

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR STRUKTUR ALJABAR BERBASIS *PROBLEM SOLVING* DENGAN STRATEGI ABDUKTIF-DEDUKTIF

Hamidah Suryani Lukman

Pendidikan Matematika Universitas Muhammadiyah Sukabumi
Jl. R.Syamsudin, S.H, No. 50 Kota Sukabumi, hamni_alkhawarizmi@yahoo.co.id

ABSTRAK

Makalah ini merupakan hasil penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) yang diaplikasikan dalam 3 tahap penelitian, yaitu tahap pendahuluan, uji coba kelompok kecil, dan uji lapangan. Tahap pendahuluan meliputi analisis bahan ajar melalui studi literatur; merancang dan mengembangkan bahan ajar berbasis *problem solving* dengan strategi abduktif-deduktif; melakukan validasi bahan ajar oleh 4 orang ahli; dan melakukan revisi 1. Tahap uji coba kelompok kecil meliputi uji terbatas terhadap 6 mahasiswa yang dipilih secara acak sebagai pengguna produk dan melakukan revisi 2. Metode yang digunakan pada tahap kedua adalah metode eksperimen *single one shot case study*. Tahap uji lapangan meliputi pengujian produk yang dilakukan terhadap 15 mahasiswa peserta mata kuliah struktur aljabar tahun akademik 2015/2016, pada Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Muhammadiyah Sukabumi. Uji lapangan ini menggunakan desain eksperimen *before-after*. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar observasi, lembar validasi, pedoman wawancara, lembar skala respon mahasiswa, lembar penilaian kinerja bahan ajar, dan tes kemampuan pembuktian matematis. Hasil validasi 4 orang ahli menunjukkan bahwa bahan ajar struktur aljabar berbasis *problem solving* dengan strategi abduktif-deduktif berada pada kategori baik. Efektivitas penggunaan bahan ajar jika dilihat dari aspek kecepatan pemahaman materi, ketertarikan mahasiswa terhadap bahan ajar, kreativitas mahasiswa, dan hasil belajar mahasiswa, secara signifikan lebih baik daripada efektivitas pembelajaran tanpa bahan ajar. Sejalan dengan hal itu, efektivitas penggunaan bahan ajar dilihat dari peningkatan kemampuan pembuktian matematis mahasiswa setelah menggunakan bahan ajar secara signifikan lebih baik dari pada peningkatan kemampuan pembuktian matematis mahasiswa sebelum menggunakan bahan ajar. Oleh karena itu, bahan ajar yang dikembangkan sudah memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif digunakan dalam pembelajaran.

Kata Kunci: bahan ajar, pendekatan *problem solving*, kemampuan pembuktian matematis, strategi abduktif-deduktif

ABSTRACT

This paper tells about research and development result that has been aplicated into three steps, preliminary, small group trial, and field test. The preliminary steps included analysis of teaching materials; design and develop the teaching materials based problem solving with abductive-deductive strategy; perform validation by fou expert validator; and do the first revision. The small group trials included product trials to the six randomly selected student; and do the second revision. Single one shot case study research design has been used in this step. The field test included product trials to the 15 students that registered as Abstract Algebra lecturing participant at Mathematics Education Program in Muhammadiyah University of Sukabumi. Before-after research design has been used in this step. The instruments that used in this research are observation sheet, validation sheet,

interview guide, students' response scale, performance assessment sheet of teaching materials, and test of students' mathematical proof ability. Result of this research showed that teaching materials based problem solving with abductive-deductive strategy is a good category. Effectivity of teaching materials usage evaluated by students' comprehension speed, students' interested, students' creativity, and students' learning outcomes significantly better than learning effectivity without teaching materials. Effectivity of teaching materials usage evaluated by students' mathematical proof significantly better than learning effectivity without teaching materials. Therefore, teaching materials based problem solving with abductive-deductive strategy has been valid, practice, and effective to use.

Keywords: *teaching materials, problem solving approach, students' mathematical proof ability, abductive-deductive strategy*

PENDAHULUAN

Pembelajaran matematika tanpa disertai dengan pembuktian tidak mencerminkan teori dan praktek bermatematika (Hanna dalam Arnawa, 2009). Hal ini dikarenakan pembuktian dalam matematika berperan penting sebagai metode uji untuk pengetahuan matematika yang terpercaya, dan pembuktian ini berbeda dengan metode induktif yang diterapkan dalam bidang ilmu pengetahuan alam (Hoyles dalam Arnawa, 2009).

Program standar untuk calon guru matematika dalam *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM, 2003) salah satunya adalah mengembangkan pengetahuan tentang penalaran dan pembuktian. Pengetahuan tentang penalaran dan pembuktian melingkupi kemampuan bernalar, mengkonstruksi dan mengevaluasi argumen dalam matematika, serta mengembangkan ketelitian dan penyelidikan matematika.

Adapun indikator kemampuan penalaran dan pembuktian matematis menurut NCTM, yaitu: 1) Mengenali penalaran dan bukti sebagai aspek penting dalam matematika; 2) Membuat dan menyelidiki konjektur; 3) Mengembangkan dan mengevaluasi argumen serta bukti matematis; 4) Memilih dan menggunakan berbagai jenis penalaran serta metode pembuktian.

Sejalan dengan kurikulum yang ditetapkan NCTM, Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan (BELMAWA), mendeskripsikan *learning outcome* untuk mahasiswa pendidikan matematika yang berbasis Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI) pada jenjang kualifikasi 6 (paragraf kedua), yaitu menguasai konsep teoritis bidang pengetahuan tertentu secara umum dan konsep teoritis bagian khusus dalam bidang pengetahuan tersebut secara mendalam, serta mampu memformulasikan penyelesaian masalah

prosedural. Jenjang kualifikasi ini memiliki *learning outcome* yang salah satunya adalah menguasai konsep matematika yang diperlukan untuk melaksanakan pembelajaran di satuan pendidikan dasar dan menengah serta menguasai konsep matematika yang diperlukan untuk studi ke jenjang berikutnya.

Capaian pembelajaran (*learning outcome*) yang dimaksudkan dalam kurikulum NCTM maupun BELMAWA tersebut tertuang dalam mata kuliah analisis, seperti mata kuliah Struktur Aljabar. Struktur Aljabar merupakan mata kuliah yang sarat dengan definisi dan teorema di dalam matematika. Mata kuliah ini tidak mempelajari perhitungan, namun lebih banyak mengkonstruksi dan memvalidasi pembuktian suatu argumen atau konsep matematika. Sehingga, dengan mempelajari mata kuliah ini, mahasiswa mampu berpikir rasional, logis, dan sistematis, serta mampu menganalisis validitas suatu argumen.

Namun, proses membelajarkan mahasiswa untuk membaca maupun mengkonstruksi pembuktian secara matematis tidak semudah yang dipikirkan. Beberapa penelitian mengemukakan bahwa pembuktian matematis merupakan kemampuan yang sulit bagi siswa SMA maupun mahasiswa (Maya & Sumarmo, 2011). Moore (Maya

& Sumarmo, 2011) mengkategorikan kesulitan kemampuan pembuktian ini ke dalam tujuh alasan, diantaranya: 1) ketidaktahuan mahasiswa tentang definisi; 2) mahasiswa hanya memiliki pemahaman intuitif dalam konsep matematika; 3) pemahaman konsep mahasiswa belum cukup untuk melakukan pembuktian; 4) mahasiswa tidak mampu menggeneralisasi maupun menggunakan contoh yang dimilikinya; 5) mahasiswa tidak tahu bagaimana menggunakan definisi untuk memperoleh bukti terstruktur; 6) mahasiswa tidak mampu memahami dan menggunakan bahasa matematis serta simbol-simbolnya; dan 7) mahasiswa tidak tahu bagaimana memulai pembuktian.

Fakta lain di lapangan menunjukkan bahwa kemampuan pembuktian mahasiswa dalam mata kuliah Struktur Aljabar masih rendah. Berdasarkan pengalaman dan sekaligus observasi dalam mengampu mata kuliah Struktur Aljabar, nilai akhir yang diperoleh mahasiswa pada tahun akademik 2011/2012 yang terdiri dari 43 mahasiswa, hanya 20% memperoleh nilai memuaskan dan mencapai kriteria ketuntasan, 38% mahasiswa memperoleh nilai di atas rata-rata namun belum begitu memuaskan, sedangkan 42% mahasiswa memperoleh nilai di bawah rata-rata. Begitu juga dengan nilai akhir yang

diperoleh mahasiswa tahun akademik 2012/2013, dari 48 mahasiswa, hanya 21% mahasiswa memperoleh nilai memuaskan, 20% mahasiswa memperoleh nilai melewati rata-rata namun hanya sedikit saja, sedangkan 59% mahasiswa memperoleh nilai di bawah rata-rata.

Dengan demikian, meningkatkan pemahaman dan keberhasilan mahasiswa dalam mata kuliah Struktur Aljabar dapat dilakukan melalui peningkatan kemampuan mahasiswa dalam pembuktian, yang terdiri dari: (1) kemampuan mengkonstruksi bukti dan (2) kemampuan memvalidasi bukti (Selden & Selden, 2003).

Oleh karena itu, diperlukan suatu inovasi pembelajaran yang diharapkan dapat membuat mahasiswa belajar bermakna, sehingga kemampuan pembuktian matematis dapat dilatih dan ditumbuhkembangkan. Salah satu inovasi pembelajaran tersebut dapat diwujudkan melalui pengembangan bahan ajar yang dirancang khusus untuk menumbuhkembangkan kemampuan pembuktian matematis mahasiswa dalam mata kuliah Struktur Aljabar.

Adapun bahan ajar yang dikembangkan adalah bahan ajar yang menggunakan pendekatan *Problem Solving* dengan strategi Abduktif-Deduktif. Hal ini dikarenakan sejalan

dengan teori belajar yang dikemukakan Gagne (Suherman dkk, 2003) bahwa keterampilan intelektual tingkat tinggi dapat dikembangkan melalui *Problem Solving*.

Strategi *Problem Solving* adalah strategi memecahkan masalah melalui empat langkah, yaitu: 1) memahami masalah; 2) merencanakan strategi pemecahan masalah; 3) menyelesaikan masalah yang sesuai dengan rencana pada langkah dua; dan 4) memeriksa kembali hasil yang diperoleh (*looking back*).

Salah satu karakteristik *problem solving* yang penting dalam pembuktian matematis adalah *looking back* atau melakukan pengecekan kembali terhadap semua yang langkah yang dilakukan. Dengan cara seperti ini, berbagai kesalahan dalam menyelesaikan masalah dapat dikoreksi, sehingga mahasiswa dapat memahami setiap langkah penyelesaian dan alasan penggunaannya sampai pada jawaban yang benar. Dengan kata lain, pada fase ini mahasiswa dilatih untuk menggunakan kemampuan analisisnya. Oleh karena itu, penulis menduga bahwa pembelajaran dengan strategi *Problem Solving* memiliki langkah-langkah strategis untuk menumbuhkembangkan kemampuan pembuktian matematis mahasiswa.

Selain *Problem Solving*, beberapa hasil penelitian seperti yang dilakukan

Kusnandi (2008) serta Hiltrimartin & Hartono (2010), menunjukkan bahwa pembelajaran dengan strategi Abduktif-Deduktif dapat menumbuhkembangkan kemampuan membuktikan mahasiswa dalam mata kuliah analisis, seperti Teori Bilangan dan Struktur Aljabar. Hal ini dikarenakan strategi Abduktif-Deduktif dikembangkan oleh Kusnandi (2008), secara khusus dirancang untuk memunculkan gagasan utama dari struktur pembuktian, baik untuk memahami pembuktian yang ada maupun untuk mengkonstruksi pembuktian. Sehingga, penulis menduga bahwa bahan ajar Struktur Aljabar yang dikembangkan dengan menggunakan *Problem Solving* yang dikolaborasikan dengan strategi Abduktif-Deduktif, dapat menumbuhkembangkan kemampuan pembuktian matematis mahasiswa.

Berdasarkan uraian tersebut, maka studi yang berfokus pada pengembangan bahan ajar untuk meningkatkan kemampuan pembuktian matematis mahasiswa perlu dilakukan. Pengembangan bahan ajar memiliki tiga kriteria utama, yaitu valid, praktis, dan efektif. Kriteria tersebut memiliki tingkatan yang berbeda. Artinya bahan ajar yang valid belum tentu praktis dan efektif. Bahan ajar yang praktis, sudah pasti valid, namun belum tentu efektif, sedangkan bahan ajar yang efektif

mencakup bahan ajar yang valid dan praktis.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode Penelitian dan Pengembangan (*Research and Development*). Prosedur penelitian pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah prosedur yang dikemukakan oleh Borg dan Gall (Trisnaningsih, 2007), yaitu: 1) melakukan analisis produk yang akan dikembangkan; 2) mengembangkan produk awal; 3) validasi ahli dan revisi; 4) uji coba lapangan skala kecil dan revisi produk; dan 5) uji coba lapangan skala besar dan produk akhir.

Instrumen penelitian yang digunakan adalah lembar validasi, pedoman wawancara, lembar observasi pembelajaran, lembar skala respon mahasiswa, lembar penilaian kinerja bahan ajar, dan tes kemampuan pembuktian matematis. Instrumen ini divalidasi oleh tim ahli dengan hasil tergolong kategori baik dan sudah memenuhi kriteria kelayakan untuk digunakan dalam penelitian.

Tahapan penelitian dan pengembangan ini terbagi menjadi tiga tahap, yang masing-masing dijabarkan sebagai berikut.

1. Tahap pendahuluan, yaitu melakukan analisis bahan ajar yang akan dikembangkan melalui studi literatur, menyusun dan mengembangkan bahan ajar, serta validasi bahan ajar oleh 4 orang ahli dan melakukan revisi tahap 1. Validasi ahli dilakukan melalui teknik *peer validation* (validasi rekan sejawat peneliti), yaitu oleh 4 orang dosen Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Muhammadiyah Sukabumi.
2. Tahap uji coba kelompok kecil. Setelah bahan ajar direvisi pada tahap 1, selanjutnya dilakukan uji terbatas terhadap kelompok kecil sebanyak 6 orang mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Muhammadiyah Sukabumi, yang dipilih secara acak sebagai pengguna produk. Metode yang dilakukan adalah metode *single one shot case study* (Sugiyono, 2011). Pada tahap ini peneliti melaksanakan pembelajaran kelas kecil dengan menggunakan bahan ajar selama 1 pertemuan (3 x 50 menit). Di akhir pembelajaran, mahasiswa diberi lembar skala respon terhadap bahan ajar, *post-test* kemampuan pembuktian matematis, dan wawancara.
3. Tahap uji lapangan, yaitu pengujian produk yang dilakukan terhadap

kelompok pemakai sebenarnya. Pada tahap ini, sampel yang digunakan yaitu 15 mahasiswa yang terdaftar sebagai peserta mata kuliah struktur aljabar, pada Program studi Pendidikan Matematika di Universitas Muhammadiyah Sukabumi, tahun akademik 2014/2015. Uji lapangan ini menggunakan desain eksperimen *before-after* (Sugiyono, 2011), yaitu membandingkan efektivitas sebelum dan sesudah penggunaan bahan ajar berbasis *problem solving* dengan strategi abduktif-deduktif terhadap peningkatan kemampuan pembuktian matematis mahasiswa. Uji coba tahap akhir ini dilaksanakan selama 9 pertemuan (9 x 150 menit), yang terdiri dari 1 pertemuan untuk *pre-test*, 2 pertemuan untuk pembelajaran tanpa bahan ajar, 1 pertemuan *post-test* kemampuan pembuktian matematis tanpa bahan ajar, 4 pertemuan pembelajaran menggunakan bahan ajar dan pemberian skala respon awal, serta 1 pertemuan untuk *post-test*, pemberian skala respon akhir, dan pemberian lembar penilaian kinerja bahan ajar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Validasi Tim Ahli

Berdasarkan hasil validasi tim ahli, penilaian bahan ajar dilihat dari

aspek struktur bahan ajar berada pada kategori baik. Aspek organisasi penulisan materi memiliki berada pada kategori sangat baik. Aspek isi yang disajikan berada pada kategori sangat baik. Serta aspek kebahasaan berada pada kategori baik. Secara keseluruhan, nilai rata-rata validasi bahan ajar yang dikembangkan berada pada kategori baik dan dapat digunakan dengan revisi sedikit. Oleh karena itu, bahan ajar yang dikembangkan direvisi pada aspek tampilan dan kebahasaan, untuk selanjutnya digunakan dalam tahap uji coba produk.

2. Hasil Uji Coba Skala Kecil

Hasil ujicoba skala kecil ini merupakan deskripsi respon mahasiswa, hasil wawancara mahasiswa, dan hasil tes kemampuan pembuktian matematis mahasiswa. Respon mahasiswa terhadap bahan ajar yang dikembangkan memiliki rata-rata skor 50.33 dari skor total 60. Ini berarti sekitar 83% mahasiswa merespon positif terhadap penggunaan bahan ajar, baik dari aspek penyajian bahan ajar, cakupan materi dalam bahan ajar, permasalahan yang disajikan, kesesuaian bahasa dengan ejaan yang disempurnakan, maupun ketertarikan mahasiswa terhadap bahan ajar. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa setuju menggunakan bahan ajar berbasis

problem solving dengan strategi abduktif-deduktif dalam proses pembelajaran struktur aljabar.

Selain menghasilkan respon yang positif, penggunaan bahan ajar juga cukup efektif digunakan untuk meningkatkan hasil belajar mahasiswa. Hal ini terlihat dari pencapaian kemampuan pembuktian matematis mahasiswa setelah menggunakan bahan ajar, memiliki rata-rata skor 6.33 dari skor total 11, yaitu menunjukkan tingkat pemahaman sebesar 57.58%. Hal ini juga berarti bahwa bahan ajar cukup efektif digunakan dalam pembelajaran struktur aljabar, terutama sebagai upaya menumbuhkembangkan kemampuan pembuktian matematis mahasiswa.

Selain kedua data tersebut, data hasil wawancara juga menunjukkan kepraktisan penggunaan bahan ajar. Berdasarkan hasil wawancara, respon positif mahasiswa terhadap penggunaan bahan ajar terjadi dikarenakan bahan ajar mudah dipahami, penjelasan dalam bahan ajar tidak bertele-tele, dan bahan ajar tersusun secara rinci. Meskipun demikian, mahasiswa mengungkapkan bahwa kotak untuk menyusun strategi pembuktian kurang besar, mahasiswa kurang leluasa dalam menuliskan jawaban, sehingga mahasiswa menuliskan jawaban dari permasalahan

yang diberikan dengan huruf yang cukup kecil.

Berdasarkan uraian tersebut, bahan ajar yang dikembangkan sudah memenuhi kriteria praktis dan efektif pada uji coba skala kecil. Namun demikian, hasil wawancara menunjukkan perlu adanya revisi terhadap bahan ajar. Oleh karena itu dilakukan revisi tahap 2, yaitu memperbesar huruf dan memperbesar kotak dalam lembar kerja.

3. Hasil Uji Lapangan

Hasil uji lapangan ini berasal dari analisis data respon mahasiswa terhadap penggunaan bahan ajar, perbandingan kinerja bahan ajar dalam proses pembelajaran, serta hasil tes kemampuan pembuktian matematis mahasiswa.

Rata-rata keseluruhan respon mahasiswa memiliki skor 45 dari skor total 60 untuk respon awal dan 54 dari skor total 60 untuk respon akhir. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa merespon positif terhadap penggunaan bahan ajar dalam pembelajaran struktur aljabar, respon tersebut berada pada rentang 75.11% - 78.44%. Dengan demikian, mahasiswa merespon baik dan menyetujui penggunaan bahan ajar berbasis *problem solving* dengan strategi abduktif-deduktif pada perkuliahan struktur aljabar, baik dari segi penyajian, materi yang ditampilkan, permasalahan

yang disajikan, ketertarikan mahasiswa untuk belajar, maupun segi bahasa atau struktur kalimat yang digunakan dalam bahan ajar.

Selain data respon mahasiswa yang positif, kemampuan pembuktian matematis mahasiswa sebelum dan sesudah menggunakan bahan ajar dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Data Kemampuan Pembuktian Matematis

Kriteria	<i>Pretest</i>	<i>Post 1</i>	<i>Post 2</i>
Jumlah	31.67	73	87
Rerata	2.11	4.87	5.80
N-Gain		0.31	0.42
Kriteria N-gain		sedang	sedang
Skor Maksimal = 11			

Berdasarkan tabel tersebut, dapat dilihat bahwa rata-rata *post-test* kemampuan pembuktian matematis mahasiswa sebelum menggunakan bahan ajar adalah 4.87 dari skor maksimal 11. Sedangkan rata-rata *post-test* kemampuan pembuktian matematis mahasiswa setelah menggunakan bahan ajar adalah 5.80 dari skor maksimal 11. Sehingga, nampak bahwa kemampuan pembuktian matematis mahasiswa setelah menggunakan bahan ajar lebih tinggi daripada sebelum menggunakan bahan ajar. Namun demikian, *n-gain* kemampuan pembuktian matematis mahasiswa sebelum dan sesudah menggunakan bahan ajar berturut-turut adalah 0.31 dan 0.42, yaitu keduanya pada kriteria peningkatan sedang.

Oleh karenanya perlu dilakukan pengujian hipotesis untuk melihat signifikansinya. Pengujian ini dilakukan dengan uji *Wilcoxon Signed Ranks Test* pada $\alpha = 5\%$. Adapun hasil pengujian ini dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Hasil Uji Hipotesis

Kriteria	Nilai
Z	-2.359 ^a
Nilai Sig. (2-pihak)	0.018

Nilai signifikansi ini kurang dari $\alpha = 0.05$, hal ini menunjukkan bahwa H_0 ditolak. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kemampuan pembuktian matematis mahasiswa setelah menggunakan bahan ajar lebih baik dari pada kemampuan pembuktian matematis mahasiswa sebelum menggunakan bahan ajar. Ini berarti penggunaan bahan ajar struktur aljabar berbasis *problem-solving* dengan strategi abduktif-deduktif efektif digunakan untuk menumbuhkembangkan kemampuan pembuktian matematis mahasiswa.

Selain kedua data tersebut, perbandingan kinerja penggunaan bahan ajar dalam proses pembelajaran menunjukkan tingkat kepraktisan dan efektivitas penggunaan bahan ajar berbasis *problem solving* dengan strategi abduktif-deduktif lebih baik daripada pembelajaran tanpa bahan ajar. Prosentase perbandingan kinerja pembelajaran struktur aljabar sebelum

dan sesudah menggunakan bahan ajar dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Kinerja Pembelajaran Sebelum dan Sesudah Penggunaan Bahan Ajar

Pembelajaran tanpa bahan ajar	Aspek-aspek kinerja yang diukur	pembelajaran dengan bahan ajar
33.33%	Kecepatan Pemahaman	60%
51.67%	Ketertarikan Mahasiswa	76.67%
41.67%	Kreativitas Mahasiswa	61.67%
36.67%	Hasil Belajar Mahasiswa	60%
40.83%	Rata-rata	64.58%

Berdasarkan tabel tersebut, terlihat bahwa rata-rata efektivitas pembelajaran dengan penggunaan bahan ajar struktur aljabar berbasis *problem-solving* dengan strategi abduktif-deduktif lebih tinggi daripada pembelajaran tanpa bahan ajar. Hal ini terlihat dari keempat aspek yang diukur, yaitu kecepatan pemahaman mahasiswa terhadap materi pada pembelajaran, ketertarikan mahasiswa terhadap bahan ajar, kreativitas mahasiswa pada pembelajaran, dan hasil belajar mahasiswa pada saat menggunakan bahan ajar lebih tinggi dari pada pembelajaran tanpa bahan ajar.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan ajar struktur aljabar berbasis *problem solving* dengan strategi abduktif-deduktif lebih efektif digunakan dari pada pembelajaran tanpa bahan ajar. Namun, untuk membuktikan signifikansi

perbedaan kinerja penggunaan bahan ajar dalam pembelajaran, perlu diuji secara statistik. Pengujian signifikansi ini dilakukan dengan uji t berkorelasi pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$. Rumus yang digunakan adalah

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} - 2r\left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}}\right)\left(\frac{s_2}{\sqrt{n_2}}\right)}}$$

(Sugiyono, 2011).

Keterangan:

$\bar{X}_1$ = rata-rata sampel yang menggunakan bahan ajar

$\bar{X}_2$ = rata-rata sampel yang tidak menggunakan bahan ajar

s_1 = simpangan baku sampel yang menggunakan bahan ajar

s_2 = simpangan baku sampel yang tidak menggunakan bahan ajar

s_1^2 = varians sampel yang menggunakan bahan ajar

s_2^2 = varians sampel yang tidak menggunakan bahan ajar

r = korelasi antar dua kelompok sampel

Berdasarkan hasil perhitungan uji t berkorelasi satu pihak kanan dengan $\alpha = 5\%$, diperoleh $t = 10.33$. Hasil tersebut, selanjutnya dibandingkan dengan t pada tabel, yaitu $t = 1.771$. Karena nilai t hitung lebih besar dari t tabel maka nilai tersebut berada pada daerah penolakan H_0 . Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa efektivitas penggunaan bahan ajar berbasis *problem solving* dengan strategi abduktif-deduktif dalam pembelajaran struktur aljabar secara signifikan lebih baik daripada

efektivitas pembelajaran tanpa bahan ajar.

Berdasarkan hasil pengolahan data secara keseluruhan, maka bahan ajar struktur aljabar berbasis *problem-solving* dengan strategi abduktif-deduktif sudah memiliki kriteria valid, praktis, dan efektif digunakan untuk menumbuhkembangkan kemampuan pembuktian matematis mahasiswa dalam mata kuliah analisis.

Berdasarkan hasil penelitian, pengembangan bahan ajar struktur aljabar berbasis *problem-solving* dengan strategi abduktif-deduktif memiliki tahapan sebagai berikut:

1. Menentukan materi yang akan dipelajari.
2. Menentukan indikator pembelajaran dan indikator kemampuan yang harus dikuasai mahasiswa.
3. Berdasarkan indikator tersebut, selanjutnya dirancang lembar kerja yang disesuaikan dengan tahapan *problem-solving* yang dikolaborasi dengan strategi-abduktif. Soal-soal yang dikembangkan dalam lembar kerja ini mencakup soal-soal non rutin yang dapat diselesaikan melalui tahapan sebagai berikut: a) identifikasi masalah, yaitu menyebutkan apa yang diketahui (data awal) dan apa yang ditanyakan (target akhir); b) merencanakan

strategi abduktif-deduktif, yaitu menjabarkan proses penyelesaian masalah yang bermula dari menurunkan target antara dari target akhir (langkah abduktif), baik melalui aturan, aksioma, teorema, ataupun definisi yang sesuai dengan target akhir. Target antara ini dapat berupa aturan, aksioma, teorema, ataupun definisi yang saling berhubungan dengan target akhir. Selanjutnya jika diperlukan, target antara yang dihasilkan kemudian diturunkan kembali menjadi target antara - target antara lain yang sesuai. Selain langkah abduktif, langkah deduktif juga memiliki cara yang sama dengan langkah abduktif, yaitu menghasilkan target antara. Perbedaannya adalah pada langkah ini target antara diturunkan dari data awal. Data awal diturunkan menjadi target antara melalui aturan, aksioma, teorema, ataupun definisi. Hal ini dilakukan sampai target antara dari data awal bertemu dengan target antara dari target akhir. Selanjutnya target antara yang diperoleh dari data awal dan target antara yang diperoleh dari target akhir dihubungkan melalui proses kunci. Proses kunci ini bisa berupa aturan, aksioma, teorema, ataupun definisi yang berkaitan. Setelah data awal dan target akhir

terhubung satu sama lain melalui target antara dan proses kunci, maka rancangan proses penentuan strategi untuk menyelesaikan masalah sudah selesai terbentuk. Pada tahap ini mahasiswa sudah mengetahui proses apa saja yang harus ditempuh untuk menyelesaikan masalah berdasarkan hasil penguraian strategi abduktif-deduktif; c) menyelesaikan masalah, yaitu mahasiswa menyelesaikan masalah melalui langkah-langkah yang diperoleh dari penguraian strategi abduktif-deduktif; dan d) memeriksa kembali proses dan hasil yang diperoleh, yaitu pengecekan proses, alur kerja, dan hasil yang diperoleh untuk menghindari kekeliruan.

4. Memberikan latihan soal-soal yang sesuai.

Produk akhir pengembangan bahan ajar struktur aljabar berbasis *problem-solving* dengan strategi abduktif-deduktif dapat dilihat pada **lampiran**.

PENUTUP

Berdasarkan rumusan masalah, pengolahan data, dan analisis data, beberapa kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini diantaranya:

1. Berdasarkan hasil validasi, rata-rata skor penilaian bahan ajar struktur aljabar berbasis *problem-solving*

dengan strategi abduktif-deduktif berada pada kategori baik dan sudah bisa digunakan dengan revisi sedikit. Oleh karena itu, bahan ajar yang dikembangkan direvisi pada aspek tampilan dan kebahasaan, yaitu penambahan tujuan dan indikator pembelajaran, memperbaiki petunjuk lembar kerja, dan memperbesar ruang pada kotak lembar kerja.

2. Berdasarkan hasil uji coba skala kecil, 83% mahasiswa merespon baik terhadap penggunaan bahan ajar struktur aljabar berbasis *problem-solving* dengan strategi abduktif-deduktif, baik dari aspek penyajian bahan ajar, cakupan materi dalam bahan ajar, permasalahan yang disajikan, kesesuaian bahasa dengan ejaan yang disempurnakan, maupun ketertarikan mahasiswa terhadap bahan ajar. Sejalan dengan hal tersebut, pada uji coba lapangan, 75.11%-78.44% mahasiswa merespon positif terhadap penggunaan bahan ajar struktur aljabar berbasis *problem-solving* dengan strategi abduktif-deduktif. Respon tersebut menunjukkan bahwa mahasiswa setuju dengan penggunaan bahan ajar dalam proses pembelajaran struktur aljabar. Hal ini pula lah yang menunjukkan bahwa bahan ajar sudah memiliki kriteria praktis jika

digunakan dalam proses pembelajaran struktur aljabar. Selain itu, prosentase pencapaian kemampuan pembuktian matematis mahasiswa adalah 57.5%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan bahan ajar cukup efektif digunakan dalam pembelajaran struktur aljabar, khususnya sebagai upaya meningkatkan kemampuan pembuktian matematis mahasiswa.

3. Peningkatan kemampuan pembuktian matematis mahasiswa sebelum dan sesudah menggunakan bahan ajar, keduanya berada pada kriteria peningkatan sedang. Namun, meskipun keduanya memiliki peningkatan dengan kategori yang sama, hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan pembuktian matematis mahasiswa setelah menggunakan bahan ajar secara signifikan lebih baik dari pada kemampuan pembuktian matematis mahasiswa sebelum menggunakan bahan ajar.
4. Efektivitas penggunaan bahan ajar struktur aljabar berbasis *problem solving* dengan strategi abduktif-deduktif jika dilihat dari aspek kecepatan pemahaman materi, ketertarikan mahasiswa terhadap bahan ajar, kreativitas mahasiswa, dan hasil belajar mahasiswa, secara signifikan lebih baik daripada

efektivitas pembelajaran tanpa bahan ajar. Sejalan dengan hal itu, efektivitas penggunaan bahan ajar dilihat dari peningkatan kemampuan pembuktian matematis mahasiswa setelah menggunakan bahan ajar secara signifikan lebih baik dari pada peningkatan kemampuan pembuktian matematis mahasiswa sebelum menggunakan bahan ajar. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan ajar struktur aljabar berbasis *problem solving* dengan strategi abduktif-deduktif lebih efektif digunakan dalam perkuliahan struktur aljabar.

A. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih yang tak terkira kepada LPPM UMMI yang sudah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arnawa, I. M. (2009). *Meningkatkan Kemampuan Pembuktian Mahasiswa dalam Aljabar Abstrak melalui Pembelajaran berdasarkan Teori APOS*. [Online] tersedia dalam <http://journal.fmipa.itb.ac.id/jms/article/view/238/248>
- Hanna, G. & Jahnke, H. N. (1996). *Proof and Application. International Handbook of Mathematics Education*. Netherland: Kluwer Academic Publisher.
- Kusnandi. (2008). *Pembelajaran Matematika dengan Strategi Abduktif-Deduktif untuk Menumbuhkembangkan Kemampuan Membuktikan pada Mahasiswa*. Bandung: Disertasi Universitas Pendidikan Indonesia.
- Maya, R. & Sumarmo, U. (2011). *Mathematical Understanding and Proving Abilities: Eperiment with Undergraduate Stdent by using Modified Moore Learning Approach. Kumpulan Makalah Berpikir dan Disposisi Matematik serta Pembelajarannya*. Bandung: Jurusan Pendidikan Matematika UPI.
- National Council of Theachers of Mathematics (NCTM). (2003). *Programs for Initial Preparation of Mathematics Teachers: Standards for Middle Level Mathematics Teachers*. Reston, Va.: NCTM, 2003.
- Polya, G. (1973). *How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method*. Princeton, New Jersey: Priceton University Press.
- Selden, A. & Selden, J. (2003). *Validations of Proof Considered as Texts: Can Undergraduates tell Whether an Argument proves a Theorem?.* *Journal for Research in Mathematics Education*. 34(1), 4-36.
- Trisnaningsih. (2007). *Pengembangan Bahan Ajar untuk Meningkatkan Pemahaman Materi Mata Kuliah Demografi Teknik*. *Jurnal Ekonomi dan Pendidikan*. 4 (2), 1-13.
- Wahyudin. (2008). *Pembelajaran dan Model-Model Pembelajaran (Pelengkap untuk Meningkatkan Kompetensi Pedagogis Para guru dan Calon Guru Profesional)*. Bandung: JICA UPI

Lampiran Produk Akhir Bahan Ajar yang dikembangkan

