

KAJIAN KINEMATIKA GERAK PADA GERAK KENDARAAN BERMOTOR DI JALAN KABUPATEN NGAWI SEBAGAI SUMBER BELAJAR FISIKA

Heni Ruspitasari¹⁾, Supeno²⁾, Yushardi¹⁾

¹⁾Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember, Jember, Jawa Timur, Indonesia

²⁾Pendidikan IPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember, Jember, Jawa Timur, Indonesia

Corresponding author : Supeno

E-mail : supeno.fkip@unej.ac.id

Diterima 07 Juni 2022, Direvisi 06 September 2022, Disetujui 07 September 2022

ABSTRAK

Penelitian ini membahas tentang fenomena gerak kendaraan bermotor di jalan Kabupaten Ngawi yang dapat dioptimalkan menjadi sumber belajar fisika SMA. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji karakteristik besaran dinamis dan karakteristik jenis gerak pada gerak kendaraan di jalan Kabupaten Ngawi serta pemanfaatannya sebagai desain sumber belajar fisika. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan metode survei. Penelitian ini dilakukan dengan cara mengukur kecepatan, jarak tempuh dan waktu tempuh kendaraan sepeda motor saat melintasi jalan menurun. Selanjutnya dilakukan interpretasi data dalam bentuk grafik. Hasil kajian karakteristik jenis gerak pada gerak kendaraan di jalan Kabupaten Ngawi menunjukkan bahwa karakteristik jenis gerak pada gerak kendaraan di jalan menurun di kabupaten ngawi adalah jenis gerak lurus berubah beraturan (GLBB) dipercepat, sedangkan karakteristik jenis gerak pada gerak kendaraan di jalan mendatar setelah melintasi lintasan menurun adalah jenis gerak lurus berubah beraturan (GLBB) diperlambat. Hasil kajian kinematika digunakan sebagai data utama rancangan sumber belajar yang berupa lembar kerja peserta didik (LKPD). Kegiatan pembelajaran dalam desain LKPD ini mampu melatih keterampilan observasi, pengelompokan, penggunaan angka atau bilangan (berhitung), prediksi, eksperimen, dan keterampilan.

Kata kunci: kinematika; gerak kendaraan; sumber belajar.

ABSTRACT

This study discusses the phenomenon of motorized vehicle motion on the Ngawi Regency road which can be optimized as a source of high school physics learning. The purpose of this study was to examine the characteristics of dynamic quantities and the characteristics of the type of motion in the motion of vehicles on the Ngawi Regency road and their use as a physics learning resource design. The type of research used is quantitative research with survey methods. This research was conducted by measuring the speed, distance, and travel time of a motorcycle when crossing a downhill road. Furthermore, the interpretation of the data in the form of graphs is carried out. The results of the study of the characteristics of the types of motion on the motion of vehicles on the road in Ngawi Regency show that the characteristics of the types of motion on the motion of vehicles on the downhill road in Ngawi Regency are the type of accelerated linear motion (GLBB), while the characteristics of the type of motion on the motion of the vehicle on a horizontal road after crossing the track. Downhill is a type of uniformly changing straight motion (GLBB) that is slowed down. The results of the kinematics study are used as the main data for the design of learning resources in the form of student worksheets (LKPD). The learning activities in the LKPD design can train observation, grouping, use of numbers (counting), prediction, experimentation, and communication skills.

Keywords: kinematics; vehicle movement; learning resources.

PENDAHULUAN

Fisika adalah cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari gejala alam dan interaksinya serta menjelaskan cara mengukur gejala alam tersebut melalui pengamatan dan penyelidikan (Wibowo et al., 2016). Fisika adalah ilmu yang mempelajari fenomena dan peristiwa alam (Wahyuningsih

et al., 2016). Artinya mata pelajaran Fisika merupakan salah satu bagian dari pendidikan yang memiliki potensi yang sangat besar untuk dikaitkan dengan kegiatan atau fenomena lingkungan dalam kehidupan sehari-hari. Kurniawan et al. (2021) dan Ulfa et al. (2021) mengemukakan bahwa banyak kejadian fisika dalam kehidupan sehari yang dapat

dieksplorasi dan dikaitkan dengan pembelajaran fisika di sekolah. Kajian terhadap kejadian fisika yang riil dalam kehidupan sehari dapat digunakan untuk memperkaya sumber belajar fisika (Himmah et al., 2021; Virani e al., 2018). Beberapa contoh konteks kehidupan sehari-hari dapat dikaitkan dengan materi pembelajaran fisika. Konteks kehidupan sehari-hari berupa penelitian tentang sepeda dapat menjelaskan materi gerak melingkar (Faizah, 2017). Permainan bola basket dapat dianalisa menjadi konsep gerak parabola (Fani, 2017). Aliran air terjun dapat dianalisa menjadi konsep dinamika fluida (Fuadi, et al., 2018). Meskipun beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengkaji fenomena fisika, namun masih banyak konteks kehidupan sehari-hari yang belum dioptimalkan untuk sumber belajar fisika. Sumber belajar yang mengaitkan materi pembelajaran dengan konteks kehidupan sehari-hari siswa dapat meningkatkan penguasaan konsep siswa. Oktaviani et al. (2017) menemukan bahwa penggunaan buku teks fisika kontekstual dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa. Agustin et al. (2018) menemukan bahwa saran yang dapat dikemukakan adalah agar siswa tidak mengalami kesulitan, terutama dalam mengaitkan konsep fisika dengan persamaan matematika, sangat perlu menampilkan materi yang familiar bagi siswa.

Salah satu bahan kajian dalam fisika yang dapat dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari adalah kinematika gerak. Kinematika adalah studi tentang gerak dan tidak ada hubungannya dengan penyebab gerak. Kinematika merupakan salah satu mata pelajaran yang diajarkan dalam pembelajaran fisika di SMP, dan materi yang diajarkan adalah posisi, kecepatan dan percepatan, serta waktu (Tebabal & Kahssay, 2015). Kinematika gerak dalam fisika dapat dijelaskan melalui konteks kehidupan sehari-hari. Salah satu contoh konteks kehidupan siswa sehari-hari yang berkaitan dengan materi fisika khususnya konsep kinematika gerak adalah gerak kendaraan bermotor melalui berbagai kondisi jalan, misalnya jalan menurun. Ilmu kinematika membahas tentang gerak lurus yang terbagi menjadi gerak lurus beraturan (GLB) dan gerak lurus berubah beraturan (GLBB). Gerak lurus beraturan adalah gerak suatu benda sepanjang garis lurus, dengan kecepatan tetap sehingga percepatannya nol. Dalam gerak linier beraturan (GLB), jarak yang ditempuh per satuan waktu adalah tetap dalam nilai dan arah.

Beberapa jalan berelevasi di Kabupaten Ngawi dapat dikaitkan dengan

peristiwa kinematika gerak saat kendaraan melintas. Kabupaten Ngawi memiliki topografi dataran tinggi dan dataran datar. Kabupaten Ngawi terletak di dataran tinggi yaitu di kaki Gunung Lawu. Berdasarkan ketinggiannya, Kabupaten Ngawi terletak pada ketinggian antara 47-1000 meter di atas permukaan laut. Kemiringan tanah di Kabupaten Ngawi adalah 0-40%. Ketinggian lahan yang beragam dan kemiringan lahan yang bervariasi menggambarkan adanya jalan menurun yang memiliki kemiringan yang beragam. Adanya karakteristik lintasan pada jalan Kabupaten Ngawi dapat dijadikan bahan penelitian untuk mempelajari besaran-besaran dinamis kinematika gerak fisika. Selanjutnya perlu dilakukan analisis hasil belajar besaran dinamis agar dapat digunakan untuk memperkaya sumber belajar fisika di sekolah. Saat ini, belum ada gambaran rinci tentang kondisi gerak kendaraan jika dikaitkan dengan kinematika gerak dinamis di jalan Kabupaten Ngawi. Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan kajian besaran dinamis pada gerak kendaraan bermotor di jalan Kabupaten Ngawi sebagai salah satu sumber pembelajaran fisika.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan metode survei. Variabel penelitian yang digunakan adalah variabel terukur. Dalam pengumpulan data ini dilakukan dengan adanya batasan masalah. Batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

- Jenis kendaraan bermotor yang digunakan adalah sepeda motor yang sama di setiap titik pengukuran dimana sepeda motor memiliki dan dianggap lebar ban konstan.
- Percepatan gravitasi dan kecepatan angin dianggap sama di seluruh titik penelitian.
- Pengendara sepeda motor yang mempengaruhi luas bidang bernilai konstan.

Penelitian ini dilakukan dengan mengukur kecepatan, jarak, dan waktu tempuh sepeda motor saat melintasi jalan yang menurun. Handayani et al (2019) menemukan bahwa diperoleh berupa data besaran fisik kinematika yaitu gerak lurus yang dilakukan pada dua lintasan yaitu datar (kecepatan) dan kemiringan atau penurunan (kecepatan dan percepatan). Abdullah (2016) menemukan bahwa di dalam kendaraan, kecepatan sesaat ditunjukkan dengan angka pada speedometer. Selanjutnya dilakukan interpretasi data dalam bentuk tabel dan grafik. Setelah tahap interpretasi data, dilakukan kajian kinematika gerak berupa analisis kesesuaian data yang diperoleh dari lapangan dengan materi teori

kinematika gerak. Kemudian dilakukan tahap desain sumber belajar yaitu hasil belajar kinematika yang dilakukan pada tahap sebelumnya akan digunakan sebagai desain sumber belajar berupa lembar kerja siswa (LKPD). Tahap terakhir dalam alur penelitian ini adalah penarikan kesimpulan.

Alat dan bahan yang digunakan dalam pendataan adalah sepeda motor dengan speedometer digital, stopwatch, meteran tanah, perekam video, penanda jalan, berupa lakban atau cat, aplikasi altimeter di smartphone, selang diisi air. Data lapangan diperoleh melalui kegiatan yang dilakukan melalui langkah-langkah pengumpulan data sebagai berikut:

- a. Penentuan tempat dan titik penelitian
Lokasi penelitian adalah beberapa titik di Kabupaten Ngawi.
- b. Penentuan instrumen penelitian
Dalam pengumpulan data diperlukan instrumen pengumpulan data. Instrumen penelitian adalah alat yang digunakan dalam pengumpulan dan analisis data.
- c. Langkah-langkah pengukuran data,
 - 1) Menyiapkan tempat dan alat untuk pengumpulan data.
 - 2) Menentukan titik yang akan diukur.
 - 3) Mengukur jarak dan tinggi serta hitung kemiringan jalan menggunakan rumus Pythagoras.
 - 4) Menjalankan sepeda motor sambil merekam kondisi stopwatch dan speedometer.
- d. Format dan tabulasi data penelitian sesuai tabel data penelitian.

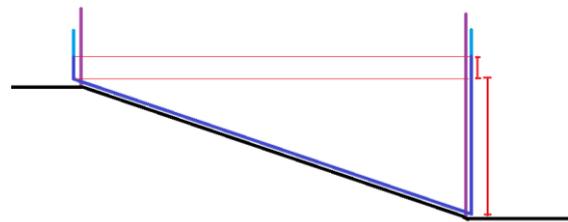


Gambar 1. Sistem lintasan dalam penelitian

Sistem daerah lintasan penelitian dapat dilihat pada gambar 1, pada daerah A-B merupakan daerah lintasan mendatar yang menjadi lintasan pertama digunakan untuk menstabilkan kecepatan sepeda motor dan belum dilakukan pengukuran data. Daerah B-C merupakan daerah lintasan miring yang menjadi lintasan kedua dan dilakukan pengukuran data kecepatan, waktu tempuh dan jarak tempuh sepeda motor. Daerah C-D merupakan daerah lintasan mendatar yang menjadi lintasan ketiga dan dilakukan pengukuran data hingga sepeda motor berhenti dengan sendirinya (kecepatan bernilai 0).

Penelitian dilakukan dengan tanpa adanya penambahan ataupun pengurangan

kecepatan oleh pengendara sepeda motor (dilakukan tanpa penambahan gas dan tanpa adanya rem). Sudut kemiringan dari suatu jalan menurun dapat diketahui menggunakan rumus segitiga pythagoras. Segitiga pythagoras yang digunakan terdiri dari sisi miring berupa panjang lintasan dan sisi depan berupa perbedaan ketinggian atas dan ketinggian bawah dari jalan menurun. Perbedaan ketinggian atas dan ketinggian bawah dicari menggunakan hukum bejana berhubungan dengan sistem seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sistem pengukuran perbedaan ketinggian konsep bejana berhubungan.

Keterangan warna:

Hitam = permukaan tanah/trek yang diamati,

Ungu = tongkat/pohon,

Biru muda = selang,

Biru tua = selang berisi air.

Penentuan beda ketinggian

dirumuskan: $\Delta h = h_A - h_B$

$$x = \Delta h + k$$

$$\Delta h = x - k \quad (1)$$

Hukum bejana berhubungan menyatakan bahwa permukaan air dalam bejana berhubungan akan selalu mendatar walaupun diameter selang berbeda-beda (Maliasih, Sulhadi, & Hindarto, 2015). Dalam bejana yang terhubung, permukaan cairan serupa dalam keadaan setimbang terletak pada bidang horizontal.



Gambar 3. Segitiga Pythagoras untuk menentukan sudut kemiringan jalan

Selanjutnya, gunakan perbedaan ketinggian bagian atas dan bawah jalan yang menurun untuk mencari sudut kemiringan melalui rumus segitiga Pythagoras sesuai dengan gambar yang ditunjukkan pada Gambar 3.

Perbedaan ketinggian: $AB = \Delta h$

Rumus Pythagoras:

$$\frac{AC}{\sin \theta} = \frac{AB}{\sin \theta}$$

$$\theta = \arcsin \frac{AB}{AC}$$

$$\theta = \arcsin \frac{\Delta h}{AC} \quad (2)$$

Data yang diperoleh dari hasil pengukuran secara langsung perlu dilakukan analisis untuk menjawab rumusan masalah penelitian. Teknik analisis berupa teknik analisis data kajian gerak kendaraan menjadi sumber belajar fisika. Alat dan bahan yang digunakan dalam analisis data yaitu data hasil penelitian, software Microsoft Excel 2010 dan konsep teori fisika. Langkah-langkah analisis data terdiri atas: menginterpretasikan data dari tabel data hasil penelitian ke dalam grafik lalu mengkaji grafik hasil interpretasi data dengan materi pembelajaran fisika konsep kinematika gerak kemudian perancangan desain sumber belajar yang sesuai dengan pembelajaran fisika di SMA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dimulai dengan tahap persiapan. Pada tahap ini, data, informasi, dan teori yang mendukung penelitian dikumpulkan dan diusulkan apakah penelitian ini dapat dilakukan. Pengumpulan data yang dilakukan pada tahap persiapan adalah mencari dan mengumpulkan informasi pada titik-titik lokasi penelitian yang memenuhi kriteria penelitian, yaitu belum ada kajian kinematika gerak yang dijadikan sebagai sumber pembelajaran fisika di lokasi dan tempat tersebut memiliki jalan menurun dengan berbagai ketinggian. Proses pemilihan lokasi menghasilkan 3 lokasi penelitian, yaitu Jalan 1 Jalan Widodaren, Jalan 2 Grenteng dan Jalan 3, Jalan SMK PGRI 3 Walikukun.

Tahap selanjutnya adalah interpretasi data lapangan sesuai dengan yang dibutuhkan dalam penelitian. Pengukuran pertama adalah mengukur panjang jalan menurun. Selanjutnya beri marka jalan berupa selotip warna jingga atau biru setiap kelipatan jarak 5 meter. Penanda jalan ini digunakan sebagai data jarak tempuh kendaraan. Kemudian ukur perbedaan ketinggian dengan menggunakan selang air sebagai bejana berhubungan. Konsep bejana tersambung menyatakan bahwa permukaan air dalam bejana berhubungan akan selalu rata meskipun diameter selang berbeda (Maliasih et al., 2015). Pengukuran perbedaan ketinggian dengan memasang selang di bagian atas dan bawah jalan turunan kemudian menandai ketinggian air di bagian bawah jalan turunan sehingga ketinggian yang diukur antara permukaan tanah dan ketinggian air di selang

adalah nilai perbedaan ketinggian jalan menurun. Sistem pengukuran beda tinggi seperti terlihat pada Gambar 3. Pengukuran panjang lintasan dan beda tinggi dilakukan untuk menghitung sudut elevasi jalan menurun dengan menggunakan rumus Pythagoras seperti yang ditunjukkan pada persamaan 2.

Penelitian ini dilakukan pada 3 ruas jalan menurun, yaitu Jalan Jalan Widodaren, Jalan Grenteng, Jalan SMK PGRI 3 Walikukun. Pengamatan dilakukan dalam 3 hari sekali jalan satu hari. Data hasil penelitian di setiap ruas jalan lintasan penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Penelitian ini membutuhkan data kecepatan setiap saat pada kendaraan yang bergerak pada jalur miring. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan speedometer sepeda motor digital. Speedometer sepeda motor digital yang digunakan menampilkan 2 digit kecepatan sepeda motor dalam kilometer per jam. Jarak tempuh menggunakan meteran darat dengan menandai setiap 5 meter menggunakan marka jalan. Waktu tempuh diukur menggunakan stopwatch digital. Stopwatch digital yang digunakan menampilkan 5 digit waktu, yaitu 1 digit angka yang menunjukkan menit, 2 digit angka yang menunjukkan sekon, dan 2 digit angka yang menunjukkan 1/100 sekon.

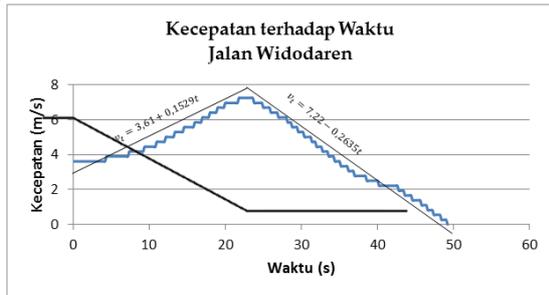
Tabel 1. Data Penelitian pada Lintasan Penelitian

Lintasan	Ketinggian (m AMSL)	Panjang lintasan (m)	θ (°)
Jalan Widodaren	75	111,00	2,36
Jalan Grenteng	71	6,90	3,92
Jalan SMK PGRI 3 Walikukun	77	19,80	4,55

Langkah-langkah menjalankan sepeda motor dilakukan mulai dari sepeda motor berjalan dengan rem dan gas dikondisikan agar menghasilkan kecepatan yang konstan saat melintasi titik AB pada sistem lintasan penelitian. Sistem lintasan penelitian secara lengkap ditunjukkan pada Gambar 2. Kecepatan awal ditentukan secara merata di semua lokasi penelitian, yang layak pada 20 km/jam dalam tampilan speedometer digital atau konversi satuan SI adalah 3,61 m/s. Selanjutnya pada saat mulai melintasi titik B pada sistem track area penelitian, penambahan rem dan gas dilakukan untuk menghilangkan penambahan rem dan gas, sehingga tidak terjadi transmisi dari mesin sepeda motor. Hal ini dilakukan sampai

kecepatan sepeda motor menjadi nol atau kecepatan berkurang dengan sendirinya. Semua data direkam menggunakan perekam video.

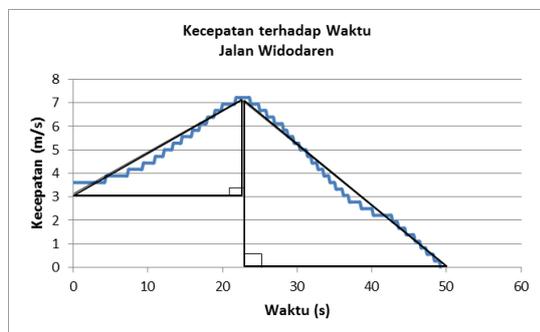
Tahap selanjutnya adalah tahap menginterpretasikan data lapangan berupa pengolahan data yang diperoleh pada tahap sebelumnya dalam bentuk grafik. Grafik hasil penelitian yang dilaksanakan di lintasan pertama yaitu Jalan Widodaren ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 8.



Gambar 4. Grafik kecepatan terhadap waktu Jalan Widodaren

Berdasarkan data penelitian pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa hubungan antara kecepatan dan waktu di Jalan Widodaren pada 0 hingga 23,6 sekon dalam grafik garis tren linier menunjukkan hubungan yang positif, dimana semakin bertambah waktu yang diukur pada stopwatch maka semakin besar kecepatan yang ditunjukkan oleh speedometer. Hubungan antara kecepatan dan waktu di Jalan Widodaren sebesar 21,8 hingga 49,2 sekon dalam grafik garis tren linier menunjukkan hubungan yang negatif, dimana waktu yang diukur pada stopwatch semakin bertambah, kecepatan yang ditunjukkan oleh speedometer berkurang.

Pada Jalan Widodaren besaran-besaran kinematika gerak dapat dikaji sebagai berikut:



Gambar 5. Segitiga perhitungan berdasar data lapangan besaran-besaran kinematika di Jalan Widodaren

Berdasarkan Gambar 5, pada saat 0 sekon hingga 23,6 sekon besaran-besaran kinematika gerak dapat dikaji sebagai berikut:

a. Percepatan

$$a = \tan \alpha = \frac{3,61}{23,6} = 0,1529 \text{ m/s}^2$$

b. Persamaan Kecepatan

$$v_t = v_0 + at = 3,61 + 0,1529t$$

Pada saat 21,8 sekon hingga 49,2 sekon besaran-besaran kinematika gerak dapat dikaji sebagai berikut:

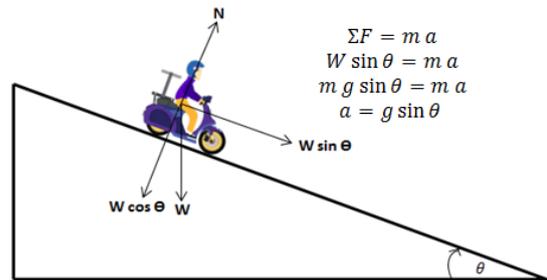
a. Percepatan

$$a = \tan \alpha = \frac{7,22}{27,4} = 0,2635 \text{ m/s}^2$$

b. Kecepatan sesaat

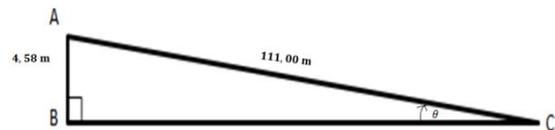
$$v_t = v_0 - at = 7,22 - 0,2635t$$

Secara teori, besaran-besaran kinematika gerak pada jalan menurun digambarkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Gaya yang bekerja pada gerak di jalan menurun

Pada Jalan Widodaren dikaji secara teori kinematika gerak, nilai percepatannya digambarkan pada Gambar 7.

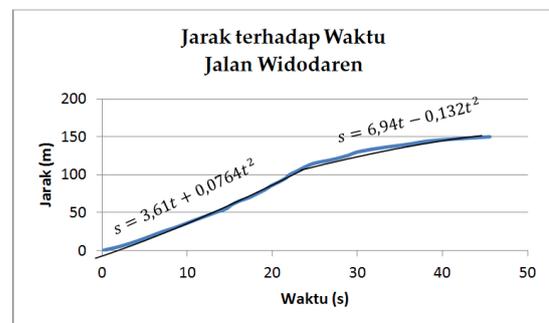


Gambar 7. Segitiga perhitungan berdasar teori kinematika di Jalan Widodaren

$$a = g \sin \theta$$

$$a = 9,8 \frac{4,58}{111}$$

$$a = 0,404 \text{ m/s}^2$$



Gambar 8. Grafik jarak terhadap waktu Jalan Widodaren

Berdasarkan data penelitian pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa hubungan jarak tempuh dengan waktu tempuh di Jalan

Widodaren sebesar 0 sekon hingga 23,79 sekon menggunakan grafik trendline polinomial menunjukkan hubungan yang positif, dimana semakin lama waktu yang diukur pada stopwatch maka semakin besar jarak yang ditunjukkan oleh penanda jalan. Hubungan jarak tempuh dengan waktu tempuh di Jalan Widodaren pada 21,49 sekon hingga 45,55 sekon menggunakan grafik polinomial trendline menunjukkan hubungan yang negatif, sedangkan waktu yang diukur pada stopwatch meningkat, jarak yang ditunjukkan oleh marka jalan semakin besar tetapi fungsi eksponensial semakin kecil.

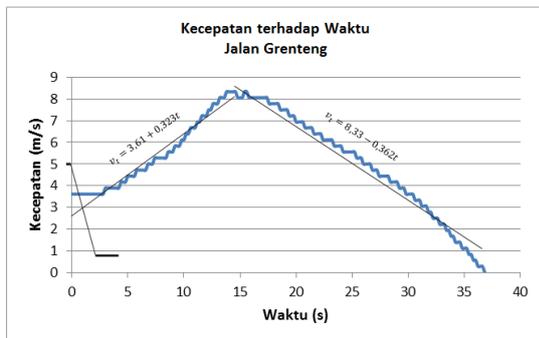
Berdasarkan Gambar 8, pada saat 0 sekon hingga 23,79 sekon besaran kinematika gerak berupa jarak dapat dikaji sebagai berikut:

$$s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 3,61t + 0,0764t^2$$

Pada saat 21,49 sekon hingga 45,55 sekon besaran kinematika gerak berupa jarak dapat dikaji sebagai berikut:

$$s = s_0 + v_0 t - \frac{1}{2} a t^2 = 6,94t - 0,132t^2$$

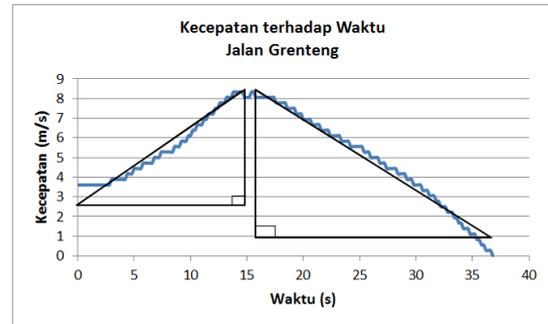
Grafik hasil penelitian yang dilaksanakan di lintasan kedua yaitu Jalan Grenteng ditunjukkan pada Gambar 9 dan Gambar 12.



Gambar 9. Grafik kecepatan terhadap waktu Jalan Grenteng

Berdasarkan data penelitian pada Gambar 9 dapat dilihat bahwa hubungan antara kecepatan dan waktu di Jalan Grenteng pada 0 sekon hingga 14,6 sekon dalam grafik garis tren linier menunjukkan hubungan yang positif, dimana semakin bertambah waktu yang diukur pada stopwatch maka semakin besar kecepatan yang ditunjukkan oleh speedometer. Hubungan antara kecepatan dan waktu di Jalan Grenteng sebesar 21,8 sekon hingga 49,2 sekon dalam grafik garis tren linier menunjukkan hubungan yang negatif, dimana waktu yang diukur pada stopwatch semakin bertambah, kecepatan yang ditunjukkan oleh speedometer berkurang.

Pada Jalan Grenteng besaran-besaran kinematika gerak dapat dikaji seperti pada Gambar 10.



Gambar 10. Segitiga perhitungan berdasar data lapangan besaran-besaran kinematika di Jalan Grenteng

Berdasarkan Gambar 10, pada saat 0 sekon hingga 14,6 sekon besaran-besaran kinematika gerak dapat dikaji sebagai berikut:

a. Percepatan

$$a = \tan \alpha = \frac{4,72}{14,6} = 0,3232 \text{ m/s}^2$$

b. Persamaan Kecepatan

$$v_t = v_0 + at = 3,61 + 0,3232t$$

Pada saat 13,8 sekon hingga 36,8 sekon besaran-besaran kinematika gerak dapat dikaji sebagai berikut:

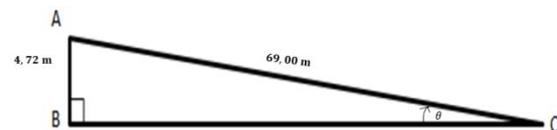
a. Percepatan

$$a = \tan \alpha = \frac{8,33}{23} = 0,362 \text{ m/s}^2$$

b. Persamaan Kecepatan

$$v_t = v_0 - at = 8,33 - 0,362t$$

Pada Jalan Grenteng dikaji secara teori kinematika gerak, nilai percepatannya digambarkan pada Gambar 11.



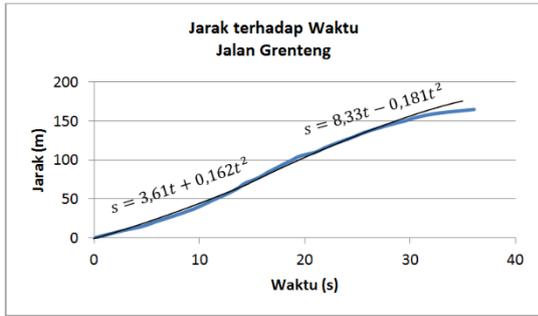
Gambar 11. Segitiga perhitungan berdasar teori kinematika di Jalan Grenteng

$$a = g \sin \theta$$

$$a = 9,8 \cdot \frac{4,72}{69}$$

$$a = 0,670 \text{ m/s}^2$$

Grafik hasil penelitian jarak terhadap waktu yang dilaksanakan di Jalan Grenteng ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik Jarak terhadap waktu Jalan Grenteng

Berdasarkan data penelitian pada Gambar 12 dapat dilihat bahwa hubungan antara jarak tempuh dengan waktu tempuh di Jalan Grenteng menggunakan grafik polinomial trendline menunjukkan hubungan yang positif, dimana semakin lama waktu yang diukur pada stopwatch maka semakin besar jarak yang ditunjukkan oleh penanda jalan. Hubungan jarak tempuh dengan waktu tempuh di Jalan Grenteng sebesar 14,28 sekon hingga 36,08 sekon menggunakan grafik polinomial trendline menunjukkan hubungan yang negatif, sedangkan waktu yang diukur pada stopwatch bertambah, jarak ditunjukkan oleh penanda jalan semakin besar tetapi fungsi eksponensial semakin kecil.

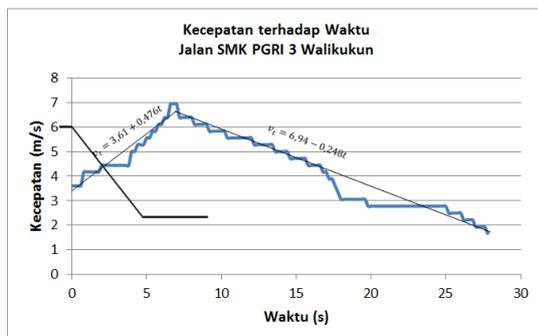
Berdasarkan Gambar 12, pada saat 0 sekon hingga 14,28 sekon besaran kinematika gerak berupa jarak dapat dikaji sebagai berikut:

$$s = s_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2 = 3,61t + 0,162t^2$$

Pada saat 14,28 sekon hingga 36,08 sekon besaran kinematika gerak berupa jarak dapat dikaji sebagai berikut:

$$s = s_0 + v_0t - \frac{1}{2}at^2 = 8,33t - 0,181t^2$$

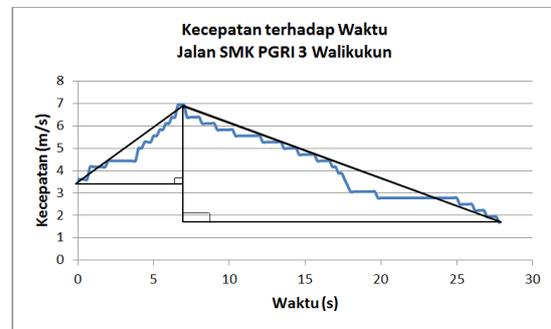
Grafik hasil penelitian yang dilaksanakan di lintasan ketiga yaitu Jalan SMK PGRI 3 Walikukun ditunjukkan pada Gambar 13 dan Gambar 16.



Gambar 13. Grafik kecepatan terhadap waktu Jalan SMK PGRI 3 Walikukun

Berdasarkan data penelitian pada Gambar 13 dapat dilihat bahwa hubungan antara kecepatan dan waktu di Jalan SMK PGRI 3 Walikukun 0 sekon hingga 7,0 sekon dalam grafik garis tren linier menunjukkan hubungan yang positif, dimana pertambahan waktu yang diukur pada stopwatch, semakin besar kecepatan yang ditunjukkan oleh speedometer. Hubungan antara kecepatan dan waktu di Jalan SMK PGRI 3 Walikukun sebesar 6,6 sekon hingga 27,8 sekon dalam grafik garis tren linier menunjukkan hubungan yang negatif, dimana pertambahan waktu diukur pada stopwatch, semakin kecil kecepatan yang ditunjukkan oleh speedometer.

Pada Jalan SMK PGRI 3 Walikukun besaran-besaran kinematika gerak dapat dikaji sebagai berikut:



Gambar 14. Segitiga perhitungan berdasar data lapangan besaran-besaran kinematika di Jalan SMK PGRI 3 Walikukun

Pada saat 0 sekon hingga 7 sekon besaran-besaran kinematika gerak dapat dikaji sebagai berikut:

a. Percepatan

$$a = \tan \alpha = \frac{3,33}{7} = 0,476 \text{ m/s}^2$$

b. Persamaan Kecepatan

$$v_t = v_0 + at = 3,61 + 0,476t$$

Pada saat 6,6 sekon hingga 27,8 sekon besaran-besaran kinematika gerak dapat dikaji sebagai berikut:

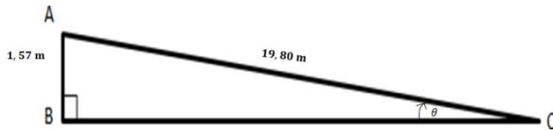
a. Percepatan

$$a = \tan \alpha = \frac{5,27}{21,2} = 0,248 \text{ m/s}^2$$

b. Persamaan Kecepatan

$$v_t = v_0 - at = 6,94 - 0,248t$$

Pada Jalan SMK PGRI 3 Walikukun dikaji secara teori kinematika gerak, nilai percepatannya dikaji pada Gambar 15.

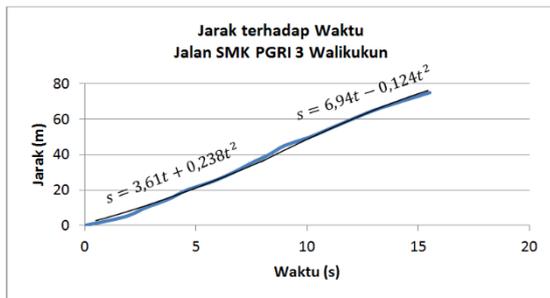


Gambar 15. Segitiga perhitungan berdasar teori kinematika di Jalan SMK PGRI 3 Walikukun

$$a = g \sin \theta$$

$$a = 9,8 \frac{1,57}{19,8}$$

$$a = 0,777 \text{ m/s}^2$$



Gambar 16. Grafik Jarak terhadap waktu Jalan SMK PGRI 3 Walikukun

Berdasarkan data penelitian pada Gambar 16 dapat dilihat bahwa hubungan jarak tempuh dengan waktu tempuh di Jalan SMK PGRI 3 Walikukun pada 0 sekon hingga 7 sekon pada grafik trendline polinomial menunjukkan hubungan yang positif, dimana semakin lama waktu yang diukur pada stopwatch, semakin besar jarak yang ditunjukkan oleh marka jalan. Hubungan jarak tempuh dengan waktu tempuh di Jalan SMK PGRI 3 Walikukun sebesar 14,28 sekon hingga 36,08 sekon pada grafik trendline polynomial menunjukkan hubungan yang negatif, sedangkan waktu yang diukur pada stopwatch meningkat, jarak yang ditunjukkan oleh marka jalan semakin besar tetapi dengan fungsi eksponensial. semakin kecil.

Berdasarkan Gambar 16, pada saat 0 sekon hingga 6,69 sekon besaran kinematika gerak berupa jarak dapat dikaji sebagai berikut:

$$s = s_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2 = 3,61t + 0,238t^2$$

Pada saat 6,9 sekon hingga 15,52 sekon besaran kinematika gerak berupa jarak dapat dikaji sebagai berikut:

$$s = s_0 + v_0t - \frac{1}{2}at^2 = 6,94t - 0,124t^2$$

Berdasarkan kajian yang telah dilakukan terhadap data penelitian pada 3 jalan menurun yang berbeda, hasilnya konsisten. Studi tentang kecepatan terhadap waktu tempuh digambarkan dalam grafik yang

menunjukkan hubungan linier positif ketika melintasi jalur menurun dan grafik hubungan linier negatif ketika melintasi jalur horizontal setelah melintasi jalur menurun. Studi tentang jarak tempuh terhadap waktu tempuh digambarkan dalam grafik yang menunjukkan hubungan polinomial positif ketika melintasi jalur menurun dan grafik hubungan polinomial negatif ketika melintasi jalur horizontal setelah melintasi jalur menurun.

Penelitian pertama dilaksanakan di Jalan Widodaren. Berdasarkan perhitungan data lapangan, kecepatan terhadap waktu tempuh kendaraan saat melintasi lintasan menurun Jalan Widodaren adalah sebesar $0,153 \text{ ms}^{-2}$. Sedangkan berdasarkan teori hukum II Newton besarnya percepatan kendaraan saat melintasi lintasan menurun Jalan Widodaren adalah sebesar $0,404 \text{ ms}^{-2}$. Penelitian kedua dilaksanakan di Jalan Grenteng. Berdasarkan perhitungan data lapangan, kecepatan terhadap waktu tempuh kendaraan besarnya percepatan kendaraan saat melintasi lintasan menurun Jalan Grenteng adalah sebesar $0,323 \text{ ms}^{-2}$. Sedangkan berdasarkan teori hukum II Newton besarnya percepatan kendaraan saat melintasi lintasan menurun Jalan Grenteng adalah sebesar $0,670 \text{ ms}^{-2}$. Penelitian ketiga dilaksanakan di Jalan SMK PGRI 3 Walikukun. Berdasarkan perhitungan data lapangan, kecepatan terhadap waktu tempuh kendaraan besarnya percepatan kendaraan saat melintasi lintasan menurun Jalan SMK PGRI 3 Walikukun adalah sebesar $0,476 \text{ ms}^{-2}$. Sedangkan berdasarkan teori hukum II Newton besarnya percepatan kendaraan saat melintasi lintasan menurun Jalan SMK PGRI 3 Walikukun adalah sebesar $0,777 \text{ ms}^{-2}$.

Berdasarkan perhitungan percepatan berdasarkan data lapangan dan teori dari 4 jalan menurun berbeda tersebut menunjukkan hasil yang konsisten yaitu nilai percepatan berdasarkan data lapangan tidak sama dengan nilai percepatan berdasarkan teori. Perbedaan nilai tersebut terjadi karena faktor luar di lingkungan penelitian diantaranya perlambatan karena gaya gesek antara ban sepeda motor dengan permukaan jalan dan perlambatan karena gaya gesek luas bidang yang bersentuhan dengan angin saat sepeda motor melintas. Sehingga nilai percepatan berdasarkan teori lebih besar dari nilai percepatan berdasarkan data lapangan dikarenakan nilai percepatan berdasarkan teori menganggap faktor luar bernilai 0 atau tidak ada. Dalam grafik ditunjukkan dalam beberapa segmen waktu kecepatan yang ditunjukkan bernilai konstan, hal ini terjadi karena

sensitivitas speedometer yang digunakan. Speedometer yang digunakan dalam penelitian ini memiliki nilai satuan terkecil sebesar 1 km/jam atau dalam satuan SI bernilai 0,278 m/s. Sehingga hal ini berpengaruh terhadap sensitivitas atau kemampuan speedometer dalam memberikan tanggapan terhadap perubahan nilai pengukuran yang terjadi.

Setelah tahap interpretasi data, dilakukan kajian kinematika gerak berupa analisis kesesuaian data yang diperoleh dari lapangan dengan materi teori kinematika gerak. Kajian kecepatan terhadap waktu tempuh saat melintasi lintasan menurun digambarkan dalam grafik yang menunjukkan hubungan linier positif dimana sesuai dengan konsep gerak lurus berubah beraturan dipercepat. Hal ini juga sesuai dengan Saroyo (2002) yang menemukan bahwa gerak lurus berubah beraturan adalah gerak benda titik yang membuat lintasan garis lurus dengan sifat bahwa jarak yang ditempuh per satuan waktu tidak sama, sedangkan arah geraknya tetap. Kajian jarak tempuh terhadap waktu tempuh saat melintasi lintasan menurun digambarkan dengan menunjukkan hubungan polinomial positif yang juga sesuai dengan konsep gerak lurus berubah beraturan dipercepat. Sedangkan penelitian kecepatan terhadap waktu tempuh saat melintasi lintasan mendarat setelah melintasi lintasan menurun yang digambarkan dalam grafik menunjukkan hubungan linier negatif sesuai dengan konsep perlambatan gerak lurus berubah beraturan.

Kemudian dilakukan tahap desain sumber belajar. Hasil kajian kinematika digunakan sebagai data utama untuk perancangan sumber belajar. Rancangan sumber belajar yang disusun dalam penelitian ini bersifat kontekstual, yaitu sumber belajar yang disusun berdasarkan fenomena fisik yang terjadi di lingkungan. Fenomena ini merupakan pergerakan kendaraan bermotor di jalan yang menurun. Jenis sumber belajar yang disusun dalam bentuk lembar kerja siswa (LKPD) dengan mata pelajaran Kinematika Gerak. Pengembangan LKPD dalam penelitian ini dilakukan pada level 1 untuk menghasilkan desain saja. Rancangan LKPD ini akan menjadi sumber belajar bagi siswa untuk materi Kinematika Gerak pada pembelajaran fisika di SMA. Hal ini sesuai dengan definisi sumber belajar yang dikemukakan oleh Mulyasa (2006) menemukan bahwa sumber belajar adalah segala sesuatu yang dapat memudahkan siswa memperoleh banyak informasi, pengetahuan, pengalaman, dan keterampilan dalam proses pembelajaran. Perancangan LKPD dalam penelitian ini sudah sesuai dengan kompetensi dasar 4.4 yaitu

menyajikan data eksperimen dan grafik untuk menyelidiki sifat gerak benda yang bergerak lurus dengan kecepatan tetap (tetap) dan bergerak lurus dengan percepatan konstan (tetap) bersama dengan arti fisiknya. Desain LKPD menyajikan prosedur eksperimental sederhana untuk memindahkan kendaraan di jalan yang menurun.

Rancangan sumber belajar yang disusun dalam penelitian ini bersifat kontekstual, yaitu sumber belajar yang disusun berdasarkan fenomena fisik yang terjadi di lingkungan. Fenomena ini merupakan pergerakan kendaraan bermotor di jalan yang menurun. Jenis sumber belajar yang disusun dalam bentuk lembar kerja siswa (LKPD) dengan mata pelajaran Kinematika Gerak. Rancangan LKPD ini akan menjadi sumber belajar bagi siswa untuk materi Kinematika Gerak pada pembelajaran fisika di SMA. Desain LKPD menyajikan prosedur eksperimental sederhana untuk memindahkan kendaraan di jalan yang menurun. Dengan adanya perancangan LKPD kontekstual ini diharapkan dapat menjadi pedoman bagi mahasiswa untuk melakukan percobaan gerak kendaraan di jalan menurun. Tambahan, desain LKPD dilengkapi dengan soal-soal diskusi untuk memudahkan siswa menyimpulkan dari percobaan yang telah dilakukan. Rancangan LKPD terdiri dari 5 komponen yaitu komponen penutup, komponen instruksi, komponen apersepsi, komponen inti, dan komponen evaluasi.

Dengan adanya perancangan LKPD kontekstual ini diharapkan dapat menjadi pedoman bagi mahasiswa untuk melakukan percobaan gerak kendaraan di jalan menurun. Selain itu, desain LKPD dilengkapi dengan soal-soal diskusi untuk memudahkan siswa menyimpulkan dari percobaan yang telah dilakukan. Kegiatan pembelajaran dalam desain LKPD dapat melatih keterampilan observasi, pengelompokan, penggunaan angka (berhitung), prediksi, eksperimen, dan komunikasi. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian dari Yunansyah (2018) mengemukakan bahwa fenomena fisika sebagai pembelajaran IPA dapat melatih dan mengembangkan kemampuan ilmiah anak, sehingga memberikan kontribusi bagi penalaran anak di masa yang akan datang. Beberapa keterampilan ilmiah yang dapat dilatih untuk anak antara lain keterampilan observasi, pengelompokan, penggunaan angka (berhitung), prediksi, eksperimen, dan komunikasi. Selain itu, pembelajaran fisika berbasis fenomena kontekstual dapat mengembangkan berbagai keterampilan berpikir, diantaranya keterampilan berpikir

kritis (Yuliani et al., 2022) dan keterampilan komunikasi (Safitri et al., 2022).

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan: hasil kajian karakteristik besaran dinamis pada gerak kendaraan di ruas jalan Kabupaten Ngawi menunjukkan bahwa pada saat melintasi jalan menurun, besarnya dinamik besarnya kecepatan meningkat sesuai dengan fungsi linier positif, besaran dinamis jarak juga meningkat sesuai dengan fungsi polinomial positif. Sedangkan pada saat melintasi suatu lintasan mendatar setelah melewati lintasan yang menurun, besar dinamik kecepatan semakin kecil menurut fungsi linier negatif, besaran dinamik jarak semakin besar menurut fungsi polinomial negatif. Hasil kajian karakteristik jenis gerak pada pergerakan kendaraan di jalan Kabupaten Ngawi menunjukkan bahwa karakteristik jenis gerak pada pergerakan kendaraan pada jalan menurun di Kabupaten Ngawi adalah jenis gerak linier dipercepat. (GLBB), sedangkan karakteristik jenis gerak pada gerak kendaraan pada jalan mendatar setelah melintasi lintasan. Menurun adalah jenis gerak lurus berubah beraturan (GLBB) yang diperlambat.

Perancangan sumber belajar fisika materi kinematika gerak melalui pemanfaatan peristiwa gerak kendaraan di jalan Kabupaten Ngawi berupa lembar kerja siswa (LKPD) yang memiliki komponen sebagai berikut: 1) Bagian sampul memuat judul LKPD dan identitas diri; 2) Bagian petunjuk memuat standar kompetensi dan indikator serta petunjuk kerja; 3) Bagian apersepsi berisi identifikasi masalah; 4) Bagian inti berisi eksperimen kinematika gerak pada gerak kendaraan di jalan menurun; 5) Bagian evaluasi berisi soal-soal latihan. Penelitian ini belum terlaksana dengan sempurna sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut.

DAFTAR RUJUKAN

Abdullah, M. (2016). *Fisika Dasar 1. Fisika Dasar 1*. Bandung: Institut Teknologi Bandung Press.

Agustin, P. U. W., Wahyuni, S., & Bachtiar, R. W. (2018). Pengembangan Modul Fisika Berbasis Potensi Lokal "Batik Lumbung dan Tahu Tamanan" untuk Siswa SMA di Kecamatan Tamanan Bondowoso (materi suhu dan kalor). *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 7(1), 62–69.

Faizah, S. (2017). *Kajian Gerak Melingkar pada Sepeda sebagai Rancangan Bahan Ajar Fisika SMA*. Skripsi. Universitas

Jember.

- Fani, S. D. (2017). *Kajian gerak parabola pada permainan bola basket sebagai sumber belajar fisika di SMA*. Skripsi. Universitas Jember.
- Fuadi, M. A., Astutik, S., & Harijanto, A. (2018). Kajian Dinamika Fluida pada Aliran Air Terjun Tujuh Bidadari Kabupaten Jember Berbasis Sensor Waterflow. *FKIP e-PROCEEDING*, 3(1), 351–355.
- Handayani, I. D., Bektiarso, S., & Astutik, S. (2019). Kajian kinematika jalur wisata gunung bromo melalui senduro- lumajang sebagai e-suplemen bahan ajar fisika SMA. *Jurnal Penelitian dan Pendidikan*, 4(1), 146–151.
- Himmah, F., Subiki, & Supeno. (2021). Pengembangan modul pembelajaran fisika SMA pokok bahasan fluida statis berbasis potensi lokal pada waduk Lecari Banyuwangi. *ORBITA: Jurnal Hasil Kajian, Inovasi, dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 7(2), 343–350.
- Kurniawan, A. I. P., Supeno, & Bektiarso, S. (2021). Identifikasi konsep dinamika fluida pada aliran dam sawah menggunakan metode apung (floating method). *Radiasi: Jurnal Berkala Pendidikan Fisika*, 14(2), 108–119.
- Maliasih, Sulhadi, & Hindarto, N. (2015). Pengembangan Alat Peraga Kit Hidrostatik untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Tekanan Zat Cair pada Siswa SMP. *Unnes Physics Education Journal*, 4(3), 50–57.
- Mulyasa, E. (2006). *Kurikulum Berbasis Kompetensi*. Bandung: Remaja Rosda Karya.
- Oktaviani, W., Gunawan, & Sutrio. (2017). Pengembangan Bahan Ajar Fisika Kontekstual Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 3(1), 1–7.
- Safitri, E. M., Maulidina, I. F., Zuniari, N. I., Amaliyah, T., Wildan, S., & Supeno. (2022). Keterampilan komunikasi siswa sekolah dasar dalam pembelajaran IPA berbasis laboratorium alam tentang biopori. *Jurnal Basicedu*, 6(2), 2654–2663.
- Sarojo, G. A. (2002). *Seri Fisika Dasar Mekanika*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Tebabal, A., & Kahssay, G. (2015). The Effects of Student-Centered Approach in Improving Students Graphical Interpretation Skills and Conceptual Understanding of Kinematical Motion. *International Journal for Physics Education*, 5(2), 374–381.

- Ulfa, A., Supeno, & Bektiarso, S. (2021). The characteristics of the elevator motion based on the object's apparent weight. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 9(1), 19–31.
- Virani, W. S., Supeno, & Supriadi, B. (2018). Kajian kinematika gerak pada jalur lokasi kecelakaan berisiko tinggi (blackspot) sebagai sumber belajar fisika di SMA. *Jurnal JRPKF UAD*, 5(1), 22–29.
- Wahyuningsih, R., Wahyuni, S., & Lesmono, A. D. (2016). Pengembangan Instrumen Self Assessment berbasis Web untuk menilai sikap ilmiah pada pembelajaran Fisika di SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 4(4), 338–343.
- Wibowo, F. C., Suhandi, A., Rusdiana, D., Ruhayat, Y., & Darman, D. R. (2016). Microscopic Virtual Media (MVM) in Physics Learning to Build a Scientific Conception and Reduce Misconceptions: A Case Study on Students' Understanding of the Thermal Expansion of Solids. *International Conference on Innovation in Engineering and Vocational Education (ICIEVE)*, (January 2016), 1–10.
- Yuliani, E., Nudzikrinia, A. S., Setianingrum, R., Sari, A. N., & Supeno. (2022). Improving critical thinking skills of elementary school students through composter innovation learning. *Pancaran Pendidikan*, 11(1), 45–56.
- Yunansah, H. (2018). Fenomena Fisika Dalam Mengembangkan Keterampilan Sains Anak Usia Dini. *Cakrawala Dini: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 5(2), 111–118.