

PENGARUH MASSA TERHADAP KECEPATAN DAN PERCEPATAN BERDASARKAN HUKUM II NEWTON MENGGUNAKAN *LINIER AIR TRACK*

Ratni Sirait^{1,*}

¹Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan

*Email: sirait.ratni@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk melihat apakah ada pengaruh jarak terhadap waktu, pengaruh massa terhadap kecepatan, dan pengaruh massa terhadap percepatan. Variabel dalam penelitian ini terdiri atas variabel manipulasi yaitu massa beban dan jarak, variabel respon yaitu waktu yang ditempuh dan kecepatan beban bergerak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh jarak terhadap waktu yang dapat dilihat dari nilai koefisien korelasinya $R^2 = 0,999$ untuk massa 128 dan 400,46 g yang artinya bahwa terdapat pengaruh sebesar 99,9%. Serta terdapat pengaruh massa terhadap kecepatan dan percepatan yaitu kecepatan dan percepatan massa beban 128 g sebesar 0,062 m/s dan 0,00625 m/s² lebih besar dari pada kecepatan dan percepatan dengan massa beban 400,46 g sebesar 0,056 m/s dan 0,0518 m/s². Hal tersebut terbukti berdasarkan hukum II Newton yaitu kecepatan dan percepatan berbanding terbalik dengan massa, artinya semakin besar beban benda maka kecepatan dan percepatan benda akan semakin kecil, begitu pula sebaliknya.

Kata-kata kunci: Hukum II Newton, kecepatan, *linier air track*, massa benda, dan percepatan.

THE INFLUENCE OF MASS ON VELOCITY AND ACCELERATION BASED ON NEWTON'S SECOND LAW USING LINEAR AIR TRACK

Abstract. The research aims to see whether there is influence of distance on time, mass effect on velocity, and mass effect on acceleration. Variables in this study consisted of manipulation variables of load and distance mass, response variables i.e. time taken and moving load velocity. The results showed that the effect of distance to time can be seen from the correlation coefficient value $R^2 = 0.999$ for the mass of 128 g and 400.46 g which means that there is influence of 99.9%. And there is the effect of mass on the velocity and acceleration that is the velocity and acceleration of the load mass of 128 g of 0.062 m/s and 0.00625 m/s² greater than the velocity and acceleration with mass load 400.46 g of 0.056 m/s and 0.0518 m/s². It is proven by Newton's law of velocity and acceleration is inversely proportional to mass, meaning that the greater the load mass, the speed and acceleration of the object will be smaller, and vice versa.

Keywords: Acceleration, *linier air track*, load mass, Newton's second law, and velocity.

1. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari kita sering menjumpai peristiwa-peristiwa yang berhubungan dengan gerak. Gerak yang dilakukan pada suatu benda bermacam-macam, contohnya adalah gerak lurus, gerak vertikal, gerak melingkar, gerak parabola, dan lain-lain. Pada penelitian ini, gerak yang dikaji adalah tentang pergerakan benda pada gerak lurus. Gerak lurus suatu benda terbagi menjadi dua, yaitu gerak lurus beraturan dan gerak lurus berubah beraturan. Contoh gerak lurus beraturan adalah mobil yang berjalan di lintasan lurus dengan kecepatan konstan. Sedangkan contoh gerak lurus berubah beraturan adalah ketika sebuah bola dilempar lurus ke atas dengan kecepatan tertentu akan mengalami perlambatan saat menuju titik puncak dan akan mengalami percepatan saat bola jatuh menuju titik awal. Dalam peristiwa kedua tersebut dapat diketahui bahwa gerak lurus mempunyai beberapa variabel yang berpengaruh yaitu posisi, perpindahan, kecepatan dan percepatan. Tetapi dalam peristiwa gerak lurus beraturan, gerak ini sulit terjadi karena benda tersebut pasti mengalami gesekan dengan lintasan. Sehingga akibat adanya gesekan, membuat hasil dari pengukuran jauh dari kesesuaian.

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis membuat suatu percobaan untuk mempelajari gerak lurus dengan menggunakan *linier air track*. *Linier air track* adalah alat yang menyediakan lintasan lurus dengan gerakan yang stabil dan bebas gesekan antara benda dengan lintasannya.

2. LANDASAN TEORI

Pembahasan mengenai gerakan dibedakan menjadi dua bagian besar, yaitu kinematika dan dinamika. Kinematika berisi pembahasan tentang gerakan benda tanpa mempertimbangkan penyebab gerakan tersebut. Sedangkan dinamika berisi pembahasan tentang gerakan benda dengan memperhatikan penyebab gerakan benda tersebut, yaitu gaya. (Tjondro dan Tanti, 2009)

Dalam kinematika, gerak benda dapat diselidiki dengan menentukan letak atau posisi benda pada setiap saat. Dalam gerak yang sederhana, misalnya jika benda bergerak pelan pada garis lurus, maka kita dapat menggunakan arloji atau *stopwatch* dan menandai letak titik benda pada setiap saat. Kemudian dicatat letak benda sebagai fungsi waktu. (Sutrisno, 1984)

2.1. Gerak Lurus Beraturan

Gerak lurus beraturan didefinisikan sebagai gerak suatu benda yang lintasannya lurus dan kecepatannya tetap. Kecepatan tetap artinya baik besar maupun arahnya tetap. Untuk kecepatan rata-rata, perpindahan, dan selang waktu dapat dinyatakan hubungannya sebagai berikut:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (\text{Tjondro dan Tanti, 2009})$$

2.2. Gerak Lurus Berubah Beraturan

Gerak lurus berubah beraturan didefinisikan sebagai gerak suatu benda yang lintasannya lurus dan percepatannya tetap. Percepatan tetap artinya baik besar maupun arahnya tetap. Percepatan rata-rata didefinisikan sebagai hasil perubahan kecepatan dengan selang waktu yang dibutuhkan untuk perubahan kecepatan, ditulis sebagai:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (\text{Tjondro dan Tanti, 2009})$$

2.3 Hukum Newton Tentang Gerak

Newton merumuskan hukum-hukum gerak yang sangat luar biasa. Newton menemukan bahwa semua persoalan gerak di alam semesta dapat diterangkan dengan hanya tiga hukum yang sederhana.

a. Hukum Newton I

Semua benda cenderung mempertahankan keadaannya. Benda yang diam akan tetap diam dan benda yang bergerak akan tetap bergerak dengan kecepatan konstan.

$$\sum F = 0$$

b. Hukum Newton II

Hukum Newton II menyatakan bahwa laju perubahan momentum benda sama dengan gaya yang bekerja pada benda tersebut.

$$\frac{dp}{dt} = F$$

$$\frac{mv}{t} = F$$

$$F = m a$$

c. Hukum Newton III

Hukum ini mengungkapkan keberadaan gaya reaksi yang sama besar dengan gaya aksi, tetapi berlawanan arah. Jika benda pertama melakukan gaya pada benda kedua (gaya aksi), maka benda kedua melakukan gaya yang sama besar pada benda pertama tetapi arahnya berlawanan (gaya reaksi). Jika seseorang mendorong dinding dengan tangan maka pada saat bersamaan dinding akan mendorong tangan orang tersebut dengan gaya yang sama tetapi berlawanan arah. Bumi menarik tubuh seseorang dengan gaya yang sama dengan berat tubuh orang tersebut, maka pada saat bersamaan tubuh orang tersebut juga menarik bumi dengan gaya yang sama besar tetapi berlawanan arah. (Mikrajuddin Abdullah, 2007)

3. METODOLOGI

3.1. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Vacum cleaner* fungsinya untuk mengalirkan udara ke *air track rail* sehingga gesekan menjadi kecil.
- Milisecond timer fungsinya untuk menghitung waktu seperseribu detik.
- Statif fungsinya sebagai tempat untuk meletakkan pipa lintasan dan sensor gerak
- Pipa alumunium fungsinya sebagai jalur lintasan gerak.
- Foto *timing gate* fungsinya sebagai penanda di mana jarak benda yang ingin ditentukan.
- Karet gelang fungsinya untuk mengikat pipa alumunium.
- Beban fungsinya sebagai penghambat gerak.
- Penggaris 60 cm fungsinya untuk mengukur jarak lintasan gerak.

3.2. Rancangan Penelitian

Pertama yang harus dilakukan adalah menyiapkan alat dan bahan. Setelah itu menghubungkan lintasan udara dengan *vacuum cleaner* dengan memvariasikan massa beban yang akan dipakai, dengan meletakkan sensor gerak tepat berada di atas pipa lintasan dengan menggunakan statif. Kemudian meletakkan bahan yang akan digunakan berada di atas pipa lintasan yang dihubungkan pada *vacuum cleaner* yang telah terhubung dengan sumber arus. Selanjutnya hitung waktu beban bergerak dari keadaan diam hingga melewati sensor. Mengulangi langkah-langkah tersebut sebanyak delapan kali pada bahan yang sama dan dengan mengganti massa beban yang berbeda kemudian mencatat hasil yang diperoleh.



Gambar 1. Susunan perangkat penelitian

(Sumber: lambda scientific)

3.3. Variabel Penelitian

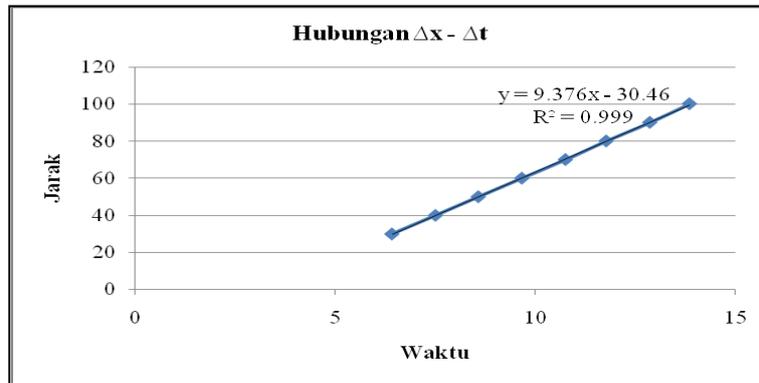
Variabel yang digunakan adalah *linier air track* dengan variabel manipulasi massa beban dan jarak serta variabel respon adalah waktu yang ditempuh dan kecepatan beban bergerak.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan diperoleh data yang dapat dilihat pada beberapa tabel dan gambar di bawah ini:

Tabel 1. Data penelitian untuk beban 128 g

Jarak (cm)	Waktu (detik)	Kecepatan (m/s)
30	6,42	0,04673
40	7,51	0,05326
50	8,58	0,05828
60	9,67	0,06205
70	10,76	0,06506
80	11,78	0,06791
90	12,87	0,06993
100	13,86	0,07215

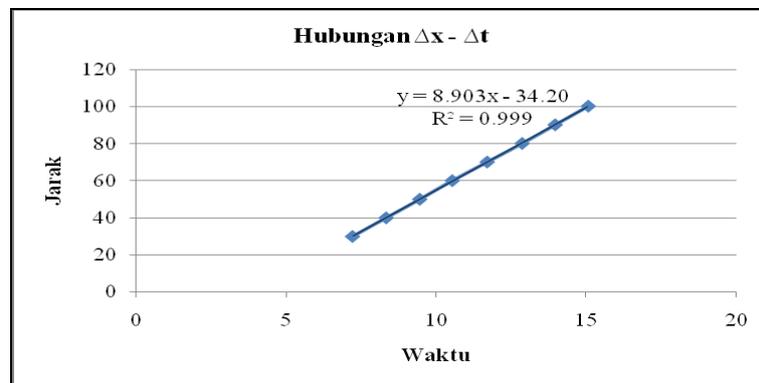


Gambar 2. Grafik hubungan antara Δx dan Δt pada beban 128 g

Berdasarkan Gambar 2 di atas, dapat dilihat bahwa terdapat kemiringan pada garis regresi yang artinya terdapat pengaruh $\Delta x - \Delta t$ yaitu semakin panjang lintasan yang ditempuh maka waktu beban bergerak semakin lama. Jika dilihat dari nilai korelasi $R^2 = 0,999$ maka hal ini bermakna bahwa terdapat pengaruh sebesar 99,9% antara $\Delta x - \Delta t$.

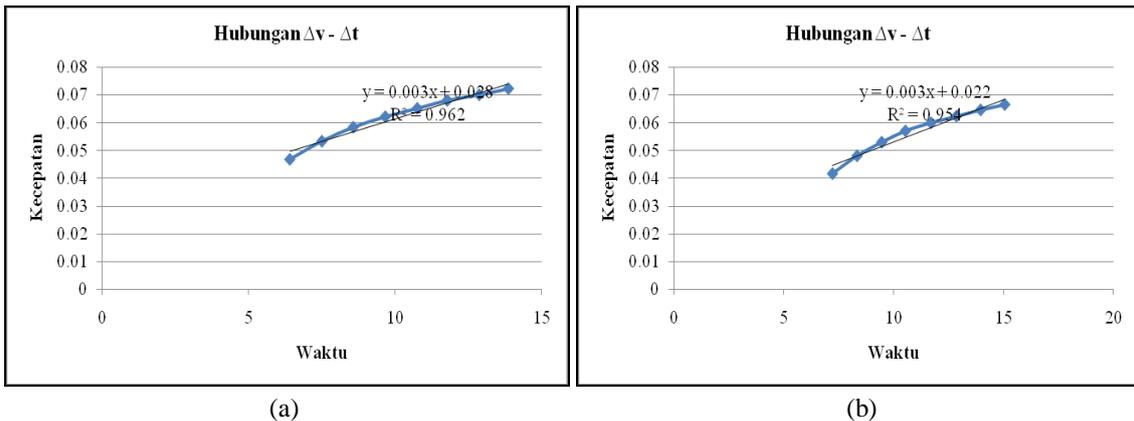
Tabel 2. Data penelitian untuk beban 400,46 g

Jarak (cm)	Waktu (sekon)	Kecepatan (m/s)
30	7,22	0,04155
40	8,34	0,04796
50	9,46	0,05285
60	10,54	0,05693
70	11,70	0,05983
80	12,86	0,06221
90	13,96	0,06447
100	15,06	0,06640



Gambar 3. Grafik hubungan antara Δx dan Δt pada beban 400,46 g

Berdasarkan Gambar 3 di atas, dapat dilihat bahwa terdapat kemiringan pada garis regresi yang artinya terdapat pengaruh $\Delta x - \Delta t$ yaitu semakin panjang lintasan yang ditempuh maka waktu beban bergerak semakin lama. Jika dilihat dari nilai korelasi $R^2 = 0,999$ maka hal ini bermakna bahwa terdapat pengaruh sebesar 99,9% antara $\Delta x - \Delta t$.



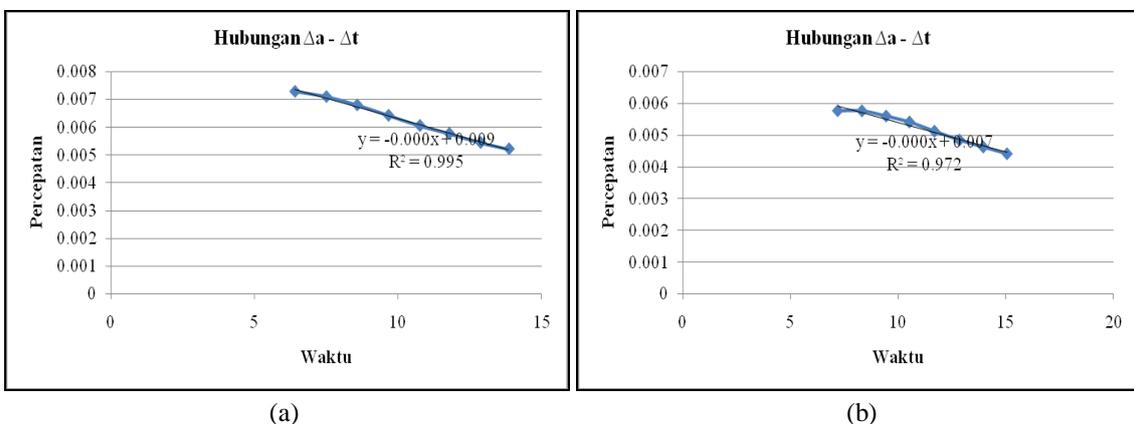
Gambar 4. Grafik hubungan antara Δv dan Δt pada beban (a) 128 g dan (b) 400,46 g

Berdasarkan Gambar 4 di atas, dapat dilihat bahwa terdapat kemiringan pada garis regresi yang artinya terdapat pengaruh $\Delta v - \Delta t$ yaitu semakin besar kecepatannya maka waktu beban bergerak semakin lama, begitu pula sebaliknya. Jika dilihat dari nilai korelasi $R^2 = 0,962$ maka hal ini bermakna bahwa terdapat pengaruh sebesar 96,2% antara $\Delta v - \Delta t$ pada Gambar 4(a) dan nilai korelasi $R^2 = 0,954$ yang bermakna bahwa terdapat pengaruh sebesar 95,4% antara $\Delta v - \Delta t$ pada Gambar 4(b). Hal tersebut terbukti berdasarkan hukum II Newton yaitu:

$$F = m \cdot a$$

$$v = \frac{F t}{m}$$

Pada perhitungan dengan metode manual didapatkan nilai dari kecepatan rata-rata dari massa beban 128 dan 400,46 g masing-masing adalah sebesar 0,062 dan 0,056 m/s. Nilai dari metode perhitungan secara grafik dan manual menunjukkan bahwa kecepatan massa beban 128 g lebih besar dari kecepatan massa beban 400,46 g. Hal tersebut terbukti berdasarkan Hukum II Newton yaitu kecepatan berbanding terbalik dengan massa, artinya semakin besar beban benda maka kecepatan benda akan semakin kecil, begitu pula sebaliknya.



Gambar 5. Grafik hubungan antara Δa dan Δt pada beban (a) 128 g dan (b) 400,46 g

Berdasarkan Gambar 5 di atas, dapat dilihat bahwa terdapat kemiringan pada garis regresi yang artinya terdapat pengaruh $\Delta a - \Delta t$ yaitu semakin besar percepatannya maka waktu beban bergerak semakin lama, begitu pula sebaliknya. Jika dilihat dari nilai korelasi $R^2 = 0,995$ maka hal ini bermakna bahwa terdapat pengaruh sebesar 99,5% antara $\Delta a - \Delta t$ pada Gambar 5(a) dan

nilai korelasi $R^2 = 0,972$ pada Gambar 5(b) yang bermakna bahwa terdapat pengaruh sebesar 97,2% antara Δa - Δt . Hal tersebut terbukti berdasarkan persamaan $a = \frac{s}{t}$ artinya percepatan berbanding terbalik terhadap waktu.

Pada perhitungan dengan metode manual didapatkan nilai dari percepatan dari massa beban 128 dan 400,46 g masing-masing adalah sebesar 0,00625 dan 0,0518 m/s^2 . Nilai dari metode perhitungan secara grafik dan manual menunjukkan bahwa percepatan massa beban 128 g lebih besar dari percepatan massa beban 400,46 g. Hal tersebut terbukti berdasarkan Hukum II Newton yaitu percepatan berbanding terbalik dengan massa, artinya semakin besar beban benda maka percepatan benda akan semakin kecil, begitu pula sebaliknya.

$$F = m a$$

$$a = \frac{F}{m}$$

Sesuai dengan hukum II Newton, di mana besar gaya akan sebanding dengan massa benda. Artinya semakin besar beban benda maka gaya yang akan dihasilkan akan semakin besar. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan ini, yaitu benda yang memiliki massa lebih besar mengalami gaya yang lebih besar dibanding dengan massa benda yang lebih ringan (kecil).

5. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh jarak terhadap waktu yang dapat dilihat dari nilai koefisien korelasinya $R^2 = 0,999$ untuk massa 128 dan 400,46 g yang bermakna bahwa terdapat pengaruh sebesar 99,9%. Serta terdapat pengaruh massa terhadap kecepatan dan percepatan yaitu kecepatan dan percepatan massa beban 128 g masing-masing adalah sebesar 0,062 m/s dan 0,00625 m/s^2 lebih besar dari kecepatan dan percepatan dengan massa beban 400,46 g yaitu masing-masing sebesar 0,056 m/s dan 0,0518 m/s^2 . Hal tersebut bersesuaian dengan Hukum II Newton yaitu kecepatan dan percepatan berbanding terbalik dengan massa, artinya semakin besar beban benda maka kecepatan dan percepatan benda akan semakin kecil begitu sebaliknya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdullah, Mikrajuddin, 2007, Fisika Dasar I, Edisi Revisi, ITB, Bandung
- [2] Chairunnisa, dkk, 2014, Desain *Air-Track* Berbasis Sensor Infra-Red Sebagai Media Pembelajaran Mekanika, Skripsi Mahasiswa Pendidikan Fisika STKIP Surya, Banten
- [3] Halliday.1989. Dasar-Dasar Fisika Jilid 1. Jakarta Erlangga
- [4] Indrasutanto, Tjondro dan Tanti, 2009, Pendayagunaan *Linier Air Track* untuk Percobaan Gerak Lurus Beraturan dan Gerak Lurus Berubah Beraturan, Magister Scientiae Edisi No 26, ISSN: 0852078X.
- [5] *Lambda Scientific Lab Equipment for Teaching Physics*, <http://lambdasys.com> (diakses pada 17 November 2017 pukul 16.05 WIB)
- [6] Sutrisno, 1984, Fisika Dasar, Jilid 1: Mekanika, ITB, Bandung
- [7] Tim Fisika Gelombang. 2017. Penuntun Praktikum Fisika Gelombang, FMIPA USU