

ANALISIS KESALAHAN DALAM PEMECAHAN MASALAH DIVERGENSI TIPE MEMBUKTIKAN PADA MAHASISWA MATEMATIKA

Sri Adi Widodo

Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa, Jl. Kusumanegara 121 Yogyakarta
e-mail: dodok_chakep@yahoo.com

Abstract: *Error Analysis in Divergent Problem Solving Proving Types of Mathematics Students.* The purpose of this research was to know the types of errors that the students encountered in understanding the concept, designing plannings, implementing the plans, and recorrecting the answers. This study utilized a descriptive qualitative methods, involving 145 students as the subjects of the study which were determined based on *purposive* sampling. The data were collected by using TOL procedures. The analysis was made by using (1) analyzing all the obtained data, (2) analyzing the students' works in relation to solving mathematics problems, (3) verifying the data. Validation data was made based on the degree of confidence with triangulation techniques. The first step of error was about error of habit 4.14%, language interpretation 0.69%, and facts of errors 4.14%. The second stage of errors consisted of errors of concepts 8.28%, and principle errors 6.90%. The third stage of errors consisted of principle errors 4.14% and procedural errors 14.48%, and all students made principle errors on the fourth stage.

Keywords: problem solving, error analysis, divergent problem

Abstrak: *Analisis Kesalahan dalam Pemecahan Masalah Divergensi Tipe Membuktikan pada Mahasiswa Matematika.* Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis kesalahan mahasiswa matematika dalam memahami masalah, membuat rencana, melaksanakan rencana, dan memeriksa kembali jawaban. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif, dengan subjek penelitian sebanyak 145 mahasiswa yang diambil berdasarkan *purposive sampling*. Prosedur pengumpulan data digunakan teknik *Think Out Louds*. Teknik analisis data yang digunakan adalah (1) menelaah semua data yang terkumpul, (2) menelaah hasil pekerjaan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah matematika, (3) melakukan verifikasi data. Pengecekan keabsahan data menggunakan derajat kepercayaan dengan menggunakan teknik triangulasi. Kesalahan tahap pertama adalah kesalahan kebiasaan 4,14%, kesalahan intepretasi bahasa 0,69%, dan kesalahan fakta 4,14%. Kesalahan tahap kedua adalah kesalahan konsep 8,28% dan kesalahan prinsip 6,90%. Kesalahan tahap ketiga adalah kesalahan prinsip 4,14%, dan kesalahan prosedur 14,48%, serta seluruh mahasiswa melakukan kesalahan prinsip pada tahap keempat.

Kata-kata Kunci: pemecahan masalah, analisis kesalahan, masalah divergensi

Pendidikan merupakan suatu proses perubahan tingkah laku dan kemampuan seseorang menuju ke arah kemajuan dan peningkatan. Pendidikan dapat mengubah pola pikir seseorang untuk selalu melakukan inovasi dan perbaikan dalam segala aspek kehidupan ke arah peningkatan kualitas diri. Pada pendidikan formal, penyelenggaraan pendidikan tidak lepas dari tujuan pendidikan

yang akan dicapai karena tercapai atau tidaknya tujuan pendidikan merupakan tolak ukur dari keberhasilan penyelenggaraan pendidikan. Tujuan pendidikan nasional disesuaikan dengan tuntutan pembangunan dan perkembangan Bangsa Indonesia sehingga tujuan pendidikan bersifat dinamis.

Tugas pokok pendidikan matematika adalah menjelaskan proses berpikir siswa dalam mempelajari matematika dengan tujuan memperbaiki pembelajaran matematika di sekolah. Marpaung menyatakan bahwa tugas pendidikan matematika memperjelas proses berpikir siswa dalam mempelajari matematika dan bagaimana pengetahuan matematika itu diinterpretasi dalam pikiran. Dengan melakukan interpretasi terhadap informasi (data) yang dikumpulkan melalui pengamatan terhadap tingkah laku siswa ketika sedang mempelajari matematika (baik dalam hal pembentukan konsep maupun dalam suasana pemecahan masalah), proses berpikir siswa akan dapat dikonstruksi (Rizzal, 2011).

Tujuan pembelajaran matematika antara lain adalah agar siswa mampu menghadapi perubahan keadaan di dunia yang selalu berkembang, melalui latihan bertindak atas dasar pemikiran secara logis, rasional, kritis, cermat, jujur, dan efektif (Suherman, 2003). Hal ini merupakan tuntutan yang sangat tinggi yang tidak mungkin dapat dicapai hanya melalui pengajaran hafalan, latihan pengerjaan soal yang bersifat rutin, dan proses pembelajaran biasa.

Dalam pendidikan matematika, pemecahan masalah juga menjadi hal yang penting untuk ditanamkan pada diri siswa. Dengan pemecahan masalah matematika, siswa tidak akan kehilangan makna dalam mempelajari matematika karena suatu konsep atau prinsip akan bermakna jika konsep tersebut dapat diaplikasikan dalam pemecahan masalah. Pentingnya pemecahan masalah matematika diperkuat oleh pernyataan Wilson dalam *National Council of Teachers Mathematics* (NCTM) yang menyebutkan bahwa "*Problem solving has a special importance in study of mathematics. A primary goal of mathematics teaching and learning is develop the ability to solve a wide variety of complex mathematics problems*" (Wilson, 1993: 57).

Setiap siswa tidak dapat menghindari kesulitan dalam belajar matematika sekolah. Harus disadari bahwa pada umumnya siswa mengalami tingkat kesulitan yang berbeda-beda dalam belajar matematika. Menghindari suatu kesulitan dalam belajar matematika hanya untuk tujuan pragmatis akan berhadapan dengan kesulitan lain yang lebih besar. Oleh karena itu, siswa perlu berusaha memotivasi dirinya untuk lebih menyenangi matematika. Siswa perlu menanamkan dalam benaknya bahwa matematika itu penting.

Kesalahan siswa dalam menyelesaikan masalah dapat menjadi salah satu petunjuk untuk

mengetahui sejauh mana siswa menguasai materi. Oleh karena itu, adanya kesalahan-kesalahan tersebut perlu diidentifikasi dan dicari faktor-faktor yang mempengaruhinya kemudian dicari solusi penyelesaiannya. Dengan demikian, informasi tentang kesalahan dalam menyelesaikan masalah dapat digunakan untuk meningkatkan mutu kegiatan belajar mengajar dan prestasi belajar siswa. Sejalan dengan salah satu ciri khas matematika yaitu penalaran deduktif (kebenaran suatu konsep atau pernyataan merupakan akibat logis dari kebenaran sebelumnya), kaitan antar-konsep atau pernyataan dalam matematika bersifat konsisten. Belajar matematika merupakan suatu proses yang berkesinambungan untuk memperoleh konsep, ide, dan pengetahuan baru berdasarkan pengalaman-pengalaman sebelumnya. Oleh karena itu, untuk setiap materi, siswa diharapkan benar-benar menguasai konsep yang dipelajari karena konsep tersebut akan digunakan untuk mempelajari materi berikutnya. Akibatnya, analisis kesalahan secara mendetail dibutuhkan agar kesalahan-kesalahan siswa dan faktor-faktor penyebabnya dapat diketahui lebih jauh untuk membantu mengatasi permasalahan tersebut.

Masalah dapat terjadi jika seseorang tidak mempunyai aturan tertentu yang dapat dipergunakan untuk mengatasi kesenjangan antara situasi saat ini dan tujuan yang akan dicapai. Untuk mencapai tujuan tersebut, seseorang perlu mengupayakan pemecahan masalah yang melibatkan proses berpikir secara optimal. Untuk menyelesaikan masalah, seseorang perlu menemukan aturan untuk memecahkan masalah tersebut. Jika seseorang telah mampu mengatasi kesenjangan antara situasi saat ini dan tujuan yang akan dicapai (melalui aturan yang diciptakan sendiri), maka orang tersebut sudah dapat dikatakan menyelesaikan masalah.

Dalam pendidikan matematika, permasalahan matematika biasanya berbentuk pertanyaan atau soal matematika yang harus dijawab atau dikerjakan oleh siswa. Suatu soal matematika dapat menjadi masalah matematika jika siswa tidak mempunyai gambaran untuk menyelesaikan permasalahan, tetapi siswa tersebut berkeinginan untuk menyelesaikan masalah matematika tersebut.

Pemecahan masalah adalah proses yang digunakan untuk menyelesaikan masalah. Masalah dapat terjadi jika seseorang tidak mempunyai aturan tertentu yang dapat dipergunakan untuk mengatasi kesenjangan antara situasi saat ini dan tujuan yang akan dicapai. Untuk mencapai tujuan

tersebut diperlukan upaya pemecahan masalah yang melibatkan proses berpikir secara optimal. Jika seseorang telah mampu mengatasi kesenjangan situasi saat ini dengan tujuan yang akan dicapai maka orang tersebut sudah dapat dikatakan menyelesaikan masalah.

Masalah adalah kesenjangan antara harapan dan kenyataan. Dalam pendidikan matematika, masalah matematika biasanya berbentuk soal matematika yang harus dikerjakan oleh siswa (Widjajanti, 2009). Suatu soal matematika dapat menjadi masalah matematika jika siswa tidak mempunyai gambaran untuk menyelesaikan permasalahan, tetapi siswa tersebut berkeinginan untuk menyelesaikan masalah matematika tersebut. Salah satu jenis masalah matematika di antaranya adalah *problem to prove*. Masalah matematika jenis ini adalah masalah untuk menentukan apakah suatu pernyataan benar atau tidak benar. Soal membuktikan terdiri atas bagian hipotesis dan simpulan. Pembuktian dilakukan dengan membuat atau memproses pernyataan yang logis dari hipotesis menuju simpulan, sedangkan untuk membuktikan suatu pernyataan yang tidak benar cukup diberikan contoh penyangkalnya sehingga pernyataan tersebut tidak benar (Polya, 1973).

Pemecahan masalah matematika yang digunakan dalam penelitian ini adalah pemecahan masalah dari Polya (1973). Empat langkah untuk menyelesaikan masalah matematika tersebut adalah (1) memahami masalah, (2) membuat rencana, (3) melaksanakan rencana, dan (4) memeriksa kembali jawaban (Polya, 1973). Pada tahapan memahami masalah, siswa harus meyakini bahwa suatu permasalahan dapat dipecahkan melalui beberapa cara, di antaranya adalah dengan membaca berulang-ulang, menanyakan pada diri sendiri tentang apa yang diketahui, apa yang tidak diketahui, dan menanyakan tujuan permasalahan matematika tersebut. Pada tahapan membuat rencana, siswa dapat mencari hubungan antara informasi yang diketahui dan informasi yang tidak diketahui. Pada tahap ini, perhitungan dilakukan pada variabel yang tidak diketahui sehingga memperoleh pertanyaan bagaimana informasi yang telah diketahui akan saling dihubungkan untuk memperoleh hal-hal yang tidak diketahui. Pada tahap melaksanakan rencana, siswa memeriksa setiap langkah yang tertuang dalam rencana dan menuliskannya secara detail untuk memastikan bahwa tiap-tiap langkah tersebut sudah benar. Pada tahapan memeriksa kembali, siswa melihat kembali jawabannya

untuk menyakinkan bahwa hasil jawaban dari permasalahan tersebut sudah benar

Untuk mengetahui kesalahan-kesalahan yang dilakukan oleh mahasiswa pada masing-masing tahapan, indikator kesalahan yang digunakan adalah indikator yang telah dimodifikasi dari Syafri (2000; dalam Yulina, 2012). Indikator kesalahan pada masing-masing tahapan adalah sebagai berikut.

1. Tahap memahami masalah dengan indikator mahasiswa tidak dapat menentukan hal-hal dalam soal tentang apa yang diketahui dan hal-hal yang ditanyakan dan tidak dapat menceritakan kembali tentang masalah dengan bahasanya sendiri. Selanjutnya, kesalahan pada tahapan ini disebut dengan kesalahan tahap pertama.
2. Tahap membuat rencana pemecahan masalah dengan indikator mahasiswa tidak mengetahui kecukupan dan keperluan syarat dari suatu masalah dan tidak menggunakan semua informasi yang telah dikumpulkan. Selanjutnya, kesalahan pada tahap ini disebut dengan kesalahan tahap kedua.
3. Tahap melaksanakan rencana pemecahan masalah atau menyelesaikan masalah dengan indikator mahasiswa tidak menggunakan langkah-langkah secara benar dan tidak terampil dalam algoritma dan ketepatan menjawab soal. Selanjutnya, kesalahan pada tahap ini disebut dengan kesalahan tahap ketiga.
4. Tahap memeriksa kembali jawaban dengan indikator mahasiswa tidak melakukan pemeriksaan jawaban soal terhadap masalah. Selanjutnya, kesalahan pada tahap ini disebut dengan kesalahan tahap keempat.

Ada beberapa jenis kesalahan dalam menyelesaikan masalah matematika. Subaidah (2006) menyatakan bahwa kesalahan dalam menyelesaikan masalah matematika dapat dibagi menjadi tiga jenis, yaitu kesalahan konsep, kesalahan prinsip dan kesalahan operasi. Kesalahan konsep adalah kesalahan dalam menggunakan konsep-konsep yang terkait dengan materi. Kesalahan konsep dapat terjadi pada siswa di antaranya karena salah dalam memahami makna soal dan salah dalam menggunakan konsep variabel yang akan digunakan. Kesalahan prinsip adalah kesalahan yang berkaitan dengan hubungan antara dua atau lebih objek-objek matematika. Kesalahan prinsip dapat terjadi di antaranya karena salah dalam menggunakan rumus dan salah da-

lam menerjemahkan soal. Kesalahan operasi adalah kesalahan dalam melakukan perhitungan. Kesalahan operasi dapat terjadi karena tidak menggunakan aturan operasi atau perhitungan dengan benar. Hidayat (2012) menyatakan bahwa kesalahan yang dilakukan oleh siswa dapat dikelompokkan menjadi empat jenis, yaitu (1) kesalahan fakta, yaitu kesalahan yang terkait dengan materi dan yang ada dalam soal; (2) kesalahan konsep, yaitu kesalahan pemahaman terhadap konsep-konsep terkait dengan materi; (3) kesalahan operasi, yaitu kesalahan dalam melakukan perhitungan; dan (4) kesalahan prinsip, yaitu kesalahan karena salah memahami prinsip atau menerapkan prinsip dalam soal. Sependapat dengan Subaidah (2006) dan Hidayat (2012), Sahriah, Nuksar, dan Lestari (2012) mengelompokkan kesalahan menjadi dua jenis, yaitu kesalahan konsep dan kesalahan prosedural. Kesalahan konsep adalah kesalahan yang dilakukan siswa dalam menafsirkan istilah, konsep, dan prinsip atau salah dalam menggunakan istilah, konsep dan prinsip. Indikator kesalahan konsep adalah (1) salah dalam menentukan rumus atau teorema atau definisi untuk menjawab suatu masalah, (2) penggunaan rumus, teorema, atau definisi yang tidak sesuai dengan kondisi prasyarat berlakunya rumus, teorema, atau definisi tersebut, dan (3) tidak menuliskan rumus, teorema atau definisi untuk menjawab suatu masalah. Di lain pihak, indikator kesalahan prosedural adalah kesalahan dalam menyusun langkah-langkah yang hirarkis sistematis untuk menjawab suatu masalah. Indikator kesalahan prosedural adalah (1) ketidakhirarkisan langkah-langkah dalam menyelesaikan masalah-masalah dan (2) kesalahan atau ketidakmampuan memanipulasi langkah-langkah untuk menjawab suatu masalah.

Berdasarkan latar belakang tersebut, tujuan penelitian ini adalah mengetahui jenis-jenis kesalahan mahasiswa dalam memahami masalah, membuat rencana, melaksanakan rencana dan memeriksa kembali jawaban pada masalah divergen tipe membuktikan (*problem to prove*). Jenis-jenis kesalahan nantinya dikelompokkan dalam kesalahan jenis kesalahan fakta, konsep, prinsip dan operasi. Indikator masing-masing jenis kesalahan adalah sebagai berikut.

1. Kesalahan fakta terdiri atas (a) mahasiswa tidak mampu menyampaikan materi yang ada di soal dan (b) mahasiswa tidak mampu menyampaikan makna soal.
2. Kesalahan konsep terdiri atas (a) mahasiswa salah dalam memahami makna soal dan

salah dalam menggunakan konsep variabel yang digunakan, (b) dalam menggunakan rumus, teorema, atau definisi, mahasiswa tidak menyesuaikannya dengan kondisi prasyarat berlakunya, dan (c) mahasiswa tidak menuliskan rumus, teorema atau definisi untuk menjawab permasalahan.

3. Kesalahan prinsip terdiri atas (a) mahasiswa salah dalam menerjemahkan soal dan (b) mahasiswa tidak memperhatikan prasyarat dalam menggunakan rumus, teorema, atau definisi.
4. Kesalahan operasi terdiri atas (a) mahasiswa melakukan langkah-langkah yang tidak hirarkis dalam menyelesaikan masalah-masalah dan (b) mahasiswa tidak mampu memanipulasi langkah-langkah untuk menjawab suatu masalah.

METODE

Sesuai dengan permasalahan yang akan diteliti, jenis penelitian ini termasuk dalam penelitian deskriptif kualitatif. Penelitian ini bermaksud mengungkap secara mendalam kesalahan mahasiswa dalam proses berpikir untuk memecahkan masalah matematika. Subjek penelitian sebanyak 145 mahasiswa program studi pendidikan matematika yang memprogramkan mata kuliah analisis vektor pada tahun akademik 2012-2013.

Mahasiswa diberikan lembar kerja yang berisikan masalah divergen tipe membuktikan. Masalah tersebut adalah "Buktikan $\nabla(A + B) = \nabla A + \nabla B$ untuk selanjutnya disebut dengan P1 dan buktikan $\nabla(AxB) = B(\nabla x A) - A(\nabla x B)$ untuk selanjutnya P2." Lembar kerja mahasiswa terdiri atas dua permasalahan terkait tentang kedivergenan masalah tersebut. Untuk memperoleh data penelitian, mahasiswa diminta menyelesaikan masalah divergen yang terdapat dalam lembar kerja mahasiswa (LKM). Penyelesaian masalah tersebut mengikuti langkah-langkah dari Polya. Metode yang digunakan untuk mengumpulkan data adalah *Think Out Louds*.

Tahapan analisis data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan tahapan-tahapan dari Moleong (2000), yaitu sebagai berikut. *Pertama*, menelaah semua data yang terkumpul dari berbagai sumber. Hasil penelaahan ini berupa hasil LKS dalam menyelesaikan permasalahan matematika, pengamatan, dan catatan lapangan. *Kedua*, menelaah hasil pekerjaan mahasiswa dalam menyelesaikan soal pemecahan masalah

matematika. Hasil penelaahan LKS ini dikonsultasikan dengan indikator-indikator kesalahan dari Syafri (dalam Yulina, 2012) yang telah dimodifikasi dan untuk mengetahui jenis-jenis kesalahan yang dilakukan oleh mahasiswa. *Ketiga*, melakukan verifikasi (penarikan kesimpulan) dari data dan sumber data yang sudah diklasifikasi dan ditranskripkan pada penyajian/paparan data. Pada proses verifikasi ini, peneliti menggunakan teknik analisis deskriptif kualitatif, yaitu menafsirkan dan memberi makna yang penekanannya menggunakan uraian mendalam dikaitkan dengan kajian pustaka.

Untuk menetapkan keabsahan data, beberapa teknik pemeriksaan diperlukan. Teknik pemeriksaan tersebut didasarkan atas empat (4) kriteria, yaitu derajat keterpercayaan, keteralihan, kebergantungan, dan kepastian (Moleong, 2000). Hanya kriteria derajat keterpercayaan saja yang digunakan dalam penelitian ini.

Pada kriteria derajat keterpercayaan (*credibility*), beberapa teknik pemeriksaan data yang dapat digunakan di antaranya adalah perpanjangan keikutsertaan, ketekunan pengamatan, triangulasi, pengecekan sejawat, kecukupan referensi, kajian kasus negatif, dan pengecekan anggota (Moleong, 2000). Pada penelitian ini, teknik yang digunakan untuk menetapkan keabsahan data pada kriteria derajat keterpercayaan adalah ketekunan pengamat dan triangulasi. Ketekunan pengamat dilakukan oleh peneliti sendiri dengan cara melakukan pengamatan secara teliti, cermat dan terus menerus selama mahasiswa menyelesaikan masalah divergen. Triangulasi adalah teknik pemeriksaan keabsahan data yang memanfaatkan sesuatu (data) yang lain di luar data yang telah diperoleh untuk keperluan pengecekan atau sebagai pembanding (Moleong, 2000). Teknik triangulasi dalam penelitian ini adalah teknik triangulasi sumber, yaitu mengkonfirmasi data yang diperoleh dari suatu sumber dengan sumber lainnya dengan cara membandingkan data hasil tes tertulis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kesalahan dalam Memahami Masalah

Pada masalah P1 diperoleh bahwa 13 mahasiswa (8,97%) melakukan kesalahan tahap pertama. Mereka yang melakukan kesalahan tahap pertama terdiri atas 2 mahasiswa (1,38%) tidak mampu menyampaikan hal-hal yang ditanyakan, 5 mahasiswa (3,45%) tidak mampu me-

nyampaikan hal-hal yang diketahui dan ditanyakan, 1 mahasiswa melakukan kesalahan interpretasi bahasa, 7 mahasiswa (4,83%) melakukan kesalahan penggunaan simbol, dan 2 mahasiswa (1,38%) melakukan dua jenis kesalahan sekaligus, yaitu kesalahan tidak mampu menyampaikan hal-hal yang diketahui dan kesalahan penggunaan simbol. Di lain pihak, pada masalah P2 diperoleh bahwa 16 mahasiswa (11,03%) melakukan kesalahan pada tahap pertama, yang terdiri atas 3 mahasiswa (2,07%) melakukan kesalahan karena tidak menyebutkan hal-hal yang ditanyakan, 6 mahasiswa (4,14%) melakukan kesalahan tidak menyebutkan hal-hal yang tidak diketahui dan ditanyakan, 7 mahasiswa (4,83%) mengalami kesalahan menggunakan simbol. Merujuk pada pendapat Subaidah (2006), Hidayat (2012) serta Sahriah, Muksar, dan Lestari (2012) mengemukakan bahwa kesalahan mahasiswa terjadi karena (1) mahasiswa tidak mampu menyampaikan hal-hal yang ditanyakan, (2) mahasiswa tidak mampu menyampaikan hal-hal yang diketahui dan ditanyakan, dan (3) mahasiswa mengalami kesalahan dalam menginterpretasi bahasa. Hal ini disebabkan oleh mahasiswa melakukan kesalahan dalam memahami makna soal.

Mahasiswa menyatakan dalam memahami masalah dengan membuktikan $\nabla(A + B) \neq \nabla A + \nabla B$ pada masalah P1. Hal yang sama juga diungkapkan oleh Sumargiyani (2004). Ia menyatakan bahwa ada tiga jenis kesalahan yang sering dilakukan oleh siswa. Ketiga kesalahan tersebut adalah kesalahan konsep, kesalahan interpretasi bahasa dan kesalahan dalam komputasi. Kesalahan konsep di antaranya dapat ditunjukkan dengan kesalahan pemahaman siswa tentang apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan dalam soal. Kesalahan interpretasi bahasa adalah kesalahan siswa dalam memaknai masalah, termasuk mengubah masalah matematika dalam bentuk bahasa sehari-hari ke dalam bentuk kalimat matematika. Kesalahan dalam komputasi adalah kesalahan dalam perhitungan untuk mencari jawaban yang benar.

Mahasiswa yang melakukan kesalahan konsep mengakibatkan mereka tidak mampu menyelesaikan masalah pada tahap berikutnya. Namun, mahasiswa yang melakukan kesalahan konsep baik pada masalah P1 (13 mahasiswa) maupun pada masalah P2 (16 mahasiswa) mampu menyelesaikan masalah pada tahapan berikutnya. Mereka belum dapat dikategorikan melakukan kesalahan konsep. Hal ini disebabkan

pada indikator untuk jenis kesalahan konsep tidak terpenuhi. Untuk mengetahui mengapa mereka melakukan kesalahan tipe pertama ini, wawancara dilakukan kepada mahasiswa yang melakukan kesalahan tipe pertama ini. Hasil wawancara kepada mahasiswa dapat ditunjukkan sebagai berikut (P untuk peneliti dan M untuk mahasiswa).

P : Pada masalah pertama, mengapa Anda mengerjakannya langsung pada tahap ketiga (melaksanakan rencana)?

M : Menghemat waktu pak. Karena kebiasaan saya dalam menyelesaikan soal saya tidak menuliskan apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan.

P : OK! Apakah kamu mengerti P1 itu tentang apa?

M : Tahu pak. Pada masalah pertama, yang diketahui adalah divergen A plus B , dan yang ditanyakan adalah apakah divergensi A plus B sama dengan divergensi A plus divergensi B ?

Berdasarkan hasil wawancara tersebut, kesalahan mahasiswa karena tidak mampu menyampaikan hal-hal yang ditanyakan, tidak mampu menyampaikan hal-hal yang diketahui dan ditanyakan tidak dapat dikelompokkan ke dalam jenis kesalahan konsep. Hal ini disebabkan oleh mahasiswa mampu memahami masalah atau mampu menyampaikan hal yang diketahui dan ditanyakan, hanya saja mahasiswa tidak menuliskan pada lembar jawaban. Mahasiswa memiliki kebiasaan tidak menuliskan apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan dari setiap masalah matematika yang dihadapi. Mahasiswa yang melakukan kesalahan karena mereka tidak mampu menyampaikan hal-hal yang ditanyakan, hal-hal yang diketahui dan ditanyakan. Kesalahan jenis ini dikelompokkan pada jenis kesalahan karena kebiasaan.

Di lain pihak, kesalahan penggunaan simbol yang terjadi pada mahasiswa dalam menyelesaikan masalah P1 dan P2 menurut Umar, Sudirman, dan Susanto (2012) dapat dikelompokkan pada kesalahan fakta. Hal ini disebabkan oleh mahasiswa menggunakan simbol matematika yang kurang lazim digunakan. Simbol divergensi yang lazim digunakan adalah ∇ , tetapi mahasiswa menggunakan simbol D dan \vec{v} untuk divergensi. Mahasiswa yang mengalami kesalahan penggunaan simbol ini dapat dikelompokkan pada kesalahan fakta. Kesalahan dalam menggunakan simbol ini berhubungan dengan keku-

rangcermatan atau kurang perhatiannya mahasiswa terkait dengan simbol.

Kesalahan dalam Membuat Rencana

Pada masalah P1 sebanyak 12 mahasiswa (8,28%) melakukan kesalahan konsep dan 10 mahasiswa (6,90%) melakukan kesalahan prinsip. Pada masalah P2 sebanyak 14 mahasiswa (7,59%) melakukan kesalahan konsep. Selain itu, 8 mahasiswa (5,52%) melakukan kesalahan prinsip.

Kesalahan konsep terjadi dikarenakan mahasiswa tidak memahami konsep divergensi dan/atau konsep pembuktian suatu teorema atau suatu sifat. Mahasiswa yang melakukan kesalahan konsep, jawaban masalahnya hanya sampai pada tahap pertama (memahami masalah). Pada tahap membuat rencana tidak ada langkah-langkah menyelesaikan masalah. Jawaban mahasiswa ini digali melalui wawancara. Mahasiswa mengatakan bahwa mereka tidak mampu membuat rencana.

P : Pada masalah pertama, mengapa pada tahap kedua (*membuat rencana*) tidak ada jawaban sama sekali?

M : Saya tidak tahu pak harus memulai mengerjakan masalah ini dari mana.

P : Mengapa?

M : (*terdiam dan menundukan kepala*)

Kesalahan prinsip terjadi karena mahasiswa tidak mampu menyampaikan syarat cukup (rumus divergensi vektor) dengan benar. Sebagian besar mahasiswa yang melakukan kesalahan prinsip pada masalah P1 mencantumkan syarat cukupnya adalah

$$\nabla A = \frac{d}{dx} a_1 i + \frac{d}{dy} a_2 j + \frac{d}{dz} a_3 k$$

dan

$$\nabla B = \frac{d}{dx} b_1 i + \frac{d}{dy} b_2 j + \frac{d}{dz} b_3 k.$$

Padahal,

$$\bar{A} = a_1 i + a_2 j + a_3 k, \bar{B} = b_1 i + b_2 j + b_3 k$$

dan

$$\nabla = \left(\frac{d}{dx} i + \frac{d}{dy} j + \frac{d}{dz} k \right)$$

sehingga mahasiswa melupakan operasi vektor satuan, yaitu $i \cdot i = 1$, $j \cdot j = 1$ dan $k \cdot k = 1$ untuk menyelesaikan ∇A atau ∇B .

Masalah P2 adalah jika $\bar{A} = a_1 i + a_2 j + a_3 k$ dan $\bar{B} = b_1 i + b_2 j + b_3 k$, maka

$$A \times B = \begin{pmatrix} i & j & k \\ a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \end{pmatrix} = (a_2b_3 - a_3b_2)i - (a_1b_3 - a_3b_1)j + (a_1b_2 - a_2b_1)k$$

dan

$$\nabla = \frac{d}{dx}i + \frac{d}{dy}j + \frac{d}{dz}k$$

Sehingga,

$$\nabla(A \times B) \quad \text{adalah} \quad \left[\frac{d}{dx}(a_2b_3 - a_3b_2) \right] - \left[\frac{d}{dy}(a_1b_3 - a_3b_1) \right] + \left[\frac{d}{dz}(a_1b_2 - a_2b_1) \right].$$

Akan tetapi, mahasiswa yang melakukan kesalahan prinsip pada P2 menyatakan $\nabla(A \times B)$ dengan

$$\left[\left(\frac{d}{dx}i + \frac{d}{dy}j + \frac{d}{dz}k \right) (a_2b_3 - a_3b_2) \right] - \left[\left(\frac{d}{dx}i + \frac{d}{dy}j + \frac{d}{dz}k \right) (a_1b_3 - a_3b_1) \right] + \left[\left(\frac{d}{dx}i + \frac{d}{dy}j + \frac{d}{dz}k \right) (a_1b_2 - a_2b_1) \right].$$

Mahasiswa yang melakukan kesalahan prinsip pada P2 karena mereka melupakan operasi vektor satuan, yaitu $i \cdot i = 1$, $j \cdot j = 1$ dan $k \cdot k = 1$.

Kesalahan dalam Melaksanakan Rencana

Pada masalah P1 sebanyak 7 mahasiswa (6,21%) melakukan kesalahan prinsip. Selain itu, 23 mahasiswa (6,90%) melakukan kesalahan prosedur. Begitu juga pada P2 sebanyak 7 mahasiswa (6,21%) melakukan kesalahan prinsip. Demikian juga, 23 mahasiswa (6,90%) melakukan kesalahan prosedur.

Kesalahan prinsip terjadi karena mahasiswa tidak mampu menyelesaikan masalah dengan baik. Mahasiswa yang melakukan kesalahan prinsip telah mampu menyelesaikan masalah tahap kedua (merencanakan untuk menyelesaikan masalah) sehingga mahasiswa mampu menyampaikan rumus dan sifat-sifat yang akan digunakan. Namun, mahasiswa tidak mampu menyelesaikan masalah tersebut karena mereka hanya menyelesaikan masalah sampai $\nabla(A + B) = \frac{da_x}{dx} + \frac{da_y}{dy} + \frac{da_z}{dz} + \frac{db_x}{dx} + \frac{db_y}{dy} + \frac{db_z}{dz}$ untuk masalah P1 dan hanya sampai pada $\nabla(A \times B) =$

$$\nabla \begin{pmatrix} i & j & k \\ a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \end{pmatrix} \text{ untuk masalah P2. Mahasiswa}$$

kurang memahami langkah yang harus dilakukan setelah menjumpai persamaan tersebut. Selain itu, mereka juga kurang memahami sifat komutatif penjumlahan pada vektor dan prinsip operasi perkalian vektor satuan, yaitu $i \cdot i = 1$, $j \cdot j = 1$ dan $k \cdot k = 1$ yang dapat digunakan untuk melanjutkan langkah tersebut.

Sama halnya dengan mahasiswa yang melakukan kesalahan prinsip, mahasiswa yang melakukan kesalahan prosedur juga mampu menyelesaikan masalah pada tahap kedua (merencanakan untuk menyelesaikan masalah) sehingga mereka mampu menyampaikan rumus yang akan digunakan dan sifat-sifat yang akan digunakan. Pada masalah P1 dan P2, kesalahan prosedur yang dilakukan oleh mahasiswa terjadi karena mahasiswa tidak mampu melakukan perkalian vektor satuan yaitu, $i \cdot i = 1$, $j \cdot j = 1$ dan $k \cdot k = 1$. Selain itu, beberapa mahasiswa juga mengalami kesalahan dalam menerapkan operasi diferensial (turunan), menerapkan penjumlahan dua buah vektor. Kesalahan prosedur yang dialami oleh mahasiswa ini disebabkan oleh mahasiswa kurang teliti menyelesaikan masalah analisis vektor.

Kesalahan dalam Melihat Kembali

Pada tahap ini baik pada masalah P1 maupun pada masalah P2, semua mahasiswa tidak melakukan tahap melihat kembali pada proses berpikir. Saat hal ini ditanyakan, mayoritas mahasiswa menyatakan (1) tidak mengetahui apa yang harus dilakukan pada bagian ini dan (2) mahasiswa tidak terbiasa melakukan tahap melihat kembali dalam pemecahan masalah.

SIMPULAN

Kesalahan mahasiswa dapat dijadikan sebagai pedoman untuk mengetahui sejauh mana mahasiswa menguasai dan memahami materi yang telah diberikan. Dengan mengikuti langkah-langkah pemecahan masalah dari Polya diperoleh bahwa kesalahan pada tahap pertama adalah kesalahan fakta, kesalahan karena kebiasaan, dan kesalahan interpretasi bahasa. Kesalahan pada tahap kedua adalah kesalahan konsep dan fakta. Kesalahan pada tahap ketiga adalah kesalahan prinsip dan prosedur.

DAFTAR RUJUKAN

- Hidayat, S. H. 2012. Analisis Kesalahan Menyelesaikan Soal Program Linier Peserta Didik Kelas XI SMK Tribuana Jombang. *Jurnal Pendidikan Matematika*. (online), 1(1), (<http://ejournal.umm.ac.id/index.php/penmath/issue/view/81> diakses pada 20 Februari 2013).
- Moleong, L. J. 2000. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: Remaja Rosda Karya.
- Polya, G. 1973. *How To Solve it: A New Aspect of Mathematical Method*. New Jersey, USA: Pricenton University Press.
- Rizzal, M. 2011. *Proses Berpikir Siswa SD Berkemampuan Matematika Tinggi dalam Melakukan Estimasi Masalah Berhitung*. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA, 14 Mei.
- Subaidah. 2006. Analisis Kesalahan Siswa Kelas VII MTs N 2 Surabaya dalam Menyelesaikan Soal Terapan Persamaan Linier Satu Variabel. *MATHEDU*, 1(2), 171 – 178.
- Suherman, E. 2003. *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung: Jurusan Pendidikan Matematika FPMIPA UPI.
- Sahriah, S., Muksar, M., & Lestari, T. E. 2012. Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Matematika Materi Operasi Pecahan Bentuk Aljabar Kelas VIII SMP Negeri 2 Malang. *Jurnal Pendidikan Matematika*. (online), 1(1), (<http://jurnal-online.um.ac.id>, diakses pada 20 Februari 2013).
- Sumargiyani. 2004. *Meningkatkan Kemampuan dalam Menyelesaian Soal Cerita Berpandu pada Teori Polya (bagi Siswa SLTP)*. Prosiding. (online), (<http://Jurnal.unimus.ac.id>, diakses tanggal 20 Februari 2013).
- Umar, A. H, Sudirman, & Susanto, H. 2012. Analisis Kesalahan dan Perbaikan Penyajian pada Buku Teks Matematika Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Kelas X. *Jurnal Pendidikan Matematika*. (online), 1(1), (<http://jurnal-online.um.ac.id>, diakses pada 20 Februari 2013).
- Widjajanti, D. M. 2009. *Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Mahasiswa Calon Guru Matematika: Apa dan Bagaimana Mengembangkannya*. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika FMIPA UNY, Yogyakarta, Desember 2009.
- Wilson. 1993. *Mathematical Problem Solving*. New York: Macmilan Publishing Company.
- Yulina, A. L. P. 2012. *Analisis Tipe-Tipe Kesalahan pada Penyelesaian Soal Cerita Sistem Persamaan Linear Dua Variabel pada Siswa Kelas VIII SMP Kristen 02 Salatiga*. Skripsi tidak diterbitkan. Salatiga: UKSW.