

IMPLEMENTASI INTERPRETATION-CONSTRUCTION DESIGN MODEL TERHADAP KEMAMPUAN PEMODELAN MATEMATIS SISWA SMA

Rafiq Zulkarnaen

Universitas Singaperbangsa Karawang
rafiq.zulkarnaen@staff.unsika.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pembelajaran matematika menggunakan Interpretation-construction design model (disingkat ICON-model) terhadap kemampuan pemodelan matematis. Explanatory sequential design digunakan dalam penelitian ini, dengan unit sampel penelitian ditentukan berdasarkan perlakuan pembelajaran (ICON-model dan Pembelajaran biasa). Subjek sampel yang digunakan adalah siswa kelas X pada pokok bahasan persamaan dan fungsi kuadrat. Dua jenis instrumen digunakan dalam penelitian ini, yaitu: instrumen pembelajaran memuat bahan ajar yang telah disesuaikan dengan: sintaktatis ICON-model dan indikator kemampuan pemodelan matematis; dan instrumen penelitian meliputi tes kemampuan pemodelan matematis dan non-tes (lembar observasi, wawancara, dan analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal-soal pemodelan matematis). Hasil penelitian menunjukkan bahwa interpretation-construction design model memberikan pengaruh secara signifikan terhadap kemampuan pemodelan matematis. Selama pembelajaran berlangsung, ICON-model memberikan dampak terhadap pengetahuan konseptual dan prosedural siswa dalam materi persamaan dan fungsi kuadrat. Selanjutnya, berdasarkan hasil analisis jawaban siswa diperoleh simpulan bahwa kesalahan umum yang dilakukan oleh siswa terletak kepada kesalahan prosedural.

Kata Kunci: kontekstualisasi; magang kognitif; kolaborasi; dan matematisasi

1. PENDAHULUAN

Kemampuan pemodelan matematis merupakan salah satu dari sekian banyak kemampuan matematis yang harus dimiliki siswa (Blum & Ferri, 2009; Niss & Højgaard, 2011) dan telah dimasukkan ke dalam kurikulum matematika di seluruh dunia (Zulkarnaen, 2016). Beberapa penelitian terdahulu menyimpulkan bahwa siswa kurang terampil dalam mencari elemen-elemen penting yang termuat dalam masalah, dan refleksi model matematis dan solusi yang dihasilkan (Schaap, Vos, Goedhart, 2011; Dawn, 2011); keterbatasan pengetahuan siswa dalam menyelesaikan permasalahan dunia nyata (Dawn, 2011). Jawaban siswa masih salah dalam melakukan matematisasi-informal dan jawaban yang diberikan tidak relevan antara formulasi masalah dengan prosedur penyelesaian masalah, serta tidak sesuai antara solusi dengan situasi masalah yang diajukan (Zulkarnaen, 2017a).

Keterkaitan masalah dunia nyata dengan matematika melalui model matematis, pemodelan matematis membantu siswa untuk memahami dan menggunakan matematika dalam dunia nyata serta melihat keterhubungan diantara matematika dan dunia nyata. Oleh karena itu, pembelajaran matematika dengan sifat ‘menstransfer’ materi pembelajaran secara langsung memberikan dampak yang kurang baik terhadap siswa dalam membuat dan menjelaskan suatu model matematis terkait masalah yang diajukan (Zulkarnaen, 2015a, 2015b). Pemberian soal dalam konteks dan situasi dunia

nyata mampu meningkatkan kemampuan pemodelan matematis siswa (Zulkarnaen, 2015a).

Penggunaan berbagai model matematis serta pemecahan masalah kontekstual terkait materi persamaan dan fungsi kuadrat merupakan salah satu tujuan pembelajaran yang tercantum dalam kurikulum matematika, dan pengembangan pengetahuan siswa tentang persamaan dan fungsi kuadrat sangat penting bagi siswa ketika akan mempelajari polinom tingkat tinggi dan fungsi rasional. Lebih lanjut, *Common Core State Standards for Mathematics* (CCSSM, 2010) dan Lampiran Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 69 tahun 2013 tentang struktur kurikulum mata pelajaran matematika menjelaskan bahwa kemampuan yang harus dimiliki oleh siswa ketika mempelajari persamaan dan fungsi kuadrat, yaitu siswa mampu: mendeskripsikan berbagai bentuk ekspresi yang dapat diubah menjadi persamaan kuadrat; mendeskripsikan persamaan dan fungsi kuadrat, menyelesaikan persamaan kuadrat dengan menggunakan beberapa metode penyelesaian; menggunakan pemahaman tentang fungsi kuadrat untuk membuat dan menganalisis grafik; dan menerapkan keterampilan, pengetahuan dan pemahaman matematis dalam memecahkan masalah kontekstual.

Beberapa penelitian terdahulu (Zakaria, Ibrahim, & Maat, 2010; Tall, Nogueira, Lima, & Healy, 2014) menunjukkan bahwa siswa masih kesulitan dalam menyelesaikan persamaan dan fungsi kuadrat. Tall et al., (2014) menunjukkan bahwa kurangnya pemahaman siswa tentang konsep dan prosedur penyelesaian persamaan linier mempengaruhi kemampuan siswa dalam menyelesaikan persamaan kuadrat, dan siswa memaknai bahwa persamaan kuadrat hanyalah penghitungan belaka, tanpa memperhatikan unsur/variabel yang tidak diketahui sebagai karakteristik persamaan. Kesalahan siswa dalam menyelesaikan persamaan kuadrat disebabkan lemahnya penguasaan materi siswa seperti aljabar, pecahan, bilangan negatif dan ekspansi aljabar (Zakaria et al., 2010). Berdasarkan uraian di atas dalam penelitian ini juga dilakukan analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal-soal pemodelan matematis pada materi persamaan dan fungsi kuadrat. Adapun jenis kesalahan yang dianalisis mengacu pendapat Brown dan Skow (2016) meliputi kesalahan faktual, kesalahan konseptual, dan kesalahan prosedural.

Interpretation-construction design model diimplementasikan untuk mengembangkan kemampuan pemodelan matematis, yang memuat prinsip *observations in authentic activities, interpretation construction, contextualization, cognitive apprenticeship, colaboration, multiple interpretation, dan multiple manifestation* (Black & Mcclintock, 1995 dan Tsai, 2001). Pembelajaran matematika menggunakan *interpretation-construction design model* (selanjutnya disingkat *ICON-model*) lebih menekankan kepada pentingnya siswa mengkonstruksi interpretasi dari situasi masalah dunia nyata, aktivitas diskusi dalam membangun interpretasi, merefleksi, menganalisis, dan menyimpulkan interpretasi yang siswa bangun sebagai fokus utama aktivitas pembelajaran, guru berperan sebagai fasilitator dalam menyediakan lingkungan belajar, dan siswa terlibat aktif dalam membangun pengetahuan siswa secara mandiri.

Berdasarkan uraian di atas penelitian ini difokuskan kepada penerapan ICON-model dalam pembelajaran matematika untuk mengembangkan kemampuan pemodelan matematis siswa.

2. METODE PENELITIAN

Explanatory Sequential Design (lihat, Creswell, 2012) digunakan dalam penelitian ini, dengan subjek penelitian adalah siswa kelas X pada satu SMA Negeri di Kota Bogor sebanyak 68 siswa. Subjek sampel kemudian dibagi menjadi dua kelompok sampel untuk dijadikan kelas eksperimen dan kelas pembanding masing-masing berjumlah 34 siswa. Instrumen yang digunakan dibagi menjadi dua bagian, yaitu instrumen pembelajaran dan instrumen penelitian. Instrumen pembelajaran memuat bahan ajar yang telah disesuaikan dengan sintaktatis ICON-model, dan aspek/komponen kemampuan pemodelan matematis. Sedangkan, instrumen penelitian, meliputi tes dan non tes. Instrumen tes berupa soal uraian untuk mengukur kemampuan pemodelan matematis, instrumen tes dan pedoman penskoran mengacu Zulkarnaen (2017b) yang memiliki validitas 0,70 dan reliabilitas 0,87. Kemudian, instrumen non-tes meliputi lembar observasi, wawancara, dan analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal-soal pemodelan matematis.

Data yang diperoleh dari tes kemampuan pemodelan matematis dianalisis menggunakan statistik inferensial untuk mengetahui dampak yang diberikan oleh perlakuan pembelajaran, sebelum dilakukan uji statistik inferensial terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat berupa uji normalitas dan uji homogenitas varians. Selanjutnya, data yang diperoleh dari lembar observasi dianalisis untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan perlakuan pembelajaran ICON-model yang diberikan kepada subjek penelitian. Analisis kesalahan siswa dilakukan untuk mengetahui kesulitan siswa ketika menyelesaikan soal-soal pemodelan matematis dalam bahan ajar maupun ketika tes kemampuan pemodelan matematis, dengan jenis-jenis kesalahan mengacu pendapat Radatz (1979) dan Kingsdorf & Krawec (2014). Sedangkan, wawancara dilakukan untuk mengetahui persepsi siswa terhadap pembelajaran matematika menggunakan ICON-model, dan ‘konfirmasi’ terhadap kesalahan siswa.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil pencapaian skor tes kemampuan pemodelan matematis (TKPMM) disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Pencapaian Skor TKPMM Kedua Kelompok Sampel

		ICON-Model	Pembelajaran Biasa
<i>N</i>		34	34
<i>Normal Parameters^{a,b}</i>	<i>Mean</i>	17,32	12,09
	<i>Std. Deviation</i>	2,67	2,34
	<i>Absolute</i>	0,107	0,122
<i>Most Extreme Differences</i>	<i>Positive</i>	0,107	0,12
	<i>Negative</i>	-0,088	-0,122
<i>Kolmogorov-Smirnov Z</i>		0,624	0,712
<i>Asymp. Sig. (2-tailed)</i>		0,831	0,691

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Mengacu Tabel 1 di atas dan hasil perhitungan skor TKPMM kedua kelompok sampel diperoleh kesimpulan bahwa skor pencapaian kemampuan pemodelan matematis siswa yang menggunakan *ICON-model* ($M = 17,32$; $SD = 2,67$) lebih baik dibandingkan dengan skor pencapaian kemampuan pemodelan matematis siswa yang menggunakan pembelajaran konvensional ($M = 12,09$; $SD = 2,34$), pada $t(66) = 8,596$; $p < 0,05$; Cohen's $d = 2,083$; $r = 0,723$. Oleh karena itu, *ICON-model* memberikan pengaruh secara signifikan terhadap kemampuan pemodelan matematis siswa.

Pencapaian rerata skor kemampuan pemodelan matematis ditinjau dari masing-masing aspek disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2

Rerata Skor Pencapaian TKPMM ditinjau dari masing-Masing Aspek

Aspek yang diukur	SMI	ICON-Model	Pembelajaran Biasa
Menyederhanakan Masalah	3,00	2,45	2,06
Membuat Model Matematis	4,00	3,34	2,95
Menyelesaikan Masalah Matematis	4,00	3,10	2,14
Menvalidasi Model Matematis	3,00	1,91	1,98
Interpretasi Model Matematis	3,00	1,88	1,76

Keterangan : SMI adalah skor maksimal ideal

Mengacu Tabel 2 di atas terlihat bahwa perlakuan pembelajaran *ICON-model* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap semua aspek kemampuan pemodelan matematis. Aspek kemampuan pemodelan matematis yang dominan 'dikuasai' oleh siswa yang memperoleh perlakuan pembelajaran *ICON-model* adalah aspek: menyederhanakan masalah, membuat model matematis, dan menyelesaikan masalah matematis dengan persentase pencapaian diatas 75% dari skor maksimal ideal dan dapat dikategorikan 'baik'. Sedangkan, aspek menvalidasi model matematis dan memberikan interpretasi model matematis berada pada kategori 'cukup' dengan persentase pencapaian diatas 60% dari skor maksimal ideal.

Berdasarkan analisis hasil jawaban siswa dan hasil wawancara terbatas sebagai 'konfirmasi' atas jawaban yang diberikan oleh siswa, diketahui bahwa kesalahan yang dialami oleh siswa dalam menyelesaikan soal pemodelan matematis disajikan pada Tabel 3.

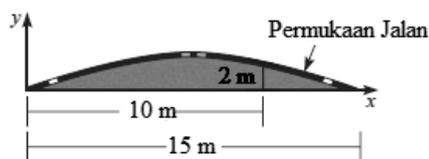
Tabel 3

Jenis-jenis Kesalahan yang dilakukan oleh Siswa

Aspek TKPMM	Klmpk.	Jenis Kesalahan		
		Faktual	Prosedural	Konseptual
Menyederhanakan Masalah	ICON-model	14%	-	-
	Pemb. Biasa	23%	-	1%
Membuat Model Matematis	ICON-model	-	12,5%	9%
	Pemb. Biasa	-	24%	14%
Menyelesaikan Masalah Matematis	ICON-model	-	24%	15%
	Pemb. Biasa	-	30%	23%
Menvalidasi Model Matematis	ICON-model	-	12%	13,3%
	Pemb. Biasa	28,5%	-	12,4%
Interpretasi Model Matematis	ICON-model	35%	-	-
	Pemb. Biasa	45%	24%	-

Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa kesalahan yang dilakukan oleh siswa yang cukup dominan dilakukan oleh siswa yang memperoleh pembelajaran biasa adalah kesalahan konseptual. Kesalahan tersebut dapat diakibatkan oleh metode pembelajaran yang bersifat ‘transfer’ pengetahuan/keterampilan dalam menyelesaikan soal-soal pemodelan matematis dari guru kepada siswa. Oleh karenanya sangat penting dalam pembelajaran matematika selain siswa memperhatikan bagaimana guru mendemostrasikan proses penyelesaian masalah matematis (*modeling*), guru memberikan latihan soal untuk diselesaikan oleh siswa (*coaching* dan *fading*), dan memberikan layanan bantuan kepada siswa (*scaffolding*) namun juga memberikan kesempatan kepada siswa untuk menjelaskan (*articulation*), merefleksi penyelesaian yang telah dikerjakan (*reflection*). Metode pembelajaran yang dilakukan oleh guru selama *modeling*, *coaching*, *fading*, *scaffolding*, *articulation*, *reflection* disebut *cognitive apprenticeship* atau magang kognitif (Collin, Brown, & Newman, 1989; Enkenberg, 2001; Chan, Miller, & Monroe, 2009).

Berikut ini diberikan contoh kesalahan yang dilakukan oleh siswa untuk aspek memvalidasi model matematis, dengan soal yang diajukan sebagai berikut:



Dari hasil simulasi jalan layang melalui analisis komputer, diperoleh fungsi:

$$y = f(x) = -0,04x^2 - 0,6x$$

Keterangan:

y adalah tinggi jalan

x adalah jarak jalan

Apakah fungsi kuadrat yang dihasilkan dari simulasi komputer sesuai dengan jalan layang yang sebenarnya? Jika Iya, berikan alasannya! Jika tidak, buatlah fungsi kuadrat yang sesuai dengan jalan layang yang sebenarnya, sertakan alasannya!

Jawab:
tidak sesuai karena fungsi kuadrat menunjukkan hasil negatif pada tinggi jalan (y) dan jarak jalan (x) dan hasilnya pun berbeda.

$$y = f(x) = -0,04x^2 - 0,6x$$

$$x = \frac{-(-0,6)}{2(-0,04)}$$

$$= -7,5 \text{ m}$$

(jarak maksimum $-7,5 \text{ m}$) dan tidak sesuai dengan jarak jalan layang sebenarnya yaitu 15 m .

Gambar.1 Contoh Jawaban Siswa

Mengacu Gambar 1 terlihat bahwa siswa mampu menunjukkan “ketidaksesuaian fungsi kuadrat yang dihasilkan dari simulasi komputer” menggunakan konsep sumbu simetri pada grafik fungsi kuadrat ($-\frac{b}{2a}$), namun pada akhir jawaban siswa menunjukkan kesalahan, yaitu: “Jarak maksimum jalan layang sebesar $7,5 \text{ m}$ dan tidak sesuai dengan jalan layang yang sebenarnya yaitu 15 m ”, dengan jenis kesalahan yang dilakukan oleh siswa tersebut adalah kesalahan konseptual.

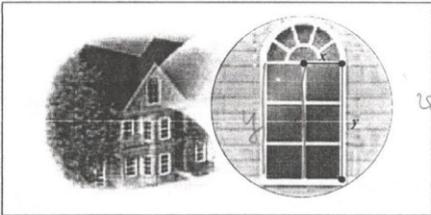
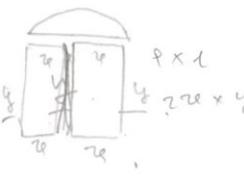
Kesalahan-kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal pemodelan matematis dapat disebabkan oleh beberapa faktor penyebab, diantaranya: perkembangan kognitif, kesiapan siswa dalam belajar atau tes/ujian, atau bahkan faktor eksternal lainnya. Selain itu juga dapat disebabkan oleh pemberian materi ajar yang diberikan oleh guru. Siswa yang memperoleh perlakuan pembelajaran matematika menggunakan ICON-model diberikan materi ajar dan lembar kerja siswa yang telah disesuaikan dengan sintaks matis dan memuat prinsip-prinsip pembelajaran: kontekstualisasi, magang kognitif, kolaborasi. Contoh penyelesaian lembar kerja siswa disajikan pada Gambar 2.

Materi persamaan dan fungsi kuadrat disajikan dalam bahan ajar dan lembar kerja siswa sebagaimana contoh LKS yang disajikan pada Gambar 2 di bawah, pada awal pertemuan guru menjelaskan keterkaitan persamaan dan fungsi kuadrat dalam kehidupan sehari-hari, situasi dan konteks dunia nyata disajikan sebagai stimulus bagi siswa sehingga belajar lebih bermakna. Beberapa ahli beberapa ahli menyarankan pentingnya pembelajaran matematika dikaitkan dengan dunia nyata Heuvel-Panhuizen (1999) dan Borthwick *et al.* (2007).

43

Situasi Masalah 2 (Membuat Jendela)

Seorang arsitek mendesain rumah, salah satu komponen penting dalam bagian rumah adalah jendela. Desain jendela yang dibuat oleh arsitek tersebut tersaji pada gambar berikut.

$2r^2$
 $2r^2 + 2rly$

- Informasi atau data yang berkaitan dengan situasi matematis yang diberikan pada masalah tersebut adalah?
Jendela terdiri dari setengah lingkaran & persegi panjang. Ukuran persegi panjang yaitu p = 2r dan l = y.
- Misalkan luas jendela yang direncanakan adalah 371cm^2 buatlah model matematis dari informasi atau data yang telah kalian kumpulkan!
 $L \text{ } \square + L \text{ } \text{ } = 371$
 $\frac{1}{2} \pi r^2 + (p \times l) = 371$
 $\frac{1}{2} \pi r^2 + (2r \times y) = 371$
- Ketika kalian menemukan kata maksimum, apa yang ada dalam benak kalian?
titik puncak / paling atas
- Coba sebutkan kembali kata maksimum yang biasa ditemukan dalam kehidupan sehari-hari?
Puncak pada daun, puncak pada perumahan
- Apabila kalian hendak mengganti variabel x dengan bilangan tertentu, apa yang terjadi dengan variabel y?
Variabel y diganti / substitusi menjadi 2r
- Coba kalian ulangi untuk titik yang lain!
misal r = 7
 $\frac{1}{2} \pi (7)^2 + 2(7)y = 371$
 $\frac{1}{2} \pi (7)^2 + 2(7)(7) = 371$

Gambar.2 Contoh Lembar Kerja Siswa

LKS diselesaikan oleh siswa secara kolaboratif dalam aktivitas kelompok terdiri dari 4-5 siswa dengan bimbingan dan bantuan dari guru melalui metode magang kognitif baik secara langsung maupun tidak langsung yang termuat didalam pertanyaan-pertanyaan lembar kerja yang sedang diselesaikan. Selama pengerjaan LKS oleh siswa guru melakukan metode pembelajaran magang kognitif yang sangat membantu siswa membangun pengetahuan dan keterampilan matematis; dan secara kolaboratif siswa bersama-sama dengan siswa lain menyusun solusi penyelesaian masalah, melalui keterlibatan siswa secara aktif dalam proses membangun pengetahuan dan saling berbagi pengetahuan yang dimilikinya untuk memecahkan masalah (Lazakidou & Retalis, 2010).

Hasil observasi selama pembelajaran matematika menggunakan ICON-model disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4
Penilaian Aktivitas Siswa Selama Pembelajaran Berlangsung

No	Aspek yang diamati	Skor	Kategori
1	Keseriusan siswa dalam memperhatikan penjelasan yang dilakukan oleh guru dan siswa lain	76	Sedang
2	Mengajukan pertanyaan secara kritis	65	Rendah
3	Memberi tanggapan yang berbeda terhadap penjelasan guru atau teman	76	Sedang
4	Menunjukkan kepekaan terhadap permasalahan yang diajukan	74	Sedang
5	Merumuskan pertanyaan yang berkaitan dengan situasi, soal atau masalah matematis yang diajukan	72	Sedang
6	Memberikan alasan dengan tepat terhadap situasi masalah yang diajukan	72	Sedang
7	Menyelesaikan masalah yang diajukan secara baik secara individu maupun kelompok	72	Sedang
8	Menunjukkan kemampuan memberikan penjelasan atas jawaban yang diajukan	85	Tinggi

Mengacu Tabel 4 di atas merupakan observasi terbatas terhadap aktivitas siswa selama pembelajaran berlangsung, meskipun demikian ICON-model mampu menciptakan suasana pembelajaran yang lebih dinamis. Aspek yang diamati: “mengajukan pertanyaan secara kritis”, mendapatkan kategori rendah dibandingkan dengan aspek aktivitas lain yang diukur, hal tersebut dikarenakan kurang terbiasanya siswa dalam mengajukan pertanyaan, namun ketika diminta untuk memberikan penjelasan atas jawaban mayoritas siswa mampu memberikan argumentasi dengan baik.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dikemukakan pada bagian sebelumnya, maka pembelajaran matematika menggunakan *Interpretation-construction design model* memberikan pengaruh secara signifikan terhadap kemampuan pemodelan matematis siswa. Namun demikian, siswa masih lemah

dalam memberikan interpretasi terkait model matematis dan memverifikasi model matematis yang dihasilkan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Black, J. B., & Mcclintock, R. O. (1995). An Interpretation Construction Approach to Constructivist Design. In B. Wilson (Ed.), *Constructivist learning environments* (pp. 25–31). Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Blum, W., & Ferri, R. B. (2009). Mathematical Modelling : Can It Be Taught And Learnt ? *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(1), 45–58.
- Brown, J., Skor, K., & IRIS Center (2016). *Mathematics: identifying and addressing students error* (online) tersedia di https://iris.peabody.vanderbilt.edu/wp-content/uploads/pdf_case_studies/ics_matherr.pdf (12 Desember 2017)
- Borthwick, F., Bennett, S., Lefoe, G., & Huber, E. (2007). Applying authentic learning to social science: A learning design for an inter-disciplinary sociology subject. *Journal of Learning Design*, 2(1), 14–24. <https://doi.org/10.5204/jld.v2i1.24>
- Common Core State Standards for Mathematics. (2010). Common Core State Standards for Mathematics. Washington, DC: National Governors Association Center for Best Practices and the Council of Chief State School Officers.
- Chan, B. P., Miller, R., & Monroe, E. (2009). Cognitive Apprenticeship as an Instructional Strategy for Solving Corporate Training Challenges. *TechTrends*, 53(6), 35–41.
- Collin, A., Brown, J. S., & Newman, S. E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the craft of reading, writing, and mathematics. In L. B. Resnick (Ed.), *Knowing, learning, and instruction: Essays in honor of Robert Glaser* (pp. 453–494). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research* (Fourth). Boston: Pearson Education.
- Enkenberg, J. (2001). Instructional design and emerging teaching models in higher education. *Computers in Human Behavior*, 17, 495–506.
- Kingsdorf, S., & Krawec, J. (2014). Error Analysis of Mathematical Word Problem Solving Across Students with and without Learning Disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 29(2), 66–74.
- Lazakidou, G., & Retalis, S. (2010). Using computer supported collaborative learning strategies for helping students acquire self-regulated problem-solving skills in mathematics. *Computers and Education*, 54(1), 3–13. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.02.020>
- Niss, M., & Højgaard, T. (2011). *Competencies and Mathematical Learning*. Roskilde: Roskilde University, Department of Science, Systems and Models, IMFUFA.
- Radatz, H. (1979). Error Analysis in Mathematics. *Journal for Research in*

- Mathematics Education*, 10(3), 163–172. <https://doi.org/10.2307/748804>
- Tall, D., Nogueira, R., Lima, D., & Healy, L. (2014). Evolving a three-world framework for solving algebraic equations in the light of what a student has met before. *The Journal of Mathematical Behavior*, 34, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2013.12.003>
- Tsai, C. (2001). The interpretation construction design model for teaching science and its applications to Internet-based instruction in Taiwan. *International Journal of Educational Development*, 21(5), 401–415. [https://doi.org/10.1016/s0738-0593\(00\)00038-9](https://doi.org/10.1016/s0738-0593(00)00038-9)
- Zakaria, E., Ibrahim, & Maat, S. M. (2010). Analysis of Students' Error in Learning of Quadratic Equations. *International Education Studies*, 3(3), 105–110.
- Zulkarnaen, R. (2015a). Mengembangkan kemampuan pemodelan matematis menggunakan pembelajaran berbasis masalah dan pembelajaran matematika realistik. In *Inovasi pembelajaran matematika berbasis ICT bernuansa pendidikan nilai dan karakter: Prosiding Seminar Nasional Matematika Pendidikan Matematika Vol.3* (pp. 123–128). Cimahi: Pendidikan Matematika, STKIP Siliwangi Bandung.
- Zulkarnaen, R. (2015b). Pengaruh Model Eliciting Activities Terhadap Kreativitas Matematis Siswa Kelas VIII pada Satu Sekolah di Kab. Karawang. *Infinity*, 4(1), 32–38. <https://doi.org/10.22460/infinity.v4i1.69>
- Zulkarnaen, R. (2016). Kemampuan Pemodelan Matematis dalam Kurikulum Matematika di Jerman dan Singapura. In T. Subroto, F. Muhtarulloh, T. Nopriana, & S. Asnawati (Eds.), *Strategi Mengembangkan Kualitas Pembelajaran Matematika Berbasis Riset: Prosiding Seminar Nasional Matematika Pendidikan Matematika* (pp. 902–915). Cirebon: FKIP Unswagati Press.
- Zulkarnaen, R. (2017a). Kesalahan siswa dalam menyelesaikan sistem persamaan linier dalam bentuk soal cerita. In *Mathematical entrepreneurship untuk membangun generasi muda Indonesia yang mandiri: Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika Vol.5* (pp. 54–58). Cimahi: Pendidikan Matematika, STKIP Siliwangi Bandung.
- Zulkarnaen, R. (2017b). Pengembangan Instrumen-Tes Kemampuan Pemodelan Matematis. In *Ethomatematics dan Technoplaner, teori dan aplikasinya: Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika (2nd Senatik) Program Studi Pendidikan Matematika FPMIPATI Universitas PGRI Semarang, 12 Agustus 2017* (pp. 227–232). Semarang: Pendidikan Matematika, FMIPATI UPGRIS.