p-ISSN: 2086-4280
e-ISSN: 2527-8827

Kemampuan Berpikir Relasional Abstrak Calon Guru Matematika dalam Menyelesaikan Soal-Soal Non-Rutin pada Topik Geometri Non-Euclid

Mohammad D. Sundawan[1], Wawan Irmawan[2], dan Herri Sulaiman[3*]

[1,2,3*]Pendidikan Matematika FKIP, Universitas Swadaya Gunung Jati
Jalan Perjuangan No.1, Cirebon, Jawa Barat, Indonesia
[1]*mdsmath@gmail.com*, [2]*irmawan@gmail.com*, [3*]*herrimsc@gmail.com*

Artikel diterima: 25-01-2019, direvisi: 27-05-2019, diterbitkan: 31-05-2019

Abstrak

Bagi calon guru matematika, kemampuan berpikir relasional abstrak sangat mutlak diperlukan untuk menunjang kompetensinya sebagai calon guru yang profesional di masa mendatang, sehingga untuk mengetahuinya dapat dilakukan uji dengan memberikan soal-soal non-rutin geometri non Euclid. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mendeteksi kemampuan berpikir relasional abstrak calon guru matematika dalam menyelesaikan soal-soal non-rutin. Metode kualitatif digunakan pada penelitian ini. Subjeknya ialah tiga orang mahasiswa tingkat akhir di Keguruan Universitas Swadaya Gunung Jati (UGJ) yang dipilih berdasarkan hasil dari nilai kemampuan akademik tinggi. Teknik untuk menganalisis suatu data dilakukan dengan cara mereduksi data terlebih dahulu, kemudian data disajikan, selanjutnya ditarik sebuah kesimpulan, dan tahap akhir yaitu dapat diverifikasi hasil penelitian tersebut. Penelitian ini dapat mengetahui bahwa subjek telah memenuhi kemampuan berpikir relasional abstrak dengan fungsi kognitifnya. Sehingga secara umum dapat disimpulkan bahwa kemampuan berpikir relasional abstrak bagi calon guru matematika program studi pendidikan matematika Universitas Swadaya Gunung Jati sudah beberapa yang memiliki dan terdeteksi sesuai dengan fungsi kognitif yang ada.
Kata Kunci: kemampuan relasional abstrak, geometri non-euclid, soal non-rutin.

Relational Abstract Thinking Ability of Prospective Mathematics Teacher Solved Non-Routine Problems on Non-Euclid Geometry Topic

Abstract

For prospective mathematics teachers, abstract relational thinking skills are necessary to support their competencies as future professional teachers, so that they can be tested by giving non-Euclid geometry non-routine questions. This study aims to determine and detect the ability of relational thinking abstract of prospective mathematics teachers in solving non-routine questions. Qualitative methods are used in this study. The subjects were three final-level students at the Swadaya Gunung Jati University Teacher Training (UGJ) who were selected based on the results of high academic ability scores. The technique for analyzing a data is done by reducing the data first, then the data is presented, then a conclusion is drawn, and the final step is to verify the results of the research. This research can find out that the subject has fulfilled the ability of abstract relational thinking with cognitive functions. So, in general, it can be concluded that abstract relational thinking skills for prospective mathematics teachers of the mathematics education program at Swadaya Gunung Jati University have some that have and are detected according to existing cognitive functions.
Keywords: relational abstract ability, geometry non-Euclid, non-routine problems.

I. PENDAHULUAN

Matematika adalah cabang ilmu pengetahuan yang selalu bernalar dan berlogika ketika berupaya untuk memahaminya dan terkait akan keyakinan kebenaran dari suatu pernyataan yang ada. Keyakinan tersebut bukan menjadi sebuah patokan dari suatu kebenaran yang secara spontan, namun wajib dilakukan terlebih dahulu proses pembuktian secara terstruktur dan matematis (Firmasari & Herri, 2019).

Diantara sekian banyak bidang kajian dari ilmu matematika yang cukup penting salah satunya adalah kajian sistem geometri (Ramdhani, 2017). Bidang ilmu dari kajian sistem geometri ini sering dipelajari dan dijadikan sebagai mata kuliah terutama untuk calon guru Matematika (Ekayanti, 2017). Secara khusus, di Program Studi Pendidikan Matematika UGJ, mata kuliah sistem geometri ialah mata kuliah lanjut yang wajib dikontrak bagi mahasiswa tingkat akhir. Ada beberapa mata kuliah yang dijadikan prasyarat untuk mengontrak mata kuliah ini, diantaranya adalah geometri transfromasi, geometri analitik bidang dan ruang, serta geometri euclid. Tujuan diadakannya mata kuliah ini yaitu: (1) mendidik calon guru agar memiliki pemikiran kritis, ketat dan bersifat menganalisis, menyintesis dan membuktikan dari teori-teori yang ada di dalam kajian matematika, khususnya tentang sifat-sifat dan konsep dari titik, garis dan bidang, geometri insidensi, geometri *Lobachevsky*, geometri fraktal ,geometri *Sacceri* dan lain sebaginya. (2) calon guru mampu berpikir dengan kritis, ketat, logis, sistematis dan dapat mengekspresikan hasil penalaran dan pengetahuannya secara tertulis, sistematis dan akurat.

Ketika mahasiswa berpikir untuk memahami matematika, tentu melibatkan suatu fungsi di dalam daerah kognitifnya. Kinard & Kozulin (2008) mendefinisikan daerah kognitif sebagai satuan yang berfungsi dalam proses mental dan memiliki makna minor. Ketika mahasiswa berupaya untuk menyelesaikan masalah dengan konsep matematis, mestilah mahasiswa tersebut sedang menjalankan untuk berpikir matematis (Sholihah & Afriansyah, 2017). Ketika mengupayakan pencarian solusi suatu masalah matematika perlu adanya proses yang menunjukkan ketepatan dan keakuratan (Nadhifah & Afriansyah, 2016), sedangkan prasyarat untuk mencari solusi matematika yang tepat dan akurat ialah rigor. Kinard & Kozulin (2008) berpendapat bahwa ketika mahasiswa menggunakan pemikiran secara matematis maka dia perlu menyintesis dan memanfaatkan terlebih dahulu dalam berproses fungsi kognitifnya untuk mengembangkan kemampuan abstraksi matematika yang lebih luas. Dengan demikian, dalam hal mengetahui eksistensi rigor dalam menyintesis dan memanfaatkan proses kognitifnya untuk mengembangkan kemampuan abstraksi maka diperlukan eksistensi dalam berpikir matematis rigor

p-ISSN: 2086-4280
e-ISSN: 2527-8827

(Yusri, 2017).

Teori tentang berpikir matematis rigor *(rigorous mathematical thinking)* pertama kali diteliti oleh *James T. Kinard* melalui artikel yang tidak dipublikasikan pada tahun 2000. Menurutnya, berpikir matematis rigor terdiri atas tiga level fungsi kognitif diantaranya ialah fungsi kognitif untuk berpikir kualitatif, berpikir kuantitatif, dan berpikir relasional abstrak (Kinard & Kozulin, 2008). Ketiga level ini secara sinergi mendefinisikan proses mental mahasiswa dari keterampilan untuk menggunakan fungsi kognitif umum ke khusus pada tingkatan lebih tinggi dalam memecahkan suatu persoalan matematika. Pada penelitian ini, akan dipaparkan kemampuan fungsi kognitif untuk relasional abstrak (lihat tabel 1).

Berdasarkan tabel 1, maka dalam penelitian ini suatu aktivitas berpikir matematis dapat mengaplikasikan beberapa fungsi kognitif yang dapat difokuskan kepada aktifitas berpikir relasional abstrak dengan beberapa indikator level fungsi kognitif yang ada di dalamnya.

II. METODE

Penelitian ini mengkaji tentang kemampuan berpikir relasional abstrak bagi calon guru matematika dalam menyelesaikan soal-soal non-rutin pada topik geometri non-euclid. Sehingga jenis penelitian yang digunakan adalah kualitatif. Menurut Yunita, dkk (2019), penelitian kualitatif ialah penelitian yang ditujukan untuk mendeskripsikan dan menganalisis fenomena, peristiwa, aktivitas sosial, sikap, kepercayaan, persepsi, pemikiran orang secara individual maupun kelompok. Kemudian metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kualitatif.

Jadi dalam penelitian ini akan menjelaskan, memaparkan, dan menganalisis kemampuan berpikir relasional abstrak bagi calon guru matematika dalam menyelesaikan soal-soal non-rutin pada topik geometri non-euclid melalui analisis tes tertulis dan wawancara.

Subjek penelitian ini adalah calon guru matematika yaitu mahasiswa tingkat akhir di FKIP UGJ Cirebon yang berjumlah tiga orang. Alasan mengambil sampel mahasiswa tingkat akhir ialah karena dianggap telah memiliki pengetahuan yang cukup terkait konsep matematika. Sehingga memungkinkan terdapatnya kemampuan relasional abstrak dalam menjalankan fungsi kognitif ketika beraktivitas berpikir saat menjawab soal tes.

Teknik yang digunakan oleh penulis dalam mengumpulkan data adalah tes tertulis dan wawancara.

Tabel 1.
Level Fungsi Kognitif untuk Berpikir Relasional Abstrak (Fitriyani & Khasanah, 2017)

Level Fungsi Kognitif	Fungsi Kognitif	Keterangan
Level Berpikir Relasional Abstrak	Pengaktifan pengetahuan matematika sebelumnya *(activating prior mathematically related knowledge)*	Menghimpun pengetahuan sebelumnya untuk menghubungkan dan menyesuaikan aspek yang sedang dipikirkan dengan aspek pengalaman sebelumnya.
	Penyediaan bukti matematika logis *(providing mathematical logical evidence)*	Memberikan rincian pendukung, petunjuk, dan bukti yang logis untuk membuktikan kebenaran dari suatu pernyataan.
	Dapat mengartikulasikan (melafalkan) suatu kejadian dengan logis	Menyusun dugaan, pertanyaan, mencari suatu jawaban, dan mengomunikasikan suatu penjelasan yang sesuai dengan aturan matematika.
	Pendefinisian masalah *(defining the problem)*	Mencermati suatu masalah dengan menganalisisnya terlebih dahulu sambil melihat hubungan untuk mengetahui secara tepat langkah apa yang sebaiknya dilakukan secara matematis.
	Berpikir hipotesis *(hypothetical thinking)*	Mengembangkan proposisi matematika atau dugaan sementara sambil mencari bukti matematis dalam rangka mendukung atau menyangkal atas dugaannya tersebut.
	Berpikir inferensial *(Inferential thinking)*	Merekonstruksi suatu generalisasi dan bukti yang valid berdasarkan sejumlah kejadian matematis.
	Pemroyeksian dan perestrukturisasian hubungan *(projecting and restructuring relationships)*	Membangun suatu hubungan antara objek atau kejadian yang tampak dan membentuk kembali keberadaan hubungan antara objek atau kejadian untuk memecahkan suatu masalah yang baru.
	Pembentukan hubungan kuantitatif proporsional *(forming proportional quantitative relationships)*	Membangun suatu hubungan kuantitatif antara konsep A dan konsep B dengan menentukan beberapa banyaknya konsep A dan keterkaitannya dengan konsep B
	Berpikir induktif matematis *(mathematical inductif thinking)*	Menetapkan beberapa aspek dari rincian matematis yang diberikan untuk membentuk suatu pola, mengelompokkannya ke dalam hubungan atribut umum dan mengatur hasilnya untuk membentuk suatu aturan matematika yang bersifat umum, prinsip, panduan.
	Dapat berpikir dengan sifat deduktif matematis.	Mengaplikasikan aturan umum atau rumus untuk situasi yang sifatnya lebih khusus.
	Dapat berpikir secara relasional matematis.	Membangun proposisi matematika yang memberikan keterkaitan antara konsep A dan B, dengan proposisi kedua yang memberikan keterkaitan antara konsep A dan C dan menyimpulkan keterkaitan antara B dan C.
	Mampu menjabarkan aktivitas matematis melalui indikator kognitif	Mencerminkan dan menganalisis suatu aktivitas matematika.

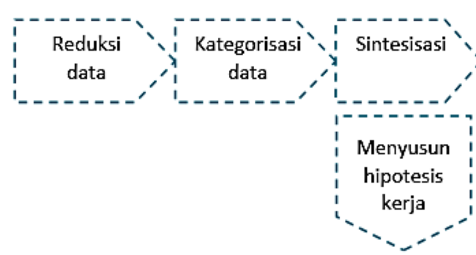
Tes tertulis biasanya bersifat mengukur, hasil tes mengarah kepada karakteristik atau kualifikasi tertentu sebagai interpretasi dari hasil pengukuran. Agar kemampuan berpikir matematis rigor dapat terlihat, peneliti menggunakan tes uraian terdiri dari satu kasus yang dibagi menjadi sepuluh butir soal yang memuat indikator kemampuan berpikir matematis rigor. Menurut Maharani dkk. (2019), tes uraian adalah tes yang jawabannya diberikan dalam bentuk menuliskan pendapat berdasar pengetahuan yang dimiliki. Pengetahuan yang diukur dengan tes uraian merupakan pengetahuan kognitif tingkat tinggi. Tes uraian pada penelitian ini adalah uraian bebas, dalam menjawab uraian bebas, mahasiswa bebas mengememukakan pendapatnya sesuai dengan kemampuan yang dimiliki. Tujuan melakukan tes tertulis ini adalah untuk mengidentifikasi kemampuan berpikir matematis rigor pada level relasional abstrak.

Validasi soal dilakukan kepada dua orang dosen yang memahami RMT dan materi sistem geometri. Dalam hal ini validasi soal secara kualitatif, yaitu berupa konsultasi dengan dosen untuk mengetahui apakah soal tersebut layak atau tidak ketika diberikan kepada mahasiswa sebagai alat ukur kemampuan berpikir matematis rigor.

Wawancara dilakukan kepada mahasiswa yang telah selesai menjalani tes kemampuan mengenai jawaban yang ditulis. Tujuan melakukan wawancara ini adalah untuk mengetahui lebih jelas cara berpikir mahasiswa, sehingga lebih memudahkan peneliti untuk menganalisis jawaban mahasiswa dalam mengidentifikasi kemampuan berpikir matematis rigor dan juga sebagai pembanding terhadap hasil tes tertulisnya.

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan metode perbandingan tetap. Metode ini awal mulanya ditemukan oleh Glaser & Strauss yang dikemukakan dalam buku mereka *the Discovery of Grounded Research*. Dinamakan metode perbandingan tetap karena dalam proses analisisnya secara tetap membandingkan datum satu dengan datum lainnya dan kategori dengan kategori lainnya (Moleong, 2013: 288). Analisis data kualitatif dilakukan dengan cara mengorganisasikan data, memilah-milah data, mensintesiskannya, mencari dan menemukan pola dan membuat kesimpulan yang dapat dideskripsikan kepada orang lain (Raharjo & Sulaiman, 2017). Prosedur analisis hasil tes tertulis dan wawancara pada penelitian ini antara lain dapat disajikan pada gambar 1.

Pada penelitian kualitatif pemeriksaan keabsahan data sangat diperlukan agar



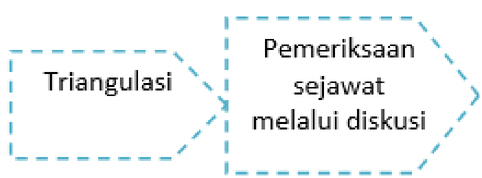
Gambar 1. Prosedur analisis hasil tes tertulis

tidak ada keraguan dari hasil penelitian yang dilakukan. Untuk mengatasi setiap keraguan terhadap setiap hasil penelitian kualitatif diperlukan mekanisme sitem pengujian keabsahan data. Pemeriksaan keabsahan data pada penelitian ini yaitu dapat disajikan pada gambar 2.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mendapatkan data tentang kemampuan relasional abstrak, maka digunakan tes pemecahan masalah untuk mendapatkan data yang diharapkan. Subjek dari penelitian ini adalah mahasiswa tingkat tiga yang memiliki level akademik menengah. Pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling* yaitu subjek ditentukan dengan syarat telah mengontrak mata kuliah sistem geometri dan memiliki indeks prestasi kumulatif (IPK) ≥ 3.50.

Pada penelitian ini, mahasiswa tingkat akhir menjalani tes soal-soal non rutin dengan topik geometri non-euclid. Tes ini menggunakan dua tipe soal dengan tingkat kesulitan yang berbeda. Kemudian diujikan kepada tiga mahasiswa dengan durasi waktu sekitar 120 menit, dimana dalam pengerjaan ini mahasiswa fokus dengan hasil pekerjaannya sendiri dan tidak diperbolehkan untuk saling berdiskusi.



Gambar 2. Pemeriksaan keabsahan data

Selain itu peneliti menggunakan metode dalam wawancara yaitu semi terstruktur. Wawancara semi terstruktur *(semistructure interview)* adalah wawancara yang isi pertanyaannya dapat disesuaikan dengan keadaan mahasiswa, namun mengandung isi dari suatu permasalahan yang telah ditetapkan terlebih dahulu. Wawancara dilakukan kepada tiga mahasiswa dan dilaksanakan setelah selesai mengerjakan soal tes. Isi dari wawancara hanya untuk mengetahui ide awal dari mahasiswa ketika mengerjakan soal tes geometri. Wawancara ini dilakukan agar peneliti mendapatkan jawaban yang lebih mendalam dari mahasiswa untuk mendapatkan informasi data terkait berpikir relasional abstrak dalam menyelesaikan soal. Berikut ini diberikan soal tes non-rutin pada topik geometri non-euclid.

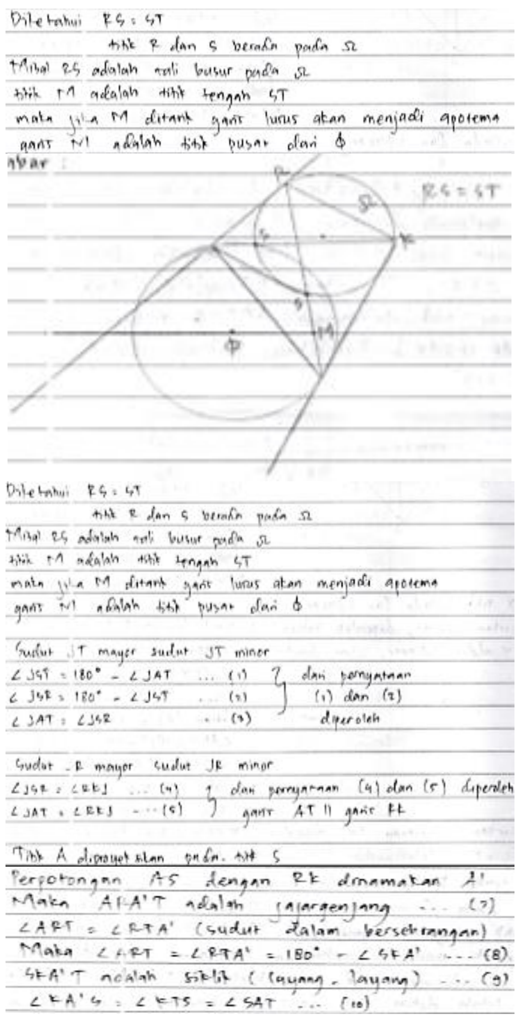
Soal:

1. Misalkan R dan S dua titik berbeda pada lingkaran Ω sehingga RS bukan diameter. Misalkan garis l menyinggung Ω di R. Diberikan titik T sehingga S merupakan titik tengah segmen RT. Titik J dipilih pada busur RS yang lebih pendek pada Ω sehingga lingkaran luar ϕ dari segitiga JST memotong l di dua titik yang berbeda. Misalkan A titik potong ϕ dan l yang lebih dekat ke garis R. Garis AJ memotong Ω lagi di K. Buktikan bahwa garis KT menyinggung ϕ.
2. Segitiga BCF siku-siku di sudut B. Misalkan A adalah titik pada garis CF

p-ISSN: 2086-4280
e-ISSN: 2527-8827

sehingga $\mathrm{FA} = \mathrm{FB}$ dan F terletak diantara A dan C. Titik D dipilih sehingga $\mathrm{DA} = \mathrm{DC}$ dan AC adalah garis bagi $\angle\mathrm{DAB}$. Titik E dipilih sehingga $\mathrm{EA} = \mathrm{ED}$ dan AD adalah garis bagi $\angle\mathrm{EAC}$. Misalkan M adalah titik tengah CF. Misalkan X adalah suatu titik sehingga AMXE merupakan jajargenjang (dimana $\mathrm{AM} \parallel \mathrm{EX}$ dan $\mathrm{AE} \parallel \mathrm{MX}$). Buktikan bahwa garis BD, FX dan ME berpotongan di satu titik.

Berikut ini diberikan hasil jawaban


Diketahui RS = ST
titik R dan S berada pada Ω
Misal RS adalah tali busur pada Ω
titik M adalah titik tengah ST
maka jika M ditarik garis lurus akan menjadi apotema
garis M adalah titik pusat dari ϕ
Gbr
RS = ST
Diketahui RS = ST
titik R dan S berada pada Ω
Misal RS adalah tali busur pada Ω
titik M adalah titik tengah ST
maka jika M ditarik garis lurus akan menjadi apotema
garis M adalah titik pusat dari ϕ
Sudut JT mayor sudut JT minor
∠JST = 180° − ∠JAT ... (1)
∠JSR = 180° − ∠JST ... (2)
∠JAT = ∠JSR ... (3)
dari pernyataan (1) dan (2) diperoleh
Sudut JR mayor sudut JR minor
∠JSR = ∠RKJ ... (4)
∠JAT = ∠RKJ ... (5)
dari pernyataan (4) dan (5) diperoleh garis AT ∥ garis RK
Titik A diproyeksikan pada titik S
Perpotongan AS dengan RK dinamakan A'
Maka ARA'T adalah jajargenjang ... (7)
∠ART = ∠RTA' (sudut dalam bersebrangan)
Maka ∠ART = ∠RTA' = 180° − ∠SKA' ... (8)
SKA'T adalah sikik (layang - layang) ... (9)
∠KA'S = ∠KTS = ∠SAT ... (10)

Gambar 3. Jawaban nomor 1

subjek (dalam hal ini mahasiswa) ketika menjawab soal tes yang diberikan.

Dari gambar 3, dapat dianalisis kemampuan relasional abstrak subjek sebagai berikut.

Subjek telah menghimpun pengetahuan sebelumnya untuk menghubungkan dan menyesuaikan aspek yang sedang dipikirkan dengan aspek pengalaman sebelumnya. Hal ini ditandai dengan jawaban subjek di nomor 1 (lihat gambar 3) yang mengatakan jika titik M ditarik garis lurus maka akan menjadi apotema sehingga M adalah titik pusat dari ϕ. Selain itu, subjek dapat menyimpulkan garis AT sejajar dengan garis RK melalui prosedural penentuan sudut mayor dan minor dari JT dan JR. Lebih lanjut subjek cukup mahir dalam menghubungkan keterkaitan perpotongan antara AS dengan RK menjadi sebuah layang-layang dan dengan pemberian informasi sudut ART = RTA' maka SKA'T adalah layang-layang. Sehingga subjek dapat membuktikan dengan baik sesuai apa yang diperintahkan oleh soal.

Subjek mampu untuk memberikan rincian pendukung, petunjuk, dan bukti yang logis untuk membuktikan kebenaran dari suatu pernyataan. Hal ini dibuktikan pada jawaban di nomor dua yang mana subjek dapat membuktikan E, D, X adalah kolinear melalui prosedur sudut AED = sudut AEX dengan menggunakan sifat dari sudut berpelurus.

Subjek mampu untuk menyusun dugaan, pertanyaan, mencari suatu jawaban, dan mengomunikasikan suatu penjelasan yang sesuai dengan aturan matematika. Hal ini dapat dilihat dari jawaban subjek nomor 1 yang mampu untuk menggambar dua berkas lingkaran yang menyinggung di garis K. Kemudian menuliskan RS=ST sebagai kesimpulan dari sketsa yang telah dibuat. Selain itu subjek memisalkan RS adalah tali busur pada Ω dan M adalah titik tengah ST. Sehingga dari pemisalan ini subjek dapat membuktikan dan memberikan penjelasan yang baik untuk mencari jawaban yang sesuai.

Subjek dapat mencermati suatu masalah dengan menganalisisnya terlebih dahulu sambil melihat hubungan untuk mengetahui secara tepat langkah apa yang sebaiknya dilakukan secara matematis. Hal ini ditandai dengan jawaban subjek di nomor 2 yang mana subjek memisalkan terlebih dahulu $\prec DAB = 2x$ dan menggunakan informasi EA=ED untuk membuktikan AXME adalah jajaran genjang. Sehingga dari pernyataan itu dapat dikaitkan bahwa titik B, M, X berbeda dan kolinear (lihat gambar 4).

Subjek mengembangkan proposisi matematika atau dugaan sementara sambil mencari bukti matematis dalam rangka mendukung atau menyangkal atas dugaannya tersebut. Hal ini dibuktikan dengan jawaban di nomor dua yang mana subjek menyimpulkan bahwa $\triangle BDA$ diperoleh dari pernyataan yang telah didapat dari persamaan 1, 6,26. Sehingga subjek dapat membentuk proposisi matematika yaitu $\prec DBF = x$. Kemudian subjek melakukan dugaan untuk mendukung dari proposisi yang telah

Gambar 4. Jawaban nomor 2

p-ISSN: 2086-4280
e-ISSN: 2527-8827

dibuat yaitu dengan membuktikan DBAE adalah siklik.

Subjek dapat merekonstruksi suatu generalisasi dan bukti yang valid berdasarkan sejumlah kejadian matematis. Hal ini telah dijelaskan pada bagian sebelumnya yaitu bagian b.

Subjek mampu membangun suatu


∠BDA = 180° − x − 2x − x
∠BDA = 180° − 4x ... (26)

Perhatikan sudut △BDA, didapatkan dengan pernyataan 1, 6, 26
∠DBF = 180° − ∠FBA − ∠FAB − ∠DAF − ∠BDA
= 180° − x − x − x − (180° − 4x)
= 180° − 3x − 180° + 4x
= x
∠DBF = x ... (27)

Selanjutnya akan dibuktikan DBAE adalah siklik dengan cara
∠DBA = ∠DBF + ∠FBA

∠BDA = 180° − x − 2x − x
∠BDA = 180° − 4x ... (26)

Perhatikan sudut △BDA, didapatkan dengan pernyataan 1, 6, 26
∠DBF = 180° − ∠FBA − ∠FAB − ∠DAF − ∠BDA
= 180° − x − x − x − (180° − 4x)
= 180° − 3x − 180° + 4x
= x
∠DBF = x ... (27)

Selanjutnya akan dibuktikan DBAE adalah siklik dengan cara
∠DBA = ∠DBF + ∠FBA
= x + x
= 2x
Jadi, 180° − ∠DBA = 180° − 2x
= ∠DEA
atau ∠DBA + ∠DEA = 180°
DBAE adalah trapesium ... (28)
dari pernyataan (28) maka ∠DBE = ∠DAE
= x
= ∠DBF ... dari peny (27)
Jadi, ∠DBE = ∠DBF = x
sehingga B, F, E adalah kolinear ... (29)
Dari pernyataan (18) dan (28) diperoleh
titik M, B, A, E, D bukan sebuah lingkaran,
K2 adalah bagian △BAD ... (30)

Selanjutnya dari pernyataan (24) dan (30) diperoleh
B, D adalah diagonal pada daerah K1 dan K2
BD adalah panjang diagonal pada daerah K1 dan K2.

Gambar 5. Jawaban nomor 2 lainnya

hubungan antara objek atau kejadian yang tampak dan membentuk kembali keberadaan hubungan antara objek atau kejadian untuk memecahkan suatu masalah yang baru. Hal ini dapat dilihat dari jawaban nomor dua (lihat gambar 5) yang mana subjek dapat membuktikan bahwa M, B, E, A, D bukan sebuah lingkaran. Melainkan K_2 adalah bagian dari $\triangle BAD$. Dalam hal ini subjek dapat menemukan persamaan hingga 30 jenis persamaan yang selanjutnya dapat digunakan sebagai informasi untuk membuktikan bahwa BD adalah panjang diagonal dari K_1 dan K_2.

Subjek dapat membangun suatu hubungan kuantitatif antara konsep A dan konsep B dengan menentukan beberapa banyaknya konsep A dan keterkaitannya dengan konsep B. Hal ini telah dilakukan subjek ketika membuktikan soal nomor 1 yang mana sudut JT mayor sekaligus minor. Kemudian dengan sudut berpelurus subjek mengaitkan persamaan yang satu dengan yang lainnya. Sehingga subjek dapat menyimpulkan bahwa garis AT sejajar dengan garis RK.

Subjek dapat menetapkan beberapa aspek dari rincian matematis yang diberikan untuk membentuk suatu pola, mengelompokkannya kedalam hubungan atribut umum dan mengatur hasilnya untuk membentuk suatu aturan matematika yang bersifat umum, prinsip, panduan. Subjek mampu mengaplikasikan aturan umum atau rumus untuk situasi yang sifatnya lebih khusus.

Subjek dapat membangun proposisi matematika yang memberikan keterkaitan antara konsep A dan B, dengan proposisi kedua yang memberikan keterkaitan antara konsep A dan C dan menyimpulkan keterkaitan antara B dan C. Subjek mampu mencerminkan dan menganalisis suatu aktivitas matematika.

Hasil penelitian sejalan dengan penelitian Zubaidah (2012) yang menunjukkan bahwa subjek telah memenuhi kemampuan berpikir relasional abstrak dengan fungsi kognitif yaitu: pengetahuan matematika dapat diaktifkan sebelumnya, bukti dari matematika dapat dibuktikan secara logis, dapat mengartikulasikan (melafalkan) suatu kejadian dengan logis, masalah matematika dapat didefiniskan dengan baik, dapat berpikir dengan jalan hipotesis, dapat berpikir secara inferensial, dapat memproyeksikan dan perestrukturisasian tiap hubungan, dapat membentuk suatu hubungan yang bersifat kuantitatif namun proporsional, dapat berpikir dengan sifat deduktif matematis, dapat berpikir secara relasional matematis, dan mampu menjabarkan aktivitas matematis melalui indikator kognitif.

IV. PENUTUP

Bagi calon guru matematika, kemampuan berpikir relasional abstrak sangat mutlak diperlukan untuk menunjang kompetensinya sebagai calon guru yang profesional di masa mendatang.

Untuk mengetahuinya dapat dilakukan uji kemampuan relasional abstrak dengan memberikan soal-soal non-rutin geometri non Euclid.

Perlu adanya metode khusus dalam meningkatkan kemampuan relasional abstrak mahasiswa. Kemampuan relasional abstrak perlu dikaji lebih mendalam pada ranah fungsi kognitif penjabaran aktivitas matematika. Dalam hal ini subjek perlu diteliti lebih mendalam terkait berpikir matematikanya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada lembaga penelitian Universitas Swadaya Gunung Jati (UGJ) yang telah memberikan dana hibah penelitian internal sehingga artikel ilmiah ini dapat dibuat. Selain itu, kami juga menyampaikan ucapan terima kasih kepada berbagai pihak yang terkait sehingga penelitian dan penulisan artikel ini dapat terlaksana dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

Ekayanti, A. (2017). Diagnosis Kesalahan Mahasiswa dalam Proses Pembuktian Berdasarkan Newmann Error Analysis. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika, 6*(1), 105-116.

Firmasari, S., & Herri, S. (2019). Kemampuan Pembuktian Matematis Mahasiswa Menggunakan Induksi Matematika. *Journal of Medives: Journal of Mathematics Education IKIP Veteran Semarang*, *3*(1), 1-9.

Fitriyani, H., & Khasanah, U. (2017). Student's Rigorous Mathematical

Thinking Based on Cognitive Style. *J. Phys.: Conf. Ser.* 943012055

Kinard, J. T., & Kozulin, A. (2008). *Rigorous Mathematical Thinking Conceptual Formation in the Mathematics Classroom*. (New York: Cambridge University Press).

Maharani, A., Sulaiman, H., Aminah, N., Rosita, C. D. (2019). Analyzing the student's cognitive abilities through the thinking levels of geometry van hiele reviewed from gender perspective. *Journal of Physics: Conferences Series, Vol 1188, 012066-012073*.

Nadhifah, G., & Afriansyah, E. A. (2016). Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa dengan Menerapkan Model Pembelajaran Problem Based Learning dan Inquiry. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, *5*(1), 33–44.

Raharjo, J. F., & Sulaiman, H. (2017). Mengembangkan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematika Diskrit Dan Pembentukan Karakter Konstruktivis Mahasiswa Melalui Pengembangan Bahan Ajar Berbantuan Aplikasi Education Edmodo Bermodelkan Progresif Pace (Project, Activity, Cooperative and Exercise). *Jurnal Teorema, 2*(1)*, 1-12*.

Ramdhani, S. (2017). Kemampuan Penalaran Analogis Santri dalam Geometri: Penelitian Kualitatif di Sebuah Pondok Pesantren. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika, 6*(3), 385-396.

Sholihah, S. Z., & Afriansyah, E. A. (2017). Analisis Kesulitan Siswa dalam Proses Pemecahan Masalah Geometri Berdasarkan Tahapan Berpikir Van Hiele. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, *6*(2), 287–298.

Yunita, D. R., Maharani, A., & Sulaiman, H. (2019). Identifying of Rigorous Mathematical Thinking on Olympic Students in Solving Non-routine Problems on Geometry Topics. *Atlantis Press: Advance in Social Sciences, Education and Humanities Research*, *Vol 253*, 495-499.

Yusri, A. Y. (2017). Penerapan Pendekatan Keterampilan Proses dalam Pembelajaran Matematika terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah pada Peserta Didik Kelas VIII SMP di Sibatua Pangkajene. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, *6*(3), 407-418.

Zubaidah, A. Y. (2012). *Identifikasi Kemampuan Berpikir Matematis Rigor Siswa Sekolah Dasar Ditinjau dari Aspek Kemampuan Matematika Dalam Memecahkan Masalah Matematika Pokok Bahasan Pecahan.* Undergraduate thesis, UIN Sunan Ampel Surabaya.

Riwayat Hidup Penulis

Mohammad Dadan Sundawan, M.Pd.

Lahir di Majalengka, 22 Desember 1986. Staf pengajar di Universitas Swadaya Gunung Jati (UGJ). Studi S1 Pendidikan Matematika Universitas Siliwangi, Tasikmalaya, lulus tahun 2009; S2 Pendidikan Matematika Universitas Pasundan, Bandung, lulus tahun 2012.

Drs. Wawan Irmawan., M.Pd.

Lahir di Bandung, 18 Desember 1957. Staf pengajar di Universitas Swadaya Gunung Jati (UGJ).

Herri Sulaiman, S.Si., M.Sc.

Lahir di Maguwoharjo (Sleman), 3 Juni 1987. Staf pengajar di Universitas Swadaya Gunung Jati (UGJ). Studi S1 Matematika Terapan Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, lulus tahun 2009; S2 Matematika Terapan Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, lulus tahun 2012.