

RANCANG BANGUN RANGKAIAN *TIMER* OTOMATIS PESAWAT ATWOOD

Dema Siska Afrilla, Walfed Tambunan, Sugianto

**Mahasiswa Program Studi S1 Fisika
Bidang Fisika Eksperimen Jurusan Fisika
Bidang Fisika Lingkungan Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau
Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia
*demasiska@gmail.com***

ABSTRACT

A research has been conducted on designing of an automatic atwood experiment using an automatic timer. The automatic timer consisted of 3 important components, four relays, a stopwatch, and an accelerometer. This automatic *timer* was used to determine the duration time of the weight falling from a certain height. Testing of the timer was performed on the atwood machine with mass m_1 0,2 kg and m_2 0,22 kg. This experiment was done at heights of 0,3 m, 0,4 m, 0,5 m, 0,6 m, 0,7 m, and 0,8 m, respectively. The experiment results were compared to the results of the same experiment but using a stopwatch instead of the automatic timer. Both of the experiments, using the automatic timer and the stopwatch are compared to the theoretical calculation. The results showed that the error percentage using the automatic timer ranged from 1,95 % - 4,34 % while the error percentage using stopwatch ranged from 5,96% to 12,88%, respectively. It showed that the result using the automatic timer gave lower percentage of error than the result using the stopwatch.

Keywords: *Automatic Timer, Atwood Machine, Accelerometer*

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang rancang bangun rangkaian *timer* otomatis pesawat Atwood. Alat *timer* otomatis yang dibuat terdiri dari tiga komponen penting yaitu empat buah relay, *stopwatch*, dan sensor getar. Alat penghitung waktu otomatis ini digunakan untuk menentukan lamanya beban jatuh dari ketinggian tertentu sampai ke landasan. Pengujian alat ini dilakukan pada beban bermassa m_1 dan m_2 sebesar 0,2 kg dan 0,22 kg yang diuji pada ketinggian 0,3 m, 0,4 m, 0,5 m, 0,6 m, 0,7 m, dan 0,8 m dari landasan. Sebagai pembandingan keakuratan alat ini, dilakukan pengukuran lamanya beban jatuh dengan menggunakan *stopwatch* secara manual. Hasil pengukuran yang menggunakan *timer* otomatis dan manual dengan *stopwatch* dibandingkan dengan teori dan diperoleh persentase kesalahan pengamatan secara otomatis terhadap teori berkisar antara 1,95 % sampai 4,34 %, sedangkan pengamatan yang dilakukan secara manual menghasilkan persentase kesalahan berkisar antara 5,96 % sampai 12,88 %. Hal ini menunjukkan bahwa pengamatan dengan menggunakan *timer* otomatis memiliki

presentasi kesalahan lebih kecil daripada pengamatan dengan menggunakan *stopwatch* secara manual.

Kata Kunci: *Timer Otomatis, Pesawat Atwood, Sensor getar*

PENDAHULUAN

Mesin Pesawat Atwood merupakan suatu alat fisika yang mulai dikembangkan pada abad ke delapan belas untuk mengukur percepatan gravitasi yang bekerja berdasarkan prinsip Hukum Newton. Alat ini terdiri dari dua sistem beban yang mula-mula diam diikatkan pada tali ringan yang melalui sebuah katrol licin (Tipler, 2001). Pada pengoperasian alat ini, yang dihitung adalah waktu yang dibutuhkan oleh suatu beban yang bergerak dengan kecepatan awalnya sama dengan nol sampai beban tersebut berhenti bergerak. Waktu yang diamati dihitung menggunakan alat yaitu *stopwatch*, dimana penggunaannya masih secara manual.

Penggunaan suatu alat secara manual dinilai sudah umum, sangat sederhana, dan hasil yang diperoleh kurang akurat. Demikian juga pada pengoperasian pesawat Atwood data yang diperoleh secara manual mempunyai perbedaan persentase yang tinggi terhadap teori. Hal ini disebabkan ketika melakukan pengambilan data secara manual dalam pengaktifan dan penon-aktifan *stopwatch* tidak bertepatan dengan beban mulai bergerak dan beban berhenti bergerak, dengan kata lain terdapat selisih waktu yang terhitung oleh *stopwatch* antara pengaktifannya dengan beban yang akan bergerak dan penon-aktifan *stopwatch* terhadap beban ketika berhenti bergerak.

Selain itu, alat manual merupakan teknologi lama yang

penggunaannya rumit, karena dibutuhkan ketelitian yang tinggi bagi penggunaannya saat pengoperasian alat tersebut. Pada pengoperasian mesin pesawat Atwood dibutuhkan ketelitian antara pengaktifan *stopwatch* dengan menjatuhkan beban dan penon-aktifan *stopwatch* saat beban berhenti bergerak, apabila terdapat selisih baik antara pengaktifan *stopwatch* dengan menjatuhkan beban maupun penon-aktifan *stopwatch* pada saat beban berhenti bergerak maka data yang diperoleh tidak akurat.

Griffith (1995), telah berhasil membuat suatu alat yang dapat dengan mudah menghitung waktu benda jatuh dari ketinggian tertentu dengan menggunakan alat yang disebut *Free Fall Timer*. Berdasarkan hal tersebut, dapat dirancang suatu sistem otomatisasi yang dapat digunakan dalam pengoperasian mesin pesawat Atwood sehingga data yang diperoleh lebih akurat. Sistem ini diharapkan dapat dengan otomatis mengaktifkan *stopwatch* ketika beban mulai bergerak dan menon-aktifkan *stopwatch* ketika beban berhenti bergerak.

Sistem otomatisasi tersebut dapat dirancang dengan memanfaatkan pesatnya teknologi yang tersedia dalam skala laboratorium. Perancangan alat penghitung waktu (*timer*) otomatis untuk beban akan bergerak dan beban berhenti bergerak merupakan solusi yang dapat dimanfaatkan dalam pengoperasian mesin pesawat Atwood. *Timer* otomatis dirancang dengan menggunakan sifat magnet sementara yang berfungsi menahan beban yang

menggantung dan dihubungkan dengan *stopwatch* dan sensor getar. Ketiga komponen utama tersebut dihubungkan dengan menggunakan rangkaian elektronika sedemikian rupa sehingga ketika sifat magnet hilang dan beban jatuh *stopwatch* dapat mencacah waktu dari beban mulai bergerak sampai beban menyentuh permukaan sensor getar dan berhenti bergerak.

Perancangan sistem *timer* otomatis ini diharapkan dapat digunakan dalam pengoperasian mesin pesawat Atwood sehingga proses pengambilan data lebih mudah dan data yang diperoleh dari hasil penelitian akurat dan sesuai dengan teori dasar.

METODE PENELITIAN

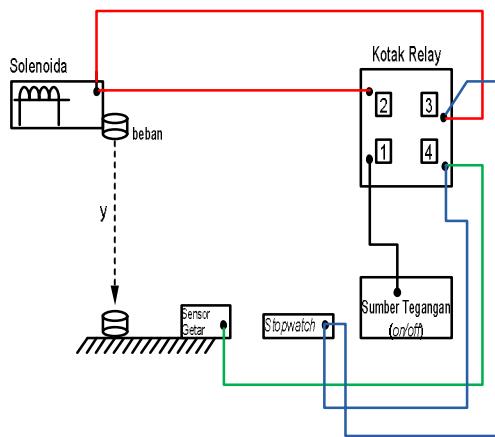
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Komponen utama yang digunakan terdiri dari empat buah relay, *stopwatch*, dan sensor getar. Relay merupakan saklar elektronik yang menggunakan fungsi magnetik sehingga dapat membuka dan menutup rangkaian dengan menggunakan kontrol dari rangkaian elektronik lain. Relay terdiri dari *coil* dan *contact* (Wicaksono, 2002). Keutamaan relay diantaranya yaitu dapat menghasilkan arus yang besar walaupun bentuknya kecil (Sutisna, 1995), relay juga dapat mengontrol lebih dari satu kontak dalam satu waktu (Budiharto, 2004). Sensor getar merupakan suatu sensor yang mendeteksi tiap getaran. Sensor getar yang digunakan merupakan jenis sensor percepatan getaran (*accelerometer*). *Accelerometer* merupakan jenis sensor atau transduser yang umum digunakan dalam pengukuran sinyal getaran. Sensor ini menggunakan efek *Piezoelectric* yang merupakan suatu

efek yang reversibel, dimana terdapat efek piezoelektrik langsung (*direct piezoelectric effect*) yaitu produksi potensial listrik akibat adanya tekanan mekanik dan efek piezoelektrik balikan (*converse piezoelectric effect*) yaitu produksi tekanan akibat pemberian tegangan listrik yang menghasilkan perubahan dimensi (Triwahyuni, 2008).

Komponen-komponen tersebut dihubungkan seperti pada Gambar 1. Ketika arus listrik dialirkan pada rangkaian tersebut, maka masing-masing relay pada kotak relay bekerja. Relay 1 bekerja mengaktifkan rangkaian secara keseluruhan, untuk mereset dan menimbulkan sifat magnet sementara pada solenoida maka harus menutup saklar yang terhubung dengan solenoida yaitu dengan cara menekan tombol relay 2. Setelah relay 2 ditekan, beban yang didekatkan dengan solenoida akan tertahan. Ketika relay 3 ditekan maka saklar yang terhubung dengan solenoida akan terbuka kembali, sehingga sifat magnetnya hilang dan beban yang semula tertahan oleh solenoida akan jatuh. Bersamaan dengan itu relay 3 bekerja mengaktifkan *stopwatch* sehingga waktu jatuhnya beban dapat dicacah. Ketika beban sampai ke landasan, terjadi tumbukan antara beban dengan landasan yang mengakibatkan terjadinya getaran pada landasan tersebut, sehingga terdeteksi oleh sensor getar yang dipasang pada landasan. Signal-signal getar yang diterima oleh sensor getar diubah menjadi signal listrik. Signal listrik ini dialirkan pada rangkaian dan diterima oleh relay 4 untuk menghentikan *stopwatch* sehingga sesaat setelah beban jatuh *stopwatch* berhenti mencacah. Dengan demikian waktu yang dibutuhkan beban dari ketinggian y terhadap landasan dapat terukur pada *stopwatch*.

Penelitian ini menggunakan sampel berupa beban yang terbuat dari besi dengan beban m_1 dan m_2 secara berturut-turut sebesar 0,2 kg dan 0,22 kg. Sampel diuji pada ketinggian 0,3 m, 0,4 m, 0,5 m, 0,6 m, 0,7 m, dan 0,8 m dari landasan.

Gambar 1 menunjukkan skema rangkaian *timer* otomatis pada pesawat Atwood yang telah dihubungkan dengan empat buah relay, sensor getas dan solenoida.



Gambar 1. Skema rangkaian *timer* otomatis pada pesawat Atwood

Pengujian yang pertama dilakukan adalah pengukuran waktu jatuhnya beban sampai ke landasan pada pesawat Atwood dengan menggunakan *stopwatch* secara manual pada masing-masing ketinggian yang dilakukan di Laboratorium Fisika Dasar Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Pengujian yang kedua adalah pengukuran waktu jatuhnya beban sampai ke landasan pada pesawat Atwood secara otomatis dengan menggunakan alat *timer* otomatis yang telah dirancang.

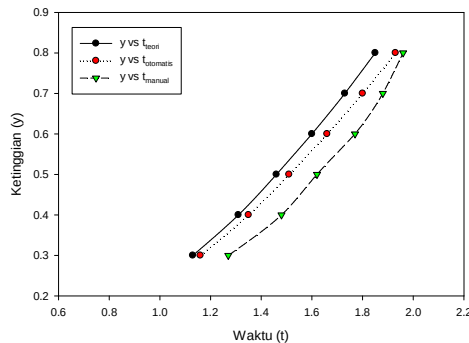
HASIL DAN PEMBAHASAN

Timer otomatis yang dibuat dapat mencacah waktu dengan baik dalam skala milisekon (ms). *Timer* otomatis mulai bekerja ketika relay 2 aktif dan berhenti ketika beban tepat mengenai sensor melalui kontrol relay 4. Data waktu yang diperoleh dapat diolah sehingga diketahui percepatan beban. Waktu dan percepatan rata-rata beban pada masing-masing ketinggian ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Durasi waktu hasil pengamatan dan hasil penghitungan teori untuk beban m_1 dan m_2 : 0,2 kg dan 0,22 kg.

No.	y (m)	t_{teori} (s)	a_{teori} (m/s ²)	t_{otomatis} (s)	a_{otomatis} (m/s ²)	t_{manual} (s)	a_{manual} (m/s ²)	error t_{otomatis} (%)	error t_{manual} (%)
1	0,3	1,13	0,47	1,16	0,45	1,27	0,37	1,95	12,00
2	0,4	1,31	0,47	1,35	0,44	1,48	0,37	2,80	12,88
3	0,5	1,46	0,47	1,51	0,44	1,62	0,38	3,02	10,94
4	0,6	1,6	0,47	1,66	0,44	1,77	0,38	3,27	10,63
5	0,7	1,73	0,47	1,80	0,43	1,88	0,40	4,34	8,54
6	0,8	1,85	0,47	1,93	0,43	1,96	0,42	3,69	5,96

Berdasarkan data pada Tabel 1 maka dapat diplot grafik antara ketinggian terhadap waktu tempuh rata-rata beban yang jatuh pada ketinggian 0,3 m sampai 0,8 m seperti Gambar 2.



Gambar 2. Grafik hubungan ketinggian (y) terhadap waktu (t) pada kombinasi massa m_1 dan m_2 berturut-turut 0,2 kg dan 0,22 kg

Berdasarkan data Tabel 1 dan Gambar 2 untuk pengamatan yang dilakukan dengan menggunakan alat *timer* otomatis besarnya percepatan pada beban m_1 dan m_2 berturut-turut 0,2 kg dan 0,22 kg yang dijatuhkan dari ketinggian yang bervariasi yaitu 0,3 m, 0,4 m, 0,5 m, 0,6 m, 0,7 m, dan 0,8 m memiliki selisih yang kecil yaitu berkisar antara $0,43 \text{ m/s}^2$ sampai $0,45 \text{ m/s}^2$, sedangkan pada pengamatan secara manual percepatan yang diperoleh memiliki selisih yang cukup jauh dari masing-masing ketinggian yaitu berkisar antara $0,37 \text{ m/s}^2$ sampai $0,42 \text{ m/s}^2$. Data waktu otomatis yang diperoleh memiliki selisih yang kecil terhadap teori. Selisih waktu terkecil terjadi pada saat beban berada pada ketinggian 0,3 m dari landasan dengan waktu 1,16 s, sedangkan waktu secara teori diperoleh 1,13 s, dan selisih waktu terbesar terjadi pada saat beban berada

pada ketinggian 0,8 m dari landasan dengan waktu 1,93 s sedangkan waktu secara teori diperoleh 1,85 s. Gambar 2 dapat diketahui bahwa antara waktu tempuh beban terhadap ketinggian tertentu hubungan secara eksponensial, dimana kuadrat waktu tempuh beban sebanding dengan ketinggian beban tersebut terhadap landasan. Persentase kesalahan dari masing-masing pengamatan baik secara otomatis maupun manual dapat diperoleh dengan membandingkan data terhadap teori.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa telah berhasil dibuat suatu rangkaian *timer* otomatis yang dapat mempermudah menentukan lamanya beban jatuh pada ketinggian yang bervariasi yaitu 0,3 m, 0,4 m, 0,5 m, 0,6 m, 0,7 m, dan 0,8 m pada alat Pesawat Atwood dengan menggunakan *stopwatch*, relay, dan sensor getar sebagai komponen utama. Alat *timer* otomatis yang dibuat telah bekerja dengan baik, hal ini ditunjukkan dengan berhasilnya pengoperasian alat *timer* otomatis dalam mencacah waktu beban yang akan jatuh sampai beban tiba pada landasan dengan catatan waktu yang diperoleh mendekati dengan penghitungan secara teori. Dapat dilihat berdasarkan selisih waktu antara waktu yang dibutuhkan oleh beban dalam menempuh jarak tertentu yang diperoleh menggunakan *timer* otomatis dengan waktu yang dihitung secara teoritis berkisar antara 0,03-0,08 s. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh perbedaan persentase kesalahan waktu yang dibutuhkan oleh beban untuk bergerak dari ketinggian tertentu dengan menggunakan *timer* otomatis terhadap

teori berkisar antara 1,95 % sampai 4,34 %, sedangkan pengamatan yang dilakukan secara manual maka diperoleh perbedaan persentase kesalahan berkisar antara 5,96 % sampai 12,88 %.

Diharapkan untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengembangan dalam hal tampilan data. Perlu ditambahkan suatu rangkaian eksternal untuk menghubungkan bangun rangkaian otomatis ini kepada komputer dan pemograman yang mendukung, sehingga data waktu yang diperoleh dapat langsung tampil pada layar komputer.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Drs. Maksi Ginting, M.Si selaku Kepala Laboratorium Fisika Dasar yang telah memberikan izin kepada peneliti untuk melakukan penelitian di Laboratorium Fisika Dasar demi terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Budiharto. 2004. *Interfacing Computer dan Mikrokontroler*. PT Elex Media Koputindo: Jakarta.

Sutisna. 1995. *Rangkaian Elektronik* (Terjemahan). Erlangga: Jakarta.

Griffith. 1995. Instruction manual and Experiment Guide for the PASCO Scientific Model ME9202C Free Fall Timer. PASCO Scientific: USA.

Tipler. 2001. *Fisika untuk Sains dan Teknik* Erlangga: Jakarta.

Triwahyuni, Dona. 2008. Sintesis dan Karakterisasi Bahan Piezoelektrik $\text{Bi}_{0,5}\text{Na}_{0,5}\text{TiO}_3$ (BNT) dengan Metoda Molten Salt. Thesis. FMIPA Universitas Andalas: Padang.

Wicaksono. 2002. Modul Keseluruhan Automatisasi. Skripsi. Teknik Elektro Universitas Kristen Petra: Surabaya.