

DOI: doi.org/10.21009/0305020132

OPTIMALISASI BANDUL MATEMATIS MENGGUNAKAN *TRACKER* DALAM PENENTUAN PERUBAHAN PERCEPATAN GRAVITASI PERMUKAAN BUMI (g) AKIBAT GERHANA MATAHARI SEBAGIAN (GMS) 9 MARET 2016

Anggi Hanif Setyadin¹, Ardi Rizkia Ferahenki¹, Suci Ramayanti¹, Fitri Nurul Sholihat¹, Muhamad Gina Nugraha^{1*}, Duden Saepuzaman¹, Achmad Samsudin¹, Judhistira Arya Utama¹, Hana Susanti¹, Kartika Hajar Kirana²

¹Departemen Pendidikan Fisika FPMIPA UPI, Jl. Dr. Setiabudhi no.229, Bandung 40154

²Departemen Fisika FMIPA UNPAD, Jl. Raya Bandung-Sumedang Km 21, Jatinangor 45363

^{*}Email: muhamadginanugraha@upi.edu

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh gerhana matahari sebagian (GMS) terhadap percepatan gravitasi (g) yang dirasakan benda di permukaan Bumi. Pengambilan data dilakukan di Bandung dengan titik koordinat 6°51'48"LS, 107°35'40"BT selama tiga hari, yaitu pada tanggal 8, 9 dan 10 Maret 2016 dengan rentang waktu pukul 07.00 sampai 08.00 WIB. Percepatan gravitasi permukaan Bumi (g) ditentukan dari perioda ayunan bandul yang bergerak harmonik. Instrumen yang digunakan yaitu bandul matematis yang dioptimalisasi dengan bahan tali jenis nylon untuk mencegah gerak rotasi bandul, pemanfaatan papan cermin dibelakang bandul untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi gerakan *conic* bandul serta analisis *tracker* untuk penentuan perioda ayunan bandul yang lebih presisi. Pengambilan data dilakukan dengan merekam ayunan bandul menggunakan kamera resolusi tinggi dengan kecepatan pengambilan gambar 24 frame per detik (fps), video dianalisis menggunakan aplikasi *tracker* sehingga diperoleh perioda ayunan bandul. Hasil penelitian menunjukkan nilai rerata percepatan gravitasi permukaan Bumi (g) dari ketiga hari tersebut berturut-turut adalah 9,81524 m/s², 9,808285 m/s², dan 9,813122 m/s². Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa percepatan gravitasi permukaan Bumi (g) dipengaruhi gerhana matahari sebagian.

Kata Kunci: Gerhana, Tracker, Bandul Matematis

Abstract

This study was conducted to determine the effect of partial solar eclipse (GMS) to the acceleration due to gravity (g) the perceived objects on the Earth's surface. Data is collected in Bandung with the coordinates of 6°51'48" S, 107°35'40" E for three days on 8, 9 and March 10 2016 with a span of 07.00 to 08.00 am. Earth's surface gravitational acceleration (g) is determined from the period of a pendulum swing that moves harmonics. The instrument used is the mathematical pendulum are optimized by material type nylon rope to prevent the rotational motion of the pendulum, the use of mirrors board to identify and eliminate Conic motion of pendulum and analysis tracker for the determination of the period of a pendulum precisely. Data were collected by recording the pendulum swing using high-resolution cameras with a shooting speed of 24 frames per second (fps), the video is analyzed using application tracker in order to obtain the period of a pendulum swing. The results showed a mean value of the Earth's surface gravitational acceleration (g) of the third day in a row is 9.81524 m s⁻², 9.808285 m/s² and 9.813122 m/s². Based on the results of this study concluded that the Earth's surface gravitational acceleration (g) is influenced by partial solar eclipse.

Keywords: Eclipse, Tracker, Mathematical Pendulum

1. Pendahuluan

Gravitasi merupakan interaksi antara benda bermassa yang berupa gaya tarik-menarik, besarnya

gaya gravitasi ini dipengaruhi oleh massa benda dan jaraknya, korelasi keduanya bahwa perkalian antara kedua massa berbanding lurus sedangkan jarak berbanding kuadrat terbalik terhadap besarnya gaya gravitasi [3]. Dalam kehidupan sehari-hari fenomena

gravitasi ini sangat sulit dilihat karena interaksi antara benda dengan massa yang relatif kecil membuat gaya gravitasi antar keduanya menjadi sangat kecil, namun kita dapat melihat pengaruhnya pada tinjauan yang lebih luas lagi, seperti perilaku benda-benda langit maupun satelit yang bergerak pada lintasannya disebabkan adanya gaya gravitasi [1][3].

Posisi planet yang selalu berubah seiring dengan waktu mengakibatkan gaya gravitasi planet berubah-ubah dalam skala yang sangat kecil, sehingga sewaktu-waktu menghasilkan resultan gaya maksimum dan minimum. Pada tanggal 9 maret 2016 telah terjadi fenomena gerhana matahari yang terjadi pada sebagian wilayah di Indonesia. Gerhana matahari adalah ketika posisi bumi, bulan dan matahari dalam satu garis yang lurus, yang menyebabkan terhalangnya cahaya matahari oleh bulan. Saat gerhana ada besaran lain yang berubah selain intensitas cahaya, yaitu resultan gravitasi yang dialami benda dipermukaan bumi [1][2].

Perubahan gravitasi kita dapat menghitung periode fenomena osilasi harmonik dari bandul matematis, dengan menggunakan persamaan gravitasi Newton.

Fenomena osilasi bandul matematis ini sangat erat hubungannya dengan gravitasi, dimana benda akan bergerak dari satu sisi ke sisi lainnya akibat tarikan gravitasi bumi. Namun penggunaan bandul matematis sangat rentan terhadap osilasi konik atau gerak osilasi 3 dimensi. Selain itu, penentuan osilasi harmonik sangat sulit dilihat secara langsung oleh mata disebabkan adanya gaya peredam (misal: gaya hambat udara) sehingga simpangan osilasi seiring waktu akan mengecil. Untuk mengoptimalkan penggunaan bandul matematis dalam penentuan periode ayunan gerak harmonik bandul, dilakukan optimalisasi yaitu dari sisi bahan tali untuk mengeliminasi gerak rotasi bandul, papan cermin untuk mengidentifikasi gerak *conic* dan penggunaan aplikasi *tracker* dalam penentuan periode ayunan.

2. Metode Penelitian

Percobaan osilasi dari bandul matematis ini dilakukan selama 3 hari yaitu sebelum, saat dan setelah hari terjadinya gerhana matahari tepatnya pada tanggal 8,9 dan 10 maret 2016 pada rentang waktu yang sama setiap harinya yaitu pukul 07.00-08.00 WIB di laboratorium Bumi Antariksa Universitas Pendidikan Indonesia dengan titik koordinat 6°51'48"LS, 107°35'40"BT.

Pada penelitian ini digunakan bandul logam berbentuk bola, sehingga memudahkan dalam penentuan pusat massa benda. Jenis tali yang digunakan yaitu nylon, pertimbangan dalam memilih jenis tali ini yaitu nylon tidak memiliki serat seperti tali (benang) pada umumnya sehingga meminimalisir gerakan rotasi bandul, selain itu nylon juga memiliki massa yang relatif sangat ringan sehingga masa tali dari sistem dapat diabaikan.

Gerakan *conic* adalah salah satu yang menjadi faktor koreksi dari bandul matematis, untuk meminimalisir hal tersebut maka dalam set alat, disisipkan papan cermin dibelakang bandul (*background*) untuk memastikan bahwa gerakan bandul tetap dalam satu bidang (2 dimensi), disisipkan pula kamera yang sebidang dengan gerak bandul untuk meminimalisir hal yang sama. Gerak bandul selama berosilasi direkam dengan menggunakan kamera yang beresolusi tinggi dan kecepatan pengambilan gambar adalah 24 *frame* per *second* (*fps*) yang diletakkan tepat didepan bandul.



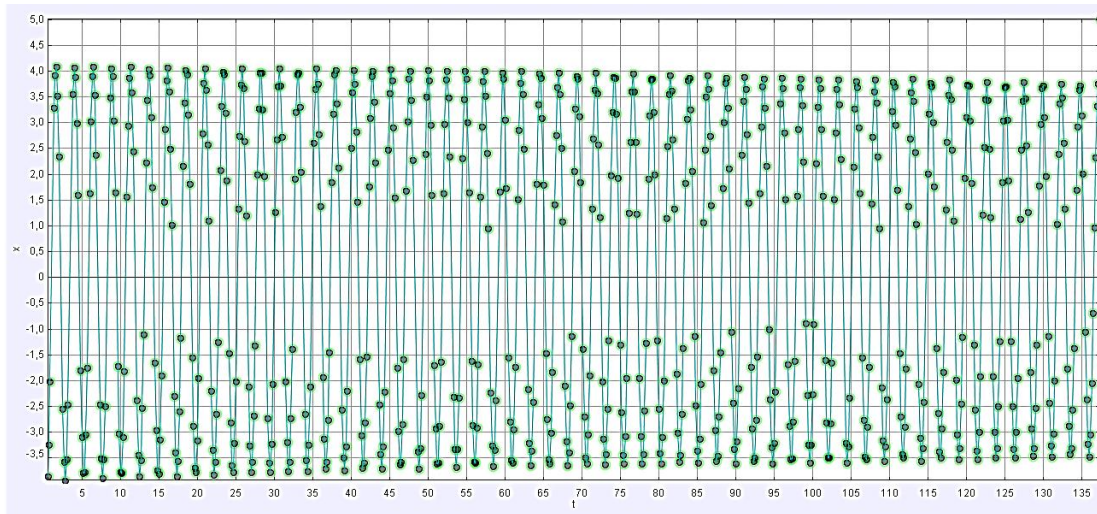
Gambar 1. Set Alat Percobaan

Percobaan dilakukan dengan mengayunkan bandul dengan sudut kemiringan 5° sebanyak 3 kali dan dilakukan pengulangan percobaan dalam rentang waktu 07.00-08.00 WIB. Pengambilan video dilakukan dengan merekam gerak bandul menggunakan kamera yang selanjutnya diolah menggunakan aplikasi *tracker* untuk mengetahui periode ayunan osilasi harmonik yang lebih presisi [4]. Software *tracker* merupakan aplikasi analisa dan pemodelan video dari *Open Source Physics* berbasis *Java*. Software *tracker* sudah banyak digunakan untuk menganalisis parameter objek yang bergerak [4][5]. Video dianalisis menggunakan aplikasi *tracker* untuk mendapatkan periode osilasi bandul matematis dengan meninjau titik puncak ke puncak dari grafik tersebut. Periode bandul kemudian digunakan untuk mengetahui percepatan gravitasi bumi (*g*) dengan mensubstitusikannya ke dalam persamaan

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2} \quad (1)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan proses pengambilan data dan pengolahan data dengan menggunakan aplikasi *tracker*, didapat rerata periode (*T*) dalam rentang waktu 07.00-08.00 WIB pada ketiga hari tersebut. Rerata periode ayunan bandul didapat dari hasil pengolahan video dengan menggunakan *tracker*



Gambar 2. Hasil Pengolahan video menggunakan tracker

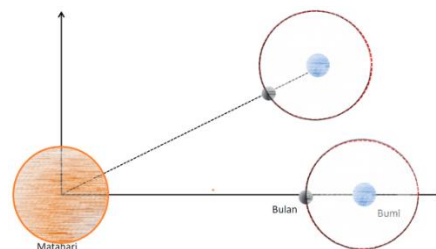
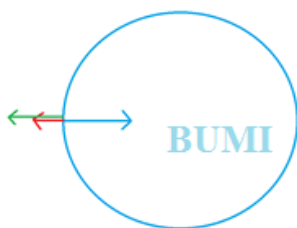
Rerata perioda bandul kemudian disubstitusikan ke dalam persamaan ayunan gerak harmonik bandul untuk mengetahui nilai percepatan gravitasi, berikut adalah tabel rerata gravitasi selama 3 hari waktu percobaan

Waktu	Tanggal		
	08-Mar	09-Mar	10-Mar
07.00-07.02	9,836571	9,743356	9,743356
07.45-07.47	9,782313	9,938143	9,938143
08.00-08.02	9,826836	9,743356	9,757868
Rerata	9,81524	9,80828	9,81312

Tabel 1. Rerata Gravitasi

Pengamatan gravitasi yang dilakukan pada tanggal 8-10 maret 2016, telah didapat hasil bahwa terjadi penurunan pada hari terjadinya gerhana matahari yang dapat dilihat pada tabel 1. Hal ini bisa terjadi dikarenakan adanya resultan gaya yang dialami oleh bumi karena pengaruh gaya gravitasi bulan dan matahari.

Gravitasi didapat dengan mencari osilasi yang harmonik pada rentang waktu jam 07.00-08.00, gerakan harmonik dapat dilihat dengan menggunakan aplikasi *tracker*, sehingga penentuan periode yang didapat lebih presisi.



Gambar 3. Kondisi saat gerhana matahari dan vector gaya yang terjadi dibumi.

Pada gambar 3, dapat dilihat bahwa kondisi saat gerhana matahari terjadi pada saat matahari, bulan dan bumi dalam kondisi sejajar. Hal ini mengakibatkan terjadinya resultan gaya maksimum yang terjadi, jika ditinjau di bumi maka bumi akan mengalami gaya tarik kearah luar yang ditandai dengan tanda panah warna merah untuk besar gaya yang disebabkan oleh matahari dan warna hijau untuk gaya yang disebabkan oleh bulan. Pada kondisi ini percepatan gravitasi yang dirasakan benda di Bumi akan menurun.

4. Simpulan

Hasil menunjukkan bahwa gravitasi saat terjadi gerhana matahari menurun dikarenakan posisi pengamat dipengaruhi 3 gaya yang berbeda, yaitu gaya tarik ke inti bumi serta gaya tarik yang arahnya keluar Bumi yaitu gaya tarik dari matahari dan bulan, sehingga hal ini sangat logis jika ketika

terjadi gerhana matahari resultan gravitasi mengalami penurunan. Data yang didapat dikatakan lebih presisi, karena perhitungan dan penentuan osilasi dilakukan menggunakan aplikasi tracker serta dalam artikel ini peneliti melakukan optimalisasi perangkat tambahan berupa cermin dan kamera samping untuk memastikan gerak bandul adalah dua dimensi.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada seluruh tim peneliti beserta staf dosen atas kerjasama dan diskusi yang membangun dan mendukung terlaksananya penelitian hingga menghasilkan tulisan ini.

Daftar Acuan

- [1] Abdullah, Mikrajuddin. *fisika dasar 1. Bandung*, (2016)
- [2] Mohd. Zambri Zainuddin¹, Noorul – Aini Ambak², Mohd. Sahar Yahya³, Mohd. Hafiz Mohd. Saadon¹, Acceleration due to Gravity Changes during Solar Eclipse Phases. (2011), P.170-173
- [3] Tipler, Paul A. 2001. *Fisika Untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: erlangga.
- [4] Afifah, Nur, dkk. *Metode Sederhana Menentukan Percepatan Gravitasi Bumi Menggunakan Aplikasi Tracker Pada Gerak Parabola Sebagai Media dalam Pembelajaran Fisika Sma*. Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains 2015, p. 305-308
- [5] Marliani, Fitri, dkk. Penerapan Analisis Video Tracker dalam Pembelajaran Fisika SMA untuk menentukan Nilai Koefisien Viskositas Fluida. Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains 2015, p. 333-336