoso. (2014). Pengembangan modul elektronik berbasis web sebagai media pembelajaran fisika. *Jurnal Kependidikan*, 44(1), 73-88.
- Osborne, J. (2013). The 21st century challenge for science education: assessing scientific reasoning. *Thinking Skills and Creativity*, 10, 265-279.
- Patel, M. (2015). Developing a teaching package in general science for class X using inductive thinking model. *International Journal of Research in Humanities & Social Sciences*, 3, 13-18.
- Punet, W., & Pooja, W. (2013). Effect of integrated syntax of advance organizer model and inductive thinking model on attitude towards mathematics and reaction towards integration of models. *International Journal of Education and Psychological Research*, 3, 15-20.
- Putri, A. M., Mahardika, K., & Nuriman. (2012). Model pembelajaran free inquiry (inkuiri bebas) dalam pembelajaran multi representasi fisika di MAN 2 Jember. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 1, 1-4.

- Renninger, K. A. (2009). Interest and identity development in instruction: An inductive model. *Educational Psychologist*, 44, 105-118.
- Sejpal, K. (2013). Models of teaching: the way of learning. *International Journal of Research in Humanities & Social Sciences*, 2, 18-24.
- Stevens, J. (2009). *Applied multivariate statistics for the social sciences*. New Jersey: Lawrence Elbaum Associates.
- Tajudin, N. M., Saad, N. S., Rahman, N. A., Yahaya, A., Alimon, H., Dollah, M. U., & Karim, M. M. A. (2012). Mapping the level of scientific reasoning skills to instructional methodologies among Malaysian science-mathematics-engineering undergraduates *The 5th International Conference on Research and Education in Mathematics*, 1450, 262-265.
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). *Instructional development for training teacher of exceptional children*. Minnesota: Indiana University.
- Walia, P., & Walia, P. (2014). Effect of integrated syntax of advance organizer model and inductive thinking model on attitude towards mathematics and reaction towards integration of models. *International Journal of Education and Psychological Research*, 3, 15-20.
- Winarti, A., Yuanita, L., & Nur, M. (2015). Pengembangan model pembelajaran "CERDAS" berbasis teori *multiple intelligences* pada pembelajaran IPA. *Jurnal Kependidikan*, 45(1), 16-28.
- Ya, W. L., & Hsiao, C. S. (2009). Enhancing eight grade students' scientific conceptual change and scientific reasoning through a web-based learning program. *Educational Technology & Society*, 12, 228-240.