

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN EKSPERIMEN GAYA CORIOLIS MENGGUNAKAN VIDEO

NENA YULIANA, S.Pd

MA An-Nur Kembang Jeruk, Banyuates
Sampang, 69263, Indonesia
e-mail :cungsalum@gmail.com

Abstrak

Fisika dipandang sebagai suatu proses dan sekaligus produk sehingga dalam pembelajarannya harus mempertimbangkan strategi atau metode pembelajaran yang efektif dan efisien yaitu salah satunya melalui kegiatan praktik. Salah satu pokok bahasan dalam fisika adalah gaya Coriolis. Gaya coriolis adalah gaya semu akibat pengaruh rotasi bumi. Pada umumnya dalam memahami konsep materi gaya Coriolis peserta didik mengalami kesulitan. Salah satu alasannya karena demonstrasi percobaan dikelas tidak jelas, alasan lain karena gambaran statis pada buku-buku fisika yang menyesatkan atau buku teks kadang-kadang membujuk pembaca seolah gaya fiktif tersebut tidak bebar-benar gaya yang ada atau gaya yang bekerja. Selain itu peserta didik yang melihat demonstrasi percobaan tersebut berada dalam sistem koordinat diam (sistem laboratorium), sedangkan gerak gaya Coriolis hanya dapat dilihat pada sistem koordinat yang dipercepat. Oleh karena itu diperlukan suatu metode eksperimen yang mudah dan menarik untuk dipahami siswa. Salah satu cara adalah dengan menggunakan suatu media pembelajaran berupa alat yang dikoneksi dengan video untuk membuktikan adanya fenomena gaya Coriolis.

Kata Kunci: Gaya Coriolis, Media pembelajaran, Video

Abstract

Physics is seen as a process and at the same time so that the product should consider strategy in learning or teaching methods are effective and efficient is one of them through practical activities. One of the subjects in physics is the Coriolis force. Coriolis force is inertia due to the influence of the earth's rotation. In general, to understand the concept of matter Coriolis force learners experiencing difficulties. One reason for the demonstration experiment in class is not clear, another reason for the static picture books on physics misleading or textbooks sometimes persuade the reader as fictitious force is not really existing style or styles working. Additionally students who saw a demonstration of these experiments are in a stationary coordinate system (laboratory system), while the movement of the Coriolis force can only be seen in an accelerated coordinate system. Therefore we need an experimental method that is easy and interesting to understand students. One way is to use a learning media is a tool connectable to the video to prove phenomenon Coriolis force.

Key words: Coriolis force, Learning Media, Video

Pendahuluan

Dalam era globalisasi ini diperlukan sumber daya manusia (SDM) yang mampu berkompetisi dalam penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi. Penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi sangat ditentukan oleh penguasaan ilmu sains (fisika). Teknologi tak dapat berkembang tanpa dukungan ilmu sains. Oleh karena itu, penguasaan ilmu sains harus diupayakan melalui peningkatan mutu pendidikan dan pengajaran ilmu sains mulai dari SD sampai perguruan tinggi.

Fisika adalah ilmu *eksperimental*. Fisikawan mengamati fenomena alam dan berusaha menemukan pola dan prinsip yang menghubungkan fenomena-fenomena ini. Pola ini disebut teori fisika. Perkembangan teori fisika memerlukan kreativitas dalam setiap tahapnya. Fisikawan harus belajar untuk mengajukan pertanyaan yang tepat, merancang percobaan untuk mencoba menjawab pertanyaan-pertanyaan itu, dan menarik kesimpulan yang tepat dari hasilnya. Bagian terpenting dari hubungan antara teori dan percobaan adalah bagaimana cara mengaplikasikan prinsip-prinsip fisika pada berbagai persoalan praktis (Feedman & Young, 2003)

Fisika dipandang sebagai suatu proses dan sekaligus produk sehingga dalam pembelajarannya harus mempertimbangkan strategi atau metode pembelajaran yang efektif dan efisien yaitu salah satunya melalui kegiatan praktik. Hal ini dikarenakan melalui kegiatan praktik, peserta didik melakukan olah pikir dan juga olah tangan. Kegiatan praktik adalah percobaan yang ditampilkan guru dan atau peserta didik dalam bentuk demonstrasi maupun percobaan oleh peserta didik yang

berlangsung di laboratorium atau tempat lain.

Adapun jenis-jenis kegiatan praktik dikelompokkan menjadi 4, yaitu eksperimen standar, eksperimen penemuan, demonstrasi, dan proyek. Kegiatan praktik dalam pembelajaran fisika mempunyai peran motivasi dalam belajar, memberi kesempatan pada peserta didik untuk mengembangkan sejumlah keterampilan, dan meningkatkan kualitas belajar peserta didik (Purnomo, 2006). Eksperimen adalah suatu usaha terencana untuk menjawab sebuah pertanyaan dengan membuat suatu kegiatan di bawah kondisi-kondisi terkontrol. Tahapan dari pelaksanaan eksperimen tersebut dikenal sebagai proses ilmiah atau metode ilmiah (Astono, 2004).

Dalam mengajar fisika baik di sekolah ataupun perguruan tinggi, seringkali guru atau dosen menggunakan metode ceramah untuk menjelaskan gaya Coriolis dalam mata kuliah mekanika bab sistem koordinat noninersial. Metode ceramah untuk menjelaskan gaya Coriolis banyak dijelaskan pada buku-buku teks seperti *Mekanika* oleh Juli Astono, *Fundamental University Physics* oleh Alonso and Finn, *Theory and Problems of Theoretical Mechanics with an introduction to Lagrange's Equations and Hamiltonian Theory* oleh Speagel (Astono, 2005).

Selain menggunakan metode ceramah, gaya Coriolis juga dapat dijelaskan dengan menggunakan metode eksperimen. Metode eksperimen merupakan metode mengajar yang mengajak peserta didik untuk melakukan percobaan sebagai pembuktian, pengecekan bahwa teori yang sudah dibicarakan itu memang benar. Salah satu sub materi dalam pembelajaran fisika yang hendaknya disampaikan dengan menggunakan metode eksperimen adalah

sub materi tentang gaya Coriolis dan gaya sentrifugal.

Topik tentang gaya Coriolis (seperti percepatan linier dan kerangka acuan yang berputar, kerangka acuan inersial, gaya fiktif atau gaya noninersial) memerankan peran utama dalam pengajaran mekanika. Fenomena tentang gaya Coriolis terjadi secara alami dalam kehidupan sehari-hari. Menurut Perrson (1998), pada umumnya dalam memahami konsep materi gaya Coriolis peserta didik mengalami kesulitan. Salah satu alasannya karena demonstrasi percobaan di kelas tidak jelas (misalnya demonstrasi percobaan bandul Foucault), alasan lain karena gambaran statis pada buku-buku fisika yang menyesatkan atau buku teks kadang-kadang membujuk pembaca seolah gaya fiktif tersebut tidak sebenarnya gaya yang ada atau gaya yang bekerja. Selain itu peserta didik yang melihat demonstrasi percobaan tersebut berada dalam sistem koordinat diam (sistem laboratorium), sedangkan gerak gaya Coriolis hanya dapat dilihat pada sistem koordinat yang dipercepat.

Berdasarkan kesulitan-kesulitan di atas maka penulis akan melakukan pengembangan eksperimen gaya Coriolis dengan menggunakan video untuk mengamati gerakan bola menggelinding ke bawah di atas bidang miring pada piringan yang berputar.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan bola yang bergerak menggelinding pada bidang miring di atas piringan berputar pada sistem koordinat diam dan berotasi.

1) Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah

a. Kamera digital

Kamera digital pertama dipasang pada lantai laboratorium menunjukkan sistem koordinat pada saat diam, kemudian kamera digital kedua di pasang pada

piringan yang berputar yang menunjukkan sistem koordinat berotasi.

b. Piringan

Piringan digunakan sebagai sistem koordinat yang berotasi, piringan yang digunakan berdiameter 24 cm.

c. Bidang miring

Bidang miring dari aluminium dan panjangnya 12 cm.

d. Bola

Bola yang digunakan adalah bola gotri yang mempunyai massa 0.8 gram.

e. Penggaris busur

Digunakan untuk mengukur sudut bidang miring lintasan.

f. Motor listrik

Digunakan untuk memutar piringan mempunyai tegangan 12 V.

g. Statif

Digunakan untuk menjepit kamera digital kedua.

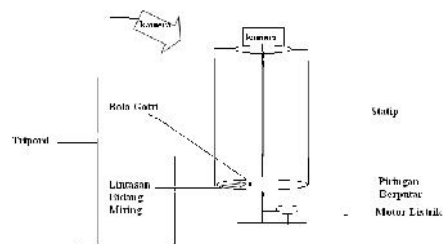
h. Tripod

Digunakan untuk menjepit kamera digital pertama.

i. Power supply

Digunakan untuk memberikan tegangan pada motor listrik sehingga dapat menggerakkan piringan. Tegangan yang digunakan adalah 10 V.

2) Desain percobaan



Gambar 1. Skematik alat eksperimen

3) Metode Pengambilan Data

a) Alat disusun seperti pada gambar 1

b) Sudut kemiringan diatur 3° pada lintasan, dan bola diletakkan pada lintasan.

c) Pada saat motor listrik dinyalakan piringan mulai berputar, kamera pertama yang dipasang pada lantai laboratorium merekam bola jatuh pada bidang miring di

atas piringan berputar pada sistem koordinat diam, sedangkan kamera kedua yang dipasang pada piringan yang berputar merekam bola menggelinding pada bidang miring di atas piringan berputar pada sistem koordinat berotasi.

d) Video hasil rekaman kamera pertama dan kamera kedua akan dianalisis menggunakan program *Tracker* untuk memperoleh data waktu tempuh bola membelok pada saat menggelinding di atas piringan yang berputar yang dibutuhkan dalam menghitung percepatan Coriolis dan sentrifugal serta gaya Coriolis dan gaya sentrifugal.

e) Langkah b sampai langkah d diulangi untuk memperoleh hasil rekaman pada sudut kemiringan 6° dan 8° .

Metode Analisis Data

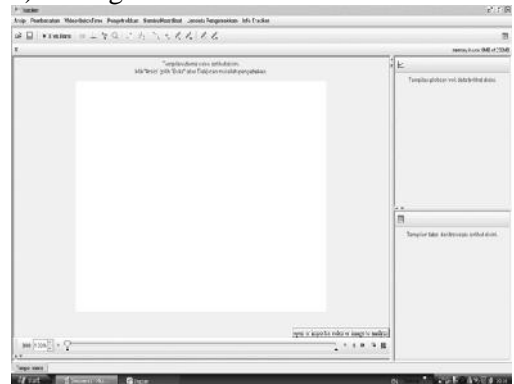
Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan analisis video dengan program *Tracker* untuk memperoleh data waktu tempuh bola membelok pada saat menggelinding di atas piringan yang berputar. Waktu tempuh ini digunakan dalam menghitung percepatan Coriolis, percepatan sentrifugal, gaya Coriolis dan gaya sentrifugal pada sistem koordinat diam dan sistem koordinat berotasi.

Analisis *Tracker* merupakan salah satu *software* dari VBL (*Video Based Laboratory*) yang mempunyai keistimewaan mampu menyajikan gejala fisika secara nyata beserta representasinya baik berupa data kuantitatif dan grafiknya secara simultan. Proses analisis untuk menghitung percepatan Coriolis, percepatan sentrifugal serta gaya Coriolis dan gaya sentrifugal, bola menggelinding pada sistem koordinat saat diam dan berotasi, diawali dengan menyajikan video bola menggelinding dari bidang miring di atas piringan yang berputar pada sistem koordinat diam dan video bola menggelinding dari bidang miring di

atas piringan yang berputar pada sistem koordinat berotasi .

Secara garis besar proses analisis data adalah sebagai berikut:

a) Perangkat lunak *Tracker* di aktifkan



Gambar 2. Tampilan aktif *tracker*

b) Diaktifkan menu *window, right view* dan video gerakkan bola menggelinding dari bidang miring di atas piringan yang berputar pada sistem koordinat saat diam melalui file dan import, sehingga muncul tampilan video gerakkan bola menggelinding dari bidang miring di atas piringan yang berputar pada sistem koordinat diam.

c) Video dijalankan dengan melakukan *tracking* gerakkan bola menggelinding dengan menggunakan *track* untuk menghasilkan data waktu tempuh bola membelok saat menggelinding di atas piringan yang berputar pada sistem koordinat saat diam.

d) Langkah b dan c diulangi untuk video gerakkan bola menggelinding dari bidang miring di atas piringan yang berputar pada sistem koordinat berotasi.

Setelah data yang dibutuhkan sudah tersedia, kemudian untuk menghitung percepatan Coriolis dan sentrifugal serta gaya Coriolis dan gaya sentrifugal bola menggelinding dari bidang miring diatas piringan yang berputar pada sistem koordinat saat diam dan berotasi menggunakan persamaan (1)

$$\frac{d^2\vec{r}}{dt^2} = \frac{d'^2\vec{r}}{dt'^2} + \vec{\omega} \times \vec{\omega} \times \vec{r} + 2\vec{\omega} \times \frac{d'\vec{r}}{dt'} + \frac{d'\vec{\omega}}{dt'} \times \vec{r}$$

dimana

$\frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$ = percepatan relatif terhadap salah satu sistem koordinat

$\frac{d'^2\vec{r}}{dt'^2}$ = percepatan relatif terhadap sistem koordinat berotasi

$\vec{\omega} \times \vec{\omega} \times \vec{r}$ = percepatan sentripetal dari titik saat berotasi terhadap sumbu

$2\vec{\omega} \times \frac{d'\vec{r}}{dt'}$ = percepatan Coriolis yang muncul ketika partikel bergerak dalam sistem koordinat yang berotasi

$\frac{d'\vec{\omega}}{dt'} \times \vec{r}$ = rotasi khusus yang hilang jika $\vec{\omega}$ konstan

persamaan (2)

$$m \frac{d^2\vec{r}}{dt^2} = \vec{F}' = \vec{F} - m\vec{\omega} \times \vec{\omega} \times \vec{r} - 2m\vec{\omega} \times \frac{d'\vec{r}}{dt'} - m \frac{d'\vec{\omega}}{dt'} \times \vec{r}$$

dimana:

$-m\vec{\omega} \times \vec{\omega} \times \vec{r}$ = gaya sentrifugal yang menjauhi pusat

$-2m\vec{\omega} \times \frac{d'\vec{r}}{dt'}$ = gaya Coriolis

$m \frac{d'\vec{\omega}}{dt'} \times \vec{r}$ = gaya transversal untuk

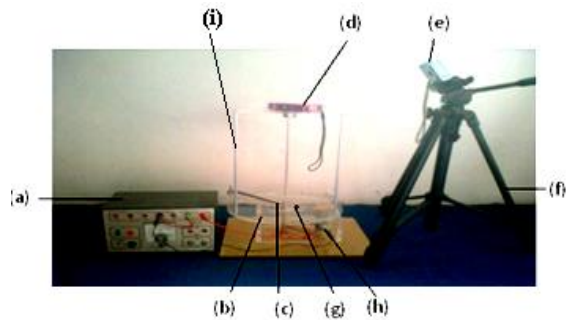
kasus rotasi tak seragam, yang bernilai 0 karena yang ditinjau hanya rotasi seragam saja.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Desain alat penelitian

Dalam eksperimen ini digunakan instrumen dengan rancangan terdiri dari beberapa alat antara lain, dua kamera digital, piringan dengan diameter 24 cm, bola gotri dengan massa 0,8 gram, bidang miring dengan panjang 12 cm, penggaris busur, motor listrik yang mempunyai tegangan 12 volt, statif untuk kamera digital kedua, tripot untuk kamera digital pertama, dan power supply dengan

tegangan 10 volt. Berikut ini merupakan gambar rancangan alat penentuan efek Coriolis.

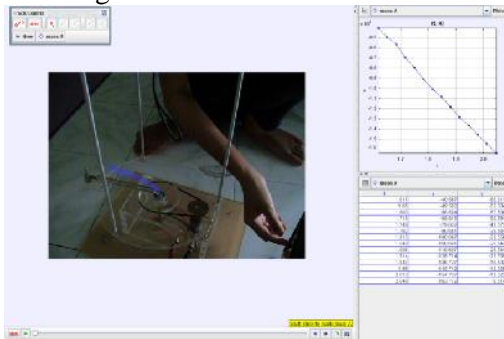


Gambar 3. Desain alat penelitian terdiri dari: (a) *Power supply* (b) piringan berputar (c) bidang lintasan (d) kamera kedua (e) kamera pertama (f) *Tripod* (g) bola gotri (h) motor listrik (i) statif

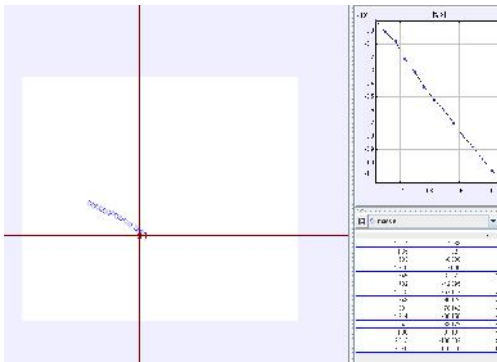
Dari alat yang telah dibuat seperti terlihat pada gambar di atas, kerja alat sudah baik dan dapat digunakan untuk menentukan percepatan Coriolis, percepatan sentrifugal, gaya Coriolis dan gaya sentrifugal pada sistem koordinat diam dan sistem koordinat berotasi.

Tampilan awal *software tracker* disajikan sebagai berikut. Video rekaman bola menggelinding pada piringan yang berputar pada sistem koordinat diam (kamera pertama) dan sistem koordinat berotasi (kamera kedua) dianalisis dengan program *tracker* dan analisis matematis mengikuti persamaan (31) dan (34), maka dapat diketahui nilai percepatan Coriolis, percepatan sentrifugal, gaya Coriolis dan gaya sentrifugal pada sistem koordinat diam dan sistem koordinat berotasi sebagai berikut:

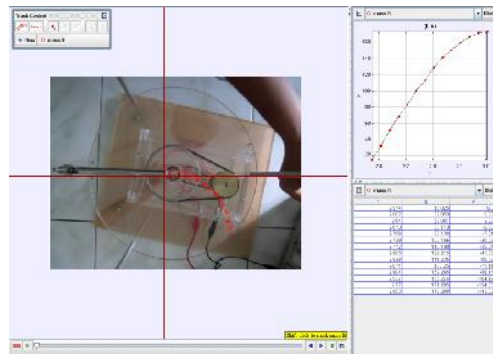
1. Waktu tempuh bola pada sudut kemiringan 3°



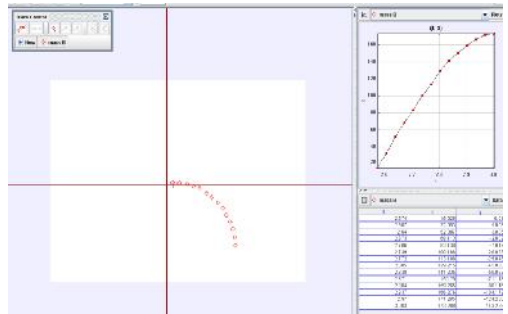
Gambar 4. Tampilan hasil *tracking* pembelokan bola pada sudut kemiringan 3° sistem koordinat diam



Gambar 5. Gejala Coriolis pembelokan bola pada sudut kemiringan 3° sistem koordinat diam



Gambar 6. Tampilan hasil *tracking* pembelokan bola pada sudut kemiringan 3° sistem koordinat berotasi



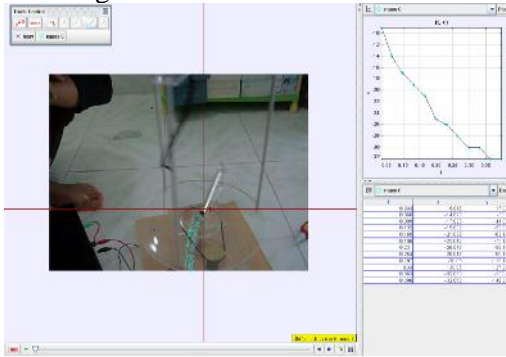
Gambar 7. Gejala Coriolis pembelokan bola pada sudut kemiringan 3° sistem koordinat berotasi

Pada gambar di atas terlihat bahwa data waktu tempuh bola pada saat membelok pada piringan yang berputar.

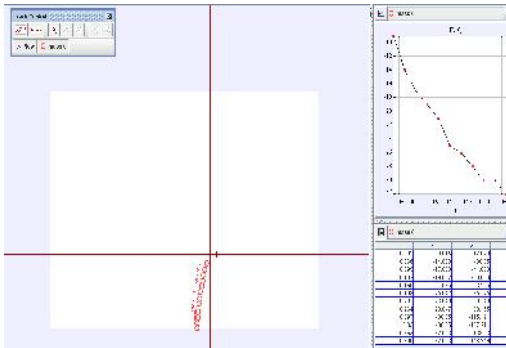
Tabel.1 Tabel Waktu tempuh (t) pembelokan bola saat menggelinding pada kemiringan 3° pada system koordinat diam dan koordinat berotasi

Sudut kemiringan lintasan	Waktu Tempuh Bola (s)	
	Koordinat diam	Koordinat berotasi
3°	1,617	2,574
	1,65	2,607
	1,683	2,64
	1,716	2,673
	1,749	2,706
	1,782	2,739
	1,815	2,772
	1,848	2,805
	1,881	2,838
	1,914	2,871
	1,947	2,904
	1,98	2,937
	2,013	2,97
	2,046	3,003

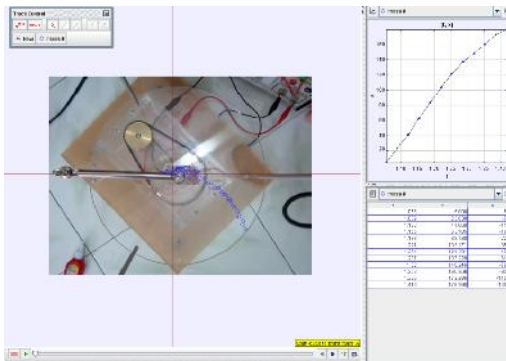
2. Waktu tempuh bola pada sudut kemiringan 6°



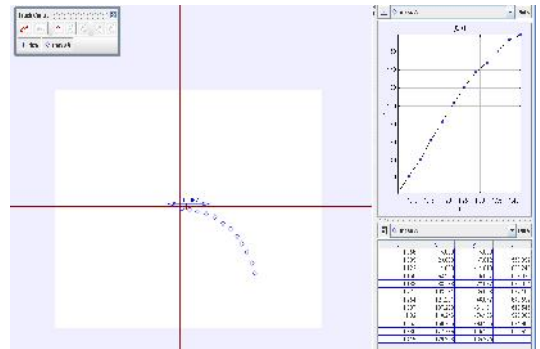
Gambar 8. Tampilan hasil *tracking* pembelokan bola pada sudut kemiringan 6° sistem koordinat diam



Gambar 9. Gejala Coriolis pembelokan bola pada sudut kemiringan 6° sistem koordinat diam



Gambar 10. Tampilan hasil *tracking* pembelokan bola pada sudut kemiringan 6° sistem koordinat berotasi.



Gambar 11. Gejala Coriolis pembelokan bola pada sudut kemiringan 6° sistem koordinat berotasi

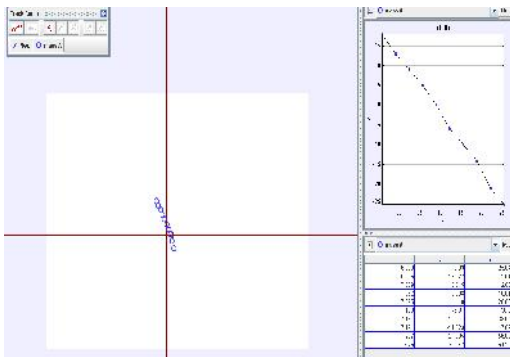
Hasil percobaan dituliskan dalam tabel berikut

Tabel 2 Waktu tempuh (t) pembelokan bola saat menggelinding pada kemiringan 6° pada sistem koordinat diam dan sistem koordinat berotasi

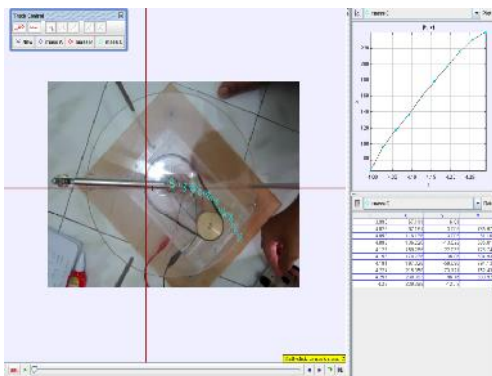
Sudut kemiringan lintasan	Waktu Tempuh Bola (s)	
	Koordinat diam	Koordinat berotasi
6°	0,033	1,056
	0,066	1,089
	0,099	1,122
	0,132	1,155
	0,165	1,188
	0,198	1,221
	0,231	1,254
	0,264	1,287
	0,297	1,32
	0,33	1,353
	0,363	1,386
	0,396	1,419

3. Waktu tempuh bola pada sudut kemiringan 8°

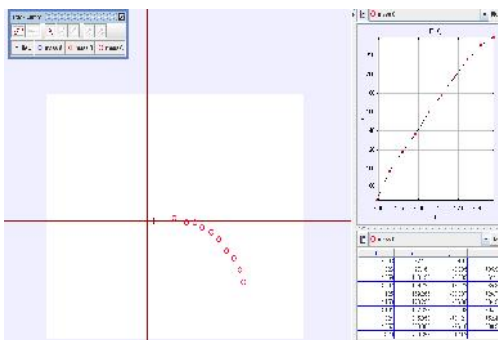
Pada gambar di atas terlihat bahwa data waktu tempuh bola pada saat membelok pada piringan yang berputar



Gambar 12. Gejala Coriolis pembelokan bola pada sudut kemiringan 8° sistem koordinat diam



Gambar 13. Tampilan hasil *tracking* pembelokan bola pada sudut kemiringan 8° sistem koordinat berotasi.



Gambar 14. Gejala Coriolis pembelokan bola pada sudut kemiringan 8° sistem koordinat berotasi.

Pada gambar di atas terlihat bahwa data waktu tempuh bola pada saat membelok pada piringan yang berputar.

Tabel 3 Waktu tempuh (t) pembelokan bola saat menggelinding pada kemiringan 8° pada sistem koordinat diam dan sistem koordinat berotasi

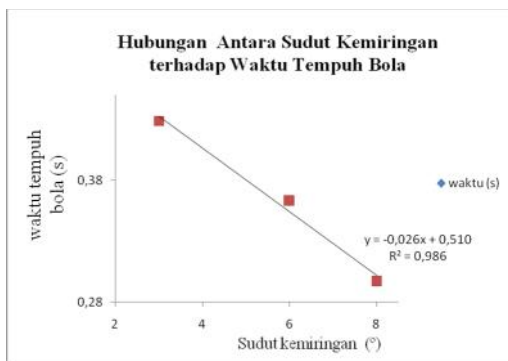
Sudut kemiringan lintasan	Waktu Tempuh Bola (s)	
	Koordinat diam	Koordinat berotasi
8°	6,963	3,993
	6,996	4,026
	7,029	4,059
	7,062	4,092
	7,095	4,125
	7,128	4,158
	7,161	4,191
	7,194	4,224
	7,227	4,257
	7,26	4,29

Dalam penentuan nilai percepatan Coriolis, percepatan sentrifugal, gaya Coriolis dan gaya sentrifugal pada sistem koordinat diam dan sistem koordinat berotasi pada penelitian ini, analisis data yang digunakan berupa analisis video dengan program *tracker* dan analisis matematis. Setelah alat terangkai dan dijalankan sesuai prosedur penelitian, data langsung tertampil pada layar komputer dengan menggunakan analisis program *tracker*. Selanjutnya data dianalisis secara matematis untuk menghitung nilai percepatan Coriolis, percepatan sentrifugal, gaya Coriolis dan gaya sentrifugal pada sistem koordinat diam dan sistem koordinat berotasi.

Tabel 4 Waktu tempuh, percepatan Coriolis, percepatan sentrifugal, gaya Coriolis, dan gaya sentrifugal pada sistem koordinat diam dan sistem koordinat berotasi

Sudut kemiringan lintasan (°)	Waktu tempuh (s)		Percepatan Coriolis (m/s ²)		Percepatan sentrifugal (m/s ²)		Gaya Coriolis (N)		Gaya sentrifugal (N)	
	Koordinat diam	Koordinat berotasi	Koordinat diam	Koordinat berotasi	Koordinat diam	Koordinat berotasi	Koordinat diam	Koordinat berotasi	Koordinat diam	Koordinat berotasi
3	0,429	0,429	3,51 × 10 ⁻²	0,07	1,76 × 10 ⁻²	1,76 × 10 ⁻²	2,81 × 10 ⁻⁴	-5,23 × 10 ⁻³	1,41 × 10 ⁻³	-1,41 × 10 ⁻³
6	0,363	0,363	0,02	0,17	9,95 × 10 ⁻²	9,95 × 10 ⁻²	1,84 × 10 ⁻⁵	-1,34 × 10 ⁻⁴	7,96 × 10 ⁻³	-7,96 × 10 ⁻³
8	0,297	0,297	0,05	0,32	0,03	0,03	4,24 × 10 ⁻²	-2,56 × 10 ⁻⁴	2,21 × 10 ⁻³	-2,12 × 10 ⁻³

Dari hasil perhitungan tersebut dapat ditentukan hubungan antara sudut kemiringan terhadap waktu tempuh bola dalam grafik di bawah ini



Gambar 15. Grafik hubungan antara sudut kemiringan dengan waktu tempuh bola mengalami pembelokan pada saat menggelinding

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin tinggi sudut kemiringannya maka bola semakin cepat menggelinding dan membelok.

Kesulitan - Kesulitan dalam mengamati dan menganalisis efek Coriolis adalah dalam pengukuran sudut menggunakan garis busur, sulit untuk mengukur sudut yang tepat dengan kemiringan lintasannya. Selain itu lintasan bidang miring yang licin susah untuk meletakkan bola gotri sebelum *power supply* dinyalakan sehingga sebelum *power supply* dinyalakan, bola gotri sudah menggelinding terlebih dahulu. Proses perekaman dengan dua

kamera yaitu kamera pertama dan kamera kedua harus dimulai bersamaan sehingga menghasilkan video dengan waktu yang sama, sangat sulit dilakukan karena reflek tangan yang berbeda dari dua orang saat menekan tombol rekam.

Kesulitan- kesulitan diatas dapat diatasi dengan cara menempelkan penghapus pena diatas lintasan bidang miring sehingga bola gotri menempel pada bidang miring tersebut sebelum piringan berputar dan pada saat *power supply* dinyalakan bola gotri dapat menggelinding. Untuk menghasilkan video dengan waktu yang sama dapat diatasi dengan menekan tombol rekam pada kedua kamera terlebih dahulu sesaat sebelum *power supply* dinyalakan kemudian pada saat *power supply* dinyalakan dan bola menggelinding, kedua kamera merekam pembelokan bola saat menggelinding, waktu tempuh diperoleh dengan analisis video menggunakan program *tracker* dan waktu yang sama dari kedua video diperoleh dengan waktu akhir tempuh bola dikurangi waktu awal tempuh bola.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa efek Coriolis dapat diketahui bahwa alat dapat menunjukkan gejala Coriolis dan nilai percepatan Coriolis, percepatan sentrifugal, gaya Coriolis dan gaya sentrifugal pada sistem koordinat diam dan sistem koordinat berotasi.

Daftar Pustaka

- Astono, J. 2005. *Mekanika*. Malang: UM Press
- Freedman, A.R & Young H.D. 2003 *Fisika Universitas Jilid II (Edisi Kesepuluh) (Penerjemah : Pantur Siahaan)*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Giancoli, D. 2001. *Fisika Jilid 1 (terjemahan)* Jakarta : Penerbit Erlangga
- Halliday&Resnick. 1991. *Fisika Jilid 1 (terjemahan)*. Jakarta : Penerbit Erlangga
- John, R. 2003. Coriolis Force on Your Arms, *The Physics Teacher* 41(9)
- Perrson, A. 1998. How Do We Understand The Coriolis Force?. *Bulletin of The American Meteorological Society*, 79, 1373-1385
- Purnomo A. 2006. *Pengembangan Bahan Pembelajaran Mandiri Komputasi Fisika dengan Menggunakan Moodle secara Online di Jurusan Fisika Universitas Negeri Semarang*. Semarang : UNNES Press
- Syarif, A., M. 2003. *Panduan Belajar Animasi*. Yogyakarta: Penerbit Andi
- Secco, R.A. 1999. Coriolis Effect Demonstration on an Overhead Projector. *The Physics Teacher* 37 (244-245)
- Tipler, P., A. 1991. *Fisika Untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Penerbit Erlangga