

Profil Proses Kognitif Siswa SMP Dalam Investigasi Matematik

Sri Subarinah^{1*}, I Ketut Budayasa², Agung Lukito²

¹ Prodi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mataram. Jalan Majapahit No. 62 Mataram, 83125, Indonesia

² Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya. Jl. Ketintang Wiyata No.48, Ketintang, Gayungan, Kota SBY, Jawa Timur, 60231, Indonesia

*e-mail: srisubarinah.fkip@unram.ac.id

Diterima: 09 Mei 2018. Disetujui: 28 Mei 2018. Dipublikasikan: 31 Mei 2018

DOI: 10.29303/jipp.Vol3.Iss1.51

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan profil proses kognitif siswa SMP dalam investigasi matematik. Penelitian ini merupakan penelitian eksploratif dengan pendekatan kualitatif. Subjek adalah enam orang siswa SMP kelas VIII yang berbeda kemampuan matematika dan gendernya. Tahapan pengumpulan data meliputi pemberian tugas dilanjutkan wawancara mendalam berkaitan dengan jawaban tertulis siswa. Kredibilitas data diperoleh melalui triangulasi waktu. Analisis data dilakukan dalam tiga tahap, yaitu reduksi data, paparan data, dan penarikan kesimpulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa laki-laki dan perempuan dengan kemampuan tinggi dan sedang melakukan seluruh tahapan investigasi matematik, yaitu spesialisasi, pendugaan, generalisasi, dan justifikasi. Sedangkan siswa laki-laki dan perempuan dengan kemampuan rendah hanya melakukan tiga tahapan investigasi matematik, tanpa melakukan generalisasi.

Kata Kunci: proses kognitif, investigasi matematik, kemampuan matematika, gender

Abstract: This study aims to describe the profile of cognitive processes of junior high school students in the mathematical investigation. This study is an exploratory study with a qualitative approach. The subjects in this study are six grade 8 students who have different mathematics ability and gender. Data collection includes providing mathematical investigation task to students, followed by in-depth interviews relating to their written answers. Data credibility obtained through time triangulation. Data analysis was done in three stage, that are data reduction, data display, and drawing conclusion. The results show that male and female students with high and medium mathematics ability have done all of mathematical investigation stages, that are specializing, conjecturing, generalizing, and justifying. While the male and female students with low mathematics ability done three stages of mathematical investigation, without done generalizing stage

Keywords: cognitive processes, mathematical investigation, mathematics ability, gender

PENDAHULUAN

Proses kognitif adalah proses di dalam pikiran seseorang yang tidak dapat diamati secara langsung, tetapi dapat diteliti dengan cara-cara atau metode-metode tertentu, dari saat menerima data, kemudian mengolahnya, lalu menyimpan dalam bentuk informasi di dalam ingatan dan memanggilnya kembali dari ingatan pada saat dibutuhkan dalam rangka pengolahan data selanjutnya (Marpaung, 1987). Dalam pembelajaran matematika, guru perlu mengetahui proses kognitif siswa dalam mengerjakan tugas matematika. Hal ini dikarenakan apa yang tertulis belum menggambarkan sepenuhnya apa yang dipikirkan oleh siswa. Dengan demikian guru dapat mengetahui apa yang sebenarnya terjadi dalam pikiran siswa dalam menghadapi tugas yang diberikan guru. Sehingga

guru dapat memperbaiki pembelajaran yang disesuaikan dengan kondisi siswanya.

Menurut Grimison dan Dawe (2000) pembelajaran matematika dalam setiap jenjang pendidikan harus meliputi: (1) eksposisi guru, (2) diskusi, (3) kerja praktek, (4) latihan dan pemantapan kemampuan dasar, (5) pemecahan masalah, serta (6) kegiatan investigasi. Investigasi matematik adalah suatu kegiatan yang dapat mendorong suatu aktivitas mencoba (*experiment*), mengumpulkan data, melakukan observasi, mengidentifikasi suatu pola, membuat dan menguji kesimpulan/dugaan (*conjecture*) serta membuat suatu generalisasi (Bastow, 1984). Dengan investigasi matematik siswa dapat mengembangkan rasa ingin tahu, berani bertanya dan mengemukakan

pendapat, serta berani mengambil resiko dan percaya diri, sehingga lebih aktif dalam berpikir dan dapat mencetuskan ide-ide dalam mencari jalan keluar permasalahan, terutama yang berkaitan dengan matematika. Menurut Turmudi (2008), dalam pembelajaran matematika, siswa harus dirangsang untuk mencari sendiri, melakukan penyelidikan (*investigation*), melakukan pembuktian terhadap suatu dugaan (*conjecture*) yang mereka buat sendiri, dan mencari tahu jawaban atas pertanyaan teman atau pertanyaan gurunya. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Japa (2008) yaitu penerapan investigasi matematik dapat meningkatkan aktivitas, kreativitas, dan produktivitas berpikir siswa, serta meningkatkan kemampuan siswa dalam pemecahan masalah matematika terbuka. Sedangkan menurut Deizmann (2001) investigasi matematik dapat meningkatkan belajar anak-anak SD, sehingga guru perlu memberikan bimbingan yang diperlukan untuk mengatasi keterbatasan keterampilan dan pengetahuan, karena siswa kesulitan dalam mengkaitkan pemecahan masalah, representasi, manipulasi, dan penalaran. Sementara Ponte (1998) mengatakan bahwa salah satu kegiatan investigasi adalah untuk mengetahui banyak pola yang terjadi selama kegiatan investigasi.

Hasil penelitian Yeo (2014) menunjukkan bahwa kemampuan siswa SMP di Singapura dalam melakukan kegiatan investigasi buka tergolong dalam kategori rendah. Hal ini dikarenakan tidak semua proses yang dinilai dapat dilakukan oleh siswa, seperti mengajukan pertanyaan dan pencarian pola untuk memahami struktur matematika yang dikembangkan dalam investigasi. Sedangkan hasil penelitian Liu dan Chin (2016) menunjukkan bahwa siswa tidak dapat menerapkan strategi spesialisasi dan generalisasi secara fleksibel, namun dapat melakukan justifikasi yang menyakinkan selama proses menyusun konjektur/dugaan yang perlu dibuktikan kebenarannya.

Untuk mengerjakan tugas investigasi matematik diperlukan aspek pengetahuan kognitif, penerapan, dan penalaran dari siswa. Aspek-aspek tersebut diujikan dalam tes TIMSS dan PISA. Kemampuan matematika siswa SMP di Indonesia yang diukur oleh TIMSS 2011 (Mullis dkk, 2012) berada pada level rendah. Dalam TIMSS 2011 *assessment framework* terbagi dalam dua dimensi, yaitu dimensi konten yang menentukan materi pelajaran dan dimensi kognitif yang menentukan proses berpikir yang digunakan peserta didik terkait dengan konten. Sedangkan pada TIMMS 2015 siswa Indonesia berada pada ranking 36 dari 49 negara dalam hal melakukan prosedur ilmiah (Sarnapi, 2016). Rata-rata skor matematika siswa Indonesia yang berusia 15 tahun dalam PISA 2012 menempati

peringkat 64 dari 65 negara peserta. Kebanyakan siswa Indonesia (75,6%) hanya mencapai level rendah dalam matematika, yaitu sampai level 2 (OECD, 2013). Sedangkan dalam PISA 2015, rata-rata skor siswa-siswi Indonesia untuk matematika menempati peringkat 63 dari 69 negara peserta dan berada pada kelompok penguasaan materi yang rendah. Tetapi kesetaraan gender untuk mengakses pendidikan matematika menunjukkan indeks yang tinggi. Secara umum siswa Indonesia lemah di semua aspek konten maupun kognitif, baik untuk matematika maupun sains. Namun diagnosa secara mendalam menemukan hal-hal yang sudah dikuasai juga hal-hal yang perlu mendapatkan perhatian lebih. Siswa Indonesia menguasai (di atas 80%) soal-soal yang bersifat rutin, komputasi sederhana, serta mengukur pengetahuan fakta yang berkonteks keseharian. Namun siswa Indonesia tidak menguasai (kurang dari 11%) kemampuan mengintegrasikan informasi, menarik simpulan, serta menggeneralisir pengetahuan yang dimiliki ke hal-hal lain (Rahmawati, 2015). Hasil ini menunjukkan bahwa pembelajaran matematika di Indonesia masih terfokus pada soal-soal rutin dengan komputasi matematis yang sederhana, sedangkan kegiatan investigasi matematik yang menuntut siswa untuk mengumpulkan banyak informasi, mengoneksikan informasi-informasi yang diperoleh, membuat dugaan, menguji dugaan, membuat simpulan dan generalisasi belum dilaksanakan dengan optimal.

Penelitian Calleja (2011) menunjukkan bahwa proses penyelidikan dari investigasi menguntungkan siswa dalam belajar matematika. Hal ini terjadi karena siswa bekerja dengan investigasi dalam lingkungan pembelajaran kooperatif. Manfaat yang dapat dipetik dari investigasi matematik adalah dapat: (1) bermanfaat dalam pengembangan dan pembentukan konsep dan ide matematik, (2) mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa, kemampuan pemahamannya lebih baik dan menaikkan proses penalarannya, (3) mengembangkan keinginan dan kemampuan siswa untuk berpikir matematika, (4) melayani secara meyakinkan perolehan wawasan berpikir siswa, dan (5) membangkitkan kegairahan dan kesenangan yang sungguh-sungguh. Oleh karenanya, investigasi matematik sangat baik dikembangkan dalam pembelajaran. Dalam hal ini, investigasi matematik dapat dipandang sebagai pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk memikirkan, mengem-bangkan, menyelidiki hal-hal menarik dan mengusik rasa keingintahuan mereka (Syaban, 2009). Selain itu, investigasi matematik dapat dipandang sebagai pendekatan pembelajaran yang dapat mendorong suatu aktivitas percobaan, mengumpulkan data, melakukan observasi, mengidentifikasi suatu pola,

membuat dan menguji dugaan dan jika memungkinkan sampai dengan membuat suatu generalisasi (Bastow, 1984). Sedangkan Nivera (2012) menyampaikan investigasi matematik bermanfaat untuk mengembangkan proses berpikir matematik siswa dan membiasakan mental yang baik, di samping itu memperdalam pemahaman siswa terhadap materi matematika dan menantang mereka untuk menghasilkan pengetahuan umum matematikanya. Penyatuan investigasi matematik dalam kelas juga merupakan salah satu cara agar sekolah fokus pada keterampilan-keterampilan dan proses-proses siswa dalam melakukan penalaran, komunikasi, dan pemecahan masalah. Hasil penelitian Japa (2008) menunjukkan bahwa penerapan investigasi matematik dapat meningkatkan aktivitas, kreativitas, dan produktivitas berpikir siswa, serta meningkatkan kemampuan siswa dalam pemecahan masalah matematik terbuka. Menurut Deizmann (2001) investigasi matematik dapat meningkatkan belajar anak-anak SD, guru perlu memberikan bimbingan yang diperlukan untuk mengatasi keterbatasan keterampilan dan pengetahuan, karena siswa kesulitan dalam mengkaitkan pemecahan masalah, representasi, manipulasi, dan penalaran.

Investigasi matematik dan pemecahan masalah (*problem solving*) merupakan aktivitas yang direkomendasikan Cockrof (1982) dalam pembelajaran matematika. Istilah investigasi matematik memang banyak digunakan dalam kurikulum di Inggris berdasarkan *Cockroft Report* 1982 dan dibedakan dengan istilah pemecahan masalah. Sementara dalam standar pembelajaran yang dikembangkan oleh NCTM, kegiatan investigasi matematik tidak dibedakan dengan pemecahan masalah. Investigasi matematik dipandang sebagai salah satu bentuk atau bagian dari pemecahan masalah serta digunakan untuk mengembangkan kemampuan penalaran matematis (Nabie, Akayuure, dan Sofo, 2013).

Yeo dan Yeap (2009a, 2010) membuat hubungan antara pemecahan masalah dan investigasi matematik dengan membedakan investigasi sebagai sebuah tugas, sebuah proses, dan sebuah kegiatan. Menurut Christiansen dan Walther (Yeo dan Yeap, 2010) suatu tugas mengacu pada apa yang guru tetapkan, sedangkan kegiatan mengacu pada apa yang siswa lakukan dalam menanggapi tugas. Tugas investigasi dapat berupa soal terbuka atau tertutup. Proses investigasi dipandang sebagai proses yang terdiri dari spesialisasi (*specialising*), pendugaan (*conjecturing*), justikasi (*justifying*), dan generalisasi (*generalising*). Sedangkan kegiatan investigasi dibagi dalam lima tahap, yaitu: (1) masuk (*entry*), (2) penetapan tujuan (*goal setting*), (3) pemecahan (*attack*), (4) pemeriksaan (*review*), dan (5) perluasan

(*extension*) (Yeo dan Yeap, 2009a dan 2010). Pada tahap masuk (*entry*) kegiatannya adalah memahami tugas. Dalam memahami tugas siswa mengintrerpretasikan soal berdasarkan pengertiannya. Dalam tahap ini siswa mengidentifikasi data apa yang diketahui (tersedia) dari tugas yang diberikan, apa yang ditanyakan dari tugas yang diberikan, kondisi (syarat) apa yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas, dan apa yang harus dikerjakannya. Sedangkan pada tahap penetapan tujuan (*goal setting*) kegiatannya adalah mengajukan masalah untuk menyelidiki (*problem posing*). Pada tahap ini siswa mengajukan masalah tertentu, siswa dapat mencari pola dan membuat rencana tentang sejumlah strategi yang akan dilakukan. Tahap pertama dan kedua, yaitu tahap masuk (*entry*) dan tahap penetapan tujuan (*goal setting*) merupakan kegiatan sebelum proses investigasi. Tahap pemecahan (*attack*) merupakan proses investigasi matematik. Seluruh proses investigasi dapat terjadi dalam *problem solving*, dan *problem solving* bukan merupakan bagian dari proses investigasi, tetapi merupakan bagian dari kegiatan investigasi. Dengan kata lain, proses investigasi matematik merupakan bagian dari *problem solving*, karena dalam *problem solving* dapat melibatkan proses investigasi dan/atau proses pemecahan dengan menggunakan 'heuristik lain'. Tahap pemeriksaan (*review*) adalah penelusuran kembali hasil penyelesaian yang telah dilakukan, mengecek hasil yang diperolehnya, dan mengevaluasi pekerjaannya. Tahap perluasan (*extension*) memuat kegiatan penggunaan cara/strategi lain, dan mentransfer keterampilannya untuk diterapkan pada persoalan yang lebih kompleks. Tahap keempat (pemeriksaan atau *review*) dan kelima (perluasan atau *extension*) dalam kegiatan investigasi ini merupakan kegiatan setelah proses investigasi.

Berdasarkan uraian di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa investigasi matematik merupakan kegiatan yang penting untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dan bermanfaat bagi siswa dalam mengembangkan kemampuan berpikirnya secara optimal. Namun kenyataannya siswa SMP belum optimal melakukan aktivitas investigasi matematik dalam pembelajaran matematika. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian yang mengkaji tentang proses kognitif dalam investigasi matematik terhadap siswa SMP, sehingga dapat diketahui apa yang sebenarnya terjadi dalam pikiran siswa dalam menghadapi tugas investigasi matematik. Proses kognitif dalam investigasi matematik adalah proses aktivitas mental dalam pikiran seseorang dalam menyelesaikan masalah yang meliputi tahap-tahap spesialisasi

(*specialising*), pendugaan (*conjecturing*), justifikasi (*justifying*), dan generalisasi (*generalising*).

Gender merupakan karakteristik yang membedakan antar individu-individu. Gender adalah perbedaan peran laki-laki dan perempuan yang perilakunya dipengaruhi oleh kondisi sosial dan budaya. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa gender merupakan faktor yang mempengaruhi cara memperoleh pengetahuan matematika. Keitel (1998) menyatakan bahwa gender merupakan salah satu dimensi yang berpengaruh dalam proses konseptualisasi dalam pendidikan matematika. Meyers-Levy (1989) menyatakan ada perbedaan proses kognitif siswa laki-laki dan siswa perempuan dalam memecahkan masalah matematika. Benbow dan Stanley (1980) menemukan adanya pengaruh perbedaan gender pada siswa SMP. Zhu (2007) mendapati adanya perbedaan pemecahan matematika dipengaruhi perbedaan gender, perbedaan pengalaman dan perbedaan pendidikan. Sedangkan penelitian Hilton dan Herglund (dalam Astin, 1974) mengungkapkan perbedaan gender dalam prestasi matematika, yaitu terdapat perbedaan signifikan prestasi matematika laki-laki dan perempuan pada siswa kelas tujuh dan perbedaan ini meningkat pada kelas-kelas berikutnya. Menurut Krutetskii (1976) siswa perempuan lebih unggul dalam ketepatan, ketelitian, kecermatan dan keseksamaan dalam berpikir, sedangkan anak laki-laki mempunyai kecenderungan kurang teliti, terburu-buru dan menyelesaikan sesuatu dengan cara yang singkat. Sedangkan Marshall (1984) menyatakan bahwa siswa laki-laki secara signifikan lebih banyak membuat kesalahan dalam suatu perhitungan dibandingkan perempuan. Perbedaan gender dalam pemecahan masalah belum mempunyai kekonsistenan dalam hasil. Oleh karenanya faktor gender merupakan aspek penting yang perlu dikaji terus-menerus dalam penelitian pemecahan masalah matematika.

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan profil proses kognitif siswa SMP dalam investigasi matematik ditinjau dari perbedaan kemampuan matematika dan gender.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksploratif dengan pendekatan kualitatif, yaitu penelitian yang berupaya untuk mencari makna atau hakikat dibalik gejala-gejala yang terjadi. Dalam penelitian ini kemampuan matematika dan gender dimanfaatkan untuk memilih subjek penelitian. Kemampuan matematika dibedakan menjadi tiga, yaitu kemampuan matematika tinggi, sedang dan rendah. Sedangkan gender dibedakan menjadi dua, yaitu

laki-laki dan perempuan. Sehingga subjek penelitian ini adalah enam orang siswa SMP kelas VIII yang berbeda kemampuan matematika dan gendernya.

Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data dalam penelitian ini terdiri dari dua macam, yaitu instrumen utama dan instrumen pendukung. Instrumen utama adalah peneliti sendiri yang berperan mengendalikan seluruh proses pengumpulan data. Peneliti menggunakan tiga instrumen pendukung, yaitu tes kemampuan matematika (TKM), tugas investigasi matematik (TIM) yang telah divalidasi oleh tiga orang ahli dalam bidang pendidikan matematika, dan pedoman wawancara yang berguna untuk memberi arahan agar data yang diperoleh sesuai dengan tujuan penelitian.

Prosedur pengumpulan data dalam penelitian ini adalah wawancara berbasis tugas. Peneliti mewawancarai siswa secara mendalam mengenai hasil penyelesaian TIM yang diberikan untuk mengecek data hasil jawaban siswa dan mengeksplorasi proses kognitif dalam investigasi matematik yang ada dalam diri siswa. Dari hasil wawancara tersebut diungkap proses kognitif siswa dalam memecahkan masalah investigasi matematik.

Dalam rangka mendapatkan kesimpulan yang sah, perlu dilakukan pemeriksaan kredibilitas data. Dalam penelitian ini, pengujian kredibilitas data dilakukan melalui triangulasi waktu, yaitu pengambilan data dilakukan pada dua waktu yang berbeda dengan tugas investigasi matematik yang setara. Jika data yang diperoleh pada waktu yang berbeda konsisten, maka data tersebut kredibel, jika data yang diperoleh belum konsisten, maka perlu diulang sampai ditemukan kekonsistenan data. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis data kualitatif, mengikuti konsep Miles dan Huberman (1994) melalui tahapan-tahapan, 1) reduksi data (*data reduction*), 2) penyajian data (*data display*), dan 3) penarikan kesimpulan (*conclusion drawing*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Profil proses kognitif siswa SMP dalam investigasi matematik yang ditinjau dari perbedaan kemampuan matematika dan gender adalah sebagai berikut. Siswa laki-laki dengan kemampuan matematika tinggi melakukan keempat tahapan dalam investigasi matematik, dengan urutan tahapan spesialisasi, pendugaan, generalisasi, dan justifikasi. Siswa kemudian memperluas tugas dengan melakukan pendugaan, justifikasi dan generalisasi pada aspek yang lain. Pada tahap spesialisasi, siswa mempresentasikan ide dalam bentuk gambar untuk mencoba beberapa kasus khusus dan memberi catatan penting disamping gambar. Siswa

memeriksa contoh-contoh khusus dengan menyederhanakan asumsi. Pada tahap pendugaan, siswa menggunakan daftar sistematis untuk memeriksa kasus-kasus tertentu dan membuat dugaan. Siswa mengembangkan sistem pengodean dengan memfokuskan perhatian pada aspek tertentu dari masalahnya dan menggunakan penalaran induktif. Siswa memformulasikan hipotesis dan mencoba masalah terkait dengan mengubah dugaan dan memfokuskan perhatian pada aspek tertentu yang lain pada masalahnya. Pada tahap generalisasi, siswa membuat formula umum dengan menguji formula umum untuk kasus-kasus khusus yang sudah dikerjakannya dan mengubah representasi. Siswa membuat formula umum lainnya dari hasil mencoba masalah terkait dengan memfokuskan perhatian pada aspek tertentu yang lain. Siswa mengubah representasi dan menguji formula umum lainnya untuk kasus-kasus khusus yang sudah dikerjakannya. Pada tahap generalisasi ini siswa menemukan dua buah rumus umum yang keduanya menggunakan variabel n . Pada tahap justifikasi, siswa menggunakan salah satu bagian penyelesaian untuk menyelesaikan bagian lainnya, mengeliminasi jalur penyelesaian yang tidak relevan, dan menggunakan representasi. Siswa melakukan langkah-langkah yang konstruktif di dalam menyelesaikan tugas.

Siswa perempuan dengan kemampuan matematika tinggi melakukan keempat tahapan dalam investigasi matematik dengan urutan tahapan spesialisasi, pendugaan, generalisasi, dan justifikasi. Siswa kemudian memperluas tugas dengan melakukan pendugaan, justifikasi, dan generalisasi. Pada tahap spesialisasi siswa mempresentasikan ide dalam bentuk gambar untuk mencoba beberapa kasus khusus dan membuat catatan penting disamping gambar. Siswa memeriksa contoh-contoh khusus dengan menyederhanakan asumsi. Dalam mencoba beberapa kasus khusus, siswa tidak menggunakan alat bantu di dalam menggambar sehingga diperoleh gambar yang kurang rapi. Pada tahap pendugaan siswa menggunakan daftar sistematis untuk membuat dugaan, mengembangkan sistem pengodean dengan menggunakan penalaran induktif. Siswa memformulasikan hipotesis dengan memfokuskan perhatian pada aspek tertentu dari masalahnya terlebih dahulu, kemudian mencoba masalah yang terkait dengan mengubah dugaan dan memfokuskan perhatian pada aspek tertentu lainnya. Pada tahap generalisasi siswa membuat formulasi umum dan menguji pola umum untuk kasus-kasus khusus yang sudah dikerjakannya. Pada tahap generalisasi ini siswa menemukan rumus umum dengan mengubah representasi dari hasil mengubah dugaan dan memfokuskan pada aspek yang lain.

Rumus umum yang pertama belum menggunakan variabel n , tetapi pada rumus umum yang kedua menggunakan variabel n . Pada tahap justifikasi siswa menggunakan salah satu bagian penyelesaian untuk menyelesaikan bagian lainnya, mengeliminasi jalur penyelesaian yang tidak relevan, dan menggunakan representasi.

Siswa laki-laki dengan kemampuan matematika sedang melakukan keempat tahapan dalam investigasi matematik dengan urutan tahapan spesialisasi, pendugaan, generalisasi, dan justifikasi, kemudian dilanjutkan lagi generalisasi untuk memperbaiki generalisasi sebelumnya. Pada tahap spesialisasi siswa mempresentasikan ide dalam bentuk gambar untuk mencoba beberapa kasus khusus. Siswa memeriksa contoh-contoh khusus dengan membuat catatan penting dan menyederhanakan asumsi. Siswa menggunakan alat bantu di dalam menggambar sehingga diperoleh gambar yang rapi. Pada tahap pendugaan siswa menggunakan daftar sistematis untuk memeriksa kasus-kasus tertentu dan membuat dugaan. Siswa mengembangkan sistem pengodean dengan memfokuskan perhatian pada aspek tertentu dari masalahnya dan menggunakan penalaran induktif, kemudian memformulasikan hipotesis. Pada tahap generalisasi siswa membuat formulasi umum dengan menguji pola umum untuk kasus-kasus khusus yang sudah dikerjakan dan mengubah representasi. Pada tahap generalisasi ini siswa menemukan satu buah rumus umum, tetapi bentuknya belum baku walaupun sudah menggunakan variabel n . Sedangkan pada tahap justifikasi siswa menggunakan salah satu bagian penyelesaian untuk menyelesaikan bagian lainnya, mengeliminasi jalur penyelesaian yang tidak relevan, dan menggunakan representasi.

Siswa perempuan dengan kemampuan matematika sedang melakukan keempat tahapan dalam investigasi matematik dengan urutan tahapan spesialisasi, pendugaan, justifikasi, kemudian generalisasi. Pada tahap spesialisasi siswa mempresentasikan ide dalam bentuk gambar untuk mencoba beberapa kasus khusus dan membuat catatan penting disamping gambar. Siswa memeriksa contoh-contoh khusus dengan menyederhanakan asumsi. Siswa tidak menggunakan alat bantu di dalam menggambar sehingga diperoleh gambar yang kurang rapi. Pada tahap pendugaan siswa menggunakan daftar sistematis untuk memeriksa kasus-kasus tertentu dan membuat dugaan. Siswa mengembangkan sistem pengodean dengan menggunakan penalaran induktif dan memformulasikan hipotesis dengan memfokuskan perhatian pada aspek tertentu dari masalahnya. Pada tahap generalisasi siswa membuat formulasi umum dengan mengubah representasi dan menguji pola

umum untuk kasus-kasus khusus yang sudah dikerjakannya. Pada tahap generalisasi ini siswa menemukan satu rumus umum, tetapi bentuknya belum baku walaupun sudah menggunakan variabel n . Generalisasi dapat dilalui setelah siswa mencoba masalah terkait dan mengembangkan sistem pengodean lagi dengan mencoba beberapa kasus khusus yang lain. Sedangkan pada tahap justifikasi siswa menggunakan salah satu bagian penyelesaian untuk menyelesaikan bagian lainnya, mengeliminasi jalur penyelesaian yang tidak relevan, dan menggunakan representasi.

Siswa laki-laki dengan kemampuan matematika rendah melakukan tiga tahapan dalam investigasi matematik, karena siswa tidak melakukan generalisasi. Urutan tahapan yang dilakukan adalah spesialisasi, pendugaan, dan justifikasi. Pada tahap spesialisasi siswa mempresentasikan ide dalam bentuk gambar untuk mencoba beberapa kasus khusus dan membuat catatan penting. Siswa memeriksa contoh-contoh khusus dengan menyederhanakan asumsi. Siswa tidak menggunakan alat bantu di dalam menggambar sehingga diperoleh gambar yang kurang rapi. Pada tahap pendugaan siswa menggunakan daftar sistematis untuk memeriksa kasus-kasus tertentu dan membuat dugaan. Siswa mengembangkan sistem pengodean dengan menggunakan pena-laran induktif dan memformulasikan hipotesis dengan memfokuskan perhatian pada hanya satu aspek dari masalahnya. Sedangkan pada tahap justifikasi siswa menggunakan salah satu bagian penyelesaian untuk menyelesaikan bagian lainnya, mengeliminasi jalur penyelesaian yang tidak relevan dan menggunakan representasi.

Siswa perempuan dengan kemampuan matematika rendah melakukan tiga tahapan dalam investigasi matematik, karena tidak melakukan generalisasi. Urutan tahapan yang dilakukan adalah spesialisasi, pendugaan, dan justifikasi. Pada tahap spesialisasi siswa mempresentasikan ide dalam bentuk gambar untuk mencoba beberapa kasus khusus dan membuat catatan penting. Siswa memeriksa contoh-contoh khusus gambar dengan menyederhanakan asumsi. Siswa menggunakan alat bantu di dalam menggambar sehingga diperoleh gambar yang rapi. Pada tahap pendugaan siswa menggunakan daftar sistematis untuk memeriksa kasus-kasus tertentu dan membuat dugaan. Siswa mengembangkan sistem pengodean dengan menggunakan penalaran induktif dan memformulasikan hipotesis dengan memfokuskan perhatian pada hanya satu aspek dari masalahnya. Sedangkan pada tahap justifikasi siswa menggunakan salah satu bagian penyelesaian untuk menyelesaikan bagian lainnya, mengeliminasi jalur

penyelesaian yang tidak relevan, dan menggunakan representasi.

Pembahasan

Siswa laki-laki dan perempuan dengan kemampuan matematika tinggi dalam investigasi matematik melakukan semua indikator dalam keempat tahap investigasi matematik. Keduanya menemukan dua rumus umum banyaknya diagonal segi- n pada tahap generalisasi, tetapi siswa laki-laki menggunakan variabel kedua rumus umum yang ditemukan, sedangkan siswa perempuan hanya rumus umum kedua yang menggunakan variabel. Siswa perempuan berpikir lebih praktis, mengerjakan tugasnya tidak menggunakan alat bantu sehingga waktu yang diperlukan lebih sedikit. Siswa perempuan juga hanya menuliskan jawaban sesuai permintaan soal tanpa diberi keterangan. Sedangkan siswa laki-laki menjawab pertanyaan dengan detail dan melakukan langkah-langkah yang konstruktif di dalam menyelesaikan tugas.

Siswa laki-laki dan perempuan dengan kemampuan matematika sedang melakukan keempat tahap dalam investigasi matematik. Pada tahap generalisasi keduanya menemukan satu rumus umum banyaknya diagonal segi- n yang penyajiannya belum baku. Siswa laki-laki menemukan rumus umum setelah tahap pendugaan. Sedangkan siswa perempuan menemukan rumus umum setelah mencoba beberapa kasus khusus lagi dengan meneruskan pola yang didapat sebelumnya. Dan pada tahap pendugaan ada satu indikator yang tidak dilakukan oleh keduanya. Siswa perempuan berpikir lebih praktis, sedangkan siswa laki-laki pekerjaannya lebih detail.

Siswa laki-laki dan perempuan dengan kemampuan matematika rendah tahap generalisasi, tidak membuat formulasi umum. Dan pada tahap pendugaan keduanya tidak melakukan satu indikator yang sama. Siswa perempuan berpikir lebih praktis, sedangkan siswa laki-laki pekerjaannya lebih detail tetapi kurang rapi.

Perbedaan proses kognitif dalam investigasi matematik antara siswa perempuan dengan kemampuan tinggi, sedang, dan rendah terjadi pada tahap generalisasi dan justifikasi. Pada tahap generalisasi siswa perempuan dengan kemampuan matematika tinggi dapat menemukan dua rumus umum, walaupun rumus umum yang pertama belum menggunakan variabel. Siswa perempuan dengan kemampuan matematika sedang hanya dapat membuat satu rumus umum setelah mencoba mencari banyaknya diagonal beberapa segi berukuran besar dengan meneruskan pola yang sudah didapat pada tahap pendugaan. Sedangkan siswa perempuan dengan kemampuan matematika rendah sama sekali tidak bisa melakukan tahap generalisasi. Pada tahap justifikasi siswa perempuan dengan kemampuan matematika tinggi dan sedang

membuat segitiga untuk membuktikan rumus umum yang dibuatnya, sedangkan siswa perempuan dengan kemampuan matematika rendah tidak membuat segitiga karena yang dijustifikasi hanyalah pola yang ditemukan pada tahap pendugaan.

Perbedaan proses kognitif dalam investigasi matematik antara siswa laki-laki dengan kemampuan matematika tinggi, sedang, dan rendah. Pada tahap spesialisasi, siswa laki-laki dengan kemampuan matematika tinggi dan sedang membuat segi-segi berukuran kecil cenderung sembarang dan menggunakan alat bantu. Sedang siswa laki-laki dengan kemampuan matematika rendah membuat segi berukuran kecil cenderung beraturan dan tidak menggunakan alat bantu. Pada tahap pendugaan siswa laki-laki dengan kemampuan matematika tinggi memformulasikan hipotesis dengan membuat catatan-catatan penting yang lengkap. Sedangkan siswa laki-laki dengan kemampuan matematika sedang dan rendah hanya menuliskan intinya saja tanpa keterangan tambahan. Perbedaan yang sangat mencolok terjadi pada tahap generalisasi, yaitu siswa laki-laki dengan kemampuan matematika tinggi dapat menemukan dua rumus umum keduanya menggunakan variabel. Siswa laki-laki dengan kemampuan matematika sedang hanya dapat membuat satu rumus umum dengan menggunakan variabel, walaupun bentuknya belum baku dan itupun didapat setelah menjustifikasi banyaknya diagonal beberapa segi. Sedangkan siswa laki-laki dengan kemampuan matematika rendah sama sekali tidak bisa melakukan tahap generalisasi. Pada tahap justifikasi siswa laki-laki dengan kemampuan matematika tinggi dan sedang membuat segitiga untuk membuktikan rumus umum yang dibuatnya, sedangkan siswa laki-laki dengan kemampuan matematika rendah tidak membuat segitiga karena yang dijustifikasi hanyalah pola yang ditemukan pada tahap pendugaan.

Adanya kesamaan dalam proses kognitif dalam investigasi matematik untuk siswa dengan kemampuan matematika tinggi juga ditunjukkan oleh hasil penelitian pendahuluan Subarinah (2014). Hasil penelitian menunjukkan dalam pemecahan tugas investigasi matematik secara umum keempat proses kognitif, yaitu spesialisasi, pendugaan, justifikasi dan generalisasi telah ditunjukkan oleh kedua siswa, yaitu satu laki-laki dan satu perempuan.

Perbedaan-perbedaan yang ditunjukkan antara siswa laki-laki dan perempuan dengan kemampuan matematika tinggi, sedang, dan rendah tersebut sesuai dengan pendapat Kartono (1994). Menurut Kartono ada perbedaan antara laki-laki dan perempuan, antara lain perempuan pada umumnya perhatiannya tertuju pada hal-hal yang bersifat konkrit, praktis, emosional dan personal, sedangkan kaum laki-laki lebih tertuju pada hal-hal yang bersifat intelektual, abstrak, dan obyektif.

Perbedaan-perbedaan tersebut juga sesuai dengan pendapat Meyers-Levy (1989) yang menyatakan ada perbedaan proses kognitif siswa laki-laki dan siswa perempuan dalam memecahkan masalah matematika.

Perbedaan-perbedaan tersebut juga sejalan dengan beberapa hasil penelitian berikut ini. (1) Hasil penelitian Sukayasa (2012) menunjukkan bahwa subyek laki-laki lebih kritis dan kreatif dalam membangun ide-ide untuk memecahkan masalah yang diberikan dibandingkan subyek perempuan. (2) Hasil penelitian Rizal (2011) mengatakan bahwa terdapat perbedaan antara subjek laki-laki dan perempuan dengan kemampuan matematika tinggi dalam rencana memecahkan masalah dan memeriksa kembali. (3) Hasil penelitian Subarinah (2013) menunjukkan bahwa proses generalisasi muncul pada siswa laki-laki tetapi tidak muncul pada siswa perempuandengan kemampuan matematika tinggi. Siswa laki-laki mempunyai kemampuan pengamatan konkret dan abstrak, analisis, sintesis, membuat pola rumit, membuat konjektur tentang generalisasi, dan mengujinya pada jawaban yang diinginkannya. Sedangkan siswa perempuan hanya mempunyai kemampuan pengamatan konkret, analisis sederhana, dan membuat pola sederhana, dan enggan mencoba perhitungan-perhitungan yang rumit. (4) Hasil penelitian Zhu (2007) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kemampuan memecahkan masalah matematika antara siswa laki-laki dan perempuan. Siswa perempuan lebih menyukai penyelesaian masalah konvensional dengan menggunakan strategi algoritma. Sedangkan siswa laki-laki lebih menyukai pemecahan masalah tidak konvensional menggunakan strategi estimasi. (5) Hasil penelitian Hilton dan Herglund (dalam Astin, 1974) mengungkapkan perbedaan gender dalam prestasi matematika, yaitu terdapat perbedaan signifikan prestasi matematika laki-laki dan perempuan pada siswa kelas tujuh dan perbedaan ini meningkat pada kelas-kelas berikutnya.

Menurut Jensen (2008), dalam kemampuan matematika dan pemecahan masalah laki-laki lebih unggul dari pada perempuan. Dagun (1992) mengatakan pada usia 11 tahun ke atas kemampuan matematika anak laki-laki jauh lebih baik dari pada anak perempuan. Sedangkan Maccoby & Jacklin (1974) yang mengatakan bahwa anak laki-laki dan perempuan mempunyai perbedaan dalam kemampuan matematika. Perempuan mempunyai kemampuan verbal lebih tinggi dari laki-laki selama awal sekolah sampai awal masa remaja. Kedua jenis kelamin sama kemampuan verbalnya kira-kira umur 11 tahun. Laki-laki lebih unggul kemampuan visual spasial (penglihatan ruangan). Kemampuan laki-laki pada visual spasial ditemukan secara konsisten pada masa remaja dan dewasa (sekitar 12 tahun ke atas) dan tidak pada masa anak-anak. Kemampuan kedua

jenis kelamin sama dalam konsep kuantitatif pada masa sekolah dasar, tapi mulai kira-kira umur 12-13 tahun ketrampilan matematika laki-laki meningkat lebih cepat dari pada perempuan.

KESIMPULAN

Siswa laki-laki dan perempuan dengan kemampuan tinggi dan sedang melakukan keempat tahapan investigasi matematik, yaitu spesialisasi, pendugaan, generalisasi, dan justifikasi. Sedangkan siswa laki-laki dan perempuan dengan kemampuan rendah hanya melakukan tiga tahapan investigasi matematik, yaitu tanpa melakukan generalisasi. Siswa laki-laki dengan kemampuan matematika tinggi pada tahap generalisasi menemukan dua buah rumus umum yang keduanya menggunakan variabel dan melakukan langkah-langkah yang konstruktif dalam menyelesaikan tugas. Siswa perempuan dengan kemampuan matematika tinggi pada tahap generalisasi menemukan dua rumus umum, yang pertama belum menggunakan variabel dan bentuknya belum baku, tetapi pada rumus umum yang kedua sudah menggunakan variabel. Siswa laki-laki dan perempuan dengan kemampuan matematika sedang pada tahap generalisasi menemukan satu buah rumus umum, tetapi bentuknya belum baku walaupun sudah menggunakan variabel.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disarankan dalam pembelajaran matematika perlu memperhatikan: (1) pemberian kesempatan kepada siswa melakukan aktivitas penyelidikan secara mandiri dan tidak terlalu banyak dibantu, dan (2) adanya perbedaan kemampuan matematika dan gender dari siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Astin, H. S. (1975). Sex differences in mathematical and scientific precocity. *The Journal of Special Education*, 9(1), 79-91.
- Bastow, B. H., Kissane, J., & Randall, R. 1984. *Another 20 mathematical investigational work*. Pert: The Mathematical Association of Western Australia (MAWA).
- Benbow, C. P., & Stanley, J. C. (1980). Sex differences in mathematical ability: Fact or artifact?. *Science*, 210(4475), 1262-1264.
- Calleja, J. A. M. E. S. (2011). *Integrating Investigations in Secondary School Mathematics*. Unpublished MED dissertation, Faculty of Education, University of Malta.
- Cockcroft, W. H. 1982. *Mathematics counts: Report of the commite to inquiry to the teaching of mathematics in schools*. London: Her Majesty's Stationery Office.
- Dagun, M. S. 1992. *Maskulin dan feminim: Perbedaan pria-wanita dalam fisiologi, psikologi, seksual, karier dan masa depan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Diezmann, C. M., Watters, J. J., & English, L. D. 2001. *Implementing mathematical investigations with young children*. Proceedings 24th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia at Sydney, 170-177.
- Grimison, L., & Dawe, L. 2000. *Literature Review: Report on investigational tasks in mathematics in years 9-10 for advanced and intermediate students*. New South Wales: University of New South Wales.
- Japa, I. G. N., & Ngurah, G. (2008). Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Terbuka Melalui Investigasi Bagi Siswa Kelas V SD 4 Kaliuntu. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan*, 2(1), 60-73.
- Jensen, E. 2008. *Brain-based learning: Pembelajaran berbasis kemam-puan otak Cara baru dalam gengajaran dan pelatihan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Kartono, K. 1994. *Psikologi wanita: Mengenal gadis remaja dan wanita dewasa*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Keitel, C. 1998. *Social justice and mathematics: Gender, class, ethnicity and the politics of schooling*. Berlin: Freie Universitat Berlin.
- Liu, C. Y., & Chin, E. T. 2016. Developing eleventh graders' conjecturing and justifying power on generalization of binary number patterns. *Taiwan Journal of Mathematics Education*, 3(2), 31-53.
- Maccoby, E. E., & Jaclin, C. C. 1974. *The psychology of sex difference*. California: Stanford Universty Press.
- Marpaung, Y. 1987. *Struktur kognitif dalam pembentukan konsep algoritma matematis*. Yogyakarta: Pusat Penelitian Pendidikan Matematika/Informatika se-DIY dan Jateng, IKIP Sanata Dharma Yogyakarta.
- Meyers-Levy. 1989. Gender differences in information processing: A selectivity interpretation. In Cafferata, P. & Tybout, A. (Eds). *Cognitive and Affective Responses to Advertising*, Lexington Books, 219-260.
- Miles, M. B., & Huberman, M.A. 1994. *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook. 2nd Edition*. New Delhi: Sage Publications.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., & Arora, A. 2012. *TIMSS 2011 International result in mathe-matics*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.

- Nabie, M. J., Akayuure, P., & Sofo, S. (2013). Integrating problem solving and investigations in mathematics: Ghanaian teachers' assessment practices. *International Journal of Humanities and Social Science*, 3(15), 46-56.
- Nivera, G. C. (2012). Mathematical Investigation and Its Assessment: Implications for Mathematics Teaching and Learning. *The Normal Lights*, 7(1), 1-11.
- OECD. 2013. *PISA 2012 Results in focus: what 15-year-olds know and what they can do with what they know*.
- Ponte, J. P., Ferreira, C., Brunheira, L., Oliveira, H., & Varandas, J. M. 1998. *Investigating mathematical investigations*. Setúbal: ESE de Setúbal.
- Rahmawati. 2016. *Hasil TIMSS 2015: Diagnosa hasil untuk perbaikan mutu dan peningkatan capaian*. Makalah dipresentasikan dalam seminar hasil penilaian pendidikan untuk kebijakan tanggal 14 Desember 2016 di Pusat Penilaian Pendidikan, Badan Penelitian dan Pengembangan, Kemdikbud, Jakarta.
- Rizal, M. (2011). *Proses berpikir siswa sekolah dasar melakukan estimasi dalam pemecahan masalah berhitung ditinjau dari kemampuan matematika dan jenis kelamin*. Surabaya: Disertasi PPS Unesa.
- Sarnapi. 2016. *Peringkat pendidikan Indonesia masih rendah*. Pikiran Rakyat tanggal 18 Juni 2016.
- Subarinah, S. 2013. *Profil berpikir kreatif siswa dalam memecahkan masalah tipe investigasi matematik ditinjau dari perbedaan gender*. Proceeding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika FMIPA UNY Yogyakarta, 9 November 2013
- Subarinah, S. 2014. *Cognitive processes of elementary school students in mathematical investigation based on gender difference*. Proceeding International Conference on Research, Implementation and Education of Mathematics and Sciences 2014, 18 – 20 May 2014.
- Sukayasa. 2012. *Karakteristik penalaran siswa SMP dalam memecahkan masalah geometri ditinjau dari perbedaan gender dan tingkat kemampuan matematika*. Surabaya: Disertasi PPS Universitas Negeri Surabaya.
- Syaban, M. 2009. Menumbuh kembangkan daya dan disposisi matematis siswa Sekolah Menengah Atas melalui pembelajaran investigasi. *Educationist*, 3(2), 129-136.
- Turmudi. 2008. *Landasan filsafat dan teori pembelajaran matematika: Paradigma eksploratif dan investigatif*. Jakarta: Leuser Cita Pustaka.
- Yeo, J. B. W., & Yeap, B. H. 2009. *Mathematical investigation: Task, process and activity*. Technical Report ME2009-01 January 2009 Mathematics and Mathematics Education National Institute of Education Singapore.
- Yeo, J. B. W. & Yeap, B. H. 2010. Characterising the cognitive processes in mathematical investigation. *Journal for Mathematics Teaching and Learning* ISSN 1473-0111.
- Yeo, J. B. W. 2014. Mathematical investigation proficiency among Singapore secondary school students: An exploratory study. *Southeast Asian Mathematics Education Journal*, 4(1), 3-21.
- Zhu, Z. 2007. Gender differences in mathematical problem solving pattern: A review of literature. *International Education Journal*, 8(2), 187-203.