

# **PENGEMBANGAN SOAL MATEMATIKA MODEL *PISA* PADA KONTEN *QUANTITY* UNTUK MENGUKUR KEMAMPUAN PENALARAN MATEMATIS SISWA SEKOLAH MENENGAH PERTAMA**

Anisah,  
Zulkardi dan Darmawijoyo

Abstrak :Tesis ini berjudul "Pengembangan Soal Matematika Model *PISA* pada Konten *Quantity* Untuk Mengukur Kemampuan Penalaran Matematis Siswa Sekolah Menengah Pertama". Rumusan Masalah yang diteliti dalam penelitian ini adalah Bagaimana mengembangkan soal matematika SMP model *PISA* pada konten *Quantity* untuk mengukur kemampuan penalaran matematis siswa kelas IX yang valid dan praktis? Dan bagaimana efek potensial soal matematika model *PISA* pada konten *Quantity* untuk mengukur kemampuan penalaran matematis siswa kelas IX SMP Negeri 1 Lubuklinggau? Penelitian dalam tesis ini mengembangkan soal model *PISA* pada konten *Quantity* yang berfokus pada kebutuhan untuk kuantifikasi. Aspek penting meliputi pemahaman ukuran relatif, pengakuan pola numerik, dan kemampuan untuk menggunakan angka untuk mewakili atribut kuantitatif objek dunia nyata. Soal didesain berdasarkan framework soal *PISA* dan diadaptasikan dengan kurikulum KTSP yang digunakan di SMPN 1 Lubuklinggau dengan memperhatikan indikator penalaran matematis. Soal dikembangkan dalam dua tahap dua tahap yaitu *preliminary* dan tahap *formatif evaluation* yang meliputi *self evaluation*, *expert reviews* dan *one-to-one (low resistance to revision)* dan *small group* serta *field test (hight resistance in revision)*. Adapun instrumen dalam penelitian ini adalah soal model *PISA* pada konten *Quantity* dengan teknik pengumpulan data berdasarkan *walkthrough*, dan analisis dokumen. Setelah melalui tahap *one-to-one*, *small group* dan validasi secara deskriptif kuantitatif, soal diujicobakan pada tahap *field test* di kelas IX 4 SMPN 1 Lubuklinggau. Hasil tes secara keseluruhan dengan nilai rata-rat kemampuan penalaran matematis 30,43, termasuk pada kategori kemampuan penalaran matematis yang cukup, walaupun masih ada beberapa siswa yang masuk pada kategori kurang. Terlihat bahwa kemampuan penalaran matematis siswa dalam menyelesaikan soal model *PISA* pada konten *Quantity* masih belum begitu baik. Hanya sebagian siswa saja yang bisa menggunakan kemampuan penalaran matematisnya untuk menyelesaikan smasalah yang diberikan pada soal tersebut. Namun dari hasil ini juga dapat dikatakan bahwa soal model *PISA* pada konten *Quantity* telah memiliki efek potensial terhadap kemampuan penalaran matematis siswa.

Kata kunci: Soal matematika, *PISA*, *Quantity*, Kemampuan penalaran.

Dalam menghadapi era globalisasi itu diperlukan sumber daya manusia (SDM) yang handal yang memiliki pemikiran kritis, sistematis, logis, kreatif dan kemauan untuk bekerja sama secara efektif. SDM yang memiliki kemampuan-kemampuan seperti itulah yang mampu memanfaatkan informasi, sehingga informasi yang melimpah ruah dan cepat yang datang dari berbagai sumber dan tempat di dunia, dapat diolah dan dipilih, karena informasi yang diterima secara melimpah ruah tersebut tidak semuanya diperlukan dan dibutuhkan.

Sumber daya manusia yang memiliki pemikiran seperti yang telah disebutkan, lebih mungkin dihasilkan dari lembaga pendidikan sekolah. Salah satu mata pelajaran di sekolah yang dapat digunakan untuk mencapai tujuan tersebut adalah mata pelajaran matematika. Hal ini tercermin pada fungsi mata pelajaran matematika dalam kurikulum mata pelajaran matematika tahun 2006 yaitu, matematika berfungsi mengembangkan kemampuan menghitung, mengukur, menurunkan dan menggunakan rumus matematika yang diperlukan dalam kehidupan sehari-hari melalui materi pengukuran, geometri, aljabar, peluang, statistika, kalkulus dan trigonometri. Selain itu matematika juga berfungsi mengembangkan kemampuan mengkomunikasikan gagasan melalui model matematika, diagram, grafik atau tabel.

Kemampuan penalaran (*reasoning*) merupakan salah satu komponen proses standar dalam *Principles and Standards for School Mathematics* selain kemampuan pemecahan masalah, representasi, komunikasi dan koneksi. Penalaran matematis (*mathematical reasoning*) merupakan suatu proses berpikir yang dilakukan dengan cara untuk menarik kesimpulan. Penalaran matematis penting untuk mengetahui dan

mengerjakan matematika. Kemampuan untuk bernalar menjadikan siswa dapat memecahkan masalah dalam kehidupannya, di dalam dan di luar sekolah. Kapanpun kita menggunakan penalaran untuk memvalidasi pemikiran kita, maka kita meningkatkan rasa percaya diri dengan matematika dan berpikir secara matematik. Adapun aktivitas yang tercakup di dalam kegiatan penalaran matematis meliputi: menarik kesimpulan logis; menggunakan penjelasan dengan menggunakan model, fakta, sifat-sifat, dan hubungan; memperkirakan jawaban dan proses solusi; menggunakan pola dan hubungan; untuk menganalisis situasi matematik, menarik analogi dan generalisasi; menyusun dan menguji konjektur; memberikan contoh penyangkal (*counter example*); mengikuti aturan inferensi; memeriksa validitas argumen; menyusun argumen yang valid; menyusun pembuktian langsung, tak langsung dan menggunakan induksi matematik (Sumarmo, 2003).

Pada tahun 2003 studi yang dilakukan oleh *Programme for International Student Assessment (PISA)* menunjukkan prestasi Indonesia pada urutan 36 dari 41 negara. Pada tahun 2006, skor perolehan siswa SMP pada matematika bertengger hanya pada angka 391 (skala 0-800), padahal rata-rata skor sebesar 500. Dan hasil PISA terbaru tahun 2009 yang diumumkan awal Desember 2010 semakin memprihatinkan dimana Indonesia kembali terpuruk ke peringkat 61 dari 65 negara peserta dengan nilai rata-rata hanya 371.

Soal *PISA* dikembangkan berdasarkan 4 konten, keempat konten tersebut meliputi: *Shape and Space, Change and Relationship, Quantity, dan Uncertainty*. Salah satu dari empat konten soal *PISA* adalah konten *Quantity*. Soal pada konten *Quantity* berkaitan dengan hubungan dan pola

bilangan, antara lain kemampuan untuk memahami ukuran, pola bilangan dan segala sesuatu yang berhubungan dengan bilangan dalam kehidupan sehari-hari, seperti menghitung dan mengukur benda tertentu. Termasuk kedalam konten bilangan ini adalah kemampuan bernalar secara kuantitatif, merepresentasikan sesuatu dengan angka, memahami langkah-langkah matematika, berhitung di luar kepala dan melakukan penaksiran. Soal-soal pada konten *Quantity* paling banyak diimplementasikan dalam kehidupan sehari-hari, seperti dalam menukar kurs mata uang, menentukan bunga bank, berbelanja, menghitung pajak, mengukur waktu, mengukur jarak dan lain-lain. Sehingga jelas bahwa soal-soal pada konten *Quantity* penting untuk dikembangkan karena berkaitan langsung dengan aktivitas manusia.

Masalah yang dihadapi oleh guru adalah kurang tersedianya soal-soal yang didesain khusus yang sesuai dengan potensi siswa dan karakter siswa sehingga diasumsikan bahwa potensi siswa menggunakan penalaran (*reasoning*) dalam setiap menjawab soal belum berkembang secara maksimal. Guru perlu diberikan sosialisasi tentang apa dan bagaimana karakteristik dan *framework* tentang soal-soal *PISA* dengan cara mengembangkan dan mengadaptasikan soal-soal model *PISA* untuk diimplementasikan dalam proses pembelajaran di kelas.

Berdasarkan uraian di atas, rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mengembangkan soal matematika SMP model *PISA* pada konten *Quantity* untuk mengukur kemampuan penalaran matematis siswa kelas IX yang valid dan praktis?
2. Bagaimana efek potensial soal matematika model *PISA* pada konten *Quantity* untuk mengukur

kemampuan penalaran matematis siswa kelas IX SMP Negeri 1 Lubuklinggau?

Dari Permasalahan yang telah dirumuskan, penelitian ini bertujuan untuk:

1. menghasilkan soal matematika model *PISA* pada konten *Quantity* yang valid dan praktis untuk mengukur kemampuan penalaran matematis siswa kelas IX sekolah menengah pertama;
2. melihat efek potensial untuk mengukur kemampuan penalaran matematis siswa dalam menyelesaikan soal matematika model *PISA* pada konten *Quantity* di kelas IX SMP Negeri 1 Lubuklinggau.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi siswa, guru, dan peneliti lain.

1. Manfaat bagi siswa dapat:
  - membantu meningkatkan kemampuan penalaran matematis dalam menjawab soal-soal matematika.
2. Manfaat bagi guru dapat
  - a. menambah bahan ajar yang berbentuk soal model *PISA* pada konten *Quantity*;
  - b. mengapresiasi dalam perbaikan evaluasi pembelajaran dan sebagai alternatif dalam memperkaya variasi pembelajaran sehingga dapat digunakan untuk melatih kemampuan penalaran matematis siswa.
3. Manfaat bagi peneliti lain  
Sebagai bahan untuk mengkaji lebih mendalam mengenai soal-soal model *PISA* pada konten *Quantity* dalam pembelajaran matematika di SMP .

## DASAR TEORI

*PISA(Programme for International Student Assesment* merupakan suatu studi bertaraf internasional yang diselenggarakan oleh OECD(Organization for Economic Co-

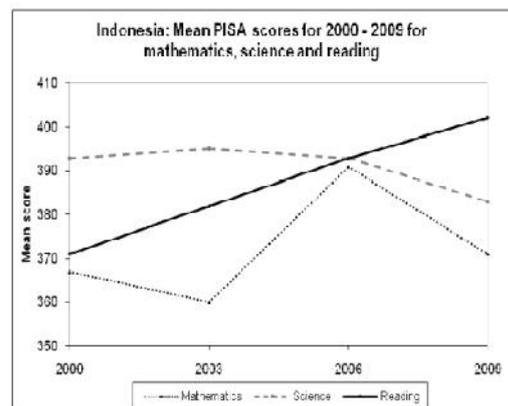
operation and Development) yang mengkaji kemampuan literasi siswa pada rentang usia 15-16 tahun yang diikuti oleh beberapa negara peserta, termasuk Indonesia.

Menurut OECD (2000) Konten PISA matematika adalah berkaitan dengan kemampuan siswa untuk menganalisis, mengemukakan alasan dan mengkomunikasikan ide-ide efektif karena mereka menggambarkan, merumuskan, memecahkan dan menafsirkan soal matematika dalam berbagai situasi. Penilaian PISA matematika berfokus pada masalah di dunia nyata, bergerak di luar macam situasi dan masalah yang biasanya dihadapi di dalam kelas sekolah. Dalam dunia nyata, seseorang secara rutin menghadapi situasi di mana penggunaan penalaran kuantitatif, ruang atau lainnya dengan menggunakan kompetensi matematika kognitif akan membantu untuk menjelaskan, merumuskan atau memecahkan masalah. Situasi seperti ini termasuk berbelanja, bepergian, memasak, berurusan dengan keuangan pribadi, menilai isu-isu politik, dll, sehingga siswa dapat menggunakan kemampuan matematika yang didasarkan pada kemampuan belajar yang dilakukan melalui jenis masalah yang biasanya muncul dalam buku pelajaran sekolah dan di kelas. Namun, mereka juga dituntut memiliki kemampuan untuk menerapkan keterampilan-keterampilan dalam konteks yang kurang terstruktur, dan tidak begitu jelas arahnya, dan di mana siswa harus membuat keputusan tentang apa pengetahuan yang mungkin relevan dan akan berguna untuk diterapkan.

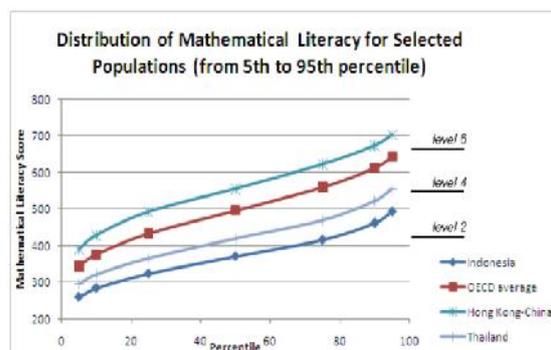
Seperti yang dikatakan oleh Hayat dan Yusuf (2010) siswa harus selalu mengaitkan pengetahuan matematikanya dengan situasi atau permasalahan praktis yang ditemui dalam kehidupan sehari-hari. Proses ini memerlukan latihan. Jika tidak

dilatihkan, potensi matematika untuk membantu kehidupan keseharian siswa tidak akan terungkap secara optimal. Dalam hal ini, PISA dirancang untuk mengetahui apakah siswa dapat menggunakan potensi matematikanya itu dalam kehidupan nyata di masyarakat melalui suatu konsep belajar matematika yang kontekstual.

Stacey(2010:9) mengkaji tingkat literasi yang telah dicapai oleh siswa Indonesia dari tahun 2000 sampai tahun 2009 tingkat pencapaian kemampuan literasi siswa Indonesia jika ditinjau dari skor yang dicapai hanya bisa mencapai nilai di bawah 400 dengan kemampuan kognitif paling tinggi rata-rata hanya bisa mencapai level 3 dan 4. Kondisi ini dapat dilihat pada grafik di bawah ini:



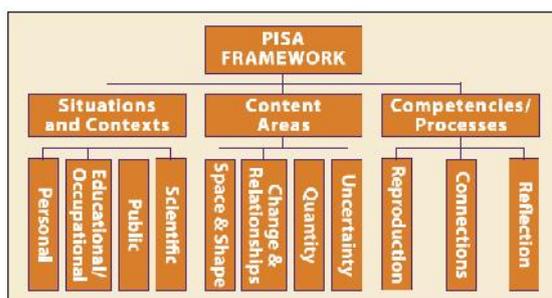
Gambar 1. Pencapaian siswa Indonesia dalam PISA



Gambar 2. Pencapaian kemampuan kognitif siswa Indonesia dalam literasi matematika

Dari kedua grafik di atas terlihat bahwa prestasi literasi matematika siswa Indonesia masih sangat rendah jika dibandingkan dengan nilai rata-rata Negara peserta termasuk negara-negara tetangga. Siswa Indonesia masih rendah dalam kemampuan membaca (literasi), sehingga untuk menginterpretasi makna soal dan mengidentifikasi permasalahan yang tercantum dalam naskah soal masih mengalami kesulitan. Kemampuan kognitif siswa dalam PISA hanya mampu sampai kepada menyelesaikan permasalahan yang rutin yang tidak begitu membutuhkan kemampuan penalaran yang baik.

Dimensi yang diukur dalam soal PISA dapat dilihat pada gambar di berikut:



Gambar 3. Dimensi yang diukur dalam soal PISA

Situasi merupakan bagian dari dunia siswa di mana soal-soal ditempatkan pada jarak tertentu. Bagi PISA, situasi yang paling mendekati adalah kehidupan pribadi siswa itu sendiri. Situasi berikutnya adalah kehidupan sekolah, kehidupan kerja dan saat luang, yang diikuti oleh masyarakat setempat dan dalam masyarakat di mana hal ini menjadi bagian hidup sehari-hari. Situasi yang terjauh adalah situasi ilmiah. Ada empat jenis situasi yang didefinisikan dan digunakan sebagai masalah yang harus diselesaikan yaitu: masalah pribadi, masalah pendidikan / pekerjaan, masalah umum dan masalah ilmiah.

Konteks yang ada dalam suatu item adalah bahwa item tersebut diatur dalam suatu situasi yang spesifik. Termasuk didalamnya elemen-elemen detil yang di pakai untuk PISA telah menyediakan 4 pilihan untuk di pilih. Ide-ide umum yang digunakan untuk keperluan penilaian PISA, mencerminkan pemahaman yang berfokus pada pola matematika. Ada beberapa pola yang dapat kita temukan seperti: pola dalam *quantity shape and space, change and relationship* dan *uncertainty*.

Sedangkan dimensi proses terbagi dalam tiga kelompok, yaitu:

#### a. *The Reproduction Cluster*

Kemampuan matematis dalam kelompok ini meliputi pengetahuan praktek yang mencakup semua proses matematis, pengetahuan dan keterampilan yang biasanya ditargetkan dalam penilaian standar dalam ujian di kelas. Ini adalah pengetahuan tentang fakta yang mewakili masalah sehari-hari, seperti pengenalan persamaan, mengerjakan dari prosedur rutin, penggunaan algoritma standar dan keterampilan teknis, mengungkapkan simbol dan rumus dalam bentuk standar, dan mengerjakan hitungan.

#### b. *The Connection Cluster*

*The connection cluster* dibangun di atas kelompok *reproduksi* dengan menerapkan pemecahan masalah dalam situasi yang tidak rutin tetapi masih melibatkan latar belakang yang sudah biasa dikenali oleh siswa.

#### c. *The Reflection Cluster*

Proses matematis, pengetahuan dan keterampilan pada kelompok ini meliputi elemen pencerminan murid mengenai proses yang dibutuhkan atau digunakan untuk memecahkan masalah. Soal pada kelompok ini berhubungan dengan kemampuan murid untuk merencanakan strategi solusi dan menggunakannya dalam pengaturan masalah yang berisi lebih banyak elemen dan mungkin lebih 'asli' (atau

tidak dikenal) daripada yang ada pada kelompok *connection cluster*. Sebagai tambahan pada bagian pemrosesan, pengetahuan dan keterampilan digambarkan pada kelompok *connection cluster*, dan *the reproduction cluster*

### **Soal PISA Pada Konten *Quantity***

Soal-soal PISA pada konten ini menyeluruh berfokus pada kebutuhan untuk kuantifikasi. Aspek penting meliputi pemahaman ukuran relatif, pengakuan pola numerik, dan kemampuan untuk menggunakan angka untuk mewakili atribut kuantitatif objek dunia nyata.

Beberapa penggunaan angka yang paling penting dan sering dalam kehidupan sehari-hari terlihat ketika besaran yang diukur: panjang, luas, volume, ketinggian, kecepatan, massa, tekanan udara, nilai uang semua diukur menggunakan ukuran.

Memahami arti operasi mencakup kemampuan untuk melakukan operasi yang melibatkan perbandingan, rasio dan persentase. *quantity* juga termasuk memiliki peranan untuk jumlah dan estimasi. Untuk dapat menguji hasil numerik, orang perlu pengetahuan Apakah kecepatan rata-rata 0,50 atau 500 km / jam? Apakah populasi penduduk dunia 6 juta, 600 juta, 6 miliar, atau 60 miliar? Berapa tinggi sebuah menara? Berapa lebar sungai? Kemampuan untuk membuat penghitungan cepat, terutama bila dilihat dari meningkatnya penggunaan alat penghitung elektronik. Seseorang harus mampu menghitung jika  $33 \times 613$  hasilnya sekitar 20.000. Untuk mencapai kemampuan ini, seseorang tidak memerlukan pelatihan ekstensif dalam hal perlakuan mental terhadap algoritma tradisional yang tertulis, melainkan penerapan yang sesuai dalam memahami nilai tempat (ruang) dan aritmatika.

Menurut Shiel, et. al (2007) format soal model PISA dibedakan dalam lima bentuk soal yang berbeda, yaitu:

- Traditional Multiple-Choice item, yaitu bentuk soal pilihan ganda dimana siswa memilih alternatif jawaban sederhana.
- Complex Multiple-Choice item, yaitu bentuk soal dimana siswa memilih alternatif jawaban yang agak kompleks.
- Closed constructed respon item, yaitu bentuk soal yang menuntut siswa untuk menjawab dalam bentuk angka atau bentuk lain yang sifatnya tertutup.
- Short-respons item, yaitu soal yang membutuhkan jawaban singkat.
- Open-constructed respons items, yaitu soal yang harus dijawab dengan uraian terbuka.

### **Kemampuan Penalaran Matematis Siswa**

Kemampuan merupakan kata benda dari kata mampu yang berarti kuasa (bisa, sanggup) melakukan sesuatu, sehingga kemampuan dapat diartikan kesanggupan/kecakapan. Shurter dan Pierce (dalam Sumarmo, 2003: 31) memberikan pengertian penalaran adalah sebagai secara garis besar terdapat 2 jenis penalaran yaitu penalaran deduktif yang disebut pula deduksi dan penalaran induktif yang disebut pula induksi. Menurut Keraf (dalam Shodiq, 2006) penalaran merupakan proses berpikir yang berusaha menghubungkan fakta-fakta atau evidensi-evidensi yang diketahui menuju kepada suatu kesimpulan. Penalaran memerlukan landasan logika. Penalaran dalam logika bukan suatu proses mengingat-ingat, menghafal ataupun mengkhayal tetapi merupakan rangkaian proses mencari keterangan lain sebelumnya.

Brodie dkk,(2009) menyatakan penalaran matematika adalah menghubungkan pengetahuan yang baru dengan pengetahuan yang dimiliki, dan sesungguhnya mengatur kembali pengetahuan yang didapatkan.

Sumarmo (2003) mengemukakan bahwa penalaran matematika adalah suatu kemampuan yang muncul dalam bentuk: menarik kesimpulan logis; menggunakan penjelasan dengan menggunakan model, fakta, sifat-sifat, dan hubungan; memperkirakan jawaban dan proses solusi; menggunakan pola dan hubungan; untuk menganalisis situasi matematik, menarik analogi dan generalisasi; menyusun dan menguji konjektur; memberikan contoh penyangkal (*counter example*) ; mengikuti aturan inferensi; memeriksa validitas argumen; menyusun argumen yang valid; menyusun pembuktian langsung, tak langsung dan menggunakan induksi matematika.

Dari pengertian di atas dapat disimpulkan bahwa penalaran matematika adalah proses berpikir untuk menentukan apakah sebuah argumen matematika benar atau salah dan juga dipakai untuk membangun suatu argumen matematika baru.

Dari beberapa pendapat di atas, peneliti mengambil indikator penalaran matematis pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) mengidentifikasi pernyataan dan menentukan cara matematis yang relevan dengan masalah;
- b) memberikan penjelasan dengan menggunakan model;
- c) membuat pola hubungan antar pernyataan;
- d) Membuat pernyataan yang mendukung atau menyangkal argumen (contoh penyangkal).

Proses matematisasi dalam mengerjakan soal PISA diharapkan dapat mengukur kemampuan penalaran

matematis siswa, karena proses matematisasi pada soal PISA merupakan penerapan dari kemampuan penalaran matematis siswa.

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap tahun pelajaran 2010/2011. Subjek penelitian ini adalah siswa kelas IX SMP Negeri 1 Lubuklinggau.

Metode dalam penelitian ini adalah metode riset pengembangan atau *development research* tipe *formative evaluation* (Tessmer, 1993). Penelitian ini mengembangkan soal-soal matematika SMP model PISA pada konten *Quantity* dalam pembelajaran matematika yang valid dan praktis.

Penelitian ini terdiri dari dua tahap yaitu *preliminary* dan tahap *formatif evaluation* yang meliputi *self evaluation*, *expert reviews* dan *one-to-one (low resistance to revision)* dan *small group* serta *field test (hight resistance in revision)* (Tessmer:1993). Ilustrasi tahapan *formative evaluation*

### Prosedur Penelitian

#### Tahap *Preliminary*

##### 1. Persiapan

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap kurikulum dan buku paket/pegangan siswa di kelas IX SMPN 1 Lubuklinggau, kemudian menentukan tempat dan subjek penelitian dengan cara menghubungi Kepala Sekolah dan guru mata pelajaran matematika di sekolah yang akan dijadikan lokasi penelitian serta mengadakan persiapan-persiapan lainnya, seperti mengatur jadwal penelitian dan prosedur kerjasama dengan guru kelas yang akan dijadikan tempat penelitian.

##### 2 Pendesainan

Pada tahap ini dilakukan pendesainan kisi-kisi dan soal-soal model PISA dan pengambilan

pokok bahasan yang berhubungan dengan konten *Quantity*.

2. Tahap *Formatif Evaluation*

3. *Self Evaluation*

Pada tahap ini dilakukan penilaian oleh diri sendiri terhadap hasil desain soal-soal model PISA pada konten *Quantity* yang dibuat oleh peneliti.

4. *Expert Reviews* (Uji Pakar)

Pada tahap ini desain soal yang dibuat oleh peneliti divalidasi oleh pakar, teman sejawat dan guru matematika. Produk yang didesain dilihat, dinilai, dan dievaluasi. Uji validitas yang dilakukan adalah uji validitas konten, uji validitas konstruk, dan uji validitas bahasa. Saran-saran dari validator digunakan untuk merevisi desain soal yang dibuat peneliti. Tanggapan dan saran dari validator tentang desain yang telah dibuat ditulis pada lembar validasi sebagai bahan untuk merevisi dan menyatakan bahwa perangkat pembelajaran tersebut telah valid.

5. *One-to-one*

Pada tahap ini, peneliti meminta tiga orang siswa dengan berbagai tingkatan kemampuan sebagai tester. Komentar yang didapat digunakan untuk merevisi desain soal-soal model PISA yang telah dibuat peneliti.

*Small Group* (Kelompok Kecil)

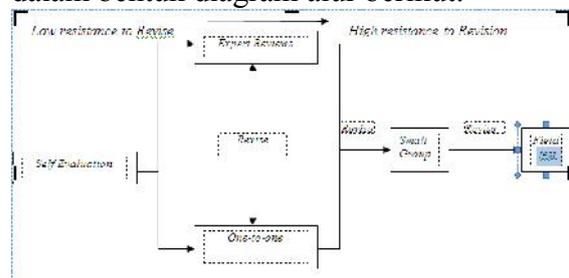
Hasil revisi dan komentar dari *expert review* dan *one-to-one* dijadikan dasar untuk mendesain soal pada tahap selanjutnya. Desain soal ini diujicobakan pada *small group* non subjek penelitian untuk melihat kepraktisannya. Siswa-siswa tersebut diminta untuk memberikan tanggapan terhadap soal-soal model PISA yang diujikan. Berdasarkan hasil tes dan tanggapan siswa inilah soal direvisi dan diperbaiki lagi. Pada tahap ini juga dievaluasi tampilan dan penggunaan soal guna melihat tanggapan, penilaian

dan kepraktisan soal-soal tersebut dan hasilnya sebagai masukan untuk merevisi desain soal ke tahap berikutnya. Hasil dari tahap ini diharapkan akan menghasilkan soal-soal model PISA yang valid dan praktis.

7. *Field Test* (Uji Lapangan)

Pada tahap ini uji coba dilakukan pada subjek penelitian yang sesungguhnya sebagai *field test*. Produk yang telah diujicobakan pada *field test* haruslah yang telah memenuhi kriteria kualitas. Akker (1999:126) mengemukakan bahwa tiga kriteria kualitas adalah: validitas (dari pakar, teman sejawat dan guru matematika), kepraktisan (penggunaannya mudah dan dapat digunakan dalam proses pembelajaran), dan soal memiliki efek potensial dilihat dari hasil tes kemampuan penalaran matematis siswa.

Adapun langkah-langkah pengembangan soal-soal model PISA dalam konten *quantity* dapat disajikan dalam bentuk diagram alur berikut:



.Gambar 4. Alur Desain formative evaluation Tesser (1993)

Teknik Pengumpulan data

1. *Walkthrough*

*Walkthrough* dilakukan terhadap pakar (ahli) dan digunakan untuk melihat soal yang meliputi isi (*content*) dan validasi muka (*face*), berdasarkan bahasa yang digunakan dan harus sesuai dengan Ejaan Yang Disempurnakan (EYD), penggunaan kata dan kalimat harus jelas dan tidak berbelit-belit sehingga mudah dipahami siswa.

2. Dokumen  
Untuk memperoleh data dan melihat kepraktisan soal-soal model PISA pada konten *quantity* yang dibuat oleh peneliti yang meliputi kejelasan dan keterbacaan soal.
3. Tes soal-soal model PISA pada konten *quantity*  
Untuk memperoleh data tentang kemampuan siswa dalam menyelesaikan soal-soal model PISA pada konten *Quantity*. Tes ini dilakukan untuk melihat kemampuan penalaran matematis siswa terhadap soal-soal model PISA pada konten *quantity* yang diberikan berdasarkan kriteria-kriteria yang telah dibuat.

### Teknik Analisis Data

- 1 Analisis Data Validasi Ahli  
Untuk menganalisis data validasi ahli digunakan analisis deskriptif dengan cara merevisi berdasarkan catatan validator. Hasil dari analisis digunakan untuk merevisi soal-soal yang dibuat oleh peneliti.
2. Analisis Data Kepraktisan Soal  
Untuk menganalisis data kepraktisan soal-soal tipe PISA pada konten *quantity* digunakan analisis deskriptif. Data analisis berdasarkan dokumen hasil tes yang diperoleh siswa dalam mengerjakan soal-soal tipe PISA pada konten *Quantity*. Hasil dari analisis digunakan untuk merevisi soal-soal yang dibuat oleh peneliti.
3. Analisis Data Tes Soal-soal Tipe PISA pada Konten *Quantity*  
Untuk melihat kemampuan penalaran matematis siswa dapat diketahui berdasarkan hasil tes soal-soal model PISA pada konten *Quantity* yang diberikan kepada siswa. Selanjutnya dilakukan penyekoran terhadap jawaban siswa dan skor yang diperoleh siswa dianalisis secara deskriptif kualitatif dan dikelompokkan dalam kategori

sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan.

Setelah dilakukan penskoran berdasarkan indikator kemampuan penalaran matematis siswa, Data yang didapata dari penskoran dikategorikan berdasarkan table berikut:

Tabel 1 Kategori Kemampuan Penalaran Matematis

Nilai Siswa	Tingkat Kemampuan Penalaran matematis siswa
48 - 61	Sangat Baik
32 - 47	Baik
16 - 31	Cukup
0 - 15	Kurang

Sumber: Modifikasi Arikunto (1999)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengembangan Soal

Berdasarkan kerangka pikiran yang diuraikan pada bab sebelumnya, ada tiga tahapan besar pada penelitian ini yaitu Desain, *Self Evaluation*, dan *Prototyping* (Validasi, Evaluasi, danj Revisi), namun lebih rinci lagi di sajikan dalm lima langkah berikut:

1. Desain Soal  
Dalam mendesain soal peneliti mengembangkan soal model PISA pada konten *Quantity* dengan mengacu kepada teori dan kerangka soal PISA yang banyak mengimplementasikan pemecahan masalah kehidupan sehari-hari sesuai dengan situasi dan konteks yang diterapkan pada soal PISA. Soal juga didesain dengan bahasa yang tepat dan sesuai dengan Ejaan Yang Disempurnakan (EYD) sehingga setiap yang membaca harus mempunyai persepsi yang sama dalam memahami makna soal. Selain dari itu soal model PISA pada konten *quantity* didesain

dengan mengacu kepada indikator kemampuan penalaran matematis siswa, yaitu:

- C. mengidentifikasi pernyataan dan menentukan cara matematis yang relevan dengan masalah;
- D. memberikan penjelasan dengan menggunakan model;
- E. membuat pola hubungan antar pernyataan;
- F. membuat pernyataan yang mendukung atau menyangkal argumen (contoh penyangkal).

Selain dari itu soal model PISA pada konten Quantity pada penelitian ini dibuat dalam tiga kelompok yaitu kelompok reproduksi (*Reproduction Cluster*), kelompok koneksi (*Connection Cluster*) dan kelompok refleksi (*Reflection Cluster*). Pada kelompok reproduksi soal disusun sedemikian rupa dengan konteks yang sangat dikenal siswa dan dengan operasi matematika yang juga sederhana. Pada kelompok koneksi soal memerlukan interpretasi karena situasi yang diberikan belum begitu dikenal oleh siswa. Sedangkan soal pada kelompok refleksi penyelesaian soal memerlukan penafsiran tingkat tinggi dengan konteks yang sama sekali tidak terduga.

Desain soal prototipe I secara lengkap dapat dilihat dalam lampiran beserta alternatif solusi.

#### *Self Evaluation*

Tahap ini meliputi:

##### Analisis

##### Analisis Siswa

Pada tahap analisis siswa bertujuan untuk mengetahui jumlah siswa, kemampuan penalaran matematis siswa kelas IX 4 SMP Negeri 1 Lubuklinggau, dan kelas IX 4 merupakan kelas ujicoba untuk mengukur kemampuan penalaran matematis.

##### Analisis Kurikulum

Pada tahap ini yang dilakukan adalah mengidentifikasi materi pembelajaran

matematika SMP, pada satuan pendidikan SMP Negeri 1 Lubuklinggau, meliputi aspek-aspek sebagai berikut:

- a. Ajarar
- b. Geometri
- c. Aritmatika
- d. Statistika dan Peluang

Kompetensi dasar dan indikator yang sesuai dengan KTSP pada satuan pendidikan SMPN 1 Lubuklinggau hanyalah sebagai pembanding bagi materi soal model PISA pada konten *Quantity* mengingat bahwa desain soal tersebut tidak dibuat berdasarkan kurikulum yang ada pada satuan pendidikan tetapi hanya berdasarkan situasi dan konteks yang telah diuraikan pada BAB II.

Prototyping (validasi, evaluasi, revisi)

Perangkat soal yang dihasilkan pada setiap prototipe, divalidasi dengan menggunakan teknik triangulasi.

##### Penilaian panelis

Kevaliditasan soal-soal pada tiap prototipe yang dilihat adalah konten, konstruksi dan bahasa, dikonsultasikan dan diperiksa oleh pembimbing tesis yaitu Prof. Dr. Zulkardi, M.I. Komp, M.Sc. dan Dr. Darmawijoyo secara terus menerus. Selain itu, peneliti meminta pendapat dari beberapa panelis dan teman sejawat yang sudah berpengalaman dalam pendidikan matematika dan soal model PISA, validator tersebut adalah:

1. Prof. Dr. M. Salman. A.N, dosen Fakultas MIPA Institut Teknologi Bandung.
2. Dr. Somakim Somad, dosen Pendidikan Matematika Pasca Sarjana UNSRI.
3. Dr. Nila Kesumawaty, dosen Pendidikan Matematika Pasca Sarjana UNSRI.
4. Sukasno, M.Pd, dosen Pendidikan Matematika STKIP PGRI Lubuklinggau.

5. Yulianti, M.Pd, dosen Pendidikan Matematika STKIP PGRI Lubuklinggau.
6. Devi Mardhianty, S.Pd, guru SMPN 3 Lubay Muara Enim.

Pada tahap *expert reviews* kebanyakan dibenahi masalah EYD, kalimat dalam soal, tata letak (*lay-out*), beberapa angka dan skema, sehingga peneliti merevisi sesuai dengan yang disarankan oleh validator.

### ***One-to-one***

Desain soal model PISA pada konten quantity untuk mengukur kemampuan penalaran matematis diujicobakan kepada tiga orang anak (*one-to-one*), dimana tiga orang anak ini mewakili 3 level kemampuan yaitu anak yang pandai, sedang dan kurang.

Untuk level kemampuan pandai diujikan kepada Khalisah Rifda Sumayyah, siswa kelas IX.2 SMPN 1 Lubuklinggau, siswa berkemampuan sedang diujikan kepada Izzati Zahidah siswa kelas X.2 MAN 1 Lubuklinggau, sedangkan siswa berkemampuan rendah diujikan kepada Ahmad Traju PWN siswa kelas IX.2 SMPN 1 Lubuklinggau.

Dari komentar siswa hampir seluruh soal bisa dipahami dengan baik, namun ada beberapa redaksi soal yang harus dibenahi, terutama soal Unit 1 dan Unit 3 serta memperjelas keterangan pada soal Unit 2.

Dari kedua tahapan di atas yang diberikan secara paralel maka peneliti merevisi redaksi beberapa soal, mengganti angka-angka yang belum sesuai, member keterangan sumber gambar yang dikutip, membenahi tata letak dan tampilan soal, dan memberikan keterangan pada tabel.

Pada tahap *one-to-one* hasil yang dicapai siswa yang berkemampuan tinggi sangat baik walaupun masih ada beberapa kesalahan yang dibuat. Siswa yang

berkemampuan sedang memperoleh nilai kemampuan penalaran matematis yang baik, sedangkan siswa yang berkemampuan rendah mencapai nilai kemampuan penalaran matematis yang cukup.

Kemampuan siswa dalam membaca soal dan menginterpretasikan makna soal kedalam permasalahan matematika rata-rata sudah cukup baik, namun perlu waktu lama bagi siswa berkemampuan rendah untuk memahaminya. Kesulitan yang dialami rata-rata pada soal unit 1, unit 3, dan unit 6 (pada soal ke 2). Pada soal unit 1 belum ada siswa yang mampu mengidentifikasi permasalahan yang diberikan dan mengkoneksikan pemecahannya dengan materi Pola Barisan Bilangan dan Deret. Seluruh siswa mencoba menyelesaikan soal ini dengan cara menduga dan mencoba menemukan pola saja tanpa bisa memahami bahwa permasalahan pada soal unit 1 ini dapat diselesaikan dengan rumus-rumus pada Barisan dan Deret Aritmetika. Sehingga menjadi masukan bagi peneliti untuk lebih memperjelas naskah soal sehingga siswa lebih mudah memahami makna soal dan menghubungkannya dengan definisi Barisan Aritmetika.

Pada soal unit 3, siswa masih sulit memahami prosedur penyelesaian soal walaupun sudah memahami permasalahan yang ada pada soal. Sedangkan pada soal unit 6 di soal no.2 siswa belum memahami apa pengaruh waktu reaksi terhadap pencapaian waktu total. Belum ada siswa yang mampu bahwa peraih juara ke 3 memiliki waktu pacu yang lebih cepat dari waktu pacu peraih juara ke dua.

Hal ini menunjukkan bahwa siswa pada tahap *one-to-one* secara umum sudah memiliki kemampuan penalaran yang baik walaupun pada beberapa soal tertentu belum bisa menyelesaikan soal-soal yang mempunyai level kognitif yang tinggi.

### ***Small Group***

Soal model PISA pada konten *Quantity* untuk mengukur kemampuan penalaran matematis pada protipe kedua diujicobakan pada *small group* yang terdiri dari 5 orang siswa SMPN 1 Lubuklinggau, diminta untuk mengamati serta mengerjakan soal-soal yang diberikan.

Pada tahap ini, hasil yang dicapai oleh siswa tidak berbeda jauh dengan hasil yang dicapai siswa pada tahap one-to-one. Dua orang siswa berkemampuan tinggi termasuk pada kategori kemampuan penalaran yang sangat baik, satu orang siswa termasuk pada kategori kemampuan penalaran yang baik sedang dua orang termasuk pada kategori kemampuan penalaran matematis yang cukup.

Jika ditinjau dari analisis hasil jawaban siswa, secara umum sudah bisa memahami dengan baik setiap isi dan pertanyaan yang termuat di dalam setiap soal. Ini di lihat dari hasil dan sistematika uraian jawaban siswa. Siswa sudah mampu mengidentifikasi permasalahan dalam situasi konteks dan kemudian mengubahnya dalam situasi matematika. Siswa sudah mampu mengkoneksikan situasi dengan membuat pola dan hubungannya dengan model matematika, dan kemudian membuat pernyataan yang mendukung ataupun menyangkal suatu argumen. Siswa rata-rata sudah mampu menyelesaikan soal-soal pada kelompok *Reproduction Cluster* dan *Connection Cluster*, sedangkan untuk soal pada kelompok *Reflection Cluster* hanya bisa dicapai oleh siswa berkemampuan sangat baik, itupun alasan yang dikemukakan belum begitu maksimal karena belum bisa memberikan alasan (argumen) yang sangat tepat seperti yang diinginkan.

Soal-soal model PISA pada konten *Quantity* ini didesain sehingga

siswa lebih terbiasa untuk membuat dukungan ataupun penyangkalan, jadi di sini siswa tidak hanya dituntut untuk menyelesaikan suatu permasalahan dengan cara menentukan sesuatu tetapi juga menggunakan hasil jawaban tersebut untuk proses pengambilan keputusan atau menarik kesimpulan (justifikasi).

Pada siswa yang kemampuan penalarannya cukup, masih kesulitan dalam memahami soal-soal yang butuh kemampuan kognitif yang tinggi, seperti pada soal no 1, 3, dan 6.

Hasil dari *small group* dan *expert review* pada prototype dua direvisi untuk mendapatkan prototype ketiga. Keputusan revisi sebagai berikut: lebih memperjelas skema soal unit 3 dan memberi keterangan yang lebih detil untuk soal unit 2. Setelah direvisi menghasilkan prototype tiga.

### ***Uji coba Field Test***

Penelitian ini diujicobakan sebanyak dua kali pertemuan pada bulan April 2011 di Kelas IX. 4 SMPN 1 Lubuklinggau dengan jumlah siswa sebanyak 30 orang yang terdiri dari 15 laki-laki dan 15 perempuan bertujuan untuk melihat efek potensial soal-soal model PISA pada konten *Quantity* terhadap kemampuan penalaran matematis siswa.

Pengumpulan data dengan cara memberikan soal-soal prototipe ketiga yang telah valid secara bertahap. Pertemuan pertama berlangsung selama 90 menit dengan jumlah soal yang diberikan sebanyak 6 unit soal dan pertemuan kedua berlangsung selama 90 menit dengan jumlah 6 unit soal. Setiap siswa menjawab pertanyaan pada lembar jawaban yang tersedia dan dikumpulkan setelah waktu yang ditentukan selesai.

Data hasil tes kemampuan penalaran matematis siswa dianalisis untuk menentukan rata-rata nilai akhir pada setiap pertemuan dan kemudian

dikonversikan ke dalam data kualitatif untuk menentukan kategori tingkat kemampuan penalaran matematis siswa. Adapun persentase tingkat kemampuan penalaran matematis siswa tersebut selama dilakukan tes 2 kali, dapat dilihat sebagai berikut:

**Tabel 2. Distribusi Skor Rata Rata Kemampuan Penalaran Matematis Siswa**

Interval Skor	Frekuensi	Persentase	Kategori
48 - 61	5	16,7	Sangat Baik
32 - 47	9	30	Baik
16 - 31	12	40	Cukup
0 - 15	4	13,3	Kurang
<b>Jumlah</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	
<b>Rata-rata</b>	<b>30,43</b>		<b>Cukup</b>

### Pembahasan Hasil Penelitian

Setelah melalui proses pengembangan yang terdiri dari 3 tahap besar, tiga siklus prototype dan proses revisi berdasarkan saran validator dan ujicoba pada siswa, diperoleh perangkat soal yang dikembangkan dapat dikategorikan valid dan praktis. Valid tergambar dari hasil penilaian validator, dimana hampir semua validator menyatakan baik berdasarkan konten (sesuai dengan Kompetensi Dasar, Indikator dan *Framework* dari soal model PISA pada konten *Quantity*), konstruk (mengembangkan kemampuan penalaran matematis, meliputi: mengidentifikasi pernyataan dan menentukan cara matematis yang relevan dengan masalah; memberikan penjelasan dengan menggunakan model; membuat pola hubungan antar pernyataan; membuat pernyataan yang mendukung atau menyangkal argumen (contoh penyangkal)), dan bahasa (sesuai dengan EYD, tidak berbelit-belit, tidak mengandung penafsiran ganda, batasan pertanyaan dan jawaban jelas, dan menggunakan bahasa yang bisa dipahami oleh seluruh orang yang membacanya). Soal dikategorikan

praktis tergambar dari hasil uji coba, dimana semua siswa dapat menggunakan perangkat soal dengan baik.

Dari hasil analisis data tes soal untuk mengukur kemampuan penalaran matematis siswa pada soal model PISA pada konten *Quantity* dapat diketahui bahwa 5 Siswa (16.7%) yang termasuk dalam kategori memiliki kemampuan penalaran matematis yang sangat baik, ada 9 siswa (30%) termasuk dalam kategori memiliki kemampuan penalaran matematis yang baik, ada 12 siswa (40%) termasuk dalam kategori memiliki kemampuan penalaran matematis yang cukup, dan ada 4 siswa (13,3%) termasuk dalam kategori memiliki kemampuan penalaran matematis yang kurang. Secara keseluruhan ada 14 siswa (46,7%) memiliki kemampuan penalaran matematis dengan kategori baik.

Secara umum, dari hasil tes dalam dua kali pertemuan diketahui bahwa kemampuan penalaran matematis siswa sebagian sudah cukup baik, siswa yang termasuk pada kategori memiliki kemampuan penalaran matematis yang baik sudah mampu mengidentifikasi pernyataan dan menentukan cara matematis yang relevan dengan masalah; memberikan penjelasan dengan menggunakan model; membuat pola hubungan antar pernyataan; membuat pernyataan yang mendukung atau menyangkal argumen (contoh penyangkal) pada sebagian besar soal. Namun di beberapa soal siswa terlihat masih belum mampu mencapai kemampuan kognitif yang ada pada level tinggi seperti yang terjadi pada soal Unit 6 (WAKTU REAKSI) untuk soal no. 2. Pada soal ini tidak seorang pun siswa yang mampu memberikan pernyataan yang mendukung argumen dengan sempurna.

Siswa yang termasuk pada kategori memiliki kemampuan penalaran matematis yang kurang masih

sangat kesulitan memahami makna soal, sehingga bisa terlihat di sini kemampuan membaca (literasi) matematika siswa masih sangat rendah. Mereka yang termasuk pada kategori ini memerlukan waktu yang lama dalam memahami makna soal sehingga juga mengalami kesulitan untuk mengidentifikasi permasalahan dan otomatis kesulitan juga dalam menentukan cara matematis yang relevan untuk menyelesaikan masalah. Terlihat bahwa siswa kebanyakan mengalami kesulitan dalam mengubah dari situasi nyata ke dalam situasi matematis, sehingga berakibat pada gagalnya siswa menyelesaikan permasalahan karena tidak mempunyai kemampuan penalaran yang baik. Hal ini bisa jadi disebabkan karena mereka tidak terbiasa diberikan soal-soal latihan yang mengimplementasikan materi pembelajaran di sekolah pada situasi nyata, sehingga kemampuan penalaran matematis mereka pun jarang terlatih secara optimal.

Dari analisis dokumen yang didapat pada tes soal model PISA untuk mengukur kemampuan penalaran matematis dari tahap *one-to-one* sampai pada tahap *field test*, soal-soal model PISA pada konten *Quantity* juga berhasil menimbulkan kemampuan menalar, dari mulai mengidentifikasi permasalahan dalam soal, menghubungkannya dengan situasi matematis yang sesuai, sampai dengan menyelesaikan permasalahan, membuat generalisasi bahkan sampai kepada proses justifikasi suatu pernyataan. Dari pembahasan beberapa soal di atas, pada akhirnya hasil tes kemampuan penalaran matematis pada soal model PISA pada konten *Quantity*, secara keseluruhan dengan nilai rata-rata kemampuan penalaran matematis 30,43, termasuk pada kategori kemampuan penalaran matematis yang cukup, walaupun masih ada beberapa

siswa yang masuk pada kategori kurang.

Namun perbedaan dalam konten, konteks dan komponen soal-soal yang biasa dikerjakan siswa di kelas dengan soal yang diberikan pada studi berskala internasional menjadi kendala besar bagi siswa. Kompetensi yang diberikan kepada siswa kita masih sebatas untuk mengolah informasi tetapi belum sampai pada kompetensi kritis untuk mengevaluasi teks, mengajukan hipotesis terhadap suatu gagasan, atau untuk mensintesis gagasan. Hal ini dapat menjadi bahan bagi para pelaku pendidikan untuk melakukan pengembangan kurikulum pada jenjang pendidikan dasar untuk mengarahkan kompetensi kepada pembekalan kemampuan literasi yang menjadi saran bagi pengembangan kemampuan berpikir siswa sesuai dengan perkembangannya. Penekanan harus diberikan kepada keterampilan yang lebih mendorong melatih kemampuan berpikir siswa dengan menjamin adanya konsistensi di antara unsur-unsur tujuan, isi, proses, dan evaluasi pendidikan. Pengembangan ini adalah bentuk upaya untuk membekali siswa kita dengan kemampuan atau kompetensi yang dibutuhkan dalam konteks globalisasi sekarang ini.

## PENUTUP

### KESIMPULAN

1. *Prototype* perangkat soal yang dikembangkan dikategorikan valid dan praktis.
2. Dengan nilai rata-rata 30,43 soal dapat dikatakan memiliki efek potensial terhadap kemampuan penalaran matematis siswa. Sebagian dari siswa masih memiliki kemampuan penalaran matematis yang kurang karena kesulitan dalam mengidentifikasi permasalahan yang diberikan pada soal. Soal model PISA yang didesain dengan konten

yang dapat melatih kemampuan siswa sehingga dapat digunakan untuk proses optimasi penalaran matematis siswa.

#### SARAN

1. Bagi siswa dalam belajar matematika harus dapat meningkatkan kemampuan literasi matematis dan memiliki motivasi yang tinggi untuk bisa menyelesaikan setiap permasalahan yang diberikan dalam berbagai soal
2. Bagi guru matematika, agar dapat menggunakan soal-soal yang mengimplementasikan matematika dalam kehidupan sehari-hari agar dapat melatih kemampuan membaca yang merupakan kemampuan dasar yang sangat berpengaruh bagi kemampuan penalaran.
3. Bagi peneliti lain, agar dapat mengembangkan dan mengkaji lebih dalam penelitian ini pada konten yang berbeda

#### DAFTAR RUJUKAN

- Brodie, Karin dkk.(2009). *Teaching Mathematical Reasoning Secondary School Classroom*. The Open University.
- Hayat, Bahrul dan Yusuf, Suhendra.(2010). *Mutu Pendidikan*. Jakarta. Bumi Aksara.
- OECD (2003). *The PISA 2003 Assessment framework: Mathematics, reading science and problem solving knowledge and skills*, Paris, <https://www.pisa.oecd.org/dataoecd/38/51/33707192.pdf>
- Shadiq, Fajar.(2004). *Penalaran, Pemecahan masalah dan Komunikasi Dalam Pembelajaran matematika*. Makalah disajikan pada Diklat Instruktur/Pengembang Matematika SMP Jenjang Dasar tanggal 10 s.d. 23 Oktober 2004.
- Shiel, Gerry, R. Perkins, S. Close, and E. Oldham.(2007). *PISA*

*Mathematics: A Teacher's Guide*. Stationery Office. Dublin

Stacey, Kaye.(2010). *The PISA view of Mathematical Literacy in Indonesia*. Journal on Mathematic Education(IndoMS-JME). July, 2011, Volume 2. (online)

Sumarmo, U. (2003). *Daya dan Disposisi Matematik: Apa, Mengapa dan Bagaimana Dikembangkan pada Siswa Sekolah Dasar dan Menengah*. Makalah disajikan pada Seminar Sehari di Jurusan Matematika ITB, Oktober 2003.

Tessmer, Martin.(1993). *Planning and Conducting Formative Evaluations*. London. Kogan page.

Van den Akker, J. (1999). *Principles and Methods of Development Research*. In J. vanden Akker, N. Nieveen, R. M. Branch, K. L. Gustafson, & T. Plomp, (Eds.), *Design methodology and developmental research in education and training* (pp. 1-14). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.