

Representasi *Synthesis Problems* melalui Aktivitas *Inquiry-Link Maps* untuk Menganalisis Perubahan Konseptual Termodinamika

Anis Fahrurrotul Futihat

Pendidikan Fisika-Universitas Negeri Malang
Jl. Semarang 5 Malang. E-mail: anyz_manyz@yahoo.com

Abstract: The objective of this study is to analyze students's conceptual change after learning activity by inquiry-link maps model. Conceptual change is measured by analyzing both link maps and synthesis problems-representation created by students. The study used embedded research design while conducted on the class consisting of 25 students. After intervention, we obtained that: (1) there is a change in students conceptual, (2) link maps created by students is more structured, (3) synthesis problems-representation is better.

Key Words: synthesis problems-representation, activity, inquiry-link maps, thermodynamics conceptual changes

Abstrak: Telah dilakukan penelitian analisis perubahan konseptual yang dibentuk siswa setelah dilaksanakan pembelajaran model *inquiry-link maps*. Perubahan konseptual diukur melalui analisis terhadap *link maps* dan representasi *synthesis problems* yang dibuat siswa. Penelitian ini menggunakan metode *embedded research design* dan dilakukan pada satu kelas yang terdiri dari 25 siswa. Setelah intervensi diperoleh hasil: (1) terdapat perubahan konseptual pada siswa, (2) *link maps* menjadi lebih terstruktur, (3) representasi *synthesis problems* menjadi lebih baik.

Kata kunci: representasi *synthesis problems*, aktivitas, *inquiry-link maps*, perubahan konseptual termodinamika

Salah satu tujuan pembelajaran dalam fisika adalah untuk menghasilkan siswa yang mampu dan kompeten dalam penyelesaian masalah yang melibatkan konsep dasar fisika (Adeyemo, 2010). Pembelajaran fisika diarahkan untuk dapat membawa siswa dalam sebuah penyelesaian masalah yang efisien dan mudah diingat. Penyelesaian masalah fisis tidak hanya diselesaikan dengan membawa persamaan matematis ke dalam masalah. Penjelasan fisis (konseptual) sangat diperlukan untuk menunjukkan hubungan antar konsep di dalam permasalahan. Salah satu fitur pemecahan masalah yang terampil adalah dengan mencari konsep dasar masalah, selanjutnya memberikan penjelasan konsep fisis singkat, untuk dilakukan analisis melalui model matematis.

Praktik pembelajaran yang banyak terjadi dalam pembelajaran fisika di lapangan adalah siswa memulai penyelesaian masalah dengan mendapatkan dan

menyelesaikan persamaan matematis dan bekerja tanpa melakukan deskripsi secara struktur konsep dan prinsip dasar fisiknya (Ding dkk, 2011). Siswa tidak termotivasi untuk mendapatkan konsep dasar permasalahan yang sedang dihadapi. Akan tetapi siswa terdorong mencari persamaan matematis yang mirip dan selanjutnya mencari dengan berbagai cara untuk mendapatkan jawaban yang benar (Ding dkk, 2011). Pencarian persamaan tanpa didasari konsep menimbulkan kegagalan bagi siswa dalam mengembangkan pendekatan konsep yang terkait dengan permasalahan. Hal ini menjadi dasar bahwa pemahaman konsep yang kuat memiliki urgensi tinggi dalam proses pembelajaran fisika, khususnya dalam hal penyelesaian masalah.

Penyelesaian masalah dalam penelitian menggunakan *synthesis problems* yang dibuat dalam bentuk representasi. Representasi permasalahan adalah salah satu cara untuk mengetahui struktur kognitif

yang berhubungan dengan masalah, dibentuk melalui penyelesaian dasar yang berhubungan dengan pengetahuan dan cakupannya (Sajadi dkk, 2013). *Synthesis problems* adalah salah satu tipe permasalahan yang menggunakan *guided scaffolding* sebagai panduan pemecahan masalah fisika (Ding dkk, 2011). *Synthesis problems* dibuat sebagai paket permasalahan yang terdiri dari 3 permasalahan. Permasalahan dalam *synthesis problems* saling memiliki keterkaitan konsep dan terpisahkan oleh materi yang berbeda. Representasi *synthesis problems* digunakan untuk mengetahui gambaran dari skema permasalahan dan solusi yang dibuat siswa.

Gambaran skema permasalahan dan solusi yang dibuat siswa digunakan untuk menganalisis perubahan konseptual. Perubahan konseptual dilakukan melalui proses berpikir dengan membuat dan mengubah representasi pemikiran (Joseph & Reigeluth, 2010). Representasi pemikiran diwujudkan dalam bentuk representasi dari penyelesaian *synthesis problems*. Representasi *synthesis problems* mampu menunjukkan perubahan konseptual pada proses berpikir yang dialami siswa.

Termodinamika merupakan materi yang membutuhkan pengetahuan fisika secara utuh dan dapat mengaitkan dengan materi di sekitar lingkungannya. Materi termodinamika mencakup materi energi. *Synthesis problems* sesuai digunakan untuk menganalisis perubahan konsep yang dialami siswa dalam materi termodinamika. *Synthesis problems* membantu siswa mengaitkan konsep antar materi tentang energi. Representasi *synthesis problems* dalam termodinamika digunakan untuk melihat dan mengamati pertumbuhan pengetahuan yang diwujudkan dalam proses penyelesaian masalah (Sajadi dkk, 2013). Proses penyelesaian masalah yang ditunjukkan dalam representasi *synthesis problems* termodinamika digunakan untuk menganalisis perubahan konseptual.

Representasi *synthesis problems* memerlukan kemampuan dalam hal representasi dan analisis permasalahan. Pembelajaran yang digunakan dalam membantu siswa merepresentasikan penyelesaian *synthesis problems* adalah pembelajaran yang mampu melatih kemampuan dalam representasi dan analisis masalah. Model pembelajaran *Inquiry-Link Maps* adalah model pembelajaran yang mampu melatih kemampuan representasi dan analisis masalah. Kemampuan representasi dilatih dengan pembuatan *link maps*, sedangkan kemampuan analisis masalah dilatih dengan penemuan masalah, penyelidikan, analisis data sampai penarikan kesimpulan (Ahda, 2012).

Pendekatan perubahan konseptual dapat dilakukan diantaranya dengan menggunakan *texts* (kata-kata) dan *maps* (peta) (Ozkan & Selcuk, 2012). Perubahan konseptual pada model pembelajaran *Inquiry-Link Maps* diamati melalui *link maps*. *Link maps* adalah wujud representasi dari skema pengetahuan siswa (Lindstrom, 2010). Skema pengetahuan siswa akan selalu mengalami perubahan selama proses pembelajaran. Skema pengetahuan tidak hanya bertambah dengan adanya pengetahuan baru, tetapi juga berubah oleh adanya revisi pengetahuan terdahulu yang belum sesuai dengan pengetahuan baru, dan penataan kembali skema pengetahuan dalam menghubungkan pengetahuan lama dan pengetahuan baru siswa.

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *embedded research design* (Cresswell, 2010). Rancangan penelitian kualitatif dilakukan di awal dan akhir penelitian (berupa *link maps*, kegiatan kelompok, dan representasi *synthesis problems*). Rancangan penelitian kuantitatif menggunakan *Pre-Experimental Design* yang diambil dari Best (1959) khususnya pada rancangan *The One Group, Pretest Posttest Design*. Lokasi penelitian dilakukan di SMAN 1 Kademangan Blitar dengan total 25 siswa. Pemilihan kelas dilakukan menggunakan *purposive sampling*. Instrumen penelitian terdiri atas instrumen perlakuan dan instrumen pengukuran. Instrumen perlakuan terdiri atas RPP dan LKS. Instrumen pengukuran terdiri atas instrumen *link maps*, *synthesis problems*, dan persepsi siswa.

Jumlah instrumen *synthesis problems* sebanyak 2 paket *synthesis problems*. Setiap paket *synthesis problems* terdiri dari 2 permasalahan (*guided scaffolding*) dan 1 *synthesis problem*. Pada instrumen pengukuran dilakukan validasi isi dan empirik. Hasil validasi isi digunakan sebagai acuan revisi instrumen pengukuran. Validasi empirik instrumen *synthesis problems* dilakukan pada 56 siswa. Berdasarkan hasil validasi empirik diperoleh bahwa 2 paket *synthesis problems* bernilai valid sedangkan 4 paket *synthesis problems* bernilai tidak valid.

Data *link maps* dan representasi penyelesaian *synthesis problems* diperoleh pada pre- dan post-intervensi. Analisis dilakukan dengan membandingkan *link maps* dan representasi penyelesaian *synthesis problems* pre- dan post-intervensi. Data kegiatan kelompok diperoleh selama pelaksanaan inter-

vensi. Analisis data dilakukan melalui kegiatan diskusi kelompok selama pembelajaran berlangsung. Uji prasyarat normalitas dan homogenitas dilakukan pada data representasi penyelesaian *synthesis problems*. Uji normalitas menggunakan uji Lilliefors dan uji homogenitas menggunakan uji Bartlett. Uji hipotesis penelitian menggunakan uji-t untuk menguji kecocokan atas perbedaan yang signifikan pada penelitian yang menggunakan satu kelompok sampel dengan dua kelompok skor.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan konseptual siswa yang terjadi tampak pada bagian isi, sumber, dan penataan konsep. Isi (materi) *link maps* post tampak lebih jelas, lebih terperinci, dan disertai contoh atau gambar. Kemampuan siswa merepresentasikan pemahaman melalui *link maps* menunjukkan siswa mendapatkan banyak pengetahuan baru dan merevisi pengetahuan awal yang belum tepat. *Link maps* post lebih beragam menunjukkan siswa tidak hanya terfokus pada buku untuk membuat *link maps*, tapi juga hasil proses penyelidikan, hasil diskusi analisis data dan kesimpulan, hasil wawancara, serta hasil pengumpulan data dari internet. Penataan konsep (*link*) pada post lebih jelas antar materi yang menunjukkan bahwa penataan konsep di *mind* siswa juga lebih teratur dan lebih jelas. Tabel 1 menunjukkan hasil analisis perubahan konseptual yang dilakukan terhadap *link maps* pre dan post- intervensi.

Perubahan konseptual pada *link maps* terlihat pada isi *link maps*, sumber yang digunakan, dan penataan konsep *link maps*. Hal ini mendukung hasil penelitian Lindström (2010) yang menyatakan bahwa *link maps* adalah *scaffold* bagi siswa untuk membuat struktur pengetahuan lebih jelas dan menunjukkan keterkaitan pengetahuan fisika siswa yang relatif luas.

Penelitian lain tentang *link maps* yang diterapkan pada multimedia yang dilakukan Nigel (2010) dan menunjukkan hasil sesuai dengan penelitian ini, bahwa *link maps* berhasil membangun metode fisika yang efektif bagi siswa dan guru.

Peningkatan rata-rata membuktikan bahwa pembelajaran memberikan dampak dan perubahan pada siswa. Perubahan yang terjadi di antaranya adalah perubahan pengetahuan, perubahan representasi, dan perubahan konseptual. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi perubahan konseptual dengan konsepsi yang lebih baik dan representasi konsep lebih baik pada siswa setelah melalui proses penyelidikan dan proses berpikir (*inquiry*), serta pembuatan *link maps*. Perubahan konseptual yang terjadi mendukung hasil penelitian Joseph & Reigeluth (2010), Akpinar & Tan (2012), dan Baser (2006), yaitu perubahan konseptual dilakukan melalui proses berpikir secara individu maupun dengan bantuan orang lain atas hasil observasi dan investigasi. Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata posttest siswa lebih tinggi daripada rata-rata pretest.

Hasil analisis menunjukkan bahwa siswa tidak hanya memahami persamaan matematis dan langkah-langkahnya, tapi juga memahami makna fisis di dalamnya. Pemahaman permasalahan secara konseptual sangat membantu dalam menentukan persamaan matematis yang digunakan dalam penyelesaian. Pola pikir dalam penyelesaian masalah lebih terstruktur dengan adanya diketahui, ditanya, dijawab, diagram benda bebas ataupun grafik, dan siswa menjadi terbiasa dengan penggunaan satuan. Analisis perubahan konseptual yang dilakukan pada representasi penyelesaian *synthesis problems* disajikan pada Tabel 3.

Representasi penyelesaian *synthesis problems* pada posttest menunjukkan bahwa siswa memiliki gambaran yang lebih baik. Hal ini menunjukkan bah-

Tabel 1. Analisis Perubahan Konseptual *Link Maps* Pre dan Post-Intervensi

| | <i>Link Maps</i> Pre-Intervensi | <i>Link Maps</i> Post-Intervensi |
|-----------------|---|---|
| Isi | Isi dan urutan hampir sama dengan buku, hal ini menunjukkan siswa cenderung menghafal isi buku bukan membuat ulang menurut pemahaman masing-masing. | Isi mencerminkan pemahaman siswa tentang konsep yang dituangkan dalam bentuk penjelasan singkat disertai contoh dan gambar. |
| Sumber | Bersumber dari 1 buku. | Bersumber dari berbagai macam buku, wawancara, pengalaman, dan juga dari web. |
| Penataan konsep | Penataan konsep belum teratur. | Penataan konsep dan materi jelas. |

Tabel 2. Penyajian Data Kuantitatif Representasi *Synthesis Problems*

| Data | Jumlah Data (N) | Rata-Rata | Sekor Tertinggi | Sekor Terendah |
|----------|-----------------|-----------|-----------------|----------------|
| Pretest | 25 | 33,76 | 60 | 13 |
| Posttest | 25 | 60,16 | 83 | 30 |

Tabel 3. Analisis Perubahan Konseptual pada *Synthesis Problems*

| | Pretest | Posttest |
|--------------------|-----------------------------------|--|
| Struktur Penulisan | Belum terstruktur | Lebih terstruktur: ada diketahui, ditanya, dan dijawab |
| | Tanpa satuan | Disertai satuan |
| Representasi | Tidak ada grafik | Disertai grafik |
| | Grafik salah | Grafik sesuai |
| | Tidak ada diagram benda bebas | Disertai diagram benda bebas |
| | Diagram benda bebas salah | Diagram benda bebas sesuai |
| | Konsep dan matematis kurang tepat | Konsep dan matematis sudah sesuai |
| | Matematis langsung | Matematis disertai langkah |
| | Tidak disertai penjelasan konsep | Disertai penjelasan konsep |

Tabel 4. Analisis Perubahan Konseptual pada Kegiatan Kelompok

| Tahapan | Deskripsi |
|-------------------------|---|
| <i>Brainstorming</i> | Dialog antar siswa untuk mengumpulkan semua ide, informasi, dan pengalaman. Semua ide, informasi, dan pengalaman yang disampaikan yang berkaitan ataupun tidak berkaitan dengan masalah ditampung. |
| <i>Conceptual model</i> | Proses pemetaan semua ide, informasi, dan pengalaman yang ada. Pemetaan dilakukan dengan menyesuaikan tujuan kegiatan penyelidikan dengan ide, informasi, dan pengalaman yang disampaikan anggota kelompok. |
| <i>Rich picture</i> | 1) Memilih dan memilah ide, informasi, dan pengalaman yang sesuai dengan situasi. 2) Menyesuaikan ide, informasi, dan pengalaman dengan tujuan kegiatan. |

wa pembelajaran melalui metode *link maps* pada model pembelajaran *Inquiry-Link Maps* membantu siswa untuk dapat merepresentasikan penyelesaian *synthesis problems* dengan pola penyelesaian yang baik. Hasil penelitian ini mendukung penelitian Lindström (2010) yang mengatakan bahwa *link maps* sangat simpel dan jelas serta dapat digunakan sebagai rangkuman pembelajaran yang mudah untuk dipahami siswa yang memiliki keterbatasan dalam kerja otaknya sehingga memudahkan dalam membangun *problem solving* dari sebuah permasalahan.

Analisis perubahan konseptual dilakukan pada kegiatan kelompok dimaknai oleh adanya dialog antar siswa yang memiliki pandangan berbeda-beda, saling bertukar ide, informasi, dan pengalaman. Dialog diwujudkan dalam hubungan *interpersonal* yang menunjukkan terdapat proses berpikir kritis di dalamnya, sesuai dengan karakteristik model pembelajaran *inquiry-link maps*. Proses berpikir kritis dalam proses pembelajaran melatih siswa dalam menganalisis, membuat pertimbangan, dan mengambil keputusan. Jelas tampak dalam kegiatan kelompok terdapat pro-

ses perubahan konseptual yang dialami siswa. Tahapan dan deskripsi analisis perubahan konseptual disajikan pada Tabel 4.

Kegiatan kelompok dalam proses pembelajaran merupakan *scaffold* yang baik bagi siswa. Siswa menjadi lebih terbuka dalam bertanya dan bertukar pendapat dengan rekan sejawat. Hasil analisis perubahan konseptual pada kegiatan kelompok menunjukkan bahwa kegiatan kelompok menjadi *scaffold* yang baik pada pembelajaran *Inquiry-Link Maps* dan membantu dalam representasi penyelesaian *synthesis problems* dan analisis perubahan konseptual. Hal ini mendukung hasil penelitian Ding (2011) yang menyatakan bahwa *scaffold* dapat membantu siswa untuk *recall* konsep dan prinsip yang relevan dengan permasalahan yang dihadapi. Hasil penelitian Mason & Legendre (2008) sesuai dengan hasil penelitian ini, yaitu proses perubahan konseptual adalah proses siswa mengorganisasikan dan menstruktur kembali pengetahuan siswa secara sistematis sesuai dengan konsep yang benar.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Terdapat perubahan konseptual pada siswa setelah dilakukan pembelajaran *inquiry-link maps*. Perubahan konseptual ditunjukkan melalui *link maps* pre- dan post- intervensi siswa, serta melalui kegiatan kelompok. Perubahan yang ditemukan pada *link maps* meliputi perubahan dalam hal isi, sumber, dan penataan konsep. *Link maps* post menunjukkan hasil yang lebih baik daripada *link maps* pre. Hal ini juga didukung dari sekor rata-rata kuantitatif *link maps* post yang lebih tinggi daripada *link maps* pre. Perubahan konseptual pada kegiatan kelompok ditunjukkan dengan adanya *brainstorming*, *conceptual model*, dan *rich picture*.

Representasi penyelesaian *synthesis problems* hasil posttest siswa lebih baik daripada pretest siswa setelah dilakukan pembelajaran *Inquiry-Link Maps*. Pengetahuan siswa menjadi lebih terstruktur setelah pembelajaran menyebabkan representasi penyelesaian *synthesis problems* posttest siswa mengalami peningkatan kualitas. Penyebabnya adalah saat pembelajaran siswa dilatih melakukan penyelidikan, diskusi, dan membuat *link maps* sehingga berdampak pada perubahan struktur representasi penyelesaian *synthesis problems* siswa. Perubahan representasi penyelesaian *synthesis problems* meliputi struktur, penulisan satuan, representasi grafik, representasi diagram benda bebas, representasi matematis, dan representasi verbal.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian terdapat beberapa saran sebagai berikut. (1) Analisis lebih dimaksimalkan untuk mengetahui perubahan konseptual siswa pada tahapan presentasi dan penyimpulan (proses pembelajaran), serta *link maps* hasil kelompok. (2) Analisis terhadap rentang waktu pembuatan *link maps* sampai diberikan *synthesis problems* sebaiknya dibuat untuk mengetahui perubahan konseptual pada rentang waktu yang berbeda. (3) Model pembelajaran *inquiry-link maps* sesuai dengan karakteristik kurikulum 2013 sehingga model ini dapat diterapkan guru dalam proses pembelajaran di kelas. (4) Untuk mengetahui sejauh mana siswa mengalami perubahan konseptual, sebaiknya diberikan satu paket *synthesis problems* pada setiap dua pertemuan sekali. Hal ini dilakukan untuk lebih memudahkan mengi-

dentifikasi terjadinya miskonsepsi atau kekurangpahaman siswa terhadap materi. (5) *Synthesis problems* perlu lebih dikembangkan untuk melatih siswa agar tidak berpikir secara terpetak-petak. (6) Pertanyaan pada wawancara sebaiknya dibuat lebih detail untuk mengetahui perubahan konseptual yang dialami siswa. (7) Pelaksanaan penelitian sebaiknya dilakukan pada rentang waktu yang cukup lama agar didapatkan data yang lebih detail.

DAFTAR RUJUKAN

- Adeyemo, S.A. 2010. Students' Ability Level and Their Competence in Problem Solving Task in Physics, *International Journal of Educational Research and Technology*, 1(2):35-47.
- Ahda, S. 2012. *Pengembangan Model Pembelajaran Inquiry-Link Maps (PILM) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Siswa Kelas XI IPA SMA Negeri 8 Malang*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: PPs UM.
- Akpinar, M. & Tan, M. 2012. Developing, Implementing, and Testing A Conceptual Change Text About Relativity. *Western Anatolia Journal of Educational Science*, ISSN 1308-8971.
- Baser, M. 2006. Fostering Conceptual Change by Cognitive Conflict Based Instruction on Students' Understanding of Heat and Temperature Concepts, *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2(2).
- Best, J.W. 1959. *Research In Education, 4th Edition*. New Jersey: Prentice Hall INC, Englewood Cliffs.
- Cresswell. 2010. *Research Design: Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif, dan Mixed*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Ding, L., Reay, N., Lee, A., & Bao, L. 2011. Exploring the Role of Conceptual Scaffolding in Solving Synthesis Problems. Columbus: The Ohio State University. *PhysRevSTPER* 7. 020109.
- Joseph, R., & Reigeluth, C.M. 2010. The Systemic Change Process in Education: A Conceptual Framework, *Contemporary Educational Technology*, 1(2):97-117.
- Lindstrom, C. & Sharma, M.D. 2009. Link maps and map meetings: Scaffolding student learning. New South Wales: University of Sydney. *PhysRevSTPER* 5.010102.
- Lindstrom, C. & Sharma, M.D. 2011. Teaching Physics Novices at University: A Case for Stronger Scaffolding. New South Wales: University of Sydney. *PhysRevSTPER* 7.010109.

- Masson, S. & Legendre, M.F. 2008. Effects of Using Historical Microworlds on Conceptual Change: A Prim Analysis, *International Journal of Environmental & Science Education*, 3(3):115-130.
- Nigel, H.K.C. 2010. *Integrating Link Maps into Multimedia: An Investigation*. Sydney: University of Sydney.
- Ozkan, G. & Selcuk, G.S. 2012. How Effective is “Conceptual Change Approach” in Teaching Physics? *Journal of Educational and Instructional Studies In The World*, 2(2), ISSN 2146-7463.
- Sajadi, M., Amiripour, P., & Malkhalifeh, M.R. 2013. The Examining Mathematical Word Problems Solving Ability under Efficient Representation Aspect, *International Scientific Publications and Consulting Services*, 2013:11.