



Analisis Kemampuan Siswa dalam Menaksir Ukuran sebagai Salah Satu Keterampilan Proses Sains pada Materi Pengukuran

Susi Hartanti[✉], Wiyanto

Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima Juli 2024

Disetujui Agustus 2024

Dipublikasikan Agustus 2024

Keywords:

Estimating Size, Measurement, Physical Quantities, Science Process Skills, Student Ability

Abstrak

Proses pembelajaran fisika tidak hanya menekankan penguasaan konsep, tetapi juga keterampilan proses sains yang harus dimiliki siswa, salah satunya adalah kemampuan menaksir ukuran besaran fisika. Kemampuan ini memiliki peranan penting dalam kehidupan, terutama pada besaran-besaran yang kerap digunakan, seperti panjang, massa, dan waktu. Kemampuan ini sangat dibutuhkan dalam berbagai bidang. Namun, belum banyak peneliti yang mengkaji kemampuan ini. Oleh karena itu, diperlukan analisis kemampuan siswa dalam menaksir ukuran besaran fisika. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan siswa dalam menaksir ukuran besaran fisika, mengetahui perbedaan kemampuan menaksir ukuran antara siswa laki-laki dan perempuan, mengetahui besaran yang paling mudah dan paling sulit ditaksir, serta mengetahui acuan yang digunakan siswa dalam menaksir ukuran. Penelitian ini termasuk dalam penelitian eksploratif dengan pendekatan kuantitatif yang dilakukan di SMAN 1 Bergas, SMAN 1 Bringin, dan SMAN 1 Ambarawa dengan subjek penelitian sebanyak 192 siswa. Instrumen yang digunakan berupa tes lisan dan lembar angket terbuka. Data yang diperoleh dianalisis dengan menghitung galat relatif hasil taksiran, analisis statistik, dan tabulasi data. Hasil taksiran pada besaran panjang, massa, dan waktu memiliki galat relatif berturut-turut sebesar 0,15, 0,17, dan 0,36. Pada besaran panjang dan waktu, hasil uji statistik menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil taksiran dengan hasil pengukuran. Dengan demikian, kemampuan siswa dalam menaksir ukuran besaran panjang dan waktu sudah baik. Sedangkan pada besaran massa, hasil uji statistik menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara hasil taksiran dengan hasil pengukuran, sehingga kemampuan siswa dalam menaksir besaran massa masih rendah. Berdasarkan uji statistik, siswa laki-laki dan perempuan memiliki kemampuan yang sama dalam menaksir besaran panjang dan massa. Adapun besaran yang paling mudah ditaksir adalah panjang dan besaran yang paling sulit ditaksir adalah massa. Sebagian besar siswa menggunakan benda lain dan pengalamannya dalam melakukan pengukuran sebagai acuan untuk menaksir ukuran besaran fisika.

Abstract

Physics learning process not only emphasizes mastery of concepts, but also science process skills that students must have, one of which is the ability to estimate physical quantities. This ability has an important role in life, especially for quantities that are often used, such as length, mass and time. This ability is needed in various fields. However, not many researchers have studied this ability. Therefore, it is necessary to analyze students' abilities in estimating physical quantities. This research aims to analyze students' abilities in estimating physical quantities, find out the differences in the ability to estimate sizes between male and female students, find out which quantities are the easiest and most difficult to estimate, and find out the references used by students in estimating sizes. This research is included in exploratory research with a quantitative approach carried out at SMAN 1 Bergas, SMAN 1 Bringin, and SMAN 1 Ambarawa with research subjects totaling 192 students. The instruments used were oral tests and open questionnaire sheets. The data obtained was analyzed by calculating the relative error of the estimated results, statistical analysis, and data tabulation. The estimation results for length, mass, and time have relative errors of 0.15, 0.17, and 0.36, respectively. In terms of length and time, the results of statistical tests show that there is no significant difference between the estimated results and the measurement results. Thus, students' ability to estimate length and time is good. Meanwhile, regarding mass quantities, the results of statistical tests show that there is a significant difference between the estimated results and the measurement results, so that students' ability to estimate mass quantities is still low. Based on statistical tests, male and female students have the same ability in estimating length and mass. The easiest quantity to estimate is length and the most difficult quantity to estimate is mass. Most students use other objects and their experience in making measurements as a reference for measuring the size of a physical quantities.

©2024 Universitas Negeri Semarang

[✉] Alamat korespondensi:

E-mail: susihartanti@students.unnes.ac.id

PENDAHULUAN

Pada proses pembelajaran fisika, siswa tidak hanya dituntut untuk sekedar memahami konsep atau menghafal teori saja. Akan tetapi, bagaimana siswa dapat mengembangkan kemampuan berpikir analitis mereka untuk meningkatkan kepekaan dalam berbagai peristiwa dan penyelesaian masalah baik secara kualitatif maupun kuantitatif (Sonia & Medriati, 2022; Triani *et al.*, 2023). Pembelajaran fisika dikatakan baik jika memenuhi tiga hakikat fisika, yaitu fisika sebagai produk, sikap, dan proses. Dengan kata lain, fisika tidak hanya untuk dipelajari, tetapi juga diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari melalui serangkaian proses ilmiah. Oleh karena itu, keterampilan proses sains merupakan bekal penting yang harus dimiliki siswa dalam memperlajari fisika (Triani *et al.*, 2023). Penguasaan keterampilan proses sains sangat diperlukan untuk menghadapi dunia yang saat ini didominasi oleh perkembangan sains dan teknologi (Triani *et al.*, 2023). Oleh karena itu, keterampilan proses sains harus dikembangkan pada diri setiap siswa melalui pengalaman-pengalaman langsung sebagai pengalaman pembelajaran (Fitriana *et al.*, 2019).

Salah satu materi yang paling penting dan mendasar dalam fisika adalah materi pengukuran dan besaran. Materi ini merupakan materi pertama yang akan dipelajari oleh siswa dan memiliki hubungan erat dengan kehidupan sehari-hari siswa (Putri & Wiyanto, 2022). Pada materi ini, siswa akan dibekali dengan salah satu keterampilan proses sains, yaitu keterampilan dalam mengukur atau melakukan pengukuran. Salah satu indikator pada keterampilan tersebut adalah siswa dapat memperkirakan atau menaksir ukuran dengan tepat (Murdani, 2020). Kemampuan ini sangat berkaitan dengan pemahaman siswa terhadap ukuran (*size*) dan skala (*scale*) yang termasuk dalam konsep lintas sektoral (*crosscutting concept*) karena banyak digunakan dalam berbagai bidang (Chesnutt *et al.*, 2019). Konsep lintas sektoral sendiri merupakan salah satu aspek dari *Next*

Generation Science Standards (NGSS). Pemahaman ukuran dan skala memberikan kesempatan kepada siswa untuk menerapkan pengetahuan ilmiah, mengembangkan keterampilan pemecahan masalah, dan menumbuhkan rasa ingin tahu. Tanpa adanya pemahaman tentang ukuran dan skala, siswa tidak akan mampu mengamati atau membandingkan fenomena ilmiah yang terjadi pada kondisi ekstrem, seperti fenomena yang terkait dengan ukuran (yaitu terlalu kecil atau terlalu besar) (Chesnutt *et al.*, 2018).

Pemahaman siswa tentang ukuran dan skala dapat dilihat melalui kemampuan dalam mengestimasi atau menaksir ukuran karena kemampuan ini memberikan pemahaman yang mendalam mengenai persepsi siswa tentang hubungan antara ruang fisik dan simbol numerik yang representatif (Chesnutt *et al.*, 2019). Kemampuan menaksir ukuran berkaitan dengan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki siswa (Fick & Arias, 2022). Sejalan dengan itu, Jones (2013) menjelaskan bahwa kemampuan menaksir ukuran memiliki keterkaitan dengan pemahaman konteks dan pengalaman individu dalam melakukan pengukuran.

Kemampuan menaksir ukuran suatu besaran sering digunakan oleh siswa dalam kehidupan sehari-hari, misalnya menaksir tinggi pohon, panjang dan lebar suatu ruangan, waktu tempuh perjalanan, massa benda, dan lain sebagainya. Di berbagai disiplin ilmu, kemampuan memahami ukuran dan skala suatu benda sangat diperlukan untuk memahami fenomena dan proses sains (Jones *et al.*, 2009). Selain itu, Jones *et al.* (2009) juga menjelaskan bahwa kemampuan menaksir ukuran tidak hanya dibutuhkan dalam bidang keilmuan, tetapi juga dalam berbagai bidang pekerjaan di masyarakat, seperti ilmuwan, insinyur, arsitek, dan seniman. Beberapa individu menjelaskan bahwa mereka harus mampu membedakan ukuran dari skala kecil ke skala besar secara fleksibel. Salah satu strategi yang sering digunakan dalam menaksir ukuran adalah memperkirakan dengan pengukuran tubuh.

Meskipun kemampuan menaksir atau mengestimasi ukuran memiliki peranan yang sangat penting, perkembangannya jauh lebih rendah dibandingkan dengan perkembangan kemampuan kuantitatif dasar lainnya, seperti penghitungan dan penjumlahan (Siegle & Booth, 2004). Sementara itu, Putri & Wiyanto (2022) menjelaskan bahwa kemampuan siswa SMA dalam menaksir ukuran masih rendah. Mengingat pentingnya kemampuan menaksir ukuran dalam kehidupan sehari-hari, diperlukan suatu analisis untuk mengetahui tingkat kemampuan siswa dalam menaksir ukuran. Namun, belum banyak penelitian yang mengkaji tentang bagaimana kemampuan siswa dalam menaksir atau mengestimasi ukuran dari suatu besaran.

Berdasarkan paparan tersebut, diperlukan adanya suatu penelitian yang diharapkan dapat menjadi masukan bagi para guru, siswa, maupun pihak lain yang terlibat dalam proses pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa, khususnya kemampuan siswa dalam menaksir ukuran suatu besaran fisika. Penelitian ini bertujuan untuk (1) menganalisis kemampuan siswa dalam menaksir ukuran suatu besaran fisika, (2) mengetahui perbedaan kemampuan menaksir ukuran suatu besaran fisika antara siswa laki-laki dan perempuan, (3) mengetahui besaran yang paling mudah dan paling sulit ditaksir oleh siswa, dan (4) mengidentifikasi cara atau acuan yang digunakan siswa dalam menaksir ukuran suatu besaran fisika.

METODE

Penelitian ini termasuk dalam penelitian eksploratif yang dilakukan untuk memahami suatu masalah atau isu yang belum dipahami, belum diketahui, belum dikenali dengan baik, atau belum banyak yang meneliti. Adapun metode pendekatan yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif, dimana data yang diperoleh akan digambarkan melalui angka-angka dan dianalisis menggunakan statistik (Sugiyono, 2019).

Penelitian dilakukan di SMAN 1 Bergas, SMAN 1 Bringin, dan SMAN 1 Ambarawa pada semester genap tahun ajaran 2023/2024. Adapun jumlah sampel dalam penelitian ini adalah sebanyak 192 orang yang merupakan siswa kelas XI dari ketiga sekolah tersebut. Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan teknik *purposive sampling*.

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan instrumen berupa tes lisan dan lembar angket terbuka. Tes lisan digunakan untuk mengetahui bagaimana kemampuan siswa dalam menaksir ukuran suatu besaran fisika serta perbedaan kemampuan antara siswa laki-laki dan perempuan. Dalam tes lisan ini, secara bergantian siswa diminta untuk menaksir ukuran beberapa objek yaitu pipa stainless steel yang mewakili besaran panjang, botol berisi air yang mewakili besaran massa, dan sebuah tayangan video yang mewakili besaran waktu. Setelah menaksir, siswa diarahkan untuk mengisi sebuah lembar angket terbuka. Lembar angket terbuka ini digunakan untuk memperoleh informasi mengenai besaran apa yang paling mudah dan paling sulit ditaksir oleh siswa menurut persepsi siswa itu sendiri beserta dengan alasannya. Selain itu, lembar angket terbuka juga digunakan untuk menggali informasi mengenai cara atau acuan yang digunakan oleh siswa sebagai dasar untuk menaksir ukuran besaran fisika. Hasil taksiran siswa yang diperoleh dari tes lisan kemudian dianalisis dengan menghitung galat relatif hasil taksiran (E_R) dengan cara berikut ini.

$$E_R = \frac{|Taksiran - Hasil Pengukuran|}{Hasil Pengukuran}$$

Semakin kecil nilai galat relatif yang diperoleh, maka semakin baik kemampuan siswa dalam menaksir ukuran suatu besaran fisika. Selain itu, data hasil taksiran juga dianalisis secara statistik berbantuan program *IBM SPSS Statistic 27*, baik statistik deskriptif maupun inferensial. Sementara itu, hasil jawaban siswa pada lembar angket terbuka dianalisis menggunakan teknik tabulasi data berbantuan program *Microsoft Excel* yang

dilakukan dengan merangkum jawaban siswa dalam bentuk tabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kemampuan Siswa dalam Menaksir Ukuran Suatu Besaran Fisika

Kemampuan siswa dalam menaksir ukuran besaran fisika dapat diketahui dengan menghitung besarnya galat relatif dan persentase galat hasil taksiran siswa. Semakin rendah galat relatif hasil taksiran siswa, maka semakin baik hasil taksiran siswa. Artinya hasil taksiran siswa akan mendekati nilai pengukuran yang sebenarnya. Dengan demikian, semakin baik pula kemampuan menaksir ukuran yang dimiliki oleh siswa. Galat relatif hasil taksiran siswa dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Galat Relatif Hasil Taksiran Seluruh Siswa

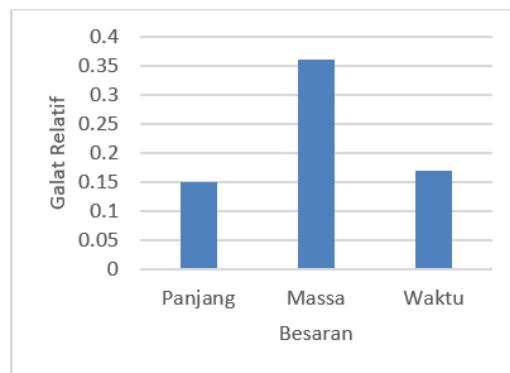
| Besaran | Rata-rata Selisih | Galat Relatif | Persentase Galat (%) |
|---------|-------------------|---------------|----------------------|
| Panjang | 6,91 | 0,15 | 15 |
| Massa | 213,83 | 0,36 | 36 |
| Waktu | 20,72 | 0,17 | 17 |

Sumber: Output SPSS

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 1, dapat diketahui besarnya galat relatif dan persentase galat hasil taksiran seluruh siswa pada setiap besaran. Hasil taksiran besaran panjang memiliki galat relatif sebesar 0,15 dan persentase galat 15%, hasil taksiran besaran massa memiliki galat relatif sebesar 0,36 dan persentase galat 36%, sedangkan besaran waktu memiliki galat relatif sebesar 0,17 dan persentase galat 17%.

Perbandingan galat relatif hasil taksiran ketiga besaran dapat dilihat pada diagram yang ditunjukkan Gambar 1. Berdasarkan diagram pada Gambar 1, dapat dilihat bahwa masing-masing besaran memiliki alat relatif yang berbeda. Hasil taksiran besaran massa memiliki galat relatif terbesar di antara ketiga besaran sedangkan galat relatif terkecil ada pada hasil

taksiran besaran panjang. Adapun besaran waktu memiliki galat relatif yang tidak jauh berbeda dengan galat relatif hasil taksiran besaran panjang.



Gambar 1. Perbandingan Galat Relatif Hasil Taksiran Seluruh Siswa pada Setiap Besaran

Namun, untuk mengetahui apakah hasil taksiran siswa memiliki perbedaan yang signifikan dengan hasil pengukuran, diperlukan suatu analisis statistik. Sebelum melanjutkan analisis statistik, diperlukan uji asumsi klasik yaitu uji normalitas. Hasil uji normalitas data hasil taksiran seluruh siswa secara ringkas disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas Data Hasil Taksiran Seluruh Siswa

| | Asymp. Sig. (2 tailed) |
|---------|------------------------|
| Panjang | 0,000 |
| Massa | 0,000 |
| Waktu | 0,000 |

Sumber: Output SPSS

Berdasarkan Tabel 2, diperoleh hasil bahwa besaran panjang, massa, dan waktu memiliki *p value* sebesar 0,000. Nilai tersebut kurang dari taraf signifikansi 0,05, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Artinya, data hasil taksiran ukuran dari ketiga besaran tidak terdistribusi secara normal. Dengan demikian, analisis data dilanjutkan dengan menggunakan uji non parametrik berupa uji *wilcoxon signed rank test*. Hasil uji *wilcoxon signed rank test* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Wilcoxon Signed Rank Test

| Besaran | Z | Asymp. Sig. (2 tailed) |
|---------|--------|------------------------|
| Panjang | -1,734 | 0,083 |
| Massa | -3,234 | 0,001 |
| Waktu | -1,777 | 0,076 |

Sumber: Output SPSS

Hasil uji *wilcoxon signed rank test* pada Tabel 3 menunjukkan bahwa besaran panjang memiliki *p value* sebesar 0,083 yang lebih dari taraf signifikansi 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima dan H_1 ditolak. Artinya, tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil taksiran ukuran besaran panjang dengan hasil pengukuran. Sementara itu, besaran massa memiliki *p value* sebesar 0,001 yang kurang dari taraf signifikansi 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima. Artinya, terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil taksiran ukuran besaran massa dengan hasil pengukuran. Adapun hasil taksiran besaran waktu memiliki *p value* sebesar 0,076 yang lebih dari taraf signifikansi 0,05, maka dengan ini H_0 diterima dan H_1 ditolak. Artinya, tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil taksiran ukuran besaran waktu dengan hasil pengukuran.

Kemampuan menaksir besaran panjang dan waktu yang dimiliki siswa dapat dikatakan sudah baik, kedua besaran tersebut memiliki galat relatif hasil taksiran yang tidak jauh berbeda, masing-masing sebesar 0,15 dan 0,17. Namun, kemampuan siswa dalam menaksir ukuran besaran massa masih terbilang rendah dengan galat relatif hasil taksiran sebesar 0,36. Hasil ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Putri & Wiyanto (2022) yang menjelaskan bahwa kemampuan menaksir siswa masih terbilang rendah, termasuk kemampuan dalam menaksir besaran panjang, massa, dan waktu.

Perbedaan Kemampuan Siswa Laki-laki dan Perempuan dalam Menaksir Ukuran Besaran Fisika

Perbedaan kemampuan menaksir ukuran besaran fisika antara siswa laki-laki dan

perempuan dapat diketahui dengan membandingkan galat relatif dan persentase galat hasil taksiran antara keduanya pada setiap besaran. Galat relatif dan persentase galat hasil taksiran siswa laki-laki dan perempuan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Galat Relatif dan Persentase Galat Hasil Taksiran Siswa Laki-laki dan Perempuan

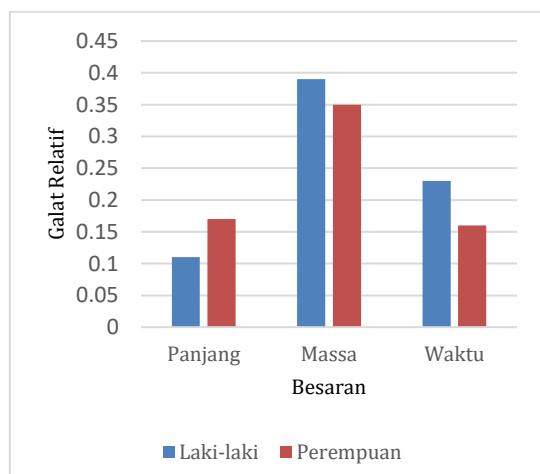
| Besaran | Rata-rata Selisih | Galat Relatif | Persen Galat (%) |
|---------|-------------------|---------------|------------------|
| Panjang | 4,73 | 0,11 | 11 |
| L Massa | 232,22 | 0,39 | 39 |
| Waktu | 27,53 | 0,23 | 23 |
| Panjang | 7,71 | 0,17 | 17 |
| P Massa | 208,20 | 0,35 | 35 |
| Waktu | 18,64 | 0,16 | 16 |

Sumber: Output SPSS

Pada Tabel 4, dapat diketahui bahwa hasil taksiran besaran panjang siswa laki-laki memiliki galat relatif sebesar 0,11 dengan persentase galat sebesar 11%, sedangkan hasil taksiran siswa perempuan memiliki galat relatif sebesar 0,17 dengan persentase galat sebesar 17%. Pada besaran massa hasil taksiran siswa laki-laki memiliki galat relatif sebesar 0,39 dengan persentase galat sebesar 39%, sedangkan hasil taksiran siswa perempuan memiliki galat relatif sebesar 0,35 dengan persentase galat sebesar 35%. Sementara itu, pada besaran waktu, hasil taksiran siswa laki-laki memiliki galat relatif sebesar 0,23 dengan persentase galat sebesar 23%, sedangkan hasil taksiran siswa perempuan memiliki galat relatif sebesar 0,16 dengan persentase galat sebesar 16%. Perbandingan galat relatif hasil taksiran antara siswa laki-laki dan perempuan pada setiap besaran disajikan pada diagram yang ditunjukkan Gambar 2.

Berdasarkan uraian dan diagram pada Gambar 2 dapat diketahui bahwa galat relatif hasil taksiran siswa laki-laki dan perempuan memiliki perbedaan masing-masing pada setiap besaran. Pada besaran panjang galat relatif hasil taksiran siswa laki-laki lebih

rendah daripada siswa perempuan, artinya kemampuan siswa laki-laki dalam menaksir panjang lebih baik daripada siswa perempuan. Sebaliknya, pada besaran massa dan waktu, galat relatif hasil taksiran siswa laki-laki lebih tinggi daripada siswa perempuan, artinya kemampuan siswa perempuan dalam menaksir massa dan waktu lebih baik daripada siswa laki-laki. Dengan demikian kemampuan menaksir ukuran yang dimiliki oleh siswa perempuan lebih unggul pada dua besaran yaitu besaran massa dan waktu. Hal ini sejalan dengan hasil yang diperoleh Muliani *et al.* (2023) yang menunjukkan bahwa keterampilan proses sains siswa perempuan lebih unggul daripada siswa laki-laki. Yuliskurniawati (2019) sebagaimana dikutip dalam Sulastri *et al.* (2021) menjelaskan bahwa siswa perempuan memiliki ketelitian yang lebih baik daripada siswa laki-laki sehingga nilai rata-rata keterampilan proses sains yang dimiliki lebih tinggi daripada siswa laki-laki. Selain itu, siswa perempuan cenderung lebih kompetitif dalam kegiatan pembelajaran.



Gambar 2. Perbandingan Galat Relatif Taksiran Siswa Laki-Laki dan Perempuan

Hasil yang diperoleh berdasarkan perhitungan galat relatif tersebut tidak dapat menjelaskan apakah kemampuan menaksir antara siswa laki-laki dan perempuan menunjukkan perbedaan yang signifikan atau tidak. Oleh karena itu, diperlukan analisis secara statistik. Langkah pertama yang harus

dilakukan adalah uji normalitas. Hasil uji normalitas data galat relatif hasil taksiran siswa laki-laki dan perempuan pada setiap besaran secara ringkas disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Normalitas Galat Relatif Hasil Taksiran Siswa Laki-laki dan Perempuan

| | | Asymp. Sig. (2 tailed) |
|----------|-----------------------|------------------------|
| L | Galat Relatif Panjang | 0,000 |
| | Galat Relatif Massa | 0,000 |
| | Galat Relatif Waktu | 0,000 |
| P | Galat Relatif Panjang | 0,000 |
| | Galat Relatif Massa | 0,000 |
| | Galat Relatif Waktu | 0,000 |

Sumber: Output SPSS

Berdasarkan Tabel 5, diperoleh hasil bahwa data galat relatif besaran panjang, massa, dan waktu baik pada siswa laki-laki maupun perempuan memiliki *p value* yang sama yaitu sebesar 0,000. Nilai tersebut kurang dari taraf signifikansi 0,05, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Artinya, data galat relatif hasil taksiran siswa laki-laki dan perempuan pada setiap besaran tidak terdistribusi secara normal. Dengan demikian analisis statistik dilakukan dengan menggunakan *Mann-Whitney U test*. Adapun hasilnya disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil *Mann-Whitney U Test*

| | Mann-Whitney U | Z | Asymp. Sig. (2 tailed) |
|----------------|----------------|--------|------------------------|
| Panjang | 2808,000 | -1,591 | 0,112 |
| Massa | 3281,500 | -0,081 | 0,936 |
| Waktu | 2430,500 | -2,705 | 0,007 |

Sumber: Output SPSS

Berdasarkan hasil uji non parametrik *Mann-Whitney U test* seperti yang disajikan pada Tabel 6, pada besaran panjang dan massa diperoleh nilai *p value* lebih dari 0,05, masing-masing sebesar 0,112 dan 0,936. Dengan demikian, H_0 diterima dan H_1 ditolak. Artinya, tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara galat relatif hasil taksiran siswa laki-laki dan perempuan pada besaran panjang dan massa. Dengan kata lain, keduanya memiliki

galat relatif hasil taksiran yang relatif sama. Sementara itu, pada besaran waktu diperoleh nilai p value kurang dari 0,05, yaitu 0,007. Dengan demikian, H_0 ditolak dan H_1 diterima. Artinya, terdapat perbedaan yang signifikan antara galat relatif hasil taksiran besaran waktu siswa laki-laki dan perempuan.

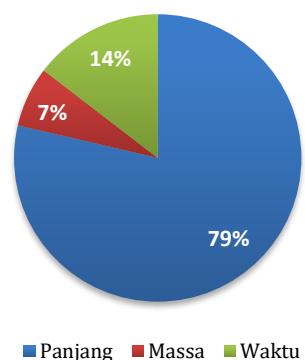
Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa meskipun hasil taksiran siswa laki-laki dan perempuan pada setiap besaran memiliki perbedaan, tetapi hasil *Mann-Whitney U test* menunjukkan bahwa perbedaan yang signifikan hanya ada pada besaran waktu. Dengan demikian, siswa laki-laki dan perempuan memiliki kemampuan menaksir ukuran yang relatif sama pada besaran panjang dan massa. Sedangkan pada besaran waktu, kemampuan yang dimiliki keduanya berbeda secara signifikan, dimana siswa perempuan memiliki kemampuan menaksir waktu yang lebih baik daripada siswa laki-laki. Artinya, perbedaan gender tidak sepenuhnya berpengaruh pada kemampuan menaksir ukuran sebagai salah satu keterampilan proses sains yang dimiliki oleh siswa. Hasil serupa juga ditemukan oleh Hamdani (2017) yang menunjukkan bahwa siswa laki-laki dan perempuan tidak memiliki perbedaan keterampilan proses sains. Hal tersebut mungkin disebabkan karena siswa laki-laki dan perempuan memiliki kesempatan yang sama dalam mempelajari dan mengembangkan keterampilan proses sains yang mereka miliki. Demikian pula dengan penelitian yang dilakukan oleh Sulastri *et al.* (2021) yang menjelaskan bahwa tidak terdapat perbedaan keterampilan proses sains antara siswa laki-laki dan perempuan.

Besaran yang Paling Mudah dan Paling Sulit Ditaksir oleh Siswa

Berdasarkan lembar angket terbuka yang diisi siswa setelah menaksir ukuran, dapat diketahui besaran apa yang paling mudah dan

paling sulit ditaksir menurut perspektif siswa beserta dengan alasannya. Tentunya, setiap siswa memiliki pendapat yang berbeda antara satu dengan yang lain sesuai dengan pengalaman mereka masing-masing dalam menaksir ukuran besaran panjang, massa, dan waktu yang telah dilakukan.

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa sebanyak 151 siswa berpendapat bahwa panjang merupakan besaran yang paling mudah ditaksir, 28 siswa berpendapat bahwa waktu merupakan besaran yang paling mudah ditaksir, dan 13 siswa lainnya berpendapat bahwa massa merupakan besaran yang paling mudah ditaksir. Perbandingan persentase besaran yang paling mudah ditaksir menurut perspektif siswa dapat dilihat pada diagram yang ditunjukkan Gambar 3.



Gambar 3. Persentase besaran yang paling mudah ditaksir menurut siswa

Berdasarkan diagram pada Gambar 3, diperoleh informasi bahwa mayoritas siswa atau sekitar 79% siswa menyatakan bahwa panjang merupakan besaran yang paling mudah ditaksir. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Putri & Wiyanto (2022), yang juga menjelaskan bahwa besaran yang paling mudah ditaksir oleh siswa adalah besaran panjang. Hal ini disertai dengan beberapa alasan seperti yang disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Alasan Suatu Besaran Mudah Ditaksir

| No. | Alasan | Frekuensi (orang) | Persentase (%) |
|-----|--|-------------------|----------------|
| 1. | Dapat dibandingkan dengan ukuran benda lain. | 76 | 39,6 |
| 2. | Sering melakukan pengukuran atau menggunakan alat ukur. | 79 | 41,1 |
| 3. | Video cukup singkat, sehingga durasi video dapat dihitung per detik. | 19 | 9,9 |
| 4. | Dapat diperkirakan hanya dengan melihat benda secara fisik. | 18 | 9,4 |

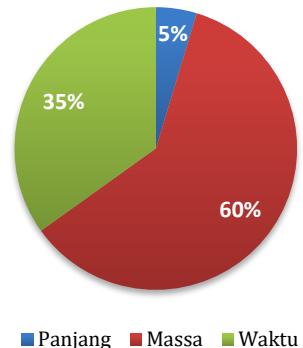
Sumber: Tabulasi data lembar angket terbuka

Berdasarkan Tabel 7, sebagian besar siswa menyatakan bahwa suatu besaran akan lebih mudah ditaksir apabila mereka lebih sering melakukan pengukuran atau menggunakan alat ukur dari besaran tersebut. Dalam hal ini, para siswa mengaku lebih sering menggunakan alat ukur panjang daripada alat ukur besaran lainnya. Oleh karena itu, kepekaan siswa dalam menaksir panjang suatu benda lebih baik daripada besaran lainnya. Selain itu, kegiatan mengukur besaran panjang lebih kerap dijumpai di sekitar mereka, baik di lingkungan sekolah maupun dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya saat mereka membuat sebuah garis menggunakan penggaris atau mengukur panjang dari suatu benda. Pengalaman yang berulang-ulang di dalam dan di luar sekolah dapat menghasilkan keterampilan yang lebih maju dalam menggunakan skala. Seiring dengan berkembangnya pengalaman mereka dalam menggunakan skala, keterampilan mereka dalam menggunakan skala dan menaksir ukuran menjadi lebih baik (Jones & Taylor, 2009).

Para siswa juga berpendapat bahwa panjang merupakan besaran yang paling mudah ditaksir karena dapat dibandingkan dengan benda lain yang telah diketahui ukurannya. Alasan lain yang diungkapkan siswa adalah panjang suatu benda dapat diperkirakan hanya dengan melihat fisik benda tersebut, sehingga lebih mudah ditaksir daripada besaran lainnya.

Adapun besaran yang paling sulit ditaksir menurut pendapat siswa adalah

besaran massa. Dimana terdapat 116 siswa yang berpendapat bahwa massa adalah besaran yang paling sulit ditaksir, 67 siswa berpendapat bahwa waktu merupakan besaran yang paling sulit ditaksir, dan hanya 9 siswa yang berpendapat bahwa panjang merupakan besaran yang paling sulit ditaksir. Perbandingan persentase besaran yang paling sulit ditaksir menurut perspektif siswa dapat dilihat pada diagram yang ditunjukkan Gambar 4.



Gambar 4. Persentase Besaran yang Paling Sulit Ditaksir Menurut Siswa

Diagram pada Gambar 4 menunjukkan bahwa mayoritas siswa atau sekitar 60% siswa merasa kesulitan dalam menaksir massa. Di sisi lain, penelitian yang dilakukan oleh Putri & Wiyanto (2022) menunjukkan bahwa besaran yang paling sulit ditaksir oleh siswa adalah diameter. Menurut para siswa, terdapat beberapa alasan yang menyebabkan suatu besaran sulit untuk ditaksir seperti yang disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Alasan Suatu Besaran Sulit Ditaksir

| No. | Alasan | Frekuensi (orang) | Persentase (%) |
|-----|---|-------------------|----------------|
| 1. | Tidak dapat dibandingkan dengan ukuran benda lain. | 5 | 2,6 |
| 2. | Jarang atau tidak pernah melakukan pengukuran atau menggunakan alat ukur. | 36 | 18,8 |
| 3. | Tidak bisa atau sulit diperkirakan tanpa alat ukur/pengukuran tanpa alat ukur akan memberikan hasil yang rancu. | 122 | 63,5 |
| 4. | Tidak dapat diperkirakan hanya dengan melihat benda secara fisik. | 29 | 15,1 |

Sumber: Tabulasi data lembar angket terbuka

Berdasarkan Tabel 8, dapat diketahui bahwa sebagian besar atau sekitar siswa berpendapat bahwa suatu besaran sulit ditaksir karena ukuran besaran tersebut tidak bisa atau sulit diperkirakan tanpa menggunakan bantuan alat ukur. Selain itu, 18,8% siswa menjelaskan bahwa mereka sulit menaksir ukuran suatu besaran karena jarang atau bahkan tidak pernah melakukan pengukuran menggunakan suatu alat ukur dari besaran tersebut. Dalam hal ini, alat ukur massa yang sering digunakan oleh mayoritas siswa hanyalah timbangan badan. Hal tersebut mengakibatkan siswa tidak memiliki gambaran atau kepekaan terhadap massa suatu benda yang mereka angkat. Tak hanya itu, 15,1% siswa menjelaskan bahwa suatu besaran sulit ditaksir karena tidak dapat diperkirakan hanya dengan melihat fisik benda. Misalnya, benda yang terlihat kecil belum tentu memiliki massa yang ringan dan sebaliknya benda yang terlihat besar belum tentu

massanya juga besar. Dalam menaksir massa, beberapa siswa juga merasa kesulitan untuk menemukan benda lain yang dapat dijadikan sebagai pembanding untuk memperkirakan massa botol berisi air yang harus mereka taksir.

Cara atau Acuan yang Digunakan Siswa untuk Menaksir Ukuran Suatu Besaran Fisika

Dalam menaksir ukuran besaran fisika, tentunya setiap siswa memiliki cara atau acuan yang berbeda antara satu dengan yang lain. Berdasarkan lembar angket, dapat diketahui beberapa pendapat siswa mengenai cara atau acuan yang mereka gunakan untuk menaksir ukuran pada masing-masing besaran, baik panjang, massa, maupun waktu. Beberapa acuan atau cara yang digunakan oleh para siswa dalam menaksir besaran panjang dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Acuan Siswa Dalam Menaksir Besaran Panjang

| No. | Acuan atau Cara Menaksir Panjang | Frekuensi (orang) | Persentase (%) |
|-----|---|-------------------|----------------|
| 1. | Membandingkan benda yang akan ditaksir dengan benda lain yang telah diketahui ukurannya. | 134 | 69,8 |
| 2. | Sering melakukan pengukuran atau menggunakan alat ukur. | 41 | 21,4 |
| 3. | <i>Feeling</i> atau hanya menebak atau tidak memberikan jawaban secara pasti mengenai acuan apa yang digunakan. | 17 | 8,8 |

Sumber: Tabulasi data lembar angket terbuka

Berdasarkan Tabel 9, sebagian besar siswa menggunakan benda lain yang telah diketahui ukurannya sebagai acuan dalam menaksir panjang. Benda tersebut

dibandingkan dengan panjang pipa *stainless steel* yang harus mereka taksir, sehingga para siswa dapat memperkirakan berapa selisih panjang pipa stainless steel dengan benda yang dijadikan sebagai pembanding. Dengan

demikian, siswa dapat menaksir panjang pipa stainless steel tersebut. Benda yang digunakan sebagai pembanding pun sangat beragam, mulai dari keramik, pulpen, ponsel, dan sebagainya. Selain menggunakan benda lain, para siswa juga menggunakan bagian tubuhnya seperti jengkal tangan, lengan tangan, jari tangan, bahkan tinggi badan sebagai alat ukur kasar untuk memperkirakan panjang suatu benda atau yang biasa disebut dengan penggaris tubuh. Penggunaan penggaris tubuh dapat membantu siswa untuk menaksir ukuran dengan lebih cepat dan akurat (Jones *et al.*, 2009; Jones & Taylor, 2009).

Acuan lain yang digunakan siswa dalam menaksir panjang adalah pengalaman dalam melakukan pengukuran atau menggunakan alat ukur. Para siswa menjelaskan bahwa mereka sering menggunakan alat ukur panjang, salah satunya penggaris yang kerap mereka gunakan di sekolah. Saat diminta untuk menaksir

panjang pipa stainless steel, mereka membayangkan skala pengukuran yang ada pada penggaris, sehingga bisa memperkirakan panjang pipa. Jika siswa kurang memiliki pengalaman sebelumnya dalam mengukur berbagai benda dan panjang yang berbeda, maka siswa akan kesulitan dalam mengingat dan menaksir ukuran panjang benda tertentu (Jones *et al.*, 2009). Dalam menaksir panjang suatu objek atau benda, diperlukan kemampuan menciptakan gambaran visual mengenai objek yang diamati untuk mengkonseptualisasikan ukuran dan skala dari objek tersebut. Kemampuan ini diperlukan dalam berbagai bidang seperti arsitektur, konstruksi, teknik, dan sebagainya (Jones & Taylor, 2009).

Adapun acuan atau cara yang digunakan siswa untuk menaksir besaran massa dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Acuan Siswa dalam Menaksir Besaran Massa

| No. | Acuan atau Cara Menaksir Massa | Frekuensi (orang) | Persentase (%) |
|-----|---|-------------------|----------------|
| 1. | Membandingkan benda yang akan ditaksir dengan benda lain yang telah diketahui ukurannya. | 64 | 33,3 |
| 2. | Sering melakukan pengukuran atau menggunakan alat ukur. | 14 | 7,3 |
| 3. | Mempertimbangkan ukuran atau volume benda. | 2 | 1,0 |
| 4. | <i>Feeling</i> atau hanya menebak atau tidak memberikan jawaban secara pasti mengenai acuan apa yang digunakan. | 112 | 58,3 |

Sumber: Tabulasi data lembar angket terbuka

Sama seperti acuan yang digunakan untuk menaksir panjang, Tabel 10 menunjukkan bahwa sebagian besar siswa menaksir massa dengan cara membandingkan benda yang akan ditaksir dengan benda lain yang telah diketahui massanya. Benda yang digunakan sebagai pembanding antara lain ponsel, air mineral dalam botol, buku, dan benda-benda lainnya. Ada pula siswa yang membandingkan massa botol berisi air dengan massa benda yang sering mereka angkat, misalnya tabung gas, gula pasir, beras, buah-buahan, bahkan barbel. Acuan lain yang digunakan untuk menaksir massa adalah pengalaman siswa dalam melakukan

pengukuran atau menggunakan alat ukur massa, misalnya ketika siswa menggunakan timbangan digital ketika membuat roti atau ketika mereka menggunakan timbangan yang ada di warung. Hal ini berkaitan dengan pengetahuan dan pengalaman mereka baik di sekolah maupun di luar sekolah. Pengalaman tersebut berkontribusi terhadap pemahaman ukuran dan skala yang dimiliki siswa, khususnya pengalaman di luar sekolah yang lebih banyak melibatkan aktivitas fisik (Jones, 2013; Jones & Taylor, 2009).

Sementara itu, acuan atau cara yang digunakan para siswa untuk menaksir waktu dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Acuan Siswa Dalam Menaksir Besaran Waktu

| No. | Acuan atau Cara Menaksir Waktu | Frekuensi (orang) | Persentase (%) |
|-----|---|-------------------|----------------|
| 1. | Sering melakukan pengukuran atau menggunakan alat ukur. | 17 | 8,9 |
| 2. | Menghitung durasi video detik demi detik untuk memperkirakan waktu. | 77 | 40,1 |
| 3. | <i>Feeling</i> atau hanya menebak atau tidak memberikan jawaban secara pasti mengenai acuan apa yang digunakan. | 98 | 51,0 |

Sumber: Tabulasi data lembar angket terbuka

Berdasarkan Tabel 11 mayoritas siswa menaksir waktu dari tayangan sebuah video dengan cara menghitung durasi video detik demi detik, baik dengan ketukan jari maupun hitungan dalam hati. Cara ini dapat dilakukan karena video yang ditampilkan memiliki durasi yang cukup singkat, yaitu dua menit. Namun, cara ini akan cenderung sulit dilakukan apabila mereka harus menaksir waktu dengan durasi yang cukup lama. Acuan lain yang digunakan untuk menaksir waktu adalah pengalaman siswa dalam melakukan pengukuran atau menggunakan alat ukur waktu, misalnya hitungan ketika melakukan pemanasan, lama perjalanan ketika berangkat sekolah, atau ketika menggunakan timer yang ada di ponsel.

Dari hasil yang telah dipaparkan di atas, dapat disimpulkan bahwa terdapat beragam cara atau acuan yang digunakan siswa untuk menaksir ukuran suatu besaran fisika. Mayoritas siswa menggunakan benda lain yang telah diketahui ukurannya sebagai acuan. Apabila siswa telah mengetahui ukuran dari suatu besaran, maka siswa dapat menggunakan benda tersebut sebagai pembanding untuk memperkirakan ukuran benda yang harus mereka taksir. Cara ini digunakan siswa untuk menaksir ukuran dari besaran panjang dan massa. Selain itu, para siswa menjelaskan bahwa mereka lebih mudah menaksir ukuran suatu besaran apabila mereka sering menggunakan alat ukur dari besaran tersebut. Misalnya, para siswa merasa lebih mudah menaksir besaran panjang daripada besaran

massa karena mereka lebih sering menggunakan alat ukur panjang daripada alat ukur massa. Jones (2013) menjelaskan bahwa pengalaman menggunakan alat ukur memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pengetahuan siswa terhadap ukuran dan skala.

Selain menggunakan cara atau acuan di atas, tidak sedikit pula siswa yang merasa kesulitan untuk memperkirakan ukuran dari suatu besaran karena jarang menggunakan alat ukur dari besaran tersebut, khususnya pada besaran massa. Oleh karena itu, kemampuan menaksir ukuran besaran fisika masih perlu dikembangkan pada setiap individu. Kemampuan ini dapat dikembangkan melalui proses latihan secara terus-menerus. Hal ini sejalan dengan pendapat Hamidiyah (2018) yang menyatakan bahwa siswa akan terbiasa dan menguasai keterampilan proses sains jika keterampilan proses sains tersebut dilatihkan secara berulang dan berkelanjutan. Slavin (2011), sebagaimana dikutip dalam Hamidiyah (2018), juga berpendapat bahwa pengulangan memegang peranan penting pada proses pembelajaran karena dengan adanya pengulangan, kemampuan siswa akan tertanam pada ingatan siswa dalam jangka waktu panjang dan dapat dipertahankan. Dalam hal ini, semakin sering siswa melakukan pengukuran, maka semakin baik pula kepekaan siswa terhadap ukuran suatu besaran. Dengan demikian, siswa akan lebih mudah dan akurat dalam menaksir ukuran dari suatu besaran. Kemampuan menaksir ukuran sebagai salah satu keterampilan proses sains juga dapat ditingkatkan dengan memberikan instruksi atau pengajaran kepada siswa yang dirancang

untuk membantu siswa menggunakan penggaris tubuh sebagai alat pengukuran. Selain itu, memberikan fasilitas alat ukur yang dapat digunakan siswa juga dapat membantu siswa agar lebih mampu menerapkan pengukuran dan estimasi pada bidang sains serta dalam tugas-tugas yang mereka jumpai dalam kehidupan sehari-hari (Jones *et al.*, 2009).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diperoleh beberapa simpulan sebagai berikut.

- Kemampuan yang dimiliki siswa dalam menaksir ukuran besaran panjang dan waktu dapat dikatakan sudah baik. Analisis statistik menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil taksiran besaran panjang dan waktu dengan hasil pengukuran. Sementara itu, analisis statistik menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara hasil taksiran besaran massa dengan hasil pengukuran. Artinya, kemampuan siswa dalam menaksir besaran massa terbilang masih rendah,
- Siswa laki-laki dan perempuan memiliki kemampuan yang relatif sama dalam menaksir ukuran besaran panjang dan massa. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil taksiran siswa laki-laki dan perempuan pada kedua besaran tersebut. Sedangkan pada besaran waktu, hasil uji statistik menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara hasil taksiran siswa laki-laki dan perempuan. Artinya, siswa laki-laki dan perempuan memiliki kemampuan menaksir besaran waktu yang berbeda.
- Besaran yang paling mudah ditaksir adalah besaran panjang. Sedangkan besaran yang paling sulit ditaksir adalah besaran massa.
- Dalam menaksir ukuran besaran fisika, setiap siswa memiliki cara atau acuan yang berbeda antara satu dengan yang lainnya. Mayoritas siswa menggunakan benda lain

yang telah diketahui ukurannya sebagai acuan untuk memperkirakan ukuran dari benda yang harus ditaksir. Selain itu, para siswa menjadikan pengalamannya dalam melakukan pengukuran sebagai acuan untuk menaksir ukuran suatu benda.

DAFTAR PUSTAKA

- Chesnutt, K., Jones, M. G., Corin, E. N., Hite, R., Childers, G., Perez, M. P., Cayton, E., & Ennes, M. (2019). Crosscutting concepts and achievement: Is a sense of size and scale related to achievement in science and mathematics? *Journal of Research in Science Teaching*, 56(3), 302–321. <https://doi.org/10.1002/tea.21511>
- Chesnutt, K., Jones, M. G., Hite, R., Cayton, E., Ennes, M., Corin, E. N., & Childers, G. (2018). Next generation crosscutting themes: Factors that contribute to students' understandings of size and scale. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(6), 876–900. <https://doi.org/10.1002/tea.21443>
- Fick, S. J., & Arias, A. M. (2022). A review of literature that uses the lens of the next generation science crosscutting concepts: 2012–2019. *Journal of Research in Science Teaching*, 59(6), 883–929. <https://doi.org/10.1002/tea.21747>
- Fitriana, F., Kurniawati, Y., & Utami, L. (2019). Analisis keterampilan proses sains peserta didik pada materi laju reaksi melalui model pembelajaran *bounded inquiry laboratory*. *JTK (Jurnal Tadris Kimia)*, 4(2), 226–236. <https://doi.org/10.15575/jtk.v4i2.5669>
- Hamdani, H. (2017). Deskripsi keterampilan proses sains mahasiswa calon guru fisika. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA*, 8(1), 43–51.
- Hamidiyah, A. R. (2018). Keterampilan proses sains SMP Negeri 1 Sidayu Gresik pada materi zat aditif. *Ejournal-Pensa*, 6(1), 49–53.
- Jones, G., Taylor, A., & Broadwell, B. (2009). Estimating linear aize and scale: Body

- rulers. *International Journal of Science Education*, 31(11), 1495–1509. <https://doi.org/10.1080/09500690802101976>
- Jones, M. G. (2013). Conceptualizing size and scale. In *Quantitative Reasoning in Mathematics and Science Education* (Vol. 3, pp. 147–154).
- Jones, M. G., & Taylor, A. R. (2009). Developing a sense of scale: Looking backward. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(4), 460–475. <https://doi.org/10.1002/tea.20288>
- Muliani, M., Zahara, S. R., Safriana, S., Ginting, F. W., & Novita, N. (2023). Perbandingan keterampilan proses sains siswa berdasarkan gender melalui model pembelajaran inkuiiri terbimbing. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Sains*, 06(02), 32–41.
- Murdani, E. (2020). Hakikat fisika dan keterampilan proses sains. *Jurnal Filsafat Indonesia*, 3(3), 72–80.
- Putri, B. C. R., & Wiyanto. (2022). Kemampuan menaksir ukuran pada siswa SMA. *Unnes Physics Journal Education (UPEJ)*, 11(3), 95–103. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/upej>
- Siegler, R. S., & Booth, J. L. (2004). Development of numerical estimation in young children. *Child Development*, 75(2), 428–444.
- Sonia, S., & Medriati, R. (2022). Analisis motivasi belajar siswa dan kemampuan berpikir kritis siswa SMA Negeri 1 Tebing Tinggi pada pembelajaran fisika selama masa pandemi covid-19. *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika*, 9(1), 87–100.
- Sugiyono, S. (2019). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sulastri, I., Sahala, S., & Syukran, M. (2021). Analisis keterampilan proses sains tentang gerak harmonis peserta didik kelas X SMA. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Khatulistiwa*, 10(9), 1–8.
- Triani, E., Darmaji, & Astalini. A. (2023). Identifikasi keterampilan proses sains dan kemampuan berargumentasi. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran IPA Indonesia*, 13(1), 9–16. <https://doi.org/10.23887/jppii.v13i1.56996>

