

**EFEKTIVITAS BAHAN AJAR MATEMATIKA DISKRET
BERBASIS REPRESENTASI MULTIPLEL
DITINJAU DARI KEMAMPUAN KOMUNIKASI DAN KONEKSI
MATEMATIS MAHASISWA CALON GURU MATEMATIKA**

Djamilah Bondan Widjajanti¹, Fitriana Yuli Saptaningtyas², Dwi Lestari³

^{1,2,3}Jurusan Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Yogyakarta

¹dj_bondan@yahoo.com

Abstrak

Dalam rangkaian melakukan penelitian pengembangan Bahan Ajar Matematika Diskret berbasis Representasi Multipel, suatu uji coba terbatas telah dilakukan untuk mengetahui efektivitas Bahan Ajar tersebut ditinjau dari kemampuan komunikasi dan koneksi matematis mahasiswa calon guru matematika. Subyek uji coba yang digunakan pada penelitian ini adalah 41 mahasiswa Pendidikan Matematika, FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta yang menempuh perkuliahan Matematika Diskret pada semester Februari-Juni 2013.

Instrumen untuk mengukur kemampuan komunikasi dan koneksi matematis berupa soal uraian, masing-masing terdiri empat soal yang dikembangkan oleh tim peneliti dan divalidasi oleh lima orang dosen Jurdik Matematika FMIPA UNY. Ada tiga indikator untuk mengukur kemampuan komunikasi matematis dan 4 indikator untuk mengukur kemampuan koneksi matematis. Bahan ajar yang dikembangkan dapat dikatakan efektif ditinjau dari kemampuan komunikasi dan koneksi matematis jika minimal ada 75% subyek uji coba yang memperoleh skor kemampuan komunikasi dan koneksi matematis dalam kategori tinggi atau sangat tinggi, yaitu memperoleh skor lebih dari 21 dari skor maksimal 36.

Hasil penelitian menunjukkan ada 78% mahasiswa (32 dari 41) yang memperoleh skor kemampuan komunikasi matematis lebih dari 21, dan ada 83% mahasiswa (34 dari 41) yang memperoleh skor kemampuan koneksi matematis lebih dari 21. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa dalam uji coba terbatas ini bahan ajar yang dikembangkan oleh peneliti dapat dikategorikan efektif ditinjau dari kemampuan komunikasi dan koneksi matematis.

Kata kunci: Diskret, representasi, komunikasi, koneksi

A. PENDAHULUAN

Dari waktu ke waktu, kemampuan komunikasi matematis menjadi bagian yang penting dalam Matematika dan Pendidikan Matematika (NCTM, 2000; Ontario Ministry of Education, 2005; Wichelt, 2009). Pentingnya kemampuan komunikasi matematis dalam Matematika dan Pendidikan Matematika, juga tercermin dari dimasukkannya aspek komunikasi ini di dalam kegiatan matematis pada Kurikulum Matematika di berbagai negara. Dari makalah-makalah yang dipresentasikan pada APEC TSUKUBA International Conference III Tahun 2007 dapat diketahui bahwa mempunyai kemampuan komunikasi matematis telah menjadi salah satu tujuan dari diberikannya matematika di sekolah, seperti di Singapura, Malaysia, dan Philippine (Har, 2007;

Makalah dipresentasikan dalam Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika dengan tema "*Penguatan Peran Matematika dan Pendidikan Matematika untuk Indonesia yang Lebih Baik*" pada tanggal 9 November 2013 di Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY

Lim & Chew, 2007; Ulep, S.A., 2007). Di Jepang, komunikasi matematis tidak secara eksplisit ada di dalam dokumen kurikulum, namun menjadi bagian yang penting dari kegiatan pemecahan masalah (Isoda, 2007) dan sangat ditekankan di dalam ruang-ruang kelas (Khaing, et.al., 2007). Di Indonesia, menurut Peraturan Menteri Nomor 22 Tahun 2006 tentang Standard Isi, salah satu tujuan diberikannya pelajaran matematika di sekolah adalah agar siswa mampu mengomunikasikan gagasan dengan simbol, tabel, diagram, atau media lain untuk memperjelas keadaan atau masalah.

Bagi siswa, terlibat dalam komunikasi matematis, baik dengan guru maupun dengan teman-temannya, baik secara lisan maupun tertulis, baik pada saat pembelajaran berlangsung maupun di luar kelas, akan sangat banyak manfaatnya untuk meningkatkan pemahaman matematis mereka. Menurut *National Council of Teacher of Mathematics* “*When students are challenged to think and reason about mathematics and to communicate the results of their thinking to others orally or in writing, they learn to be clear and convincing*” (NCTM, 2000). Walk, Congress, M., Bansho (2010) juga menyatakan bahwa “*the use of mathematical language helps students gain insights into their own thinking and develop and express their mathematical ideas and strategies, precisely and coherently, to themselves and to others*”.

Selain kemampuan komunikasi matematis, kemampuan koneksi matematis juga menjadi aspek penting dalam Matematika. Mengapa penting? Sejak di Sekolah Dasar siswa sudah diperkenalkan pada banyak konsep matematika. Semakin hari, konsep-konsep matematika yang ada dalam pikiran siswa tentulah semakin banyak seiring pertambahan pengalaman belajar mereka. Agar berbagai konsep matematika tersebut dapat dikembangkan untuk membangun konsep, ide atau gagasan baru, maka siswa harus mampu mencari hubungan antar konsep, dan bahkan mencari hubungan suatu konsep matematika dengan konsep pada mata pelajaran lain dan pada kehidupan sehari-hari. Kemampuan seperti itulah yang dinamakan dengan kemampuan koneksi matematis (*mathematical connection*).

Kemampuan koneksi matematis siswa perlu dikembangkan terus menerus. Sebab, manakala para siswa dapat menghubungkan berbagai konsep/ide matematis, pemahaman mereka terhadap matematika akan lebih dan lebih mendalam (NCTM, 2000). Kemampuan koneksi matematis juga memungkinkan siswa melihat matematika sebagai suatu keseluruhan, bukan bagian-bagian yang saling terpisah (NCTM, 2000; Ontario Ministry of Education, 2005).

Demikian pentingnya kemampuan komunikasi dan koneksi matematis bagi siswa. Oleh karena itu, para guru matematika dan mahasiswa calon guru matematika juga harus mempunyai kemampuan komunikasi dan koneksi matematis yang memadai agar mampu mengembangkan kemampuan komunikasi dan koneksi matematis siswa. Pentingnya kemampuan komunikasi dan koneksi matematis dimiliki oleh seorang guru/calon guru matematika juga didasarkan pada pemikiran bahwa sebagian terbesar konsep-konsep matematika diperoleh siswa dari para guru matematika mereka. Jika guru matematika salah mengomunikasikan konsep matematika kepada siswa tentu dapat berakibat pada gambaran siswa yang salah tentang matematika. Apalagi jika guru matematika tersebut tidak mampu mengoneksikan (menghubungkan) konsep matematika yang satu dengan yang lain, atau tidak mampu mengoneksikan pelajaran matematika dengan kehidupan sehari-hari anak dan pelajaran lain, tentulah semakin menambah keyakinan siswa bahwa matematika merupakan pelajaran yang sulit, penuh rumus, dan tidak terlalu kelihatan kegunaannya, kecuali untuk berhitung.

Namun, kenyataan di lapangan belum sepenuhnya sesuai harapan. Berdasarkan studi awal yang dilakukan peneliti terhadap kemampuan komunikasi dan koneksi matematis mahasiswa

Program Studi Matematika FMIPA UNY yang menempuh perkuliahan Matematika Diskret semester Februari-Juni 2012 dapat diketahui bahwa kemampuan mahasiswa dalam komunikasi dan koneksi matematis masih perlu untuk ditingkatkan. Lebih dari 60% mahasiswa (21 dari 34 mahasiswa) yang diteliti menunjukkan kemampuan koneksi dan komunikasi matematis dalam kategori rendah dan sedang.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kemampuan komunikasi dan koneksi matematis mahasiswa calon guru matematika adalah dengan pemberian perkuliahan menggunakan strategi perkuliahan kolaboratif berbasis masalah. Strategi perkuliahan ini merupakan kombinasi model perkuliahan kolaboratif dan pendekatan pembelajaran berbasis masalah. Hasil penelitian Djamilah (2010) menunjukkan keunggulan strategi perkuliahan ini dibandingkan perkuliahan konvensional, khususnya dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis mahasiswa calon guru matematika.

Namun, untuk mendukung pelaksanaan perkuliahan menggunakan strategi kolaboratif berbasis masalah diperlukan pemilihan mata kuliah yang tepat dan bahan ajar yang mendukung. Matematika Diskret menjadi mata kuliah yang dipilih dalam mengimplementasikan strategi ini karena beberapa pertimbangan, antara lain: (1) Mempunyai beberapa pokok bahasan yang menuntut pemahaman konsep, prinsip, dan prosedur-prosedur yang tidak sederhana dan banyak terapannya dalam berbagai bidang, sehingga dipandang sangat cocok untuk disampaikan menggunakan pendekatan berbasis masalah; (2) Menguasai materi Matematika Diskret penting bagi mahasiswa calon guru matematika, karena menurut Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2007 Tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru, salah satu kompetensi guru mata pelajaran Matematika pada SMP/MTs, SMA/MA, SMK/MAK adalah mampu menggunakan konsep dan proses matematika diskrit; dan (3) Diberikan untuk mahasiswa semester 5 yang dapat diasumsikan sudah mempunyai cukup keberanian untuk menyampaikan pendapat dalam diskusi.

Pelaksanaan perkuliahan Matematika Diskret menggunakan strategi kolaboratif berbasis masalah untuk meningkatkan kemampuan komunikasi dan koneksi matematis mahasiswa calon guru matematika perlu didukung bahan ajar yang sesuai. Bahan ajar yang demikian dapat dikembangkan berbasis representasi multipel. Dengan representasi multipel, seperti representasi dalam bentuk verbal, gambar, numerik, simbol aljabar, tabel, diagram, atau grafik, memungkinkan mahasiswa untuk membangun suatu konsep dan berpikir matematis melalui masalah-masalah yang dikemukakan. Sampai saat ini, belum ada bahan ajar Matematika Diskret berbasis representasi multipel yang dikembangkan khusus untuk mahasiswa calon guru matematika sekolah menengah (mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika) dan yang dirancang untuk meningkatkan kemampuan komunikasi dan koneksi matematis mahasiswa. Berdasarkan latar belakang masalah yang demikianlah, penelitian pengembangan ini dilakukan.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian pengembangan ini menggunakan model pengembangan *ADDIE* yaitu pengembangan produk melalui tahap *Analysis-Design-Develop-Implement-Evaluate*. Pada tahap *Implement* diperlukan uji coba terbatas untuk mengetahui efektivitas produk yang dikembangkan ditinjau dari kemampuan komunikasi dan koneksi matematis mahasiswa calon guru matematika. Subyek uji coba yang digunakan pada penelitian ini adalah 41 mahasiswa Pendidikan

Matematika, FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta yang menempuh perkuliahan Matematika Diskret pada semester Februari-Juni 2013.

Instrumen untuk mengukur kemampuan komunikasi dan koneksi matematis berupa soal uraian, masing-masing terdiri empat soal yang dikembangkan oleh tim peneliti dan divalidasi oleh lima (5) orang dosen Jurdik Matematika FMIPA UNY. Indikator untuk mengukur kemampuan komunikasi matematis adalah mahasiswa mampu: (1) menuliskan dengan benar apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan menggunakan notasi yang benar atau menggunakan kalimat yang jelas/sederhana; (2) menuliskan dengan benar alasan atau penjelasan untuk setiap jawaban atau langkah penyelesaian yang dipilihnya; dan (3) menggunakan istilah, notasi, tabel, diagram, bagan, gambar, atau ilustrasi dengan tepat. Sedangkan indikator untuk kemampuan koneksi matematis adalah mahasiswa mampu (1) menyatakan dengan benar hubungan antar fakta, konsep, atau prinsip matematika; (2) menyebutkan konsep, prinsip, atau teorema yang mendasari solusi dari permasalahan matematis yang diberikan; (3) menyelesaikan masalah menggunakan konsep, prinsip, atau teorema dengan benar; dan (4) menyusun model matematis dari masalah sehari-hari atau membuat contoh masalah sehari-hari dari model matematis yang diberikan.

Skor minimal dan maksimal untuk setiap indikator kemampuan komunikasi matematis, berturut-turut adalah 0 dan 3. Sedangkan skor minimal dan maksimal untuk setiap indikator kemampuan koneksi matematis, berturut-turut adalah 0 dan 6. Kriteria untuk menilai keefektifan bahan ajar yang dikembangkan ditetapkan oleh tim peneliti, yaitu bahan ajar yang berupa diktat perkuliahan dikatakan efektif jika minimal ada 75% subyek uji coba yang memperoleh skor kemampuan komunikasi dan koneksi matematis dalam kategori tinggi atau sangat tinggi. Menggunakan kriteria pengelompokan dari Saifuddin Azwar (2010), dengan $M = (\text{skor maksimal} + \text{skor minimal})/2 = 18$, dan $S = (\text{skor maksimal} - \text{skor minimal})/6 = 6$ diperoleh kategorisasi kemampuan sebagaimana dalam Tabel 1 berikut

Tabel 1 Kategorisasi Kemampuan

Total Skor (X)		Kategori
$X \leq M - 1.5 S$	$X \leq 9$	Sangat rendah
$M - 1.5 S < X \leq M - 0.5 S$	$9 < X \leq 15$	Rendah
$M - 0.5 S < X \leq M + 0.5 S$	$15 < X \leq 21$	Sedang
$M + 0.5 S < X \leq M + 1.5 S$	$21 < X \leq 27$	Tinggi
$X > M + 1.5 S$	$X > 27$	Sangat tinggi

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 2 berikut ini menyajikan distribusi frekuensi perolehan skor untuk kemampuan komunikasi dan koneksi matematis dari 41 mahasiswa.

Tabel 2

Distribusi Frekuensi Skor Kemampuan Komunikasi dan Koneksi Matematis

Total Skor (X)	Kategori	Komunikasi		Koneksi	
		Frek	(%)	Frek	(%)
$X \leq 9$	Sangat rendah	0	0	0	0
$9 < X \leq 15$	Rendah	2	5	1	2
$15 < X \leq 21$	Sedang	7	20	6	15
$21 < X \leq 27$	Tinggi	27	66	26	63
$X \geq 27$	Sangat tinggi	5	12	8	20
Jumlah		41	100	41	100

Dari data pada Tabel 2 dapat diketahui ada 78% mahasiswa (32 dari 41) yang memperoleh skor kemampuan komunikasi matematis lebih dari 21, dan ada 83% mahasiswa (34 dari 41) yang memperoleh skor kemampuan koneksi matematis lebih dari 21. Sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan maka dapat disimpulkan bahwa dalam uji coba terbatas yang dilakukan terhadap 41 mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika FMIPA UNY ternyata bahan ajar yang dikembangkan oleh peneliti dapat dikategorikan efektif ditinjau dari kemampuan komunikasi dan koneksi matematis mahasiswa. Hasil ini sesuai dengan hipotesis peneliti bahwa bahan ajar yang berupa Diktat Perkuliahan Matematika Diskret yang berbasis representasi multipel efektif ditinjau dari kemampuan komunikasi dan koneksi matematis mahasiswa calon guru matematika. Hasil ini juga mendukung pernyataan NCTM (2000) bahwa representasi akan mendukung siswa dalam memahami konsep-konsep matematika dan hubungannya, mengomunikasikan pendekatan atau argumen matematis, menghubungkan beragam konsep, dan dalam menggunakan pendekatan matematis untuk menyelesaikan masalah nyata dalam kehidupan sehari-hari.

Walaupun secara keseluruhan hasil uji coba terbatas ini menunjukkan bahan ajar efektif ditinjau dari kemampuan komunikasi dan koneksi matematis, namun jika diperhatikan lebih rinci dari pekerjaan mahasiswa yang memperoleh skor kurang dari 22 (jadi termasuk dalam kategori rendah atau sedang) maka dapat diketahui bahwa kesalahan/kekurangan yang paling menonjol adalah kemampuan mahasiswa dalam memberi alasan. Hasil yang demikian ini memberi petunjuk bahwa perintah untuk memberi alasan/penjelasan pada setiap langkah penyelesaian soal/masalah perlu diperbanyak dan diberi penekanan.

Untuk aspek penggunaan istilah, notasi, tabel, diagram, bagan, gambar, atau ilustrasi dalam mengomunikasikan ide/gagasan, khususnya dalam rangka menyelesaikan soal/masalah yang diberikan, walaupun skor total mencapai 306 dari skor maksimal yang mungkin sebesar 369, namun beberapa kesalahan mahasiswa dalam hal ini cukup memerlukan perhatian. Sebagai contoh, untuk menjawab soal/masalah sebagai berikut.

Di suatu Negeri Dongeng, setiap pasang kelinci melahirkan dua pasang kelinci pada saat usia mereka satu bulan dan melahirkan enam pasang kelinci lagi setiap bulannya mulai usia mereka dua bulan. Dapatkah Anda menghitung banyak pasang kelinci di negeri dongeng tersebut pada bulan ke- n ? Jika dapat, hitunglah. Jika tidak, jelaskan alasan Anda dan lengkapi dengan informasi yang diperlukan hingga Anda dapat menghitungnya, kemudian hitunglah.

Salah satu jawaban mahasiswa adalah sebagai tampak pada Gambar 1 berikut.

Banyaknya pasang kelinci di Pulau tersebut pada bulan ke- n adalah

bulan	kelinci (dlm pasang)			Total kelinci (dlm pasang)
	Muda	Remaja	Tua	
0	1	-	-	1
1	$1 \times 2 = 2$	1	-	3
2	$2 \times 2 + 1 \times 6 = 10$	2	$1 \times 6 = 6$	13
3	$10 \times 2 + 3 \times 6 = 38$	10	$2 + 1 = 3$	51
...				
dst				

$$a_3 = 10 \cdot 2 + 3 \cdot 6 + 10 + 3$$

$$51 = 10 \cdot 3 + 3 \cdot 7$$

$$51 = (2 \times 2 + 1 \times 6) \cdot 3 + (1 \times 2 + 1) \cdot 7$$

$$51 = (2 \times 2 + 1 \times 6) \cdot a_1 +$$

$$a_2 = 2 \cdot 2 + 1 \cdot 6 + 2 + 1$$

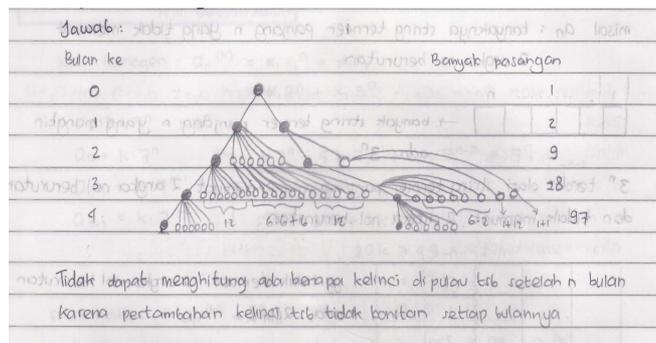
$$13 = 2 \cdot 3 + 1 \cdot 7$$

$$13 = (1 \times 2) \cdot 3 +$$

Gambar 1 Contoh Jawaban Mahasiswa

Memperhatikan cara/metode yang digunakan mahasiswa untuk menyelesaikan soal/masalah sebagaimana tampak pada Gambar 1 tersebut, dapat diidentifikasi bahwa mahasiswa yang bersangkutan kurang tepat dalam memilih ilustrasi/tabel untuk membantunya mengenali pola jawaban. Walaupun ia sudah memperoleh jawaban benar sampai bulan ke-3, namun ia gagal dalam merumuskan jawaban akhir.

Lain halnya dengan jawaban mahasiswa sebagaimana tampak dalam Gambar 2 berikut. Penggunaan diagram yang kurang tepat menjadikan ia kesulitan untuk menggambarkan apa yang ia inginkan pada baris-baris berikutnya,



Gambar 2 Contoh Jawaban Mahasiswa

D. SIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil uji coba terbatas terhadap 41 mahasiswa Pendidikan Matematika, FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta yang menempuh perkuliahan Matematika Diskret pada semester Februari-Juni 2013 dapat disimpulkan bahwa dalam uji coba terbatas ini bahan ajar yang dikembangkan oleh peneliti dapat dikategorikan efektif ditinjau dari kemampuan komunikasi dan koneksi matematis.

Meskipun secara keseluruhan hasil uji coba sudah menunjukkan bahwa bahan ajar yang berupa Diktat Perkuliahan Matematika Diskret telah efektif ditinjau dari kemampuan komunikasi dan koneksi matematis, namun diktat tersebut masih memerlukan beberapa tambahan/revisi. Tambahan yang pertama adalah perlunya penekanan untuk memberi contoh dan perintah untuk memberi alasan/penjelasan dalam setiap langkah penyelesaian soal/masalah. Tambahan lainnya adalah contoh soal/masalah yang dalam memperoleh penyelesaiannya dapat dibantu dengan beragam representasi.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Djamilah Bondan Widjajanti. 2010. *Analisis Implementasi Strategi Perkuliahan Kolaboratif Berbasis Masalah dalam Mengembangkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis, Kemampuan Komunikasi Matematis, dan Keyakinan terhadap Pembelajaran Matematika*. Disertasi. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Har, Y. B. 2007. *The Singapore Mathematics Curriculum and Mathematical Communication*. Paper presented at APEC-TSUKUBA International Conference III, December 9-14, 2007, Tokyo Kanazawa and Kyoto, Japan.
- Isoda, M. 2007. *How can we develop classroom communication? With an example of classroom dialectic*. Paper presented at APEC-TSUKUBA International Conference III, December 9-14, 2007, Tokyo Kanazawa and Kyoto, Japan.
- Khaing, T.T, K. Hamaguchi, and M. Ohtani, M. 2007. *Development Mathematical Communication in the Classroom*. Paper presented at APEC-TSUKUBA International Conference III, December 9-14, 2007, Tokyo Kanazawa and Kyoto, Japan.
- Lim, C.H., and C.M. Chew. 2007. *Mathematical Communication in Malaysian Bilingual Classroom*. Paper presented at APEC-TSUKUBA International Conference III, December 9-14, 2007, Tokyo Kanazawa and Kyoto, Japan.
- National Council of Teachers of Mathematics. 2000. *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston: NCTM.
- Ontario Ministry of Education . 2005. *The Ontario Curriculum*. Online in <http://www.edu.gov.on.ca/eng/curriculum/elementary/math18curr.pdf>
- Saifuddin Azwar. 2010. *Tes Prestasi: Fungsi Pengembangan Pengukuran Prestasi Belajar*. Yogyakarta: Pustaka Remaja.

Ulep, S.A. 2007. *Developing Mathematical Communication in Philippine Classrooms*. Paper presented at APEC-TSUKUBA International Conference III, December 9-14, 2007, Tokyo Kanazawa and Kyoto, Japan.

Walk, G., M. Congress, and Bansho . 2010. *Communication in the Mathematics Classroom* . Online in <http://www.edu.gov.on.ca/eng/literacynumeracy/inspire/research/>

Wichelt, L. 2009. *Communication: A Vital Skill of Mathematics*. Online in <http://digitalcommons.unl.edu/mathmidactionresearch/18>