

***LEARNING OBSTACLES* SISWA DALAM MENYELESAIKAN MASALAH
PERBANDINGAN TRIGONOMETRI PADA SEGITIGA SIKU-SIKU
TERKAIT DENGAN KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIS SISWA**

TESIS

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar
Magister Pendidikan Matematika Program Studi Pendidikan Matematika



Oleh:

FITRIA MAGHFIROH

2217178

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2024

LEMBAR HAK CIPTA

***LEARNING OBSTACLES* SISWA DALAM MENYELESAIKAN MASALAH
PERBANDINGAN TRIGONOMETRI PADA SEGITIGA SIKU-SIKU
TERKAIT DENGAN KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIS
SISWA**

Oleh

Fitria Maghfiroh, S.Pd.

Universitas Pendidikan Indonesia, 2024

Sebuah Tesis yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Pendidikan (M.Pd.) pada Program Studi Pendidikan Matematika
Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Fitria Maghfiroh 2024

Universitas Pendidikan Indonesia

Desember 2024

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Tesis ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

FITRIA MAGHFIROH

NIM 2217178

**LEARNING OBSTACLES SISWA DALAM MENYELESAIKAN
MASALAH PERBANDINGAN TRIGONOMETRI PADA SEGITIGA
SIKU-SIKU TERKAIT DENGAN KEMAMPUAN PEMAHAMAN
KONSEP MATEMATIS SISWA**

Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I,



Dr. Dadan Dasari, M.Si.
NIP. 196407171991021001

Pembimbing II,



Dr. Cece Kustiawan, M.Si.
NIP. 196612131992031001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Pendidikan Matematika



Prof. Al Jupri, S.Pd., M.Sc., Ph.D.
NIP. 198205102005011002

PERNYATAAN PLAGIASI

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul "*Learning Obstacles* Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Perbandingan Trigonometri Pada Segitiga Siku-siku Terkait dengan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa" beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Desember 2024

Yang membuat pernyataan,



Fitria Maghfiroh
NIM 2217178

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil'alam, segala puji bagi Allah SWT yang telah memberi rahmat, hidayah, dan inayah-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan tesis yang berjudul "*Learning Obstacles* Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Perbandingan Trigonometri pada Segitiga Siku-siku terkait dengan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa". Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan Matematika pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FPMIPA) Universitas Pendidikan Indonesia.

Tesis ini dapat diselesaikan dengan baik berkat bantuan berupa doa, bimbingan, arahan, petunjuk dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu Penulis menyusun tesis ini. Semoga kebaikan pihak-pihak tersebut mendapat balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tesis ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan tesis ini. Akhir kata, semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Bandung, Desember 2024

Penulis,



Fitria Maghfiroh

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulisan tesis ini dapat diselesaikan berkat bantuan doa, bimbingan, motivasi dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan rasa hormat peneliti mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Dadan Dasari, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan arahan, bimbingan, motivasi dan dukungan kepada peneliti dalam menyelesaikan tesis ini.
2. Bapak Dr. Cece Kustiawan, M.Si., selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan arahan, bimbingan, motivasi dan dukungan kepada peneliti dalam menyelesaikan tesis ini.
3. Bapak Prof. Dr. Tatang Herman, M.Ed. selaku Dekan Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan alam UPI yang telah memfasilitasi mahasiswa program studi Magister Pendidikan Matematika untuk menyelesaikan studi dengan baik.
4. Bapak Prof. Al Jupri, S.Pd., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Matematika yang telah memfasilitasi mahasiswa program studi Magister Pendidikan Matematika untuk menyelesaikan studi dengan baik.
5. Seluruh Dosen Program Studi di Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Pendidikan Indonesia yang berbagi pengetahuan dan pengalaman yang sangat bermanfaat bagi penulis.
6. Ayahanda, Ibunda, serta Adik tercinta yang selalu mendoakan serta selalu memberikan dukungan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.

Bandung, Desember 2024

Penulis,



Fitria Maghfiroh

ABSTRAK

Fitria Maghfiroh. (2024). *Learning Obstacles* Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Perbandingan Trigonometri pada Segitiga Siku-siku Terkait dengan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa

Pemahaman konsep matematis merupakan elemen kungsi dalam keberhasilan siswa menyelesaikan berbagai masalah matematis, termasuk masalah perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku. Namun, banyak siswa mengalami kesulitan dan melakukan kesalahan dalam menyelesaikan masalah pada materi ini. Kesulitan dan kesalahan tersebut sebagian besar disebabkan oleh kurangnya pemahaman konsep matematis yang dimiliki siswa. Kondisi ini mengindikasikan adanya hambatan belajar yang dialami oleh siswa dalam memahami dan menyelesaikan masalah perbandingan trigonometri. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan secara komprehensif hambatan belajar siswa dalam menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan pemahaman konsep matematis siswa materi perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku. Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan desain fenomenologi hermeneutika. Partisipan dalam penelitian ini adalah 20 siswa kelas XI yang berasal dari salah satu SMA yang ada di Kota Bandung. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan tes tulis, wawancara, dan studi dokumentasi. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa siswa mengalami hambatan belajar yang berupa hambatan ontogenik, hambatan epistemik, dan hambatan didaktis. Temuan yang didapatkan dalam penelitian ini digunakan sebagai dasar untuk merancang *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT), yang kemudian menjadi panduan dalam mengembangkan desain didaktis pada penelitian ini. Desain didaktis yang dikembangkan bertujuan untuk membantu siswa memahami konsep perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku dan mengurangi hambatan belajar yang muncul. Konstruksi desain ini memfasilitasi empat situasi didaktis, yaitu situasi aksi, situasi formulasi, situasi validasi, dan situasi institusionalisasi.

Kata kunci: *learning obstacles*, pemahaman konsep matematis, trigonometri.

ABSTRACT

Fitria Maghfiroh. (2024). *Students' Learning Obstacles in Solving Trigonometric Ratio Problems in Right Triangle Related to Students' Mathematical Conceptual Understanding*

Mathematical concept understanding is a key element for students' success in solving various mathematical problems, including problems related to trigonometric ratios in right triangles. However, many students experienced difficulties and made mistakes in solving problems in this subject. These difficulties and mistakes were largely due to students' lack of understanding of mathematical concepts. This condition indicated some learning obstacles in understanding and solving trigonometric ratio problems. This study aimed to comprehensively describe students' learning obstacles in solving trigonometric ratio problems in the right triangle related to mathematical conceptual understanding. This research employed a qualitative approach with a hermeneutic phenomenological design. The participants of this study were 20 eleventh-grade high school students from a school in Kota Bandung. Data were collected from the test instruments, interviews, and document analysis. The results of the study showed that students faced three types of learning obstacles: epistemological obstacles, didactical obstacles, and ontogenic obstacles. These findings form the basis for designing a Hypothetical Learning Trajectory (HLT), which was subsequently used as a guide in developing the didactic design in this study. The developed didactic design aims to assist students in understanding the concept of trigonometric ratios in right triangles and reducing the learning obstacles encountered. This design facilitated didactic situations: action, formulation, validation, and institutionalization to support a more effective and directed learning process.

Keywords: learning obstacles, mathematical conceptual understanding, trigonometry.

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| LEMBAR HAK CIPTA | ii |
| LEMBAR PENGESAHAN | iii |
| PERNYATAAN PLAGIASI | iv |
| KATA PENGANTAR | v |
| UCAPAN TERIMA KASIH..... | vi |
| ABSTRAK | vii |
| <i>ABSTRACT</i> | viii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR TABEL..... | xiv |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xv |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Tujuan Penelitian | 7 |
| 1.3. Pertanyaan Penelitian..... | 7 |
| 1.4. Manfaat Penelitian | 8 |
| BAB II KAJIAN TEORITIS..... | 9 |
| 2.1. Teori Situasi Didaktis..... | 9 |
| 2.2. Hambatan Belajar (<i>Learning Obstacles</i>)..... | 10 |
| 2.3. Teori <i>Praxeology</i> | 12 |
| 2.4. <i>Hypothetical Learning Trajectory</i> (HLT) | 14 |
| 2.5. Teori Belajar yang Mendukung | 16 |
| 2.6. Pemahaman Konsep Matematis | 20 |

| | |
|---|-----------|
| 2.7. Trigonometri | 24 |
| 2.8. Penelitian yang Relevan..... | 42 |
| 2.9. Definisi Operasional..... | 46 |
| BAB III METODE PENELITIAN..... | 47 |
| 3.1. Desain Penelitian..... | 47 |
| 3.2. Lokasi dan Partisipan Penelitian | 48 |
| 3.3. Teknik Pengumpulan Data..... | 48 |
| 3.3.1. Wawancara..... | 49 |
| 3.3.2. Observasi..... | 49 |
| 3.3.3. Dokumentasi | 49 |
| 3.4. Analisis Data | 49 |
| 3.5. Keabsahan Data..... | 51 |
| BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN | 53 |
| 4.1. TEMUAN..... | 53 |
| 4.1.1. Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Perbandingan Trigonometri pada Segitiga Siku-siku..... | 54 |
| 4.1.2. Studi Dokumen Menggunakan Teori <i>Praxeology</i> | 81 |
| 4.1.3. <i>Learning Obstacles</i> Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Pemahaman Konsep Matematis. | 90 |
| 4.1.4. <i>Learning Trajectory</i> Materi Trigonometri pada Segitiga Siku-siku | 98 |
| 4.1.5. Desain Didaktis Hipotesis Materi Perbandingan Trigonometri pada Segitiga Siku-siku..... | 116 |
| 4.2. PEMBAHASAN | 134 |
| 4.2.1. Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Perbandingan Trigonometri Pada Segitiga Siku-siku. | 134 |

| | |
|--|-----|
| 4.2.2. <i>Learning Obstacles</i> Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Perbandingan Trigonometri pada Segitiga Siku-siku terkait dengan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis | 138 |
| 4.2.3. <i>Hypothetical Learning Trajectory</i> Materi Perbandingan Trigonometri pada Segitiga Siku-siku..... | 146 |
| 4.2.4. Desain Didaktis Hipotesis Materi Perbandingan Trigonometri pada Segitiga Siku-siku..... | 147 |
| BAB V SIMPULAN | 149 |
| 5.1. SIMPULAN | 149 |
| 5.1.1. Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Perbandingan Trigonometri pada Segitiga Siku-Siku..... | 149 |
| 5.1.2. <i>Learning Obstacles</i> Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Perbandingan Trigonometri pada Segitiga Siku-siku Terkait dengan Pemahaman Konsep Matematis Siswa..... | 150 |
| 5.1.3. <i>Hypothetical Learning Trajectory</i> | 151 |
| 5.1.4. Desain Didaktis Hipotesis | 152 |
| 5.2. IMPLIKASI | 152 |
| 5.3. REKOMENDASI..... | 152 |
| DAFTAR PUSTAKA | 154 |
| LAMPIRAN | 163 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 1. 1 Soal tentang menentukan panjang sisi miring (x) dan panjang salah satu sisi tegak (y)..... | 4 |
| Gambar 1. 2 Jawaban siswa dalam menentukan nilai x dan y..... | 4 |
| Gambar 1. 3 Soal tentang menentukan nilai dari $\sin 90^\circ$ | 5 |
| Gambar 1. 4 Jawaban siswa dalam menentukan nilai dari $\sin 90^\circ$ | 5 |
| Gambar 2. 1 Lingkaran satuan | 26 |
| Gambar 2. 2 (a) sudut positif berputar berlawanan arah jarum jam,(b) sudut negatif berputar searah jarum jam..... | 27 |
| Gambar 2. 3 Sudut-sudut yang berkorespondensi dengan sudut 40° (kiri), 400° (tengah), 760° (kanan)..... | 27 |
| Gambar 2. 4 Panjang busur dapat ditentukan dengan rumus $\theta\pi r180^\circ$ | 28 |
| Gambar 2. 5 Lingkaran satuan dan garis yang melalui titik pusat..... | 29 |
| Gambar 2. 6 Segitiga siku-siku dengan besar sudut-sudut lancipnya 30° dan 60° | 29 |
| Gambar 2. 7 (a) Panjang sisi-sisi segitiga sama sisi dan (b) segitiga kecil yang membentuknya..... | 29 |
| Gambar 2. 8 (a) Titik yang berkorespondensi dengan sudut 30° dan (b) titik yang berkorespondensi dengan sudut 60° | 30 |
| Gambar 2. 9 Titik-titik yang berkorespondensi dengan sudut-sudut istimewa..... | 31 |
| Gambar 2.10 Definisi dari kosinus dan sinus..... | 32 |
| Gambar 2.11 Nilai positif dan negatif fungsi trigonometri pada setiap kuadran | 33 |
| Gambar 2.12 Grafik fungsi kosinus (a) dan grafik fungsi sinus (b)..... | 34 |
| Gambar 2.13 Definisi sinus, kosinus, dan tangen | 36 |
| Gambar 2.14 Grafik fungsi tangen..... | 37 |
| Gambar 2.15 Jari-jari yang berkorespondensi dengan sudut θ pada lingkaran satuan..... | 38 |
| Gambar 2.16 Segitiga siku-siku yang terdapat pada lingkaran satuan | 39 |
| Gambar 2.17 Segitiga siku-siku yang kongruen dengan segitiga siku-siku pada lingkaran satuan | 39 |

| | |
|--|----|
| Gambar 2.18 Trigonometri pada segitiga siku-siku | 41 |
| Gambar 4.1 Jawaban siswa S7 pada Soal 1 | 56 |
| Gambar 4.2 Jawaban siswa S4 pada Soal 1 | 57 |
| Gambar 4.3 Jawaban siswa S5 pada Soal 1 | 60 |
| Gambar 4.4 Jawaban siswa S4 pada Soal 2 | 61 |
| Gambar 4.5 (a) Kesalahan siswa dalam menuliskan perbandingan trigonometri dan (b) Kesalahan siswa S4 dalam melakukan prosedur hitung..... | 63 |
| Gambar 4.6 Jawaban siswa S3 pada Soal 3 | 65 |
| Gambar 4.7 Jawaban siswa S6 pada Soal 3 | 67 |
| Gambar 4.8 Jawaban siswa S2 pada Soal 4 | 70 |
| Gambar 4.9 (a) Jawaban siswa dengan kategori D3, (b) Jawaban siswa dengan kategori D4..... | 72 |
| Gambar 4.10 Jawaban siswa S1 pada Soal 5 | 74 |
| Gambar 4.11 Jawaban siswa S2 pada Soal 5 | 75 |
| Gambar 4.12 Jawaban siswa S4 pada Soal 6 | 78 |
| Gambar 4.13 LT materi Perbandingan Trigonometri pada Segitiga Siku-siku | 99 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|-----|
| Tabel 2.1 Koordinat titik dengan jari-jari pada lingkaran satuan yang berkorespondensi dengan sudut-sudut istimewa..... | 31 |
| Tabel 2.2 Nilai kosinus dan sinus sudut-sudut istimewa pada lingkaran satuan. | 33 |
| Tabel 2.3 Nilai tangen pada sudut-sudut istimewa | 36 |
| Tabel 2.4 Capaian Pembelajaran..... | 41 |
| Tabel 4.1 Klasifikasi jawaban siswa pada Soal 1 dan Soal 2..... | 54 |
| Tabel 4.2 Klasifikasi jawaban siswa pada Soal 3 | 64 |
| Tabel 4.3 Klasifikasi jawaban siswa pada Soal 4 | 69 |
| Tabel 4.4 Klasifikasi jawaban siswa pada Soal 5 | 73 |
| Tabel 4.5 Klasifikasi jawaban siswa pada Soal 6 | 77 |
| Tabel 4.6 Deskripsi kemampuan pemahaman konsep siswa | 79 |
| Tabel 4.7 <i>Type of task</i> dan <i>technique</i> | 82 |
| Tabel 4.8 <i>Type of task</i> dan <i>technique</i> menyelesaikan masalah kontekstual..... | 84 |
| Tabel 4.9 Hasil studi dokumen menggunakan <i>praxeology</i> | 90 |
| Tabel 4.10 HLT pada materi prasyarat | 100 |
| Tabel 4.11 HLT pada materi lingkaran satuan..... | 102 |
| Tabel 4.12 HLT materi perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku | 110 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|-----|
| Lampiran 1. Surat Keterangan Pembimbing Tesis | 163 |
| Lampiran 2. Surat Izin Penelitian..... | 165 |
| Lampiran 3. Kisi-kisi Instrumen Tes | 166 |
| Lampiran 4. Instrumen Tes | 174 |
| Lampiran 5. Pedoman Analisis Hasil Instrumen Tes..... | 180 |
| Lampiran 6. Pedoman Wawancara Siswa..... | 189 |
| Lampiran 7. Pedoman Wawancara Guru | 191 |
| Lampiran 8. Transkrip Wawancara dengan Siswa..... | 192 |
| Lampiran 9. Transkrip Wawancara dengan Guru | 200 |
| Lampiran 10. Lembar Kerja Siswa | 202 |

DAFTAR PUSTAKA

- Andriatna, R., & Ramdan Faturrohman, D. (2022). Analisis kemampuan pemecahan masalah matematik siswa smp ditinjau dari kemampuan awal matematik: analisis prakseologi pada soal geometri bangun datar. *Jurnal Ilmiah Soulmath: Jurnal Edukasi Pendidikan Matematika*, 10(2), 123–136. <https://doi.org/10.25139/smj.v10i2.4670>
- Ardila, A., Marzal, J., & Siburian, J. (2022). Analisis kemampuan pemahaman konsep siswa dalam memahami materi trigonometri kelas x ips. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(1), 423–444. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v6i1.1064>
- Axler, S. (2012). *Algebra and Trigonometry*. Wiley.
- Barz, N., Benick, M., Dörrenbächer-Ulrich, L., & Perels, F. (2024). The effect of digital game-based learning interventions on cognitive, metacognitive, and affective-motivational learning outcomes in school: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 94(2), 193–227. <https://doi.org/10.3102/00346543231167795>
- Boaler, J. (2016). *Mathematical mindsets: Unleashing students' potential through creative math, inspiring messages and innovative teaching*. Jose-Bass/Wiley.
- Brousseau, Guy. (2002a). *Theory of didactical situations in mathematics: didactique des mathématiques, 1970-1990*. Kluwer Academic Publishers.
- Brousseau, Guy. (2002b). *Theory of didactical situations in mathematics : didactique des mathématiques, 1970-1990*. Kluwer Academic Publishers.
- Brummelen, G. Van. (2009). *The mathematics of the heavens and the earth*. Princeton University Press.
- Budianingsih, C. A. (2003). Perkembangan teori belajar dan pembelajaran menuju revolusi-sosiokultural vygotsky. *Dinamika Pendidikan*, 10(1), 37–48.

- Clements, D. H., & Sarama, J. (2004). Learning trajectories in mathematics education. *Mathematical Thinking and Learning*, 6(2), 81–89. https://doi.org/10.1207/s15327833mtl0602_1
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2013). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (5th ed.). SAGE Publications, Inc.
- Creswell, John. W. (2007). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (2nd ed.). SAGE Publication, Inc.
- Czarnocha, B. (2016). Learning trajectory. *The Creative Enterprise of Mathematics Teaching Research*, 373–393.
- Dewi, I. L. K., Zaenuri, Dwijanto, Mulyono, Waluya, S. B., & Rochmad. (2021). Conceptual understanding and productive disposition in trigonometry through generative learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1918(4), 042050. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1918/4/042050>
- Didi Suryadi. (2019). *Landasan Filosofis Penelitian Desain Didaktis (DDR)* (L. H. Fasha, Ed.; 1st ed.). Gapura Press.
- Duffin, J. M., & Simpson, A. P. (2000). A search for understanding. *The Journal of Mathematical Behavior*, 18(4), 415–427. [https://doi.org/10.1016/S0732-3123\(00\)00028-6](https://doi.org/10.1016/S0732-3123(00)00028-6)
- Empson, S. B. (2011). On the idea of learning trajectories: Promises and pitfalls. *The Mathematics Enthusiast*, 8(3), 571–596. <https://doi.org/10.54870/1551-3440.1229>
- Erlisa, W., & Prabawanto, S. (2019). Identification of learning obstacle in trigonometry materials in senior high school. *STEMEIF (Science, Technology, Engineering, and Mathematics Learning)*, 290–499. <https://digitalibrary.ump.ac.id/id/eprint/365>

- Fajri, N., & Nida, I. (2019). Analisis kesulitan siswa kelas x sma negeri 6 aceh barat daya pada materi trigonometri. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika AL-QALASADI*, 3(2), 12–22.
- Franco Seguí, J., Alsina, Á., & Vázquez, C. (2024). Teaching statistics for sustainability across contexts: Exploring the knowledge and beliefs of teachers. *Sustainability (Switzerland)*, 16(2). <https://doi.org/10.3390/su16020692>
- Ghasemi, A., Taghinejad, M., Kabiri, A., & Imani, M. (2011). Ricoeur's theory of interpretation: A method for understanding Text (Course Text). *World Applied Sciences Journal*, 15.
- Herdiansyah, H. (2011). *Meotodologi Penelitian Kuallitatif untuk Ilmu-ilmu Sosial*. Salemba Humanika.
- Hidayat, C. R., Rosjanuardi, R., & Juandi, D. (2019). Epistemological obstacle on the topic of triangle and quadrilateral. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157, 042110. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/4/042110>
- Hiebert, J., & Lefevre. (2013). *Conceptual and Procedural Knowledge* (J. Hiebert, Ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203063538>
- Ho, T. M. P. (2020). Measuring conceptual understanding, procedural fluency and integrating procedural and conceptual knowledge in mathematical problem solving. *International Journal of Scientific Research and Management*, 8(05), 1334–1350. <https://doi.org/10.18535/ijstrm/v8i05.el02>
- Hodgkin, L. (2005). *A History of Mathematics Fom Mesopotamia to Modernity*. Oxford University Press.
- Ibda, F. (2015). Perkembangan kognitif: Teori jean piaget. *INTELEKTUALITA*, 3(1), 27–38.

- Indah, R. P., & Farida, A. (2021). Pengaruh kemandirian belajar siswa terhadap hasil belajar matematika. *Jurnal Derivat: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 8(1), 41–47. <https://doi.org/10.31316/j.derivat.v8i1.1641>
- Ivie, S. D. (1998). Ausubel's Learning Theory: An Approach to Teaching Higher Order Thinking Skills. *Source: The High School Journal*, 82(1), 35–42. <http://www.jstor.org>StableURL:<http://www.jstor.org/stable/40364708><http://www.jstor.org/page/info/about/policies/terms.jsp>
- Jacobs, V. R., & Empson, S. B. (2016). Responding to children's mathematical thinking in the moment: an emerging framework of teaching moves. *ZDM*, 48(1–2), 185–197. <https://doi.org/10.1007/s11858-015-0717-0>
- Jatisunda, M. G., & Nahdi, D. S. (2019). Kesulitan siswa dalam memahami konsep trigonometri di lihat dari learning obstacles. *Jurnal Didactical Mathematics*, 2(1), 9–16. <http://jurnal.unma.ac.id/index.php/dm>
- Khairunnisa, A., Nurlaelah, E., & Gozali, S. M. (2023). Analisis hambatan belajar siswa pada materi persamaan trigonometri. *Journal on Mathematics Education Research*. <https://doi.org/https://doi.org/10.17509/j-mer.v3i1.53846>
- Kiki Patmala, & Putri Yulia. (2023). Analisis kemampuan pemahaman konsep matematis siswa madrasah aliyah terhadap materi trigonometri. *Venn: Journal of Sustainable Innovation on Education, Mathematics and Natural Sciences*, 2(2), 62–70. <https://doi.org/10.53696/2964-867X.100>
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findel, B. (2001). *Adding it up helping children learn mathematics*. Nasional Acaademy Press. http://www.wakamono-up.jp/top/pdf/Third-party_evaluation_2013_points.pdf
- Kozulin, A. (2004). Vygotsky's theory in the classroom: Introduction. *European Journal of Psychology of Education*, 19(1), 3–7. <https://doi.org/10.1007/BF03173233>
- Kusumah, Y. S., Darwis, S., & Afgani, J. D. (2016). Developing conceptual understanding and procedural fluency for junior high school students through

- model-facilitated learning (MFL). In *European Journal of Science and Mathematics Education* (Vol. 4, Issue 1).
- Lestari, W. (2017). Pengaruh Kemampuan Awal Matematika dan Motivasi Belajar terhadap Hasil Belajar Matematika. *Jurnal Analisa*, 3(1), 76–84. <https://doi.org/10.15575/ja.v3i1.1499>
- Lester, S. (1999). An introduction to phenomenological research. *Stan Lesler Developmets*, 1–4. <http://www.sld.demon.co.uk/resmethy.pdf>
- Maknum, C. L., Rosjanuardi, R., & Jupri, A. (2022). Epistemological obstacle in learning trigonometry. *Mathematics Teaching Research Journal*. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1350528>
- Mandasari, N. (2021). Problem-based learning model to improve mathematical reasoning ability. *Journal of Physics: Conference Series*, 1731(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1731/1/012041>
- Martinez, M. V, Castro-Superfine, A., & Stoelinga, T. (2022). A curriculum-based approach to learning trajectories in middle school algebra. *Journal of Research in Mathematics Education*, 11(1), 5–32. <https://doi.org/10.17583/redimat.5539>
- Marufi, M., Ilyas, M., Ikram, M., Rosidah, R., & Kaewhanam, P. (2022). Exploration of high school students' reasoning in solving trigonometric function problems. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 13(2), 231–249. <http://ejournal.radenintan.ac.id/index.php/al-jabar/index>
- Moleong, L. (2012). *Metodologi Penelitian Kualitatif*. PT Remaja Rosdakarya.
- Nanmumpuni, H. P., & Retnawati, H. (2021). Analysis of senior high school student's difficulty in resolving trigonometry conceptual problems. *Journal of Physics: Conference ...* <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1776/1/012012>
- NCTM. (2000). *Principles and Standard for School Mathematics*. <https://www.nctm.org/Standards-and-Positions/Principles-and-Standards/>

- Normalasari, R., Karlina Rachmawati, T., & Tri Wiyanto, Y. (2022). looking back ability in solving mathematical problems in students. *Conferences Series Learning Class*, 17.
- Nurrawi, A. E. P., Zahra, A. T., Aulia, D., Greis, G., & Mubarok, S. (2023). Motivasi belajar siswa terhadap hasil belajar matematika. *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(1), 29–38. <https://doi.org/10.31980/plusminus.v3i1.1220>
- Oakley, L. (2004). *Cognitive Development*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203482834>
- Ojose, B. (2008). Applying piaget's theory of cognitive development to mathematics instruction. *The Mathematics Educator*, 18(1), 26–30.
- Pape, S. J., & Tchoshanov, M. A. (2001). The Role of Representation(s) in Developing Mathematical Understanding. *Theory Into Practice*, 40(2), 118–127. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4002_6
- Rahayu, G., & Rosjanuardi, R. (2022). *Students' epistemological obstacles on analytic trigonometry*. 30–37. <https://doi.org/10.1063/5.0102638>
- Ratna, & Yahya, A. (2022). Kecemasan matematika terhadap kemampuan pemecahan masalah matematika siswa kelas xi. *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(3), 471–482. <https://doi.org/10.31980/plusminus.v2i3.1121>
- Ratnasari, G. I. (2020). The application of trigonometry on problem solving strategy. *Proceeding International Conference on Science and Engineering*, 3, 389–392. <https://doi.org/10.14421/icse.v3.534>
- Reese, S. C. (1970). School learning: an introduction to educational psychology. *Journal of Teacher Education*, 21(1), 149–150. <https://doi.org/10.1177/002248717002100125>
- Riki, R., & Kusno, K. (2023). Analisis motivasi belajar siswa terhadap prestasi belajar matematika. *PHI: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(2), 135. <https://doi.org/10.33087/phi.v7i2.269>

- Sakinah, E., Darwan, D., & Haqq, A. A. (2019). Desain didaktis materi trigonometri dalam upaya meminimalisir hambatan belajar siswa. *Suska Journal of Mathematics Education*, 5(2), 121. <https://doi.org/10.24014/sjme.v5i2.7421>
- Salim Nahdi, D., & Gilar Jatisunda, M. (2020). Conceptual understanding and procedural knowledge: a case study on learning mathematics of fractional material in elementary school. *Journal of Physics: Conference Series*, 1477(4), 042037. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1477/4/042037>
- Saputra, C. G., Kesumawati, N., & Fuadiah, N. F. (2021). Hypothetical learning trajectory pada pembelajaran perbandingan trigonometri untuk siswa sma. *Jurnal Didaktis Indonesia*, 1(2).
- Sexton, S. S. (2020). Meaningful Learning—David P. Ausubel. In B. Akpan & T. J. Kennedy (Eds.), *Science Education in Theory and Practice: An Introductory Guide to Learning Theory* (pp. 163–175). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-43620-9_12
- Siagian, H., Pangaribuan, J. J., & Silaban, P. J. (2020). Pengaruh kemandirian belajar terhadap hasil belajar matematika siswa di sekolah dasar. *Jurnal Basicedu*, 4(4), 1363–1369. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v4i4.528>
- Simon, M. A. (1995). Reconstructing mathematics pedagogy from a constructivist perspective. *Journal for Research in Mathematics Education*, 26(2), 114. <https://doi.org/10.2307/749205>
- Skemp, R. R. (1978). Relational understanding and instrumental understanding. *The Arithmetic Teacher*, 26(3), 9. <http://www.jstor.org/stable/41187667>
- Sonawat, R., & Kothari, M. (2013). Rote learning and meaningful learning in mathematics: Perspectives of primary school teachers and learning in children. *Indian Journal of Positive Psychology*, 4, 49–54.

- Subroto, T., & Sholihah, W. (2018). Analisis hambatan belajar pada materi trigonometri dalam kemampuan pemahaman matematis siswa. *IndoMath: Indonesia Mathematics Education*, *1*(2), 109. <https://doi.org/10.30738/indomath.v1i2.2624>
- Sugandi, A. I. (2013). Pengaruh pembelajaran berbasis masalah dengan setting kooperatif jigsaw terhadap kemandirian belajar siswa sma. *InfinityJurnal Ilmiah Program Studi Matematika STKIP Siliwangi Bandung*, *2*(2), 144–155.
- Sugianto, R., In'am, A., & Syaifuddin, M. (2023). Kendala siswa dalam mengatasi kesulitan belajar Trigonometri: Youtube sebagai sumber belajar Matematika. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, *9*(3), 312–327. <https://doi.org/10.21831/jitp.v9i3.52089>
- Suryadi, D. (2011a). *Didactical design research (ddr) dalam pengembangan pembelajaran matematika*.
- Suryadi, D. (2011b). *Didactical design research (ddr) dalam pengembangan pembelajaran matematika*.
- Suryadi, D. (2019a). *Monograf 2 Didactical Design Research (DDR)*. Gapura Press.
- Suryadi, D. (2019b). *Penelitian Desain Didaktis (DDR) dan Implementasinya*. Gapura Press.
- Sztajn, P., Confrey, J., Wilson, P. H., & Edgington, C. (2012). Learning trajectory based instruction. *Educational Researcher*, *41*(5), 147–156. <https://doi.org/10.3102/0013189X12442801>
- Utami, N. S., Prabawanto, S., & Suryadi, D. (2024). How do Indonesian students learn function concepts? A praxeological analysis of textbook. *Journal on Mathematics Education*, *15*(2), 451–472. <https://doi.org/10.22342/jme.v15i2.pp451.472>
- Wardhani, S. (2008). *Analisis SI dan SKL mata pelajaran matematika SMP/MTs untuk optimalisasi tujuan mata pelajaran matematika*.

- Wass, R., Harland, T., & Mercer, A. (2011). Scaffolding critical thinking in the zone of proximal development. *Higher Education Research & Development*, 30(3), 317–328. <https://doi.org/10.1080/07294360.2010.489237>
- Wen, P. (2018). Application of Bruner's Learning Theory in Mathematics Studies. *Proceedings of the International Conference on Contemporary Education, Social Sciences and Ecological Studies (CESSSES 2018)*. <https://doi.org/10.2991/cesses-18.2018.53>
- Wijayanti, D., & Winslow, C. (2017). Mathematical practice in textbooks analysis: Praxeological reference models, the case of proportion. *Journal of Research in Mathematics Education*, 6(3), 307–330. <https://doi.org/10.17583/redimat.2017.2078>
- Wilson, P. H., Sztajn, P., Edgington, C., & Confrey, J. (2014). Teachers' use of their mathematical knowledge for teaching in learning a mathematics learning trajectory. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 17(2), 149–175. <https://doi.org/10.1007/s10857-013-9256-1>
- Wulandari, S., & Gusteti, M. U. (2020). Analisis kesalahan menyelesaikan soal trigonometri siswa kelas x sma. *Math Educa Journal*. <http://ejournal.uinib.ac.id/jurnal/index.php/matheduca>
- Yunianta, T. N. H., Suryadi, D., Dasari, D., & Herman, T. (2023). Textbook praxeological-didactical analysis: Lessons learned from the Indonesian mathematics textbook. *Journal on Mathematics Education*, 14(3), 503–524. <https://doi.org/10.22342/jme.v14i3.pp503-524>