

Profil Model Berpikir Mahasiswa dalam Menyelesaikan Persoalan Logika Matematika dan Teori Himpunan

Dewa Putu Wiadnyana Putra

¹⁾²⁾³⁾Program Studi Pendidikan matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sanata Dharma, Jl. Affandi, Mrican, Caturtunggal, Depok, Sleman, DIY , Indonesia
Email: dewa@usd.ac.id

Abstract

This research aimed to determine the profiles of students 'thinking models and describe the relationship between students' thinking models in solving mathematical logic problems and set theory. This research was a descriptive study. The instrument used was a test consisting of 3 stages. The targets of the thinking models in the given tests are Arithmetic, Geometric, Abstract, Arithmetic-Geometric, Geometric-Abstract, and Arithmetic-Abstract. The results of this research are the dominance of arithmetic thinking models (72.3%) in the early stages is higher than geometric (60.7%) and abstract (45.7%) thinking models. In the stage II and III tests, there were an increase in abstract thinking skills to 54.6% and 60.2%, respectively. The relationship between thinking models can be identified in stage II and III tests. Arithmetic-Geometric relationships are used in situation modeling and procedural analysis of problems. Geometric-Abstract relationships are used in constructing formal concepts of intuition in cognitive structures. Arithmetic-Abstract relationships are used in generalized patterns and formal proof.

Keywords: *Arithmetic, Geometric, Abstract, Mathematical Logic, Set Theory*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui profil model-model berpikir mahasiswa dan mendeskripsikan hubungan antar model berpikir mahasiswa dalam menyelesaikan persoalan logika matematika dan teori himpunan. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif. Instrumen yang digunakan adalah tes yang terdiri dari 3 tahap. Sasaran model-model berpikir dalam tes yang diberikan, yaitu Aritmatik, Geometris, Abstrak, Aritmatik-Geometris, Geometris-Abstrak, dan Aritmatik-Abstrak. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dominasi model berpikir aritmatik (72.3%) pada tahap awal lebih tinggi dibandingkan model berpikir geometris (60.7%) dan abstrak (45.7%). Pada tes tahap II dan III terjadi peningkatan kemampuan berpikir abstrak masing-masing menjadi 54.6% dan 60.2%. Hubungan antar model berpikir mulai dapat teridentifikasi pada tes tahap II dan III. Hubungan Aritmatik-Geometris digunakan dalam pemodelan situasi dan analisis persoalan secara prosedural. Hubungan Geometris-Abstrak digunakan dalam membangun konsep formal dari intusi dalam struktur kognitif. Hubungan Aritmatik-Abstrak digunakan dalam generalisasi pola dan pembuktian formal.

Kata kunci: Aritmatik, Geometris, Abstrak, Logika Matematika, Teori Himpunan

PENDAHULUAN

Kerangka model berpikir teoritis dan praktis merupakan salah satu bagian dalam bingkai teori pendidikan matematika. Selain cara berpikir teoritis dan praktis, intuisi dan pengetahuan formal, instrumental dan relasi, pemahaman operasional dan struktural merupakan bentuk-bentuk lain yang dianggap berseberangan. Akan tetapi, bentuk-bentuk yang berseberangan ini tidak dianggap sebagai bentuk dikotomi melainkan bentuk yang saling melengkapi (Sierpiska, 2005). Karakteristik cara berpikir teoritis dan praktis dapat ditinjau melalui hubungan antara berpikir dengan objeknya. Cara berpikir praktis dapat dipandang sebagai pemikiran secara langsung berdampak pada perubahan aksi. Sementara itu, cara berpikir teoritis lebih menekankan tentang bagaimana timbulnya aksi dalam berpikir praktis.

Model-model berpikir dalam matematika merupakan hal yang sangat penting untuk diketahui. Se jauh pengalaman peneliti, kecenderungan pembelajaran matematika tingkat sekolah lebih mengasah kemampuan berpikir praktis, yaitu kemampuan berpikir secara prosedural dalam penyelesaian suatu masalah. Padahal, hakikat dari matematika sendiri merupakan ilmu yang melatih cara berpikir manusia agar menjadi logis dan sistematis. Hal ini mendorong diperlukannya juga model berpikir teoritis dalam matematika, khususnya di kalangan mahasiswa.

Mahasiswa tingkat satu merupakan masa peralihan dalam belajar matematika. Masa peralihan yang dimaksud adalah peralihan penggunaan model praktis ke model berpikir teoritis. Salah satu mata kuliah mahasiswa matematika tingkat satu adalah Logika dan Teori Himpunan. Logika Matematika dan Teori Himpunan merupakan dua topik dasar dalam mempelajari matematika. Logika matematika dapat membantu untuk menjelaskan aktivitas-aktivitas matematika (Bernardi, 2016). Dalam logika matematika terdapat sistem aksiomatis yang dapat melatih cara berpikir. Logika matematika merupakan salah satu konsep yang paling fundamental dalam matematika (Hernadi, 2021). Sementara itu, teori himpunan membahas tentang objek-objek matematika. Kumpulan-kumpulan objek matematika didefinisikan dengan tegas agar dapat memudahkan dalam identifikasi sifat-sifatnya. Topik-topik Logika Matematika dan Teori Himpunan secara garis besar meliputi Logika Proposisi, Logika Predikat, Konsep Dasar Himpunan, Relasi, dan Fungsi (O'Leary, 2016). Dalam mempelajari Logika Matematika dan Teori Himpunan kemudian dideskripsikan model-model berpikir mahasiswa.

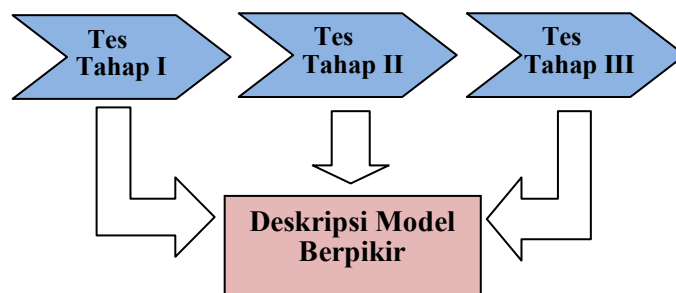
Model-model berpikir dalam matematika telah banyak diselidiki selama ini. (Borromeo-Ferri, 2006) menginvestigasi model-model berpikir matematika siswa usia 15-16 tahun (setingkat SMA). Hasil investigasinya menunjukkan terdapat 4 dimensi model berpikir, yaitu 1) *Internal Imagination*, 2) *External Representation*,

3) *Wholist-Analyst* , dan *Image of Mathematics*. Sementara itu, (Hillel, 2000) dan (A Sierpinska, 2000) mengidentifikasi model berpikir matematika mahasiswa dalam topik Aljabar Linear. Menurut (Hillel, 2000) terdapat 3 model berpikir, yaitu *Algebraic*, *Abstract*, dan *Geometric* sedangkan (A Sierpinska, 2000) juga terdapat 3 model berpikir, yaitu *Synthetic-Geometric*, *Analytic-Arithmetic* dan *Analytic-Structural*. Berdasarkan ketiga pendapat di atas, model-model berpikir matematika yang digunakan dalam artikel ini dapat dikategorikan menjadi 3 yaitu Aritmatik (*Wholist-Analyst*, *Algebraic*, *Analytic-Arithmetic*), Geometris (*Internal Imagination*, *External Representation*, *Geometric*, *Synthetic-Geometric*), dan Abstrak (*Image of Mathematics*, *Abstract*, *Analytic-Structural*).

METODE PENELITIAN

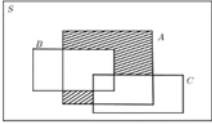
Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif. Subjek penelitian merupakan mahasiswa tingkat satu yang mengikuti mata kuliah Logika dan Teori Himpunan sebanyak 51 orang yang dilaksanakan pada semester awal atau semester ganjil. Instrumen penelitian ini berupa tes yang diberikan dalam tiga tahap dan teknik analisis data yang dilakukan yaitu analisis kuantitatif dan kualitatif. Tes pertama diberikan saat awal mulai perkuliahan, tes kedua diberikan saat pertengahan (UTS), dan tes terakhir diberikan saat Ujian Akhir Semester (UAS). Sasaran model berpikir mahasiswa mengacu pada model berpikir yang diberikan oleh (A Sierpinska, 2000). Banyaknya soal untuk ketiga tes adalah 14 buah dengan rincian sasaran 3 model berpikir Aritmatik, 1 model berpikir Geometris, 3 model berpikir Abstrak, 3 model berpikir Aritmatik-Geometris, 2 model berpikir Geometris-Abstrak, dan 3 model berpikir Aritmatik-Abstrak. Instrumen tes secara rinci dapat dilihat pada **Tabel 1, 2, dan 3**.

Hasil seluruh tes dideskripsikan untuk mengetahui profil model-model berpikir mahasiswa dalam menyelesaikan persoalan Logika Matematika dan Teori Himpunan. Berikut adalah diagram prosedur pelaksanaan penelitian ini.



Gambar 1. Diagram Prosedur Penelitian

Tabel 1. Instrumen Tes Tahap I

Sasaran Model Berpikir	Indikator Topik	Soal Tes
Aritmatik	Menentukan nilai kebenaran suatu pernyataan majemuk.	Buatlah tabel kebenaran dari pernyataan $p \wedge (q \Rightarrow r)$
Geometris	Menyatakan himpunan melalui diagram Venn.	Jika P^c menyatakan komplemen dari himpunan P nyatakan daerah yang diarsir dari diagram venn berikut dalam bentuk notasi himpunan. 
Abstrak	Membuktikan keabsahan dari suatu pernyataan.	Berikan justifikasi (nilai kebenaran) dari pernyataan-pernyataan berikut. a. Jika n merupakan bilangan ganjil maka n^2 selalu merupakan bilangan ganjil. b. Terdapat bilangan bulat (lebih dari atau sama dengan dua digit) yang memiliki ciri-ciri : 1) nilai digit-digitnya selalu naik (misalnya bilangan yang dimaksud $abcd$ dengan $a < b < c < d$), 2) jumlah dari digit-digitnya adalah 12, dan 3) hasil kali digit-digitnya adalah 24. Jelaskan bukti dari setiap justifikasi yang diberikan. <i>In a certain high school every student takes at least one course in science (biology, chermistry, physics) as a graduation requirement. Of a graduating class of 80, the number of those who took all three sciences was 8. Other enrollment figures indicated:</i> <i>Biology and chermistry 20</i> <i>Chermistry and physics 25</i> <i>Chermistry 40</i> <i>Biology only 16</i> <i>Physics only 15</i> <i>How many took a) biology, and b) physics?</i>
Aritmatik-Geometris	Menentukan kuantitas suatu himpunan dari beberapa hubungan himpunan yang diketahui.	
Geometris-Abstrak	Menentukan definisi formal relasi dan fungsi	Jelaskan perbedaan antara relasi dan fungsi .
Aritmatik-Abstrak	Menyimpulkan kebenaran suatu pernyataan majemuk jika diketahui nilai-nilai kebenaran dari pernyataan tunggal penyusunnya.	Misal, " $a = 0$ " dan " $a = b$ " adalah pernyataan-pernyataan yang bernilai benar. Sementara " $b = c$ " dan " $b = d$ " adalah pernyataan-pernyataan bernilai salah. Tentukan nilai kebenaran dari pernyataan-pernyataan berikut. a. Jika $a \neq b$ atau $b \neq c$ maka $b = d$. Jika $a = 0$ maka $a \neq b$ dan $b \neq d$.

Tabel 2. Instrumen Tes Tahap II

Sasaran Model Berpikir	Indikator Topik	Soal Tes
Aritmatik	Menentukan kemungkinan nilai kebenaran pernyataan-pernyataan tunggal dari pernyataan majemuk yang diketahui nilai kebenarannya.	Diketahui pernyataan : $P \rightarrow R \vee S \wedge \sim R \wedge Q \rightarrow S \rightarrow P \vee \sim Q$ Tentukan nilai kebenaran $P, Q, R,$ dan S agar pernyataan tersebut bernilai salah .
Aritmatik-Geometris	Menentukan hubungan kuantitas antar himpunan dari permasalahan kontekstual.	Sensus dilakukan terhadap penduduk negara “Matematika” yang berjumlah 250 juta orang. Salah satu hasil sensus adalah data tentang kesukaan penduduk. Logika, Aljabar dan Himpunan merupakan tiga urutan teratas kesukaan penduduk negara tersebut. Banyak penduduk yang suka Logika adalah 50 juta jiwa. Sementara itu, beberapa penduduk yang suka Logika juga menyukai Aljabar, beberapa penduduk yang menyukai Aljabar juga menyukai Himpunan dan beberapa penduduk yang menyukai Logika ternyata juga menyukai Himpunan. Terdapat 10 juta jiwa yang menyukai ketiganya. Selanjutnya, banyaknya penduduk yang menyukai Logika atau Aljabar ternyata sama dengan penduduk yang menyukai Logika atau Himpunan. Apakah dapat disimpulkan bahwa banyaknya penduduk yang menyukai Aljabar sama dengan penduduk yang menyukai Himpunan? Jelaskan .
Abstrak	Membuktikan sifat-sifat dasar himpunan.	Seseorang mengatakan bahwa untuk sebarang himpunan A dan B , jika $A \cap B = A \cup B$ maka pasti $B \subseteq A$. Menurut pendapat Anda, apakah yang dikatakan orang tersebut merupakan sesuatu yang benar? Jelaskan .
Abstrak-Aritmatik	Membuat kesimpulan dari beberapa argumen yang diberikan.	Berikanlah kesimpulan terhadap pernyataan-pernyataan, “Jika Agus mendapat bonus maka dia akan menabung dan menraktir Budi”, “Jika Agus menabung maka dia bisa berhemat”, “Jika Agus tidak mendapat bonus maka dia berhemat”. Jelaskan kesimpulan yang anda peroleh berdasarkan aturan penarikan kesimpulan .

Tabel 3. Instrumen Tes Tahap III

Sasaran Model Berpikir	Indikator Topik	Soal Tes
Aritmatik-Geometris	Menentukan banyak fungsi bijektif yang mungkin pada himpunan dengan kardinalitas tertentu.	Diberikan himpunan $A = \{1, 2, 3\}$. Tentukan banyaknya fungsi bijektif yang dapat dibuat dari A ke A . Selanjutnya, apabila himpunan B diketahui mempunyai elemen sebanyak n dengan $n > 0$, tentukan banyaknya fungsi bijektif yang dapat dibuat pada himpunan B . Buktikan jawaban anda.
Abstrak	1. Membuktikan relasi ekuivalensi pada dua buah himpunan. 2. Membuktikan sifat-sifat fungsi.	1. Diketahui $f : A \rightarrow B$ adalah fungsi. Didefinisikan relasi \mathcal{R} pada himpunan A sebagai berikut. $a\mathcal{R}b$ jika dan hanya jika $f(a)=f(b)$. Buktikan \mathcal{R} merupakan relasi ekuivalen pada himpunan A . 2. Diketahui fungsi injektif $f : A \rightarrow B$ dan $C \subseteq A$. Buktikan jika $f(x) \in f(C)$ maka $x \in C$.
Abstrak-Geometris	Membuktikan sifat komposisi fungsi	Buktikan bahwa komposisi dua buah fungsi satu-satu adalah satu-satu dan komposisi dua buah fungsi surjektif adalah surjektif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Model berpikir mahasiswa cenderung didominasi oleh Model berpikir aritmatik meskipun model berpikir geometris dan abstrak sudah teridentifikasi dalam beberapa kasus. Berikut adalah rata-rata skor tes pada setiap sasaran model berpikir.

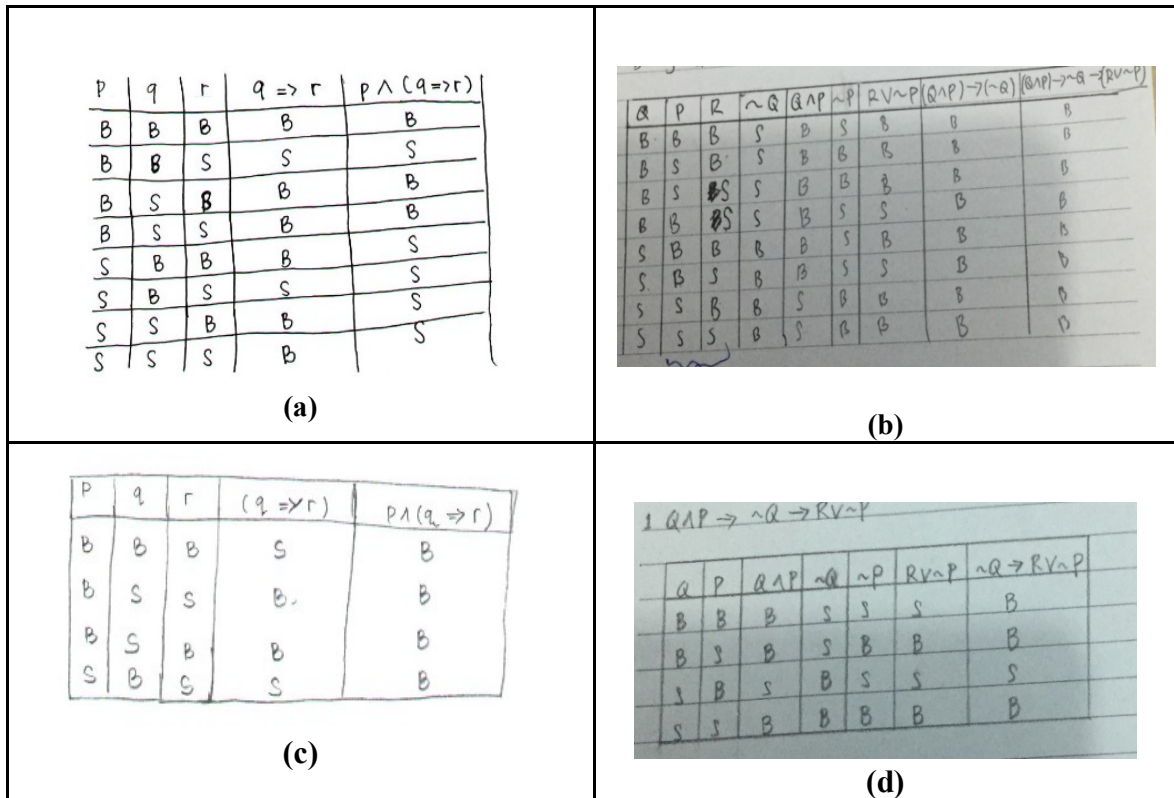
Tabel 4. Skor Tes Tahap I, II, dan III

Tes	Sasaran Model Berpikir	Rata-rata Skor (%)
I	Aritmatik	72.3
	Geometris	60.7
	Abstrak	45.7
	Aritmatik-Geometris	62.1
	Geometris-Abstrak	40.8
	Aritmatik-Abstrak	52.1
	Aritmatik	74.1
II	Geometris-Abstrak	52.1
	Aritmatik-Geometris	65.6
	Abstrak	54.6
	Aritmatik-Abstrak	56.7
III	Aritmatik- Geometris	68.6
	Abstrak	60.2
	Geometris-Abstrak	61.3

Hubungan antar model berpikir pada tes I (Aritmatik-Geometris, Geometris-Abstrak, Aritmatik-Abstrak) masih cukup rendah. Hal ini terjadi karena dominasi model berpikir Aritmatik begitu kuat dibandingkan dengan dua model berpikir lainnya.

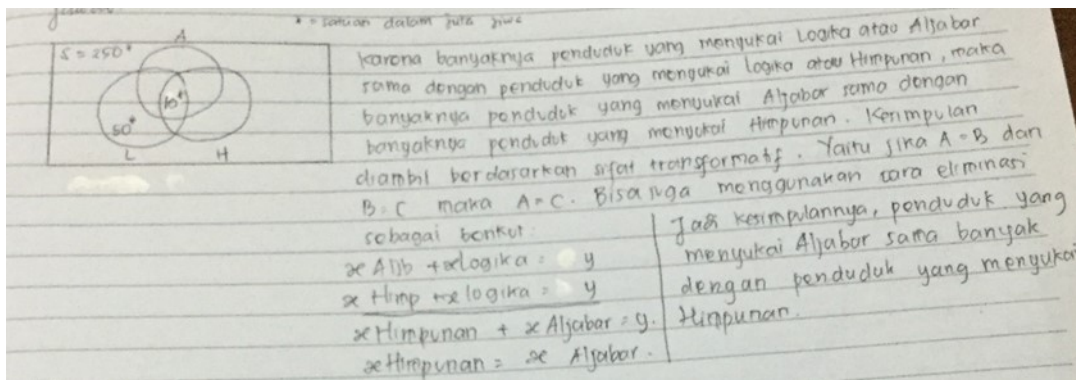
Model berpikir Aritmatik mahasiswa pada tahap I terlihat dari menyelesaikan persoalan nilai kebenaran dari kalimat majemuk. Sebagian besar mahasiswa mampu menyelesaikan persoalan tersebut dengan baik.

Berdasarkan beberapa jawaban pada **Gambar 2** untuk persoalan nilai kebenaran pernyataan majemuk, terlihat mahasiswa tidak mengalami masalah dalam menyelesaikan soal-soal dengan tipe prosedural. Kemampuan berpikir aritmatik sangat terlihat baik sekali. Akan tetapi, **Gambar 2 (c)** dan **(d)** memperlihatkan bahwa mahasiswa kurang teliti dalam menyelidiki semua kemungkinan nilai kebenaran dalam pernyataan majemuk.



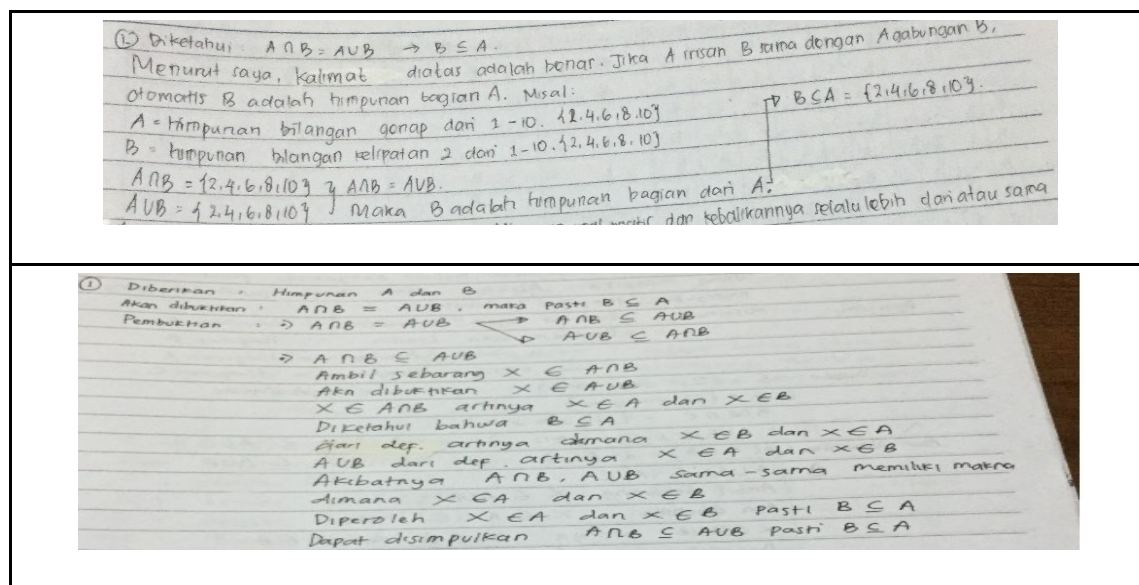
Gambar 2. Jawaban Mahasiswa pada Sasaran Gaya Berpikir Aritmatik

Model berpikir geometris-abstrak mulai berkembang pada tahap pertengahan. Berdasarkan hasil analisis jawaban mahasiswa pada tes II, kemampuan berpikir geometris mulai digunakan untuk menjembatani konsep-konsep abstrak. Selain itu, kemampuan berpikir abstrak mulai tumbuh pada mahasiswa seiring dengan pengalaman belajar. Representasi geometris digunakan untuk memodelkan permasalahan himpunan melalui diagram Venn. Selanjutnya, analisis dilakukan terhadap diagram Venn yang sudah dibuat untuk menentukan kesimpulan dari sebuah permasalahan. Representasi geometris tersebut, dapat dilihat pada penyelesaian jawaban berikut.



Gambar 3. Representasi Geometris dengan Menggunakan Diagram Venn

Pada tes tahap II ini kemampuan model berpikir abstrak masih belum baik. Hal ini dapat dilihat pada hasil tes yang menunjukkan rata-rata skor 54.6. Skor ini meningkat dibandingkan dengan skor pada tes I untuk kemampuan model berpikir abstrak. Pada tahap II ini sebagian mahasiswa masih mengandalkan kemampuan berpikir Aritmatik untuk menyelesaikan persoalan dengan sasaran model berpikir Abstrak. Hal tersebut dapat dilihat dalam penyelesaian bukti terkait dengan sifat-sifat himpunan pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Model Berpikir Mahasiswa pada Aspek Pembuktian Sifat Himpunan

Pada **Gambar 4(a)** terlihat bahwa mahasiswa mengoptimalkan kemampuan berpikir aritmatik untuk menyelesaikan persoalan pembuktian sifat himpunan. Pemisalan anggota-anggota dari himpunan-himpunan A dan B , dapat memudahkan mereka melakukan operasi-operasi pada himpunan, yaitu irisan dan gabungan. Sementara itu, **Gambar 4(b)** menunjukkan kemampuan berpikir astrak mahasiswa, yaitu mulai dengan menuliskan definisi formal kesamaan dua buah himpunan. Premis-premis yang ada dimanfaatkan untuk menyusun suatu kesimpulan, yaitu sifat irisan dan gabungan dua buah himpunan. **Gambar 4(b)** juga menunjukkan suatu pola berpikir dengan ciri membagi permasalahan-permasalahan yang besar (kompleks) menjadi lebih kecil (sederhana). Pembuktian dengan beberapa contoh (pembuktian informal) merupakan tahap awal dalam membuktikan dan kemudian perlu dilanjutkan dengan pembuktian secara formal. Pembuktian secara informal perlu dilakukan untuk bisa mencapai ke tahapan pembuktian formal (Aristidou, 2020). Model berpikir abstrak perlu pembiasaan melalui latihan dalam belajar. Model

berpikir ini tidak dapat langsung terungkap mengingat dominasi model berpikir aritmatik yang cukup kuat di awal. (Çelik, 2008) juga menyatakan bahwa untuk membangun model berpikir abstrak perlu proses melalui pendekatan pembelajaran yang sesuai dengan kondisi siswa.

Pada **Gambar 4(a)** terlihat bahwa mahasiswa mengoptimalkan kemampuan berpikir aritmatik untuk menyelesaikan persoalan pembuktian sifat himpunan. Pemisalan anggota-anggota dari himpunan-himpunan A dan B , dapat memudahkan mereka melakukan operasi-operasi pada himpunan, yaitu irisan dan gabungan. Sementara itu, **Gambar 4(b)** menunjukkan kemampuan berpikir astrak mahasiswa, yaitu mulai dengan menuliskan definisi formal kesamaan dua buah himpunan. Premis-premis yang ada dimanfaatkan untuk menyusun suatu kesimpulan, yaitu sifat irisan dan gabungan dua buah himpunan. **Gambar 4(b)** juga menunjukkan suatu pola berpikir dengan ciri membagi permasalahan-permasalahan yang besar (kompleks) menjadi lebih kecil (sederhana). Pembuktian dengan beberapa contoh (pembuktian informal) merupakan tahap awal dalam membuktikan dan kemudian perlu dilanjutkan dengan pembuktian secara formal. Pembuktian secara informal perlu dilakukan untuk bisa mencapai ke tahapan pembuktian formal (Aristidou, 2020). Model berpikir abstrak perlu pembiasaan melalui latihan dalam belajar. Model berpikir ini tidak dapat langsung terungkap mengingat dominasi model berpikir aritmatik yang cukup kuat di awal. (Çelik, 2008) juga menyatakan bahwa untuk membangun model berpikir abstrak perlu proses melalui pendekatan pembelajaran yang sesuai dengan kondisi siswa.

Tabel 5. Rangkuman Model Berpikir Matematika Mahasiswa

Tes	Hasil
I	Dominasi kemampuan berpikir aritmatik sangat tinggi. Generalisasi kasus-kasus menjadi kesimpulan secara umum. Keterkaitan antar model berpikir belum dapat diidentifikasi.
II	Model berpikir geometris digunakan untuk membantu memodelkan masalah. Keterkaitan model berpikir geometris dan berpikir abstrak sudah bisa teridentifikasi.
III	Model berpikir abstrak dapat berdiri sendiri tanpa perlu bantuan representasi visual. Keterkaitan model aritmatik, geometris dan abstrak dapat teridentifikasi.

SIMPULAN

Berdasarkan pemaparan di atas diperoleh kesimpulan bahwa profil model berpikir matematika mahasiswa dalam menyelesaikan persoalan Logika Matematika dan Teori Himpunan masih cenderung didominasi oleh model berpikir Aritmatik. Model berpikir geometris digunakan untuk menjembatani antara model berpikir Aritmatik dan Abstrak. Hubungan antar model berpikir, yaitu Aritmatik-Geometris, Geometris-Abstrak, dan Aritmatik-Abstrak teridentifikasi dalam penyelesaian persoalan-persoalan yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmil, A. R., Rizal, Y., & Armiati. (2012). Implementasi CTL dalam meningkatkan pemahaman konsep matematika siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(1).
- Arisanti, W. O. L., Sopandi, W., & Widodo, A. (2017). Analisis penguasaan konsep dan keterampilan berpikir kreatif siswa SD melalui project based learning. *EduHumaniora Jurnal Pendidikan Dasar Kampus Cibiru*, 8(1), 82–95. <https://doi.org/10.17509/eh.v8i1.5125>
- Duha, A. K., Yerizon, Y., & Suherman, S. (2012). Penerapan model think pair share terhadap pemahaman konsep. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(1), 8–12.
- Hadi, S., & Umi Kasum, M. (2015). Pemahaman konsep matematika siswa SMP melalui penerapan model pembelajaran kooperatif tipe memeriksa berpasangan (pair checks). *EDU-MAT: Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(1), 59–66. <https://doi.org/10.20527/edumat.v3i1.630>
- Melinda, V., & Zainil, M. (2020). Penerapan model project based learning untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa Sekolah Dasar (studi literatur). *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 4(2), 1526–1539. Retrieved from <https://jptam.org/index.php/jptam/article/download/618/545>
- Murnaka, N. P., & Dewi, S. R. (2018). Penerapan metode pembelajaran guided inquiry untuk meningkatkan kemampuan pemahaman konsep matematis. *Journal of Medives : Journal of Mathematics Education IKIP Veteran Semarang*, 2(2). <https://doi.org/10.31331/medives.v2i2.637>
- Nurfitriyanti, M. (2016). Model pembelajaran project based learning terhadap kemampuan pemecahan masalah matematika. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 6(2). <https://doi.org/10.30998/formatif.v6i2.950>
- Octariani, D., & Rambe, I. H. (2020). Model pembelajaran berbasis project based learning untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematika siswa SMA. *Genta Mulia*, XI(1), 2191–2207.
- Permendikbud. (2016). Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2016 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9).
- Pratama, A. Y. (2020). Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Melalui Pembelajaran Project Based Learning Menggunakan Bahan Ajar Gamifikasi.

Nabla Dewantara, 5(2), 86–93. <https://doi.org/10.51517/nd.v5i2.227>

- Purwanti, R. D., Pratiwi, D. D., & Rinaldi, A. (2016). Pengaruh pembelajaran berbantuan geogebra terhadap pemahaman konsep matematis ditinjau dari gaya kognitif. *Al-Jabar : Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(1). <https://doi.org/10.24042/ajpm.v7i1.131>
- Purwasih, R. (2015). Peningkatan kemampuan pemahaman matematis dan self confidence siswa MTs di kota Cimahi melalui model pembelajaran inkuiri terbimbing. *Jurnal Ilmiah STKIP Siliwangi Bandung*, 9(1).
- Saputra, Z. A. H., Yuanita, L., & Ibrahim, M. (2017). pengembangan perangkat pembelajaran kimia model inkuiri untuk meningkatkan penguasaan konsep dan melatih keterampilan berpikir kritis siswa SMA. *JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains)*, 6(1), 1218–1223. <https://doi.org/10.26740/jpps.v6n1.p1218-1223>
- Suranti, N. M. Y., Gunawan, G., & Sahidu, H. (2017). Pengaruh model project based learning berbantuan media virtual terhadap penguasaan konsep peserta didik pada materi alat-alat optik. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 2(2), 73–79. <https://doi.org/10.29303/jpft.v2i2.292>
- Susanah, S. (2014). Matematika dan pendidikan matematika. In *Strategi pembelajaran matematika*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Zahidah, W., & Zainil, M. (2020). Penerapan model project based learning terhadap hasil belajar siswa dalam pembelajaran matematika di Sekolah Dasar (studi literatur). *Journal of Basic Education Studies*, 3(2).