

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR STRUKTUR ALJABAR UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMBUKTIAN MATEMATIS MAHASISWA

Syarifah Fadillah dan Jamilah
FMIPA dan Teknologi IKIP PGRI Pontianak
Email: atick_fdl@yahoo.co.id

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengembangkan bahan ajar struktur aljabar dalam meningkatkan kemampuan pembuktian matematis mahasiswa dan (2) mengetahui kemampuan pembuktian matematis mahasiswa setelah memperoleh pembelajaran dengan menggunakan bahan ajar yang dikembangkan. Penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development approach* dengan menggunakan model 4-D (*Four-D Models*). Subjek penelitian adalah mahasiswa IKIP PGRI Pontianak yang mengambil matakuliah struktur aljabar pada semester ganjil tahun akademik 2014/2015 yang terdiri atas satu kelas. Data dianalisis melalui perpaduan deskriptif dan kualitatif. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa (1) bahan ajar struktur aljabar yang telah disusun tergolong valid baik dari segi kecermatan isi, ketercernaan, penggunaan bahasa, maupun perwajahan, dengan beberapa catatan perbaikan, (2) penggunaan bahan ajar struktur aljabar dapat mengembangkan kemampuan pembuktian matematis sebesar 18,84%.

Kata Kunci: *Bahan Ajar Struktur Aljabar, Kemampuan Pembuktian Matematis*

DEVELOPING ALGEBRAIC STRUCTURE TEACHING MATERIALS TO IMPROVE STUDENTS' MATHEMATICAL PROOF ABILITY

Abstract: This study was aimed to: (1) develop algebraic structure teaching materials to improve the students' mathematical proof ability, and (2) find out the students' mathematical proof ability after being taught using the developed materials. This study belonged to the research and development approach using the four-D model. The subjects were students of IKIP PGRI Pontianak taking the Algebraic Structure Course in the odd semester of the 2014/2015 academic year in one class. The data were analyzed both descriptively and qualitatively. The findings showed that: (1) the developed algebraic structure teaching materials were valid viewed from the content accuracy, understandability, language use, and face validity, with some notes for improvement, and (2) the use of the developed algebraic structure teaching materials could improve students' mathematical proof ability as much as 18.84%.

Keywords: *Algebraic Structure teaching materials, Mathematical Proof Ability*

PENDAHULUAN

Matakuliah struktur aljabar merupakan salah satu mata kuliah dalam kurikulum jurusan/program studi matematika dan pendidikan matematika di semua perguruan tinggi di Indonesia. Melalui perkuliahan struktur aljabar, mahasiswa dapat menyarikan hal-hal yang umum dari berbagai sistem matematika yang sudah mereka kenal sebelumnya, dan mahasiswa memunyai kesempatan untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang konsep-konsep seperti identitas dan invers. Dalam struktur aljabar, ma-

hasiswa juga dapat belajar tentang pentingnya peran timbal balik antara konsep matematika dan bahasa, yaitu (1) pentingnya bahasa yang teliti dalam matematika dan (2) pentingnya matematika dalam mendukung bahasa yang teliti (Arnawa, 2006:2).

Pembuktian memainkan peranan penting dalam struktur aljabar karena sarat dengan definisi, lema, dan teorema. Agar dapat memahami struktur aljabar dengan baik, mahasiswa dituntut untuk dapat memahami setiap lema dan teorema yang dipelajari. Salah satu syarat agar hal tersebut

tercapai adalah mahasiswa harus memunyai kemampuan dalam membuktikan lema dan teorema yang dipelajari dan dapat membuktikan beberapa permasalahan yang terkait dengan penerapan definisi, lema, dan teorema. Dengan demikian, hal tersebut akan meningkatkan pemahaman mahasiswa dalam struktur aljabar dapat dilakukan melalui peningkatan kemampuan mahasiswa dalam pembuktian.

Kemampuan pembuktian yang dimaksud disini adalah kemampuan mahasiswa dalam memvalidasi atau mengkritisibukti dan mengonstruksibukti yang berhubungan jenis-jenis pembuktian yang sering muncul dalam mata kuliah struktur aljabar, khususnya dalam topik teori grup. Kegiatan memvalidasi atau mengkritisi bukti meliputi: (1) membaca suatu pembuktian dalam matematika untuk menentukan kebenaran atau kekeliruannya dengan melihat kesesuaian antara sistem aksioma, premis, hasil-hasil matematika yang sudah ada (lema atau teorema), dengan alur penalaran deduktifnya, (2) melengkapi pembuktian (bila ditemukan ada kekeliruan), (3) membandingkan keefektifan bukti yang satu dengan bukti yang lainnya (Selden dan Selden, 2003:34).

Dalam kenyataannya masih banyak mahasiswa yang mengalami kesulitan dalam melakukan proses pembuktian. Kesulitan ini terjadi tidak hanya pada mahasiswa tingkat pertama perkuliahan, namun ternyata mahasiswa program yang lebih tinggi (pascasarjana) pun mengalami kesulitan dalam membuktikan walaupun dengan porsi yang lebih kecil. Jika ditelusuri proses berpikir pembuktian matematikawan, ternyata sangat berbeda dengan alur berpikir yang disajikan pada buku-buku teks matematika saat ini sehingga terdapat masalah ketika mahasiswa melakukan proses pembuktian (Santosa, 2013).

Berdasarkan pengalaman peneliti sebagai dosen matakuliah struktur aljabar pada program studi pendidikan matematika IKIP PGRI Pontianak, struktur aljabar merupakan mata kuliah yang sulit untuk dipelajari dan juga sulit untuk diajarkan. Dari sisi mahasiswa, kesulitan ini misalnya disebabkan oleh: (1) konsep-konsep dalam struktur aljabar sangat abstrak, (2) banyak contoh-contoh yang berkenaan dengan konsep, tidak dikenali dengan baik oleh mahasiswa, (3) banyak mahasiswa yang belum terbiasa dengan pembuktian deduktif.

Kesulitan mahasiswa dalam membuktikan, tidak hanya terjadi pada mahasiswa IKIP PGRI Pontianak. Douek (1999:125) menyatakan bahwa sebagian besar mahasiswa masih kesulitan dalam menulis pembuktian matematika. Salah satu penyebabnya berkenaan dengan pandangan mahasiswa itu sendiri terhadap pembuktian, yakni kadang-kadang mahasiswa memandang bukti formal sebagai permainan manipulasi lambang-lambang matematika yang tak bermakna.

Proses pembelajaran tentang bukti matematika seharusnya ditampilkan dalam bentuk kegiatan yang memfasilitasi proses konstruksi dan rekonstruksi pemahaman konseptual mahasiswa. Diharapkan bahwa melalui kegiatan belajar mengajar yang efektif, mahasiswa mampu memahami konsep bukti matematika secara memadai yang mencakup aspek-aspek tentang apa dan bagaimana bukti matematika itu serta apa dan bagaimana peran dan kedudukan bukti di dalam matematika. Dengan pengalaman belajar yang demikian, apresiasi dan keterampilan pembuktian yang dimiliki oleh mahasiswa diharapkan dapat terbangun atau menjadi lebih meningkat (Sabri, 2015:16).

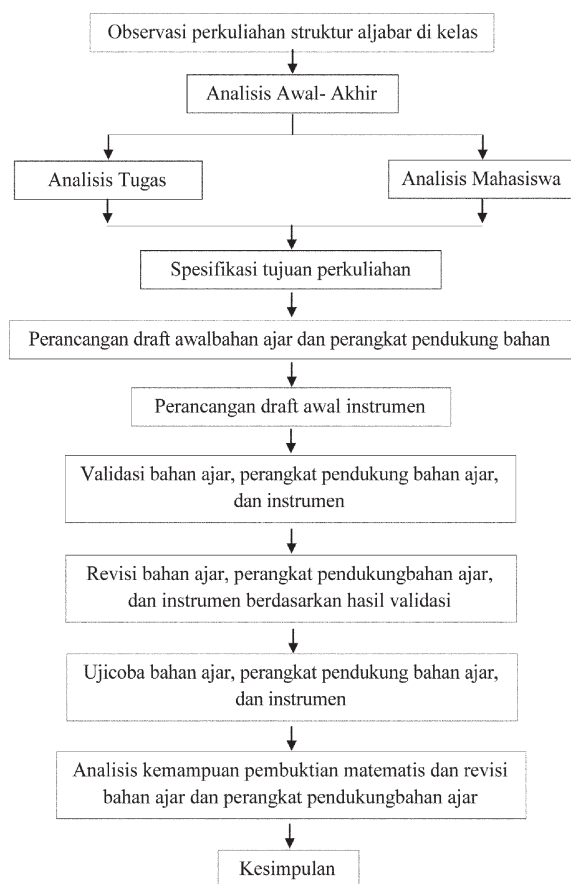
Untuk dapat membuat proses pembelajaran yang memfasilitasi proses konstruksi dan rekonstruksi pemahaman konseptual mahasiswa tentunya diperlukan sebuah bahan ajar yang mendukung pengembangan kemampuan pembuktian tersebut. Oleh karena itu, hal tersebut memotivasi untuk melakukan penelitian dalam rangka mengembangkan bahan ajar struktur aljabar untuk mengembangkan kemampuan pembuktian matematis mahasiswa. Tulisan ini akan mengemukakan langkah-langkah pengembangan bahan ajar tersebut.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development* (R & D) dengan menggunakan model 4-D (*four-D models*) yang terdiri dari empat tahap, yaitu: tahap pendefinisian (*define*), tahap perancangan (*design*), tahap pengembangan (*develop*), dan tahap pendiseminasian (*disseminate*). Untuk keperluan pengembangan bahan ajar dalam penelitian ini tahapan yang dilakukan sampai pada tahap pengembangan (*develop*).

Pada tahap pendefinisian ditetapkan dan didefinisikan kebutuhan perkuliahan struktur aljabar dengan menganalisis tujuan mata kuliah dan batasan materinya, sesuai dengan kurikulum di program studi Pendidikan Matematika IKIP PGRI Pontianak. Kegiatan yang dilakukan adalah analisis awal-akhir, analisis mahasiswa, analisis tugas, dan spesifikasi tujuan perkuliahan.

Tahapan kedua yaitu disain. Tahap ini merupakan tahap awal dari perancangan bahan ajar yang akan digunakan dalam perkuliahan struktur aljabar. Selain itu, juga dilakukan penyusunan instrumen tes kemampuan pembuktian matematis, Rencana Kegiatan Pembelajaran Semester (RKPS), dan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP).



Gambar 1. Alur Pengembangan Bahan Ajar Struktur Aljabar

Tahapan ketiga adalah pengembangan. Pada tahap ini bahan ajar yang telah dirancang, divalidasi oleh para ahli yang dipandang cakap sehingga diperoleh informasi berupa masukan, evaluasi, dan revisi terhadap model bahan ajar

yang telah dirancang. Bahan ajar mata kuliah struktur aljabar yang telah direvisi berdasarkan usulan para validator, selanjutnya diujicobakan pada perkuliahan struktur aljabar. Alur pengembangan bahan ajar struktur aljabar seperti pada Gambar 1.

Subjek penelitian adalah mahasiswa IKIP PGRI Pontianak yang mengambil mata kuliah struktur aljabar pada semester ganjil tahun akademik 2014/2015 yang terdiri atas dua kelas. Kedua kelas ini digunakan pada saat ujicoba lapangan penggunaan bahan ajar dalam perkuliahan struktur aljabar. Ujicoba bertujuan untuk mengetahui kemampuan pembuktian matematis mahasiswa setelah memperoleh perkuliahan dengan menggunakan bahan ajar yang dikembangkan. Selain itu, ia juga bertujuan memperoleh masukan guna perbaikan bahan ajar.

Teknik analisis data yang akan dilakukan adalah dengan mendeskripsikan secara naratif langkah-langkah pengembangan bahan ajar mulai dari tahap pendefinisian sampai pada tahap pengembangan. Pada tahap pengembangan dideskripsikan hasil validasi dari tiga orang validator yang menilai kualitas bahan ajar struktur aljabar yang telah dihasilkan dari tahap perancangan. Adapun aspek-aspek yang akan dinilai dari bahan ajar adalah: (1) ketepatan cakupan isi, meliputi kesesuaian isi bahan ajar dengan tujuan perkuliahan yang akan dicapai, dan keluasan atau kedalaman isi bahan ajar, (2) ketercernaan bahan ajar, meliputi penyajian materi yang sistematis dan format yang tertib dan konsisten, (3) penggunaan bahasa, yaitu bahasa atau redaksional yang digunakan dalam bahan ajar jelas, tepat, dan komunikatif, (4) perwajahan/tampilan dari bahan ajar menarik dan (5) penggunaan ilustrasi yang jelas dan tepat.

Analisis data kemampuan pembuktian matematis dilakukan dengan melakukan penskoran untuk masing-masing indikator pembuktian matematis, Menghitung persentase kemampuan pembuktian matematis dan mengkategorikan kemampuan pembuktian matematis dengan kategori tinggi, sedang, dan rendah, yaitu:

$0\% \leq P < 30\%$: kemampuan pembuktian matematis rendah

$30\% \leq P \leq 70\%$: kemampuan pembuktian matematis sedang

$70\% < P \leq 100\%$: kemampuan pembuktian matematis tinggi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang akan dikemukakan adalah tahap pengembangan bahan ajar struktur aljabar mulai dari tahap *define* hingga tahap *develop*. Rincian kegiatan untuk masing-masing tahap pengembangan model tersebut adalah sebagai berikut.

Tahap Pendefinisian

Kegiatan yang dilakukan pada tahap pendefinisian adalah analisis awal-akhir, analisis mahasiswa, analisis tugas, dan spesifikasi tujuan perkuliahan. Pada kegiatan analisis awal-akhir ditentukan masalah dasar yang diperlukan dalam pengembangan bahan ajar dengan melakukan telaah terhadap kurikulum dan teori belajar yang relevan, sehingga diperoleh deskripsi bahan ajar yang dianggap sesuai.

Struktur aljabar merupakan bentuk perumuman dari sistem aljabar yang diajarkan pada tingkat sekolah. Pada tingkat sekolah, aljabar bilangan, aljabar fungsi, aljabar matriks dan sebagainya dipandang sebagai hal yang berbeda, tetapi sebenarnya terdapat struktur yang sama di antara bentuk-bentuk aljabar tersebut, yaitu memunyai struktur grup. Dari analisis terhadap materi grup, maka disimpulkan perlu dikembangkan sebuah bahan ajar yang menjembatani pengetahuan awal mahasiswa terhadap konsep aljabar di tingkat sekolah ke sistem yang lebih abstrak.

Analisis berikutnya setelah analisis awal-akhir adalah analisis mahasiswa. Analisis mahasiswa merupakan telaah karakteristik mahasiswa yang sesuai dengan rancangan pengembangan model bahan ajar. Dari pengalaman penulis mengajar struktur aljabar selama beberapa semester, mahasiswa selalu mengalami kesulitan ketika mempelajari tentang pembuktian dalam struktur aljabar, oleh karena itu perlu dikembangkan bahan ajar yang berorientasi pada peningkatan kemampuan pembuktian matematis mahasiswa.

Setelah melaksanakan analisis materi dan analisis mahasiswa selanjutnya dilakukan analisis konsep. Analisis konsep adalah suatu kegiatan mengidentifikasi, merinci, dan menyusun secara sistematis konsep-konsep matematika yang

relevan untuk dibentuk menjadi bahan ajar yang sesuai, berdasarkan analisis materi. Dari analisis ini diperoleh bahwa bahan ajar yang disusun terdiri atas tiga pokok bahasan: (1) grup yang terdiri atas tujuh kegiatan belajar, yaitu: operasi biner, definisi grup, grup komutatif, sifat-sifat grup, grup siklik, grup permutasi, dan order grup dan elemen grup; (2) subgrup yang terdiri atas empat kegiatan belajar, yaitu: definisi subgrup, sifat-sifat subgrup, koset dan indeks, dan subgroup normal; (3) homomorfisma grup yang terdiri atas tiga kegiatan belajar, yaitu: homomorfisma grup, isomorfisma grup, dan kernel.

Kegiatan berikutnya adalah analisis tugas. Pada analisis tugas ini, diidentifikasi standar kompetensi dan kompetensi dasar yang akan dicapai melalui perkuliahan struktur aljabar. Dari analisis tugas disusun standar kompetensi dan kompetensi dasar yang tertuang dalam Rencana Kegiatan Pembelajaran Semester (RKPS), dan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) struktur aljabar.

Kegiatan spesifikasi tujuan pembelajaran merupakan kegiatan terakhir dari tahap pendefinisian. Dalam kegiatan ini dilakukan pengkonversian standar kompetensi dan kompetensi dasar dari analisis tugas dan analisis materi menjadi tujuan perkuliahan. Tujuan perkuliahan tercantum dalam pendahuluan bahan ajar dan dipertegas kembali dalam setiap kegiatan belajar.

Tahap Perancangan

Tahap ini merupakan tahap awal dari perancangan bahan ajar struktur aljabar yang akan digunakan dalam perkuliahan. Dari tahap perancangan ini diperoleh draft bahan ajar struktur aljabar yang terdiri dari empat belas kegiatan belajar. Pada tahap perancangan ini juga disusun perangkat pendukung berupa RKPS, RPP, dan tes pembuktian matematis.

Tahap Pengembangan

Bahan ajar yang telah dirancang pada tahap perancangan (*design*) divalidasi oleh tiga orang ahli yang dipandang cakap sehingga diperoleh informasi berupa masukan, evaluasi, dan revisi terhadap model bahan ajar yang telah dirancang. Validator diminta memberi masukan tentang kecermatan isi, ketercernaan, penggunaan ba-

hasa, dan perwajahan dari bahan ajar. Bahan ajar mata kuliah struktur aljabar yang telah direvisi berdasarkan usulan para validator, selanjutnya diujicobakan pada perkuliahan di kelas.

Kecermatan isi adalah validitas atau kesahihan isi secara keilmuan. Validitas isi menunjukkan bahwa isi bahan ajar dikembangkan berdasarkan konsep dan teori yang berlaku pada struktur aljabar. Dalam menilai validitas isi ini, validator diminta memberikan penilaian tentang definisi, teorema, contoh, dan latihan-latihan yang termuat dalam bahan ajar sesuai dengan tujuan perkuliahan yang akan dicapai seperti yang tertuang pada awal setiap kegiatan pembelajaran dan kemampuan yang akan dikembangkan melalui bahan ajar tersebut, yaitu kemampuan pembuktian matematis mahasiswa. Perbaikan bahan ajar yang dilakukan berdasarkan masukan validator mengenai validitas isi ini antara lain pada bahan ajar pertama untuk kegiatan belajar enam yaitu grup permutasi. Perbaikan yang dilakukan adalah menambah materi yang kurang lengkap menurut salah seorang validator.

Ketercernaan bahan ajar meliputi pemaparan atau penyajian materi yang logis dan runtut, kelengkapan contoh dan ilustrasi yang memudahkan pemahaman, dan format bahan ajar yang tertib dan konsisten. Pada aspek ketercernaan ini tiga orang validator menyatakan bahwa bahan ajar telah valid tanpa memerlukan perbaikan kembali karena penyajian materi dalam bahan ajar telah logis dan runtut, serta format bahan ajar telah tertib dan konsisten pada setiap bahan ajar. Namun demikian dua orang validator menyarankan agar soal latihan pada setiap bahan ajar ditambah.

Dalam mengembangkan bahan ajar, penggunaan bahasa menjadi salah satu faktor yang penting. Pemilihan ragam bahasa dan pemilihan kata dalam menyusun kalimat efektif akan berpengaruh terhadap kualitas bahan ajar. Penggunaan bahasa komunikatif akan membuat mahasiswa merasa seolah-olah berinteraksi dengan dosennya melalui tulisan-tulisan dalam bahan ajar tersebut. Beberapa perbaikan bahan ajar dari aspek bahasa telah dilakukan oleh peneliti, baik bahasa matematika, maupun penggunaan kalimat yang dirasa kurang tepat pemakaiannya. Perbaikan ini dilakukan berdasarkan coretan para validator dalam naskah bahan ajar.

Perwajahan berperan dalam penataan letak informasi dalam satu halaman cetak. Dalam hal ini tidak ada masukan berarti dari validator, karena dalam penyusunan bahan ajar ini peneliti telah mempertimbangkan beberapa hal yang menurut Belawati dkk (2004:2.8) perlu diperhatikan dalam penyusunan bahan ajar, antara lain: (1) narasi atau teks tidak terlalu padat dalam satu halaman, (2) menggunakan grafik atau gambar yang bermakna, (3) memvariasikan jenis dan ukuran huruf untuk membuat tampilan bahan ajar menjadi lebih menarik, dan (4) menggunakan sistem penomoran yang konsisten untuk seluruh bagian bahan ajar.

Setelah memperbaiki bahan ajar berdasarkan masukan dari para validator, selanjutnya dilakukan ujicoba penggunaan bahan ajar pada satu kelas. Ujicoba dilakukan untuk mengukur efek dari penggunaan bahan ajar struktur aljabar yang telah dikembangkan dalam meningkatkan kemampuan pembuktian matematis mahasiswa. Ujicoba juga dimaksudkan untuk memperbaiki bahan ajar berdasarkan masukan di lapangan.

Kemampuan pembuktian matematis mahasiswa diukur melalui tes pembuktian matematis yang terdiri dari tiga soal, meliputi: (1) soal yang mengukur kemampuan mengkonstruksi bukti meliputi penggunaan metode-metode pembuktian dan penggunaan fakta, konsep, dan prinsip matematika, (2) soal yang mengukur kemampuan membaca suatu pembuktian untuk menentukan kebenaran atau kekeliruannya dengan melihat kesesuaian antara sistem aksioma, premis, atau teorema yang sudah ada, serta (3) soal yang mengukur kemampuan dalam melengkapi pembuktian.

Rata-rata kemampuan pembuktian matematis mahasiswa setelah memperoleh pembelajaran dengan menggunakan bahan ajar yang dikembangkan adalah 14,13 dari skor total, yaitu 75. Ini berarti bahwa penggunaan bahan ajar struktur aljabar dapat mengembangkan kemampuan pembuktian matematis sebesar 18,84%. Hasil ini menunjukkan bahwa pengembangan kemampuan pembuktian matematis menggunakan bahan ajar struktur aljabar masih tergolong rendah. Hasil ini menunjukkan bahwa bahan ajar struktur aljabar yang dikembangkan belum dapat meningkatkan kemampuan pembuktian matematis mahasiswa.

Tabel 1. Revisi Bahan Ajar

No.	Bahan ajar	Kegiatan Belajar	Revisi Bahan Ajar
1	Grup	Operasi biner	Menambahkan contoh soal pada materi sifat-sifat operasi biner. Memperbaiki beberapa soal latihan agar dapat mengarah pada indikator pembuktian matematis.
		Definisi grup	Memperbaiki penggunaan istilah komposisi biner diganti menjadi operasi biner agar konsisten dengan kegiatan belajar 1.
		Sifat-sifat grup	Memperbaiki langkah pembuktian teorema. Menambah latihan soal karena belum terdapat latihan soal mengenai sifat-sifat grup.
		Grup siklik	Menambahkan definisi bilangan berpangkat sebelum membahas grup siklik, Memperbaiki definisi grup siklik. Menambah contoh soal.
		Grup permutasi	Menambah contoh soal. Menambah latihan soal karena belum terdapat latihan soal mengenai grup permutasi.
		Order grup dan order elemen grup	Pembahasan mengenai order grup dipindah ke dalam kegiatan belajar dua (definisi grup), pada bagian ini hanya dibahas order elemen grup.
2	Subgrup	Definisi Subgrup	Membuat beberapa contoh membuktikan subgrup dari sebuah grup dengan menggunakan definisi.
		Sifat-sifat subgrup	Menambah beberapa teorema dan membahas pembuktiannya. Menambah soal-soal latihan berkaitan dengan pembuktian yang disesuaikan dengan indikator pembuktian matematis.
		Koset dan indeks	Membahas beberapa pembuktian teorema dengan memperhatikan indikator kemampuan pembuktian matematis.
		Subgrup normal	Menambah non contoh subgrup normal untuk menguatkan pemahaman mahasiswa. Menambah beberapa teorema dan membahas pembuktiannya.
3	Homomorfisma grup	Definisi Homomorfisma grup	Menambah non contoh homomorfisma untuk menguatkan pemahaman mahasiswa.
		Kernel Isomorfisma dan Automorfisma	Menambahkan soal latihan Mengganti contoh soal berkaitan tentang isomorfik karena terdapat kekeliruan

Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Arnawa (2009:67) yang mencoba mengembangkan kemampuan memvalidasi bukti mahasiswa FMIPA Universitas Negeri Padang dan mahasiswa FMIPA Universitas Andalas pada mata kuliah aljabar abstrak dengan menggunakan teori *APOS*, juga menghasilkan kemampuan yang masih jauh dari yang diharapkan yaitu 5,82 dari skor maksimum 20.

Meningkatkan kemampuan pembuktian matematis bukanlah suatu hal yang mudah mengingat bahwa kualitas konstruksi bukti ditentukan oleh enam kategori yaitu langkah awal, alur pembuktian, konsep-konsep terkait, argumen atau kemampuan memberikan alasan, ekspresi kunci, dan bahasa dalam pembuktian (Isnarto, 2014:228). Oleh karena itu, dalam perkuliahan struktur aljabar, dosen harus menekankan pentingnya enam kategori dalam membangun bukti kepada mahasiswa.

Hasil penelitian yang belum mencapai tujuan yang diharapkan, tentunya menjadi bahan evaluasi bagi peneliti guna menyempurnakan bahan ajar yang dikembangkan. Bahan ajar struktur aljabar digunakan selama perkuliahan struktur aljabar dari materi operasi biner hingga homomorfisma grup selama empat belas kali pertemuan, diperoleh beberapa catatan terkait bahan ajar yang digunakan. Berdasarkan catatan lapangan, diperoleh saran-saran perbaikan. Secara umum, hal-hal yang harus diperbaiki dari bahan ajar ini adalah muatan materi, contoh soal, dan latihan soal hendaknya lebih mengarahkan mahasiswa dalam mengembangkan kemampuan berpikir matematis. Secara khusus, hal-hal yang perlu dilakukan revisi seperti disajikan pada Tabel 1.

Penyempurnaan bahan ajar yang telah dikembangkan belum cukup untuk meningkatkan kemampuan pembuktian matematis mahasiswa. Penggunaan bahan ajar hendaknya dipadukan dengan penggunaan model pembelajaran agar bahan ajar yang dikembangkan dapat digunakan secara maksimal. Pelaksanaan dipandu belajar penemuan akan membantu mahasiswa untuk memahami algoritmapembuktian yang sah. Hal ini sesuai dengan pendapat Selden dan Selden (2007:28) bahwa belajar tidak cukup hanya de-

ngan memahami pembuktian melalui pekerjaan rumah atau tes, tanpa bantuan dosen. Selden dan Selden (2007: 29) merekomendasikan pembelajaran melalui presentasi dari sejumlah pernyataan dan mahasiswa diminta untuk membuktikan pernyataan. Dipandu pembelajaran penemuan menyediakan kesempatan yang lebih luas bagi siswa untuk memahami bukti. Kegiatan bertanya dan menjawab dalam diskusi kelas mengharuskan mahasiswa menjelaskan argumentasinya dalam melakukan pembuktian. Hal tersebut memberikan pengalaman berharga untuk meningkatkan kemampuan pembuktian.

Hal ini juga sejalan dengan hasil penelitian Mulbar (2013:420) yang menyimpulkan bahwa penggunaan model pembelajaran dengan mengoptimalkan aktivitas dan kreativitas siswa, serta menyenangkan, akan berimplikasi positif terhadap kesuksesan belajar seseorang. Oleh karena itu, mengembangkan buku ajar saja belum dapat mengembangkan kemampuan pembuktian matematis, penggunaan buku ajar sebaiknya dipadukan dengan penggunaan model pembelajaran yang tepat untuk mendapatkan hasil yang optimal.

PENUTUP

Produk dari penelitian ini adalah bahan ajar struktur aljabar beserta perangkat pendukungnya berupa RKPS, RPP, dan tes pembuktian matematis. Bahan ajar struktur aljabar yang telah dikembangkan tergolong valid baik dari segi kecermatan isi, ketercernaan, penggunaan bahasa, maupun perwajahan, dengan beberapa catatan perbaikan dari para validator. Penggunaan bahan ajar struktur aljabar belum dapat mengembangkan kemampuan pembuktian matematis seperti yang diharapkan. Penggunaan bahan ajar hanya dapat mengembangkan kemampuan pembuktian matematis sebesar 18,84% yang tergolong rendah.

Hasil penelitian yang belum mencapai tujuan yang diharapkan menjadi bahan evaluasi bagi peneliti guna menyempurnakan bahan ajar yang dikembangkan. Penggunaan bahan ajar juga hendaknya dipadukan dengan penggunaan model pembelajaran agar bahan ajar yang dikembangkan dapat digunakan secara maksimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu sehingga hasil penelitian dalam bentuk artikel ini dapat diselesaikan. Terimakasih kepada Rektor IKIP PGRI Pontianak atas kesempatan yang diberikan untuk melaksanakan penelitian ini dan Pengelola Jurnal Ilmiah *Cakrawala Pendidikan* Universitas Negeri Yogyakarta yang telah menerbitkan hasil penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arnawa, Made I. 2006. “Meningkatkan Kemampuan Pembuktian Mahasiswa dalam Aljabar Abstrak Melalui Pembelajaran Berdasarkan Teori APOS”. *Disertasi*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Arnawa, Made I. 2009. “Mengembangkan Kemampuan Mahasiswa dalam Memvalidasi Bukti pada Aljabar Abstrak melalui Pembelajaran Berdasarkan Teori APOS”. dalam *Jurnal Matematika dan Sains*. XIV(2). hlm 62-68.
- Belawati, Tian dkk. 2004. *Pengembangan Bahan Ajar*. Pusat Penerbitan Universitas Terbuka.
- Douek, Nadia. 1999. “Some Remarks about Argumentation and Mathematical Proof and Their Educational Implications”. *Proceedings of the First European Research in Mathematics Educations*. <http://www.fmd.uni-osnabrueek.de/ebooks/erme/cerme1-proceedings/cerme1-proceedings.html>. (diunduh tanggal 19 Oktober 2014).
- Isnarto, et al. 2014. “Students’ Proof Ability: Exploratory Studies of Abstract Algebra Course”. *International Journal of Education and Research*. II(6). hlm 215-228
- Mulbar, Usman. 2013. Pengembangan Model Pembelajaran Matematika dengan Memanfaatkan Sistem Sosial Masyarakat. dalam *Jurnal Cakrawala Pendidikan*. XXXII (3). hlm 420 – 431.
- Sabri, 2013. “Bukti di dalam Belajar Mengajar Matematika”. <http://digiilib.unm.ac.id/files/disk1/5/universitas%20negeri%20makassar-digilib-unm-sabri-234-1-bukti-di-a.pdf>. (diunduh 15 September 2014).
- Santosa, Cecep A. 2013. “Mengatasi Kesulitan Mahasiswa Ketika Melakukan Pembuktian Matematis Formal”. dalam *Jurnal Pengajaran MIPA*. XVIII (2). <http://jurnal.upi.edu/2127/author/cecep-anwar-hf-santosa>. (diunduh 15 September 2014).
- Selden, Annie. dan Selden, John. 2003. “Validations of Proof Considered as Texts: Can Undergraduates tell Whether an Argument proves a Theorem?” Dalam *Journal for Research in Mathematics Education*. XXXIV (1). hlm 4-36.
- Selden, Annie. dan Selden, John. 2007. *Teaching Proving by Coordinating Aspects of Proofs with Students’ Abilities*. https://math.tntech.edu/techreports/TR_2007_2.pdf(diunduh 21 September 2014).