ISSN 2502-3802

Pedagogy
Volume 1 Nomor 1

ANALISIS PENGGUNAAN *GESTURE* UNTUK MEMPERBAIKI KESALAHAN KONSEP SISWA DALAM PROSES DISKUSI PEMECAHAN MASALAH *PISA*

Hardianto[1], Subanji[2], Swasono Rahardjo[3]
Program Studi Pendidikan Matematika[1], Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan[1], Universitas Cokroaminoto Palopo[1], Universitas Negeri Malang[2,3]
irnaritsna@yahoo.co.id[1]

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan penggunaan *gesture* untuk memperbaiki kesalahan matematika siswa dalam proses diskusi pemecahan masalah *PISA*. Hasil yang diperoleh adalah: 1) siswa yang berkemampuan tinggi dapat memperbaiki kesalahan konsep siswa yang berkemampuan sedang dan rendah dalam proses diskusi pemecahan masalah *PISA* dengan menggunakan *gesture,* yang meliputi: *pointing gesture, writing gesture,* dan *representational gesture*, 2) *pointing gesture* yang digunakan oleh siswa yang berkemampuan tinggi dapat memperbaiki kesalahan konsep siswa yang berkemampuan sedang dan rendah dalam proses diskusi pemecahan masalah *PISA*, 3) *writing gesture* yang digunakan oleh siswa yang berkemampuan tinggi dapat memperbaiki kesalahan konsep siswa yang berkemampuan sedang dan rendah dalam proses diskusi pemecahan masalah *PISA*, dan 4) *representational gesture* yang digunakan oleh siswa yang berkemampuan tinggi dapat memperbaiki kesalahan konsep siswa yang berkemampuan sedang dan rendah dalam proses diskusi pemecahan masalah *PISA*.

Kata Kunci: *Gesture*, Kesalahan Konsep, *PISA*.

A. Pendahuluan

Matematika merupakan salah satu mata pelajaran yang penting. Ini ditunjukkan dengan adanya pelajaran matematika yang diujikan untuk kelulusan pada jenjang sekolah di Indonesia. Matematika menopang ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK). Soedjadi (2000) menyatakan bahwa salah satu ilmu dasar yang pola pikir dan penerapannya mempunyai peranan penting dalam penguasaan IPTEK adalah matematika. Hudojo (2005) menyatakan bahwa matematika sangat diperlukan dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam menghadapi kemajuan IPTEK. Oleh karena itu, matematika perlu diajarkan secara menarik bagi siswa dalam proses pembelajaran.

Pembelajaran matematika pada setiap jenjang pendidikan adalah kegiatanyang harus terus menerus dikaji dan diperbaiki sesuai dengan kondisi siswa. Pembelajaran matematika perlu dirancang khusus agar matematika tidak menjadi pelajaran yang ditakuti, namun sebaliknya matematika menjadi pelajaran yang diminati oleh siswa yang pada akhirnya dapat meningkatkan kepercayaan diri siswa terhadap matematika. Wilson (2008) menyatakan bahwa kepercayaan diri dapat mempertinggi prestasi, meyakini kemampuan, mengembangkan motivasi internal, dan memungkinkan siswa untuk meraih tujuan yang ingin dicapai. Dengan demikian, guru dituntut untuk selalu berinovasi dalam pembelajaran matematika, salah satunya dengan melakukan analisis kesalahan yang dilakukan oleh siswa.

Analisis kesalahan siswa perlu dilakukan oleh guru, terutama yang terkait dengan konsep matematika. Bray (2011) menyatakan bahwa guru akan mendapat manfaat dari kesadarannya yang besar pada kesalahan umum yang dilakukan oleh siswa dan bagaimana kesalahan tersebut berkaitan dengan konsep matematika. Oleh karena itu, guru memerlukan langkah-langkah produktif yang dapat digunakan untuk menyelidiki kesalahan yang dilakukan oleh siswa. Kesalahan tersebut kemudian diperbaiki dengan memberikan solusi yang tepat, salah satu caranya adalah penggunaan *gesture* yang tepat dalam proses diskusi kelompok.

Diskusi kelompok dipandang tepat untuk mengembangkan kemampuan komunikasi matematika siswa (LACOE, 2004). Dengan melakukan diskusi kelompok memungkinkan semua anggota kelompok akan terlibat secara aktif untuk menyampaikan pendapatnya selama proses diskusi berlangsung, sehingga siswa terbiasa melakukan komunikasi matematika dalam konteks pembelajaran. NCTM (2000) menyatakan bahwa ketika siswa berpikir, merespon, berdiskusi, mengelaborasi, menulis, membaca, mendengarkan, dan menemukan konsep-konsep matematika, mereka mempunyai berbagai keuntungan, yaitu berkomunikasi untuk belajar matematika dan belajar untuk berkomunikasi secara matematis.

Dalam diskusi kelompok dimungkinkan terjadinya proses memperbaiki kesalahan karena ketika satu siswa melakukan kesalahan ada kontrol dari siswa yang lain. Sebagaimana yang ditunjukkan dalam beberapa penelitian, (Borasi, 1994; Kazemi & Stipek, 2001; Leinhardt & Steele, 2005) yang menyatakan bahwa dalam diskusi kelompok dengan fokus pada kesalahan yang dilakukan oleh siswa

adalah wahana yang sangat produktif untuk merangsang siswa untuk berpikir mengenai konsep matematika dan prosedur matematika. Bray (2011) menyatakan bahwa pemeriksaan penyelesaian yang salah pada siswa selama proses diskusi kelas telah terbukti sangat berguna untuk mengembangkan wawasan yang mendalam pada matematika. Dalam proses diskusi kelompok, terlebih ketika satu siswa memperbaiki kesalahan yang dilakukan oleh siswa lain tidak terlepas dari peran berbagai *gesture*.

Gesture adalah gerakan tangan atau gerakan tubuh lainnya untuk menekankan atau membantu mengekspresikan pikiran atau perasaan seseorang dalam berinteraksi dan berkomunikasi. Menurut Ibraheem & Khan (2012) *gesture* dapat didefinisikan sebagai gerakan fisik yang berarti dari jari-jari, tangan, lengan atau bagian lain dari tubuh yang menyertai lisan dalam berkomunikasi dengan tujuan untuk mempertegas informasi yang disampaikan. *Gesture* yang berkaitan dengan matematika menurut Shein (2012) adalah setiap gerakan atau tindakan tangan yang dibuat oleh guru atau siswa yang berhubungan dengan tugas-tugas matematika. *Gesture* yang dimaksudkan dalam penelitian ini adalah gerakan tangan yang menyertai lisan dalam berkomunikasi untuk memperbaiki kesalahan matematika yang dilakukan oleh siswa selama proses diskusi.

Gesture sangat dibutuhkan dalam belajar dan mengajarkan matematika. Goldin-Meadow, Cook & Mitchell (2009); Novak (2014) menyatakan bahwa gerakan tangan adalah dapat meletakkan dasar pengetahuan baru untuk belajar dan memahami matematika pada anak-anak. Núñez (2004); Arzarello & Edwards (2005) menyatakan bahwa penggunaan *gesture* yang tepat dapat mengkonstruksi pengetahuan matematika. Cook & Goldin-Meadow (2006) menyatakan bahwa anak usia sekolah meniru *gesture* gurunya dalam memecahkan masalah matematika. Dengan demikian, jelas bahwa *gesture* sangat dibutuhkan dalam matematika, baik ketika guru mengajarkan matematika maupun ketika siswa memecahkan masalah matematika, seperti masalah pada soal *Programme for International Student Assessment* (*PISA*).

Berdasarkan latar belakang di atas peneliti bermaksud untuk melakukan penelitian terhadap siswa semester 2 kelas X SMA Negeri 1 Pammana kabupaten Wajo, Sulawesi Selatan dengan judul:“Analisis Penggunaan Gesture untuk

Memperbaiki Kesalahan Konsep Siswa dalam Proses Diskusi Pemecahan Masalah Pisa".

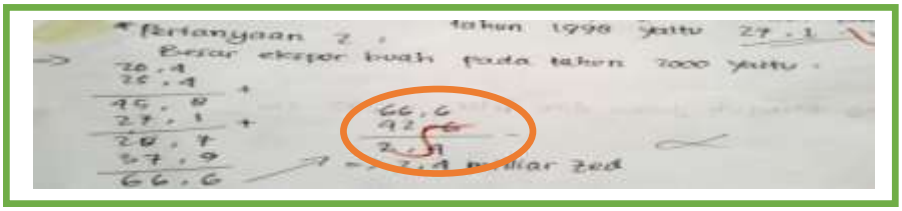
B. Metode

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan penggunaan gesture siswa dalam memperbaiki kesalahan konsep dalam proses diskusi pemecahan masalah matematika. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif yang berusaha mencari makna di balik gejala-gejala yang terjadi. Penelitian ini dilaksanakan pada siswa semester genap kelas X SMA Negeri 1 Pammana tahun pelajaran 2014/2015. Subjek penelitian ini adalah 3 siswa yang dipilih dengan memberikan tes individu kepada seluruh siswa kelas X SMA Negeri 1 Pammana untuk melihat kesalahan-kesalahan matematika yang terjadi. Berdasarkan hasil tes, diambil 3 siswa yang dibentuk dalam satu kelompok, dengan rincian satu siswa berkemampuan tinggi, satu siswa berkemampuan sedang, dan satu siswa berkemampuan rendah dengan mempertimbangkan kemampuan berkomunikasi siswa saat mengemukakan pendapat atau ide secara lisan atau tertulis berdasarkan wawancara dengan guru matematika. Kelompok tersebut kemudian mendiskusikan masalah matematika yang diberikan. Selama proses diskusi, peneliti mengamati adanya penggunaa *gesture* siswa yang berkemampuan tinggi untuk memperbaiki kesalahan matematika siswa yang berkemampuan sedang dan rendah. Untuk mendapatkan informasi atau data yang tidak lengkap dalam proses diskusi kelompok yang telah diamati, maka dilakukan wawancara dengan ketiga subjek penelitian.

C. Hasil dan Pembahasan

1. Kesalahan konsep yang Dilakukan oleh Siswa pada Saat Mengerjakan Tes Individu Mengenai Pemecahan Masalah *Pisa*

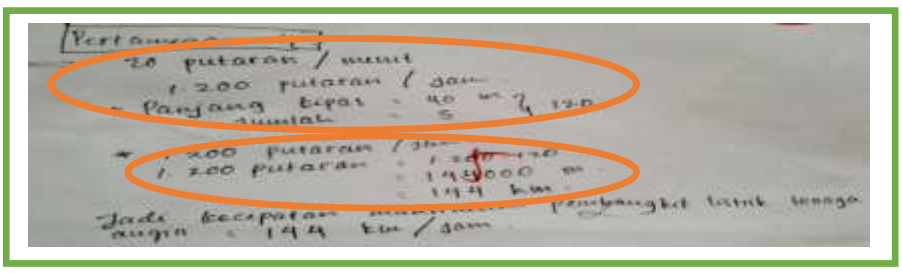
Hasil pekerjan KR pada soal 1 pertanyan 2. Diketahui bahwa, KR tidak memahami tentang hubungan diagram lingkaran dan diagram batang pada soal, KR hanya memperhatikan diagram batang, yaitu jumlah total ekspor Negara Zedland pada tahun 1996, 1997, 1998, dan 1999 dikurangi total ekspor Negara Zedland pada tahun 2000. Oleh karena itu, besar ekspor buah dari Negara Zedland pada tahun 2000 yang didapatkan KR salah, karena KR tidak memperhatikan besar ekspor buah yang tercantum pada diagram lingkaran.



Gambar 1. Kesalahan yang dilakukan oleh KR pada saat mengerjakan soal nomor 1 pertanyaan 2

Hasil pekerjan KR di atas, menunjukkan bahwa kesalahan yang dilakukan oleh KR adalah kesalahan konseptual karena KR tidak memahami hubungan antara diagram lingkaran dan diagram batang yang ada pada soal, sehingga besar ekspor buah dari Negara Zedland pada tahun 2000 yang didapatkan KR salah. Hal ini sesuai dengan pendapat Seah (2005) yang menyatakan bahwa kesalahan konsep adalah kesalahan karena kegagalan untuk memahami konsep-konsep yang terkait dalam soal atau kesalahan yang timbul dari kegagalan untuk memahami relasi yang terlibat dalam soal tersebut. Prakitipong & Nakamura (2006) menyatakan bahwa, ada dua macam kendala yang menghambat siswa memproleh jawaban yang benar dalam proses pemecahan masalah, salah satunya adalah masalah dalam kelancaran linguistik dan pemahaman konseptual yang berakibat pada kesalahan membaca dan memahami makna dari masalah.

Berikut adalah hasil pekerjaaan dari KR saat mengerjakan soal nomor 3 pertanyaan 4. Diketahui bahwa KR sudah mengetahui bahwa putaran maksimum, yaitu 20 putaran/menit dan panjang kipas 40 m, tetapi KR tampaknya lupa tentang konsep lingkaran dalam menentukan jarak tempuh dalam 20 putaran.



Gambar 2. Kesalahan yang dilakukan oleh KR pada saat mengerjakan soal nomor 3 pertanyaan 4

Terlihat KR langsung mengubah 20 putaran/menit menjadi 1.200 putaran/jam dan mengalikan panjang kipas 40 m dengan jumlah kipas 3 yang menhasilkan 120,

sehingga untuk mendapatkan kecepatan maksimumnya KR langsung mengalikan 1.200 dengan 120 yang mendapatkan 144.000 m = 144 km. Oleh karena itu, kecepatan maksimum yang diperoleh KR salah, karena KR tidak memperoleh hasil yang tepat yaitu, 301,44 km/jam. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa KR telah melakukan kesalahan konsep.

2. Penggunaan *Gesture* untuk Memperbaiki Kesalahan Konsep Siswa dalam Proses Diskusi Kelompok

Gesture yang dilakukan oleh KT dalam membantu memperbaiki kesalahan konseptual yang dilakukan oleh KR pada soal 1 pertanyan 2, yaitu menentukan besar ekspor pada tahun 2000: meliputi: *pointing gesture*, *writing gesture*, dan *representational gesture.* Salah satu *pointing gesture* yang digunakan oleh KT, yaitu saat KT menunjuk diagram lingkaran dan diagram batang agar KR memahami bahwa untuk menjawab soal 1 pertanyaan 2 harus dihubungkan antara diagram lingkaran dan diagram batang pada soal. Gerakan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3



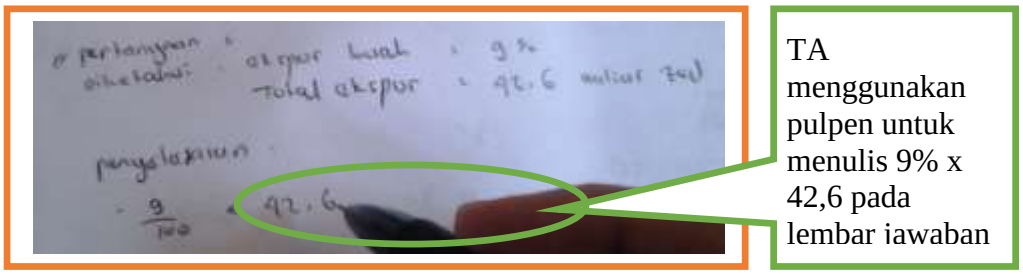
Gambar 3. TA melakukan gerakan pointing gesture dengan menunjuk pada diagram lingkaran dan diagram batang.

Di sini KT menunjuk menggunakan pulpen pada soal sebagai objek untuk diapahami. Gerakan yang dilakukan oleh KT dikatakan sebagai *pointing gesture* karena KT melakukan gerakan menunjuk menggunakan pulpen pada soal sebagai objek untuk diapahami.

Hal tersebut di atas sesuai dengan pendapat dari Alibali dan Nathan (2007) yang menyatakan bahwa "*pointing gestures were defined as gestures used to*

indicated objects, location, *inscriptions, or students. Most pointing gestures were produced with the fingers or hands; some were produced using a pen as a "pointer"*. Gerakan *pointing* merupakan gerakan yang digunakan untuk menunjukkan objek, lokasi, prasasti, atau siswa. Kebanyakan gerakan menunjuk itu diproduksi dengan jari atau tangan, beberapa diproduksi menggunakan pena sebagai *"pointer".* Demikian juga pendapat dari Shein (2012) menyatakan bahwa secara khusus, saya melihat gerakan menunjuk dibuat mengacu pada artefak dan representasi visual yang berkaitan dengan tugas-tugas (misalnya, lembar kerja, papan tulis, dan manipulatif).

Salah satu *writing gesture* yang dilakukan oleh KT pada saat mendiskusikan soal 1 pertanyaan 2, yaitu dengan menulis 9% x 42,6 pada lembar jawaban. Hal ini dilakukan oleh KT untuk membantu KR memahami cara mengubah data yang diperoleh dari diagram lngkaran dan diagram batang ke dalam model matematika. Deangan begitu, RA dengan mudah menghitung jawaban yang diminta. Gerakan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.

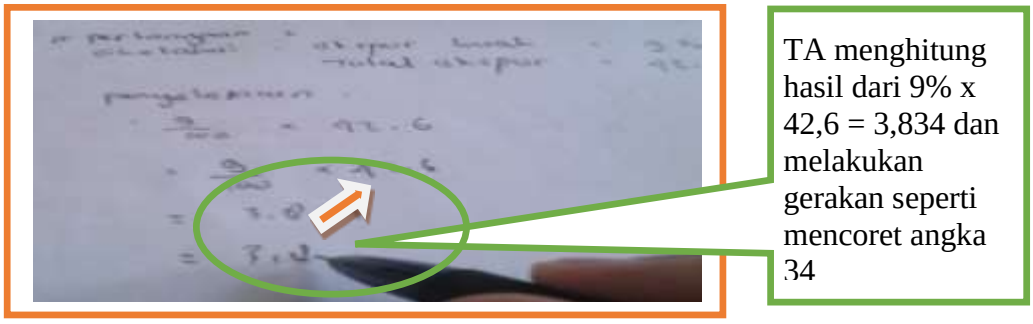


Gambar 4 TA menggunakan writing gesture dengan menulis 9% x 42,6 pada lembar jawaban

Gerakan tersebut dikatakan sebagai *writing gesture* karena KT melakukan gerakan menulis dan meninggalkan bekas permanen. Hal ini sesuai dengan pendapat dari Alibali dan Nathan (2007) yang menyatakan bahwa *"writing gestures were difined as writing that the teacher produced while speaking, and that was temporally integrated with speech in the same way that hand arm gestures are temporally integrated with speech". Writing gestures* didefinisikan sebagai gerakan menulis yang dilakukan guru ketika berbicara, dan secara temporal terintegrasi dengan percakapan dengan cara yang sama gerakan tangan dan lengan secara temporal terintegrasi dengan percakapan. Demikian juga pendapat dari Shein

(2012) menyatakan bahwa "*writing gesture* terjadi ketka tindakan isyarat meninggalkan bekas permanen pada media baru (misalnya, lembar kerja, papan tulis, atau representasi visual)".

Representational gesture yang dilakukan oleh KT adalah saat KT menjelaskan soal 1 pertanyaan 2, yaitu menghitung 9% x 42,6 dan menghasilkan jawaban 3,834 miliar zed pada lembar jawaban sambil menjelaskan bahwa dari hasil 3,834 kita mengambil hanya satu angka di belakang koma dengan melakukan gerakan seperti mencoret angka 34 maka hasil yang didapat adalah 3,8. Hal tersebut dilakukan oleh KT untuk membantu RA memahami secara mendetail mendapatkan jawaban yang tepat. Gerakan tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 TA menggunakan *representational gesture* dengan melakukan gerakan seperti mencoret angka 34

Gerakan yang dilakukan oleh KT dikatakan sebagai *representational gesture* karena KT melakukan gerakan seperti mencoret angka 34. Hal tersebut di atas sesuai dengan pendapat dari Alibali dan Nathan (2007) yang menyatakan bahwa *"representational gestures were difined as gestures n which the handshape or motion trajectory of the hand or arm represented some object, action, consep or relation".* Gerakan *representational* didefinisikan sebagai gerakan di mana handshape atau gerakan lintasan tangan atau lengan mewakili beberapa objek, tindakan, konsep, atau relasi. Hosteter & Alibali (2008) menyatakan bahwa gerakan *representational* merupakan gerakan yang mewakili isi dari pidato, baik dengan menunjuk ke sebuah rujukan dalam lingkungan fisik (*deictic*), dengan meniru rujukan dengan gerakan atau bentuk tangan (*iconic*), maupun dengan membuat rujukan fisik ide abstrak (*metafora*). Demikian juga pendapat dari Robt (dalam Shein, 2012) menyatakan bahwa beberapa gerakan *representational* sering tampak

seperti menunjuk, melakukan lebih dari membuat indikasi, dan sebagai tambahan makna objek yang ditunjukkan.

Gesture yang dilakukan oleh KT untuk membantu memperbaiki kesalahan konsep dan prosedural yang dilakukan oleh KR pada soal 3 pertanyan 4, yaitu menentukan kecepatan maksimum PLTA dalam km/jam jika pemerintah kota Zedtown membangun PLTA model E-82, meliputi: *pointing gesture, writing gesture,* dan *representational gesture. Pointing gesture dan representational* dilakukan secara bersamaan pada saat dengan menunjuk dan menarik tangannya dari atas ke bawah pada keterangan tentang PLTA model E-82. Hal ini dilakukan untuk membantu KR memahami bahwa untuk menjawab soal 3 pertanyaan 4 kita harus memahami keterangan tentang PLTA model E-82 pada soal. Gerakan yang dilakukan oleh KT dikatakan sebagai *pointing gesture* karena KT melakukan gerakan menunjuk sebagai objek untuk diapahami dan dikatakan sebagai *representational gesture* karena KT melakukan gerakan seperti menunjuk secara menyeluruh.

Writing gesture yang digunakan oeh KT, yaitu dengan menulis dan menghitung jarak yang ditempuh dalam 20 putaran, yaitu 20 x keliling lingkaran = 20 x 2 x 3,14 x 40 = 5.024 m/menit pada lembar jawaban. Hal tersebut dilakukan untuk membantu KR memahami bahwa untuk berputar sejauh 5.024 meter akan membutuhan waktu 1 menit, sehingga KR dengan mudah mengubah ke dalam km/jam. Gerakan tersebut dikatakan sebagai *writing gesture* karena KT melakukan gerakan menulis dan gerakan tersebut meninggalkan bekas permanen.

Gesture yang digunakan oleh KT pada proses diskusi dapat membantu memperbaiki kesalahan yang dilakukan teman kelompoknya. Siswa yang mula-mula melakukan kesalahan matematika, setelah mendapatkan bantuan temannya yang menggunakan *gesture* sudah dapat menyelesaikan soal tersebut dan memproleh jawaban yang tepat. Hal tersebut terjadi karena *gesture* yang digunakan oleh KT dapat membuat teman yang dibantunya lebih memahami bahasa yang disampaikan. Hal ini sesuai pendapat Cook & Goldin-Meadow (2006) yang menyatakan bahwa, pendengar seringkali lebih mampu memahami pesan yang disampaikan pembicara dalam kata-kata yang disertai dengan *gesture*. Demikian juga pendapat Padalkar & Ramadas (2010) menyatakan bahwa, *gesture* tidak hanya

memberikan informasi tentang tingkah laku dan proses berpikir seseorang, tetapi juga *gesture* dapat menyampaikan informasi yang tidak mudah disampaikan melalui bahasa lisan

Gesture yang digunakan oleh subjek penelitian pada saat proses diskusi kelompok dapat membantu teman kelompoknya memperbaiki konsep teman kelompoknya yang melakukan kesalahan saat mengerjakan soal tes individu. Hal ini sesuai dengan pendapat dari Francaviglia & Servidio (2011) yang menyatakan bahwa *gesture* merupakan sumber informasi yang penting, karena *gesture* mendukung komunikasi lisan, mengurangi ambiguitas bahasa, dan meningkatkan pemahaman konsep. Demikian juga dengan pendapat dari Marghetis & Nunez (2010) menyatakan bahwa *gesture* sangat membantu untuk memahami konsep matematika.

D. Kesimpulan dan Saran

Hasil penelitian menunjukkan bahwa: 1) siswa yang berkemampuan tinggi dapat memperbaiki kesalahan konsep siswa yang berkemampuan sedang dan rendah dalam proses diskusi pemecahan masalah matematika dengan menggunakan *gesture*, yang meliputi: *pointing gesture*, *writing gesture*, dan *representational gesture*, 2) *pointing gesture* yang digunakan oleh siswa yang berkemampuan tinggi dapat memperbaiki kesalahan konsep siswa yang berkemampuan sedang dan rendah dalam proses diskusi pemecahan masalah matematika, *3) writing gesture* yang digunakan oleh siswa yang berkemampuan tinggi dapat memperbaiki kesalahan konsep siswa yang berkemampuan sedang dan rendah dalam proses diskusi pemecahan masalah matematika, dan 4) *representational gesture* yang digunakan oleh siswa yang berkemampuan tinggi dapat memperbaiki kesalahan konsep siswa yang berkemampuan sedang dan rendah dalam proses diskusi pemecahan masalah matematika.

Berdasarkan hasil penelitian disarankan bagi: 1) calon peneliti selanjutnya, perlu pengembangan kajian untuk melihat penggunaan *gesture* dengan pendekatan berbeda, seperti: penggunaan *gesture* guru untuk memperbaiki kesalahan konsep siswa dalam proses pembelajaran, penggunaan *gesture* guru dalam proses belajar mengajar di sekolah luar biasa, dan atau penggunaan *gesture* untuk mengatasi perbedaan bahasa dan daerah, 2) penelitian yang akan datang perlu melihat *gesture*

lain untuk mengatasi salah satu keterbatasan penelitian ini, di mana yang menjadi fokus penelitian adalah *pointing gesture*, *writing gesture*, dan *representational gesture,* 3) penelitian yang akan datang perlu dikembangkan pada area materi lain untuk mengatasi salah satu keterbatasan penelitian ini, di mana yang menjadi fokus penelitian adalah soal-soal *Pisa,* dan 4) guru dapat menggunakan *pointing gesture, writing gesture,* dan *representational gesture* untuk memberi *scaffolding* pada siswanya.

Daftar Pustaka

Borasi, R. (1994). Capitalizing on errors as "springboards for inquiry": A teaching experiment. *Journal for Research in Mathematics Education, 25*, 166–208.

Bray, W. S. 2011. A Collective Case Study of the Influence of Teachers' Beliefs and Knowledge on Error-Handling Practice During Class Discussion of Mathematics. *Journal of Research in Mathematics Educations*, 42 (1): 2-38.

Cook, S, W & Goldin-Meadow, S. 2006. The Role of Gesture in Learning: Do Children Use Their Hands to Change Their Minds? *Journal of Cognition and Development,* 7(2), 211–232.

Hudojo, H. 2005. *Kapita Selekta Pembelajaran Matematika*. Malang: UM Press.

Ibraheem, N, A & Khan, R, Z. 2012. Vision Based Gesture Recognition Using Neural Networks Approaches: A Review. *International Journal of human Computer Interaction (IJHCI), Volume 3 : Issue 1, 2012.* (Online) (http://www.cscjournals.org/csc/manuscript/Journals/IJHCI/volume3/Issue1/IJHCI-34.pdf), diakses tanggal 27 Maret 2014.

LACOE (Los Angeles Country Office of Education). 2004. *Communication*. (Online) (http://teams.lacoe.edu/documentation/classrooms/amy/algebra/56/teacher/guide/commun.html), diakses 28 Maret 2014.

Marghetis & Núñez. 2010. Dynamic Construals, Static Formalisms: Evidence From Co-Speech Gesture During Mathematical Proving. *Proceedings of the International Symposium on Mathematical Practice and Cognition, Vol. 22, No. 1 March 2010.* (http://www.cogsci.ucsd.edu/~nunez/web/CRL-22-1.pdf), diakses tanggal 5 Maret 2014.

NCTM. 2000. *Principles and Standards For School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.

Novak, M & Goldin-Meadow, S. 2014. *Gesturing with hands is a powerful tool for children's math learning*. The University of Chicago.

Núñez, R, E. 2004. Embodied Cognition and The Nature of Mathematics: Language, Gesture, and Abstraction. *Mathematical Representation at the Interface of Body and Culture* (pp. 309-328). *Charlotte NC: IAP-Information Age Publishing*. (Online) (http://www.cogsci.ucsd.edu/~nunez/web/CogSci04_paper.pdf), diakses tanggal 5 Maret 2014.

Padalkar, S & Ramadas, J. 2010. Designed and Spontaneous Gestures in Elementary Astronomy Education. *This article is accepted for publication in the International Journal of Science Education.* (Online) (http://www.hbcse.tifr.res.in/data/pdf/vthinking/sp-jr-gesture-ijse), diakses tanggal 27 Maret 2014.

Prakitipong, N., & Nakamura, S. (2006). Analysis of mathematics performance of grade five students in Thailand using Newman procedure. *Journal of International Cooperation in Education*, 9, 111-122. (Online) (http://home.hiroshima-u.ac.jp/cice/wp-content/uploads/publications/Journal9-1/9-1-9.pdf), diakses tanggal 2 Mei 2015.

Seah, E, K. 2005. Analysis of Students' Difficulties in Solving Integration Problems. *International Journal of The Mathematics Educator*, 9 (1): 39-59, (Online) (http://math.nie.edu.sg/ame/matheduc/tme/tmeV9_1/Seah%20FK.pdf), diakses 15 April 2014.

Shein, P, P. 2012. Seeing With Two Eyes: A Teacher's Use of Gestures in Questioning and Revoicing to Engage English Language Learners in the Repair of Mathematical Errors. *International Journal of Research in Mathematics Educations*, 43 (2): 182-222.

Soedjadi, R. 2000. *Kiat pendidikan matematika di Indonesia*. Jakarta: Dirjen Dikti Diknas.

Wilson, J. A. R. 2008. *Psychologycal Foundation of Learning and Teaching.* New York: McGraw-Hill Book Company.