

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 GERAK MELINGKAR PADA SEPEDA SEBAGAI RANCANGAN BAHAN AJAR FISIKA SMA

Sofwatul Faizah

Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, UNIVERSITAS JEMBER

sofwatul.faizah@gmail.com

Bambang Supriadi

Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, UNIVERSITAS JEMBER

bambangsscmsg@gmail.com

Rayendra Wahyu Bachtiar

Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, UNIVERSITAS JEMBER

rayendra_fkkip@unej.ac.id

ABSTRAK

Gerak melingkar merupakan salah satu materi dalam fisika yang di ajarkan di tingkat SMA. Salah satu contoh gerak melingkar yang ada di sekitar siswa adalah gerak pada sepeda. Bahan ajar merupakan salah satu bahan yang dapat membantu siswa dalam belajar secara mandiri. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji gerak melingkar yang ada dalam peristiwa gerak sepeda dengan menggunakan variasi *sprocket*. Penelitian ini menggunakan 7 *sprocket* dan kecepatan pedal yang sama untuk setiap variasi *sprocket*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin kecil *sprocket* maka semakin besar nilai kecepatan sepeda, sedangkan semakin besar *sprocket* maka semakin kecil nilai kecepatan sepeda. Data hasil penelitian tersebut dapat digunakan sebagai acuan dalam merancang bahan ajar fisika kontekstual untuk siswa SMA.

Kata Kunci: *Gerak melingkar, sprocket, rancangan bahan ajar kontekstual*

PENDAHULUAN

Fisika merupakan salah satu bagian ilmu pengetahuan alam (IPA) yang mempelajari sifat dan akibat dari fenomena-fenomena alam. Fisika adalah suatu mata pelajaran yang terdapat di SMA. Menurut Indrawati (2007), fisika merupakan ilmu yang banyak mendasari perkembangan ilmu teknologi, serta sebagai ilmu yang banyak digunakan untuk menganalisis sebagian besar peristiwa alam dipelajari dalam fisika. Jadi, di dalam fisika tidak hanya berisi tentang sekumpulan rumus-rumus dan angka-angka, akan tetapi konsep fisika sangat berkaitan dengan kehidupan di alam.

Bagi sebagian siswa pelajaran fisika masih di anggap sulit. Dalam pembelajaran di sekolah jarang di

ajarkan tentang contoh penerapan dalam kehidupan sehari-hari, sehingga siswa merasa fisika merupakan pelajaran yang tidak bermanfaat setelah lulus nantinya (Sari dkk., 2013). Menurut Aprianti dkk (2015), pendidikan yang dijalankan selama ini masih memisahkan pengetahuan formal siswa dengan pengalaman sehari-hari siswa. Sehingga kemampuan siswa untuk mengaitkan konsep fisika dalam kehidupan sehari-hari masih kurang. Selain itu, salah satu penyebab lain kesulitan siswa mempelajari fisika adalah bahan ajar yang digunakan. Sumber belajar berupa buku teks terbatas dan kurang menarik untuk dibaca atau ditelusuri oleh siswa (Tampubolon dkk., 2015). Oleh sebab itu, perlu diciptakan sebuah bahan ajar yang dapat membantu siswa memahami konsep

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

fisika, yaitu berupa bahan ajar kontekstual. Bahan ajar kontekstual merupakan bahan atau materi pelajaran fisika yang berisikan contoh-cotoh konstekstual fisika yang disusun secara sistematis berdasarkan prinsip-prinsip pembelajaran kontekstual. Berdasarkan penelitian Oktaviani dkk (2017), terdapat pengaruh penggunaan bahan ajar fisika kontekstual dalam meningkatkan penguasaan konsep siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelas yang diberi perlakuan dengan penggunaan bahan ajar kontekstual mengalami peningkatan penguasaan konsep yang lebih tinggi dari pada kelas tanpa penggunaan bahan ajar kontekstual.

Salah satu materi yang terdapat dalam fisika adalah gerak melingkar. Materi gerak melingkar merupakan salah satu bagian dari kinematika gerak yang di ajarkan di kelas X . Menurut Kusmanto dkk (2014), gerak melingkar termasuk materi fisika yang memiliki karakteristik konsep yang konkret dan sebagian abstrak. Persamaan-persamaan dalam gerak melingkar hanya diberikan secara teorinya saja. Proses pembelajaran, guru tidak menekankan atau memberikan pengalaman langsung kepada siswa, apalagi mengembangkan kompetensi agar dapat memahami alam sekitar secara ilmiah. Akibat dari kesulitan tersebut, siswa semakin kesulitan dalam memahami konsep gerak melingkar yang diajarkan.

Salah satu contoh gerak melingkar yang ada di sekitar kehidupan siswa adalah gerak pada roda sepeda. Sepeda adalah salah satu transportasi darat yang menggunakan tenaga manusia untuk menggerakkannya. Bersepeda adalah salah satu olahraga yang banyak digemari manusia. Saat ini bersepeda bukan hanya sebagai olahraga, tetapi juga digunakan sebagai sarana rekreasi. Dengan bersepeda banyak manfaat yang di dapatkan, baik untuk lingkungan dan untuk tubuh pengendara. Bersepeda sangat berguna bagi kesehatan tubuh. Bersepeda dapat membantu mengurangi penyakit jantung dan memberikan peningkatan massa tulang otot yang lebih baik. Selain itu bersepeda juga dapat menurunkan berat badan, karena bersepeda dapat membantu mengelola berat badan (Sidjabat, 2016). Selain menyehatkan tubuh, bersepeda sangat hemat uang. Karena jika berkendara bermotor akan mengeluarkan banyak biaya, seperti bensin, perawatan, pajak, parkir dan lain-lain. Sedangkan dengan bersepeda tidak akan memerlukan pengeluaran

sebanyak itu. Maka dari itu, bersepeda di nilai lebih efisien dan efektif di gunakan di lingkungan yang saat ini penuh dengan polusi.

Saat ini perkembangan sepeda sangat pesat, mulai dari sepeda yang hanya memiliki kecepatan tetap sampai sepeda yang dapat di atur kecepatannya. Sepeda yang ada saat ini dapat mengubah kecepatan sesuai dengan kebutuhan. Salah satu bagian sepeda yang dapat mengatur besarnya kayuhan adalah gir, gir pada sepeda terdapat pada bagian depan dan belakang. Gir yang ada pada sebuah sepeda saat ini sangat bervariasi. Dengan mengatur gir, baik gir depan atau belakang dapat mempengaruhi laju dengan lambat atau cepat sepeda tersebut. Gir yang kecil memungkinkan melewati lintasan yang curam, gear yang besar dapat mendorong pengendara secara cepat, sedangkan gear medium merupakan gear yang ideal dan nyaman digunakan untuk perjalanan santai (Downs, 2005:303). Berdasarkan penelitian oleh Erickson dalam Prabin dkk (2016) meneliti untuk meningkatkan keuntungan mekanisme sepeda dengan mengubah diameter *sprocket*, hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa dengan meningkatkan diameter *sprocket*, maka akan diperoleh kecepatan yang lebih tinggi, sehingga keuntungan mekanis yang diperoleh lebih tinggi. Penelitian lain dilakukan oleh Singh dan Sharma (2014) yang meneliti untuk mengukur tingkat mengayuh optimal untuk daya yang diberikan output dengan menggunakan variasi *sprocket* atau gir belakang, menyatakan bahwa semakin besar *sprocket* maka akan menghasilkan daya semakin besar pula.

Berdasarkan uraian di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana kajian gerak melingkar pada sepeda sebagai rancangan bahan ajar fisika SMA?. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji gerak melingkar yang terdapat pada gerak sepeda dengan menggunakan variasi *sprocket*. Data yang di kaji adalah kecepatan sepeda dengan menggunakan *sprocket* yang berbeda-beda.

METODE PENELITIAN

Berdasarkan tujuan penelitian, Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif. Penelitian ini dilaksanakan dengan melakukan study lapangan di salah satu jalan di kampus Universitas Jember dengan lintasan yang lurus dan datar.

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

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sepeda United Avand XC 77 dengan 7 buah *sprocket* dan stopwatch yang digunakan untuk mengukur waktu yang dibutuhkan untuk menempuh jarak 50 meter yang telah ditentukan dengan *sprocket* yang berbeda-beda. Diameter roda yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,65 m dan diameter *chainring* adalah 0,143 m.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara observasi secara langsung di tempat penelitian. Data tersebut diambil saat bersepeda menggunakan variasi *sprocket* dengan salah satu *chainring*, yaitu *chainring medium*. Penelitian ini dilakukan dengan mengayuh sepeda menggunakan variasi *sprocket* yang berbeda-beda dalam jarak tempuh 50 meter, dimana frekuensi kayuhan tiap detiknya dibuat sama. Hal ini karena untuk mengetahui kecepatan sepeda saat menggunakan *sprocket* yang berbeda-beda. Data yang akan diperoleh adalah jumlah kayuhan dan waktu yang dibutuhkan dalam menempuh jarak 50 meter untuk masing masing *sprocket*. Pada penelitian ini mengabaikan hambatan angin, serta mengabaikan gesekan ban dan aspal.

Teknik analisis data dalam penelitian ini dilakukan untuk menjawab analisis untuk menjawab rumusan masalah yang sudah ditentukan. Data-data yang diperoleh digunakan untuk mengkaji gerak melingkar pada gerak sepeda. Data tersebut dikaji berdasarkan gerak melingkar yang diajarkan di SMA. Hasil kajian tersebut digunakan sebagai acuan dalam merancang bahan ajar fisika khususnya materi gerak melingkar di SMA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengukuran jumlah putaran dan waktu menggunakan stopwatch adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Data jumlah putaran dan waktu.

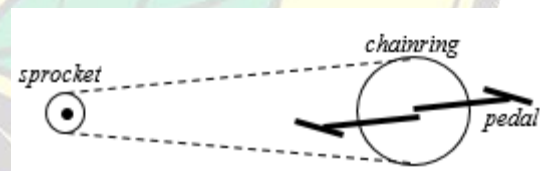
No	$D_{sprocket}$ (m)	Jumlah Putaran	Waktu (s)
1	0,095	14	22,34
2	0,087	13	20,73
3	0,079	12	19,32
4	0,071	11,5	18,34
5	0,063	10,5	16,96
6	0,055	9,5	15,32
7	0,047	9	14,41

Setelah diperoleh data pada tabel 1, selanjutnya menghitung kecepatan sepeda serta kecepatan pedal untuk membuktikan bahwa frekuensi pedal yang terdapat pada *chainring* adalah sama. Hasil perhitungan kecepatan pedal dan kecepatan sepeda adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Kecepatan pedal dan kecepatan sepeda

No	$D_{sprocket}$ (m)	v_{pedal} (rad/s)	v_{sepeda} (m/s)
1	0,095	3,87	2,24
2	0,087	3,87	2,41
3	0,079	3,84	2,59
4	0,071	3,87	2,73
5	0,063	3,83	2,95
6	0,055	3,83	3,26
7	0,047	3,86	3,47

Pada tabel 2, terlihat bahwa semakin besar ukuran *sprocket* maka kecepatan sepeda semakin kecil. Hal ini berkaitan dengan konsep fisika yaitu hubungan roda-roda. *Chainring* yang terdapat pada pedal dan *sprocket* merupakan contoh roda-roda yang dihubungkan dengan rantai. Pada roda-roda yang saling terhubung dengan rantai memiliki kecepatan linier yang sama antara roda satu dengan roda lainnya. Sama halnya pada kasus ini, *chainring* memiliki kecepatan linier yang sama dengan *sprocket*.



Gambar 1. Hubungan *chainring* dan *sprocket*

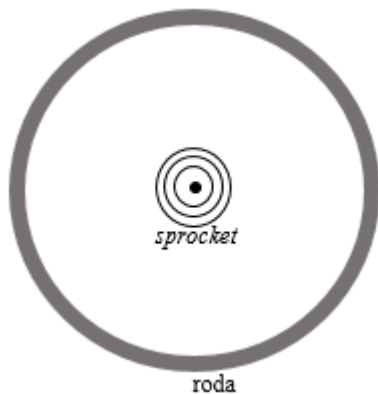
Jika sepeda di kayuh, maka *chainring* akan berputar begitupula pada *sprocket*. Berdasarkan ilmu fisika, kecepatan linier pada *chainring* akan bernilai sama dengan kecepatan linier *sprocket*, akan tetapi kecepatan sudut *chainring* atau kecepatan pedaltidak sama dengan kecepatan sudut *sprocket*.

Nilai kecepatan *sprocket* disini bukanlah nilai kecepatan sepeda. nilai kecepatan sepeda diperoleh dari gerak linier roda sepeda. *Sprocket* dan roda sepeda merupakan contoh hubungan roda-roda sepusat.

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



Gambar 2. Hubungan *sprocket* dan roda

Berdasarkan konsep fisika, jika roda-roda sepusat maka kedua roda tersebut memiliki kecepatan sudut yang sama dan memiliki kecepatan linier yang berbeda antara roda satu dengan lainnya. Sama halnya pada hubungan *sprocket* dengan roda sepeda. Jika *sprocket* bergerak, maka roda juga akan ikut bergerak yang kecepatan sudut keduanya memiliki nilai yang sama dan sudut linier keduanya bernilai tidak sama.

Berdasarkan penjelasan di atas, saat sepeda di kayuh, maka pedal akan menggerakkan *chainring*, *sprocket* dan roda sepeda. Karena *chainring* memiliki kecepatan linier yang sama dengan *sprocket*, dan *sprocket* memiliki kecepatan sudut yang sama dengan roda sepeda. Jadi saat sepeda di kayuh, kecepatan sepeda adalah nilai dari panjang busur pada roda setiap detiknya akibat perubahan sudut roda yang digerakkan oleh *sprocket*, dimana kecepatan linier *sprocket* dan *chainring* adalah sama, artinya besar panjang busur setiap detiknya *chainring* saat bergerak sama dengan nilai panjang busur *sprocket* tiap detiknya.

Pada penelitian ini semakin besar diameter *sprocket*, maka saat sepeda di kayuh dengan kayuhan atau kecepatan pedal yang sama *sprocket* memiliki kecepatan sudut semakin kecil. Akibatnya kecepatan sudut pada roda juga semakin kecil. Semakin kecil kecepatan sudut atau panjang busur roda, maka semakin kecil pula kecepatan linier pada roda. Kecepatan linier pada roda inilah yang di sebut dengan kecepatan sepeda. Begitupula sebaliknya, semakin kecil diameter *sprocket*, maka semakin besar kecepatan sudutnya, dan kecepatan sudut roda sepeda juga semakin besar, akibatnya kecepatan linier roda juga semakin besar.

Misalkan pada penggunaan *sprocket* berdiameter 0,095 m, mengasilkan besar kecepatan sepeda atau kecepatan linier roda 2,24 m/s dengan kecepatan pedal atau kecepatan sudut *chainring* 3,87 rad/s, maka berdasarkan perhitungan dalam materi gerak melingkar adalah sebagai berikut:

- Hubungan *chainring* dan *sprocket*

$$v_c = v_s$$

$$\omega_c r_c = \omega_s r_s$$

maka

$$v_s = v_c = \omega_c r_c$$

$$v_s = (3,87) (0,072)$$

$$= 0,28 \text{ m/s}$$

- Hubungan *sprocket* dan roda sepeda

$$\frac{v_s}{r_s} = \frac{v_r}{r_r}$$

$$v_r = \frac{v_s}{r_s} r_r$$

$$= \frac{0,28}{0,047}$$

$$(0,325)$$

$$= 1,94 \text{ m/s}$$

Dari hasil perhitungan di atas, nilai kecepatan sepeda antara nilai di lapangan dan nilai perhitungan tidak sama. Hal ini karena adanya pengaruh hambatan angin, gesekan ban dan aspal, serta pengaruh-pengaruh lain yang jadikan batasan masalah dalam penelitian ini.

Pada penelitian ini saat menggunakan variasi *sprocket* dengan kecepatan pedal yang sama, semakin besar *sprocket* maka semakin besar energi yang dibutuhkan saat mengayuh, ini terbukti saat mengayuh pada diameter yang lebih besar, kayuhan pada pedal terasa lebih berat. Pada sebaliknya, semakin kecil diameter *sprocket* maka semakin ringan mengayuh pedal. Hal ini terjadi sesuai dengan konsep momen gaya, *sprocket* dan roda sepeda merupakan roda yang sepusat, akibatnya semakin kecil *sprocket* maka lengan gaya semakin besar. Lengan gaya pada peristiwa ini adalah jarak antara roda sepeda dan *sprocket*. Karena lengan gaya semakin besar maka nilai momen gaya semakin besar, akibatnya sepeda mudah di kayuh.

Data penelitian dan pembahasan di atas, digunakan untuk mendesain rancangan bahan ajar fisika kontekstual materi gerak melingkar di SMA. Bahan ajar berisi materi gerak melingkar yang di kaitkan dengan

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

pembahasan di atas, juga berisi contoh soal dan latihan soal dengan menggunakan data yang telah diperoleh.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data yang diperoleh, maka dapat diambil kesimpulan yang dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: semakin besar diameter *sprocket*, maka dengan kecepatan pedal yang sama *sprocket* memiliki kecepatan sudut semakin kecil. Akibatnya kecepatan sudut pada roda juga semakin kecil. Semakin kecil kecepatan sudut roda, maka semakin kecil pula kecepatan sepeda, dan sebaliknya.

Saran

Saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Dalam melakukan penelitian ini, sebaiknya menggunakan alat khusus untuk mengukur kecepatan pedal dan kecepatan sepeda, agar data yang di peroleh lebih akurat.
2. Untuk selanjutnya dapat dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan variasi *chainring* dapat pula mengkaji konsep fisika lain pada sepeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprianti, R., Desnita., dan Budi, E. 2015. Pengembangan Modul berbasis Contextual Teaching and Learning (CTL) dilengkapi dengan Media Audio-Visual untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*. Volume 4 p-ISSN: 2339-0654.
- Downs, T. 2005. *Bicycling: Illustrated Bicycling Maintenance*. <http://3agala.com/images/books/BicyclingIllustratedBicycleMaintenance2005.pdf>. [Diakses pada 13 Juni 2017].
- Indrawati, 2007. Peranan Foto dalam Meningkatkan Kemampuan Mahasiswa Calon Guru Fisika dalam Membuat Media Pembelajaran Fisika Sekolah Menengah yang Kontekstual. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*. 069: 968-984.
- Kusmanto, A., Suparmi., dan Surwanto. 2014. Pendekatan Learning By Doing dalam Pembelajaran Fisika dengan Media Rill dan Multimedia Interaktif Ditinjau dari Kreativitas dan Motivasi Berprestasi. *Jurnal Inkuiri*. 3(3): 65-74
- Oktaviani, W., Gunawan., dan Sutrio. 2017. Pengembangan Bahan Ajar Fisika Kontekstual Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*. 3(1): 1-7.
- Prabin., Venkatasubramanian ., Madasamy, P., and Sakthivel. 2016. A Study on Bicycle Drive Mechanism - A Review. *International Conference on Systems, Science, Control, Communication, Engineering and Technology*. 2: 924-932.
- Sari, D. M., Surantoro., dan Ekawati, E. Y. 2013. Analisis Kesalahan Dalam Menyelesaikan Soal Termodinamika Pada Siswa SMA. *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika*. 3(1): 5-8.
- Sidjabat, S. 2016. Sepeda Sebagai Alat Transportasi Ramah Lingkungan. *Jurnal Manajemen Bisnis Transportasi Dan Logistik*. 3(1): 117:122.
- Singh, R., and Sharma, D.C 2014. Experimental Study of Home Automation by Bicycle Pedal Power Using of Different Sprocket. *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*. 8(2): 77-81.
- Tampubolon, R., Sahyar., dan Sirait, M. 2015. Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Inkuiri Pada Materi Fluida Statis Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Tabularasa PPS Unimed*. 12(2): 189-199.