



Kesalahan mahasiswa semester pertama dalam menyelesaikan masalah kecepatan sudut pada mata kuliah trigonometri

Yayan Eryk Setiawan^{1*}

¹ Department of Mathematics Education, Universitas Islam Malang, Malang, Indonesia

* Corresponding Author. E-mail: yayaneryksetiawan@unisma.ac.id

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 04 Feb. 2021

Revised: 09 Sept. 2021

Accepted: 11 Sept. 2021

Keywords:

Analisis kesalahan,
Masalah kecepatan sudut,
Miskonsepsi,
Trigonometri,
Error analysis,
Angular velocity,
Misconception,
Principle errors,
Trigonometry.

ABSTRACT

Penelitian kualitatif dengan pendekatan studi kasus ini bertujuan untuk mendeskripsikan kesalahan mahasiswa semester pertama yang mengambil mata kuliah trigonometri dalam menyelesaikan masalah kecepatan sudut. Tujuh mahasiswa program studi pendidikan matematika di salah satu perguruan tinggi di Kota Malang menjadi subjek penelitian. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini terdiri atas hasil pekerjaan subjek yang diperoleh melalui tes pemecahan masalah kecepatan sudut dan transkrip hasil wawancara dengan subjek. Analisis data hasil pekerjaan subjek dilakukan dengan mengklasifikasikan berdasarkan jenis-jenis kesalahan. Sedangkan analisis transkrip hasil wawancara dilakukan dengan mengodekan kata-kata yang menunjukkan penyebab munculnya kesalahan subjek. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kesalahan mahasiswa semester pertama dalam menyelesaikan masalah kecepatan sudut terdiri dari kesalahan konsep dan kesalahan prinsip. Faktor penyebab dari kesalahan konsep ini yaitu tidak memahami konsep kecepatan sudut dan faktor penyebab kesalahan prinsip ini yaitu kesalahpahaman bahwa rumus kecepatan linier sama dengan rumus kecepatan sudut. Oleh karena itu, untuk menghindari kesalahan ini, maka pembelajaran materi kecepatan sudut disarankan untuk dilakukan dengan menekankan pada pemahaman konsep kecepatan sudut dan perbedaan antara rumus kecepatan sudut dengan rumus kecepatan linier.

Scan me:



This qualitative research that used case study approach aimed to describe the errors of the first semester students in solving the angular velocity problem. Seven students of the mathematics education study program at a university in Malang City involved as the research subject. The data collected in this study consisted of the subject's work on the midterm test which contains angular velocity problems and transcripts of interviews with the subject. Data analysis of the subject's work was carried out by classifying based on the types of errors. Meanwhile, the transcript analysis of the interview results was carried out by coding the words that indicated the cause of the subject's error. The results showed that the errors of the first semester students in solving the angular velocity problem consisted of conceptual and principle errors. The conceptual errors were caused by a lack of understanding of angular velocity concept and the factor causing principle errors was the misunderstanding that the linear velocity formula is the same as the angular velocity formula. Therefore, to avoid this error, the learning of angular velocity is suggested to emphasize the understanding of the concept of angular velocity and the difference between the angular and linear velocity formula.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



How to Cite:

Setiawan, Y. E. (2021). Kesalahan mahasiswa semester pertama dalam menyelesaikan masalah kecepatan sudut pada mata kuliah trigonometri. *Pythagoras: Jurnal Pendidikan Matematika*, 16(1), 19–32. <https://doi.org/10.21831/pg.v16i1.38560>

<https://doi.org/10.21831/pg.v16i1.38560>

PENDAHULUAN

Beberapa perguruan tinggi membelajarkan trigonometri dalam suatu mata kuliah tersendiri, yaitu mata kuliah trigonometri. Trigonometri didefinisikan sebagai cabang ilmu matematika yang secara umum membahas mengenai segitiga (Downing, 2009) dan secara khusus membahas mengenai fungsi trigonometri (Lial et al., 2016).

Sebagai seorang mahasiswa calon guru matematika, maka sudah seharusnya menguasai konsep-konsep yang ada dalam materi trigonometri. Hal ini dikarenakan materi trigonometri dibelajarkan pada jenjang sekolah menengah atas dan materi trigonometri ini merupakan materi prasyarat dari mata kuliah kalkulus, analisis vektor, dan persamaan diferensial. Selain itu beberapa peneliti juga mengatakan bahwa materi trigonometri ini merupakan materi yang penting untuk dibelajarkan kepada siswa maupun mahasiswa (misalnya, [Nabie et al., 2018](#); [Nejad, 2016](#); [Siyepu, 2015](#); [Tuna, 2013a, 2013b](#); [Usman & Hussaini, 2017](#)). Oleh karena itu, seorang mahasiswa calon guru harus menguasai konsep-konsep dari materi trigonometri ini, agar dalam membelajarkan materi trigonometri pada jenjang sekolah menengah atas dapat berjalan dengan baik dan lancar.

Salah satu materi trigonometri yang dibelajarkan kepada mahasiswa adalah kecepatan sudut. Kecepatan sudut ini didefinisikan sebagai seberapa cepat ukuran suatu sudut berubah ([Lial et al., 2016](#)). Kecepatan sudut ini disebut juga dengan kecepatan angular. Satuan baku dari kecepatan sudut ini adalah radian per sekon. Kecepatan sudut ini dilambangkan dengan ω (dibaca "omega"). Berbagai rumus untuk menentukan kecepatan sudut dapat dilihat dalam [Tabel 1](#). Kecepatan sudut ini memiliki keterkaitan dengan kecepatan linier (v) pada gerak melingkar, yaitu $v = r \cdot \omega$. Pada kondisi ini, konsep kecepatan sudut harus dipahami agar dapat menyelesaikan masalah kecepatan linier. Lebih lanjut, kecepatan sudut ini telah dibelajarkan pada jenjang sekolah menengah pertama dan juga sekolah menengah atas. Dengan demikian, sebagai mahasiswa calon guru penting untuk menguasai konsep kecepatan sudut ini.

Tabel 1. Berbagai rumus untuk menentukan kecepatan sudut

No.	Rumus	Keterangan
1	$\omega = \frac{\theta}{t}$	Di mana θ adalah sudut dalam radian dan t adalah waktu dalam sekon (detik)
2	$\omega = \frac{2\pi}{T}$	Di mana $\pi = 3,14$ atau $\pi = \frac{22}{7}$ dan T adalah periode dalam satuan sekon. Rumus periode ini adalah $T = \frac{1}{f}$, di mana f adalah banyaknya putaran per sekon, yaitu $f = \frac{n}{t}$.
3	$\omega = 2\pi f$	Di mana $f = \frac{n}{t}$ atau $f = \frac{1}{T}$
4	$\omega = \frac{v}{r}$	Di mana v adalah kecepatan linier dan r adalah jari-jari lingkaran. Kecepatan linier $v = \frac{s}{t}$ dengan s adalah jarak dan t adalah waktu (dalam konteks lingkaran, s adalah panjang busur).

Sumber: [Lial et al. \(2016\)](#)

Akan tetapi, hasil penelitian pendahuluan oleh peneliti menunjukkan bahwa dari 82 mahasiswa semester pertama program studi pendidikan matematika yang menyelesaikan masalah kecepatan sudut diperoleh 34 mahasiswa menjawab benar dan 48 mahasiswa menjawab salah. ini artinya terdapat 59% mahasiswa mengalami kesalahan dalam menyelesaikan masalah kecepatan sudut. Kesalahan-kesalahan yang dilakukan oleh mahasiswa ini penting untuk diteliti lebih lanjut. Hal ini dikarenakan kesalahpahaman mahasiswa tersebut dapat terungkap, sehingga kesalahpahaman tersebut dapat digunakan oleh mahasiswa untuk mendapatkan gambaran yang jelas tentang kesalahpahaman ([Mafruhah & Muchyidin, 2020](#)) serta untuk memperbaiki kesalahpahamannya ([Schleppenbach et al., 2007](#); [Setiawan, 2020b, 2020c](#)) yang secara khusus dalam mempelajari materi kecepatan sudut. Selain itu, kesalahpahaman yang ditemukan melalui penelitian ini dapat digunakan oleh guru atau dosen dalam memperbaiki pembelajarannya ([Baroody et al., 2007](#); [Borasi, 1994](#); [Kazemi, 1998](#)), terutama dengan menekankan kepada mahasiswa untuk menghindari kesalahpahaman dalam menyelesaikan masalah matematika. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa penelitian tentang kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah kecepatan sudut penting untuk dilakukan.

Penelitian tentang kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah trigonometri telah dilakukan oleh beberapa peneliti (misalnya, [Abidin, 2012](#); [Hidayat & Aripin, 2020](#); [Imelda, 2018](#); [Jaelani, 2017](#); [Nabie et al., 2018](#); [Nejad, 2016](#); [Setiawan, 2021a, 2021b, 2021c, 2021d](#); [Tuna, 2013a](#)). [Abidin \(2012\)](#) melalui penelitiannya menunjukkan bahwa mahasiswa mengalami kesalahan fakta, kesalahan konsep, kesalahan prinsip, dan kesalahan keterampilan. Hasil penelitian [Hidayat dan Aripin \(2020\)](#) juga menunjukkan bahwa mahasiswa mengalami kesalahan fakta, konsep, prosedur, dan metakognitif. Selanjutnya, penelitian [Imelda \(2018\)](#) memperoleh hasil bahwa mahasiswa mengalami kesulitan dalam menggunakan rumus-rumus trigonometri. [Jaelani \(2017\)](#) melalui penelitiannya mendapati mahasiswa yang masih salah dalam menggambar grafik fungsi. Hasil penelitian [Nabie et al. \(2018\)](#) juga mengungkapkan bahwa mahasiswa calon guru menganggap trigonometri sulit dan abstrak. Hasil penelitian [Nejad](#)

(2016) menunjukkan bahwa mahasiswa masih kesulitan dalam mengidentifikasi periode dari fungsi sinusoidal. Selain itu, penelitian Tuna (2013a) memperoleh hasil bahwa 90% dari 93 mahasiswa masih salah dalam mendefinisikan radian. Hasil penelitian terbaru bahkan juga menunjukkan bahwa mahasiswa mengalami kesalahan konsep, kesalahan fakta, kesalahan hitung, dan kesalahan prinsip dalam menentukan nilai fungsi trigonometri sudut istimewa, sudut kuadran, sudut tak lancip, dan menyelesaikan masalah segitiga (Setiawan, 2021a, 2021b, 2021c, 2021d). Namun demikian, penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya ini tidak membahas mengenai kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah kecepatan sudut. Oleh karena itu masih dibutuhkan penelitian yang mengkaji tentang kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah kecepatan sudut. Dengan demikian, tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan kesalahan-kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah kecepatan sudut beserta faktor-faktor penyebabnya.

METODE

Sesuai dengan tujuan penelitian ini, metode penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif kualitatif dengan pendekatan studi kasus. Penelitian ini melibatkan tujuh mahasiswa semester pertama program studi pendidikan matematika di salah satu perguruan tinggi di kota Malang yang mengalami kesalahan dalam menyelesaikan masalah kecepatan sudut. Penelitian ini dilaksanakan pada semester ganjil tahun akademik 2020/2021. Prosedur pemilihan subjek dalam penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap. Tahap pertama adalah meminta 82 mahasiswa program studi pendidikan matematika untuk menyelesaikan soal tes Ujian Tengah Semester (UTS) yang salah satu soalnya adalah masalah kecepatan sudut. Tahap kedua adalah mengoreksi jawaban mahasiswa tersebut berdasarkan jawaban benar dan jawaban salah. Tahap ketiga adalah mengklasifikasikan jawaban dari mahasiswa yang mengalami kesalahan berdasarkan kesalahan konsep, kesalahan prinsip, dan kesalahan fakta (lihat Tabel 2). Dari hasil klasifikasi kesalahan ini diambil masing-masing satu mahasiswa untuk dijadikan subjek penelitian ini (lihat Tabel 3).

Sesuai dengan jenis penelitian ini, data yang dikumpulkan dalam penelitian ini berupa data kualitatif yang terdiri dari data hasil pekerjaan subjek dan data transkrip hasil wawancara dengan subjek. Prosedur pengumpulan data yang berupa hasil pekerjaan subjek dilakukan sesuai dengan prosedur pemilihan subjek. Sedangkan prosedur pengumpulan data transkrip hasil wawancara dilakukan dengan menggunakan dua tahap. Tahap pertama adalah melakukan wawancara secara terbuka dengan subjek penelitian melalui media WhatsApp. Pada saat wawancara dilakukan, peneliti merekam wawancara tersebut, sehingga diperoleh hasil rekaman wawancara dengan subjek. Tahap kedua adalah mentranskripsi hasil rekaman wawancara tersebut kata per kata, sehingga diperoleh data yang berupa transkrip hasil wawancara dengan subjek.

Sesuai dengan jenis data yang dikumpulkan dalam penelitian ini, instrumen penelitian ini terdiri dari tes UTS yang mencakup masalah kecepatan sudut (lihat Gambar 1) dan pedoman wawancara. Kedua instrumen penelitian ini dikembangkan oleh peneliti.

<p>Temukan kecepatan sudut dalam radian per sekon dari masing-masing sabuk yang menjalankan katrol berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> Jari-jari 10 cm dengan 85 putaran per menit. Jari-jari 8 cm dengan 80 putaran per menit. Jari-jari 7,5 cm dengan 100 putaran per menit.

Gambar 1. Instrumen penelitian berupa tes

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa masalah kecepatan sudut ini dapat diselesaikan dengan memahami empat konsep, yaitu: konsep mengubah banyaknya putaran dari satuan menit ke satuan detik; konsep menentukan besar sudut dari banyaknya putaran; konsep konversi sudut dari satuan derajat ke satuan radian; dan menggunakan rumus kecepatan sudut. Jika mahasiswa tidak memahami keempat konsep tersebut, maka mahasiswa akan terjebak ke dalam kesalahan konsep. Kesalahan konsep merupakan kesalahan dalam memahami suatu konsep (Setiawan, 2020c). Jika mahasiswa salah dalam menerapkan rumus untuk menentukan kecepatan sudut, maka mahasiswa terjebak ke dalam kesalahan prinsip. Pada Gambar 1 juga diberikan informasi, di mana jika mahasiswa salah dalam mengidentifikasi informasi tersebut, maka mahasiswa terjebak ke dalam kesalahan fakta. Kesalahan fakta merupakan kesalahan dalam memahami soal dan kesalahan dalam mengidentifikasi informasi yang ada dalam soal (Muthukrishnan et al., 2019; Oktaviani, 2017; Setiawan, 2020c). Jadi, dapat disimpulkan bahwa instru-

menelitian ini dapat digunakan untuk mengukur kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah kecepatan sudut.

Sesuai dengan data yang dikumpulkan dalam penelitian ini, analisis terhadap data yang berupa hasil pekerjaan mahasiswa dilakukan dengan mengklasifikasikan kesalahan mahasiswa berdasarkan kesalahan konsep, kesalahan prinsip, dan kesalahan fakta dalam menyelesaikan masalah kecepatan sudut (lihat Tabel 2). Pemilihan jenis kesalahan ini didasarkan pada materi dan instrumen penelitian yang digunakan. Materi dan instrumen tentang masalah kecepatan sudut ini melibatkan empat konsep yang telah disebutkan sebelumnya, yaitu empat rumus dalam menentukan kecepatan sudut (lihat Tabel 1) dan informasi yang harus diidentifikasi oleh mahasiswa. Oleh sebab itu, klasifikasi kesalahan ini telah sesuai dengan materi dan instrumen penelitian tentang kecepatan sudut.

Tabel 2. Kerangka kerja klasifikasi kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah kecepatan sudut

Jenis kesalahan	Indikator
Kesalahan konsep	Kesalahan dalam memahami konsep-konsep yang berkaitan dengan kecepatan sudut
Kesalahan prinsip	Kesalahan dalam menerapkan rumus-rumus untuk menentukan kecepatan sudut
Kesalahan fakta	Kesalahan dalam mengidentifikasi informasi yang diketahui dalam soal dan kesalahan dalam memahami soal

Berikutnya adalah analisis transkrip hasil wawancara dilakukan dengan mengodekan kata-kata atau kalimat yang menunjukkan faktor-faktor penyebab kesalahan subjek dalam menyelesaikan masalah kecepatan sudut. Kata-kata atau kalimat tersebut diberi huruf tebal dan kemudian dideskripsikan. Dengan demikian, akan diperoleh deskripsi dari faktor-faktor penyebab kesalahan yang dilakukan oleh mahasiswa.

HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 82 mahasiswa yang menyelesaikan masalah kecepatan sudut diperoleh 48 mahasiswa menjawab salah. Dari 48 mahasiswa yang menjawab salah tersebut diperoleh 17 mahasiswa tidak menjawab dan 31 mahasiswa memberikan jawaban yang salah. Hasil klasifikasi kesalahan jawaban dari 31 mahasiswa dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil klasifikasi kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah kecepatan sudut

No.	Jenis kesalahan	Indikator	Karakteristik kesalahan penyelesaian masalah kecepatan sudut	Banyak mahasiswa
1	Kesalahan konsep	Kesalahan dalam memahami konsep-konsep yang berkaitan dengan kecepatan sudut.	Kesalahan dalam mengonversi derajat per menit ke derajat per detik dan salah dalam memahami rumus kecepatan sudut	4
			Kesalahan dalam mengonversi banyaknya putaran per menit ke banyaknya putaran per detik.	8
			Kesalahan dalam memahami nilai T (periode) dari rumus kecepatan sudut $\omega = 2\pi/T$	1
			Kesalahan dalam mengonversi derajat ke radian	1
2	Kesalahan prinsip	Kesalahan dalam menerapkan rumus-rumus untuk menentukan kecepatan sudut.	Kesalahan tidak mengubah satuan kecepatan sudut dalam satuan radian per detik.	1
			Kesalahan dalam menerapkan rumus kecepatan linier ($v = 2\pi r f$) untuk menentukan kecepatan sudut	11
			Kesalahan menerapkan rumus panjang busur ($s = r\theta$) untuk menentukan kecepatan sudut	5

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa dari 31 mahasiswa yang menjawab salah diperoleh 48% mengalami kesalahan konsep dan 52% mengalami kesalahan prinsip. Kedua kesalahan tersebut terbagi menjadi tujuh karakteristik kesalahan. Dari masing-masing karakteristik kesalahan ini diambil satu mahasiswa yang dapat menjelaskan jawabannya untuk dijadikan subjek penelitian. Oleh karena itu diperoleh subjek penelitian ini sebanyak tujuh mahasiswa. Dari tujuh mahasiswa ini akan dianalisis lebih lanjut tentang kesalahannya dengan cara menganalisis hasil pekerjaan

dan transkrip hasil wawancara untuk mengetahui faktor-faktor penyebab kesalahan tersebut. Paparan hasil analisis dari tujuh subjek penelitian ini adalah sebagai berikut.

Kesalahan Konsep

Kesalahan konsep yang pertama dalam menyelesaikan masalah kecepatan sudut adalah kesalahan dalam mengonversi derajat per menit ke derajat per detik serta kesalahan dalam memahami rumus kecepatan sudut. Dari empat mahasiswa melakukan kesalahan ini dipilih satu mahasiswa sebagai subjek pertama (S1) penelitian ini yang hasil pekerjaannya dapat dilihat pada [Gambar 2](#).

(6) (a) 100 putaran per menit

$$100 \text{ putaran} = 100 \times 360^\circ = 3600^\circ \text{ per menit}$$

$$1 \text{ menit} = 3600^\circ$$

$$1 \text{ menit} = 60 \text{ detik} \times 3600^\circ$$

$$1 \text{ menit} = 216.000^\circ$$

$$60 \text{ detik} = 216.000^\circ$$

$$\text{Kecepatan} = \frac{216.000^\circ}{60 \text{ detik}} = 3600^\circ / \text{detik}$$

$3600^\circ / \text{detik}$ dijadikan ke bentuk radian.

$$= 3600^\circ = \frac{3600}{180} \pi \text{ radian} = 20 \pi \text{ radian} / \text{detik}$$

Kecepatan sudut katrol dalam radian per detik

Gambar 2. Kesalahan dalam mengonversi derajat per menit ke derajat per detik

Dari [Gambar 2](#) dapat dilihat bahwa subjek S1 mengubah 100 putaran per menit menjadi $100 \times 360^\circ = 3.600^\circ$ per menit (terjadi kesalahan hitung). Kemudian subjek melakukan kesalahan dengan mengubah dari 3.600° per menit menjadi $60 \times 3.600^\circ = 216.000^\circ$ per detik. Akibatnya, subjek mengalami kesalahan dalam menyelesaikan masalah kecepatan sudut. Faktor penyebab kesalahan ini dapat diketahui dari cuplikan [Transkrip Wawancara 1](#).

Transkrip Wawancara 1

P : Coba jelaskan cara Anda menyelesaikan soal tersebut?

S1 : Menurut saya bahwa katrol memiliki jari-jari 7,5 cm dan 100 putaran per menit. Nah, 1 putaran itu 360 derajat, lalu saya kalikan dengan 100, sama dengan 3.600 derajat itu per menit. Kemudian **[1] menit itu kan ada 60 detik. Jadi saya kalikan [be]gitu, saya kalikan 3.600 dengan 60 menghasilkan 216.000 derajat. Lalu kecepatan itu rumusnya jarak yang ditempuh dibagi dengan waktu. Maka jarak yang ditempuh itu berupa derajat, yaitu 216.000 derajat dibagi 60 detik menghasilkan 3.600 derajat per detik. Kemudian dijadikan ke bentuk radian, 3.600 derajat. Kan 1 radianya itu 180 derajat, maka 3.600 dibagi 180 sama dengan 20π radian per detik. Jadi, kecepatan sudut katrol dalam radian per detiknya 20π radian per detik.**

Dari cuplikan [Transkrip Wawancara 1](#) dapat diketahui bahwa terdapat tiga kesalahan yang dilakukan oleh subjek S1, yaitu: kesalahan hitung, di mana kesalahan subjek adalah menentukan hasil dari $100 \times 360^\circ$; kesalahan mengonversi derajat per menit ke derajat per detik, di mana kesalahan subjek S1 adalah mengonversi dari 3.600° per menit menjadi $60 \times 3.600^\circ = 216.000^\circ$ per detik; dan kesalahan memahami rumus kecepatan sudut, di mana subjek memahami kecepatan sudut adalah jarak per satuan waktu. Dari hasil wawancara dapat diketahui bahwa faktor penyebab dari masing-masing kesalahan tersebut adalah subjek S1 kurang teliti dalam melakukan operasi hitung, hanya memperhatikan waktu sebagai satuan waktu dan bukan sebagai per satuan waktu, dan menganggap rumus kecepatan sudut sama dengan kecepatan linier.

Kesalahan konsep yang kedua adalah kesalahan dalam mengonversi banyaknya putaran per menit ke banyaknya putaran per detik. Dari delapan mahasiswa yang melakukan kesalahan jenis ini dipilih satu mahasiswa sebagai subjek kedua (S2) penelitian ini. Hasil pekerjaan subjek S2 dapat dilihat pada [Gambar 3](#).

Jari - Jari = 8 cm \rightarrow 0,08
 80 putaran / menit \rightarrow 80 \times 60 = 480 / detik
 a. kec. radian / detik
 $\frac{480}{0,08} = 6000$ putaran / detik

Gambar 3. Kesalahan dalam mengonversi banyaknya putaran per menit ke per detik

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa subjek S2 salah dalam mengonversi banyaknya putaran per menit ke banyaknya putaran per detik. Kesalahan subjek S2 adalah mengalikan 80 dengan 60, sehingga diperoleh 480 putaran per detik. Jawaban yang benar adalah membagi 80 dengan 60, sehingga diperoleh $4/3$ putaran per detik. Faktor penyebab kesalahan ini dapat diketahui dari cuplikan Transkrip Wawancara 2.

Transkrip Wawancara 2

P : Coba jelaskan cara Anda menyelesaikan soal tersebut?

S2 : Diketahui jari-jari sepanjang 8 cm dengan 80 putaran per menit dan tentukan kecepatan sudut katrol dalam radian per detik. **Karena di situ perintahnya adalah radian per detik**, maka jari-jarinya kita ubah terlebih dahulu dalam bentuk meter, yang awalnya cm diubah dalam bentuk meter menjadi 8 cm sama dengan 0,08 meter. **Sedangkan 80 putaran per menit sama dengan 480 putaran per detik**, maka 480 dibagi 0,08 sama dengan 6.000 putaran per detik.

Dari cuplikan Transkrip Wawancara 2 dapat diketahui bahwa subjek S2 memiliki tiga kesalahpahaman dalam menyelesaikan masalah kecepatan sudut, yaitu: kesalahpahaman jika satuan dari kecepatan sudut yang ditanya adalah radian per detik, maka subjek S2 mengubah panjang jari-jari menjadi satuan meter; kesalahpahaman dalam mengubah banyaknya putaran per menit ke banyaknya putaran per detik; dan kesalahpahaman dalam menggunakan rumus kecepatan sudut, yaitu banyaknya putaran dibagi panjang jari-jari. Penyebab utama dari ketiga kesalahpahaman ini adalah subjek S2 tidak memahami konsep kecepatan sudut. Hal ini dapat diketahui dari hasil pekerjaan subjek S2 yang mengalami kesalahan dalam setiap langkah-langkah pengerjaannya.

Kesalahan konsep yang ketiga adalah kesalahpahaman terhadap nilai T (periode) dari rumus kecepatan sudut $\omega = 2\pi/T$. Terdapat satu mahasiswa yang mengalami kesalahan ini yang untuk selanjutnya dipilih sebagai subjek ketiga (S3) dalam penelitian ini. Hasil pekerjaan subjek S3 dapat dilihat pada Gambar 4.

dit: $R = 7,5$ cm \rightarrow 0,075 m
 $T = 100$ putaran / menit
 a) $\omega = \frac{2\pi}{T}$
 $= \frac{2\pi}{100} = \frac{\pi}{50}$ rad/s

Gambar 4. Kesalahan dalam memahami T dari rumus kecepatan sudut

Gambar 4 menunjukkan bahwa subjek S3 sudah benar dalam menuliskan rumus untuk kecepatan sudut, yaitu $\omega = 2\pi/T$. Akan tetapi, subjek S3 melakukan kesalahan dalam menyubstitusikan nilai T , di mana kesalahan subjek S3 adalah menyubstitusikan nilai $T = 100$. Nilai T yang benar adalah $T = t/n = 60/80 = 3/4$. Akibatnya, subjek S3 mengalami kesalahan dalam menyelesaikan masalah kecepatan sudut. Faktor penyebab kesalahan ini dapat diketahui dari cuplikan Transkrip Wawancara 3.

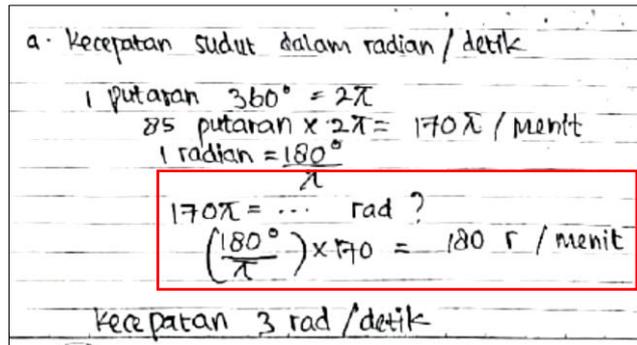
Transkrip Wawancara 3

P : Coba jelaskan cara Anda menyelesaikan soal tersebut?

S3 : Sebuah sabuk menjalankan katrol dengan jari-jari 7,5 cm dengan 100 putaran per menit. Yang ini kan ditanya kecepatan sudut katrol. Nah, rumus kecepatan sudut sendiri pada gerak melingkar itu adalah $\omega = 2\pi/T$, di mana omega adalah kecepatan sudut, dan T di sini adalah periode. **Jadi, saya langsung masukkan 2π per periodenya 100.** Jadi sama dengan $\pi/50$ radian per sekon atau 3,6 radian per sekon.

Dari cuplikan [Transkrip Wawancara 3](#) dapat diketahui bahwa subjek S3 sudah mampu untuk memahami apa yang ditanyakan dalam soal dan sudah mengetahui rumus untuk menentukan kecepatan sudut. Akan tetapi, subjek S3 memiliki kesalahpahaman terhadap nilai T pada rumus kecepatan sudut $\omega = 2\pi/T$, di mana subjek S3 memahami bahwa periode yang berupa nilai T adalah banyaknya putaran. Ini artinya, faktor penyebab subjek S3 mengalami kesalahan dalam memahami rumus kecepatan sudut $\omega = 2\pi/T$, yaitu kesalahpahaman terhadap nilai T yang dianggap merupakan banyaknya putaran.

Kesalahan konsep yang keempat adalah kesalahpahaman dalam mengonversi dari derajat ke radian. Terdapat satu mahasiswa yang mengalami kesalahan ini, yang selanjutnya dipilih sebagai subjek keempat (S4) dalam penelitian ini. Hasil pekerjaan subjek S4 dapat dilihat pada [Gambar 5](#).



Gambar 5. Kesalahan dalam mengonversi dari derajat ke radian dan sebaliknya

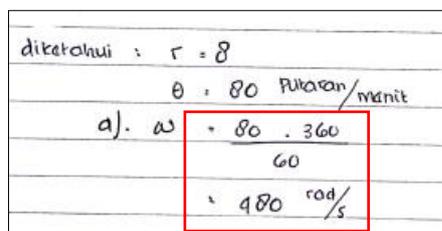
Dari [Gambar 5](#) dapat dilihat bahwa subjek S4 menuliskan $170\pi = \dots \text{ rad}$. Padahal dalam soal diketahui 85 putaran per menit. Jika 85 putaran per menit ini dijadikan radian per menit, maka diperoleh 170π radian per menit. Jadi, subjek S4 melakukan kesalahan dalam mengubah dari 170π ke dalam bentuk radian. Faktor penyebab kesalahan ini dapat diketahui dari cuplikan [Transkrip Wawancara 4](#).

Transkrip Wawancara 4

P : Coba jelaskan cara Anda menyelesaikan soal tersebut?

S4 : Di situ diketahui bahwa ada sebuah lingkaran yang berjari-jari 10 dengan 85 putaran per menit. Kemudian mencari kecepatan sudut dalam radian per detik. **Satu putaran kan ada 360 derajat**, berarti 360 derajat itu sama dengan 2π , karena 1π adalah 180 derajat. Jadi, kalau 85 putaran itu adalah 85 dikali 2π sama dengan 170π . 1 radian kan rumusnya $180^\circ/\pi$, **berarti kalau 170π itu berapa radian? $180^\circ/\pi$ dikali 170 sama dengan 180 radian per menit**. Jadi kecepataannya, karena itu masih menit diubah ke detik. Jadi, 180 dibagi 60 sama dengan 3. Jadi, kecepatan sudutnya 3 radian per detik.

[Transkrip Wawancara 4](#) mengindikasikan bahwa subjek S4 telah memahami bahwa satu putaran itu sama dengan $360^\circ = 2\pi$. Subjek S4 mengatakan bahwa 85 putaran sama dengan 170π . Kemudian subjek S4 melakukan kesalahan dengan mengubah 170π menjadi radian. Kesalahan ini disebabkan subjek S4 tidak mengidentifikasi satuan dari 170π . Subjek S4 secara langsung mengonversi dari 170π ini ke dalam radian. (Kita tahu bahwa jika 170π radian, maka diperoleh $170\pi \text{ radian} = 170\pi \times \frac{180}{\pi} = 30.600^\circ$ dan jika $170\pi = 170 \times 180^\circ$, maka diperoleh $170 \times 180^\circ = 170 \times 180^\circ \times \frac{\pi}{180^\circ} = 170\pi \text{ radian}$). Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa ada dua faktor yang menyebabkan subjek S4 melakukan kesalahan dalam mengonversi dari satuan radian ke derajat dan sebaliknya, yaitu subjek S4 kurang memahami tentang konsep radian dan tidak mengidentifikasi satuan dari pengukuran, yaitu apakah radian atau derajat. Oleh karena itu, subjek S4 melakukan kesalahan jenis ini.



Gambar 6. Kesalahan dalam mengubah satuan kecepatan sudut

Kesalahan konsep kelima adalah kesalahan dalam mengubah satuan kecepatan sudut ke dalam radian per detik. Hanya ada satu mahasiswa yang mengalami kesalahan ini, yaitu subjek kelima (S5). Hasil pekerjaan subjek S5 disajikan pada [Gambar 6](#). Dari [Gambar 6](#) dapat dilihat bahwa subjek S5 menggunakan rumus yang benar dalam menentukan kecepatan sudut. Akan tetapi subjek S5 mengalami kesalahan, yaitu tidak mengonversi sudut 360^0 ke dalam bentuk 2π . Faktor penyebab kesalahan ini dapat diketahui dari cuplikan [Transkrip Wawancara 5](#).

Transkrip Wawancara 5

P : Coba jelaskan cara Anda menyelesaikan soal tersebut?

S5 : Nah, di situ diketahui radian sama dengan 8 dan teta sama dengan 80 putaran per menit. Nah, kemudian ditanyakan kecepatan sudut katrol dalam **radian per detik**. Di situ ditulis bahwa omega sama dengan 80 dikali 360 per 60. **Nah, 360 itu dari mana? 360 itu dari 1 putaran**, kemudian yang 60 itu dari menit yang dijadikan sekon. Setelah dihitung sama dengan 480 radian per sekon.

Dari cuplikan [Transkrip Wawancara 5](#) dapat diketahui bahwa subjek S5 sudah memahami tentang 1 putaran adalah 360^0 dan rumus kecepatan sudut adalah $\omega = 2\pi f$. Akan tetapi, subjek S5 menyubstitusikan nilai 2π dengan 360^0 , sehingga diperoleh kecepatan sudutnya adalah dalam satuan derajat per menit. Kemudian secara langsung subjek S5 mengatakan bahwa $\omega = 480$ radian per sekon. Padahal 480 itu diperoleh dari bentuk derajat, yaitu dari $360^0 \times \frac{80}{60} = 480^0$. Oleh karena itu, bentuk derajat harus diubah terlebih dahulu ke dalam bentuk radian. Ini artinya faktor penyebab kesalahan ini adalah subjek S5 tidak mengonversi dari derajat ke radian, tetapi secara langsung mengatakan bahwa satuan derajat per menit itu sama dengan satuan radian per menit.

Kesalahan Prinsip

Kesalahan prinsip yang pertama adalah kesalahan menerapkan rumus kecepatan linier untuk menentukan kecepatan sudut, yaitu menggunakan $v = 2\pi r f$. Dari 11 mahasiswa yang mengalami kesalahan ini dipilih satu mahasiswa sebagai subjek keenam (S6) dalam penelitian ini. Hasil pekerjaan subjek S6 tersaji pada [Gambar 7](#).

Handwritten work for Gambar 7: $\omega = 2\pi r f$
 $= 2\pi \cdot 8 \cdot \frac{4}{3} = 2\pi \cdot \frac{32}{3} = \frac{64\pi}{3} \text{ / sekon}$

[Gambar 7](#). Kesalahan dalam menggunakan rumus $v = 2\pi r f$

Dari [Gambar 7](#) dapat dilihat bahwa rumus yang digunakan oleh subjek S6 untuk menentukan kecepatan sudut adalah salah, di mana rumus yang digunakan subjek S6 adalah rumus dari kecepatan linier. Faktor penyebab kesalahan ini dapat diketahui dari cuplikan [Transkrip Wawancara 6](#).

Transkrip Wawancara 6

P : Coba jelaskan cara Anda menyelesaikan soal tersebut?

S6 : **Kecepatan sudut, yang mana kecepatan tersebut dirumuskan dengan $2\pi r f$** , di mana pada soal tersebut 2π , r nya sama dengan 8, f nya sama dengan 4 per 3, kemudian 2π dikali 32 per 8, sama dengan $\frac{64}{3}\pi$ per sekon.

Cuplikan [Transkrip Wawancara 6](#) menunjukkan bahwa faktor penyebab subjek S6 menerapkan rumus kecepatan linier untuk menentukan kecepatan sudut adalah kesalahpahaman bahwa kecepatan sudut dirumuskan dengan $2\pi r f$. Oleh karena itu, pembelajaran seharusnya lebih menekankan pada perbedaan antara rumus kecepatan sudut dan kecepatan linier.

Kesalahan prinsip yang kedua adalah kesalahan menerapkan rumus mencari panjang busur untuk mencari kecepatan sudut. Dari lima mahasiswa yang mengalami kesalahan ini, dipilih seorang mahasiswa untuk menjadi subjek ketujuh (S7) dalam penelitian ini, di mana hasil pekerjaannya disajikan pada [Gambar 8](#). Dari [Gambar 8](#) dapat dilihat bahwa subjek S7 tidak menentukan kecepatan sudut, melainkan subjek S7 menentukan panjang busur, yaitu $s = r\theta$. Hal ini menyebabkan subjek S7 salah dalam menyelesaikan masalah kecepatan sudut. Faktor penyebab kesalahan ini dapat diketahui dari cuplikan [Transkrip Wawancara 7](#).

Transkrip Wawancara 7

P : Apakah Anda mengetahui apa yang ditanyakan pada soal itu?

S7 : **Yang ditanyakan adalah kecepatan sudut, karena kecepatan sudut sudah ada rumusnya, yaitu $s = r\theta$ maka saya gunakan rumus tersebut.**

6.1 a) 80 putaran per menit.
 $\frac{80}{60} = 1,33$ per detik
 $\Leftrightarrow 1,33 \times 360^\circ = 478,8^\circ = \frac{133}{50} \pi$
 $s = r \theta$
 $= 8 \left(\frac{133 \pi}{50} \right) = \frac{532}{25} \pi$

Gambar 8. Kesalahan dalam menggunakan rumus panjang busur

Dari cuplikan [Transkrip Wawancara 7](#) dapat diketahui bahwa subjek S7 sudah memahami apa yang ditanyakan, akan tetapi subjek S7 memahami bahwa rumus kecepatan sudut adalah panjang busur lingkaran, yaitu $s = r\theta$. Jadi, faktor penyebab kesalahan subjek S7 menggunakan rumus panjang busur dalam menentukan kecepatan sudut adalah kesalahpahaman bahwa rumus panjang busur merupakan rumus untuk menentukan kecepatan sudut.

Dari hasil penelitian terkait kesalahan konsep dan prinsip mahasiswa dalam menyelesaikan masalah kecepatan sudut yang sudah dipaparkan, diperoleh deskripsi dari kesalahan-kesalahan tersebut beserta faktor-faktor penyebabnya yang dapat dilihat dalam [Tabel 4](#).

Tabel 4. Deskripsi kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah kecepatan sudut dan faktor penyebabnya

No.	Jenis kesalahan	Deskripsi kesalahan	Faktor-faktor penyebabnya
1	Kesalahan konsep	Kesalahan konsep dalam menyelesaikan masalah kecepatan sudut secara umum terbagi menjadi tiga: (1) kesalahan mengonversi, yaitu mengonversi derajat per menit ke derajat per detik, banyaknya putaran per menit ke banyaknya putaran per detik, dan derajat ke radian; (2) kesalahan memahami rumus kecepatan sudut, yaitu kecepatan sudut dianggap sebagai jarak per satuan waktu, kecepatan sudut dianggap banyaknya putaran dibagi jari-jari, dan memahami nilai T yang salah dari rumus $\omega = 2\pi/T$; dan (3) kesalahan menuliskan satuan kecepatan sudut.	Faktor-faktor penyebab dari masing-masing kesalahan konsep ini, yaitu: (1) memperhatikan waktu sebagai satuan waktu dan bukan sebagai per satuan waktu; kurang memahami konsep radian, tidak mengidentifikasi terlebih dahulu tentang satuan dari pengukuran sebelum melakukan konversi; (2) menganggap rumus kecepatan sudut sama seperti kecepatan linier, tidak memahami konsep kecepatan sudut, dan kesalahpahaman terhadap nilai T yang dianggap banyaknya putaran; dan (3) menganggap satuan derajat per menit sama dengan satuan radian per menit.
2	Kesalahan prinsip	Kesalahan prinsip dalam menyelesaikan masalah kecepatan sudut meliputi kesalahan menggunakan rumus kecepatan linier untuk menentukan kecepatan sudut dan kesalahan menggunakan rumus panjang busur untuk mencari kecepatan sudut.	Faktor-faktor penyebab dari masing-masing kesalahan ini, yaitu kesalahpahaman bahwa kecepatan sudut dirumuskan sama seperti kecepatan linier dan kesalahpahaman bahwa kecepatan sudut dirumuskan dengan panjang busur.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini berkontribusi mengembangkan teori tentang kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah matematika, khususnya pada materi kecepatan sudut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah kecepatan sudut terdiri dari kesalahan konsep dan kesalahan prinsip. Munculnya kesalahan konsep dan kesalahan prinsip ini disebabkan instrumen penelitian yang menekankan pada

penerapan konsep tentang kecepatan sudut dan rumus-rumus kecepatan sudut. Hasil penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi strategi seseorang dalam menyelesaikan masalah adalah faktor tugas (Becker & Rivera, 2005; Lannin et al., 2006; Rivera, 2015; Setiawan et al., 2020). Faktor tugas ini berupa soal atau masalah matematika yang diselesaikan oleh mahasiswa. Misalnya, soal yang diselesaikan oleh mahasiswa adalah soal yang menekankan pada prosedur penyelesaian, maka kecenderungan muncul kesalahan adalah kesalahan prosedur. Oleh sebab itu, faktor tugas ini mempengaruhi munculnya jenis kesalahan dalam menyelesaikan masalah. Dari data penelitian juga muncul kesalahan hitung yang disebabkan kurang teliti dalam melakukan operasi hitung. Selain itu, dari data penelitian tidak ditemukan adanya kesalahan fakta. Hal ini berarti mahasiswa telah memahami maksud dari soal. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa mahasiswa semester pertama mengalami kesalahan konsep dan kesalahan prinsip dalam menyelesaikan masalah trigonometri (misalnya, Abidin, 2012; Hidayat & Aripin, 2020; Imelda, 2018; Jaelani, 2017; Nabie et al., 2018; Nejad, 2016; Setiawan, 2021a, 2021b, 2021c, 2021d; Tuna, 2013a). Mahasiswa semester pertama ini masih termasuk mahasiswa pemula, di mana mahasiswa pemula ini masih belum terlatih secara dominan (Kalyuga, 2009) yang menyebabkan terjadinya kesalahan-kesalahan dalam menyelesaikan masalah. Hasil dari penelitian ini memperluas hasil penelitian sebelumnya dengan menjelaskan kesalahan mahasiswa semester pertama dalam menyelesaikan masalah kecepatan sudut.

Kesalahan pertama mahasiswa dalam menyelesaikan masalah kecepatan sudut adalah kesalahan konsep. Hasil penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa mahasiswa calon guru memiliki pemahaman konsep yang rendah dalam mempelajari materi trigonometri (Mustangin & Setiawan, 2021; Nabie et al., 2018). Bahkan mata kuliah trigonometri ini merupakan cabang matematika yang identik dengan kesalahan konsep (Tuna, 2013a, 2013b; Usman & Hussaini, 2017). Hasil penelitian ini memperluas hasil penelitian sebelumnya dengan menjelaskan kesalahan konsep mahasiswa dalam menyelesaikan masalah kecepatan sudut. Terdapat tiga kesalahan konsep yang dilakukan oleh mahasiswa. Kesalahan konsep pertama adalah kesalahan mengonversi per satuan waktu. Dari 15 mahasiswa yang mengalami kesalahan konsep, diperoleh 80% mengalami kesalahan dalam mengonversi per satuan waktu. Kesalahan konsep ini disebabkan oleh tiga faktor. Faktor pertama adalah mahasiswa tidak membedakan istilah satuan waktu dengan istilah per satuan waktu. Misalnya satuan waktu untuk 1 menit = 60 detik, sedangkan per satuan waktu dari 120 putaran per menit adalah 120 putaran dalam 1 menit. Sehingga 120 putaran per menit = 2 putaran per detik. Jadi konsep satuan waktu menggunakan perkalian, sedangkan konsep per satuan waktu menggunakan pembagian. Faktor kedua adalah kurang memahami konsep radian. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa 90% mahasiswa mengalami kesalahan dalam mendefinisikan radian (Tuna, 2013a). Faktor ketiga adalah tidak mengidentifikasi satuan yang akan dikonversi. Kedua faktor penyebab kesalahan yang pertama tersebut berakibat pada kesalahan dalam mengonversi dari satuan radian ke derajat dan sebaliknya. Kesalahan konsep yang kedua adalah kesalahan memahami kecepatan sudut sebagai jarak per satuan waktu dan dianggap sebagai banyaknya putaran per jari-jari yang disebabkan karena tidak memahami konsep kecepatan sudut. Kesalahpahaman terhadap konsep kecepatan sudut ini ditunjukkan dengan hasil pekerjaan mahasiswa yang mengalami kesalahan di setiap langkah-langkah pekerjaannya. Ini artinya, penting untuk menguasai konsep kecepatan sudut terlebih dahulu sebelum menyelesaikan masalah kecepatan sudut. Kesalahan konsep yang ketiga adalah kesalahan dalam menuliskan satuan kecepatan sudut yang disebabkan kesalahpahaman bahwa satuan derajat per menit sama dengan satuan radian per menit. Kesalahpahaman ini ditunjukkan bahwa subjek secara langsung mengonversi 480 derajat per detik menjadi 480 radian per detik. Oleh karena itu, penting untuk memahami bahwa satuan derajat ini berbeda dengan satuan radian, di mana $360^{\circ} = 2\pi$ radian. Jadi, jelas bahwa 480° tidak sama dengan 480π radian.

Kesalahan kedua mahasiswa dalam menyelesaikan masalah kecepatan sudut adalah kesalahan prinsip. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa mahasiswa mengalami kesalahan prinsip yang berupa tertukarnya rumus saat menyelesaikan masalah trigonometri (Jaelani, 2017). Hasil penelitian lain juga menunjukkan bahwa 78% mahasiswa mengalami kesalahan prinsip dalam menentukan nilai fungsi trigonometri sudut istimewa (Setiawan, 2021a). Lebih lanjut, hasil penelitian lainnya juga menunjukkan bahwa siswa SMA kesulitan dalam memahami sifat-sifat fungsi trigonometri (Kamber & Takaci, 2018) dan mengalami kesalahan dalam menerapkan sifat-sifat penjumlahan fungsi trigonometri (Siyepu, 2015). Ini artinya, kesalahan prinsip dalam menyelesaikan masalah trigonometri telah terjadi sejak mahasiswa dari SMA sampai masuk ke perguruan tinggi. Hasil penelitian ini memperluas hasil penelitian sebelumnya tentang kesalahan prinsip dalam menyelesaikan masalah trigonometri yaitu

pada materi kecepatan sudut. Kesalahan prinsip yang banyak dilakukan oleh mahasiswa dalam menyelesaikan masalah kecepatan sudut yaitu tertukarnya rumus kecepatan sudut dengan kecepatan linier. Dari 15 mahasiswa yang mengalami kesalahan prinsip diperoleh 73% mahasiswa mengalami kesalahan tertukarnya rumus kecepatan sudut dengan kecepatan linier. Faktor penyebab kesalahan ini adalah menganggap bahwa rumus kecepatan linier merupakan rumus kecepatan sudut. Misalnya, mahasiswa langsung mengatakan bahwa rumus kecepatan sudut adalah $v = 2\pi r f$ (yang mana ini merupakan rumus kecepatan linier). Oleh sebab itu, penting untuk memberikan pemahaman kepada mahasiswa bahwa rumus kecepatan sudut berbeda dengan rumus kecepatan linier.

Implikasi hasil penelitian ini adalah dapat digunakan oleh dosen atau guru untuk membelajarkan materi kecepatan sudut dengan tujuan menghindari atau mengurangi kesalahan konsep dan kesalahan prinsip. Implikasi yang pertama dari hasil penelitian ini adalah pembelajaran untuk mengurangi kesalahan konsep yang dilakukan dengan memperbaiki pemahaman yang salah terhadap materi kecepatan sudut. Terdapat tiga hal utama yang harus dilakukan dalam pembelajaran yang bertujuan untuk mengurangi kesalahan konsep. Pertama adalah membelajarkan tentang perbedaan satuan waktu dengan per satuan waktu. Perbedaan ini dapat ditekankan bahwa konversi untuk satuan waktu dilakukan dengan perkalian, sedangkan konversi per satuan waktu dilakukan dengan pembagian. Misalnya mengonversi satuan waktu, yaitu 3 menit = $3 \times 60 = 180$ detik. Misalnya mengonversi per satuan waktu, yaitu 80 putaran per menit menjadi $\frac{80}{60} = \frac{4}{3}$ putaran per detik (karena per satuan waktu, berarti menggunakan pembagian), sehingga diperoleh hasil bahwa 80 putaran per menit = $\frac{4}{3}$ putaran per detik. Contoh lain, misalnya akan mengonversi dari 1,5 putaran per detik menjadi putaran per menit, berarti ini dilakukan dengan cara 1,5 dibagi dengan $\frac{1}{60}$, sehingga diperoleh 90 putaran per menit.

Pembelajaran kedua untuk mengurangi kesalahan konsep dilakukan dengan memberikan pemahaman konsep tentang kecepatan sudut. Beberapa peneliti merekomendasikan bahwa pemahaman konsep ini merupakan bagian terpenting yang harus dibelajarkan kepada siswa maupun mahasiswa sebelum membelajarkan suatu prosedur penyelesaian masalah (Mills, 2019; Setiawan, 2020a; Setiawan & Mustangin, 2020a, 2020b; Setiawan & Syaifuddin, 2020). Konsep dari kecepatan sudut itu merupakan seberapa besar ukuran sudut itu berubah (Lial et al., 2016). Hal ini memunculkan definisi kecepatan sudut tersebut, yaitu rata-rata perubahan sudut per satuan waktu (Downing, 2009). Definisi ini akan memunculkan rumus kecepatan sudut adalah $\omega = \theta/t$ (di mana ω adalah kecepatan sudut, θ adalah rata-rata perubahan sudut, dan t adalah waktu yang dibutuhkan untuk perubahan sudut). Satu hal yang lebih penting untuk diperhatikan adalah bahwa kecepatan sudut ini hanya berlaku pada konteks gerak melingkar. Hal ini karena pada gerak melingkar terjadi perubahan sudut. Konsep kecepatan sudut ini secara lebih lengkap telah tersaji dalam Tabel 1. Pemahaman konsep mahasiswa mengenai kecepatan sudut ini masih perlu diteliti lebih lanjut karena ini akan memberikan manfaat mengenai proses pembelajaran untuk memahami mahasiswa tentang konsep kecepatan sudut berdasarkan pemahaman mereka.

Pembelajaran yang ketiga untuk mengurangi kesalahan konsep adalah menekankan bahwa satuan derajat tidak sama dengan satuan radian. Derajat merupakan satuan dari besar sudut yang ditentukan oleh besarnya rotasi dari sisi awal sudut ke sisi akhir sudut, sedangkan radian merupakan besaran sudut yang ditentukan oleh panjang busur di depan sudut tersebut (Lial et al., 2016). Misalnya sudut dalam satu putaran penuh berlawanan arah jarum jam berarti melibatkan rotasi sejauh 360° . Oleh karena itu, besar sudut dalam satu rotasi adalah 360° (satuan derajat). Apabila sudut dalam satu putaran penuh tersebut dinyatakan dalam radian, maka diperoleh bahwa sudut dalam satu putaran penuh tersebut adalah keliling lingkaran. Oleh sebab itu, sudut dalam satu putaran penuh dalam radian adalah $2\pi r$ atau 2π radian. Jadi, dari hal ini dapat disimpulkan bahwa $1^{\circ} \neq \pi$ radian. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa dari 93 mahasiswa calon guru, terdapat 40% dapat mendefinisikan konsep derajat dan 90% salah dalam mendefinisikan konsep radian (Tuna, 2013a). Akan tetapi dalam penelitian yang telah dilakukan oleh Tuna (2013a) belum membahas mengenai bagaimana mahasiswa membedakan dan mencari hubungan antara derajat dengan radian. Oleh karena itu masih dibutuhkan penelitian selanjutnya mengenai pemahaman mahasiswa terhadap perbedaan dan hubungan antara derajat dan radian.

Implikasi yang kedua adalah mengurangi kesalahan prinsip. Kesalahan prinsip ini terjadi karena kesalahpahaman bahwa rumus kecepatan sudut sama dengan rumus kecepatan linier. Oleh sebab itu, pembelajaran harus menekankan perbedaan dan juga hubungan antara rumus kecepatan sudut dengan kecepatan linier. Perbedaan serta hubungan dari rumus kecepatan sudut dengan kecepatan linier dapat dilihat dalam Tabel 5. Dengan membelajarkan perbedaan dan hubungan antara rumus kecepatan sudut dengan rumus kecepatan linier, maka diha-

rapkan pembelajaran dapat mengurangi kesalahan prinsip yang berupa tertukarnya rumus kecepatan linier dengan rumus kecepatan sudut.

Tabel 5. Perbedaan rumus kecepatan sudut (ω) dengan kecepatan linier (v)

No.	Rumus ω	Rumus v	Keterangan
1	$\omega = \frac{\theta}{t}$	$v = \frac{s}{t}$	Perbedaan ini didasarkan pada definisi dari kecepatan sudut dan kecepatan linier, di mana kecepatan sudut adalah perubahan sudut per satuan waktu dan kecepatan linier adalah perubahan posisi per satuan waktu
2	$\omega = \frac{2\pi}{T}$	$v = \frac{2\pi r}{T}$	Perbedaan ini dikarenakan $\theta = 2\pi$ (sudut satu putaran penuh dalam satuan radian) dan $s = 2\pi r$ (keliling lingkaran atau panjang perubahan posisi dalam satu lingkaran)
3	$\omega = 2\pi f$	$v = 2\pi r f$	Di mana $f = \frac{1}{T}$
4	$\omega = \frac{v}{r}$	$v = \omega r$	Rumus ini diperoleh dengan menyubstitusikan rumus kecepatan sudut ke dalam rumus kecepatan linier. Dengan menggunakan prinsip ekuivalensi akan diperoleh rumus untuk menentukan kecepatan sudut.

SIMPULAN

Meskipun penelitian ini hanya terbatas pada tujuh subjek penelitian, akan tetapi hasil penelitian ini berkontribusi pada teori tentang kesalahan penyelesaian masalah kecepatan sudut. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa dari 31 mahasiswa yang mengalami kesalahan dalam menyelesaikan masalah kecepatan sudut diperoleh 48% mengalami kesalahan konsep dan 52% mengalami kesalahan prinsip. Kesalahan konsep ini merupakan kesalahan dalam mengonversi per satuan waktu dan kesalahpahaman terhadap rumus kecepatan sudut yang disebabkan kesalahpahaman terhadap istilah satuan waktu dan istilah per satuan waktu dan kesalahpahaman terhadap konsep kecepatan sudut. Kesalahan prinsip yang ditemukan berupa tertukarnya rumus kecepatan sudut dengan kecepatan linier yang disebabkan kesalahpahaman bahwa rumus kecepatan sudut sama dengan rumus kecepatan linier. Penelitian ini hanya terbatas pada materi kecepatan sudut. Oleh karena itu, peneliti merekomendasikan kepada para peneliti untuk menganalisis kesalahan mahasiswa dalam memahami berbagai materi trigonometri. Hasil penelitian ini akan memberikan sumbangan untuk memperbaiki pemahaman siswa maupun mahasiswa dan juga digunakan untuk memperbaiki pembelajaran yang dilakukan oleh guru atau dosen. Peneliti juga merekomendasikan kepada guru atau dosen untuk melakukan pembelajaran pada materi kecepatan sudut dengan menekankan pada perbedaan konsep satuan waktu dan per satuan waktu serta menekankan pada pemahaman konsep kecepatan sudut untuk mengurangi kesalahan konsep. Sedangkan untuk mengurangi kesalahan prinsip dilakukan dengan membelajarkan perbedaan serta hubungan antara kecepatan sudut dan kecepatan linier. Dengan demikian, diharapkan kesalahan konsep dan kesalahan prinsip mahasiswa dalam mempelajari dan menyelesaikan masalah kecepatan sudut dapat dikurangi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. (2012). Analisis kesalahan mahasiswa Prodi Pendidikan Matematika Fakultas Tarbiyah IAIN Ar-Raniry dalam mata kuliah trigonometri dan kalkulus 1. *Jurnal Ilmiah Didaktika*, 13(1), 183–196.
<http://dx.doi.org/10.22373/jid.v13i1.472>
- Baroody, A. J., Feil, Y., & Johnson, A. R. (2007). An alternative reconceptualization of procedural and conceptual knowledge. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38(2), 115–131.
- Becker, J. R., & Rivera, F. (2005). Generalization strategies of beginning high school algebra students. In H. L. Chick & J. L. Vincent (Eds.), *Proceedings of the 29th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 4, pp. 121–128). PME.
<https://emis.dsd.sztaki.hu/proceedings/PME29/PME29RRPapers/PME29Vol4RossiBeckerRivera.pdf>
- Borasi, R. (1994). Capitalizing on errors as “springboards for inquiry”: A teaching experiment. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25(2), 166–208.
- Downing, D. (2009). *Dictionary of mathematics terms* (3rd ed.). Barron’s Educational Series.

- Hidayat, W., & Aripin, U. (2020). Identifikasi kesalahan jawaban mahasiswa pada mata kuliah trigonometri berdasarkan dimensi pengetahuan Krathwohl. *Jurnal Nasional Pendidikan Matematika*, 4(1), 142–153. <http://dx.doi.org/10.33603/jnpm.v4i1.3316>
- Imelda, I. (2018). Analisis kesulitan mahasiswa dalam menyelesaikan soal pemecahan masalah pada mata kuliah aljabar dan trigonometri. *Journal of Mathematics Education and Science*, 4(1), 49–56. <https://doi.org/10.30743/mes.v4i1.868>
- Jaelani, A. (2017). Kesalahan jawaban tes trigonometri mahasiswa pendidikan matematika semester pertama. *Alphamath: Journal of Mathematics Education*, 3(2), 1–13. <http://dx.doi.org/10.30595/jme.v3i2.2750>
- Kalyuga, S. (2009). *Cognitive load factors in instructional design for advanced learners*. Nova Science Publishers.
- Kamber, D., & Takaci, D. (2018). On problematic aspects in learning trigonometry. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 49(2), 161–175. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2017.1357846>
- Kazemi, E. (1998). Discourse that promotes conceptual understanding. *Teaching Children Mathematics*, 4(7), 410–414.
- Lannin, J., Barker, D., & Townsend, B. (2006). Algebraic generalisation strategies: Factors influencing student strategy selection prior research on generalisation. *Mathematics Education Research Journal*, 18(3), 3–28. <https://doi.org/10.1007/BF03217440>
- Lial, M. L., Hornsby, J., Schneider, D. I., & Daniels, C. J. (2016). *Trigonometry* (11th ed.). Pearson.
- Mafruhah, L., & Muchyidin, A. (2020). Analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal cerita matematika berdasarkan kriteria Watson. *Pythagoras: Jurnal Pendidikan Matematika*, 15(1), 24–35. <https://doi.org/10.21831/pg.v15i1.26534>
- Mills, J. (2019). Making multiplication meaningful: Teaching for conceptual understanding. *Teachers and Curriculum*, 19(1), 17–25. <http://dx.doi.org/10.15663/tandc.v19i1.334>
- Mustangin, M., & Setiawan, Y. E. (2021). Pemahaman konsep mahasiswa semester satu pada mata kuliah trigonometri. *Jurnal Elemen*, 7(1), 98–116. <https://doi.org/10.29408/jel.v7i1.2773>
- Muthukrishnan, P., Kee, M. S., & Sidhu, G. K. (2019). Addition error patterns among the preschool children. *International Journal of Instruction*, 12(2), 115–132. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.1228a>
- Nabie, M. J., Akayuure, P., Ibrahim-Bariham, U. A., & Sofu, S. (2018). Trigonometric concepts: Pre-service teachers' perceptions and knowledge. *Journal on Mathematics Education*, 9(2), 169–182. <https://doi.org/10.22342/jme.9.2.5261.169-182>
- Nejad, M. J. (2016). Undergraduate students' perception of transformation of sinusoidal functions. In M. B. Wood, E. E. Turner, M. Civil, & J. A. Eli (Eds.), *Proceedings of the 38th annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp. 589–596). The University of Arizona.
- Oktaviani, M. (2017). Analysis of students' error in doing mathematics problem on proportion. *Proceedings of the 2nd Asian Education Symposium* (pp. 172–177). <https://doi.org/10.5220/0007300601720177>
- Rivera, F. (2015). The distributed nature of pattern generalization. *PNA*, 9(3), 165–191.
- Schleppenbach, M., Flevaris, L. M., & Sims, L. M. (2007). Teachers' responses to student mistakes in Chinese and U.S. mathematics classrooms. *The Elementary School Journal*, 108(2), 131–147. <https://doi.org/10.1086/525551>
- Setiawan, Y. E. (2020a). Analisis kemampuan siswa dalam pembuktian kesebangunan dua segitiga. *Al-Khwarizmi: Jurnal Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 8(1), 23–38. <https://doi.org/10.24256/jpmipa.v8i1.800>

- Setiawan, Y. E. (2020b). Analisis kesalahan siswa dalam menggeneralisasi pola linier. *Jurnal Nasional Pendidikan Matematika*, 4(2), 180–194. <http://dx.doi.org/10.33603/jnpm.v4i2.3386>
- Setiawan, Y. E. (2020c). Analisis kesalahan siswa dalam menilai kebenaran suatu pernyataan. *Jurnal Didaktik Matematika*, 7(1), 13–31. <https://doi.org/10.24815/jdm.v7i1.14495>
- Setiawan, Y. E. (2021a). Analisis kesalahan mahasiswa semester pertama dalam menentukan nilai fungsi trigonometri sudut istimewa. *Supremum Journal of Mathematics Education*, 5(1), 110–121. <https://doi.org/10.35706/sjme.v5i1.4531>
- Setiawan, Y. E. (2021b). Analisis kesalahan mahasiswa semester pertama dalam menentukan nilai fungsi trigonometri sudut kuadran. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(1), 321–334. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i1.413>
- Setiawan, Y. E. (2021c). Identifikasi kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah matematika (Studi kasus masalah segitiga pada mata kuliah trigonometri). *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian dan Kajian Kepustakaan di Bidang Pendidikan, Pengajaran dan Pembelajaran*, 7(3), 649–662. <https://doi.org/10.33394/jk.v7i3.3329>
- Setiawan, Y. E. (2021d). Kesalahan mahasiswa semester pertama dalam menyelesaikan masalah fungsi trigonometri sudut tidak lancip. *Aksioma: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(2), 599–614. <http://dx.doi.org/10.24127/ajpm.v10i2.3458>
- Setiawan, Y. E., & Mustangin, M. (2020a). Kepraktisan model pembelajaran IDEA (Issue, Discussion, Establish, and Apply) dalam pembelajaran matematika. *Aksioma: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9(3), 776–788. <http://dx.doi.org/10.24127/ajpm.v9i3.2917>
- Setiawan, Y. E., & Mustangin, M. (2020b). Validitas model pembelajaran IDEA (Issue, Discussion, Establish, and Apply) untuk meningkatkan pemahaman konsep. *Jurnal Penelitian Pendidikan dan Pengajaran Matematika*, 6(1), 53–60. <https://doi.org/10.37058/jp3m.v6i1.1432>
- Setiawan, Y. E., Purwanto, P., Parta, I. N., & Sisworo, S. (2020). Generalization strategy of linear patterns from field-dependent cognitive style. *Journal on Mathematics Education*, 11(1), 77–94. <http://doi.org/10.22342/jme.11.1.9134.77-94>
- Setiawan, Y. E., & Syaifuddin, S. (2020). Peningkatan kompetensi profesionalitas guru melalui pelatihan desain pembelajaran peta konsep. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 26(3), 148–153. <https://doi.org/10.24114/jpkm.v26i3.16377>
- Siyepu, S. W. (2015). Analysis of errors in derivatives of trigonometric functions. *International Journal of STEM Education*, 2(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0029-5>
- Tuna, A. (2013a). A conceptual analysis of the knowledge of prospective mathematics teachers about degree and radian. *Word Journal of Education*, 3(4), 1–9. <https://doi.org/10.5430/wje.v3n4p1>
- Tuna, A. (2013b). The influence of the 5E model on the elimination of misconceptions on the subject of trigonometry. *International Journal of Academic Research*, 5(3), 14–21.
- Usman, M. H., & Hussaini, M. M. (2017). Analysis of students' error in learning of trigonometry among senior secondary school students in Zaria Metropolis, Nigeria. *IOSR Journal of Mathematics*, 13(02), 1–4. <https://doi.org/10.9790/5728-1302040104>