

PENGEMBANGAN PERANGKAT BAHAN AJAR PADA PEMBELAJARAN MATEMATIKA REALISTIK INDONESIA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS MAHASISWA

Nunu Nurhayati

Pendidikan Matematika, Universitas Kuningan

nunu.nurhayati@uniku.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran matematika realistik Indonesia yang efektif dengan perangkat yang valid dan praktis. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian pengembangan 3-D Thiagarajan, dkk yang terdiri dari define, design, dan develop. Penelitian ini menggunakan tiga sampel kelas yang dipilih secara acak, yaitu kelas uji coba soal TKKM, satu kelas sebagai kelas eksperimen yang menggunakan model PMRI, dan satu kelas sebagai kelas kontrol yang menggunakan model pembelajaran ekspositori. Analisis data yang digunakan adalah analisis kualitatif dan kuantitatif. Analisa data untuk menilai kevalidan perangkat pembelajaran dilakukan oleh 3 validator menggunakan instrumen lembar validasi perangkat pembelajaran. Kepraktisan perangkat dinilai menggunakan lembar angket respons mahasiswa, dan lembar pengamatan kemampuan dosen mengelola pembelajaran. Keefektifan dinilai berdasarkan analisis hasil tes kemampuan komunikasi matematis yang diuji menggunakan uji proporsi, uji gain, dan uji-t, sedangkan uji regresi digunakan untuk mengetahui pengaruh aktivitas dan motivasi terhadap kemampuan komunikasi matematis mahasiswa. Hasil penelitian diperoleh bahwa: (1) hasil pengembangan perangkat pembelajaran matematika realistik Indonesia dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis memenuhi kriteria valid; (2) hasil pengembangan perangkat pembelajaran matematika realistik Indonesia dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis memenuhi kriteria praktis; (3) pembelajaran matematika realistik Indonesia efektif dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis.

Kata Kunci: *Kemampuan Komunikasi Matematis, Pengembangan Perangkat, PMRI*

PENDAHULUAN

Indonesia telah menjadi anggota lembaga penilaian internasional di bidang

pendidikan, diantaranya: *Trends International Mathematics and Science Study (TIMSS)* dan *Programme for*

International Student Assesment (PISA). Survei dari lembaga internasional TIMSS, pada tahun 2003 menempatkan posisi Indonesia pada peringkat 34 dari 45 negara. Prestasi itu bahkan relatif lebih buruk pada lembaga internasional PISA, pada tahun 2003 menempatkan Indonesia pada peringkat terendah dari 40 negara sampel, yaitu hanya satu peringkat lebih tinggi dari Tunisia. Hasil PISA tahun 2009 semakin melengkapi rendahnya kemampuan anak-anak Indonesia dibandingkan dengan negara-negara lain. Dari 65 negara peserta PISA 2009, Indonesia menempati posisi 61 untuk PISA matematika (OECD, 2009). Rendahnya kualitas pendidikan matematika di Indonesia dibandingkan dengan di negara lain di dunia, menyebabkan tidak dapat tercapainya tujuan pendidikan seperti tertera dalam beberapa dokumen UNESCO, misalnya *the World Declaration for Educating for Education for All* dan *Learning: The Treasure Within*. Pengajaran di Indonesia masih didominasi oleh cara mekanistik satu arah, guru menyampaikan materi dan siswa menerima secara pasif.

Kusumah (2008) menyatakan bahwa komunikasi itu merupakan bagian yang sangat penting dalam pembelajaran matematika. Melalui komunikasi ide-ide matematika dapat dieksploitasi dalam berbagai perspektif antara lain: cara berpikir mahasiswa dapat dipertajam; pertumbuhan pemahaman dapat diukur; pemikiran mahasiswa dapat dikonsolidasikan dan diorganisir; pengetahuan matematika dan pengembangan masalah mahasiswa dikonstruksi; penalaran mahasiswa dapat ditingkatkan; dan komunitas mahasiswa dapat dibentuk. Menurut Baroody (1993) ada dua alasan mengapa komunikasi matematis penting, yaitu: (1) *mathematics as language*, maksudnya adalah matematika tidak hanya sekedar alat bantu berpikir, alat

untuk menemukan pola, atau menyelesaikan masalah, akan tetapi matematika juga *an invaluable tool for communicating a variety of ideas clearly, precisely, and succinctly*; dan (2) *mathematics learning as social activity*, maksudnya adalah sebagai aktivitas sosial dalam pembelajaran matematika, seperti halnya interaksi antar mahasiswa, komunikasi dosen dengan mahasiswa merupakan bagian penting pada pembelajaran matematika dalam upaya membimbing peserta didik memahami konsep atau mencari solusi dari suatu masalah.

Selama ini dalam proses pembelajaran, peneliti selaku dosen biasanya hanya menggunakan beberapa sumber belajar seperti buku teks, tanpa membuat persiapan dengan membuat lembar kerja mahasiswa sesuai langkah-langkah pembelajaran atau berdasarkan teori-teori pembelajaran dan pengalaman mengajar. Berdasarkan pengalaman tersebut maka dosen harus melakukan perubahan dalam pembelajaran dan mencari strategi yang cocok supaya dapat menghasilkan hasil belajar sesuai yang diinginkan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan oleh dosen untuk menghasilkan hasil belajar sesuai yang diinginkan serta meningkatkan kemampuan komunikasi matematis mahasiswa adalah melakukan inovasi pembelajaran matematika dan mengembangkan instrumen penilaian hasil belajar.

Inovasi pembelajaran matematika dilakukan dengan cara memilih metode pembelajaran yang sesuai dengan materi dan karakteristik mahasiswa sehingga dapat meningkatkan aktifitas dan motivasi mahasiswa dalam belajar matematika yang pada akhirnya akan meningkatkan pula hasil belajar. Salah satu pembelajaran matematika yang dapat menimbulkan dampak positif

terhadap kemampuan komunikasi matematis adalah Pembelajaran Matematika Realistik. Pembelajaran matematika realistik yang dikembangkan di Belanda sejak tahun 1970-an, sudah mulai diterapkan di Indonesia dan disesuaikan dengan keadaan di Indonesia dengan nama Pembelajaran Matematika Realistik Indonesia (PMRI) sejak tahun 2001. Implementasi PMRI menggunakan lima karakteristik yang meliputi: (1) penggunaan konteks sebagai *starting point* pembelajaran; (2) pengembangan alat matematik untuk menuju matematika formal; (3) kontribusi siswa melalui *free production* dan refleksi; (4) interaktivitas belajar dalam aktivitas sosial; dan (5) penjalinan (*interwinning*) menurut (Bakker, 2004).

Mahasiswa harus memiliki kemampuan komunikasi matematis, sehingga mereka dapat mengkomunikasikan matematika baik secara lisan maupun tulisan. Tetapi pada kenyataannya, mahasiswa kurang terampil dalam menyelesaikan permasalahan matematis dan sebagian mahasiswa tidak dapat mengkomunikasikan ide-ide matematika yang dinyatakan dalam bentuk gambar, grafik, benda nyata atau diagram, atau sebaliknya dengan mengkomunikasikan peristiwa sehari-hari ke dalam bahasa atau simbol matematika. Maka dari itu untuk menunjang keberhasilan capaian pembelajaran mahasiswa dituntut untuk memiliki kemampuan komunikasi matematis yang baik.

Dalam pembelajaran di kelas, khususnya pada saat evaluasi soal yang diberikan adalah lebih sering dijumpai soal yang tidak bervariasi, hanya berkisar pada pertanyaan apa, berapa, tentukan, selesaikan. Jarang sekali bertanya dengan menggunakan kata mengapa, bagaimana, darimana, atau kapan, sehingga kreativitas

mahasiswa kurang dan suasana belajar di kelas terkesan kaku dan mahasiswa tidak dilatih untuk mengemukakan pendapat atau gagasan-gagasan yang ada dalam pikiran mereka. Hal ini menyebabkan rendahnya kemampuan komunikasi matematis mahasiswa dalam menyelesaikan soal-soal matematika.

Berdasarkan data yang telah diuraikan dan kondisi lapangan sehingga memerlukan adanya upaya pemecahan, salah satu cara pemecahannya adalah peneliti melakukan pengembangan perangkat bahan ajar pada pembelajaran matematika realistik Indonesia untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis mahasiswa pada mata kuliah trigonometri. Penelitian dalam lingkup kecil ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis pada mahasiswa tingkat I Prodi PMAT UNIKU.

Pembelajaran Matematika Realistik Indonesia (PMRI)

Pembelajaran Matematika Realistik Indonesia (PMRI) merupakan salah satu model pembelajaran matematika dengan mengadopsi pendekatan *Realistik Mathematics Education* (RME) yang berkembang di Belanda. Penerapan PMRI telah ditawarkan pada sekolah-sekolah yang berminat dan bergabung untuk mengembangkannya. Implementasi PMRI sudah berjalan kurang lebih delapan tahun di Indonesia.

PMRI mempunyai tujuan meningkatkan kecerdasan peserta didik dalam menghadapi dunia global, membuat peserta didik senang/tertarik belajar matematika. PMRI menggabungkan tentang apa itu matematika, bagaimana belajar matematika, dan bagaimana matematika harus diajarkan. PMRI dikembangkan berdasarkan pemikiran Hans Freudenthal yang

berpendapat bahwa matematika merupakan aktivitas insani (*human activities*) dan harus dikaitkan dengan realitas (Wijaya, 2012: 20).

Fase-fase model pembelajaran matematika Realistik mengacu pada Gravemeijer, Sutarto Hadi, dan Treffers yang menunjukkan bahwa pengajaran matematika dengan pendekatan realistik meliputi fase-fase berikut (Wijaya, 2012):

1. Fase Pendahuluan
2. Fase Pengembangan, peserta didik mengembangkan atau menciptakan model-model simbolik secara informal terhadap persoalan atau masalah yang diajukan.
3. Fase Penutup atau Penerapan, melakukan refleksi terhadap setiap langkah yang ditempuh atau terhadap hasil perkuliahan.

Kemampuan Komunikasi Matematis

Selain kompetensi yang berkaitan dengan pemahaman konsep matematis, kompetensi yang tak kalah penting yang harus dikembangkan dalam pembelajaran matematika adalah komunikasi matematis. Terdapat keterkaitan yang sangat kuat antara pemahaman dengan komunikasi matematis mahasiswa. Komunikasi adalah bagian yang esensial dari matematika dan pendidikan matematika, komunikasi juga merupakan cara untuk *sharing* gagasan dan mengklarifikasikan pemahaman, komunikasi merupakan bagian yang penting untuk membangun pemahaman matematis (Turmudi, 2009: 45).

Komunikasi matematis menurut NCTM (1991) adalah kemampuan siswa dalam hal menjelaskan suatu algoritma dan cara unik untuk pemecahan masalah, kemampuan siswa mengkonstruksi dan menjelaskan sajian fenomena dunia nyata secara grafik, kata-kata/kalimat, persamaan,

tabel dan sajian secara fisik atau kemampuan siswa memberikan dugaan tentang gambar-gambar geometri. Dengan berkomunikasi akan terjadi suatu peristiwa saling berhubungan/dialog yang mengandung sejumlah unsur dan pesan yang ingin disampaikan serta cara menyampaikan pesan itu.

Adapun aspek-aspek untuk mengungkap kemampuan komunikasi matematis mahasiswa dalam penelitian ini seperti yang dikemukakan Wihatma (2004) antara lain sebagai berikut:

1. Kemampuan memberikan alasan rasional terhadap suatu pernyataan. Mahasiswa yang berpikir rasional akan menggunakan prinsip-prinsip dalam menjawab pertanyaan, bagaimana (*how*) dan mengapa (*why*). Dalam berpikir rasional, mahasiswa dituntut supaya menggunakan logika (akal sehat) untuk menganalisis, menarik kesimpulan dari suatu pernyataan, bahkan menciptakan hukum-hukum (kaidah teoritis) dan dugaan-dugaan.
2. Kemampuan mengubah bentuk uraian ke dalam model matematika. Model matematika merupakan abstraksi suatu masalah nyata berdasarkan asumsi tertentu ke dalam simbol-simbol matematika. Kemampuan mengubah bentuk uraian ke dalam model matematika tersebut misalnya mampu menyatakan soal uraian ke dalam gambar, menggunakan rumus matematika dengan tepat dalam menyelesaikan masalah, dan memberikan permisalan atau asumsi dari suatu masalah ke dalam simbol.
3. Kemampuan mengilustrasikan ide-ide matematika dalam bentuk uraian yang relevan. Menurut Wardhani (2006: 9), kemampuan mengilustrasikan ide-ide

matematika dalam bentuk uraian yang relevan ini berupa kemampuan menyampaikan ide-ide atau gagasan dan pikiran untuk menyampaikan masalah dalam kata-kata, menterjemahkan maksud dari suatu soal matematika, dan mampu menjelaskan maksud dari gambar secara lisan maupun tertulis.

Pengembangan Perangkat

Dalam pelaksanaan pembelajaran, dosen harus menyiapkan perangkat pembelajarannya yang meliputi silabus, Satuan Acara Perkuliahan (SAP), bahan ajar, dan instrumen asesmen yang mencakup aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik. Silabus digunakan sebagai acuan pengembangan SAP memuat identitas mata kuliah, SK, KD, materi pembelajaran, kegiatan pembelajaran, indikator pencapaian kompetensi, penilaian, alokasi waktu, dan sumber belajar. SAP adalah rencana yang menggambarkan prosedur dan pengorganisasian pembelajaran untuk mencapai kompetensi dasar yang ditetapkan dalam Standar Isi dan dijabarkan dalam silabus. SAP dijabarkan dari silabus untuk mengarahkan kegiatan belajar peserta didik dalam upaya mencapai KD. Sedangkan Tes Prestasi Belajar merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur ketuntasan mahasiswa mencapai kompetensi, misalnya kemampuan komunikasi matematis.

Model pengembangan perangkat yang dikembangkan oleh Thiagarajan, dkk (1974) dikenal dengan model 4-D. Model ini terdiri atas 4 tahap pengembangan perangkat yaitu *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*. Penjabaran masing-masing tahap sebagai berikut.

1. Tahap Pendefinisian (*Define*)

Tujuan tahap ini adalah menetapkan dan mendefinisikan syarat-syarat

pembelajaran. Tahap ini meliputi 5 langkah pokok, yaitu: analisis awal akhir, analisis peserta didik, analisis tugas, analisis materi/topik, dan perumusan tujuan pembelajaran khusus.

2. Tahap Perancangan (*Design*)

Perancangan awal ini merupakan perancangan perangkat pembelajaran beserta instrumen yang akan dikembangkan. Perangkat pembelajaran yang akan dikembangkan adalah Silabus, SAP, bahan ajar, dan TKKM. Instrumen penelitian yang dirancang meliputi lembar validasi perangkat pembelajaran, lembar pengamatan keaktifan peserta didik dan kemampuan dosen mengelola pembelajaran dan lembar angket respons peserta didik.

3. Tahap Pengembangan (*Develop*)

Tujuan tahap ini adalah untuk memodifikasi prototipe perangkat pembelajaran. Meskipun telah banyak dihasilkan sejak tahap pendefinisian, perangkat pembelajaran yang dihasilkan harus dianggap sebagai bentuk awal yang harus dimodifikasi sebelum menjadi bentuk akhir yang efektif. Ada 2 hal yang dilakukan dalam tahap pengembangan yaitu penilaian ahli dan menguji pengembangan perangkat.

(a) Validasi Ahli (*expert appraisal*)

Penilaian ahli merupakan tahap satu dari pengujian. Berdasarkan umpan balik ini maka dilakukan modifikasi untuk memperbaiki perangkat tersebut menjadi lebih efisien, efektif, dan berguna.

(b) Pengujian Perangkat (*development testing*)

Ada 3 tahap dalam pengujian ini yaitu pengujian awal, pengujian secara kuantitas, dan pengujian secara keseluruhan. Pengujian awal

dilaksanakan pada grup kecil, pengujian secara kuantitatif dilaksanakan dalam situasi nyata pada mahasiswa dengan pengarah pengembang, dan pengujian secara keseluruhan dilaksanakan dalam situasi nyata pada mahasiswa tanpa pengarah pengembang.

4. Tahap Penyebaran (*Disseminate*)

Tahap ini merupakan tahap penggunaan perangkat yang telah dikembangkan pada skala yang lebih luas, misalnya di kelas lain, oleh dosen yang lain. Langkah dalam tahap ini adalah pengujian validasi, pengemasan, difusi, dan adopsi. Pada penelitian ini, tahap *disseminate* tidak dilakukan seperti yang telah disebutkan dalam pembatasan masalah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan. Pengembangan perangkat pembelajaran dalam penelitian ini mengacu kepada model pengembangan 3-D Thiagarajan, dkk, yaitu *define*, *design*, dan *develop*. Tahap pendefinisian meliputi analisis awal akhir, analisis mahasiswa, analisis materi, analisis tugas, dan perumusan tujuan pembelajaran. Tahap perancangan yaitu perancangan perangkat pembelajaran dan instrumen penelitian yang dirancang meliputi lembar validasi perangkat pembelajaran, lembar pengamatan keaktifan peserta didik dan kemampuan dosen mengelola pembelajaran, dan lembar angket respons peserta didik. Tahap pengembangan yaitu memodifikasi prototipe perangkat pembelajaran sehingga menghasilkan perangkat pembelajaran. Tahap pengembangan ini terdiri atas validasi perangkat pembelajaran dan uji coba.

Desain penelitian uji coba perangkat pembelajaran yang digunakan adalah *true-experimental design* dengan *pretest posttest control group design*. Paradigma dalam penelitian uji coba model ini dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Desain Uji Coba Perangkat

Kelas	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	T1	X	T2
Kontrol	T1	Y	T2

Sugiyono (2009), desain ini terdapat dua kelompok yang masing-masing dipilih secara random. Kelompok pertama (X) diberi perlakuan PMRI disebut kelas eksperimen, dan kelompok kedua (Y) diberi perlakuan pembelajaran ekspositori disebut kelas kontrol. Kedua kelompok diambil nilai hasil tes sebelumnya sebagai nilai *pretest* (T1). Setelah mendapat perlakuan, kedua kelas uji coba mengerjakan *posttest* yaitu soal tes kemampuan komunikasi matematis (T2). Penelitian ini dilaksanakan di Prodi PMAT UNIKU pada mahasiswa tingkat I tahun akademik 2016/2017. Penelitian ini menggunakan tiga sampel kelas yang dipilih secara acak yaitu tingkat II A sebagai kelas uji coba soal TKKM, satu kelas sebagai kelas eksperimen yaitu tingkat I A, dan satu kelas sebagai kelas kontrol yaitu tingkat I B.

Jenis data yang dikumpulkan yaitu data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif diperoleh berdasarkan hasil pengamatan, dokumentasi, serta validasi perangkat. Data kuantitatif diperoleh berdasarkan hasil tes kemampuan komunikasi matematis. Teknik analisis data yang digunakan adalah:

1. Analisis data kevalidan perangkat pembelajaran

Data hasil penilaian pada lembar validasi merupakan penilaian masing-masing validator terhadap perangkat

pembelajaran, dianalisis berdasarkan rata-rata skor. Rata-rata skor dari masing-masing Silabus, SAP, Bahan ajar, dan TKKM dihitung dengan cara jumlah rata-rata skor masing-masing perangkat dibagi dengan banyak aspek yang dinilai pada perangkat, atau dengan rumus berikut ini.

$$R_i = \frac{\text{jumlah rata-rata skor perangkat ke } i}{\text{banyak aspek penilaian perangkat ke } i}$$

dengan R_i adalah rata-rata skor perangkat ke- i ($i = 1, 2, 3, 4$).

Adapun kriteria kualifikasi penilaian perangkat pembelajaran ditunjukkan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kriteria Skor Validasi Perangkat

No	Rata-rata Skor (R)	Kriteria
1	$1,00 \leq R \leq 1,80$	Tidak Baik
2	$1,80 < R \leq 2,60$	Kurang
3	$2,60 < R \leq 3,40$	Cukup
4	$3,40 < R \leq 4,20$	Baik
5	$4,20 < R \leq 5,00$	Sangat Baik

- Analisis data kepraktisan perangkat pembelajaran, meliputi analisis data respon mahasiswa, serta analisis data kemampuan dosen mengelola pembelajaran.

Analisis data keefektifan pembelajaran, meliputi uji normalitas, uji homogenitas, uji ketuntasan (proporsi), uji banding, uji beda proporsi, uji pengaruh, dan uji peningkatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Pendefinisian

Pada tahap ini peneliti melakukan analisis awal akhir, analisis mahasiswa, analisis materi, analisis tugas, dan perumusan tujuan pembelajaran. Berdasarkan hasil pengamatan awal terhadap masalah yang dihadapi dosen dan mahasiswa ketika belajar trigonometri di kelas maka dilakukan analisis peserta didik, peneliti memperoleh informasi sebagai berikut: (1) dosen merasa kesulitan dalam menyampaikan materi trigonometri maka dari itu disusunlah alternatif perangkat yang relevan dapat digunakan dalam pembelajaran; (2) mahasiswa kurang aktif pada saat pembelajaran di kelas sehingga hal ini menyebabkan pembelajaran satu arah dimana dosen lebih banyak memberikan informasi dan menjelaskan materi, sementara mahasiswa hanya mencatat apa yang dosen tulis di depan kelas; (3) pembelajaran matematika di PMAT Uniku tidak didukung dengan bahan ajar yang memadai dan buku-buku referensi di perpustakaan hanya terbatas dan jumlahnya sedikit, sehingga mahasiswa tidak memiliki buku pegangan sebagai sumber belajar dan mahasiswa hanya mengandalkan materi yang diberikan dosen; (4) nilai mahasiswa pada mata kuliah trigonometri masih tergolong rendah, hal ini terlihat dari hasil UTS dan UAS mahasiswa yang memperoleh nilai di bawah ketuntasan minimal 75. Hal ini juga disebabkan oleh aktifitas mahasiswa yang kurang aktif di kelas ketika dosen memberikan soal trigonometri hanya sedikit mahasiswa yang mampu mengerjakannya di depan kelas, mereka beranggapan bahwa materi trigonometri sulit untuk dipelajari karena banyak terdapat rumus-rumus trigonometri yang sulit untuk dipahami mahasiswa.

Berdasarkan analisis materi trigonometri, analisis tugas dan perumusan tujuan pembelajaran yang telah dilakukan diperoleh informasi bahwa capaian pembelajaran trigonometri yang paling sulit dicapai mahasiswa adalah penerapan trigonometri dalam kehidupan sehari-hari terutama dalam mencari luas segitiga atau bangun datar jika diketahui dua sisi dan sebuah sudut, serta mencari tinggi suatu gedung dan menentukan sudut yang dibentuk serta menentukan jarak. Mahasiswa mengalami kesulitan yang berkaitan dengan konsep trigonometri yang meliputi perbandingan trigonometri, identitas trigonometri, rumus-rumus trigonometri serta dalil-dalil aturan sinus dan kosinus yang digunakan ketika menentukan luas daerah yang dibentuk oleh sudut-sudut serta menentukan panjang atau sisi suatu bangun jika sudutnya diketahui.

Selain itu juga kesulitan yang dialami mahasiswa mengakibatkan motivasi belajar matematika rendah dalam mempelajari materi trigonometri dan hal tersebut berdampak terhadap hasil belajar mahasiswa termasuk kemampuan komunikasi matematis. Proses pembelajaran yang cenderung monoton atau satu arah dimana mahasiswa hanya menerima informasi, hal ini menyebabkan pembelajaran matematika kurang bermakna sehingga perlu dikembangkan bahan ajar yang memfasilitasi mahasiswa dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis. Analisis tersebut menunjukkan perlu dilakukan perbaikan pada metode maupun sumber belajar. Salah satu upaya yang dapat dilakukan dosen adalah dengan pengembangan bahan ajar trigonometri pada PMRI. Tujuan dari penggunaan bahan ajar ini yaitu proses pembelajaran trigonometri lebih efektif sehingga mahasiswa lebih aktif dalam pembelajaran serta dapat

meningkatkan kemampuan komunikasi matematis mahasiswa.

Tahap Perancangan

Pada tahap ini peneliti merancang perangkat pembelajaran beserta instrumen yang dikembangkan. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan adalah Silabus, SAP, bahan ajar, dan tes kemampuan komunikasi matematis (TKKM). Instrumen penelitian yang telah dirancang meliputi lembar validasi perangkat pembelajaran, lembar pengamatan keaktifan mahasiswa dan kemampuan dosen mengelola pembelajaran serta lembar angket respons mahasiswa. Hasil perancangan pengembangan perangkat ini merupakan draft 1 pengembangan perangkat pembelajaran. Kemudian yang selanjutnya akan dikembangkan lebih luas serta divalidasi oleh tim pakar atau ahli yang mempunyai kompetensi di bidang matematika.

Tahap Pengembangan

Pada tahap pengembangan ini peneliti memodifikasi prototipe perangkat pembelajaran sehingga menghasilkan perangkat pembelajaran yang efektif. Tahap pengembangan ini terdiri atas validasi perangkat pembelajaran dan uji coba. Validasi dilakukan oleh ahli dan praktisi yang berkompeten. Penilaian ahli bertujuan untuk memperoleh saran, kritik yang digunakan sebagai masukan untuk merevisi perangkat pembelajaran (draft awal/draft I) sehingga dihasilkan draft II yang dapat dikategorikan baik dan layak digunakan untuk ujicoba lapangan. Hasil pengembangan perangkat draf II diujicobakan pada kelas eksperimen. Tujuan dari uji coba perangkat ini untuk memperoleh masukan berupa pencatatan semua respon, reaksi, komentar dari

mahasiswa, dosen, dan pengamat teman sejawat untuk merevisi atau menyempurnakan draft II.

Selain pengembangan bahan ajar trigonometri, dalam penelitian ini juga dikembangkan instrumen kemampuan komunikasi matematis mahasiswa. Indikator kemampuan komunikasi matematis dijabarkan sebagai berikut: (1) kemampuan memberikan alasan rasional terhadap suatu pernyataan; (2) kemampuan mengubah bentuk uraian ke dalam model matematika; (3) kemampuan mengilustrasikan ide-ide matematika dalam bentuk uraian yang relevan.

Untuk mengetahui valid tidaknya suatu perangkat pembelajaran maka dilakukan validasi perangkat pembelajaran oleh validator (ahli dan praktisi). Validator yang melakukan validasi perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini terdiri atas 3 orang dosen matematika di Universitas Kuningan. Saran dari para ahli tersebut digunakan sebagai landasan penyempurnaan perangkat pembelajaran. Secara umum hasil validasi oleh ahli terhadap perangkat yang

dikembangkan ditunjukkan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Validasi Perangkat Pembelajaran

Perangkat	Rata-rata Validasi Masing-masing Validator				Kriteria
	V ₁	V ₂	V ₃	Rata-rata	
Silabus	4,22	4,78	4,44	4,48	Sangat Baik
SAP	4,12	4,92	4,54	4,53	Sangat Baik
Bahan Ajar	4,31	4,77	4,31	4,46	Sangat Baik
TKKM	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid

Setelah perangkat pembelajaran divalidasi dan dinyatakan layak diujicobakan, selanjutnya dilakukan uji coba perangkat pembelajaran pada kelas eksperimen. Uji coba perangkat pembelajaran di lapangan bertujuan untuk mencari kepraktisan dan keefektifan perangkat pembelajaran.

Rekapitulasi analisis hasil uji coba butir soal tes kemampuan komunikasi matematis disajikan dalam Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Rekapitulasi Analisis Uji Coba TKKM

No	Nilai (r _{xy})	Kriteria	Indeks Tingkat Kesukaran	Kriteria	Indeks Daya Pembeda	Kriteria	Nilai Reliabilitas
1	0,65	Valid	0,75	Mudah	0,36	Baik	
2	0,65	Valid	0,91	Mudah	0,23	Cukup, Soal perlu perbaikan	
3	0,64	Valid	0,26	Sulit	0,33	Baik	
4	0,64	Valid	0,62	Sedang	0,36	Baik	
5	0,64	Valid	0,66	Sedang	0,29	Cukup, Soal perlu perbaikan	

Dari 5 butir soal yang diuji cobakan pada kelas 2A terdapat 2 soal kategori mudah yaitu soal nomor 1 dan 2. 2 Butir soal yang masuk kategori sedang, dan 1 soal yang masuk kategori sulit, yaitu soal nomor 3. Dari saran validator, 1 soal yang memiliki taraf kesukaran sedang dengan nilai terkecil perlu diubah menjadi soal dengan kategori yang sulit, sehingga diperoleh perbandingan taraf kesukaran soal: mudah: sedang: sulit = 1: 2: 1. Berdasarkan perhitungan diperoleh bahwa 5 butir soal yang diujicobakan dinyatakan 2 soal mempunyai daya beda cukup, 3 soal mempunyai daya beda baik. Berdasarkan hasil perhitungan dengan taraf signifikansi 5% pada 5 butir soal yang diujicobakan, diperoleh nilai $r_{11} = 0,86$. Sedangkan untuk $n = 5$ diperoleh r Tabel menunjukkan angka sebesar 0,63. Dengan demikian $r_{11} > r_{Tabel}$, maka soal tersebut reliabel.

Pada saat ujicoba soal TKKM, peneliti mengambil tiga orang mahasiswa dengan kemampuan berbeda, yaitu tinggi, sedang, dan rendah. Uji coba soal TKKM selain untuk mendapatkan validitas konstruk juga berfokus pada kejelasan, kemudahan penggunaan, dan keefektifan soal-soal yang dikembangkan, serta ketertarikan mahasiswa terhadap soal-soal tersebut. Berikut adalah komentar dan hasil jawaban mahasiswa pada saat uji coba.

Tabel 5. Komentar/Saran Mahasiswa terhadap soal pada saat uji coba

Komentar/Saran	S1	S2	S3
▪ Soal Nomor 3 menantang mahasiswa untuk berpikir dan bernalar		√	√
▪ Soal Nomor 4 dan 5 melatih kreativitas		√	

Komentar/Saran	S1	S2	S3
▪ Soal Nomor 2 melatih ketepatan berhitung	√		√
▪ Soal Nomor 3 kurang jelas apa yang ditanyakan	√	√	√
▪ Soal Nomor 1 mudah sering dibahas di perkuliahan	√		√

Keterangan: S1 (mahasiswa kemampuan tinggi), S2 (mahasiswa kemampuan sedang), dan S3 (mahasiswa kemampuan rendah)

Perangkat pembelajaran dikatakan praktis jika setelah diujicobakan pada kelas eksperimen memperoleh hasil: (1) respons mahasiswa positif, dan (2) kemampuan dosen mengelola pembelajaran minimal baik. Data respons mahasiswa kemudian dianalisis dengan menentukan banyaknya mahasiswa memberi jawaban bernilai respons positif dan negatif untuk kategori yang ditanyakan dalam angket. Dari hasil pengisian angket respons mahasiswa kemudian dipersentase dan diperoleh bahwa 78,15% mahasiswa memberikan respons positif, dengan kata lain mahasiswa memberikan respons positif karena lebih dari 75% mahasiswa memberikan respon positif terhadap pembelajaran matematika realistik Indonesia.

Pendapat dosen terhadap komponen perangkat pembelajaran dalam pelaksanaan kegiatan pembelajaran, penilaian dosen terhadap perangkat pembelajaran dan tanggapan dosen terhadap kelayakan pengembangan perangkat pembelajaran juga dianalisis. Komentar dan saran yang diberikan oleh dosen adalah sebagai berikut.

1. Perlu diadakan pelatihan dan pengembangan perangkat

pembelajaran matematika realistik Indonesia.

2. Mahasiswa dapat lebih memaknai pembelajaran dengan adanya pemanfaatan benda realistik dalam pembelajaran.
3. Mahasiswa dapat belajar untuk menerangkan materi kepada temannya.
4. Mengubah paradigma mahasiswa tentang matematika yang abstrak menjadi matematika yang realistik.

Untuk mengetahui tingkat kemampuan dosen mengelola pembelajaran maka harus ada pengamatan kemampuan dosen mengelola pembelajaran. Pengamatan dilakukan selama proses pembelajaran oleh 2 orang pengamat yang berasal dari teman sejawat. Adapun rekapitulasi data pengamatan kemampuan dosen mengelola pembelajaran dapat ditunjukkan pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Rekapitulasi Pengamatan Kemampuan Dosen Mengelola Pembelajaran

Pertemuan ke-	Rata-rata Penilaian	
	Observer 1	Observer 2
1	3,55	3,96
2	4,08	4,13
3	4,00	4,50
4	4,45	4,46
5	4,42	4,50
6	4,50	4,43
Rata-rata	4,25	
Kriteria	Sangat Baik	

Pembelajaran dikatakan efektif jika setelah diujicobakan pada kelas eksperimen memperoleh hasil: (a) kemampuan komunikasi matematis mahasiswa pada mata kuliah trigonometri mencapai ketuntasan belajar individu dan klasikal; (b)

kemampuan komunikasi matematis mahasiswa kelas uji coba perangkat lebih tinggi dari pada kelas kontrol; (c) ada pengaruh positif aktivitas mahasiswa dan motivasi mahasiswa terhadap kemampuan komunikasi matematis mahasiswa; dan (d) adanya peningkatan kemampuan komunikasi matematis mahasiswa dalam pembelajaran PMRI.

Uji ketuntasan individual digunakan untuk mengetahui rata-rata kemampuan komunikasi matematis kelas eksperimen telah mencapai nilai 70 atau belum. Uji ketuntasan klasikal digunakan untuk mengetahui kemampuan komunikasi matematis mahasiswa, apakah banyak mahasiswa yang sudah mencapai nilai 70 sebesar 75%. Pada perhitungan diperoleh nilai $z_{hitung} = 1,81$. Dengan taraf nyata 5% diperoleh $z_{Tabel} = Z_{(0,5 - 0,05)} = Z_{0,45} = 1,64$. Karena $Z_{hitung} > Z_{0,5-0,05}$ maka dapat disimpulkan bahwa proporsi mahasiswa pada pembelajaran matematika realistik Indonesia yang mencapai tuntas individual telah mencapai ketuntasan klasikal sebesar 75%.

Uji beda rata-rata dilakukan untuk membandingkan rataan variabel kemampuan komunikasi matematis antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol. Data nilai tes kemampuan komunikasi matematis (TKKM) kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan taraf signifikan 5% diperoleh $t_{tabel} = 1,67$. Karena $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka rata-rata kemampuan komunikasi matematis mahasiswa kelas eksperimen lebih dari kelas kontrol. Berdasarkan hasil perhitungan juga menunjukkan bahwa nilai rata-rata kemampuan komunikasi matematis kelas eksperimen adalah 76,95 dan kelas kontrol adalah 73,86. Hal ini berarti bahwa kelas eksperimen mempunyai nilai rata-rata kemampuan komunikasi matematis lebih tinggi dari pada kelas kontrol.

Uji beda proporsi digunakan untuk membandingkan proporsi ketuntasan kemampuan komunikasi matematis pada kelas eksperimen menggunakan pembelajaran PMRI dengan kelas kontrol menggunakan pembelajaran ekspositori. Berdasarkan perhitungan diperoleh nilai z hitung sebesar 2,33. Dengan taraf nyata 5%, diperoleh $z_{tabel} = z_{(0.5-0.05)} = z_{0.45} = 0,17$. Karena $z_{hitung} > z_{tabel}$, dapat disimpulkan bahwa proporsi ketuntasan kemampuan komunikasi matematis pada PMRI lebih dari proporsi ketuntasan mahasiswa pada pembelajaran ekspositori. Setelah melalui uji beda rata-rata dan uji beda proporsi dapat disimpulkan bahwa kemampuan komunikasi matematis pada pembelajaran matematika realistik Indonesia lebih baik dibandingkan kemampuan komunikasi matematis mahasiswa pada pembelajaran ekspositori.

Uji peningkatan kemampuan komunikasi matematis:

Uji Gain

$$\text{Gain Eksperimen} = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{max} - S_{pre}} = \frac{76,96 - 61,65}{100 - 61,65} \\ = 0,39 = 39\%$$

$$\text{Gain Kontrol} = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{max} - S_{pre}} = \frac{73,86 - 59,14}{100 - 59,14} \\ = 0,36 = 36\%$$

Gambaran deskriptif mengenai peningkatan kemampuan komunikasi matematis pada kelas eksperimen dan kelas kontrol berada pada kategori sedang. Berdasarkan hasil diperoleh kesimpulan bahwa rata-rata skor gain kelas pembelajaran matematika realistik Indonesia lebih baik dibandingkan dengan rata-rata skor gain kelas kontrol.

Hal ini sejalan dengan lima prinsip dasar dalam desain pembelajaran (Treffers, 1987), Treffers membangun lima prinsip dasar ini untuk membimbing dua hal

bagaimana pembelajaran dibangun dan prinsip-prinsip pengajaran yang mendukung proses belajar mengajar melalui RMRI. Prinsip dasar RMRI mengacu pada penemuan terbimbing, fenomenologi didaktik, dan mediasi prinsip model. Semua karakteristik ini terinspirasi oleh Freudenthal (1973, 1983) prinsip dasar dari RMRI ini adalah 'matematika sebagai aktivitas manusia'. Gagasan ini menempatkan penekanan berat pada peserta didik yang membangun pengetahuan mereka sendiri dengan bimbingan dosen dalam proses pembelajaran matematika di kelas.

Hasil penilaian validasi berdasarkan ketiga validator diperoleh hasil bahan ajar yang dikembangkan dapat dikatakan valid. Pada umumnya validator menyatakan bahan ajar yang dikembangkan sangat baik tetapi dapat digunakan dengan revisi. Saran untuk perbaikan bahan ajar yang dikembangkan diantaranya terkait dengan (1) penataan isi perlu diperbaiki sehingga mudah dipahami mahasiswa, (2) penyajiannya perlu diawali masalah sehingga sesuai dengan pembelajaran matematika realistik Indonesia, (3) penulisan soal ada yang kurang sesuai sehingga perlu ketelitian, (4) penulisan bab dan sub bab perlu diperhatikan.

Hasil validasi instrumen soal tes kemampuan komunikasi matematis oleh validator berupa saran dan masukan terkait dengan tata tulis dan gambar yang ada dalam soal tes kemampuan komunikasi matematis yaitu (1) menggunakan masalah atau benda real sehingga sesuai dengan PMRI, (2) gambar yang tidak diperlukan dihapus, (3) penggunaan angka yang tidak realistik, (4) pada soal no 4 dan 5 harus dicermati lagi, bahasa yang digunakan disesuaikan dengan logika berpikir mahasiswa, (5) perintah berikan penjelasan untuk mendukung jawabanmu kurang dapat dipahami

mahasiswa. Masukan dari semua validator dianalisis oleh peneliti untuk mengadakan perbaikan sehingga diperoleh bahan ajar yang dikembangkan valid, praktis, dan efektif. Selanjutnya dilakukan validasi eksternal melalui uji coba instrumen kepada 30 mahasiswa tingkat 2 prodi pendidikan matematika Universitas Kuningan yang telah mendapatkan mata kuliah Trigonometri.

Pembelajaran yang telah dilakukan diperoleh informasi bahwa capaian pembelajaran trigonometri yang paling sulit dicapai mahasiswa adalah penerapan trigonometri dalam kehidupan sehari-hari terutama dalam mencari luas segitiga atau bangun datar jika diketahui dua sisi dan sebuah sudut, serta mencari tinggi suatu gedung dan menentukan sudut yang dibentuk serta menentukan jarak. Turmudi dan Jupri (2009), mereka mengatakan dalam penelitian mereka bahwa *experientially real* berarti permasalahan situasional dapat diangkat dari permasalahan sehari-hari ataupun hal yang abstrak selama permasalahan matematika tersebut *meaningful* untuk peserta didik. Hal tersebut ditunjukkan dalam keaktifan dan ketertarikan peserta didik di kelas dalam belajar matematika melalui PMRI (Fauzan, Slettenhaar, & Plomp, 2002). Adapun hasil penelitian yang telah dianalisis terhadap bahan ajar pada PMRI memberikan pengaruh yang positif untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis mahasiswa. Respon mahasiswa terhadap pembelajaran sebesar 78,15% hal ini berarti lebih dari 75% sehingga dapat dikatakan mempunyai respon positif terhadap pembelajaran PMRI.

Dalam RMRI permasalahan kontekstual berperan penting dalam pembelajaran, Gravemeijer dan Doorman (2004) mendefinisikan permasalahan

kontekstual ini sebagai permasalahan situasional yang bersifat nyata. Pendapat Sabandar (2008), menyatakan bahwa diperlukan upaya pendidik secara sengaja agar terwujud dan tercipta suatu kelas yang mengembangkan kemampuan berpikir matematika peserta didik. Kemampuan berpikir disini salah satunya adalah kemampuan komunikasi matematis sehingga berdasarkan penjelasan di atas jelaslah alasan peningkatan kemampuan komunikasi matematis mahasiswa di kelas yang pembelajarannya menggunakan bahan ajar pada PMRI. Situasi seperti ini perlu diperhatikan dimana peserta didik mengetahui bagaimana harus bertindak dan mengungkapkan alasan yang masuk akal adalah sesuatu pengalaman yang nyata (Gravemeijer, 1994).

Teori ini sangat dipengaruhi oleh konsep Hans Freudenthal tentang "*mathematics as human activity*" (Zulkardi, 2002), mempunyai makna bahwa matematika merupakan suatu aktivitas manusia dimana peserta didik diberikan suatu kesempatan untuk belajar di dalam aktivitas matematika dan dengan demikian diharapkan peserta didik dapat menemukan ide matematika. Oleh karena itu, banyak kesempatan yang diberikan oleh dosen kepada peserta didik mereka untuk membangun pemahaman mereka sendiri. PMRI merupakan sebuah teori domain-spesifik instruksional, yang menawarkan panduan sebagai instruksi yang bertujuan untuk mendukung peserta didik dalam membangun atau menciptakan kembali matematika dalam masalah yang berpusat pada pengajaran interaktif (Gravemeijer, 1994).

PMRI bertolak dari konteks atau situasi yang "*real*" bagi peserta didik, kemudian menekankan pada keterampilan proses, berdiskusi dan berargumentasi

dengan teman lain sehingga peserta didik dapat menemukan sendiri ide matematika dari aktivitas yang dilakukannya di kelas dan pada akhirnya dapat menyelesaikan permasalahan matematika baik secara individu ataupun kelompok. Pada pendekatan ini peran dosen tak lebih dari seorang fasilitator, sementara peran peserta didik lebih aktif untuk berfikir, mengkomunikasikan argumentasinya, menjustifikasi jawaban mereka, serta menghargai strategi atau pendapat temannya yang lain. Peran dosen sebagai fasilitator ditandai oleh kemampuannya menyediakan pengalaman belajar yang mendorong proses berpikir peserta didik melalui lingkungan yang interaktif (Hadi, 2005).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil yang sudah diperoleh, dapat disimpulkan bahwa bahan

ajar trigonometri pada pembelajaran matematika realistik Indonesia yang dikembangkan valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis mahasiswa. Hasil validasi bahan ajar termasuk dalam kategori sangat baik sebesar 4,46. Ketuntasan klasikal sebesar 75% sehingga bahan ajar ini efektif dapat digunakan. Perhitungan rata-rata kelas eksperimen secara klasikal diperoleh nilai N-Gain sebesar 0,39 yang berarti tafsiran peningkatan kemampuan komunikasi matematis termasuk dalam kategori sedang. Respon mahasiswa terhadap pembelajaran matematika realistik Indonesia menunjukkan respon positif sebesar 78,15%. Sedangkan hasil observasi dosen terhadap pembelajaran sebesar 4,25 dengan kriteria sangat baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakker, A. 2004. *Design Research in Statistics Education. On Symbolizing and Computer Tools*. Amersfoort: Wilco Press.
- Baroody, A. J. 1993. *Problem Solving, Reasoning, and Communicating*. New York: Mc. Milan.
- Fauzan, A., Slettenhaar, D., & Plomp, T. 2002. "Traditional mathematics education vs. realistic mathematics education: Hoping for changes". In P. Valero & O. Skovsmose (Eds.), *Proceedings of the 3rd International Mathematics Education and Society Conference* (pp. 1-4). Copenhagen: Centre for Research Learning in Mathematics.
- Freudenthal, H. 1973. *Mathematics as an educational task*. Dordrecht, The Netherlands: D. Reidel Publishing Company.
- Freudenthal, H. 1983. *Didactical phenomenology of mathematical structures*. Dordrecht, The Netherlands: D.Reidel Publishing Company.
- Gravemeijer. 1994. *Developing Realistic Mathematics Education*. Utrecht: Freudenthal Institute.
- Gravemeijer, K. & Doorman, M. 2004. "Context problems in realistic mathematics education: A calculus course as an example". *Educational Studies in Mathematics* 39. hal 111-129.
- Hadi, S. 2005. *Pendidikan Matematika Realistik*. Banjarmasin: Tulip.

- Kusumah, Y. S. 2008. "Konsep, Pengembangan, dan Implementasi Computer-Based Learning dalam Peningkatan Kemampuan High-Order Mathematical Thinking". *Pidato pengukuhan Guru Besar dalam Pendidikan Matematika Universitas Pendidikan Indonesia* tanggal 23 Oktober 2008. Bandung: UPI PRESS.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). 1991. *Professional Standards for Teaching Mathematics*. USA: NCTM.
- OECD and PISA. 2009. *Assessment Framework*. [Online] <http://www.oecd.org>. (diunduh 16 Oktober 2012).
- Sabandar, J. 2008. "Thinking Classroom dalam Pembelajaran Matematika di Sekolah". *Makalah pada Seminar Matematika*. Bandung.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
- Thiagarajan, S., dkk. 1974. *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children, A Source Book*. Blomington: Center of Inovation on Teaching the Handicapped Minneapolis Indiana University. Tersedia: <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED090725.pdf>. (Diunduh 8 September 2010).
- Treffers, A. 1987. *Three dimensions. A model of goaland theory descriptions in mathematics instruction - the Wiskobas Project*. Dordrecht: Reidel Publishing Company.
- Turmudi. 2008. *Landasan Filsafat dan Teori Pembelajaran Matematika (Berparadigma Eksploratif dan Investigatif)*. Jakarta: Leuser Cipta Pustaka.
- Turmudi & Jupri, A. 2009. *Guided Reinvention in Mathematical Modelling*. Presented in the 2th International Conference on Lesson Study, August, 1st 2009. 1-5.
- Wardhani, S. 2006. *Pembelajaran dan Penilaian Kecakapan Matematika di SMP*. Yogyakarta: PPPG Matematika Yogyakarta.
- Wihatma, U. 2004. *Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematik Siswa SLTP melalui Cooperative Learning Tipe STAD*. Tesis pada PPs UPI Bandung: Tidak diterbitkan.
- Wijaya, A. 2012. *Pendidikan Matematika Realistik: Suatu Alternatif Pendekatan Pembelajaran Matematika*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Zulkardi. 2002. *Developing A Learning Environment on Realistic Mathematics Education For Indonesian Student Teachers*. Enschede: Twente University.

