

## Perubahan Pola Berpikir Mahasiswa Pada Fenomena Perpindahan Panas Secara Konveksi

M. Dewi Manikta Puspitasari<sup>1)</sup>, Hisbulloh Ahlis Munawi<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri

<sup>2)</sup>Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri

<sup>1)</sup>dewimanikta@unpkediri.ac.id

DOI: [10.20527/bipf.v6i2.4909](https://doi.org/10.20527/bipf.v6i2.4909)

**ABSTRAK:** Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui perubahan pola berpikir mahasiswa setelah mengikuti kegiatan diskusi. Pola berpikir dalam penelitian digunakan siswa untuk menerapkan pengetahuan yang dimiliki untuk menyelesaikan fenomena kalor secara konveksi. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan studi fenomenologi pola berpikir mahasiswa pada fenomena perpindahan panas secara konveksi. Konteks atau subjek penelitian merupakan mahasiswa yang mengikuti matakuliah Perpindahan Panas II. Data yang dikumpulkan bersifat deskriptif kualitatif, yaitu penjelasan secara aktual pola berpikir mahasiswa pada fenomena perpindahan panas secara konveksi. Instrumen penelitian berupa tes tertulis fenomena perpindahan panas secara konveksi. Teknik pengumpulan data diperoleh melalui tes sebelum kegiatan diskusi, observasi, wawancara, dan tes setelah kegiatan diskusi. Analisis data dilakukan mengikuti teknik analisis data kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan terdapat perubahan pola berpikir mahasiswa sebelum dan setelah diskusi dalam menyelesaikan permasalahan. Pola berpikir yang mengalami penurunan perkembangan adalah pola berpikir logis dan pola berpikir kritis.

**Kata Kunci:** pola berpikir, kegiatan diskusi, perpindahan panas

**ABSTRACT:** *The research aimed to determine the change in student's thinking pattern after following discussion activity. The thinking pattern was used by students to apply their ability for finishing the phenomenon of convection heat transfers. This research used qualitative approach be the phenomenological research method of student's thinking pattern of convection heat transfer phenomenon. The qualitatively descriptive data were collected be the actual explanation of student's thinking pattern of convection heat transfer phenomenon. The technic of collecting data was obtained by test before discussion activity, observation, interview and test after discussion. The data analysis followed the technic of the qualitative data analysis. The results showed that the change of student's thinking pattern before and after discussion activity of problem-solving. The thinking pattern experienced the developed reduction of logical thinking and critical thinking patterns.*

**Keywords:** *thinking pattern, discussion activities, convention heat transfers*

## **PENDAHULUAN**

Peneliti bidang pendidikan fisika banyak yang berfokus pada masalah penguasaan konsep. Penguasaan konsep sendiri berkaitan dengan pemahaman yang dimiliki siswa. Pemahaman yang telah diyakini sebelumnya akan membentuk miskonsepsi. Miskonsepsi disebut sebagai gagasan yang terbentuk sebelumnya, keyakinan non ilmiah, teori yang tidak dibuat-buat, konsepsi campuran, atau kesalahpahaman konsep (Alwan 2011:601). Ketidaksadaran yang diketahui dan dipercayai tidak sesuai dengan kebenaran ilmiah adalah terjadinya miskonsepsi. Nottis dkk., (2010:8) menyatakan bahwa penggunaan pembelajaran dengan aktivitas berbasis inquiri dapat mengatasi kesulitan konsep siswa. Miskonsepsi perpindahan kalor masih ditemukan pada tugas siswa yang telah dikerjakan.

Kemampuan berpikir tingkat tinggi diperlukan dalam menyelesaikan miskonsepsi yang terjadi dalam permasalahan fisika (Sarwi & Liliarsari, 2009:91). Siswa dalam mempelajari fenomena fisis alam melalui sebuah analisis berdasarkan pada konsep fisika memerlukan kemampuan berpikir kritis. Metode pembelajaran yang digunakan harusnya dapat mengembangkan proses

berpikir secara aktif sehingga pembelajaran menjadi lebih efektif. Persepsi tentang permasalahan fisika sulit dipecahkan terjadi ketika representasi siswa disandingkan dengan representasi berbeda dalam waktu yang sama seperti percobaan, rumus dan perhitungan, grafik serta penjelasan konseptual (Angell dkk. dalam Ornek dkk., 2008: 30). Beberapa siswa tidak dapat menghubungkan hal yang dipelajari dengan pengetahuan yang dimanfaatkan atau dipergunakan dalam pemecahan masalah (Setyorini dkk., 2011: 52).

Pemahaman konsep fisika tidak terlepas dari cara berpikir siswa dalam mendapatkan dan memproses pengalaman menjadi pengetahuan. Cara siswa menerima dan menerapkan pengetahuan yang telah didapat dapat diidentifikasi dengan pola berpikir. Hasil penelitian Alrfooh (2014:189) menyatakan bahwa pola berpikir ilmiah dan pola berpikir kreatif diidentifikasi sebagai pola berpikir siswa. Pengalaman dan kognitif, konsep dan ide yang telah diperoleh siswa di sekolah mendorong terbentuk pola berpikir ilmiah. Pola berpikir ilmiah dan kreatif dapat membantu siswa mencapai hasil belajar yang lebih baik. Hasil penelitian-penelitian sebelumnya dijadikan sebuah pertimbangan bagi peneliti untuk

melakukan penelitian mengenai perubahan pola berpikir mahasiswa pada fenomena perpindahan panas secara konveksi.

Tujuan penelitian antara lain: (1) mengetahui perubahan pola berpikir mahasiswa setelah mengikuti kegiatan diskusi, dan (2) mengetahui pola berpikir mahasiswa ditinjau dari kerangka teori.

## KAJIAN PUSTAKA

### Pola Berpikir

Pola berpikir dapat membantu mengidentifikasi cara siswa menerima dan menerapkan pengetahuan yang telah didapat. Menurut Alrfooh (2014) pola berpikir dapat didefinisikan sebagai suatu set yang digunakan dalam membedakan individu, dan dianggap sebagai tanda dari cara individu tersebut menerima pengalaman dari pengetahuan yang tersimpan sebelumnya dan menggunakannya. Pola berpikir merupakan inti pemikiran manusia yang menggunakan fungsi otak sebagai pengatur pola (Bloom, 2010: 9). Penerapan dan pengaturan dalam kehidupan sehari-hari memandu pola dalam mahasiswa berpikir, bertindak, berpendapat, menghargai, dan berinteraksi yang disebut sebagai fungsi dasar pemikiran (Bloom, 2010:12).

Alrfooh (2014: 180) menjabarkan pola berpikir yang meliputi: (a) berpikir intuitif; (b) berpikir emosional; (c) berpikir logis; (d) berpikir matematis; (e) berpikir kritis; (f) berpikir ilmiah; dan (g) berpikir kreatif. Fokus pola berpikir dalam penelitian ini meliputi:

### *Berpikir Logis*

Piaget (Tuna dkk., 2013) menyatakan berpikir logis merupakan sebagai operasi mental yang digunakan oleh individu ketika menghadapi masalah-masalah tertentu. Berpikir logis meliputi *controlling variables*, *probabilistic reasoning*, *proportional reasoning*, *correlational reasoning*, *conservational reasoning* dan *combinatorial reasoning* (Fah, 2009; Tuna dkk., 2013).

### *Berpikir Matematis*

Berpikir matematis mencakup dalam penggunaan persamaan, pengolahan, bergantung pada struktur dan aturan, simbol, teori dan bukti, serta mengatur hubungan satu dengan yang lain. Menurut Webb & Coxford, berpikir matematis menurut kedalaman dan kompleksitas dibagi menjadi tingkat tinggi dan tingkat rendah (Sumarmo & Nishitani, 2009). Berpikir matematis tingkat rendah meliputi operasi aritmatika sederhana, penerapan aturan

secara langsung, penyelesaian algoritma. Pembuat analogi dan generalisasi, pemahaman yang bermakna, penalaran logis, pengumpulan dugaan, pemecahan masalah, dan komunikasi dan hubungan matematis diklasifikasikan sebagai berpikir matematis tingkat tinggi.

### *Berpikir Kritis*

Berpikir kritis adalah berpikir reflektif dan rasional dalam memecahkan masalah yang kompleks. Pengolahan informasi dan data dilakukan melalui tes mental dan logis dalam rangka membangun bukti dan untuk mengidentifikasi petunjuk. Berpikir kritis dapat dijadikan stimulus dalam pembelajaran siswa. Hal ini sesuai persepsi guru bahwa berpikir kritis merupakan metode atau cara berpikir dalam meningkatkan hasil belajar siswa (Choy & Cheah, 2009). Siswa dapat memperoleh pemahaman yang lebih dalam dari apa yang dipelajari dalam pembelajaran melalui berpikir kritis. Siswa yang cenderung pasif akan mengalami kesulitan dalam berpikir kritis untuk menyelesaikan tugas, sehingga kemampuan berpikir akan lebih baik jika diawali lebih awal. Menurut Jayanti dkk (2014), media pembelajaran dapat digunakan dalam menunjang pengembangan berpikir kritis melalui lembar kerja.

Kemampuan berpikir kritis generik (Romano, 2007) meliputi (1) menarik kesimpulan; (2) mengintreprestasikan analisis; (3) deduksi; (4) evaluasi; dan (5) mengalisis argumen. Taksonomi Bloom belum sepenuhnya mengakomodasi kemampuan berpikir kritis (Ennis, 1985). Ennis (1985)menjabarkan dua belas indikator dari kemampuan berpikir kritis, yaitu: (1) menanyakan dan menjawab pertanyaan; (2) merumuskan pertanyaan; (3) menilai kredibilitas dari suatu sumber; (4) menganalisis argumen; (5) menilai hasil pengamatan; (6) melakukan deduksi; (7) melakukan induksi; (8) melakukan evaluasi; (9) menilai definisi; (10) mengidentifikasi asumsi; (11) memutuskan tindakan; dan (12) berinteraksi dengan yang lain.

### **Kegiatan Diskusi**

Kegiatan diskusi menunjukkan bahwa teknik mengajar yang aktif memungkinkan mahasiswa untuk mengeksplorasi isu penting, pendapat dan ide. Diskusi merupakan komponen aktif dalam kegiatan belajar dan mengajar dikarenakan mahasiswa dapat sering memberi dan menerima informasi (Hackathorn dkk., 2011). Mahasiswa harus mendengarkan dan memahami kontribusi dengan mahasiswa lain dalam menanggapi dan menambahkan untuk

membangun ide masing-masing. Penelitian sebelumnya menunjukkan mahasiswa lebih perhatian, aktif dan termotivasi selama diskusi.

Salah satu manfaat dilakukan kegiatan diskusi adalah mahasiswa dapat mengekspresikan dirinya dan memungkinkan sudut pandang yang berbeda untuk mempertimbangkan dan terintegrasi. Penelitian Hackathorn dkk., (2011) menunjukkan bahwa diskusi menyebabkan jawaban atas tingkat pemahaman lebih tinggi. Hal ini memungkinkan mahasiswa untuk berinteraksi melalui diskusi yang merupakan teknik pengajaran yang efektif.

Kegiatan diskusi dalam penelitian ini berbeda dengan diskusi pada pembelajaran kooperatif. Kegiatan ini diadakan diantara pelaksanaan tes awal dan tes akhir. Peran peneliti dalam kegiatan diskusi hanya sebatas menentukan fenomena yang dibahas mahasiswa. Peneliti memosisikan sebagai observer dan tidak memberikan balikan selama maupun setelah kegiatan diskusi. Peneliti juga memberikan pertanyaan penegasan mengenai kesimpulan atau penjelasan masing-masing kelompok merupakan kesepakatan bersama atau memang diyakini begitu saja. Oleh sebab itu, kegiatan diskusi dalam penelitian ini

tidak dikatakan sebagai perlakuan seperti pada penelitian kuantitatif. Kegiatan diskusi dimaksudkan agar masing-masing mahasiswa saling berbagi pola berpikir yang dimiliki.

### **Perpindahan Panas secara Konveksi**

Proses mentransfer kalor merupakan pergerakan molekul dari satu tempat ke tempat yang lain serta melibatkan pergerakan molekul dalam jarak yang besar disebut dengan perpindahan panas secara konveksi (Giancoli, 2001). Perpindahan panas secara konveksi terdiri atas dua mekanisme operasi yaitu konveksi alami dan konveksi paksaan tergantung dengan gerakan fluida dimulai (Kreith, Manglik, & Bohn, 2011; Cengel, 2008). Mekanisme yang pertama adalah perpindahan energi karena gerakan molekul. Kedua, perpindahan energi oleh mikroskopik gerakan paket zat cair. Gerakan zat cair merupakan hasil dari sejumlah molekul yang bergerak berdasarkan gaya eksternal. Gaya eksternal disebabkan oleh berat jenis atau perbedaan tekanan. Konveksi alami tergantung pada berat jenis, viskositas dan kecepatan fluida serta sifat termal. Setiap gerakan zat cair dalam konveksi alami disebabkan oleh cara alami seperti sebagai efek daya apung atau seperti zat cair hangat yang naik ke atas dan zat cair

yang turun ke bawah. Sedangkan kecepatan konveksi paksaan dikenakan pada sistem dan dapat langsung ditentukan. Konveksi paksaan, zat cair dipaksa mengalir di atas permukaan atau di pipa dengan cara eksternal seperti pompa atau kipas. Konveksi juga diklasifikasikan sebagai eksternal dan internal tergantung pada zat cair dipaksa mengalir di atas permukaan atau di saluran.

## **METODE PENELITIAN**

Pendekatan kualitatif digunakan dalam penelitian ini yang merupakan studi fenomenologi pola berpikir mahasiswa pada fenomena perpindahan panas. Data yang dikumpulkan bersifat deskriptif kualitatif, yaitu penjelasan secara aktual pola berpikir mahasiswa pada fenomena perpindahan panas secara konveksi. Proses pengumpulan data terdapat kegiatan diskusi kelompok. Kehadiran peneliti di tempat penelitian sebagai instrumen utama dan sekaligus sebagai pengumpul data, penganalisis data, pengevaluasi dan pelapor hasil penelitian. Data yang dikumpulkan berupa hasil tes uraian penguasaan konsep dan wawancara secara mendalam. Kehadiran peneliti dalam tes uraian dan wawancara diketahui mahasiswa sebagai informan sehingga diharapkan subjek berusaha menjawab

pertanyaan dari peneliti sesuai dengan pengetahuan yang dimilikinya. Subjek penelitian ini merupakan mahasiswa Teknik Mesin semester genap tahun ajaran 2016/2017 yang mengikuti matakuliah Perpindahan Panas II.

Instrumen penelitian berupa tes tertulis fenomena perpindahan panas secara konveksi. Fenomena dilengkapi dengan seperangkat pertanyaan yang mengharuskan mahasiswa untuk menjelaskan dan memprediksi pola berpikir yang mereka gunakan. Tahapan analisis data penelitian ini diadaptasi dari Creswell (2009) & Creswell (2012): (1) Pengorganisasian dan penyiapan data untuk analisis, hasil tes uraian dan wawancara dipilah-pilah ke dalam kode-kode (indikator pola berpikir yang terdapat pada rubrik pola berpikir) mana yang termasuk kode yang dibutuhkan mana yang tidak dibutuhkan; (2) Pengkodean (*Coding*) data, data yang selesai diseleksi kemudian diorganisasi berdasarkan indikator klasifikasi pola berpikir mahasiswa dan diberikan kode untuk dapat dikelompokkan ke dalam tema-tema; (3) Representasi data, penyajian hasil penelitian yang berasal dari data temuan di lapangan yang telah melewati proses pengkodean yang berupa penjelasan naratif mengenai pola berpikir mahasiswa; (4) Interpretasi data, penjelasan secara rinci dan jelas

hasil analisis data kualitatif yang berupa pola berpikir mahasiswa dan perubahan pola berpikir mahasiswa pada fenomena perpindahan panas secara konveksi; (5) Validasi keakuratan data, pola berpikir mahasiswa yang diperoleh dalam penelitian divalidasi dengan merujuk pada definisi pola berpikir dari beberapa ahli (Alrfooh, 2014; Ennis (1985); Fah, 2009; Tuna dkk., 2013; Romano, 2007; Suryana, 2012).

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Permasalahan yang diberikan oleh peneliti terkait fenomena perpindahan panas secara konveksi terdiri dari empat kasus (soal). Masing-masing kasus mengajukan permasalahan yang harus diselesaikan mahasiswa dalam menguasai konsep materi. Data pola berpikir mahasiswa pada fenomena tersebut diperoleh dari hasil identifikasi jawaban penyelesaian masalah (berupa penguasaan konsep). Hal ini berdasarkan rubrik identifikasi pola berpikir. Hasil analisis sebelum dan setelah diskusi menunjukkan bahwa beberapa pola berpikir pada setiap kasus soal terdapat perubahan baik berupa pengembangan maupun tidak. Hasil identifikasi kasus 1 (soal nomor 1) menunjukkan 21 mahasiswa menggunakan pola berpikir logis dan 4 mahasiswa menggunakan pola berpikir

kritis dalam menyelesaikan permasalahan yang diberikan dan terdapat perubahan berupa perkembangan pola berpikir logis yang dua mahasiswa yang menggunakan pola berpikir ini sebelum dan setelah diskusi sedangkan perubahan berupa penurunan penggunaan pola berpikir kritis.

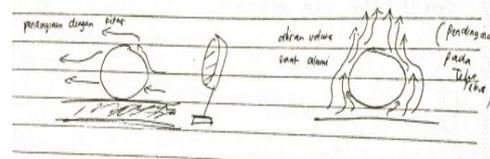
Kasus 1 meminta mahasiswa menjelaskan materi konsep kesetimbangan termal yang dialami dua benda atau lebih. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan sebagian besar mahasiswa sudah benar dalam menjelaskan konsep materi kesetimbangan termal. Setelah diskusi masih terdapat jawaban tujuh mahasiswa yang kurang tepat atau dapat disebut terdapat miskonsepsi.

Kasus 2 (nomor soal 2), 20 mahasiswa menggunakan pola berpikir logis dan 5 mahasiswa menggunakan pola berpikir matematis dalam menyelesaikan permasalahan yang diberikan. Hasil identifikasi pada kasus 2 menunjukkan terdapat perubahan dari sebelum dan setelah diskusi berupa perkembangan pola berpikir logis dan penurunan pada pola berpikir matematis. Pola berpikir kritis hanya digunakan oleh satu mahasiswa sebelum diskusi sedangkan setelah diskusi tidak ada mahasiswa yang menggunakan pola berpikir ini pada kasus 2.

Kasus 2 meminta mahasiswa memberikan penjelasan permasalahan sebagai berikut. Ketika telur rebus diletakkan di atas piring dengan dan tanpa kipas angin, apakah suhu udara sekitar yang tanpa kipas angin sama dengan suhu udara sekitar dengan kipas angin. Berdasarkan analisis menunjukkan 10 mahasiswa sudah benar dalam memperkirakan suhu udara sekitar tanpa kipas angin sama dengan suhu udara sekitar dengan kipas angin dan memberikan alasan. Setelah diskusi masih terdapat jawaban 5 mahasiswa yang benar dalam memperkirakan suhu udara sekitar tanpa kipas angin sama dengan suhu udara sekitar dengan kipas angin dengan benar namun kurang tepat dalam memberikan alasan.

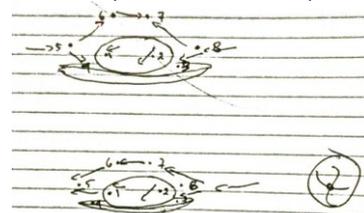
Hasil identifikasi pada kasus 3 menunjukkan terdapat perubahan dari sebelum dan setelah diskusi berupa perkembangan pola berpikir logis dan pola berpikir matematis dan penurunan perkembangan dari pola berpikir kritis. Pola berpikir kritis digunakan hanya oleh satu mahasiswa untuk menyelesaikan permasalahan yang diberikan setelah diskusi. Kasus 3 meminta mahasiswa membuat ilustrasi yang menunjukkan arah perambatan panas antar posisi (titik-titik). Mahasiswa diminta untuk membuat ilustrasi dari dua gambar yang telah

diberikan dalam soal. Gambar pertama menggambarkan kondisi telur rebus panas yang diletakkan di atas piring sedangkan gambar kedua menggambarkan kondisi telur rebus panas yang didinginkan dengan kipas angin. Berdasarkan hasil analisis, sebagian besar mahasiswa hanya membuat ilustrasi perambatan panas untuk menjelaskan gambar 2 (kondisi telur rebus panas didinginkan dengan kipas angin). Contoh ilustrasi yang telah dibuat mahasiswa (M) yang membuat ilustrasi ketiga gambar adalah sebagai berikut.

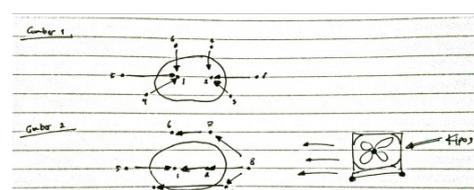


Gambar 1 Jawaban M3 (sebelum diskusi)

Jawaban M6 (sebelum diskusi)



Gambar 2 Jawaban M6 (sebelum diskusi)



Gambar 3 Jawaban M1 (setelah diskusi)

Hasil analisis kasus 4 (soal nomor 4) mengidentifikasi 21 mahasiswa

menggunakan pola berpikir logis, 2 mahasiswa menggunakan pola berpikir matematis dan 2 mahasiswa menggunakan pola berpikir kritis dalam menyelesaikan permasalahan yang diberikan setelah diskusi. Hasil identifikasi pada kasus 4 menunjukkan bahwa terdapat perubahan pola berpikir yang digunakan mahasiswa yang awalnya sebelum diskusi semua mahasiswa dalam penelitian ini menggunakan pola berpikir logis dalam menyelesaikan permasalahan yang diberikan. Kasus 4 meminta mahasiswa menjelaskan perbandingan tinggi temperatur dari delapan posisi (titik) pada kondisi telur rebus yang didinginkan tanpa dan dengan kipas angin.

Berdasarkan hasil analisis, sebagian besar mahasiswa tidak memberikan jawaban. Hal ini ketika dikonfirmasi melalui wawancara, mahasiswa mengatakan bahwa mahasiswa merasa kesulitan dalam menuliskan perbandingan tinggi temperatur dari delapan posisi (titik) yang gambarnya sudah tercantum dalam soal.

Berdasarkan seluruh penjabaran jawaban mahasiswa yang disampaikan dapat diringkas bahwa sebagian besar mahasiswa menggunakan pola berpikir logis dalam menyelesaikan permasalahan yang diberikan sebelum

maupun sesudah diskusi. Mahasiswa yang menggunakan pola berpikir kritis masih jarang, meskipun ada hanya teridentifikasi satu sampai dengan dua mahasiswa saja.

Cara mahasiswa menerima dan menerapkan pengetahuan yang telah didapat dapat diidentifikasi dengan pola berpikir. Pola berpikir yang digunakan mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan sebelum dan setelah diskusi mengalami perubahan berupa perkembangan maupun penurunan perkembangan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Alrfooh (2014) yang menyatakan bahwa pola berpikir dapat didefinisikan sebagai suatu set yang digunakan dalam membedakan individu, dan dianggap sebagai tanda dari cara individu tersebut menerima pengalaman dari pengetahuan yang tersimpan sebelumnya dan menggunakannya. Pola berpikir merupakan inti pemikiran manusia yang menggunakan fungsi otak sebagai pengatur pola (Bloom, 2010: 9). Penerapan dan pengaturan dalam kehidupan sehari-hari memandu pola dalam siswa berpikir, bertindak, berpendapat, menghargai, dan berinteraksi yang disebut sebagai fungsi dasar pemikiran (Bloom, 2010: 12).

Pola berpikir dapat membantu mengidentifikasi cara siswa menerima

dan menerapkan pengetahuan yang telah didapat. Perbedaan pandangan dalam kelompok diskusi memungkinkan terjadinya konflik kognitif pada masing-masing mahasiswa yang kemudian melakukan asimilasi dan akomodasi (Mustaqim, 2015). Hasil akhir dari asimilasi terhadap informasi baru adalah mahasiswa tetap pada pola berpikir awal mereka atau melakukan akomodasi dengan merubah pola berpikir berupa suatu pola berpikir baru atau campuran.

Pola berpikir pada fenomena pertama yang mengalami perubahan berupa penurunan perkembangan yaitu pola berpikir logis dan pola berpikir kritis. Pola berpikir logis dalam penelitian ini lebih banyak digunakan mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan yang diberikan. Berdasarkan hasil penelitian, mahasiswa dalam berpikir logis memberikan pernyataan yang menunjukkan pendapat dalam menyelesaikan masalah. Hal ini sesuai dengan pendapat Piaget Tuna dkk., (2013) yang menyatakan bahwa berpikir logis merupakan sebagai operasi mental yang digunakan oleh individu ketika menghadapi masalah-masalah tertentu. Berpikir logis meliputi *correlational reasoning*, *conservational reasoning*, *probabilistic reasoning*, *proportional reasoning*, *controlling variables* dan *combinatorial reasoning*

(Fah, 2009; Tuna dkk., 2013). Menurut Demirel (Tuna dkk., 2013), berpikir logis meliputi kemampuan dalam menggunakan angka secara efektif, memberikan solusi ilmiah untuk masalah, mendeteksi pemisahan antara konsep, klasifikasi, generalisasi, representasi dengan rumus matematis, komputasi, memberikan hipotesis, pengujian dan simulasi. Kemampuan berpikir logis memiliki peran mendasar dalam mengkonstruksi konsep siswa.

Penyelesaian masalah pada fenomena pertama dan fenomena kedua kurang dilakukan oleh mahasiswa dengan berpikir kritis. Hal ini dikarenakan berpikir kritis adalah berpikir reflektif dan rasional dalam memecahkan masalah yang kompleks. Kemampuan berpikir kritis dianggap sebagai syarat mutlak dan pertahanan tujuan dalam pendidikan (Azizmalayeri dkk., 2012:42). Kemampuan berpikir kritis diperlukan dalam memecahkan masalah fisika dan mengacu pada sifat kealamiahannya berbagai disiplin ilmu serta tiap ilmu memiliki prinsip yang mencirikan ilmu tersebut rasional sehingga diperlukan berpikir logis (Sarwi & Liliari, 2009: 93). Ciri berpikir kritis yang dimiliki mahasiswa yaitu menganalisis argumen, dimana mahasiswa dapat menyebutkan persamaan dan perbedaan dari kondisi

berbeda dari pendinginan telur rebus panasecara alami dan dengan kipas angin. Ciri berpikir kritis yang lain yang dimiliki mahasiswa yaitu mengevaluasi berdasarkan fakta, menjelaskan latar belakang fakta dengan menguraikan komponen yang terlihat di dalam masalah, menunjukkan pemahaman konsep dan penjelasan suatu aplikasi konsep.

Interaksi antara lingkungan dan pengalaman yang telah dimiliki akan mempengaruhi dalam penguasaan konsep mahasiswa yang nantinya akan membentuk pola berpikir. Penguasaan konsep siswa dapat ditingkatkan dengan melibatkan mahasiswa dalam memperoleh pengalaman langsung, misalnya melalui percobaan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan (Widayanto, 2009:7), pencapaian pemahaman dan ketrampilan proses meningkat ketika mahasiswa dilibatkan dalam percobaan. Penguasaan konsep mahasiswa dapat ditingkatkan dengan mengembangkan keterampilan mendasar pada proses pembelajaran (Subagyo dkk., 2009: 42). Mahasiswa yang memiliki kesempatan untuk menggunakan simulasi dan alat nyata dalam pembelajaran dapat meningkatkan penguasaan konsep mahasiswa tersebut (Jaakkola dkk., 2011).

Miskonsepsi mahasiswa terlihat dari jawaban tes setelah pembelajaran. Hal ini terjadi ketika mahasiswa belum dapat mengetahui apa yang diketahui tidak sesuai dengan kebenaran ilmiah yang ada. Miskonsepsi mahasiswa dalam tugas materi perpindahan panas masih ditemukan (Nottis dkk., 2010: 8; Alwan, 2011:604). Hal ini terjadi karena belum terdapat alasan pendukung yang sesuai dengan jawaban yang benar. Penelitian Alwan (2011) menunjukkan mahasiswa belum memahami konsep mengenai persamaan dasar dan hubungannya dengan pengetahuan yang dimiliki. Sedangkan menurut Cengel (2008:374), kalor merupakan bentuk energi yang dapat berpindah dari satu sistem ke sistem yang lainnya akibat perbedaan suhu. Perpindahan kalor merupakan sebagai sebuah sistem yang mengalami proses dari satu keadaan setimbang ke keadaan setimbang lainnya. Perpindahan energi panas berhenti ketika dua medium mencapai suhu yang sama serta berpindah dari suhu yang lebih tinggi ke suhu yang lebih rendah.

Pola berpikir lainnya yang digunakan mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan pada fenomena pertama dan fenomena kedua adalah pola berpikir matematis. Berdasarkan hasil analisis, pola berpikir

matematis cukup stabil dan tidak mengalami perubahan sesudah dan setelah diskusi. Berpikir matematis sendiri tidak selalu berkaitan dengan persamaan ataupun rumus namun juga mencakup mengumpulkan dugaan, pemecahan masalah, penalaran logis, membuat analogi dan generalisasi, pemahaman yang bermakna, komunikasi dan hubungan matematis diklasifikasikan. Mahasiswa berpikir logis dengan mengumpulkan prediksi-prediksi dampak dari permasalahan, menuangkan pengetahuan keterkaitan aplikasi konsep dan cara menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini. Menurut Webb & Coxford, berpikir matematis menurut kedalaman dan kompleksitas yaitu tingkat tinggi dan tingkat rendah (Sumarmo & Nishitani, 2009). Berpikir matematis tingkat rendah diantaranya adalah bekerja pada tugas-tugas algoritma, menerapkan aturan secara langsung, melakukan operasi aritmatika sederhana. Pengumpulan dugaan, pemahaman yang bermakna, membuat analogi dan generalisasi, pemecahan masalah, penalaran logis, dan komunikasi serta hubungan matematis diklasifikasikan sebagai berpikir matematis tingkat tinggi.

Unsur-unsur dari berpikir matematis merupakan kemampuan

bawaan dalam pembelajaran (Leron, 2004:218). Sumarmo menyatakan bahwa berpikir matematis tingkat tinggi yang berkaitan dengan pengenalan definisi formal dan deduksi logis merupakan berpikir matematis tingkat lanjut (Suryana, 2012). Berpikir matematis tingkat lanjut meliputi hubungan representasi dan abstraksi, representasi, pembuktian secara matematis, berpikir kreatif matematis dan abstraksi (Suryana, 2012).

Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa diskusi dapat mengubah pola berpikir mahasiswa. Diskusi merupakan komponen aktif dalam kegiatan belajar dan mengajar dikarenakan mahasiswa dapat sering memberi dan menerima informasi (Hackathorn dkk., 2011). Mahasiswa harus mendengarkan dan memahami kontribusi dengan mahasiswa lain dalam menanggapi dan menambahkan untuk membangun ide masing-masing. Penelitian sebelumnya menunjukkan mahasiswa lebih perhatian, aktif dan termotivasi selama kegiatan diskusi. Kegiatan diskusi dapat memfasilitasi dialog dengan baik yang membawa ide-ide bersama-sama. Ide-ide dan teori-teori dapat secara efektif diterapkan pada fenomena yang berbeda. Mahasiswa berpartisipasi dalam kegiatan diskusi untuk membantunya

dalam memperoleh gagasan baru pada fenomena (Bergner, Kerr, & Pritchard, 2015).

## SIMPULAN

Pola berpikir yang dimiliki mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan fenomena perpindahan panas secara konveksi mengalami perubahan dari sebelum dan setelah diskusi. Pola berpikir yang mengalami penurunan perkembangan adalah pola berpikir logis dan pola berpikir kritis. Pola berpikir mahasiswa ditinjau dari kerangka kajian teori menunjukkan pola berpikir kritis hanya dimiliki oleh satu sampai dengan dua mahasiswa saja dalam penelitian ini dikarenakan pola berpikir kritis merupakan pola berpikir yang menggunakan penalaran serta merupakan pola berpikir tingkat tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alrfooh, A. (2014). Prevailing Patterns Thinking among Students of Tafila Technical University, Jordan. *Journal of Education and Practise*, 5(9).
- Alwan, A. A. (2011). Misconception of Heat and Temperature among Physics Students. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 12, 600–614.
- Azizmalayeri, K., Jafari, E. M., Sharif, M., Asgari, M., & Omid, M. (2012). The Impact of Guided Inquiry Methods of Theaching on The Critical Thinking of High School Students. *Journal of Education and Practise*, 3(10), 42–48.
- Bergner, Y., Kerr, D., & Pritchard, D. . (2015). Methodological Challenges in the Analysis of MOOC Data for Exploring the Relationship between Discussion Forum Views and Learning Outcomes. In *Proceedings of the 8th International Conference on Educational Dat.*
- Bloom, J. W. (2010). Systems Thinking, Pattern Thinking, and Abductive Thinking as the Key Elements of Complex Learning. In *Makalah disajikan pada the Annual Meeting of American Educational Research Association, Denver, Mey 2010.*
- Cengel, Y. (2008). *Introduction to Thermodynamics and Heat Transfer Second Edition*. USA: McGraw-Hill.
- Choy, S. & Cheah, P. (2009). Teacher Perceptions of Critical Thinking among Students and its Influence on Higher Education. *International Journal of Theaching and Learning in Higher Education*, 20(2), 198–206.
- Creswell, J. (2009). *Research Design Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches*. California: Sage Publications.
- Creswell, J. (2012). *Educational Research Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research Fourth Edition*. Boston: PEARSON.
- Ennis, R. H. (1985). A Logical Basis for Measuring Critical Thingking Skills. In *Education Leadership*

- (pp. 44–48). Association for Supervision and Curriculum Development. Retrieved from <http://www.qcc.cuny.edu>
- Fah, L. (2009). Logical Thinking Abilities among Form 4 Students in the Interior Division of Sabah, Malaysia. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 32(2), 161–187.
- Giancoli, D. (2001). *Fisika Edisi Kelima Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Hackathorn, J., Solomon, E. ., Blankmeyer, K. ., Tennial, R. ., & Garczynski, A. . (2011). Learning by Doing: An Empirical Study of Active Teaching Techniques. *The Journal of Effective Teaching*, 11(2), 40–54.
- Jaakkola, T., Nurmi, S., & Veermans, K. (2011). A Comparison of Students' Conceptual Understanding of Electric Circuits in Simulation Only and Simulation-Laboratory Contexts. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(1), 71–93.
- Jayanti, I. B., Suyidno, S., & Hartini, S. (2014). Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) dan Media Pembelajaran Inkuiri berbasis Ketrampilan Berpikir Kritis. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 2(1), 1–10.
- Kreith, F., Manglik, R. ., & Bohn, M. . (2011). *Principles of Heat Transfer Seventh Edition*. USA: Cengage Learning.
- Leron, U. (2004). Mathematical Thinking & Human Nature: Consonance & Conflict. In *Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 3(15).
- Mustaqim, M. (2015). *Pengaruh Diskusi Terhadap Model Mental Mahasiswa tentang Fenomena Perambatan Panas*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: PPs UM.
- Nottis, K. E., Prince, M., & Vigeant, M. (2010). Building an Understanding of Heat Transfer Concepts in Undergraduate Chemical Engineering Courses. *US-China Education Review*, 7(2).
- Ornek, F., Robinson, W., & Haugan, M. (2008). What makes physics difficult? *International Journal of Environmental & Science Education*, 3(1), 30–34.
- Romano, A. (2007). *Elements of A Context-Specific Model of Critical Thinking in Management: A Delphi Study*.
- Sarwi, S., & Liliyasi, L. (2009). Penerapan Strategi Kooperatif dan Pemecahan Masalah pada Konsep Gelombang untuk Mengembangkan Keterampilan Berpikir Kritis. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 5(2).
- Setyorini, U., Sukiswo, S., & Subali, B. (2011). Penerapan Model Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 7(1).
- Subagyo, Y., Wiyanto, W., & Marwoto, P. (2009). Pembelajaran dengan Pendekatan Ketrampilan Proses Sains untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Suhu dan Pemuaian. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 5(1).
- Sumarmo, U., & Nishitani, I. (2009). High Level Mathematical Thinking: Experiments with High School and Under Graduate

- Students using Various Approaches and Strategies. In *Makalah disajikan pada Seminar di UPI, September 2009*.
- Suryana, A. (2012). Kemampuan Berpikir Matematis Tingkat Lanjut (Advanced Mathematical Thinking) dalam Matakuliah Statistika Matematika 1. In *Makalah disajikan pada Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika di Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY, November 2012*.
- Tuna, A., Biber, A., & Incikapi, L. (2013). An Analysis of Mathematics Teacher Candidates' Logical Thinking Levels: Case of Turkey. *Journal of Educational and Instructional Studies in The World*, 3(1), 83–91.
- Widayanto, W. (2009). Pengembangan Keterampilan Proses dan Pemahaman Siswa Kelas X melalui Kit Optik. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 5(1).