

Higher Order Thinking Skills Mahasiswa Pendidikan Matematika Dalam Memecahkan Masalah Struktur Aljabar

Jackson Pasini Mairing¹, Syahrianah Syahran², Pancarita³, Suparman⁴

¹²³⁴ Pendidikan Matematika UPR
Email: jp-mairing@math.upr.ac.id

ABSTRACT

Critical and creative thinking is classified as a HOTS (higher order thinking skill). Critical thinking is thinking directed to solve problems. Creative thinking is thinking directed to find answers or other ways to solve problems. One subject that requires students to solve problems is Algebraic Structure. This research aimed to describe HOTS students of mathematics education from one of the universities in Palangka Raya, Central Kalimantan. The subject of this study was 87 students who took the subject in the 2017/2018 academic year. The researcher gave the research instrument to each subject which was four problems. The results showed that all students had not HOTS. The students taked action on the concept of the group but it had not been integrated into a process so that there had not been a link between meaningful concepts called schemes. Students also had not been able to interpret the problem, analyze the relationship between conditions in the problem with relevant concepts, evaluate the way of solutions, and make conclusions. This condition made the students work at a lower level of abstraction (reduction level abstraction level) that was using numbers in proving a true statement.

Keywords: Algebraic Structure, creative thinking, critical thinking, HOTS, mathematical problems,

ABSTRAK

Berpikir kritis dan kreatif tergolong higher order thinking skill disingkat HOTS (kemampuan berpikir tingkat tinggi). Berpikir kritis adalah berpikir yang diarahkan untuk memecahkan masalah. Berpikir kreatif adalah berpikir yang diarahkan untuk menemukan jawaban atau cara lain dalam menyelesaikan masalah. Salah satu mata kuliah yang menuntut mahasiswa untuk menyelesaikan masalah adalah Struktur Aljabar. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan HOTS mahasiswa-mahasiswa pendidikan matematika dari salah satu universitas di Palangka Raya, Kalimantan Tengah. Subjek penelitian ini adalah 87 mahasiswa yang mengambil mata kuliah ini di tahun ajaran 2017/2018. Peneliti membagikan instrumen penelitian yaitu empat masalah ke semua subjek. Hasil penelitian menunjukkan bahwa belum ada mahasiswa yang memiliki HOTS. Mahasiswa-mahasiswa melakukan aksi terhadap konsep grup tetapi belum diterosasi menjadi proses sehingga belum terbentuk pengaitan antarkonsep bermakna yang disebut skema. Mahasiswa-mahasiswa juga belum mampu menginterpretasi masalah, menganalisis hubungan antara kondisi dalam masalah dengan konsep-konsep yang relevan, mengevaluasi cara penyelesaian, dan membuat kesimpulan. Kondisi tersebut membuat mahasiswa-mahasiswa bekerja pada tingkat abstraksi yang lebih rendah (reduction abstraction level) yaitu menggunakan bilangan-bilangan dalam membuktikan suatu pernyataan benar.

Kata kunci: berpikir kritis, berpikir kreatif, HOTS, masalah matematika, struktur aljabar

1. Pendahuluan

Hasil-hasil penelitian pada siswa-siswa kelas X MIA dari salah satu SMA Negeri di kota Palangka Raya menunjukkan 3,1% siswa-siswa yang tergolong pemecah masalah yang kurang berpengalaman, 96,9% tergolong pemecah yang rutin, dan tidak ada siswa yang tergolong pemecah yang baik. Siswa yang tergolong pemecah masalah yang baik memiliki HOTS (*higher order thinking skills*) atau kemampuan berpikir tingkat tinggi sehingga tidak ada siswa yang memiliki HOTS (Mairing, 2017). Hasil-hasil penelitian lainnya menunjukkan bahwa tidak ada siswa yang memiliki kemampuan berpikir sangat kreatif, dan tidak lebih dari 3% siswa dengan kemampuan berpikir kreatif (Kurniawati, Dafik, & Fatahillah, 2016; Mahendra, 2015). Berpikir kreatif adalah berpikir yang diarahkan untuk menentukan jawaban berbeda atau cara lain dalam menyelesaikan masalah matematika (Siswono, 2008). Kemampuan ini merupakan salah satu HOTS sehingga tidak lebih dari 3% siswa-siswa yang memiliki HOTS. Kemampuan demikian akan menyulitkan siswa-siswa tersebut ketika menempuh studi di program studi Matematika atau Pendidikan Matematika khususnya pada mata kuliah-mata kuliah yang menuntut berpikir tingkat tinggi.

Kemampuan yang tergolong HOTS selain berpikir kreatif adalah berpikir kritis (King, Goodson, & Rohani, 2016). Berpikir kritis adalah berpikir yang diarahkan untuk memecahkan masalah-masalah

matematika. Masalah berbeda dengan soal. Masalah adalah kondisi menantang yang cara menyelesaikannya tidak segera dapat dilihat oleh siswa. Soal adalah pertanyaan yang cara memperoleh jawabannya segera dapat dilihat karena ada rumus/prosedur tertentu yang digunakan siswa secara langsung (Polya, 1973; Suwama, 2009). Penyelesaian masalah membutuhkan elaborasi dari pengetahuan-pengetahuan yaitu pemahaman terhadap masalah, konsep-konsep yang ada dalam masalah, pendekatan/strategi pemecahan masalah, dan pengalaman sebelumnya dalam menyelesaikan masalah-masalah (Mairing, 2017). Jadi, HOTS dapat dikembangkan mahasiswa melalui belajar memecahkan masalah-masalah.

Salah satu mata kuliah di program studi pendidikan matematika yang memberikan pengalaman bagi mahasiswa-mahasiswa dalam menyelesaikan masalah matematika adalah struktur aljabar. Pengalaman tersebut memberi kesempatan bagi mahasiswa-mahasiswa untuk mengembangkan HOTS. Mata kuliah ini dimulai dengan sistem matematika yang disebut grup. Dosen seharusnya mengembangkan HOTS mahasiswa-mahasiswa. Langkah pertama untuk itu adalah mengetahui profil dari HOTS mahasiswa-mahasiswa saat ini. Langkah berikutnya adalah mengembangkan dan menerapkan pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan tersebut. Tujuan penelitian ini adalah mendeskripsikan profil dari HOTS mahasiswa-mahasiswa pendidikan matematika dari salah satu universitas di Palangka Raya dalam memecahkan masalah-masalah Struktur Aljabar.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode campuran dengan rancangan eksploratori yang dilaksanakan dalam empat tahap yaitu menentukan rumusan masalah, mengembangkan instrumen penelitian, mengumpulkan data, menganalisis data dan menarik kesimpulan (Lodico, Spaulding, & Voegtler, 2006). Instrumennya adalah empat masalah konsep grup berikut.

1. Apakah himpunan semua kelipatan dari bilangan positif n dengan operasi penjumlahan merupakan grup? Jika ya, buktikan. Begitu pula jika tidak.
2. Apakah himpunan semua kelipatan dari bilangan positif n dengan operasi perkalian merupakan grup? Jika ya, buktikan. Begitu pula jika tidak.
3. Misalkan G dengan operasi \circ adalah grup. Jika G tepat memiliki 2 elemen, buktikan bahwa G abelian/komutatif.
4.
 - a. Misalkan G adalah grup. Buktikan jika $\forall a \in G, a = a^{-1}$, maka G abelian.
 - b. Adakah cara lain untuk membuktikannya? Jika ada, jelaskan.

Data dikumpulkan dengan memberikan keempat masalah tersebut kepada semua subjek penelitian. Subjeknya adalah 87 mahasiswa pendidikan matematika yang mengambil mata kuliah Struktur Aljabar tahun ajaran 2017/2018 yang terbagi dalam kelas A dan B.

Tabel 1. Rubrik

Skor	Deskripsi
0	Siswa tidak menuliskan penyelesaian.
1	Siswa menulis penyelesaian, tetapi caranya tidak bisa dipahami.
2	Siswa menulis penyelesaian. Caranya sesuai, tetapi salah memahami atau mengabaikan beberapa bagian dari masalah.
3	Siswa menulis jawaban benar. Caranya sesuai, tetapi ada beberapa bagian penyelesaian yang tidak bisa dipahami.
4	Siswa menuliskan penyelesaian yang benar.

Penyelesaian keempat masalah yang ditulis mahasiswa dianalisis oleh peneliti. Pertama, tulisan-tulisan tersebut diskor untuk mengukur tingkat kemampuan berpikir kritis. Penskorannya menggunakan rubrik pada Tabel 1 (Sa'dijah & Sukoriyanto, 2015). Kedua, peneliti mengukur tingkat tersebut dengan kriteria pada Tabel 2 (Suwama, 2009) dengan skor maksimum sebesar $5 \times 4 = 20$.

Tabel 2. Kriteria Tingkat Berpikir Kritis

Interval	Tingkat Kemampuan Berpikir Kritis
$0 < \text{skor mahasiswa} \leq 4$ (= 20% × 20)	0 (tidak kritis)
$4 < \text{skor mahasiswa} \leq 8$ (= 40% × 20)	1 (kurang kritis)
$8 < \text{skor mahasiswa} \leq 12$ (= 60% × 20)	2 (cukup kritis)
$12 < \text{skor mahasiswa} \leq 16$ (= 80% × 20)	3 (kritis)
$16 < \text{skor mahasiswa} \leq 20$ (= 100% × 20)	4 (sangat kritis)

Ketiga, peneliti mengukur tingkat kemampuan berpikir kreatif mahasiswa. Tingkat tersebut adalah sangat kreatif (4), kreatif (3), cukup kreatif (2), kurang kreatif (1) atau tidak kreatif (0) (Tabel 3). Pemeringkatan tersebut didasarkan pada indikator kefasihan, fleksibilitas dan kebaruan (Siswono, 2008). Indikator kefasihan terpenuhi jika mahasiswa mampu atau fasih (lancar) dalam menyelesaikan masalah-masalah matematika yang ditunjukkan dengan mampu memperoleh setidaknya 1 skor 4, atau 2 skor 3. Indikator fleksibilitas terpenuhi jika mahasiswa mampu menemukan cara lain (fleksibel) dalam menyelesaikan masalah yang ditunjukkan dengan memperoleh skor 4 pada masalah 4(a) dan 4(b). Indikator kebaruan terpenuhi jika cara yang digunakan berbeda dengan mahasiswa-mahasiswa lainnya.

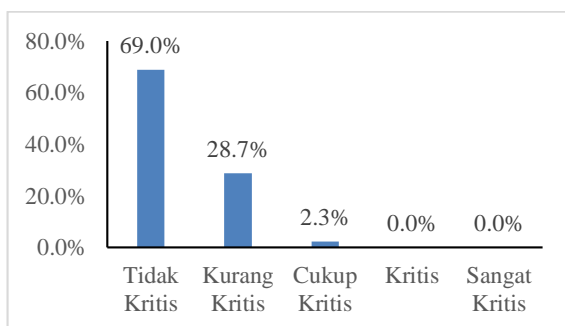
Tabel 3. Penjenjangan Tingkat Kemampuan Berpikir Kreatif

Aspek-aspek	4	3	2	1	0
Kefasihan	√	–	√	–	√
Fleksibilitas	√	√	–	√	–
Kebaruan	√	√	–	√	–

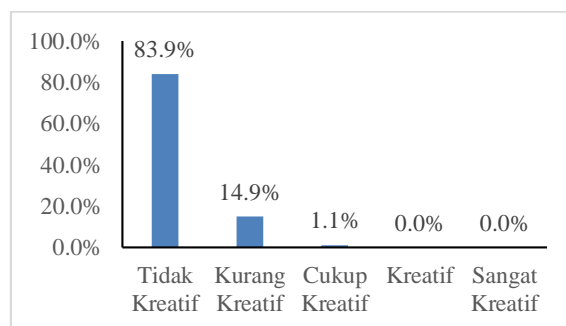
3. Hasil dan Pembahasan

Peneliti membagikan instrumen tersebut kepada semua subjek penelitian. Tingkat kemampuan berpikir kritis mahasiswa diskor menggunakan rubrik. Hasilnya menunjukkan bahwa rata-rata skor mahasiswa sebesar 3,39 (maksimum skor 20) jika dikonversi ke skala 100 menjadi 17. Lebih lanjut, rata-rata skor untuk masalah 1, 2, 3, 4(a) dan 4(b) secara berturut-turut sebesar 1,52; 1,06; 1,05; 1,24 dan 0,09 (maksimum skor setiap masalah sebesar 4). Rata-rata demikian menyebabkan tidak ada mahasiswa dengan kemampuan berpikir kritis atau sangat kritis (Grafik 1a).

Kondisi tersebut sejalan dengan tingkat kemampuan berpikir kreatif mahasiswa. Penyelesaian mahasiswa dianalisis berdasarkan 3 indikator kreativitas yaitu kefasihan, fleksibilitas, dan kebaruan. Hasilnya menunjukkan tidak ada mahasiswa yang memiliki tingkat kemampuan berpikir kreatif atau sangat kreatif (Gambar 1b). Dengan demikian, tidak ada mahasiswa yang memiliki HOTS.



a. Tingkat Kemampuan Berpikir Kritis



b. Tingkat Kemampuan Berpikir Kreatif

Gambar 1. HOTS Mahasiswa

$$(a + an) + (b + bn) = (a+b) + (an + bn)$$

$$= (a+b) + (a+b).n$$

karena $a, b \in \mathbb{Z}^+$, maka $a+b \in \mathbb{Z}^+$, sehingga $(a+b) + (a+b).n \in \text{kelipatan } \mathbb{Z}^+$

kesimpulan operasi penjumlahan $\forall \in \mathbb{Z}^+$ tertutup

Gambar 2. Tulisan Mahasiswa No 04

Lebih lanjut, mahasiswa belum mampu memahami masalah. Pada masalah 1 dan 2, mahasiswa salah dalam menentukan himpunan semua kelipatan dari bilangan positif n (Contoh penyelesaian dapat dilihat pada Gambar 2). Mahasiswa yang tidak memahami masalah, tidak akan dapat menyelesaikannya (Polya, 1973). Pemecah masalah yang baik mampu memahami masalah dengan membentuk gambar mental dari kondisi dalam masalah. Mahasiswa dapat memahami masalah jika memiliki pemahaman bermakna terhadap konsep yang ada di dalamnya (Mairing, Budayasa, & Juniati, 2012).

Mahasiswa belum memiliki pengetahuan mengenai pendekatan atau strategi pembuktian matematis. Pada masalah 1, mahasiswa membuktikan suatu himpunan dengan grup menggunakan contoh. Sebaliknya, mahasiswa membuktikan bukan grup tidak menggunakan contoh penyangkal (*counter example*). Mahasiswa juga belum menggunakan yang dibuktikan sebagai tujuan akhir. Kondisi tersebut terjadi karena mahasiswa belum memiliki pengalaman berhasil dalam membuktikan masalah-masalah matematika secara mandiri. Pengalamannya terbatas pada mengulang kembali materi yang telah dipelajari di kelas, padahal kemampuan pemecahan masalah dapat dimiliki melalui meniru (*imitate*) dan berlatih (*practice*) (Polya, 1973). Peraih medali yang baik dapat mengembangkan lebih dari satu rencana karena memiliki pengalaman dalam menyelesaikan masalah yang isomorfik dengan masalah yang diselesaikan (Mairing, Budayasa, & Juniati, 2011).

Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil-hasil penelitian lainnya yang menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa belum memiliki HOTS (Afgani, Suryadi, & Dahlan, 2017; Angeli & Valanides, 2009; Jacob, 2012; Mairing, Kemampuan mahasiswa pendidikan matematika dalam memecahkan masalah, 2016).. Ini terjadi karena mahasiswa-mahasiswa melakukan aksi terhadap konsep grup tetapi belum dinteriosasi menjadi proses sehingga belum terbentuk pengaitan antarkonsep bermakna yang disebut skema (Hazzan, 1999; Tall, 1999). Proses belajar yang dapat membantu mahasiswa mengembangkan HOTS seharusnya dimulai dari Aksi, Proses, Objek dan Skema disingkat APOS (Arnawa, Sumarno, Kartasmita, & Baskoro, 2007).

Mahasiswa-mahasiswa juga belum mampu menginterpretasi masalah, menganalisis hubungan antara kondisi dalam masalah dengan konsep-konsep yang relevan, mengevaluasi cara penyelesaian, dan membuat kesimpulan. Kondisi tersebut membuat mahasiswa-mahasiswa bekerja pada tingkat abstraksi yang lebih rendah (*reduction abstraction level*) yaitu menggunakan bilangan-bilangan dalam membuktikan suatu pernyataan benar. Elaborasi antara pengalaman yang diinternalisasi menjadi pengetahuan, dan skema dapat membantu mahasiswa bekerja pada tingkat abstraksi yang sesuai dalam menyelesaikan masalah Struktur Aljabar (Dubinsky & McDonald, 2018).

4. Simpulan

Kompetensi yang seharusnya dimiliki oleh mahasiswa adalah HOTS. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tidak ada mahasiswa yang memiliki kemampuan berpikir kritis dan kreatif sehingga tidak ada mahasiswa yang memiliki HOTS. Ini terjadi karena mahasiswa salah dalam menentukan himpunan yang dimaksud, atau belum dapat membentuk gambar mental yang sesuai berdasarkan pemahaman bermakna terhadap konsep-konsep yang terkait. Mahasiswa juga salah dalam menggunakan cara penyelesaian. Ini terjadi karena pengalaman mahasiswa yang terbatas pada mengulang yang telah dipelajari di kelas (*imitate*) tetapi belum memiliki pengalaman berhasil

dalam menyelesaikan suatu masalah (*practice*). Ketiadaan konsep bermakna dan pengalaman berhasil dalam menyelesaikan masalah-masalah matematika yang perlu diperbaiki oleh dosen untuk mengembangkan HOTS dari mahasiswa-mahasiswa.

Daftar Rujukan

- Afgani, M. W., Suryadi, D., & Dahlan, J. A. (2017). Analysis of undergraduate students' mathematical understanding ability of the limit of function based on APOS theory perspective. *International Conference on Mathematics and Science Education*. Bandung, Indonesia: IOP Publishing.
- Angeli, C., & Valanides, N. (2009). Instructional effects on critical thinking: Performance on ill-defined issues. *Learning and Instruction*, *XIX*, 322-334.
- Arnawa, I. M., Sumarno, U., Kartasasmita, B., & Baskoro, E. T. (2007). Applying the APOS Theory to improve students ability to prove in elementary abstract algebra. *J. Indones. Math. Soc. (MIHMI)*, *3* (1), 133-148.
- Dubinsky, E., & McDonald, M. A. (2018). *APOS: A constructivist theory of learning in undergraduate mathematics education research*.
- Hazzan, O. (1999). Reducing abstraction level when learning abstract algebra concepts. *Educational Studies in Mathematics*, *71*-90.
- Jacob, S. M. (2012). Analyzing critical thinking skills using online discussion forums and CCTST. *Procedia*, *XXXI*, 805-809.
- King, F. J., Goodson, L., & Rohani, F. (2016). *Higher order thinking skills*.
- Kurniawati, E. Y., Dafik, D., & Fatahillah, A. (2016). Analisis Pola Berpikir Kreatif Siswa Kelas X IPA 2 SMAN 2 Jember dalam memecahkan masalah open-ended bangun datar dan bangun ruang. *Edukasi*, *III* (1), 18-23.
- Lodico, M. G., Spaulding, D. T., & Voegtle, K. H. (2006). *Method in educational research: From theory to practice*. San Francisco, CA: John Willey & Sons, Inc.
- Mahendra, Y. B. (2015). Proses berpikir kreatif siswa kelas XA SMA Negeri 1 gedangan dalam memecahkan masalah matematika pada materi peluang dengan soal higher order thinking ditinjau dari tingkat berpikir kreatif. *MATHEdunesa*, *1* (4).
- Mairing, J. P. (2016). Kemampuan mahasiswa pendidikan matematika dalam memecahkan masalah. *EDUMATICA*, *VI* (2), 11-30.
- Mairing, J. P. (2017). Kemampuan siswa SMA dalam menyelesaikan masalah sistem persamaan linear tiga variabel. *Aksioma*, *15*-26.
- Mairing, J. P. (2017). Thinking process of naive problem solvers to solve mathematical problems. *International Educational Studies*, *10* (1), 1-10.
- Mairing, J. P., Budayasa, I. K., & Juniati, D. (2012). Perbedaan profil pemecahan masalah peraih medali OSN matematika berdasarkan jenis kelamin. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, *18* (2), 125-134.
- Mairing, J. P., Budayasa, I. K., & Juniati, D. (2011). Profil pemecahan masalah peraih medali OSN. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, *18* (1), 65-71.
- Polya, G. (1973). *How to solve it* (2 ed.). Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Sa'dijah, C., & Sukoriyanto. (2015). *Asesmen pembelajaran matematika*. Malang, Indonesia: UM Press.
- Siswono, T. Y. (2008). *Model pembelajaran matematika berbasis pengajaran dan pemecahan masalah untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif*. Surabaya, Indonesia: Unesa University Press.
- Suwarma, D. M. (2009). *Kemampuan berpikir kritis matematika: Suatu alternatif pembelajaran*. Jakarta, Indonesia: Cakrawala Maha Karya.
- Tall, D. (1999). Reflection on APOS theory in elementary and advanced mathematical thinking. *Proceedings of 236th Conference of PME*, (pp. 111-118). Haifa, Israel.