

Konsep Siswa Tentang Bilangan Irasional dalam Pembelajaran Matematika

Didit Aditya Ezza Adzani¹⁾
Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta, Indonesia

ABSTRACT: *Mathematical concepts, especially irrational numbers constructed by students over so many processes of reasoning which are very closely related to student's learning journey. However, a student's concept meaning doesn't guarantee that they have appropriate concept meaning. This research aims to explore student's conceptions of irrational numbers as a result of their learning experiences. The method used in this research is qualitative with a phenomenological hermeneutics approach, involving students from one of the well-known Madrasah Aliyah in Bogor. Triangulation is used for data collection using written tests, interviews, and descriptive analysis by data reduction, data display, and conclusion drawing. The findings of this research are students interpret irrational numbers as non-terminated and nonrecurring decimals; irrational number concept inconsistencies; partial concept meaning of irrational numbers; and other concept unit findings of irrational numbers from students. There are tendencies to use the school's book definition from the student's learning journey. The lack of irrational concepts could be considered for designing appropriate lessons design of irrational numbers.*

Keywords: *Irrational numbers, conception, concept meaning*

ABSTRAK: Makna suatu konsep matematika khususnya konsep bilangan irasional, dikonstruksi oleh siswa melalui berbagai proses pemaknaan yang sangat erat kaitannya dengan pengalaman belajar masing-masing. Namun dalam perjalanannya, makna dan pemaknaan siswa belum sepenuhnya menjamin pemahaman konsep yang benar. Penelitian ini bertujuan untuk menelusuri konsepsi siswa tentang konsep bilangan irasional sebagai hasil pengalaman belajar siswa. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan fenomenologi hermeneutik, yang melibatkan beberapa siswa pada salah satu Madrasah Aliyah ternama di Bogor. Pengumpulan data dilakukan secara triangulasi dengan menggunakan instrumen tes tertulis dan wawancara lalu dilakukan analisis secara deskriptif dengan mereduksi data, menyajikan data, dan menarik kesimpulan. Temuan yang didapatkan adalah makna bilangan irasional menurut siswa yaitu bilangan desimal tak berpola; adanya inkonsistensi makna konsep bilangan irasional; makna konsep bilangan irasional yang bersifat parsial; dan munculnya temuan unit makna konsep bilangan irasional lainnya pada siswa. Pengalaman siswa yang terungkap menunjukkan adanya kecenderungan bahwa siswa memperoleh makna konsep tersebut bersumber dari apa yang dipelajari menggunakan buku sekolah. Kurangnya pemahaman yang terdapat pada konsep ini dapat menjadi suatu pertimbangan untuk membuat desain pembelajaran yang tepat terkait konsep bilangan irasional.

Keywords: Bilangan Irasional, Konsepsi, Makna Konsep

PENDAHULUAN

Bilangan irasional merupakan dasar untuk membangun pemahaman konsep bilangan secara utuh dengan menghubungkan bilangan bulat dan rasional sehingga menjadi suatu sistem bilangan real (Kidron, 2018). Bilangan irasional akan mengisi kekosongan pada garis bilangan yang telah dibentuk oleh bilangan rasional sehingga tanpanya, konsep sistem bilangan real tidak akan bisa terbentuk.

Penelitian akhir-akhir ini menunjukkan bahwa banyak siswa yang masih belum memiliki konsepsi yang baik tentang bilangan irasional. Hasil temuan dari Kidron (2018) menunjukkan bahwa dari 188 siswa yang menjadi subjek penelitian hanya 19% saja yang mampu memaknai bilangan irasional sebagai suatu bilangan desimal tak hingga dengan pola tidak berulang dan hanya 20% siswa yang bisa menjelaskan eksistensi dari bilangan irasional pada garis bilangan. Sejalan dengan itu, Zazkis dan Sirotic (2010) menunjukkan masih terdapat kebingungan dari peserta didik dalam memaknai irasionalitas dengan suatu bilangan desimal tak hingga yang mengakibatkan ketergantungan pada kalkulator dalam mengkategorikan suatu bilangan apakah irasional atau tidak. Kidron dan Vinner (1983) menemukan bahwa bilangan irasional dipahami sebagai bilangan desimal tak berhingga dengan menggunakan pendekatan dari bilangan berhingga. Lebih jauh lagi, Kidron dan Vinner (1985) menganalisis dua konsep dari bilangan desimal yaitu bilangan desimal berulang sebagai bilangan rasional dan tak berulang sebagai bilangan irasional. Hasil penelitian yang dilakukan Fischbein, Jehiam, dan Cohen (1995) menunjukkan bahwa partisipan dalam penelitiannya tidak mampu mendefinisikan secara benar konsep bilangan rasional, irasional dan bilangan real. Zazkis dan Sirotic (2007a) menganalisis bagaimana perbedaan representasi bilangan irasional mempengaruhi siswa dalam memaknai bilangan irasional. Sejalan dengan yang penulis paparkan sebelumnya, Sirotic dan Zazkis (2007a) menjelaskan adanya inkonsistensi antara intuisi siswa dengan pengetahuan formal dan prosedural siswa tentang bilangan irasional. Mereka mengklaim bahwa membangun hubungan yang konsisten antara intuisi, konsep, dan prosedur merupakan suatu hal yang penting untuk memahami bilangan irasional. Zazkis dan Sirotic (2010) menjelaskan terdapat suatu hal yang hilang dari dua buah makna dari bilangan irasional pada mata pelajaran matematika di sekolah, yaitu tidak adanya bentuk a/b , di mana a merupakan suatu bilangan bulat dan b merupakan bilangan bulat tak nol dengan pemaknaan lain yaitu bilangan desimal tak berulang. Pada penelitian lainnya, Sirotic dan Zazkis (2007b) mendeskripsikan bagaimana representasi bilangan irasional sebagai suatu bilangan pada sistem garis bilangan. Partisipan pada penelitian tersebut diberi tugas untuk menentukan suatu lokasi yang tepat dari bilangan irasional yaitu $\sqrt{5}$. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa masih terdapat kebingungan antara konsep bilangan irasional dengan suatu pendekatan menggunakan bilangan desimal. Sirotic dan Zazkis (2007b) mengambil suatu kesimpulan bahwa penggunaan representasi geometri dari bilangan irasional merupakan suatu hal yang sangat berguna untuk memberikan pemahaman bilangan irasional pada siswa.

Miles dan Williams (2017) mengatakan bahwa seringkali siswa melakukan kesalahan dalam menentukan jenis dari suatu bilangan yaitu saat bilangan rasional yang ditulis dalam bentuk desimal yang memiliki lebih dari tiga angka yang berulang, siswa berhenti melakukan pembagian dan mengkategorikan bilangan tersebut sebagai bilangan irasional. Selain itu, pada buku-buku yang ada di sekolah peneliti menemukan tidak adanya materi ataupun panduan yang membantu siswa untuk mentransisi pengetahuan dari bilangan rasional menuju bilangan irasional. Keseluruhan konsep tersebut disajikan secara berpisah tanpa ada koneksi satu sama lain. Contoh sederhananya adalah saat siswa mempelajari pertidaksamaan irasional.

Penggunaan akar pangkat hanya dijadikan sebagai salah satu cara dari menulis fungsi, bukan dipandang sebagai suatu bilangan. Sehingga pembelajaran pun hanya terfokus pada aspek operasi aljabar tanpa mementingkan makna dan eksistensi dari bilangan akar pangkat itu sendiri pada garis bilangan. Selain itu, pengalaman awal siswa dengan bilangan di sekolah dasar dimana garis bilangan merepresentasikan bilangan asli mengakibatkan suatu kerugian bagi siswa. Mereka cenderung melihat garis bilangan sebagai suatu barisan batu pijakan dengan kekosongan diantara batu tersebut (Verschaffel, 2010) yang mana seharusnya terdapat bilangan real unik yang bersesuaian dengan setiap titik pada garis bilangan tersebut (Oswaal Editorial Board, 2021). Oleh karena itu banyak siswa sekolah menengah kesulitan dalam menentukan eksistensi bilangan irasional pada suatu garis bilangan.

Dari beberapa peneliti sebelumnya dapat dilihat bahwa masih terdapat banyak kesulitan yang sangat mendasar dalam memahami konsep bilangan irasional. Tentu perlu dilakukan suatu tindakan agar siswa dapat memahami bilangan irasional secara utuh. Namun sebelum itu, penting dilakukan suatu penelitian yang bisa memaparkan bagaimana siswa memahami konsep bilangan irasional. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk melakukan suatu penelitian mengenai konsepsi siswa tentang bilangan irasional.

METODE

Metode penelitian ini adalah kualitatif dengan pendekatan fenomenologi hermeneutika yang dikembangkan oleh Paul Ricoeur. Dalam penelitian ini fenomenologi digunakan untuk mengkaji fenomena berupa konsepsi-konsepsi tentang bilangan irasional yang terbentuk dari siswa. Kesadaran, pengalaman, dan makna yang terungkap melalui ekspresi adalah konsep-konsep yang ada di dalam fenomenologi maupun hermeneutik. Ricoeur berpendapat bahwa hermeneutika tidak dapat dilepaskan dari fenomenologi. Fenomenologi merupakan asumsi dasar yang mustahil tergantikan bagi hermeneutika (Suryadi, 2018). Karenanya fenomenologi tidak dapat digunakan untuk memahami konsepsi siswa tentang bilangan irasional secara utuh dan menyeluruh tanpa hermeneutika yang menafsirkan pengalaman-pengalaman subyektif yang berimplikasi kepada kesadaran diri. Dengan adanya hermeneutika, pembaca mampu mencapai makna yang objektif menurut ukuran penulis/pengarang teks (Ulya, 2017).

Subjek penelitian ini yaitu siswa kelas 10-11 siswa Madrasah Aliyah. Siswa kelas 10 penulis jadikan subjek penelitian karena pada jenjang tersebut siswa sedang mempelajari materi persamaan dan pertidaksamaan rasional dan irasional, sedangkan kelas 11 penulis jadikan subjek penelitian untuk melihat perbedaan konsepsi berdasarkan perkembangan pengetahuan matematis siswa. Objek penelitian ini adalah konsepsi siswa tentang bilangan irasional.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Konsepsi Siswa Tentang Bentuk dari Bilangan Irasional

Terdapat beberapa temuan yang diperoleh penulis dalam penelitian ini. Pertama, bayangan konsep subjek yang tidak utuh tentang materi bilangan irasional

terutama saat mendefinisikan suatu istilah dan memberikan makna dari istilah tersebut serta kedudukan bilangan irasional dalam garis bilangan. Terdapat beberapa unsur dalam konsep yang tidak disebutkan oleh subjek. Kedua, sebagian besar subjek penelitian pada dasarnya memahami definisi konsep dari bilangan irasional. Tetapi, pada saat penyelesaian permasalahan subjek tidak memperhatikan konsep tersebut dan langsung membuat penyelesaian sehingga terjadi beberapa kesalahan. Subjek terpengaruh dengan istilah 'irasional' yang jika diartikan secara harfiah adalah tidak rasional atau tidak masuk akal, sehingga subjek kesulitan dalam menentukan kedudukan bilangan tersebut pada sistem garis bilangan. Selain itu, beberapa perbedaan penjelasan pada wawancara dengan hasil jawaban menunjukkan subjek tidak konsisten dalam menggunakan bayangan konsep yang dimilikinya. Terutama bayangan konsep subjek yang berbeda dengan scientific conception yang seharusnya. Inkonsistensi tersebut terjadi pada pendefinisian konsep, penyelesaian yang digunakan, serta hasil wawancara yang dilakukan dengan subjek.

Konsistensi Konsep Subjek

Pada penelitian ini, diperoleh inkonsistensi antara konsep yang dijelaskan oleh subjek dengan konsep yang digunakan pada saat mengkategorikan suatu bilangan sebagai bilangan irasional dengan definisi konsep yang siswa ketahui. Vinner (1991) menjelaskan, sebab yang memungkinkan hal tersebut terjadi yaitu pada saat pembelajaran yang dilakukan oleh subjek sebelumnya, subjek menghafal prosedur penyelesaian yang diajarkan tanpa memperhatikan definisi konsep yang digunakan. Hal ini diakibatkan oleh kecenderungan menggunakan respon intuitif (*intuitive response*) untuk menggunakan operasi matematika dalam menyelesaikan permasalahan terkait bilangan irasional. Intuisi merupakan hasil dari bayangan konsep individu. Semakin tinggi kemampuan seorang individu dalam berpikir logis, maka bayangan konsep tersebut akan lebih beresonansi dengan respon logisnya (Tall, 2002). Sedangkan untuk proses berpikir dalam memperoleh konsepsi tentang bilangan irasional, siswa menggunakan proses resiprokal yang kurang seimbang antara bayangan-bayangan konsepnya dengan konsep formal yang diketahuinya, yaitu subjek lebih banyak menggunakan hubungan antar bayangan-bayangan konsepnya sebagai bagian dari respon intuitifnya. Respon intuitif yang terbentuk merupakan hasil dari pengalaman-pengalaman belajar subjek sebelumnya.

Penyebab Terbentuknya Konsepsi Siswa

Bayangan konsep seorang individu dibangun berdasarkan pengalaman bertahun-tahun dan berubah saat individu tersebut semakin dewasa dan bertemu dengan stimulus baru. Pemberian stimulus yang berbeda, akan mengaktifkan atribut bayangan konsep yang berbeda (Tall, 2002). Peneliti menelusuri sumber yang digunakan oleh beberapa subjek pada pembelajaran yang dilakukan saat di sekolah berupa buku teks. Peneliti akan memaparkan beberapa konsep dari buku tersebut yang menjadi bayangan konsep dari subjek yang diteliti.

Buku sumber belajar kelas 10 penyajian materi bilangan irasional hanya terfokus kepada pengetahuan prosedural saja. Buku tersebut tidak memberikan

apersepsi tentang makna, bentuk, serta operasi pada bilangan irasional. Buku tersebut langsung memberikan prosedur atau langkah-langkah penyelesaian suatu pertidaksamaan irasional. Sehingga dapat disimpulkan bahwa konsep yang disajikan oleh buku teks dapat dikatakan kurang lengkap, terdapat beberapa atribut dari konsep tersebut yang tidak ada sehingga menjadikan bayangan konsep yang terbentuk tidak secara utuh. Hal ini sejalan dengan pernyataan Tall (2002) yang menyatakan seringkali metematikawan maupun guru menyederhanakan suatu konsep matematika yang kompleks menjadi komponen yang lebih kecil sehingga setiap komponen tersebut siap diajarkan kepada peserta didik. Tall beranggapan konsep tersebut akan terlihat sebagai suatu bagian dari konsep yang utuh bagi guru, namun tidak bagi peserta didik. Peserta didik mungkin akan melihat bagian-bagian konsep yang diberikan seperti bagian-bagian dari suatu *puzzle* yang tidak memiliki gambar keseluruhan. Kemungkinan lainnya yang akan terjadi yaitu dikarenakan peserta didik mendapatkan bagian dari suatu konsep, peserta didik tersebut akan membentuk suatu bayangan konsep baru yang kemungkinan besar berbeda dari konsep formal yang seharusnya. Sehingga bukan saja gambar utuh dari *puzzle* tersebut tidak ada, melainkan setiap bagian dari *puzzle* tersebut pun memiliki bentuk yang berbeda yang tidak bisa untuk disatukan.

Oleh karena itu, peneliti menduga akan terjadinya miskonsepsi apabila definisi konsep yang disajikan kurang lengkap, terutama kecenderungan siswa untuk langsung melakukan operasi kuadrat maupun penyederhanaan bentuk akar. Selain itu, tidak adanya penjelasan mengenai letak atau kedudukan bilangan irasional pada garis bilangan akan menimbulkan kesulitan siswa untuk memiliki konsepsi yang utuh terkait sistem bilangan real. Hal ini diperkuat dengan bentuk-bentuk soal dengan jenis yang sama secara repetitif, sehingga algoritma penyelesaian soal sudah menjadi suatu intuisi siswa dalam menyelesaikan permasalahan terkait bilangan irasional. Sangat dimungkinkan untuk terjadi miskonsepsi pada siswa dikarenakan belum utuhnya bayangan konsep yang ada pada diri siswa tersebut.

Pembahasan

Secara garis besar bayangan konsep siswa terbagi menjadi dua berdasarkan konsepsi pada tes tertulis dan wawancara, yaitu incipient concept image dan instrumental concept image. bayangan konsep subjek yang membentuk konsepsi tersebut tidak utuh. Masih terdapat beberapa unsur yang tidak dimiliki subjek sehingga pemahaman subjek terhadap materi bilangan irasional masih bersifat parsial. Hal tersebut salah satunya diakibatkan oleh pengalaman belajar subjek menggunakan buku sumber yang memberikan konsep secara parsial juga.

Bayangan konsep yang terbentuk merupakan hasil dari pemberian contoh soal, definisi konsep, serta latihan soal-soal bersifat rutin yang diberikan melalui buku sumber yang digunakan. Bayangan konsep tersebut memiliki dua kemungkinan, yaitu utuh dan parsial. Apabila bayangan konsep yang terbentuk utuh, pada saat pemberian stimulus berupa soal subjek akan menggunakan definisi maupun makna dari konsep tersebut. Namun apabila bayangan konsep yang terbentuk parsial, subjek akan memiliki kecenderungan menggunakan intuisi dalam menyelesaikan permasalahan tersebut meskipun subjek mengetahui definisi konsep

yang digunakan. Oleh sebab itu, tidak mengherankan apabila dalam penelitian ini diperoleh temuan inkonsistensi makna konsep bilangan irasional pada subjek. Adanya inkonsistensi tersebut merupakan salah satu indikasi kuat dari adanya konflik kognitif yang menurut beberapa peneliti disebut sebagai fenomena compartmentalization atau keterbagian unit makna konsep bilangan irasional dalam diri subjek akibat suatu hal (Vinner & Dreyfus, 1989). Implikasinya adalah pada beberapa situasi tertentu, subjek cenderung tidak konsisten dalam memaknai dan menggunakan makna konsep bilangan irasionalnya.

Dalam banyak kasus, penyelesaian masalah bisa dilakukan dengan bayangan konsep saja. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Vinner (1991), yaitu mayoritas pendidik maupun peserta didik tidak menggunakan definisi dalam menyelesaikan suatu permasalahan yang bersifat teknis. Individu akan tetap mengacu pada bayangan konsepnya dikarenakan mudahnya strategi pada bayangan konsep tersebut dan bersifat lebih alami.

Vinner (1991) menjelaskan bahwa untuk memahami suatu konsep, seseorang harus membentuk bayangan konsep tersebut dikarenakan mengetahui berbagai definisi yang berkaitan dengan suatu konsep saja tidak menjamin seseorang memahami konsep tersebut. Namun, definisi konsep dapat membantu membentuk suatu bayangan konsep. Hal ini sejalan dengan hasil yang disajikan sebelumnya, sebagian besar subjek mampu mendefinisikan bilangan irasional dengan benar, namun tidak sedikit juga subjek yang mengalami kesulitan dalam menyelesaikan permasalahan berkaitan dengan konsep yang digunakan. Dalam proses pembentukan konsep, terdapat juga proses problem solving atau penyelesaian masalah. Saat menyelesaikan suatu permasalahan, bayangan konsep serta definisi konsep dari individu haruslah aktif. Namun ketika suatu bayangan konsep telah terbentuk, definisi konsep tidak digunakan lagi (Vinner, 1991).

Definisi konsep tersebut bisa saja tidak aktif atau bahkan dilupakan saat menangani suatu stimulus yang berhubungan dengan konsep tersebut. Bagian dari bayangan konsep yang intensitas penggunaannya sedikit akan memiliki kemungkinan cukup besar untuk dilupakan peserta didik sehingga bayangan konsep yang telah terbentuk pun terdistorsi menjadi tidak utuh. Untuk menghindari hal tersebut, guru harus mampu untuk memberikan contoh permasalahan kepada siswa yang membentuk bayangan konsep yang diinginkan tidak hanya pada awal pembelajaran konsep tersebut, melainkan sepanjang seluruh proses pembelajaran berlangsung (Vinner, 1983).

PENUTUP

Siswa yang menjadi subjek penelitian tidak memiliki dasar yang baik dalam mempelajari bilangan irasional. Konsepsi siswa masih bersifat parsial, masih beberapa unsur dalam konsep tersebut seperti representasi, strategi penyelesaian masalah, dan lain sebagainya yang belum dikuasai baik itu siswa yang berada dalam kategori *incipient concept image* ataupun *procedural concept image*. Siswa yang berada dalam kategori *incipient concept image* masih mengandalkan intuisinya dalam menyelesaikan permasalahan tanpa disadari dan tidak melibatkan konsep formal, sedangkan pada kategori *procedural concept image* siswa sudah mulai menggunakan konsep formalnya dalam menyelesaikan masalah.

Konsepsi yang terbentuk pada siswa merupakan hasil pengalaman belajar matematika sebelumnya melalui buku sumber yang memberikan konsep secara parsial. Buku matematika pada jenjang sekolah pada umumnya tidak berfokus pada struktur hirarki dari bilangan dalam pembelajaran matematika, sehingga bilangan irasional seakan-akan tidak memiliki hubungan dengan bilangan lain. Akibatnya banyak dari siswa sekolah menengah mengalami inkonsistensi dalam menyelesaikan masalah, dikarenakan definisi formal yang tidak utuh serta penggunaan soal dengan jenis yang sama setiap hari.

Penutup merupakan simpulan dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan dan merupakan jawaban dari rumusan masalah. Simpulan diselaraskan dengan rumusan masalah dan tujuan penelitian. Dalam hal simpulan lebih dari satu, maka dituliskan menggunakan penomoran angka dan bukan menggunakan bullet. Dalam bagian penutup ini juga dapat ditambahkan prospek pengembangan dari hasil penelitian dan aplikasi lebih jauh yang menjadi prospek kajian berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Fischbein, E., Jehiam, R., & Cohen, C. (1995). The concept of irrational number in highschool students and prospective teachers. *Educational Studies in Mathematics*, 29, 29–44. <http://dx.doi.org/10.1007/BF01273899>
- Kidron, I. (2018). Students' Conceptions of Irrational Numbers. *Int. J. Res. Undergrad. Math. Ed.*, 4, 94-118. <http://dx.doi.org/10.1007/s40753-018-0071-z>
- Kidron, I., & Vinner, S. (1983). Rational numbers and decimals at the senior high level: Density and comparison. In R. Hershkowitz (Ed.), *Proceedings of the 7th conference of the International Group for the Psychology of mathematics education* (pp. 301–306). Rehovot: Weizmann.
- Miles, R. H. & Williams, L. A. (2017). *Your Mathematics Standards Companion, Grades 6-8: What They Mean and How to Teach Them*. United States: SAGE Publications.
- Oswaal Editorial Board. (2021). *Oswaal NCERT Textbook+Exemplar Class 9, Mathematics (For 2022 Exam)*. Agra: Oswaal Books and Learning Private Limited.
- Sirotic, N., & Zazkis, R. (2007b). Irrational numbers on a number line - where are they? *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 38(4), 477–488. <http://dx.doi.org/10.1080/00207390601151828>
- Suryadi, D. (2018). *Landasan Filosofis Didactical Design Research (DDR)*. Not Published
- Tall, D. O. (2002). Continuities and Discontinuities in Long-Term Learning Schemas (reflecting on how relational understanding may be instrumental in creating learning problems). In David Tall & Michael Thomas (eds), *Intelligence, Learning and Understanding in Mathematics – A Tribute to Richard Skemp*, 151–177. Flaxton, Australia: Post Pressed.
- Ulya, Z. (2017). *Berbagai Pendekatan dalam Studi Al-Qur'an Penggunaan Ilmu-Ilmu Sosial, Humaniora, dan Kebahasaan dalam Penafsiran Al-Qur'an*. Yogyakarta: Idea Press.

- Verschaffel, L. et al. (2010). *Use of Representations in Reasoning and Problem Solving: Analysis and Improvement*. United Kingdom: Taylor & Francis.
- Vinner, S. (1991). "The Role of Definitions in the Teaching and Learning of Mathematics" in Tall, D (Editor), *Advanced Mathematical Thinking*, 11, 65-80. New York: Kluwer Academic Publishers.
- Vinner, S., & Dreyfus, T. (1989). Images and definitions for the concept of function. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20(4), 356-366. <http://dx.doi.org/10.2307/749441>
- Vinner, S., & Kidron, I. (1985). The concept of repeating and non repeating decimals at the senior high level. In L. Streefland (Ed.), *Proceedings of the 9th conference of the International Group for the Psychology of mathematics education* (vol. 1, pp. 357–361). Utrecht: State University. <http://dx.doi.org/10.24193/adn.13.2.15>
- Zazkis, R., & Sirotic, N. (2010). Representing and defining irrational numbers: Exposing the missing link. *Research in Collegiate Mathematics Education*, 7, 1–27. <http://dx.doi.org/10.1090/cbmath/016/01>