

PENGEMBANGAN MODEL DAN PERANGKAT PEMBELAJARAN GEOMETRI BIDANG BERBANTUAN *OPEN SOFTWARE* GEOGEBRA

I Putu Wisna Ariawan

Universitas Pendidikan Ganesha, Jl. Udayana 11 Singaraja
e-mail: putu_wisna_ariawan@yahoo.com

Abstract: Development of A Geogebra Open Software Assisted Instructional Model Of Plane Geometry Course. The study aimed at developing an instructional model of Plane Geometry Course and its supporting materials, which is expecting to improve the students' critical thinking skills. The model was a *reasoning and problem solving* assisted by Geogebra Open Software. The instructional materials involved were a textbook, manual of implementing Geogebra *Open Software*, and students' work sheets. The development model was based on 4D model from *Thiagarajan, Semmel and Semmel*. The instructional model was tried out by involving the students of class B Department of Mathematic Education, Faculty of MIPA Undiksha joining a program of Plane Geometry Course on the even Semester in 2011/2012. The results indicated that the instructional model and materials supported the model was fairly qualified according to the product quality requirement of Nieveen version, such as valid, practical, effective, as well as it could improve the students' critical thinking skills.

Abstrak: Pengembangan Model dan Perangkat Pembelajaran Geometri Bidang Berbantuan *Open Software* Geogebra. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model dan perangkat pembelajaran mata kuliah Geometri Bidang berbantuan *open software* Geogebra yang diharapkan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa. Model pembelajaran yang dikembangkan adalah model pembelajaran *reasoning and problem solving* berbantuan *open software* Geogebra. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan meliputi buku ajar, petunjuk/pedoman pemanfaatan *software* Geogebra dan lembar kerja mahasiswa. Pengembangan model dan perangkat pembelajaran dilakukan dengan menggunakan model 4 D dari Thiagarajan, Semmel *and* Semmel. Uji coba model dan perangkat pembelajaran dilakukan dengan melibatkan mahasiswa kelas B jurusan pendidikan Matematika FMIPA Undiksha yang mengikuti perkuliahan Geometri Bidang pada Semester Genap Tahun Akademik 2010/2011. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model dan perangkat pembelajaran yang dikembangkan telah memenuhi syarat kualitas produk versi Nieveen, yaitu valid, praktis, dan efektif, serta dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa.

Kata-kata Kunci: *reasoning and problem solving*, *open software* geogebra, berpikir kritis

Pembelajaran Geometri Bidang yang dilaksanakan hingga saat ini di jurusan pendidikan matematika FMIPA Undiksha menasar kepada standar kompetensi "memahami logika dan sistem aksiomatis yang berlaku dalam geometri Euclide, dan melalui bekal dasar pemahaman logika, sistem aksiomatis, strategi pembuktian, hasil bukti teorema dasar maupun teorema lanjut

yang berlaku dalam geometri Euclide dapat digunakan untuk membangun kemampuan dan keterampilan melukis maupun teoritis dalam bidang geometri *Euclide* sehingga siap digunakan untuk mengajarkan materi terkait di sekolah menengah". Rumusan standar kompetensi yang akan disasar pada pembelajaran Geometri Bidang seperti rumusan di atas berimplikasi pada

adanya tuntutan kemampuan berpikir yang lebih tinggi bagi mahasiswa. Kemampuan berpikir yang di-tuntut tidak cukup hanya *retention* atau *recall* (retensi atau memanggil) maupun *basic thinking* (pemahaman konsep) tetapi setidaknya diperlukan kemampuan berpikir kritis (Santayasa, 2004).

Dalam aktivitas yang menyangkut geometri, Duval (1998) mengemukakan bahwa ada tiga jenis proses kognitif yang harus disinergikan yakni proses visualisasi, proses konstruksi menggunakan alat, dan proses bernalar. Ketiga proses ini harus dikoneksikan karena sinergi dari ketiga proses kognitif tersebut merupakan syarat penting dalam mempelajari geometri. Sementara itu, Pederson (2004) menyatakan bahwa geometri merupakan suatu keterampilan yang melibatkan mata, tangan, dan pikiran, Ada lebih banyak aspek visual dan dinamis pada geometri dibandingkan dengan bidang lainnya. Kedua pendapat di atas memberikan sinyal bahwa dalam pembelajaran Geometri, khususnya mata kuliah Geometri Bidang, diperlukan suatu media yang mampu menyediakan fasilitas visual dan dinamis secara baik. Media yang tepat digunakan untuk menjawab permasalahan ini adalah media berbasis teknologi, Hal ini diperkuat oleh Hohenwarter, dkk. (2008) yang menyatakan bahwa sudah sepantasnya pada saat ini pembelajaran matematika, khususnya Geometri Bidang, dilakukan dengan cara mengintegrasikan teknologi ke dalamnya.

Pembelajaran Geometri Bidang dengan memanfaatkan media berbasis teknologi yang dapat memberi visualisasi dengan baik memang sangat dibutuhkan karena untuk dapat memahami suatu konsep atau teorema kadangkala perlu dilengkapi dengan ilustrasi berupa gambar. Gambar yang dikonstruksi dapat digunakan untuk memperjelas suatu konsep atau teorema karena konstruksi gambar yang sesuai pada hakikatnya bukan hanya sekadar gambar sederhana yang berfungsi sebagai ilustrasi belaka, tetapi sebenarnya merepresentasikan suatu hasil konstruksi yang melibatkan mental, konseptual, dan sifat-sifat gambar secara simultan yang perlu

dikaji lebih mendalam melalui kemampuan berpikir yang lebih tinggi. Gambar yang dikonstruksi untuk memperjelas suatu konsep atau teorema tersebut harus diinterpretasikan dengan benar agar suatu konsep atau teorema yang tersaji di dalamnya dapat dikuasai dengan benar.

Menurut Van Blerk, dkk. (2008), ada 3 faktor yang mempengaruhi kemampuan mahasiswa dalam menginterpretasikan suatu gambar geometri yakni: (1) pengetahuan konseptual awal yang relevan dengan gambar, (2) keterampilan kognitif atau penalaran yang dimiliki untuk memvisualisasikan dan menilai gambar, dan (3) jenis gambar yang digunakan untuk merepresentasikan suatu konsep. Ketiga faktor tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut.

Menurut Roschelle (1995), pengetahuan konseptual awal tidak hanya mencakup level konsep saja tetapi juga mencakup level persepsi, pusat perhatian, keterampilan prosedural, penalaran, dan keyakinan terhadap pengetahuan. Oleh sebab itu, relevansi antara pengetahuan awal yang dimiliki mahasiswa dengan gambar yang disajikan semakin memberikan peluang bagi mahasiswa untuk dapat menginterpretasikan gambar geometri yang disajikan. Keterampilan penalaran merupakan syarat penting dalam mempelajari Geometri. Mahasiswa yang memiliki keterampilan penalaran yang baik akan mampu membuat koneksi antara pengetahuan konseptual awal yang dimilikinya dengan gambar geometri yang sedang diamatinya serta akan mampu menemukan hubungan-hubungan yang ada pada gambar geometri yang disajikan. Dengan demikian, mereka juga akan mampu menilai gambar yang disajikan. Dalam geometri, suatu teorema dapat disajikan dalam berbagai bentuk gambar. Begitu pula sebaliknya, semakin kompleks gambar yang digunakan untuk menyatakan suatu teorema, kecenderungannya semakin sulit gambar tersebut untuk diinterpretasikan.

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa berdasarkan karakteristik dari materi mata kuliah Geometri Bidang, setidaknya akan ada dua komponen yang bisa mempengaruhi hasil belajar mahasiswa. *Pertama*, tuntutan kemampu-

an berpikir kritis mahasiswa untuk dapat memahami materi. *Kedua*, perlunya mengintegrasikan teknologi yang mampu menyediakan fasilitas visual dan dinamis secara baik yang menjadi jembatan bagi mahasiswa untuk memahami materi,

Berangkat dari permasalahan-permasalahan tersebut maka dalam pembelajaran mata kuliah Geometri Bidang harus dikembangkan suatu model pembelajaran inovatif beserta perangkatnya dengan mengintegrasikan teknologi berbasis *ICT* yang diharapkan dapat melatih dan sekaligus meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa. Upaya yang diyakini dapat menjawab ataupun menangani permasalahan tersebut adalah dengan mengembangkan model pembelajaran *reasoning and problem solving* berbantuan *open software* Geogebra beserta perangkat-perangkat pendukungnya yang berkualitas melalui suatu penelitian pengembangan.

METODE

Subjek penelitian adalah mahasiswa kelas B semester II Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA Undiksha yang memprogram dan mengambil mata kuliah Geometri Bidang pada tahun akademik 2010/2011 sebanyak 31 orang. Dilihat dari tujuannya, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model pembelajaran inovatif sehingga penelitian ini termasuk dalam penelitian pengembangan. Model penelitian pengembangan yang digunakan adalah modifikasi dari *four-D Models* yang dikembangkan oleh Thiagarajan, Semmel dan Semmel (dalam Trianto, 2007:56). Modifikasi dilakukan melalui penyederhanaan tahapan yang ada pada *four-D Models* dari empat tahap menjadi tiga tahap, yaitu pen-*definisan (define)*, perancangan (*design*), dan pengembangan (*develop*).

Pada tahap *define*, kegiatan difokuskan untuk menganalisis permasalahan-permasalahan serta kebutuhan yang diperlukan dalam upaya untuk mendefinisikan syarat-syarat pembelajaran. Pada tahap *design* dilakukan kegiatan penyusunan tes, pemilihan media, pemilihan format

dan desain awal. Melalui kegiatan ini dapat dihasilkan suatu perangkat awal yang dalam penelitian ini disebut dengan *Draft I*. Pada tahap *develop* dilakukan pengkajian terhadap kualitas produk yang dikembangkan dengan mengacu kepada kriteria kualitas produk yang dikembangkan oleh Nieveen (1999). Menurut Nieveen (1999), suatu produk dikatakan berkualitas jika produk tersebut memenuhi kriteria *validity*, *practicality* dan *effectiveness*. Tahap *develop* diawali dengan validasi oleh ahli. Validasi/penilaian dilakukan terhadap perangkat dan instrumen yang dikembangkan pada tahap perancangan (*Draft I*) sehingga menghasilkan *Draft II*. Kegiatan validasi ini ditujukan untuk mengkaji kualitas produk dari aspek *validity* dan *practicality*. *Draft II* selanjutnya diuji coba untuk memperoleh masukan langsung dari mahasiswa. Proses uji coba dilakukan untuk mengkaji kualitas produk dari aspek *practicality* dan *effectiveness*. Hasil uji coba dijadikan dasar untuk penyempurnaan *draft* sehingga diperoleh produk akhir. Proses uji coba dilakukan melalui Penelitian Tindakan Kelas (PTK) sebanyak dua siklus sampai akhirnya diperoleh produk akhir yang berkualitas,

Ada dua jenis validitas yang dikaji yakni validitas model dan validitas perangkat. Model yang dikembangkan dikatakan valid jika memenuhi kriteria berikut (dimodifikasi dari Yamasari, 2010:3): (1) lebih dari setengah (minimal 51%) validator menyatakan bahwa model pembelajaran yang dikembangkan minimal berada pada kategori "didukung oleh teori yang cukup kuat"; dan (2) lebih dari setengah (minimal 51%) validator menyatakan bahwa keterkaitan antara komponen-komponen model pembelajaran minimal berada pada kategori "keterkaitan antarkomponen model cukup kuat".

Ada tiga perangkat pembelajaran yang dikembangkan. Kriteria validitas perangkat pembelajaran mengacu pada yang dikemukakan oleh Yamasari (2010:3). Jika \bar{P}_i adalah rata-rata skor validator pada perangkat ke-*i*, maka kriteria validitasnya adalah seperti berikut.

- $3 \leq \bar{P}_i \leq 4$ menyatakan perangkat valid
 $2 \leq \bar{P}_i < 3$ menyatakan perangkat cukup valid
 $1 \leq \bar{P}_i < 2$ menyatakan perangkat tidak valid

Perangkat yang dikembangkan dikatakan valid, jika rata-rata skor validator pada masing-masing perangkat yang dikembangkan berada pada kategori valid.

Uji keterterapan (*practicality*) model juga menggunakan kriteria yang dimodifikasi dari Yamasari (2010: 3). Model dikatakan praktis jika memenuhi kriteria (1) lebih dari setengah, atau minimal 51% validator memberikan pertimbangan bahwa model pembelajaran minimal berada pada kategori "dapat diterapkan dengan sedikit revisi"; (2) tanggapan mahasiswa terhadap model pembelajaran (\bar{M}) minimal berada pada kategori "dapat diterapkan dengan sedikit revisi". Nilai \bar{M} dihitung dengan rumus:

$$\bar{M} = \frac{\text{total skor klasikal}}{n \times (\text{skor maksimal})} \times 100\%$$

Kriteria untuk menentukan keterlaksanaan model menurut penilaian mahasiswa adalah

- $\bar{M} \geq 75\%$ dapat diterapkan tanpa revisi
 $50\% \leq \bar{M} < 75\%$: dapat diterapkan dengan sedikit revisi
 $25\% \leq \bar{M} < 50\%$: dapat diterapkan dengan banyak revisi
 $\bar{M} < 25\%$: tidak dapat diterapkan

Tingkat keterterapan model pembelajaran yang diberikan oleh validator dan tanggapan mahasiswa minimal berada pada kriteria "dapat digunakan dengan sedikit revisi".

Untuk menghitung tingkat keterlaksanaan model pembelajaran (KM) digunakan rumus:

$$KM = \frac{\bar{V} + \bar{M}}{2}$$

\bar{V} menyatakan pertimbangan validator dan \bar{M} menyatakan tanggapan mahasiswa. Keterlaksanaan model ditentukan dengan menggunakan kriteria sebagai berikut.

- $KM \geq 75\%$: dapat diterapkan tanpa revisi
 $50\% \leq KM < 75\%$: dapat diterapkan dengan sedikit revisi

- $25\% \leq KM < 50\%$: dapat diterapkan dengan banyak revisi
 $KM < 25\%$: tidak dapat diterapkan

Uji coba dan kriteria yang digunakan untuk menguji keterterapan perangkat pembelajaran dilakukan menggunakan cara yang sama dengan uji keterlaksanaan model pembelajaran.

Keefektifan (*effectiveness*) model dan perangkat yang dikembangkan dilihat dari aktivitas mahasiswa selama mengikuti pembelajaran, kemampuan berpikir kritis mahasiswa, hasil belajar mahasiswa, dan tanggapan mahasiswa terhadap model dan perangkat yang dikembangkan. Aktivitas mahasiswa diukur menggunakan lembar observasi aktivitas yang terdiri dari tiga indikator, yaitu interaksi mahasiswa dengan dosen, interaksi antarmahasiswa, dan usaha mahasiswa dalam mengikuti pembelajaran. Data aktivitas belajar mahasiswa yang terkumpul dianalisis secara deskriptif dengan cara mencari rata-rata skor aktivitas secara klasikal (\bar{A}_k) kemudian mencari persentasenya. Hasil analisis selanjutnya dibandingkan dengan kriteria aktivitas mahasiswa dengan menggunakan kriteria yang diadaptasi dari Yamasari, (2010:4)

Aspek kedua dari keefektifan model dan perangkat pembelajaran adalah kemampuan berpikir kritis mahasiswa. Skor kemampuan berpikir kritis mahasiswa dihitung dengan menggunakan rubrik penskoran kemampuan berpikir kritis. Rubrik penskoran ini disusun dengan memodifikasi *The Holistic Critical Thinking Scoring Rubric* yang telah dikembangkan oleh Facione dan Facione (2009).

Aspek efektivitas ketiga adalah hasil belajar mahasiswa. Hasil belajar mahasiswa dihitung dengan mengacu pada ketentuan yang ada pada buku pedoman studi dengan mempertimbangkan skor tugas (T), skor UTS, dan skor UAS. Hasil belajar mahasiswa dihitung dengan mencari rerata ketiga komponen tersebut dengan menggunakan rumus:

$$\text{Rerata} = \frac{(1 \times T) + (2 \times \text{UTS}) + (2 \times \text{UAS})}{5}$$

Mahasiswa dinyatakan tuntas jika mahasiswa minimal memperoleh skor 55. Oleh karena itu, ketuntasan yang digunakan pada penelitian ini adalah perolehan skor 55 sesuai dengan ketentuan buku pedoman Undiksha.

Aspek efektivitas yang terakhir adalah respon mahasiswa terkait dengan model dan perangkat yang dikembangkan. Item yang digunakan pada instrumen memiliki gradasi skor 1 (sangat tidak setuju), 2 (tidak setuju), 3 (setuju) dan 4 (sangat setuju) untuk item yang arahnya positif dan sebaliknya jika arah itemnya negatif. Skor pada masing-masing item dijumlahkan dan selanjutnya dicari rata-ratanya (\bar{R}_k) kemudian mencari persentase respon (P_R) menggunakan rumus $(1/4) (\bar{R}_k) \times 100\%$. Hasil analisis selanjutnya dibandingkan dengan kriteria respon mahasiswa dengan menggunakan kriteria yang diadaptasi dari Yamasari (2010: 4).

Model dan Perangkat yang dikembangkan dikatakan efektif jika memenuhi kriteria berikut: (1) aktivitas mahasiswa dalam mengikuti pembe-

lajaran minimal dalam kategori aktif; (2) kemampuan berpikir kritis mahasiswa minimal berada pada kategori baik; (3) hasil belajar mahasiswa tergolong baik, yakni memiliki daya serap 65% dan ketuntasan belajar 85%; dan (4) respon mahasiswa terhadap model dan perangkat yang digunakan minimal berada pada kategori positif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Profil Produk yang dikembangkan

Produk yang dikembangkan adalah model pembelajaran *reasoning and problem solving* yang memanfaatkan *open software* Geogebra dan perangkat pembelajaran yang terdiri dari buku ajar, LKM, dan petunjuk penggunaan *open software* tersebut. Sintaks model dan kegiatan pembelajaran yang memanfaatkan media simulasi matematika adalah seperti dicantumkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sintak Model dan Kegiatan Mahasiswa dalam Pembelajaran *Reasoning and Problem Solving* berbantuan *Open Software Geogebra*

Tahapan	Kegiatan Pembelajaran
Membaca dan Berpikir	<ul style="list-style-type: none"> Dosen membagikan LKM untuk dikerjakan oleh mahasiswa Mahasiswa mengidentifikasi permasalahan yang ada pada LKM Mahasiswa menggunakan draft buku ajar mengidentifikasi fakta dan teori Mahasiswa mendeskripsikan setting pemecahan masalah
Eksplorasi dan Perencanaan	<ul style="list-style-type: none"> Mahasiswa menggunakan draft buku ajar mengorganisasi kecukupan informasi Mahasiswa menggunakan <i>open software Geogebra</i> serta buku petunjuk penggunaan software mengeksplorasi/ mengkonstruksi model pemecahan masalah
Menyeleksi Strategi	<ul style="list-style-type: none"> Berdasarkan hasil rekonstruksi dengan menggunakan <i>open software Geogebra</i>, mahasiswa menetapkan pola pemecahan yang akan dipilih dari berbagai kemungkinan model pemecahan masalah yang bisa dibuat Dengan menggunakan <i>open software Geogebra</i>, mahasiswa menguji pola pemecahan masalah yang telah ditetapkan, Mahasiswa melakukan proses reduksi, ekspansi, atau menulis persamaan bila diperlukan
Menemukan Jawaban	<ul style="list-style-type: none"> Mahasiswa mengintegrasikan semua keterampilannya: berhitung, aljabar atau geometri dengan membuat konstruksi bukti atau hasil perhitungan secara deduktif-logis untuk menemukan pemecahan dari permasalahan yang ada pada LKM
Refleksi dan Perluasan	<ul style="list-style-type: none"> Mahasiswa mengoreksi kembali jawabannya Dosen mengarahkan mahasiswa untuk mendiskusikan hasil penyelesaian yang telah dibuat mahasiswa, Dengan menggunakan <i>open software Geogebra</i>, dosen mengarahkan mahasiswa untuk menemukan alternatif pemecahan lain, memperluas konsep ilmiah dan generalisasinya atau memformulasikan masalah baru yang mungkin bisa dikembangkan dari kondisi permasalahan awal yang ada,

Validitas Model dan Perangkat Pembelajaran

Model dan perangkat pembelajaran divalidasi oleh tiga validator. Hasil validasi yang diberikan oleh ketiga validator terkait dengan model pembelajaran yang dikembangkan menekankan

pada dua aspek, yaitu (1) kekuatan teori pendukung model dan (2) keterkaitan komponen-komponen model pembelajaran. Data hasil validasi model pembelajaran yang dikembangkan disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Validasi Model Pembelajaran yang Dikembangkan

No	Aspek	Rerata Skor Validator ke-			Rerata
		1	2	3	
1	Kekuatan Teori Pendukung Model	3,5	3,5	3	3,3
2	Keterkaitan antar komponen- komponen model pembelajaran	3,6	3,2	3,2	3,3
	Rerata	3,55	3,35	3,1	3,3

Tabel 2 di atas menunjukkan bahwa model yang dikembangkan sudah valid. Walaupun demikian, beberapa komponen perlu dilakukan revisi sesuai dengan masukan validator, seperti pemaparan teori pendukung secara lebih mendalam dan perlu penjelasan tentang penggunaan sistem *low structure* pada sistem sosial dari model yang dikembangkan.

Ada tiga perangkat pembelajaran yang dikembangkan, antara lain: buku ajar, suplemen pedoman belajar mahasiswa yang berupa: petunjuk/pedoman pemanfaatan *software* Geogebra, dan Lembar Kerja Mahasiswa. Hasil validasi yang diberikan oleh ketiga validator terkait dengan perangkat pembelajaran disajikan pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3 di bawah, rerata skor validator untuk semua perangkat yang dikembangkan adalah 3,367.

Tabel 3. Hasil Validasi Perangkat Pembelajaran yang Dikembangkan

No	Aspek yang Dinilai	Rerata Skor Validator untuk setiap Jenis Perangkat		
		Buku Ajar	LKM	Buku Petunjuk
1	Format	3,25	3,25	3,17
2	Isi	3,19	3,25	3,28
3	Bahasa	3,00	3,00	3,00
4	Keluwesannya	4,00	4,00	4,00
	Rerata	3,36	3,38	3,36

Jika \bar{P}_i adalah rerata skor validator pada perangkat ke-*i* maka dari hasil penilaian ke-tiga validator ternyata diperoleh $3 \leq \bar{P}_i \leq 4$. Artinya, perangkat-perangkat yang dikembangkan berada pada kategori valid. Walaupun perangkat-perangkat yang dikembangkan sudah valid, namun berdasarkan penilaian ketiga validator, perlu dilakukan beberapa revisi terkait dengan kesalahan pengetikan.

Keterterapan Model dan Perangkat

Aspek *practicality* model pembelajaran dan perangkat pembelajaran yang dikembangkan dikaji dari penilaian tiga validator dan uji empiris terhadap mahasiswa melalui uji coba terbatas di kelas menggunakan PTK. Hasil kajian *practicality* model pembelajaran, baik dari validasi ketiga validator maupun penilaian mahasiswa disajikan pada Tabel 4.

Berdasarkan hasil penilaian seperti tertuang pada Tabel 4 dapat dinyatakan bahwa persentase KM yang diberikan oleh mahasiswa lebih dari 75%. Artinya, model dapat diterapkan tanpa revisi. Ketiga validator juga memberikan penilaian persentase KM lebih dari 75%. Artinya, ketiga validator menyatakan bahwa model dapat diterapkan tanpa revisi. Karena rerata persentase penilaian validator dan mahasiswa lebih dari 75%, maka model yang dikembangkan berada pada kategori dapat diterapkan tanpa revisi

sehingga dapat disimpulkan bahwa model yang dikembangkan memenuhi kriteria *practicality*.

Tabel 4. Keterterapan Model Pembelajaran yang Dikembangkan

No	Penilai	Rerata Skor	KM
1	Validator		
	a. Validator ke-1	4	100%
	b. Validator ke-2	4	

	c. Validator ke-3	4
2	Mahasiswa	3,04
	Rerata	88,02%

Hasil kajian *practicality* untuk perangkat pembelajaran yang dikembangkan berdasarkan validasi ketiga validator dan penilaian mahasiswa disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Practicality Perangkat Pembelajaran yang Dikembangkan

No	Penilai	Rerata Skor (RS) dan Keterterapan Perangkat (KP)					
		Buku Ajar		LKM		Buku Petunjuk	
		RS	KP	RS	KP	RS	KP
1	Validator						
	a. Validator ke-1	4		4		4	
	b. Validator ke-2	4	100%	4	100%	4	100%
	c. Validator ke-3	4		4		4	
2	Mahasiswa	3,04	75,92%	3,02	75,46%	3,06	76,38%
	Rerata	3,76	87,96%	3,76	87,73%	3,77	88,19%

Seperti halnya pada penilaian aspek *practicality* model pembelajaran, dapat dinyatakan bahwa perangkat yang dikembangkan juga telah memenuhi kriteria *practicality*.

Efektivitas Model dan Perangkat

Keefektifan model dan perangkat yang dikembangkan dilihat dari beberapa aspek, yaitu: aktivitas mahasiswa selama mengikuti pembelajaran, kemampuan berpikir kritis, hasil belajar, dan tanggapan mahasiswa terhadap model dan

perangkat yang dikembangkan. Hasil pengamatan terhadap aktivitas mahasiswa selama berlangsungnya proses pembelajaran disajikan pada Tabel 6.

Berdasarkan hasil yang tertuang pada Tabel 6 dapat dinyatakan bahwa PA mahasiswa pada siklus I sebesar 71,77% yang berada pada kategori aktif. Walaupun nilai PA pada siklus II meningkat menjadi 75,18%, namun peningkatan ini masih tetap berada pada kategori aktif.

Tabel 6. Skor Aktivitas Mahasiswa dalam Mengikuti Pembelajaran

No	Indikator/Deskriptor Aktivitas	Rerata Skor	
		Siklus I	Siklus II
1	Interaksi mahasiswa dengan dosen		
	a. Mahasiswa mengajukan pertanyaan kepada dosen	14,5	15,83
	b. mahasiswa menjawab pertanyaan yang diajukan dosen	16	18,83
2,	Interaksi antarmahasiswa		
	a. Mahasiswa bertanya kepada temannya	20,5	22,17
	b. Mahasiswa menanggapi pertanyaan yang diajukan temannya	20,5	21
3,	Usaha mahasiswa dalam mengikuti pembelajaran		
	a. Mahasiswa mengikuti proses pembelajaran dengan sungguh-sungguh	31	31
	b. Mahasiswa tidak mengerjakan pekerjaan lain	31	31
Total		133,5	139,83
Rerata Skor Aktivitas secara Klasikal (\bar{A}_k)		4,31	4,51
Persentase Aktivitas (PA)		71,77%	75,18%

Dengan menggunakan rubrik penskoran kemampuan berpikir kritis yang mengadaptasi *The Holistic Critical Thinking Scoring Rubric* diperoleh hasil kemampuan berpikir kritis mahasiswa pada dua siklus PTK, seperti dicantumkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Perolehan Skor Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa

	Siklus I	Siklus II	Hasil Akhir
Rerata Perolehan Total Skor	11,81	13,03	
Rerata Perolehan Skor	59,03	65,16	66,34
Tingkat Penguasaan	59,03%	65,16%	66,34%

Secara lebih rinci, tingkat penguasaan kemampuan berpikir kritis mahasiswa disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Tingkat Penguasaan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa

Tingkat Penguasaan	Banyaknya Mahasiswa yang Mencapai Tingkat Penguasaan		
	Siklus I	Siklus II	Hasil Akhir
85% – 100%	0	0	0
70% – 84%	4	14	5
55% – 69%	21	14	23
40% – 54%	5	2	2
0% - 39%	1	1	1

Tabel 7 dan 8 di atas menunjukkan bahwa pada siklus I tingkat penguasaan kemampuan berpikir kritis baru mencapai 59,03%. Menurut pedoman konversi penilaian dengan PAP, pencapaian ini berada pada nilai 3 atau C. Pada akhir siklus II terjadi kenaikan rerata tingkat penguasaan kemampuan berpikir kritis menjadi 65,16%, namun masih berada pada kategori nilai 3 atau C. Hasil belajar mahasiswa mencapai daya serap 66,34% dan ketuntasan belajar 90,32%.

Aspek efektivitas yang terakhir adalah respon mahasiswa terkait dengan model dan perangkat yang dikembangkan. Berdasarkan hasil tabulasi angket diperoleh total skor respon

mahasiswa secara klasikal $\sum R_k = 1348$, rata-rata skor respon mahasiswa $(\bar{R}_k) = \frac{1348}{(14) \times (31)} = 3,11$

dan persentase respon $(P_R) = \frac{\bar{R}_k}{4} \times 100\% =$

77,65%. Nilai P_R sebesar 77,65 menunjukkan bahwa mahasiswa memberikan tanggapan positif terhadap model dan perangkat pembelajaran yang digunakan.

Pembahasan

Seperti yang sudah dipaparkan pada bagian sebelumnya, tingkat penguasaan kemampuan berpikir kritis mahasiswa pada siklus I baru mencapai 59,03% dan berada pada kategori nilai 3 atau C. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor berikut.

Pada saat mengerjakan LKM, mahasiswa mengalami kesulitan untuk menuliskan langkah pembuktian secara sistematis. Hal ini tidak terlepas dari masih kurangnya pengalaman belajar yang dimiliki mahasiswa terkait dengan proses pembuktian dan pemanfaatan *software* Geogebra. Kurangnya pengalaman belajar mahasiswa dalam memanfaatkan *software* Geogebra tentu akan memberi kontribusi terhadap lemahnya kemampuan berpikir kritis mahasiswa karena mahasiswa belum bisa memanfaatkan sifat dinamis yang ada pada *software* untuk mengembangkan kemampuan melakukan pembuktian dan proses pembuktian. Hal ini sesuai dengan pernyataan Aksoy, Bayazit, & Soyba (2010) yang menyatakan bahwa sifat dinamis pada *software* Geogebra akan memungkinkan mahasiswa untuk mengembangkan kemampuan melakukan pembuktian maupun proses pembuktian.

Seiring dengan berjalannya waktu dan semakin banyaknya pengalaman belajar yang diperoleh mahasiswa dalam memanfaatkan *software* Geogebra pada sisa perkuliahan, peneliti optimis bahwa pada siklus II, kemampuan berpikir kritis mahasiswa dapat ditingkatkan. Untuk mencapai sasaran ini maka pada saat mahasiswa mengerjakan LKM, peneliti lebih banyak memberikan pertanyaan-pertanyaan pancingan yang

dapat dijadikan inspirasi bagi mahasiswa dalam mengeksplorasi suatu konsep ataupun dalam melakukan proses pembelajaran. Melalui upaya ini, akhirnya pada siklus II kemampuan berpikir kritis mahasiswa dapat ditingkatkan sehingga mencapai tingkat penguasaan sebesar 65,16%.

Pada aspek hasil belajar, perolehan tingkat penguasaan mahasiswa mencapai 66,34%, Nilai ini lebih besar dari pencapaian tingkat penguasaan kemampuan berpikir kritis pada akhir siklus II. Hal ini disebabkan oleh adanya kontribusi nilai tugas yang diperhitungkan pada hasil belajar mahasiswa.

Hasil penelitian yang terkait dengan kemampuan berpikir kritis mahasiswa seperti yang sudah diuraikan di atas dapat dicapai dengan mengimplementasikan model pembelajaran *reasoning and problem solving* berbantuan *open software* Geogebra melalui tahapan pembelajaran: (1) membaca dan berpikir, (2) eksplorasi dan perencanaan, (3) menyeleksi strategi, (4) menemukan jawaban, dan (5) refleksi dan perluasan. Integrasi *open software* Geogebra dalam model pembelajaran *reasoning and problem solving* dilakukan pada tahapan-tahapan: (1) eksplorasi dan perencanaan yang dimaksudkan untuk mengeksplorasi atau mengkonstruksi model pemecahan masalah, (2) menyeleksi strategi yang dimaksudkan untuk menetapkan pola pemecahan yang akan dipilih dari berbagai kemungkinan model pemecahan masalah yang bisa dibuat dan menguji pola pemecahan melalui simulasi atau eksperimen, dan (3) refleksi dan perluasan yang dimaksudkan untuk menemukan alternatif pemecahan lain dengan memformulasikan masalah baru yang mungkin bisa dikembangkan dari kondisi permasalahan awal yang ada.

Sementara itu, untuk memperoleh hasil kemampuan berpikir kritis secara lebih optimal dalam model pembelajaran *reasoning and problem solving* berbantuan *open software* Geogebra,

perangkat-perangkat pendukung seperti buku ajar, petunjuk pemanfaatan *software*, dan LKM, sebaiknya diterapkan dengan cara seperti berikut ini. LKM diterapkan pada tahapan pembelajaran: (a) membaca dan berpikir, (b) eksplorasi dan perencanaan, (c) menyeleksi strategi, (d) menemukan jawaban, dan (e) refleksi dan perluasan. Buku petunjuk/pedoman pemanfaatan *software* Geogebra dimanfaatkan sebagai bantuan untuk membuat perintah yang dapat dieksekusi oleh *software* pada saat mahasiswa memanfaatkan *software* ini pada tahapan eksplorasi dan perencanaan, menyeleksi strategi, tahapan refleksi, dan perluasan. Buku ajar dimanfaatkan pada kelima tahapan model pembelajaran agar mahasiswa dapat memperkuat teori-teori pendukung yang tersaji dalam buku ajar dalam menyelesaikan tugas-tugas yang ada pada LKM.

SIMPULAN

Model pembelajaran *reasoning and problem solving* berbantuan *open software* Geogebra dan perangkat pembelajaran yang berupa buku ajar, buku petunjuk pemanfaatan *software* Geogebra dan LKM yang dikembangkan pada penelitian ini telah memenuhi tiga kriteria kualitas produk dilihat dari validitas, keterapan, dan efektivitas. Integrasi *open software* Geogebra dalam pembelajaran dapat dilakukan dalam tiga tahapan model *reasoning and problem solving*, yaitu eksplorasi dan perencanaan, menyeleksi strategi, refleksi dan perluasan. Penerapan model pembelajaran *reasoning and problem solving* berbantuan *open software* Geogebra dan perangkat pembelajarannya pada perkuliahan Geometri Bidang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa.

DAFTAR RUJUKAN

Aksoy, Y., Bayazit, ., & Soyba, D. 2010. The Effects of GeoGebra in Conjectures and Proofs. *First North American GeoGebra*

Conference, hlm, 190-195, Ithaca, New York, USA, 27 - 28 July.

- Duval, R. 1998. Geometry from a cognitive point of view, dalam C. Mammana & V. Villani (Eds.). *Perspective on the Teaching of Geometry for the 21st Century* (hlm. 37-51), Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Facione, P., & Facione, N. 2009. *The Holistic Critical Thinking Scoring Rubric*, California: California Academic Press.
- Hohenwarter, J., Hohenwarter, M., & Lavicza, Z. 2008. Introducing Dynamic Mathematics Software to Secondary School Teachers: The Case of GeoGebra, *Journal, of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 28(2): 135-146.
- Nieveen, N. 1999. Prototyping to Reach Product Quality, dalam Jan Van den Akker, R, M Branch, K, Gustafson, N, Nieveen, & Tj, Plom (eds.), *Design Approach and Education and Training*, (hlm. 125-135), Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Pederson, J. 2004. Why We Still Need to Teach Geometry," *Proceedings of the Fourth International Congress on Mathematical Education*, hlm. 158-159, Boston: Birkhauser Boston.
- Roschelle, J. 1995. *Environments: Prior Knowledge and New Experience*, the American Association of Museums, Massachusetts, (Online), (<http://www.exploratorium.edu/IFI/resources/museumeducation/priorknowledge>, hml, diakses tanggal 1 Maret 2012).
- Santyasa, I W. 2004, Model Problem Solving dan Reasoning Sebagai Alternatif Pembelajaran Inovatif, *Makalah*, Disajikan dalam Konvensi Nasional Pendidikan Indonesia (Konaspi) V, Surabaya, 5-9 Oktober.
- Trianto. 2007. *Model Pembelajaran Terpadu dalam Teori dan Praktek*. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Van Blerk, A., Christiansen, I. M., & Anderson, T. R. 2008. Learners' Visual Recognition Of Geometry Theorems. *Proceedings Of ICME-11 Topic Study Group 20: Visualization in The Teaching and Learning of Mathematics*, hlm. 200-212, Monterrey: Mexico.
- Yamasari, Y. 2010. Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Berbasis ICT yang Berkualitas. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana X ITS 2010, 4 Agustus, ISBN 979-545-0270-1*, hlm, 1-8, (online), (<http://www.snps.its.ac.id/data/makalah/Pengembangan%20Media%20Pembelajaran%20Matematika%20Berbasis%20ICT%20yang%20Berkualitas.pdf>, diakses 1 Maret 2011).