

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2017

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030“

24 SEPTEMBER 2017

**KAJIAN KINEMATIKA DAN DINAMIKA GERAK PADA JALUR GUNUNG GUMITIR
SEBAGAI RANCANGAN BAHAN AJAR FISIKA DI SMA**

Fahmi Nur Addinni

Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, UNIVERSITAS JEMBER

fahmidini24@gmail.com

Rayendra Wahyu Bachtiar

Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, UNIVERSITAS JEMBER

rayendra_fkip@unej.ac.id

Sri Handono Budi Prastowo

Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, UNIVERSITAS JEMBER

srihandono947@gmail.com

ABSTRAK

Beberapa hasil penelitian menyatakan bahwa kajian materi kinematika dan dinamika di SMA masih kurang dipahami oleh siswa. Hal ini menjadi landasan kuat bahwa tindakan untuk mengatasi hambatan-hambatan dalam pembelajaran diperlukan sebagai langkah perbaikan. Salah satu langkah perbaikan yaitu dengan cara mengkaji secara langsung materi yang ada di lingkungan sekitar siswa sebagai contoh langsung yang nantinya akan dimasukkan ke bahan ajar fisika di SMA. Salah satu lingkungan yang ada disekitar siswa yaitu Gunung Gumitir, dimana Gunung Gumitir merupakan jalur penghubung antara Kabupaten Banyuwangi dan Kabupaten Jember. Gunung Gumitir memiliki berbagai macam lintasan yaitu jalur turunan, tanjakan, dan tikungan. Dari jalur Gunung Gumitir tersebut dapat dijadikan sebagai kajian dari materi kinematika dan dinamika di SMA. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kinematika dan dinamika gerak pada jalur gunung gumitir sebagai rancangan bahan ajar fisika di SMA. Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif analitis. Teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui data sekunder yaitu data dari dinas terkait (Dinas Marga Nasional) dan data primer yang diambil dari observasi langsung dilapangan. Kedua data tersebut kemudian dikaji secara kinematika dan dinamika gerak yang kemudian dijadikan sebagai rancangan bahan ajar fisika di SMA.

Kata kunci: Kinematika, Dinamika, Gunung Gumitir, Rancangan Bahan Ajar

PENDAHULUAN

Salah satu materi pembelajaran fisika di SMA yaitu tentang Mekanika. Mekanika dibedakan menjadi dua bagian, yaitu: Kinematika dan Dinamika. Kinematika yaitu ilmu yang mempelajari gerak suatu benda tanpa memperhatikan penyebab gerak tersebut. Sedangkan dinamika merupakan ilmu yang mempelajari gerak suatu benda dengan memperhatikan penyebab gerak benda tersebut. Kinematika dan Dinamika gerak merupakan salah satu materi awal yang diajarkan dalam pembelajaran fisika di SMA. Namun pada kenyataannya kajian Kinematika dan Dinamika di SMA masih kurang dipahami oleh siswa, hal ini di dukung oleh penelitian yang dilakukan Saehana & Kasim (2011:3) dan permasalahan sama pada penelitian yang dilakukan oleh Mufarridah

(2015:6) menyatakan bahwa peserta didik mengalami miskonsepsi pada konsep jarak dan perpindahan.

Fakta dilapangan menunjukkan bahwa permasalahan yang dialami siswa dalam pembelajaran Kinematika dan Dinamika secara umum ternyata masih banyak. Fakta ini didukung oleh penelitian yang

dilakukan oleh Muna (2015) menunjukkan dalam materi Dinamika, siswa berargumen bahwa gaya normal pada suatu benda selalu sama dengan berat benda, padahal gaya normal dan gaya berat adalah pasangan gaya aksi reaksi yang selalu bekerja pada semua sistem benda dan selalu berlawanan arah untuk posisi sistem. Hal yang sama dinyatakan dalam penelitian (Pertiwi & Setyarsih, 2015:3) bahwa ketika sebuah truk besar bertabrakan dengan sebuah sedan, maka yang terjadi pada saat tabrakan ialah truk

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2017

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030“

24 SEPTEMBER 2017

mengerjakan gaya terhadap sedan dan sedan mengerjakan gaya yang sama seperti gaya yang diberikan truk kepada sedan tetapi berlawanan arah. Sedangkan konsep yang dimiliki siswa adalah ketika truk dan sedan saling bertabrakan, maka truk yang akan mengerjakan gaya dan sedan tidak mengerjakan gaya sama sekali.

Menurut Suparno (2013, 81-82) penyebab terjadinya miskonsepsi secara garis besar berasal dari siswa, buku, guru, konteks, dan cara mengajar. Salah satu cara untuk mengatasi agar tidak terjadi miskonsepsi yaitu dengan adanya sebuah rancangan bahan ajar fisika yang berbasis kontekstual. Bahan ajar yang berbasis kontekstual dalam pembelajaran Kinematika dan Dinamika dapat diperoleh dari aplikasi pada lintasan jalur Gunung Gumitir. Gunung gumitir adalah jalur penghubung yang dilewati kendaraan dari Kabupaten Jember ke Kabupaten Banyuwangi atau sebaliknya. Beberapa lintasan yang ada pada jalur Gumitir terdiri dari jalur turunan dan tanjakan, tanjakan dan turunan yang menikung, dan jalur yang lurus. Dari kendaraan yang melintasi jalur gunung gumitir dengan bermacam-macam lintasan tersebut kita dapat mengkaji secara kinematika dan dinamika gerak. Dari hasil kajian tersebut akan didapatkan sebuah data atau kondisi real dilapangan yang dapat dijadikan sebagai sebuah rancangan bahan ajar berbasis kontekstual yang ada di lingkungan sekitar siswa. Perlu kita ketahui bahwasanya penelitian yang dilakukan oleh peneliti-peneliti biasanya hanya memuat fenomena- fenomena fisika berdasarkan kejadian sehari-hari tanpa meninjau data-data real di lapangan. Oleh karena itu perlu dilakukan pengambilan data secara empiris pada suatu fenomena nyata agar dapat menerangkan konsep fisika dengan data yang benar atau real data yang ada dilapangan.

Berdasarkan uraian masalah diatas, maka peneliti mengambil judul tentang “Kajian Kinematika dan Dinamika Gerak pada Jalur Gunung Gumitir sebagai Rancangan Bahan Ajar Fisika di SMA”

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif adalah penelitian yang berusaha untuk mendeskripsikan suatu keadaan, suatu kondisi secara ilmiah. Mendeskripsikan disini dimaksudkan agar di peroleh gambaran yang jelas,

obyektif, dari suatu keadaan sebagaimana adanya, tanpa menghubungkan dengan keadaan atau kondisi atau variabel yang lainnya (Masyhud, 2014:104)

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 1 bulan setelah proposal ini diuji dan disetujui oleh penguji dan pembimbing. Sedangkan tempat yang digunakan penelitian ini adalah di Gunung Gumitir pada ketinggian tertentu.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data digunakan untuk mendapatkan data-data yang relevan yang sesuai dengan tujuan penelitian. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu melalui data primer dan data sekunder. Data primer yaitu data yang diperoleh dari observasi langsung dilapangan, sedangkan data sekunder yaitu data yang diperoleh dari Dinas Marga Nasional. Dalam penelitian ini, peneliti mengambil dua titik pada jalur gunung gumitir. Titik pertama yaitu lintasan lurus yang berada di ketinggian 583 mdpl. Pada titik pertama (lintasan lurus) data yang di ambil meliputi: panjang lintasan, kelajuan kendaraan pada saat melintasi jalur tersebut, dan waktu yang diperlukan untuk melintasi jalur tersebut. Titik kedua yaitu jalur tanjakan yang menikung berada di ketinggian 595-617 mdpl pada KM 38. Pada jalur ini (lintasan melingkar) data yang diambil meliputi: panjang lintasan, jari-jari lingkaran pada lintasan tersebut, ketinggian lokasi lintasan, kelajuan kendaraan, sudut dan waktu yang diperlukan. Titik ketiga yaitu jalur turunan (bidang miring) berada di ketinggian 242 mdpl, data yang diambil meliputi: panjang lintasan, ketinggian lokasi lintasan, kelajuan kendaraan, sudut jalan dan waktu yang diperlukan. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: (1) altimeter, altimeter disini digunakan untuk mengukur ketinggian suatu tempat di titik-titik pada jalur gunung gumitir yang digunakan untuk penelitian, (2) penghitung waktu (*stopwach*), digunakan untuk menghitung waktu pada saat peneliti melakukan penelitian yaitu peneliti melakukan simulasi untuk mengetahui kajian kinematika dan dinamika gerak di jalur gunung gumitir, (3) sepeda motor, digunakan untuk melakukan simulasi kajian kinematika dan dinamika, (4) *Google Maps*, digunakan untuk pencarian lokasi dalam penelitian ini, dan (5) Alat Tulis Kertas (ATK), digunakan untuk mencatat hasil penelitian.

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2017

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030“

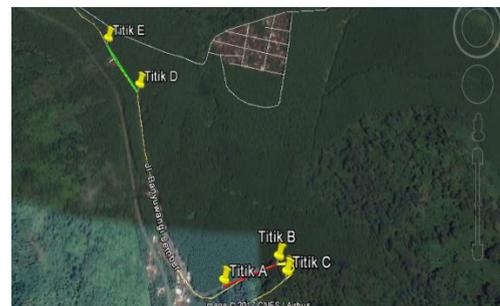
24 SEPTEMBER 2017

Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil observasi di lapangan masih berupa data kasar, sehingga masih perlu di analisis dan di olah. Pengolahan data pada penelitian deskriptif digunakan sebagai langkah awal untuk memberikan gambaran atau deskripsi tentang fenomena atau peristiwa kontekstual di jalur Gunung Gumitir. Kemudian data yang di dapat dianalisis untuk dikaji berdasarkan kajian kinematika dan dinamika gerak sesuai dengan titik yang sudah di tentukan pada jalur Gunung Gumitir. Data tersebut di kaji sesuai dengan pembelajaran kinematika dan dinamika di SMA, hasil data kajian ini nantinya dapat digunakan sebagai acuan atau masukan rancangan bahan ajar fisika di SMA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini dilakukan sebuah kajian tentang kinematika dan dinamika gerak pada jalur tersebut yang kemudian hasil data kajian yang didapat nantinya akan dijadikan sebagai rancangan bahan ajar fisika di SMA. Rancangan bahan ajar ini tidak digunakan dalam proses pembelajaran fisika dikelas sehingga tidak diperlukan adanya validasi. Dalam rancangan bahan ajar ini nantinya dilakukan sebuah uji kepraktisan melalui angket respon siswa. Hasil uji kepraktisan ini hanya dijadikan sebagai dasar perbaikan dalam rancangan bahan ajar sebagai penelitian pengembangan selanjutnya. Peneliti melakukan kajian di beberapa titik pada jalur tersebut, titik yang diambil oleh peneliti terdiri dari lintasan lurus yang nantinya akan dikaji tentang gerak lurus dari kinematika dan dinamika, lintasan tanjakan yang menikung yang nantinya akan dikaji tentang gerak melingkar dari kinematika dan dinamika, dan lintasan turunan yang nantinya akan dikaji tentang gerak pada bidang miring. Lintasan lurus berada pada ketinggian 583, lintasan tanjakan yang menikung ini berada pada ketinggian 595 sampai dengan 617 mdpl, dan lintasan turunan yang berada pada ketinggian 242 mdpl. Adapun denah atau gambar yang diambil dari google earth adalah sebagai berikut:



Gambar 1 Lokasi Penelitian

Dari gambar yang ditunjukkan diatas yang merupakan lintasan lurus (garis lurus) yaitu ditunjukkan mulai dari titik A sampai dengan titik B, titik B sampai dengan titik C yaitu lintasan pada tanjakan yang menikung (gerak melingkar), dan titik D sampai dengan titik E merupakan lintasan turunan. Kendaraan yang digunakan peneliti dalam melakukan penelitian ini adalah sepeda motor honda Beat PGM-FI dengan massa 93 kg dan massa penumpang sepeda motor 54 kg, sehingga massa totalnya adalah 147 kg.

Data Hasil Kajian pada Lintasan 1 (Garis Lurus)

Lintasan 1 pada jalur gunung gumitir dimulai dari titik A sampai pata titik B. Lintasan 1 ini merupakan lintasan datar yang lurus dengan panjang lintasan 230 m. Percobaan yang dilakukan pada lintasan ini dengan menerapkan prinsip Gerak Lurus Beraturan (GLB), yaitu sepeda motor melaju dengan kelajuan tetap. Berikut adalah lintasan lurus pada jalur gunung gumitir yang peneliti gunakan sebagai tempat penelitian:



Gambar 2 Lintasan lurus pada gunung gumitir
(Sumber: google earth)

Adapun data yang diperoleh setelah mengendarai sepeda motor pada lintasan lurus di gunung gumitir dengan kecepatan konstan pada 20 km/jam, 30 km/jam, dan 40 km/jam yang di konversikan dalam bentuk m/s sebagai berikut:

Tabel 1 Hasil data pada lintasan 1 (garis lurus)

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2017

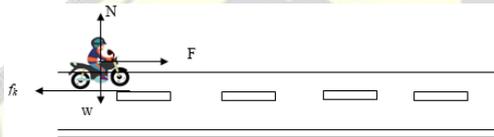
“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030“

24 SEPTEMBER 2017

v_0 ($\frac{m}{s}$)	v_t ($\frac{m}{s}$)	t_0 (s)	t_t (s)	s (m)
5,56	5,56	0	41,31	230
8,33	8,33	0	27,56	230
11,11	11,11	0	20,65	230

Hasil kajian kinematika gerak pada lintasan 1 (gerak lurus). Pada penelitian ini peneliti melakukan 3 kali percobaan dengan lintasan yang berjarak 230 m, kelajuan awal yang digunakan peneliti yaitu: 20 km/jam, 30 km/jam, 40 km/jam dan kelajuan akhir yang digunakan peneliti yaitu: 20 km/jam, 30 km/jam, dan 40 km/jam dengan massa total yang terdiri dari pengendara dan kendaraan yang digunakan masing-masing 54 kg dan 93 kg adalah 147 kg.

Data-data yang diperoleh pada lintasan 1 (garis lurus) dengan kelajuan konstan dapat dikaji kinematika dan dinamika gerak. Adapun besaran-besaran kinematika dan dinamika yang bisa dikaji pada ketiga percobaan sebagai berikut:



Gambar 3 Ilustrasi lintasan lurus pada gunung gumitir

a) Perpindahan

$$x_0 = 0 \text{ m}$$

$$x_t = 230 \text{ m}$$

$$\Delta x = x_t - x_0$$

$$\Delta x = 230 \text{ m} - 0$$

$$\Delta x = 230 \text{ m}$$

Jarak

$$s = 230 \text{ m}$$

b) Kecepatan

Besarnya kecepatan kendaraan sama dengan besarnya kelajuan kendaraan. Pada percobaan ini kelajuan yang digunakan yaitu 20 km/jam atau 5,56 m/s, 30 km/jam atau 8,33 m/s, 40 km/jam atau 11,11 m/s. Jadi besar kecepatannya adalah 20 km/jam atau 5,56 m/s, 30 km/jam atau 8,33 m/s, 40 km/jam atau 11,11 m/s.

c) Percepatan

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$a = \frac{(0 \text{ m/s})}{(41,37 \text{ s})}$$

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

Karena kecepatan pada semua percobaan yang digunakan peneliti konstan sehingga untuk

percepatan dari tiap percobaan sama dengan nol yang artinya kendaraan tidak memiliki percepatan.

d) Gerak Lurus Beraturan (GLB)

Jika ingin mengetahui berapa besar kelajuan yang dibutuhkan sepeda motor jika waktu yang diberikan adalah 41,31 s.

$$s = vt$$

$$v = \frac{s}{t}$$

$$v = \frac{230 \text{ m}}{41,31 \text{ s}} = 5,56 \text{ m/s}$$

e) Gaya

Massa sepeda motor = 93 kg

Massa penumpang = 54 kg

Massa total = massa sepeda motor + massa penumpang

$$= 93 \text{ kg} + 54 \text{ kg}$$

$$= 147 \text{ kg}$$

Gaya berat (w):

$$w = m_{total} \times g$$

$$w = 147 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2$$

$$w = 1470 \text{ kg} \times \text{m/s}^2$$

$$w = 1470 \text{ N}$$

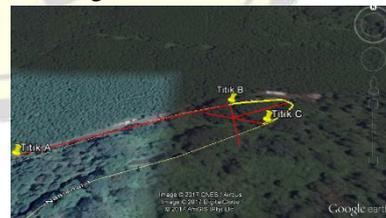
Gaya normal (N):

$$N = w$$

$$N = 1470 \text{ N}$$

Data Hasil Kajian pada Lintasan 2 (Gerak Melingkar Beraturan)

Pada tahap lintasan tanjakan yang meniskus ini terdapat dua kajian yaitu kajian pada kinematika gerak satu dimensi dan analisis kajian pada dinamika gerak. Lintasan 2 pada jalur gunung gumitir dimulai dari titik B sampai dengan titik C. Lintasan 2 ini merupakan lintasan tikungan yang menanjak dengan panjang lintasan yaitu 150 m. Adapun lokasi lintasan dalam *google earth* sebagai berikut:



Gambar 4 Lintasan tikungan yang menanjak (Sumber: *google earth*)

Adapun hasil kajian lintasan tanjakan yang meniskus di gunung gumitir dengan kecepatan konstan

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2017

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030“

24 SEPTEMBER 2017

pada 20 km/jam, 30 km/jam, dan 40 km/jam yang di konversikan dalam bentuk m/s sebagai berikut:

Tabel 2 Hasil data pada lintasan 2 (gerak melingkar)

Percobaan	v_0 ($\frac{m}{s}$)	v_t ($\frac{m}{s}$)	s (m)	t (s)	h_1 (mdpl)	h_2 (mdpl)	R (m)
1	5,56	5,56	150	26,95	598	599	67,49
2	8,33	8,33	150	17,99	598	599	67,49
3	11,11	11,11	150	13,48	598	599	67,49

Pada lintasan kedua ini peneliti melakukan 3 kali percobaan dengan menggunakan kecepatan yang berbeda-beda. Kecepatan yang digunakan yaitu dimulai dari 20 km/jam, 30 km/jam dan 40 km/jam atau 5,56 m/s, 8,33 m/s dan 11,11 m/s dengan jarak 150 m.

Kajian kinematika dan dinamika gerak pada lintasan 2 jalur menikung gunung gumitir sebagai berikut:



Gambar 5 Titik potong lintasan 2 jalur tikungan
(Sumber: google earth)

Dari gambar yang ditunjukkan diatas menggambarkan jari-jari yang ingin diketahui. Lintasan kedua ini dimulai dari titik B yang berada di ketinggian 595 mdpl sampai dengan titik C yang berada di ketinggian 617 mdpl. Untuk mendapatkan jari-jari setengah lingkaran maka membuat titik potong dari kedua titik B dan C yang kemudian dari titik potong tersebut bisa diketahui jari-jari setengah lingkaran pada jalur 2 tersebut. Besar jari-jari pada lintasan 2 adalah 67,49 m, maka besaran-besaran kinematika dan dinamika gerak melingkar pada ketiga sebagai berikut:

a) Posisi sudut (θ):

$$\theta = \frac{s}{R}$$

$$\theta = \frac{150 \text{ m}}{67,49 \text{ m}}$$

$$\theta = 2,2 \text{ rad}$$

b) Kecepatan linier (v):

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$v = \frac{150 \text{ m} - 0 \text{ m}}{26,95 \text{ s}}$$

$$v = 5,56 \frac{m}{s}$$

c) Kecepatan sudut (ω):

$$\omega = \frac{v}{R}$$

$$\omega = \frac{5,56 \text{ m/s}}{67,49 \text{ s}}$$

$$\omega = 0,1 \frac{rad}{s}$$

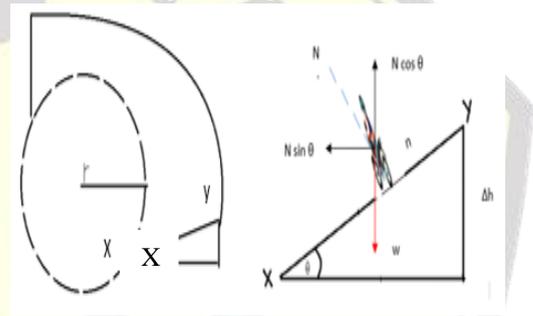
d) Percepatan sentripetal (a_s):

$$a_s = \frac{v^2}{R}$$

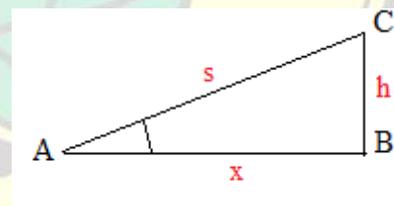
$$a_s = \frac{(5,56 \text{ m/s})^2}{67,49 \text{ m}}$$

$$a_s = 0,45 \frac{m}{s^2}$$

e) Sudut kemiringan tikungan jalan



Gambar 6 Ilustrasi diagram bebas gaya pada jalur tikungan miring



Gambar 7 Menentukan sudut θ pada lintasan 2

Diketahui bahwa jarak A-C adalah 7,55 m, sedangkan untuk ketinggian pada titik A sama dengan ketinggian yang berada di titik B yaitu 598. Ketinggian pada titik C adalah 599 m, jadi jarak antara B dan C adalah 599 m – 598 m = 1 m.

Menggunakan aturan pythagoras:

$$x^2 = s^2 - h^2$$

$$x^2 = 7,55^2 - 1^2$$

$$x^2 = 57,0025 - 1$$

$$x = \sqrt{56,0025}$$

$$x = 7,48$$

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2017

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030“

24 SEPTEMBER 2017

Mencari nilai sudut (α):

$$\sin \alpha = \frac{\Delta h}{s}$$

$$\sin \alpha = \frac{1 \text{ m}}{7,55 \text{ m}}$$

$$\sin \alpha = 0,1324503311$$

$$\alpha = \sin^{-1} 0,1324503311$$

$$\alpha = 7,58^\circ$$

atau

$$\cos \alpha = \frac{x}{s}$$

$$\cos \alpha = \frac{7,48 \text{ m}}{7,55 \text{ m}}$$

$$\cos \alpha = 0,9907284768$$

$$\alpha = \cos^{-1} 0,9907284768$$

$$\alpha = 7,80^\circ$$

atau

$$\tan \alpha = \frac{\Delta h}{x}$$

$$\tan \alpha = \frac{1 \text{ m}}{7,48 \text{ m}}$$

$$\tan \alpha = 0,1336898396$$

$$\alpha = \tan^{-1} 0,1336898396$$

$$\alpha = 7,61^\circ$$

f) Gaya (F):

$$F = m_{total} \times a_s$$

$$F = 147 \times 0,45$$

$$F = 66,15 \text{ N}$$

g) Kecepatan maksimum pada tikungan miring (v_{maks}):

$$v = \sqrt{gR \tan \theta}$$

$$v = \sqrt{10 \times (67,49) \times \tan 7,41^\circ}$$

$$v = \sqrt{10 \text{ m/s}^2 \times (67,49 \text{ m}) \times 0,1300548047}$$

$$v = \sqrt{87,77398769 \text{ m}^2/\text{s}^2}$$

$$v = 9,37 \text{ m/s}$$

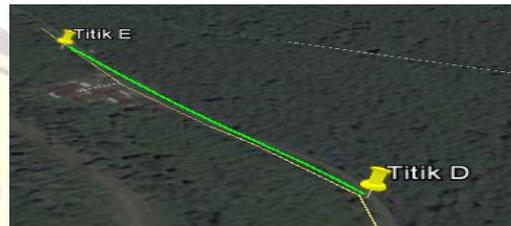
Jadi, kecepatan maksimum kendaraan agar tidak terselip pada jalur tikungan yang menanjak yaitu sebesar **9,37 m/s** atau **33,73 km/jam**. Untuk pengendara sepeda motor pada saat berada pada tikungan tersebut disarankan kelajuan maksimum nya adalah **33,73 km/jam** atau kelajuannya tidak boleh melebihi dari **33,73 km/jam**.

Data Hasil Kajian pada Lintasan 3 (Bidang Miring atau Jalur Turunan)

Lintasan 3 pada jalur gunung gumitir dimulai dari titik D sampai pata titik E. Lintasan 3 ini

merupakan lintasan bidang miring atau pada jalur turunan datar yang lurus dengan panjang lintasan 253 m. Percobaan yang dilakukan pada lintasan ini dengan menerapkan prinsip Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB).

Berikut adalah lintasan lurus pada jalur turunan gunung gumitir yang peneliti gunakan sebagai tempat penelitian:



Gambar 8 Lintasan turunan (Sumber: google earth)

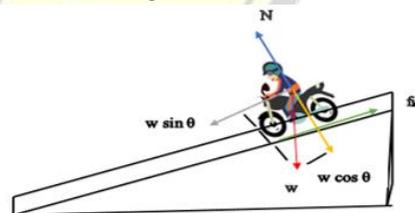
Adapun data yang diperoleh setelah mengendarai sepeda motor pada lintasan lurus jalur turunan di gunung gumitir dengan kecepatan yang sudah dikonsersikan dalam bentuk m/s sebagai berikut:

Tabel 3 Hasil data pada lintasan 3 (bidang miring)

v_0 (m/s)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	v_3 (m/s)	v_4 (m/s)	t (s)	s_0 (m)	s_1 (m)	s_2 (m)	s_3 (m)	s_4 (m)
5,56	5,56	8,33	11,1	11,1	10	0	98	222	253	-
8,33	8,33	11,1	13,8	13,8	10	0	82	152	236	253
11,1	11,1	13,8	16,6	16,6	10	0	66	82	219	253

Hasil kajian kinematika gerak pada lintasan 3 (bidang miring). Pada penelitian ini peneliti melakukan 3 kali percobaan dengan lintasan yang berjarak 253 m, kelajuan awal yang digunakan peneliti yaitu: 20 km/jam, 30 km/jam, 40 km/jam.

Data-data yang diperoleh pada lintasan 3 (bidang miring) dengan kelajuan tertentu dapat dikaji kinematika dan dinamika gerak. Adapun besaran-besaran kinematika dan dinamika yang bisa dikaji pada ketiga percobaan sebagai berikut:



Gambar 9 Ilustrasi lintasan 3 jalur turunan gunung gumitir

a) Perpindahan

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2017

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030“

24 SEPTEMBER 2017

$$\begin{aligned}x_0 &= 0 \text{ m} \\x_t &= 253 \text{ m} \\ \Delta x &= x_t - x_0 \\ \Delta x &= 253 \text{ m} - 0 \\ \Delta x &= 253 \text{ m}\end{aligned}$$

Jarak

$$s = 253 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}a &= \frac{\Delta v}{\Delta t} \\ a &= \frac{v_4 - v_3}{t_4 - t_3} \\ a &= \frac{11,11 - 11,11}{40 - 30} \\ a &= \frac{0}{10}\end{aligned}$$

$$a = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \text{ pada saat } (v_4 - v_3)$$

b) Kecepatan

Besarnya kecepatan kendaraan sama dengan besarnya kelajuan kendaraan. Pada percobaan ini kelajuan yang digunakan yaitu 20 km/jam atau 5,56 m/s, 30 km/jam atau 8,33 m/s, 40 km/jam atau 11,11 m/s. Jadi besar kecepatannya adalah 20 km/jam atau 5,56 m/s, 30 km/jam atau 8,33 m/s, dan 40 km/jam atau 11,11 m/s.

c) Percepatan

$$\begin{aligned}a &= \frac{\Delta v}{\Delta t} \\ a &= \frac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0} \\ a &= \frac{5,56 - 5,56}{10 - 0} \\ a &= \frac{0}{10} \\ a &= 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \text{ pada saat } (v_1 - v_0)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}a &= \frac{\Delta v}{\Delta t} \\ a &= \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} \\ a &= \frac{8,33 - 5,56}{20 - 10} \\ a &= \frac{2,77}{10} \\ a &= 0,27 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \text{ pada saat } (v_2 - v_1)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}a &= \frac{\Delta v}{\Delta t} \\ a &= \frac{v_3 - v_2}{t_3 - t_2} \\ a &= \frac{11,11 - 8,33}{30 - 20} \\ a &= \frac{2,78}{10} \\ a &= 0,27 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \text{ pada saat } (v_3 - v_2)\end{aligned}$$

d) Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)

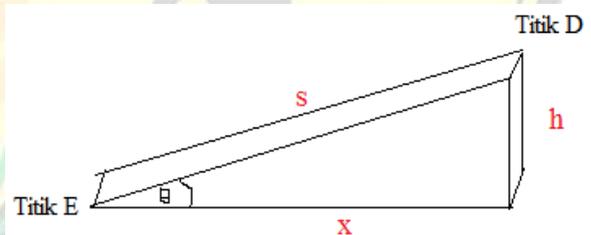
Besar kecepatan sepeda motor saat waktu (t) tertentu, misal t = 20 s:

$$\begin{aligned}v &= v_0 + at \\ v &= 5,56 + (0,27)(20) \\ v &= 10,96\end{aligned}$$

Posisi kendaraan pada saat t tertentu, misal t = 20 s:

$$\begin{aligned}x &= x_0 - v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \\ x &= 0 - (5,56 \times 20) + \frac{1}{2} (0,27)(20)^2 \\ x &= 165,2\end{aligned}$$

e) Sudut kemiringan bidang miring



Gambar 10 Menentukan sudut pada lintasan 3 (bidang miring)

Menggunakan aturan pythagoras:

$$\begin{aligned}x^2 &= s^2 - h^2 \\ x^2 &= 253^2 - 242^2 \\ x^2 &= 64.009 - 58564 \\ x &= \sqrt{5.445} \\ x &= 73,79\end{aligned}$$

Mencari nilai sudut (α):

$$\begin{aligned}\sin \alpha &= \frac{\Delta h}{s} \\ \sin \alpha &= \frac{242 \text{ m}}{253 \text{ m}} \\ \sin \alpha &= 0,9565217391 \\ \alpha &= \sin^{-1} 0,9565217391 \\ \alpha &= 73,04^\circ\end{aligned}$$

atau

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2017

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030“

24 SEPTEMBER 2017

$$\cos \alpha = \frac{x}{s}$$

$$\cos \alpha = \frac{73,79 \text{ m}}{253 \text{ m}}$$

$$\cos \alpha = 0,2916600791$$

$$\alpha = \cos^{-1} 0,2916600791$$

$$\alpha = 73,04^\circ$$

atau

$$\tan \alpha = \frac{\Delta h}{x}$$

$$\tan \alpha = \frac{242 \text{ m}}{73,79 \text{ m}}$$

$$\tan \alpha = 3,279577178$$

$$\alpha = \tan^{-1} 3,279577178$$

$$\alpha = 73,04^\circ$$

f) Gaya

Massa sepeda motor = 93 kg
 Massa penumpang = 54 kg
 Massa total = massa sepeda motor + massa penumpang
 = 93 kg + 54 kg
 = 147 kg

Gaya berat (w):

$$w = m_{\text{total}} \times g$$

$$w = 147 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2$$

$$w = 1470 \text{ kg} \times \text{m/s}^2$$

$$w = 1470 \text{ N}$$

Gaya normal (N):

$$N = w \cos \theta$$

$$N = 1470 \text{ N} \times \cos 73,04^\circ$$

$$N = 428,80 \text{ N}$$

Gaya gesek (f_k):

$$\sum F_x = ma$$

$$w \sin \theta - f_k = m_{\text{total}} a$$

$$f_k = (1470 \text{ N} \times \sin 73,04^\circ) - (147 \text{ kg} \times 0)$$

$$f_k = (1406,067) - (0)$$

$$f_k = 1406,067 \text{ N} \quad \text{pada saat } (v_1 - v_0)$$

$$\sum F_x = ma$$

$$w \sin \theta - f_k = m_{\text{total}} a$$

$$f_k = (1470 \text{ N} \times \sin 73,04^\circ) - (147 \text{ kg} \times 0,27)$$

$$f_k = (1406,067) - (39,69)$$

$$f_k = 1366,377 \text{ N} \quad \text{pada saat } (v_2 - v_1)$$

$$\sum F_x = ma$$

$$w \sin \theta - f_k = m_{\text{total}} a$$

$$f_k = (1470 \text{ N} \times \sin 73,04^\circ) - (147 \text{ kg} \times 0,27)$$

$$f_k = (1406,067) - (39,69)$$

$$f_k = 1366,377 \text{ N} \quad \text{pada saat } (v_3 - v_2)$$

$$\sum F_x = ma$$

$$w \sin \theta - f_k = m_{\text{total}} a$$

$$f_k = (1470 \text{ N} \times \sin 73,04^\circ) - (147 \text{ kg} \times 0)$$

$$f_k = (1406,067) - (0)$$

$$f_k = 1406,067 \text{ N} \quad \text{pada saat } (v_4 - v_3)$$

Koefisien gaya gesek (μ_k):

$$f_k = \mu_k N$$

$$\mu_k = \frac{f_k}{N}$$

$$\mu_k = \frac{1.1406,067 \text{ N}}{428,80 \text{ N}}$$

$$\mu_k = 3,27 \quad \text{pada saat } (v_1 - v_0)$$

$$f_k = \mu_k N$$

$$\mu_k = \frac{f_k}{N}$$

$$\mu_k = \frac{1.366,377 \text{ N}}{428,80 \text{ N}}$$

$$\mu_k = 3,18 \quad \text{pada saat } (v_2 - v_1)$$

$$f_k = \mu_k N$$

$$\mu_k = \frac{f_k}{N}$$

$$\mu_k = \frac{1.366,377 \text{ N}}{428,80 \text{ N}}$$

$$\mu_k = 3,18 \quad \text{pada saat } (v_3 - v_2)$$

$$f_k = \mu_k N$$

$$\mu_k = \frac{f_k}{N}$$

$$\mu_k = \frac{1.1406,067 \text{ N}}{428,80 \text{ N}}$$

$$\mu_k = 3,27 \quad \text{pada saat } (v_4 - v_3)$$

Data Hasil Angket Respon Siswa

Angket respon siswa dianalisis dengan penilaian sebagai berikut: (a) skor 1 mewakili jawaban “Ya” pada pernyataan positif atau jawaban “Tidak” pada pernyataan negatif, (b) skor 0 mewakili jawaban “Tidak” pada pernyataan positif atau jawaban “Ya” pada pernyataan negatif. Siswa merespon positif jika *percentage of agreement* $\geq 50\%$ (Trianto, 2009:243). Data hasil respon siswa dapat dilihat pada Tabel 4.3 dibawah ini:

Tabel 4 Hasil data respon siswa terhadap rancangan bahan ajar fisika

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2017

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030“

24 SEPTEMBER 2017

No.	Indikator	Percentage of agreement	Kriteria
I. Penyajian Isi			
1.	Materi yang disajikan sesuai dengan permasalahan kehidupan sehari-hari	100%	Positif
2.	Contoh-contoh penjelasan yang digunakan relevan dengan kehidupan yang ada di lingkungan sekitar sekolah	78,12%	Positif
3.	Latihan soal yang digunakan relevan dengan kehidupan yang ada di lingkungan sekitar sekolah	81,25%	Positif
4.	Saya mampu memahami keterkaitan konsep materi dengan aplikasi kehidupan yang ada di lingkungan sekitar sekolah	87,5%	Positif
5.	Belajar menggunakan bahan ajar lebih mudah dari pada belajar menggunakan buku biasanya	75%	Positif
II. Kebahasaan dan Kegrafikaan			
1.	Materi yang disajikan menggunakan bahasa yang mudah dipahami	78,12%	Positif
2.	Bahan ajar menggunakan bahasa yang sederhana, jelas, dan mudah dipahami oleh siswa	84,37%	Positif
3.	Gambar yang disajikan sesuai dengan kehidupan yang ada di lingkungan sekitar sekolah	81,25%	Positif
4.	Keberadaan gambar dalam bahan ajar dapat menyampaikan isi materi	100%	Positif
5.	Rancangan bahan ajar memfasilitasi siswa untuk membangun pemahaman berdasarkan pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya	90,62%	Positif
<i>Percentage of agreement</i>		85,62%	Positif

Pada Tabel 4 menunjukkan data respon siswa setelah membaca dan mempelajari isi dari rancangan bahan ajar. Berdasarkan tabel tersebut diketahui bahwa *Percentage of agreement* pada indikator penyajian isi sebesar 84,37% yang artinya siswa merespon positif terhadap penyajian isi yang disajikan pada rancangan bahan ajar yang telah di buat. Sedangkan *Percentage of agreement* pada indikator kebahasaan dan kegrafikaan sebesar 86, 87% yang artinya siswa merespon positif terhadap rancangan bahan ajar pada indikator kebahasaan dan kegrafikaan. Sehingga dari keseluruhan *Percentage of agreement* sebesar 85,62% yang artinya siswa merespon positif terhadap rancangan bahan ajar dan rancangan bahan ajar dapat digunakan dengan syarat adanya perbaikan selanjutnya.

PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kinematika dan dinamika gerak pada jalur lalu lintas gunung gumitir. Kajian kinematika dan dinamika gerak yang dikaji peneliti meliputi besaran-besaran pada kinematika dan dinamika gerak pada pembelajaran kinematika dan dinamika di SMA. Data hasil kajian tersebut akan digunakan sebagai dasar dalam pembuatan rancangan bahan ajar fisika di SMA yang terdiri dari uraian materi, contoh soal dan latihan soal. Rancangan bahan ajar fisika yang sudah dibuat kemudian di uji kepraktisan menggunakan angket respon siswa. Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti didapatkan bahwa pada jalur lalu lintas gunung gumitir dapat dilakukan sebuah kajian tentang kinematika dan dinamika gerak sehingga dari data tersebut dapat digunakan untuk mengaplikasikan materi kinematika dan dinamika gerak di SMA dalam bentuk rancangan bahan ajar.

Sumber belajar tidak hanya diperoleh dari guru dan buku yang bersifat teoritis, tetapi dapat pula diperoleh dari lingkungan sekitar. Karena dalam hasil kajian kinematika dan dinamika gerak ini didapatkan data atau kondisi real di lapangan yaitu gunung gumitir yang nantinya dapat dijadikan siswa sebagai sumber belajar berbasis kontekstual yang ada dilingkungan sekitar siswa. Hal ini sesuai dengan Noor & Wilujeng (2015: 85) yang menyatakan bahwa penggunaan bahan ajar berbasis kontekstual dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa. Hal ini dilihat dari hasil analisis data yang menunjukkan perbedaan skor *pretest* dan *posttest* dari 62, 14 ke 74,78 dengan skor gains sebesar 12,64. Penelitian yang sama dilakukan oleh Sujanem (2012) mengembangkan modul fisika kontekstual interaktif berbasis web dan hasil penelitiannya menunjukkan bahwa draf modul fisika kontekstual yang dihasilkan sangat layak digunakan sebagai penunjang pembelajaran fisika di SMA

Dari beberapa lintasan yang ada di Gunung Gumitir, peneliti mengambil 3 jenis lintasan. Lintasan 1 merupakan lintasan lurus, lintasan 2 merupakan lintasan tikungan yang menanjak, dan lintasan 3 adalah lintasan pada bidang miring. Lintasan 1 (lintasan lurus) pada gunung gumitir memiliki panjang 93 m berada pada ketinggian 583 mdpl. Dari lintasan ini didapatkan besaran-besaran yang ada pada kinematika dan dinamika gerak yang meliputi besaran jarak tempuh kendaraan, perpindahan yang dilakukan sepeda motor, kelajuan yang digunakan peneliti, masa sepeda motor, massa penumpang sepeda motor, dan gaya-gaya yang bekerja pada saat kendaraan sepeda motor bergerak. Sedangkan pada lintasan 2 yaitu lintasan tikungan yang menanjak yang berada di ketinggian 595 mdpl sampai 617 mdpl yang memiliki jarak 150 m. Sesuai dengan materi Kinematika dan Dinamika gerak di SMA, maka lintasan 2 bisa didapatkan besaran-besaran fisika yang meliputi posisi sudut, kecepatan sudut, kecepatan linier, percepatan sentripetal, sudut kemiringan jalan, gaya-gaya yang bekerja pada kendaraan dan kecepatan maksimum pada kendaraan. Pada lintasan 3 (bidang miring) di dapatkan besaran-besaran meliputi: perpindahan, jarak tempuh kendaraan, kecepatan kendaraan, percepatan, sudut kemiringan jalan dan gaya-gaya yang bekerja. Dari ketiga lintasan tersebut bisa digunakan untuk merancang bahan ajar fisika berbasis kontekstual yang ada di lingkungan sekitar

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2017

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030“

24 SEPTEMBER 2017

siswa dengan menggunakan angka-angka atau data-data nyata pada jalur gunung gumitir.

Respon siswa diukur menggunakan angket respon. Angket respon diberikan kepada siswa yang telah mendapatkan materi tentang Kinematika dan Dinamika gerak sebelumnya. Analisis angket respon siswa menggunakan skala Guttman dengan keterangan sebagai berikut: 1) skor 1 mewakili pilihan “ya” pada pernyataan positif atau pilihan “tidak” pada pernyataan negatif, 2) skor 0 mewakili pilihan “tidak” pada pernyataan positif atau pilihan “ya” pada pernyataan negatif. Sebagaimana yang dikatakan Windiyani (2012) bahwa skala Guttman dibuat dalam bentuk *check list* dengan jawaban skor tertinggi satu dan terendah nol. Respon siswa secara keseluruhan mendapat persentase sebesar 85,62% sehingga respon siswa terhadap rancangan bahan ajar fisika pada pokok bahasan Kinematika dan Dinamika gerak pada gunung gumitir termasuk dalam kategori positif. Dengan demikian bahan ajar masuk dalam kategori sangat praktis.

Secara umum siswa setuju (memilih ‘Ya’) misalnya ada pernyataan positif nomor 1 berisi tentang penyajian “materi dan isi” menunjukkan bahwa semua siswa setuju dengan pernyataan tersebut yang artinya siswa merespon positif dengan perolehan persentase 100%. Pada pernyataan negatif, secara umum siswa tidak setuju (memilih ‘Tidak’) misalnya pernyataan nomor 5 pada Kebahasaan dan Kegrampilan yang berisi tentang “rancangan bahan ajar memfasilitasi siswa untuk membangun pemahaman berdasarkan pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya” menunjukkan bahwa terdapat 29 siswa menjawab “Ya” dan 3 siswa menjawab “Tidak”. Hal ini berarti mayoritas siswa menyatakan setuju jika rancangan bahan ajar tersebut dapat memfasilitasi siswa untuk membangun pemahaman berdasarkan pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya, sehingga dapat disimpulkan bahwa siswa memberikan respon positif dengan perolehan persentase sebesar 90,62%.

Adapun kendala pada saat proses pengambilan data tahap observasi dilapangan (gunung gumitir) yaitu pengukuran jari-jari jalan yang tidak bisa dilakukan karena setengah jari-jari lingkaran yang berada di lereng jurang sehingga solusi yang diambil peneliti yaitu untuk mendapatkan data jari-jari jalan menggunakan pengukuran pada *google earth*.

KESIMPULAN

Lintasan 1 (lintasan lurus) pada gunung gumitir memiliki panjang 93 m berada pada ketinggian 583 mdpl. Dari lintasan ini didapatkan besaran-besaran yang ada pada kinematika dan dinamika gerak yang meliputi besaran jarak tempuh kendaraan, perpindahan yang dilakukan sepeda motor, kelajuan yang digunakan peneliti, masa sepeda motor, massa penumpang sepeda motor, dan gaya-gaya yang bekerja pada saat kendaraan sepeda motor bergerak. Pada lintasan 2 yaitu lintasan tikungan yang menanjak yang berada di ketinggian 595 m sampai dengan 617 m yang memiliki jarak 150 m. Sesuai dengan materi kinematika dan dinamika gerak di SMA, maka lintasan 2 bisa didapatkan besaran-besaran fisika yang meliputi posisi sudut, kecepatan sudut, kecepatan linier, percepatan sentripetal, sudut kemiringan jalan, gaya-gaya yang bekerja pada kendaraan dan kecepatan maksimum pada kendaraan. Sedangkan lintasan 3 yaitu jalur turunan (bidang miring) yang berada di ketinggian 242 mdpl memiliki jarak 253 m didapatkan besaran-besaran yang meliputi perpindahan, jarak, kecepatan, percepatan, sudut kemiringan bidang miring, dan gaya-gaya yang bekerja pada kendaraan. Dari data yang didapat bahwa jalur lalu lintas pada gunung gumitir dapat dijadikan sebagai objek untuk mengkaji materi kinematika dan dinamika gerak di SMA.

Rancangan bahan ajar berbasis kontekstual yang ada di sekitar lingkungan siswa terdiri dari uraian materi, contoh soal dan latihan soal. Rancangan bahan ajar fisika yang sudah dibuat di uji kepraktisan dengan menggunakan angket respon siswa. Respon siswa terhadap bahan ajar fisika pada pokok bahasan kinematika dan dinamika gerak pada jalur lalu lintas gunung gumitir diperoleh kepada siswa yang telah mendapatkan materi tersebut. Secara keseluruhan respon siswa mendapat persentase sebesar 85,62% sehingga respon siswa terhadap rancangan bahan ajar fisika pada pokok bahasan kinematika dan dinamika gerak termasuk dalam kategori positif dan rancangan bahan ajar dapat digunakan.

Saran berdasarkan hasil penelitian Rancangan bahan ajar ini perlu penyempurnaan sehingga peneliti selanjutnya dapat mengembangkan lebih lanjut pada penelitian selanjutnya dan penelitian deskriptif ini sebaiknya dikembangkan lebih lanjut pada semua jalur yang ada di gunung gumitir.

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2017

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030“

24 SEPTEMBER 2017

DAFTAR PUSTAKA

- Apriani, H., Muniarti dan A. Pasaribu. 2016. Pengembangan handout dinamika rotasi dan kesetimbangan benda tegar berbasis kontekstual kelas XI IPA SMA. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*. 3 (2): 5
- Masyhud, M, S. 2014. *Metode Penelitian Pendidikan*. Jember: LPMPK
- Mufarridah, D. 2015. Reduksi miskonsepsi kinematika siswa melalui model kooperatif strategi konflik kognitif KIT dan PHET. *Jurnal Ilmu Pendidikan*. 4 (2): 6
- Muna, I, A. 2015. Identifikasi miskonsepsi mahasiswa PGMI pada konsep hukum newton menggunakan CRI. *Jurnal Ilmu Pendidikan*. 13 (2): 318-320
- Noor & Wilujeng. 2015. Pengembangan SSP fisika berbasis pendekatan CTL untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan motivasi belajar. *Jurnal Inovasi Pendidikan*. 1 (1): 85
- Pertiwi, C, A dan Setyarsih, W. 2015. Konsepsi siswa tentang pengaruh gaya pada benda menggunakan instrumen force concept inventory (FCI) termodifikasi. *Jurnal Inovasi Pendidikan*. 4 (2):5
- Saehana, S dan Kasim, S. 2011. Studi awal miskonsepsi mekanika pada guru fisika SMA di kota palu. *Prosiding Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta*. 14 Mei 2011.
- Sujanem, R. 2012. Pengembangan modul fisika kontekstual interaktif berbasis web untuk meningkatkan pemahaman konsep dan hasil belajar fisika siswa SMA di Singaraja. *Jurnal Nasional Pendidikan dan Teknik Informatika (JANAPATI)*. 142 (2): 109.
- Suparno, P. 2013. *Miskonsepsi dan Perubahan Konsep dalam Pendidikan Fisika*. Jakarta: PT. Grasindo.
- Trianto. 2009. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif*. Jakarta: Kencana.
- Windiyani, T. 2012. Instrumen untuk menjaring data interval, nominal, ordinal dan data tentang kondisi, keadaan, hal tertentu dan data untuk menjaring variabel kepribadian. *Jurnal Pendidikan Dasar*. 3 (5). 203-208