

EKSPERIMEN GERAK HARMONIK DUA BANDUL

Nely Sopiari^{*1,2} dan Gede Bayu Suparta^{*3}

¹ Program S2 Khusus Departemen Agama Jurusan Fisika FMIPA UGM Yogyakarta

² MAN Muara Teweh, Barito Utara Kalimantan Tengah

³ Jurusan Fisika FMIPA UGM Sekip Utara Yogyakarta 55281

*Email: gbsuparta@ugm.ac.id, nel_batara@yahoo.co.id

Abstrak

Eksperimen laboratorium gerak harmonik sistem kompleks dua bandul pejal telah dilakukan. Bandul pertama terikat oleh benang sepanjang 20 cm pada suatu titik gantung yang tetap, sedangkan bandul kedua terikat oleh benang lain juga sepanjang 20 cm pada bandul pertama. Kedua bandul dapat bergerak bebas. Pengamatan dan pengukuran perubahan posisi pusat kedua bandul dilakukan menggunakan teknik perekaman citra secara *timelapsed* sehingga suatu runtun citra yang menjelaskan titik-titik pengamatan dari waktu ke waktu dapat diperoleh. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa pola osilasi dipengaruhi oleh keadaan awal setiap bandul sebelum memulai osilasi. Gerakan kedua bandul saling mempengaruhi kedudukan sesaat masing-masing bandul yang ditandai oleh perubahan amplitudo dan frekuensi.

Kata kunci: gerak harmonik, osilasi, dua bandul, citra, perekaman *timelapsed*.

LATAR BELAKANG

Eksperimen adalah salah satu penunjang pembelajaran Fisika. Dengan eksperimen langsung, materi Fisika yang sulit bisa lebih mudah dipahami. Lembaga pendidikan hendaknya menyediakan sarana dan prasarana yang dapat digunakan peserta didik untuk melakukan eksperimen. Namun hal ini sulit untuk direalisasikan mengingat peralatan konvensional untuk percobaan biasanya dilakukan di laboratorium dengan pendekatan yang sederhana. Pada batas-batas tertentu, hasil pengukuran dengan sistem ini cukup memadai. Namun untuk percobaan yang lebih rumit lagi sistem ini banyak memiliki kelemahan. Misalnya percobaan gerak harmonik dua bandul yang dirangkai jadi satu. Untuk mengukur periode masing-masing bandul secara bersamaan jika dilakukan secara manual cukup sulit karena pengukuran ayunan hanya dilakukan dengan menggunakan *stopwatch* dan pengambilan data relatif lama^[1]. Sistem ini tidak mudah dilakukan karena diperlukan kecermatan pengamatan gejala fisika sebagai fungsi waktu.

Atas dasar pemikiran tersebut maka penulis meneliti gerak harmonik dua bandul yang dirangkai jadi satu dengan menggunakan metode perekaman citra *timelapsed*^[2]. Teknik perekaman ini dapat digunakan sebagai alat eksperimen yang relatif lebih efisien karena gejala fisika dapat direkam secara sekuensial sebagai fungsi waktu dalam waktu yang relatif singkat. Metode perekaman citra *timelapsed* dapat digunakan untuk mengukur perubahan posisi tiap waktu, kecepatan, percepatan dan periode osilasi bandul. Selain itu dengan menggunakan metode ini diharapkan peserta didik akan lebih tertarik, bersemangat untuk mengikuti pelajaran karena gejala fisika tampak menjadi lebih nyata dalam bentuk media visualisasi^[3] yang tidak hanya dibayangkan dalam pikiran.

Makalah ini menguraikan hasil penelitian tentang osilasi dua bandul yang gejala fisisnya direkam dengan teknik perekaman *timelapsed* sehingga berdasarkan rekaman itu dapat diperoleh pola gerak dan parameter-parameter fisika, seperti amplitudo dan periode yang berkaitan dengan peristiwa osilasi dua bandul.

Melalui penelitian ini hendak ditunjukkan jika teknik perekaman *timelapsed* dapat menjadi salah satu cara untuk dijadikan metode pembelajaran fisika yang bersifat interaktif, praktis dan efisien, sehingga mendorong tumbuhnya pemahaman dan penerapan fisika dan pendidikan fisika bagi masyarakat secara lebih baik.

METODE PENELITIAN

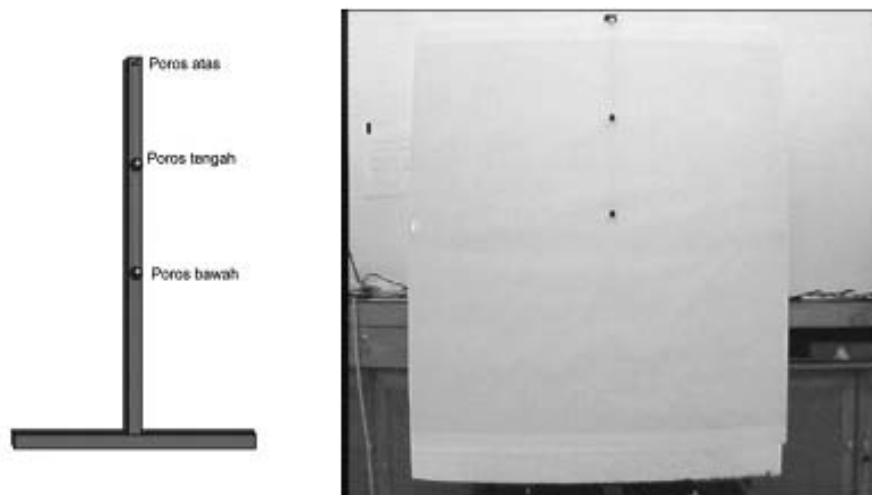
Dalam penelitian ini digunakan alat-alat sebagai berikut, yaitu seperangkat kamera CCD, video capturer komersial, notebook yang telah dilengkapi dengan software perekam *timelapsed* dan lampu penerangan. Bahan penelitian ini adalah sistem dua bandul matematis, berupa dua bandul besi yang digantung saling bertaut. Salah satu ujung tali digantungkan pada statif sehingga kedua bandul dapat diayunkan. Untuk memperjelas visualisasi, suatu papan gabus dengan kertas millimeter digunakan sebagai latar-belakang citra.

Kegiatan eksperimen disusun seperti Gambar 1,



Gambar 1. Proses eksperimen

Ketika set-up alat dan bahan, dua buah bandul diikat menjadi satu menggunakan tali yang masing-masing panjangnya 20 cm. Kemudian, salah satu ujung tali digantungkan pada statif. Susunan alat dan bahan ditunjukkan seperti Gambar 2.



Gambar 2. Set-up alat dan bahan

Setelah alat dan bahan diset-up, notebook disiapkan. Video capturer yang merupakan peripheral komputer dihubungkan dengan salah satu port USB notebook sehingga menjadi aktif dan siap digunakan. Kamera CCD diarahkan kepada sistem dua bandul yang digantung. Terminal output video dari kamera CCD dihubungkan dengan terminal input video capturer. Software perekaman timelapsed yang telah dikembangkan Grup Riset Fisika Citra FMIPA UGM diaktifkan sehingga suatu citra video tentang kedua bandul itu dapat dimunculkan. Perubahan fokus dan jarak kamera dapat dilakukan agar diperoleh citra video terbaik.

Pada saat pengamatan, mula-mula ujung bandul kedua ditarik sehingga juga ikut menarik bandul pertama sehingga masing-masing membentuk simpangan sudut tertentu. Kemudian bandul

pertama dilepaskan sehingga kedua bandul dapat berosilasi di sekitar garis tegak kesetimbangan. Selanjutnya, proses perekaman citra foto gerak bandul dilakukan.

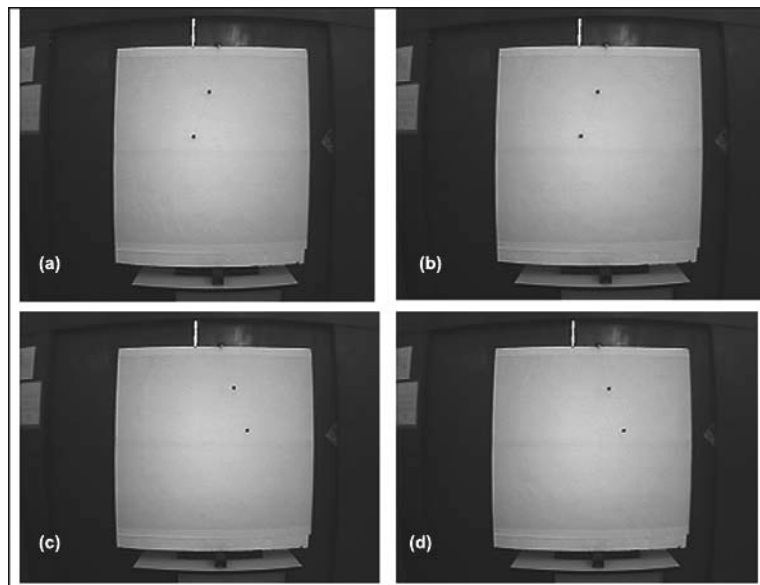
Ukuran citra (image) hasil rekaman timelapsed yang dipilih adalah 640 x 480 pixel dan interval waktu timelapsed dipilih 50 ms atau 0.05 s. Proses perekaman timelapsed pada dasarnya proses pemotretan beruntun dengan selang 50 ms pada obyek yang menjadi perhatian. Selang waktu dan jumlah citra yang direkam dapat dipilih. Dalam hal ini, jumlah citra yang direkam adalah 100 buah. Seluruh citra disimpan dalam harddisk dan selanjutnya dapat dianalisis.

Analisis citra dilakukan menggunakan *software Adobe Photoshop*. Dengan *software* tersebut, tiga titik acuan, yaitu poros atas (sumbu pertemuan antara statif dan pangkal tali), poros tengah (sumbu pertemuan bandul pertama dan tali), dan ujung bawah (bandul kedua) dapat ditentukan. Koordinat piksel (x, y) pada tiap-tiap titik tersebut dapat ditentukan dengan meletakkan kursor dan membaca posisinya melalui fasilitas *navigator dan info* pada *software* tersebut.

Semua informasi posisi dicatat dan ditabulasi menggunakan *software Microsoft Excell*. Setelah semua data pada setiap citra yang terekam diperoleh, suatu grafik perubahan posisi bandul atas, bandul bawah, dan bandul gabungan terhadap waktu dibuat. Hasilnya adalah pola-pola osilasi untuk bandul atas, bandul bawah, dan bandul gabungan. Berdasarkan pola yang diperoleh amplitude, periode dan frekuensi setiap bandul dan kombinasinya ditentukan.

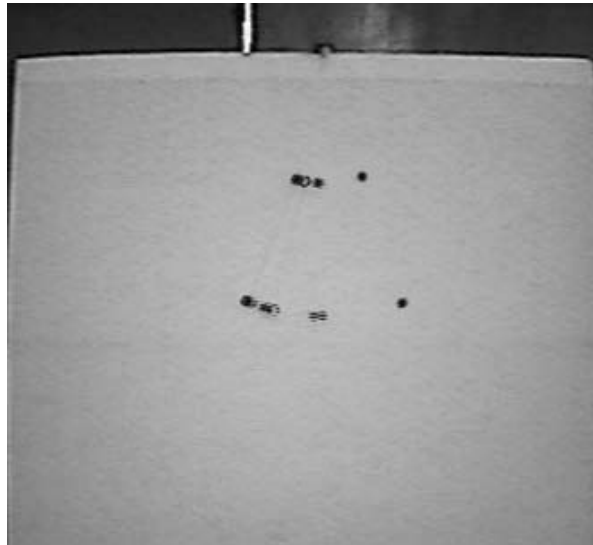
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dari hasil eksperimen yang dilakukan didapat gambar perekaman dalam bentuk citra digital dari waktu ke waktu. Dalam durasi waktu 2,5 detik diperoleh sebanyak 50 citra. Contoh perolehan citra hasil rekaman *timelapsed* ditunjukkan pada Gambar 3.

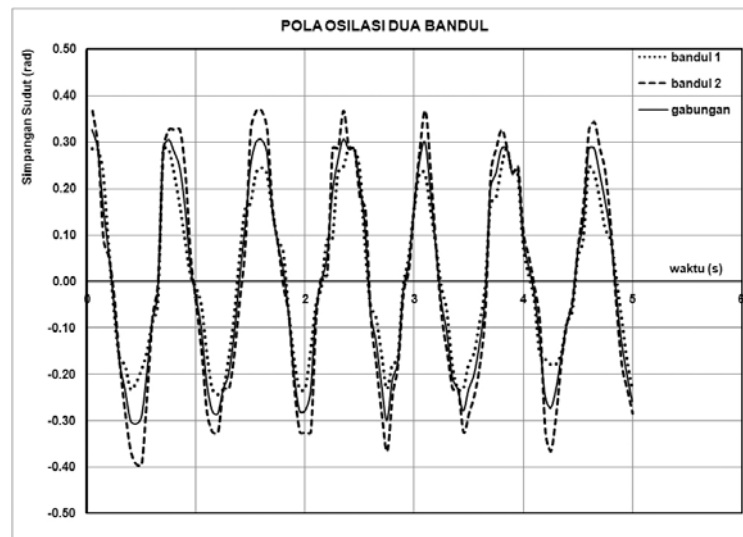


Gambar 3. Contoh hasil perekaman citra timelapsed

Jika empat citra sekuensial digabungkan maka akan terlihat pola lintasan gerakan osilasi dua bandul. Contoh penggabungan citra dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Contoh visualisasi pola osilasi dua bandul.



Gambar 5. Grafik pola osilasi posisi sudut terhadap waktu

Hasil pencatatan dan evaluasi titik-titik koordinat ketiga bandul, yang disusun menjadi grafik ditunjukkan pada Gambar 5. Tampak simpangan bandul kedua (bandul bawah) lebih besar dibandingkan dengan bandul pertama (bandul atas). Kedua bandul menyimpang secara berturutan 0.24 rad dan 0.38 rad. Gabungan simpangan kedua bandul secara umum menyimpang sekitar 0.3 rad. Ketidak-teraturan garis lebih disebabkan oleh kurang-telitian dalam menghitung titik-titik poros bandul.

Dari gambar grafik yang dihasilkan terlihat jelas bahwa periode osilasi dua bandul yang dirangkai dan bergerak selaras memiliki periode yang sama, yaitu 0.8 s. Dalam kurun waktu 5 s diperoleh 6,5 gelombang sehingga frekuensi osilasi adalah 1,3 Hz. Namun, jika diteliti lebih seksama, tampak interval waktu satu osilasi ke osilasi berikutnya berubah sehingga periode dan frekuensi sesaat juga berubah.

Terlihat juga seperti secara jelas ditunjukkan oleh amplitude bandul atas dan bandul gabungan, amplitude kedua bandul semakin lama semakin mengecil. Hal ini bahwa kedua bandul tersebut mengalami peredaman yang lambat laun akan menyebabkan osilasi bergerak semakin lambat dan lama kelamaan osilasi tersebut akan berhenti. Kondisi ini ditentukan oleh keadaan awal simpangan osilasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian mengenai pengamatan osilasi dua bandul menggunakan teknik perekaman *timelapsed* dapat ditarik kesimpulan bahwa teknik perekaman *timelapsed* dapat dijadikan alternatif sebagai alat eksperimen khususnya materi tentang gerak, posisi bandul dapat diamati secara sekuensial tiap detiknya, dan periode kedua bandul dapat ditentukan. Pada eksperimen diperoleh periode 0.8 s dan frekuensi 1.3 Hz. Untuk pengecekan lebih lanjut mengenai pengamatan osilasi dua bandul, data perekaman *timelapsed* dapat digunakan untuk mencocokkan data dan menguji validitas hasil perumusan Lagrange^[4].

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis pertama mengucapkan terima kasih kepada Program S2 Fisika Departemen Agama, sehingga penulis pertama mendapat kesempatan meningkatkan pengetahuan di Jurusan Fisika FMIPA UGM dan kepada Sdr. Sri Lestari, S.Si. dan Sdr. Wayan Sutrisna, S.T. dari Grup Riset Fisika Citra FMIPA UGM atas bantuan teknisnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Purwadi B, Sulistya E, Wagini, Sunarta, Partini Y, Murdoko B, 1997. *Panduan Praktikum Fisika Dasar di Universitas Gadjah Mada*, FMIPA, UGM, Yogyakarta
- [2] Suparta G B, Perwitasari S dan Nugroho W, 2008. "Pemanfaatan teknik perekaman *timelapsed* pada pencitraan mikroskop digital", *Paper*, Simposium Fisika Nasional XXII - Gorontalo, 14-16 Oktober 2008.
- [3] Trijuni E, 2005. "Pembuatan Program *Visualisasi* Gerak Benda sebagai Alat Bantu dalam Pembelajaran Fisika", *Skripsi-S1*, FMIPA Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- [4] Goldstein H, 1981. *Classical Mechanics*, 2nd-ed, Addison-Wesley Pub. Co, London.