

DESAIN PEMBELAJARAN VOLUME KUBUS DAN BALOK MENGUNAKAN *FILLING* DAN *PACKING* DI KELAS V

Okto Feriana¹ dan Ratu Ilma Indra Putri²

¹SMA NU Palembang, ²Universitas Sriwijaya

email: Okto.feriana@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis lintasan belajar yang dapat membantu siswa memahami konsep volume kubus dan balok menggunakan cara *filling* dan *packing* di Kelas V SD. Penelitian ini menggunakan metode *design research* tipe *validation study*. Pendekatan pembelajaran yang digunakan adalah Pendidikan Matematika Realistik Indonesia (PMRI). Subjek penelitian adalah siswa Kelas V MI Ma'had Islamy Palembang Sumatera Selatan. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, membuat rekaman video tentang kejadian di kelas dan kerja kelompok, mengumpulkan hasil kerja siswa, memberikan tes awal dan tes akhir, dan mewawancarai siswa. Data dianalisis secara restropektif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lintasan belajar yang diperoleh dapat membantu siswa dalam memahami konsep volume kubus dan balok, yaitu menemukan isi kubus dan balok melalui aktivitas *filling*, menemukan bahwa balok yang banyak isi dari pada kubus melalui kegiatan membandingkan, menemukan konsep volume kubus dan balok, menemukan volume kubus melalui aktivitas *packing*, menemukan rumus volume kubus, menemukan volume dari balok melalui aktivitas *packing*, menemukan rumus volume balok, dan menyimpulkan rumus volume kubus dan balok.

Kata kunci: *volume kubus dan balok, filling dan packing, design research*

THE CUBE AND CUBOID VOLUME LEARNING DESIGN USING FILLING AND PACKING METHOD IN THE FIFTH GRADE OF PRIMARY SCHOOL

Abstract

This study was aimed at producing a learning design that can help the students to understand the concept of cube and cuboid volume using the filling and packing method in the fifth grade of the primary school. The approach used was PMRI. The subjects were the students of the fifth grade of MI Ma'had Islamy Palembang, South Sumatera. The study used a validation study research design. The results show that the learning design is able to help students in understanding the concept of cube and cuboid volume; the contents of cube and cuboid through the activity of filling, the beams have more volume than the cube through comparing, the concept of the cubes and cuboid volume, the volume of a cube through the activity of packing, a formula of cube volume, the volume of the cuboid through the activity of packing, the cuboid volume formula, and the concluding out of cubes and cuboid formulas.

Keywords: *cube and cuboid volume, filling and packing, learning design*

PENDAHULUAN

Salah satu topik penting yang diajarkan dalam pembelajaran bangun ruang di sekolah dasar adalah volume. Materi tentang volume yang dipelajari pertama kali di tingkat SD yaitu volume kubus dan balok sebelum mempelajari tentang volume bangun ruang lainnya. Hal tersebut sejalan dengan pendapat French (2004) menyatakan bahwa volume kubus dan balok adalah konsep geometris penting yang mendasari banyak aspek matematika, seperti untuk pembelajaran volume bangun ruang sisi datar lainnya maupun bangun ruang sisi lengkung. Adapun Kohar, Fatoni & Satiti (2012) menyatakan bahwa volume kubus dan balok berkaitan dengan kegiatan sehari-hari. Pekerjaan yang dilakukan siswa seperti mengisi bak air yang kosong dan menghitung kekurangan kemasan paket barang yang perlu ditambahkan ke dalam mobil kontainer agar penuh merupakan aplikasi konsep kubus dan balok.

Curry & Outhred (2005) mengemukakan bahwa volume dapat diukur dengan dua cara yakni dengan cara *filling* dan *packing*. *Filling* adalah dengan cara ruang diisi dengan iterasi unit cairan. Dalam metode ini, struktur unit disusun dengan satu dimensi. *Packing* adalah cara ruang dikemas dengan susunan unit tiga dimensi secara berulang dalam dimensi ketiga. Van De Walle (2008) ada dua tipe satuan yang dapat digunakan untuk mengukur volume dan kapasitas, yaitu satuan padat dan satuan wadah. Satuan padat adalah benda-benda seperti kubus kayu atau bola tenis lama yang dapat digunakan untuk mengisi wadah yang sedang diukur. Satuan wadah adalah wadah kecil yang diisi dan dituang berulang-ulang ke dalam wadah yang sedang diukur.

Pembelajaran konsep volume kubus dan balok dapat diajarkan kepada siswa dengan memberikan pengalaman membandingkan

volume dua bangun ruang. Hal ini sejalan dengan pendapat Heuvel-Panhuizen dan Buys (2005) yang mengungkapkan bahwa dalam pembelajaran volume, siswa perlu diberikan pengalaman membandingkan isi benda-benda yang berguna untuk mencapai pemahaman tentang konsep volume.

Berdasarkan data di lapangan, Voulgaris & Evangelidou (2004) dalam penelitiannya menyatakan bahwa siswa masih kesulitan dalam memahami konsep volume kubus dan balok. Senada dengan pendapat itu, Martin (2007) menyatakan bahwa siswa masih sering mengalami kesulitan dalam pengukuran, salah satunya pengukuran tentang volume kubus dan balok. Data dari *Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)* dan *National Assessment of Educational Progress (NAEP)* secara konsisten menunjukkan bahwa pelajar lebih lemah dalam bidang pengukuran dibandingkan dengan topik lainnya (Van de Walle, 2008, p. 116). Pengukuran yang dimaksud adalah tentang volume yang salah satunya volume kubus dan balok.

Rohmah (2014) menyatakan bahwa selama ini cara guru mengajar hanya menekankan pada penguasaan konsep yang mengacu pada hafalan, siswa hanya dapat berhitung dan menghafal rumus. akan tetapi, siswa tidak dapat menjelaskan dari mana rumus tersebut diperoleh. Dengan kata lain, guru selama ini lebih menekankan kepada pemahaman prosedural daripada pemahaman konseptual (Van de Walle, 2008). Nurlatifah, Wijaksana, dan Rahayu (2013) juga menyatakan bahwa pembelajaran matematika mengenai konsep volume memfokuskan pembelajaran pada perhitungan prosedural dengan kegiatan pembelajaran yang bersifat mekanistik (guru mendiktekan rumus dan prosedur kepada siswa). Dengan demikian, siswa tidak mendapatkan kesempatan yang

cukup untuk bereksplorasi sehingga tidak dapat memahami konsep volume dengan baik.

Berdasarkan permasalahan di atas, diperlukan suatu cara dalam pembelajaran konsep volume kubus dan balok yang menarik dan bermakna bagi siswa sehingga mereka menjadi lebih termotivasi untuk belajar baik tentang pengetahuan dasar maupun pemahaman konsep. Pembelajaran ini sejalan dengan pendekatan Pendidikan Matematika Realistik Indonesia (PMRI). Kegiatan belajar dalam PMRI sesuai dengan salah satu prinsip pengembangan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan 2006, yaitu terpusat pada siswa sedangkan guru hanya sebagai fasilitator.

Pembelajaran matematika hendaknya dimulai dengan pengenalan masalah yang sesuai dengan situasi. Dengan mengajukan masalah kontekstual, siswa secara bertahap dibimbing untuk menguasai konsep matematika. Putri (2011) menyatakan bahwa PMRI adalah salah satu pendekatan pembelajaran yang akan menggiring siswa memahami konsep matematika dengan mengkonstruksi sendiri melalui pengetahuan sebelumnya yang berhubungan dengan kehidupan sehari-harinya, seperti menemukan sendiri konsep volume kubus dan balok sebelum mereka diperkenalkan dengan perhitungan numerik atau rumus. Proses konstruksi penyetaraan dapat dilakukan dengan menggunakan unit satuan untuk memberikan kerangka kognitif dalam memahami pengukuran volume dan rumus untuk menentukan volume kubus dan balok (Battista, Clements, Arnoff, Battista, & van Auker Borrow, 1998).

Penemuan konsep matematika dapat dilaksanakan dalam suatu konteks. Penggunaan konteks sebagai *starting point* dalam pembelajaran matematika dapat meningkatkan motivasi belajar siswa (Zainab, Zulkardi, & Hartono,

2013). Sementara itu, Hartoyo (2009, p. 77) menemukan bahwa penggunaan konteks dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran pada mahasiswa. Wijaya (2012) menyatakan bahwa konteks tidak harus berupa masalah dunia nyata namun dapat juga dalam bentuk permainan, penggunaan alat peraga atau situasi lain selama hal tersebut bermakna dan dapat dibayangkan dalam pikiran siswa. Penggunaan alat peraga seperti bangun-bangun ruang, kardus susu dan kaleng makanan merupakan media visual yang dapat digunakan untuk menumbuhkan pemahaman konsep siswa (Sutama, Narimo, & Haryoto, 2012).

Penelitian Revina, Zulkardi, Darmawijoyo, dan Van Galen (2011) menyimpulkan bahwa dalam kelas PMRI, penggunaan konteks telah dapat menstimulasi siswa dalam berpikir untuk menemukan cara memecahkan suatu permasalahan matematika. Siswa dapat membawa pengetahuan dan pengalaman informalnya untuk mendapatkan ide dalam menyelesaikan masalah. Situasi susunan kemasan dapat mendorong siswa dalam menginvestigasi struktur dari susunan kemasan tiga dimensi.

Penelitian Nurlatifah dkk. (2013) menyimpulkan bahwa penggunaan konteks menghitung lilin mainan mampu menghantarkan siswa menemukan kembali konsep volume. Penggunaan konteks tersebut mampu membuat siswa bereksplorasi dan melakukan pemodelan dengan berinteraksi dengan rekan sekelompok sehingga pembelajaran tercapai bagi semua siswa. Rohmah (2014) pada penelitiannya menyimpulkan bahwa penggunaan alat peraga berupa kotak museum dapat meningkatkan pemahaman konsep pada luas dan volume kubus dan balok.

Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan di atas, penelitian ini

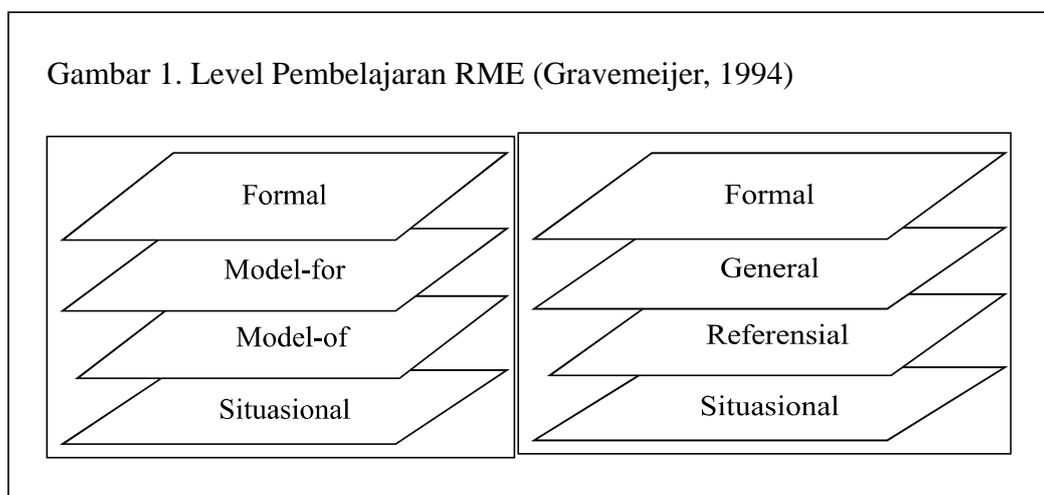
bertujuan untuk menganalisis lintasan belajar menggunakan cara *filling* dan *packing* untuk membantu siswa memahami konsep volume kubus dan balok. Cara *filling* untuk membantu siswa menemukan konsep volume kubus dan balok. Untuk menemukan rumus volume kubus dan balok menggunakan cara *packing*. Satuan yang akan digunakan adalah satuan wadah dan satuan padat. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan konteks berupa penggunaan alat peraga yaitu kubus satuan dengan ukuran 5cm x 5cm x 5cm yang dibuat sendiri oleh peneliti sebagai unit satuan dan juga sebagai takaran, serta menggunakan media pengisi kacang hijau.

Zulkardi dan Putri (2010) menyatakan bahwa PMRI adalah teori pembelajaran yang bertitik tolak dari hal-hal yang “riil” atau pernah dialami siswa, menekankan keterampilan proses ‘*doing mathematics*’, berdiskusi dan berkolaborasi, berargumentasi dengan teman sekelas sehingga mereka dapat menemukan sendiri (*student investing*) sebagai kebalikan dari (*teacher telling*) dan pada akhirnya menggunakan matematika itu untuk menyelesaikan masalah baik secara individu maupun kelompok. Prinsip pada pendekatan PMRI dikemukakan oleh Gravemeijer, Rainero, & Vonk (1994) ada

tiga, yaitu: (1) *guided reinvention and progressive mathematization*, (2) *didactical phenomenology*, dan (3) *self developed models*. Ada lima karakteristik pembelajaran matematika realistik, yaitu: (1) penggunaan konteks; (2) penggunaan model dalam *matematisasi progresif*; (3) pemanfaatan hasil konstruksi siswa, siswa diberikan kebebasan untuk mengembangkan strategi pemecahan masalah sehingga diharapkan akan diperoleh strategi bervariasi; (4) interaktivitas; dan (5) keterkaitan (Gravemeijer *et al.*, 1994).

Konteks dalam PMRI ditujukan untuk membangun ataupun menemukan kembali suatu konsep matematika melalui proses matematisasi (Wijaya, 2012). Terdapat empat level dalam pembelajaran RME (Gravemeijer *et al.*, 1994; Zulkardi & Putri, 2010; Putri, 2013, p. 24) yang disajikan pada Gambar 1.

Adapun pelaksanaan empat level dari kegiatan dalam pembelajaran ini, digambarkan sebagai berikut. (1) Aktivitas situasional. Interpretasi dan solusi bergantung pada pemahaman berfikir dan bertindak sesuai situasi yang ada. (2) Aktivitas referensial. Model mengacu pada aktivitas kegiatan pembelajaran. (3) Aktivitas general. Model dapat



menghubungkan pada kegiatan matematika. (4) Penalaran matematika formal yang tidak lagi bergantung pada dukungan model untuk kegiatan matematika.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *design research* tipe *validation study* yang bertujuan untuk membuktikan teori-teori pembelajaran dan mengembangkan *Local Instructional Theory* (LIT) dengan kerjasama peneliti dan guru untuk meningkatkan kualitas pembelajaran (Gravemeijer & Cobb, 2006). Gravemeijer dan Cobb (2006) mendefinisikan tiga tahap pada *design research*, yakni: (1) *preparing for the experiment*, (2) *the design experiment*, dan (2) *retrospective analysis*.

Tahap pertama, *preparing for the experiment*. Pada tahap ini, peneliti melakukan kajian literatur melalui pengumpulan informasi berupa mengkaji materi dalam buku-buku teks matematika mengenai materi sudut, kemudian menyesuaikan dengan literatur pendekatan PMRI dan dengan desain riset sebagai dasar perumusan dugaan strategi awal siswa dalam pembelajaran volume kubus dan balok. Selain itu, peneliti juga meneliti kemampuan awal siswa dengan melakukan wawancara kepada beberapa siswa untuk mengetahui pemahaman siswa mengenai materi prasyarat pembelajaran. Hasilnya digunakan untuk mendesain serangkaian aktivitas pembelajaran yang berisi dugaan lintasan belajar (*Hypothetical Learning Trajectory*). HLT yang didesain bersifat dinamis sehingga terbentuk sebuah proses siklik (*cyclic process*) yang dapat berubah dan berkembang selama proses *teaching experiment*.

Tahap kedua, *the design experiment* (desain percobaan) yang terdiri atas dua siklus yakni siklus 1 (*pilot experiment*) dan siklus 2 (*teaching experiment*). Enam

orang siswa dengan kemampuan heterogen (2 siswa berkemampuan tinggi, 2 siswa berkemampuan sedang, dan 2 siswa berkemampuan rendah) dilibatkan pada siklus pertama (*pilot experiment*), pada tahap ini peneliti berperan sebagai guru. Hasil dari siklus pertama digunakan untuk merevisi HLT versi awal untuk satu kelas berpartisipasi dalam siklus kedua (*teaching experiment*). Pada siklus kedua, 27 siswa dari MI Ma'had Islamy Palembang berpartisipasi dalam pembelajaran ini. Siswa diberi pembelajaran oleh guru mereka sendiri sebagai guru model (pengajar) dan peneliti bertindak sebagai observer terhadap aktivitas pembelajaran.

Tahap ketiga, *restrospective analysis*. Data yang diperoleh dari tahap *teaching experiment* dianalisis untuk mengembangkan desain pada aktivitas pembelajaran berikutnya. HLT dibandingkan dengan aktivitas pembelajaran siswa yang sesungguhnya (*Actual Learning Trajectory*) untuk menjawab rumusan masalah penelitian. Tujuan dari *retrospective analysis* secara umum adalah untuk mengembangkan *Local Instructional Theory* (LIT).

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi dengan cara membuat rekaman video tentang kejadian di kelas dan kerja kelompok; mengumpulkan hasil kerja siswa; memberikan tes awal dan tes akhir; dan mewawancarai siswa. HLT yang telah dirancang kemudian dibandingkan dengan lintasan belajar siswa yang sebenarnya selama pelaksanaan pembelajaran untuk dilakukan analisis secara retrospektif, siswa belajar atau tidak belajar dari yang telah dirancang di rangkaian pembelajaran. Analisis data diikuti oleh peneliti beserta pembimbing untuk meningkatkan validitas dan reliabilitas. Validitas dilakukan untuk melihat kualitas sekumpulan data yang berpengaruh pada penarikan kesimpulan

dari penelitian ini. Reliabilitas digambarkan melalui deskripsi yang jelas tentang data yang dikumpulkan sehingga dapat diambil kesimpulan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pembelajaran ini didesain untuk menganalisis lintasan belajar dalam pembelajaran materi volume kubus dan balok menggunakan cara *filling* dan *packing* dengan pendekatan PMRI di MI. *Teaching experiment* dilaksanakan di Kelas V MI Ma'had Islamy Palembang yang terdiri dari 27 siswa. Pada tahap awal penelitian, dilakukan kajian literatur dan disusun serangkaian aktivitas siswa untuk mencapai pemahaman konsep volume kubus dan balok dari tahap informal ke tahap formal.

Dalam aktivitas-aktivitas siswa terdapat tujuan aktivitas, deskripsi aktivitas, dan dugaan pemikiran siswa (*konjecture*) sehingga terbentuklah dugaan lintasan belajar siswa (*hypothetical learning trajectory*). Hasil dari desain ini didiskusikan dengan guru matematika atau guru model kemudian diterapkan dalam penelitian pendahuluan (*pilot experiment*). Setelah dilaksanakan penelitian pendahuluan, peneliti melakukan revisi atau perbaikan dari desain yang telah dibuat berdasarkan hasil-hasil yang telah diperoleh dan diskusi dengan guru.

Berdasarkan desain lintasan belajar yang telah dirancang dan dilakukan oleh peneliti, lintasan belajar untuk memahami konsep pada pembelajaran volume kubus dan balok meliputi dua aktivitas belajar yang telah dilakukan pada proses kegiatan belajar mengajar pada siswa. Aktivitas *pertama* menemukan konsep volume kubus dan balok dengan cara *filling*. Aktivitas *kedua* menemukan rumus volume kubus dan balok dengan cara *packing*.

Sebelum dan sesudah melakukan serangkaian aktivitas pembelajaran, siswa

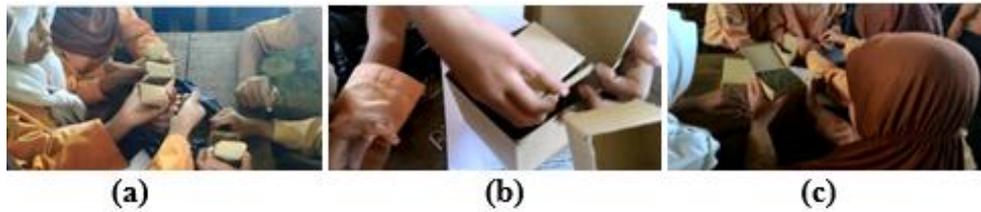
diberikan tes awal dan tes akhir. Tes berbentuk soal tes esai. Putri (2015) menyatakan bahwa bentuk tes tidak hanya objektif atau pilihan ganda tetapi juga berbentuk esai sehingga dapat memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mengutarakan maksudnya dengan strategi atau caranya sendiri. Berdasarkan hasil kedua tes, peneliti memperoleh informasi bahwa hasil pekerjaan siswa menunjukkan ada perbedaan antara tes awal dan tes akhir dalam memahami konsep volume kubus dan balok.

Aktivitas *pertama*, yaitu menemukan konsep volume kubus dan balok (cara *filling*). Pada aktivitas *pertama*, masing-masing kelompok disediakan 1 buah kubus, 1 buah balok, kubus satuan dan kacang hijau. Kemudian, siswa mengerjakan pertanyaan 1. Isilah kubus satuan dengan kacang hijau sampai penuh kemudian masukkan kacang hijau ke dalam kubus ulangan kegiatan tersebut sampai kubus terisi penuh oleh kacang hijau. Proses pengisian kacang hijau pada kubus dapat dilihat pada Gambar 2.

Pada Gambar 2 terlihat siswa melakukan proses pengisian kacang hijau ke dalam kubus satuan gambar (a), setelah selesai melakukan proses pengisian ke dalam kubus satuan, siswa melakukan pengisian ke dalam kubus gambar (b), sampai kubus terisi penuh oleh kacang hijau gambar (c). Berdasarkan Gambar 2 terlihat bahwa siswa sudah mampu mengisi kubus dengan kacang hijau menggunakan kubus satuan sebagai takaran dan siswa juga sudah mampu menentukan berapa kali harus mengisikan kacang hijau ke dalam kubus menggunakan kubus satuan sebagai takaran sampai kubus tersebut terisi penuh.

Selanjutnya, siswa menyelesaikan pertanyaan 2. Siswa melakukan pengisian kacang hijau ke dalam balok dengan meng-

Gambar 2. Proses Mengisikan Kacang Hijau ke dalam Kubus



Percakapan 1. Mengisikan Kacang Hijau ke dalam Kubus

- Guru* : “Kacang hijaunya mau diisikan ke mana?”
Siswa : “ke dalam kubus”
Guru : “Apakah kubus satuannya itu harus terisi penuh?”
Siswa : “iya buk”
Guru : “Berapa kali kalian harus mengisikan kacang hijau ke dalam kubus sampai kubus terisi penuh?”
Siswa : “8 kali”
Guru : “Menggunakan apa kalian mengisikan kacang hijaunya?”
Siswa : “Menggunakan kubus satuan”

gunakan kubus satuan sebagai takaran. Proses pengisian dapat dilihat pada Gambar 3.

Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa siswa mengisi kubus satuan dengan kacang hijau sampai penuh (a), mengisikan kacang hijau tersebut ke dalam kubus gambar (b), siswa mengisikan kacang hijau ke dalam kubus sampai kubus terisi penuh gambar (c). Siswa menjawab pertanyaan ketiga, yaitu membandingkan isi yang ada pada kubus dan balok yang memiliki isi yang

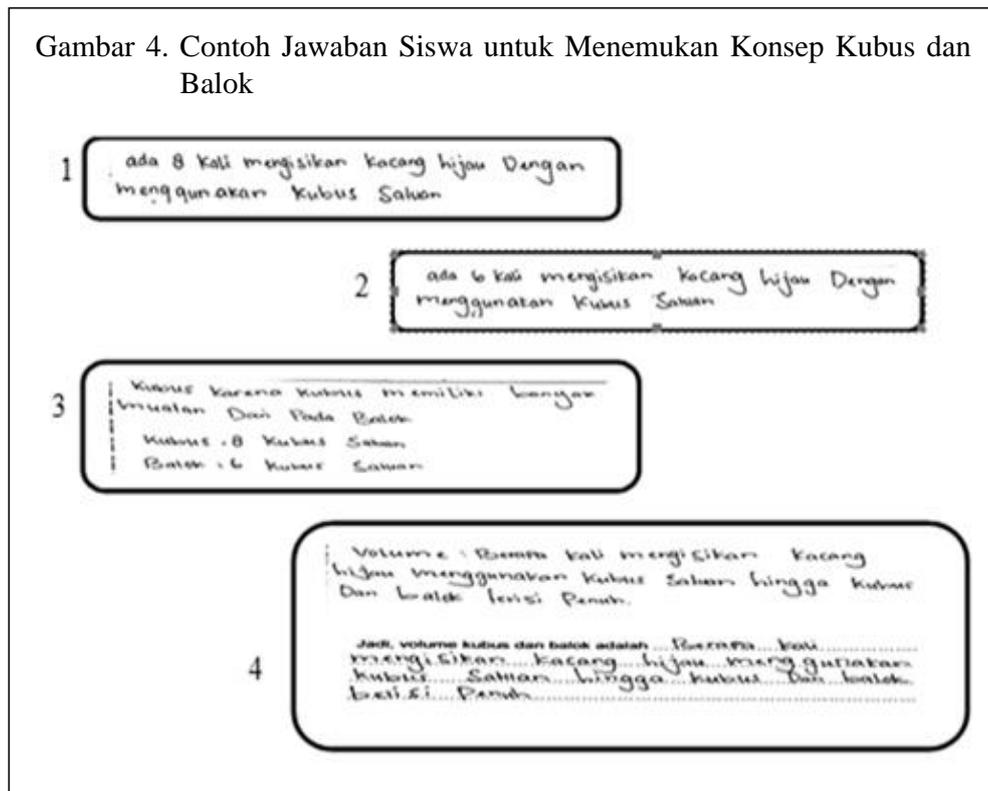
paling banyak, dilanjutkan sampai pada kesimpulan tentang volume kubus dan balok. Gambar 4 menyajikan hasil jawaban siswa dari pertanyaan 1 sampai dengan simpulan.

Berdasarkan hasil kesimpulan tentang konsep volume kubus dan balok, dari kelima kelompok memiliki strategi yang berbeda untuk menarik kesimpulan. Kelompok Anggur menyimpulkan konsep dari volume kubus dan balok dengan cara melihat berapa kali mereka harus mengisikan kacang hijau

Gambar 3. Aktivitas Mengisi Balok dengan Kacang Hijau



Gambar 4. Contoh Jawaban Siswa untuk Menemukan Konsep Kubus dan Balok



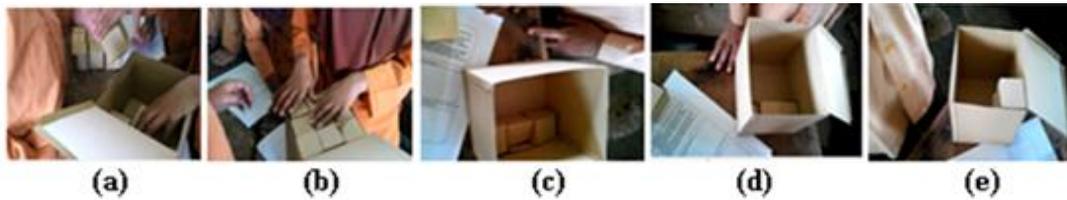
menggunakan kubus satuan sampai kubus maupun balok terisi penuh. Kelompok Apel menyimpulkan dengan cara memperhatikan isi yang ada pada kubus maupun balok. Adapun kesimpulannya, yaitu volume kubus dan balok adalah banyaknya benda yang mengisi ruang kubus dan balok hingga penuh.

Kelompok Mangga strateginya sama dengan Kelompok Apel, yaitu dengan cara memperhatikan isi yang ada dalam kubus maupun balok. Kelompok Pear menyimpulkan bahwa volume kubus dan balok adalah ukuran bangun ruang. Strategi yang mereka gunakan yaitu menyatakan bahwa volume kubus dan balok itu merupakan ukuran dari kubus maupun balok tersebut. Kelompok Straberi menyimpulkan bahwa volume kubus dan balok adalah jumlah benda yang memenuhi ruang kubus maupun balok. Berdasarkan

hasil kesimpulan dari kelima kelompok tersebut dapat disimpulkan bahwa siswa sudah memahami konsep tentang volume kubus dan balok menggunakan satuan wadah berupa kubus satuan.

Selanjutnya, siswa melakukan aktivitas *kedua*, yaitu menemukan rumus volume kubus dan balok dengan menggunakan kubus satuan. Pada aktivitas kedua ini, setiap kelompok diberikan 1 kubus, 1 balok, dan 27 kubus satuan. Adapun kegiatan yang dilakukan, siswa menyusun kubus satuan ke dalam ruang kubus sampai kubus terisi penuh lalu menentukan volumenya. Selanjutnya, siswa menyusun kubus satuan ke dalam ruang kubus dengan ketentuan hanya pada perwakilan panjang, lebar, dan tingginya saja. Kemudian, dilakukan penarikan kesimpulan. Untuk melihat proses penyusunan kubus satuan pada ruang kubus dapat dilihat pada Gambar 5.

Gambar 5. Menyusun Kubus Satuan ke dalam Kubus



Percakapan 2. Menemukan Rumus Volume Kubus

- Guru : "Berapa banyak volume kubus itu?"
 Siswa : "27 kubus satuan buk"
 Guru : "Apa yang harus dilakukan pada percobaan 2?"
 Siswa : "Menyusun kubus satuan pada panjang, lebar, dan tingginya"
 Guru : "Coba ukurlah panjangnya?"
 Siswa : "Menggunakan mistar Buk ya?"
 Guru : "Menggunakan mistar? Coba baca lagi petunjuknya!"
 Siswa : "Menggunakan kubus satuan Buk"
 Guru : "Iya silahkan lakukan!"
 Guru : "Mengapa volumenya 27 kubus satuan?"
 Siswa : "Dikalikan Buk.... panjang x lebar x tinggi. Jadi volumenya sama dengan yang pertama".
 Guru : "Mengapa nak....rumusnya sisi x sisi x sisi?"
 Siswa : "Karena alasnya berbentuk persegi jadi ketiga sisinya sama makanya rumus kubus adalah sisi x sisi x sisi"

Adapun contoh hasil jawaban dari kegiatan siswa untuk menemukan rumus volume kubus dapat dilihat pada Gambar 6.

Berdasarkan Gambar 5 dan Gambar 6 dapat disimpulkan bahwa siswa sudah memahami konsep volume kubus dan sudah

Gambar 6. Contoh Strategi Jawaban Siswa untuk Menemukan Rumus Volume Kubus

Ada 27 kubus satuan

Gambar 6(a) Pertanyaan 1
 Panjang = 3 kubus satuan
 Tinggi = 3 kubus satuan
 Lebar = 3 kubus satuan
 Volume kubus = $P \times l \times t$
 $= 3 \times 3 \times 3$
 $= 27$ kubus satuan

Gambar 6(b) Pertanyaan 2
 Volumanya sama karena dikalikanya menghasilkan volume yang sama

Gambar 7(c) Pertanyaan 3
 Berbentuk Persegi = $S \times S \times S$ Rumus Kubus

Gambar 7 (d) Pertanyaan 4

mampu menemukan rumus dari volume kubus. Selanjutnya, siswa melakukan penyusunan kubus satuan pada ruang balok sampai ruang tersebut terisi penuh dan penyusunan kubus satuan pada perwakilan panjang, lebar, dan tinggi dari balok sampai dengan penarikan kesimpulan tentang rumus volume balok. Proses penyusunan kubus satuan pada ruang balok dapat dilihat pada Gambar 7.

Berdasarkan Gambar 7 siswa telah melakukan penyusunan kubus satuan ke dalam ruang balok sampai terisi penuh dan menentukan volumenya (a), kubus satuan dalam ruang balok dengan ketentuan pada perwakilan panjang (b), kubus satuan pada

perwakilan lebar kubus (c), dan kubus satuan pada perwakilan tinggi balok (d). Adapun contoh hasil jawaban siswa dapat dilihat pada Gambar 8.

Gambar 8 menunjukkan bahwa siswa telah memahami konsep volume balok. Siswa menyimpulkan hasil percobaannya dengan menyajikan percobaan 4 apabila panjang, lebar, dan tinggi yang diketahui dikalikan maka akan menghasilkan volume yang sama dengan percobaan 3 sehingga mereka menyimpulkan bahwa volume balok sama dengan panjang x lebar x tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa siswa telah memahami konsep volume balok dan telah mampu menemukan rumus dari volume balok.

Gambar 7. Proses Penyusunan Kubus Satuan ke dalam Balok



Percakapan 3. Menemukan rumus volume balok

- Guru : "Berapa volumenya?"
 Siswa : "Ada 12 kubus satuan"
 Guru : "Selanjutnya apa?"
 Siswa : "Menyusun kubus satuan pada perwakilan panjang, lebar, tinggi"
 Guru : "Yang mana panjang?"
 Siswa : "Ini.....menunjuk tingginya"
 Guru : "Benar itu panjangnya?"
 Siswa : "Eee.....salah, ini buk panjangnya"
 Guru : "Jadi panjangnya?"
 Siswa : "3 Kubus satuan"
 Guru : "Lebar dan tingginya?"
 Siswa : "2 kubus satuan untuk lebar, 2 kubus satuan tingginya"
 Guru : "Jadi, berapa volumenya?"
 Siswa : "Dikalikan Buk.....Panjang, lebar, dan tingginya"
 Guru : "Apa kesimpulannya jadi....."
 Siswa : "Apa bila panjang, lebar, dan tinggi dikalikan akan menghasilkan volume yang sama dengan percobaan ke 3. Jadi volume balok adalah panjang x lebar x tinggi".

Gambar 8. Contoh Jawaban Strategi Siswa untuk Menemukan Rumus Volume Balok

Ada 12 kubus satuan

Gambar 8 (a) Penyesunan Kubus Satuan Pada Balok Sampai Penuh

Panjang = 3 kubus satuan

Lebar = 2 kubus satuan

Tinggi = 2 kubus satuan

Volume kubus = $P \times l \times t$

= $3 \times 2 \times 2$

= 12 kubus satuan

Gambar 8 (b) Penyesunan Kubus satuan pada panjang, lebar dan tinggi

Jika dikalikan Panjang, Lebar, dan tingginya.

Volumenya akan sama dengan volume

kotak yang terisi penuh, jadi volume balok

sama dengan panjang x lebar x tinggi

Gambar 8 (c) kesimpulan dari serangkaian aktivitas

Setelah aktivitas-aktivitas dilakukan, siswa secara berkelompok berdiskusi untuk menyelesaikan beberapa pertanyaan. Kegiatan kelompok diakhiri dengan menyajikan deskripsi kesimpulan mengenai

rumus volume kubus dan balok (Gambar 9).

Gambar 9 menunjukkan bahwa siswa sudah mampu menemukan konsep volume kubus dan balok serta menemukan rumus

Gambar 9. Contoh Hasil Kesimpulan Rumus Volume Kubus dan Balok

Dari pertanyaan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa:

Rumus volume kubus = sisi x sisi x sisi

Rumus volume Balok = Panjang x Lebar x tinggi

Percakapan 4. Penarikan Simpulan Rumus Volume Kubus dan Balok

Guru : " Apa rumus volume kubus? "

Siswa : " Sisi x sisi x sisi "

Guru : " Rumus volume balok? "

Siswa : " Panjang x lebar x tinggi "

Guru : " Misalkan kita diminta untuk menghitung berapa volume dari sebuah bak? Apa yang harus kita lakukan? "

Siswa : " Mencari panjang, lebar, dan tingginya, dari sana kita dapat mencari volumenya "

Guru : " Ya.....pintar "

volume kubus dan balok. Setelah semua aktivitas *filling* maupun *packing* dilakukan, guru meminta perwakilan kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusinya. Pada kegiatan ini, perwakilan Kelompok Anggur mempresentasikan hasil diskusi mereka di depan kelas, berdasarkan percobaan yang telah mereka lakukan.

Pembelajaran ini bertujuan agar siswa memahami konsep volume kubus dan balok menggunakan cara *filling* dan *packing*. Aktivitas *pertama* menggunakan cara *filling*. Pada aktivitas ini, siswa diminta untuk melakukan percobaan mengisikan kacang hijau ke dalam kubus satuan sampai penuh lalu mengisikan kacang hijau tersebut ke dalam kubus maupun balok secara berulang sampai kubus maupun balok terisi penuh. Berdasarkan percobaan tersebut, siswa berdiskusi untuk menjawab pertanyaan yang ada di LAS. Pertanyaan pertama berapa banyak kacang hijau yang ada pada kubus maupun balok? Selanjutnya, membandingkan isi antara kubus ataukah balok yang memiliki isi paling banyak dan siswa juga diminta untuk menuliskan alasannya. Selanjutnya, menyimpulkan tentang volume sampai dengan menjawab pertanyaan tentang kesimpulan volume kubus dan balok. Berdasarkan strategi jawaban siswa dan percobaan yang dilakukan setiap kelompok sudah sesuai dengan HLT yang didesain.

Aktivitas *kedua* dengan cara *packing*, ada empat kegiatan yang harus dilakukan siswa. Kegiatan satu, siswa diminta untuk melakukan percobaan menyusun kubus satuan pada kubus sampai kubus tersebut terisi penuh oleh kubus satuan. Untuk percobaan ini, seluruh kelompok sudah dapat menyusun kubus satuan dengan benar dan sudah dapat menentukan berapa volume dari kubus tersebut.

Kegiatan dua, siswa diminta menyusun kubus satuan pada kubus dengan

ketentuan hanya pada perwakilan panjang, lebar dan tingginya saja. Pada kegiatan ini, Kelompok Anggur pada awalnya kesulitan membedakan yang mana panjang, lebar, dan tinggi dari kubus tetapi setelah berdiskusi dengan anggota kelompok dan mendapat arahan dari guru, kelompok tersebut dapat menyusun kubus satuan pada perwakilan panjang, lebar, dan tingginya. Setelah melakukan percobaan tersebut, siswa menjawab pertanyaan, yaitu menentukan volume yang dibutuhkan dari kubus tersebut dengan hanya mengetahui panjang, lebar, dan tingginya saja. Awalnya, siswa masih kebingungan menentukan volumenya. Setelah diadakan tanya jawab dengan observer, siswa dapat menentukan volume kubus tersebut dengan cara mengalikan panjang, lebar, dan tingginya. Selanjutnya, siswa membandingkan antara volume kubus pada percobaan 1 dan percobaan 2, mengamati bentuk alas dari kubus, sehingga siswa dapat menyimpulkan bahwa rumus volume kubus adalah sisi x sisi x sisi.

Pada kegiatan tiga dan empat di aktivitas *kedua*, siswa melakukan kegiatan untuk menemukan volume dari balok. Langkah-langkah yang dilakukan siswa sama dengan langkah-langkah pada percobaan untuk menemukan rumus dari volume kubus. Siswa tidak kesulitan untuk menemukan rumus volume balok karena siswa sudah mendapatkan pengalaman pada percobaan menemukan rumus volume kubus. Kegiatan yang dilakukan siswa dan strategi yang digunakan sesuai dengan HLT yang telah didesain. Masing-masing kelompok telah menyimpulkan kegiatan yang dilakukan dengan tepat.

Aktivitas 1 dan aktivitas 2 disimpulkan dapat membantu siswa memahami konsep volume kubus dan balok. Hal ini sesuai dengan pendapat Curry dan Outhret (2005) yang menyatakan bahwa volume kubus dan balok dapat menggunakan dua cara, yaitu

filling dan *packing*. Melalui dua kegiatan tersebut siswa diberikan pengalaman untuk membandingkan isi dari benda-benda yang berguna untuk mencapai pemahaman tentang konsep volume. Heuvel-Panhuizen dan Buys (2005) mengungkapkan bahwa dalam pembelajaran volume, siswa perlu diberikan pengalaman membandingkan isi benda-benda yang berguna untuk mencapai pemahaman tentang konsep volume.

Berdasarkan hasil analisis retrospektif pada aktivitas 1 dan 2 pada siklus 2 (*teaching experiment*), pembelajaran sudah sesuai dengan HLT yang didesain dan dapat disimpulkan bahwa siswa sudah memahami konsep dari volume kubus dan balok melalui serangkaian kegiatan (*filling* dan *packing*) yang telah dilakukan menggunakan situasi penggunaan kubus satuan.

Penelitian ini juga mencerminkan tiga prinsip PMRI pada proses pembelajaran (Zulkardi & Putri, 2010). Prinsip pertama adalah *guided reinvention and progressive mathematizing, didactical phenomenology*, dan *self-developed models*. Berdasarkan prinsip *guided reinvention*, siswa dalam proses pembelajaran volume kubus dan balok diberikan kesempatan untuk mengalami proses yang sama saat matematika ditemukan melalui bimbingan guru dengan penggunaan alat peraga berupa kubus satuan sebagai takaran dan kacang hijau sebagai media pengisinya.

Prinsip kedua adalah *didactical phenomenology*. Prinsip ini menyatakan bahwa sebuah analisis yang dilakukan pada konsep matematika dan dihubungkan dengan fenomena menarik yang lain. Tantangan dalam prinsip ini yaitu menemukan fenomena yang dapat dihubungkan dengan konsep matematika. Dalam penelitian ini, alat peraga kubus satuan digunakan sebagai fenomena dalam pembelajaran konsep volume kubus dan balok.

Prinsip ketiga adalah *self-developed models*. Prinsip ini berperan sebagai jembatan bagi siswa dari situasi *real* ke situasi konkrit atau dari informal ke formal matematika artinya siswa mengembangkan model dari situasi informal menuju ke formal. Hal ini terlihat pada saat siswa melakukan pengisian kacang hijau dengan menggunakan kubus satuan ke dalam kubus maupun balok untuk menemukan konsep volume kubus dan balok. Dilanjutkan dengan pemodelan menggunakan alat peraga berupa kubus satuan untuk menemukan rumus volume kubus dan balok yaitu mencapai tahap formal. Dalam memahami konsep volume kubus dan balok menggunakan cara *filling* dan *packing*, menjadikan siswa aktif dalam pembelajaran.

SIMPULAN

Penggunaan *filling* dan *packing* dalam pembelajaran volume kubus dan balok dengan pendekatan PMRI dapat membantu siswa memahami konsep volume kubus dan balok dengan lintasan belajar (1) menemukan isi kubus dan balok dengan aktivitas *filling*; (2) menemukan bahwa balok yang banyak isi daripada kubus dengan kegiatan membandingkan; (3) menemukan konsep volume kubus dan balok; (4) menemukan volume dari kubus dengan aktivitas *packing* kubus satuan ke dalam kubus sampai kubus terisi penuh; (5) menemukan volume kubus dengan aktivitas *packing* kubus satuan pada perwakilan panjang, lebar, dan tinggi dari kubus; (6) menyimpulkan hasil dari aktivitas 4 dan 5; (7) menemukan rumus volume kubus; (8) menemukan volume dari balok dengan aktivitas *packing* kubus satuan ke dalam balok sampai balok terisi penuh; (9) menemukan volume balok, dengan aktivitas *packing* kubus satuan pada perwakilan panjang, lebar, dan tinggi

dari balok; (10) menyimpulkan hasil dari aktivitas 8 dan 9; (11) menemukan rumus volume balok; (11) menyimpulkan rumus volume kubus dan balok. Pembelajaran menggunakan cara *filling* dan *packing* dengan pendekatan PMRI membuat siswa aktif dalam pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Battista, M. T., Clements, D. H., Arnoff, J., Battista, K., & van Auken Borrow, C. (1998). Students' spatial structuring of 2D arrays of squares". *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(5), 503-532.
- Curry, M., & Outhred, L. (2005). Conceptual understanding of spatial measurement. *Building connections: Theory, research and practice*, 265-272.
- French, D. (2004). *Teaching and learning geometry: Issues and methods in mathematical education*. New York: Continuum.
- Gravemeijer, K., Rainero, R., & Vonk, H. (1994). *Developing realistic mathematics education*. Utrecht, The Netherlands: Freudenthal Institute.
- Gravemeijer, K., & Cobb, P. (2006). Design research from a learning design perspective. Dalam J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, & N. Nieveen. (Eds.), *Educational design research* (pp. 17-51). New York: Routledge.
- Hartoyo. (2009). Penerapan model pembelajaran kontekstual berbasis kompetensi untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran. *Jurnal Kependidikan*, 39(1), 67-78.
- Heuvel-Panhuizen, M., & Buys, K. (2005). *Young children learn measurement and geometry. A learning-teaching trajectory with intermediate attainment targets for the lower grades in primary school*. Utrecht, The Netherlands: Freudenthal Institute.
- Kohar, A. W., Fatoni, F., & Satiti, W. S. (2012). Desain pembelajaran PMRI 5: "Butuh berapa kotak kue lagi agar kardus itu penuh?" (Deskripsi Pembelajaran Volume Balok dan Kubus di Kelas 5C SD N 1 Palembang). *Observation Report of Classroom Observation*. Pascasarjana Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Martin, J. D. (2007). *Children's understanding of area of rectangular regions and volumes of rectangular shapes and the relationship of these measures to their linear dimensions* (Disertasi tidak dipublikasikan). MSTE Education, Turfts University. Diunduh dari: <http://hdl.handle.net/10427/53098>.
- Nurlatifah, Wijaksana, A.H., & Rahayu, W. (2013, November). *Mengembangkan kemampuan penalaran spasial siswa SMP pada konsep volume dan luas permukaan dengan pendekatan pendidikan matematika realistik Indonesia*. Makalah dipresentasikan dalam Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika, Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY, Yogyakarta.
- Putri, R. I. I. (2011). *Improving mathematics communication ability of students in grade 2 through PMRI approach*. Makalah dipresentasikan pada International Seminar and The Fourth National Conference on Mathematics Education, Department of Mathematics Education, Yogyakarta State University.
- Putri, R. I. I. (2013, April). The role of model in design research at Sriwijaya University. Dalam Zulkardi (Ed.), *The First South East Asia Design/*

- Development Research (SEA-DR) International Conference*, Unsri, Palembang.
- Putri, R. I. I. (2015). *Penilaian dalam pendidikan matematika di indonesia: Lokal, nasional dan internasional*. Pidato Pengukuhan sebagai Guru Besar dalam Bidang Ilmu Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sriwijaya, Palembang
- Revina, S., Zulkardi, Darmawijoyo, & van Galen, F. (2011). Spatial visualization tasks to support students' spatial structuring in learning volume measurement. *Indonesian Mathematical Society Journal on Mathematics Education*, 2(2), 127-146.
- Rohmah, I. (2014). *Meningkatkan pemahaman konsep volume dan luas permukaan bangun ruang sisi datar menggunakan kotak musikum*. Makalah dipresentasikan pada Seminar Problematika Pembelajaran Matematika, Institut Agama Islam Negeri, Tulungagung.
- Sutama, Narimo, M., & Hardoyo. (2012). Pengelolaan pembelajaran matematika pasca bencana erupsi Merapi. *Jurnal Kependidikan*, 42(1), 7-17.
- Voulgaris, S., & Evangelidou, A. (2004). Volume conception in late primary school children in Cyprus. *Quaderni di Ricerca in Didattica*, 14, 1-31.
- Van De Walle, J. A. (2008). *Elementary and middle school mathematics: Teaching developmentally* (7th ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Wijaya, A. (2012). *Pendidikan matematika realistik: Suatu alternatif pendekatan pembelajaran matematika*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Zainab, Zulkardi, & Hartono, Y. (2013). Desain pembelajaran materi pola bilangan dengan pendekatan PMRI menggunakan kerajinan tradisional kain tajung Palembang untuk kelas IX SMP. *Jurnal Edumat*, 4(7), 467-479.
- Zulkardi, & Putri, R. I. I. (2010). Pengembangan blog support untuk membantu siswa dan guru matematika Indonesia belajar pendidikan matematika realistik Indonesia (PMRI). *Jurnal Inovasi Perekayasa Pendidikan*, 2(1). 1-24.

INDEKS SUB- JEK

Symbols

A

B

C

D

DESAIN PEMBELAJARAN VOLUME KUBUS
DAN BALOK, [149](#)

E

F

filling dan packing, [149](#)
FILLING DAN PACKING, [149](#)

G

H

Hypothetical Learning Trajectory, [153](#)

I

J

K

L

Local Instructional Theory (LIT), [153](#)

M

metode design research tipe validation study, [149](#),
[153](#)

N

O

P

pembelajaran bangun ruang, [150](#)
Pendidikan Matematika Realistik Indonesia
(PMRI), [149](#)

Q

R

S

T

U

V

W

X

Y

Z