

Analisis Simulasi Koefisien Gesekan Kinetik dan Statik pada Bidang Miring dengan JavaScript

Dinda Ravi Algifari^{1,a)}, Ariq Dhia Irfanudin^{1,b)}, Ikhsan Mochammad Noor^{1,c)},
Sparisoma Viridi^{2,d)}, Yudha Satya Perkasa^{1,e)}

¹ Program Sarjana Fisika
Kelompok Keilmuan Fisika Nuklir dan Komputasi,
Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung
Jl A.H. Nasution No. 105, Cibiru, Kota Bandung, Jawa Barat 40614

² Laboratorium Fisika Nuklir dan Biofisika,
Kelompok Keilmuan Fisika Nuklir dan Biofisika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung
Jl. Ganesha No.10, Kota Bandung, Jawa Barat 40132

^{a)}dinda.ravi.algifari@gmail.com

^{b)}1157030004@student.uinsgd.ac.id

^{c)}ikhsanmnoor@gmail.com

^{d)}dudung@fi.itb.ac.id

^{e)}yudha@uinsgd.ac.id

Abstrak

Simulasi ini merupakan pengembangan dari praktikum koefisien gesek menggunakan bidang miring, yang menggambarkan jalannya praktikum dalam bentuk visual dengan berbantuan Javascript. Simulasi ini diharapkan dapat mengatasi kurangnya sumber daya terkait peralatan praktikum yang ada di sekolah-sekolah dan dapat menjadikan pendekatan alternatif dari pembelajaran koefisien gesek. Metode simulasinya cukup sederhana sehingga mudah digunakan, cukup dengan hanya memasukan beberapa nilai parameter sudut 30, 45, 60, kecepatan awal v_0 , dan posisi awal x_0 . Data yang didapat berupa nilai percepatan a , gaya F yang dapat diolah lebih lanjut untuk mendapatkan nilai koefisien gesekan, baik statik maupun kinetik.

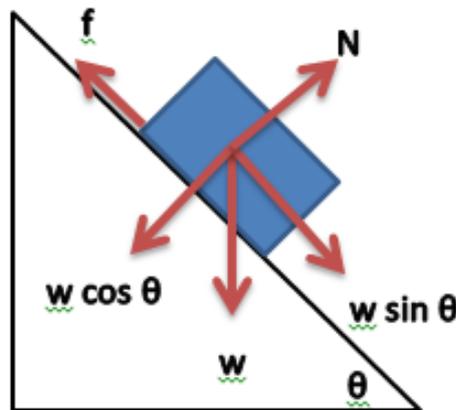
Kata-kata kunci: Simulasi, Javascript, Koefisien Gesek Statis dan Kinetis

PENDAHULUAN

Bidang miring merupakan sebuah bidang datar yang memiliki suatu sudut, dimana sudutnya tidak membentuk sudut tegak lurus. Benda yang berada pada bidang miring memiliki potensi untuk bergerak, saat benda pada bidang miring diam atau tepat akan bergerak berlaku gaya gesek statik ($f_s = \mu_s N$) atau koefisien gesek statik (μ_s) sedangkan saat benda tepat bergerak makan pada benda berlaku gaya gesek kinetik ($f_k = \mu_k N$) atau koefisien gesek kinetik (μ_k). Peristiwa ini menarik untuk digambarkan dalam sebuah simulasi yang dibangun dari bahasa pemrograman javascript dengan perhitungan secara fisika didalamnya[1]. Simulasi ini menggunakan parameter yang ditentukan seperti sudut, kecepatan awal, percepatan gravitasi, serta gaya geseknya, namun gaya gesek tersebut ditentukan oleh pembuat dan disembunyikan dari simulasi ini sehingga pengguna tidak mengetahui nilai gaya geseknya. Dari data input tersebut akan menghasilkan percepatan benda yang kemudian dapat di olah untuk mendapatkan nilai gaya gesek melalui perhitungan analitik oleh pengguna.

MODEL

Benda Pada Bidang Miring



Gambar 1. Diagram Gaya

Gerak benda pada bidang miring berlaku hukum Newton I dan hukum Newton II. Benda yang diam/tepat akan bergerak pada bidang miring nilai percepatan adalah 0 (nol) maka berlaku hukum Newton I [3]:

$$\sum F = 0 \tag{1}$$

Untuk bidang Y dapat dituliskan hasil dari penurunan persamaan 1 :

$$N = mg \cos \theta \tag{2}$$

Sedangkan pada bidang X :

$$mg \sin \theta - \mu_s N = 0 \tag{3}$$

Sehingga 2 dapat di substitusikan kedalam persamaan 3 menjadi:

$$\mu_s = \frac{mg \sin \theta}{mg \cos \theta} = \tan \theta \tag{4}$$

Untuk benda yang semula diam pada bidang miring kemudian bergerak kebawah sejajar dengan bidang maka berlaku hukum Newton II yaitu :

$$\sum F = ma \tag{5}$$

Dimana pada bidang Y menghasilkan persamaan yang didapat dari persamaan 5:

$$N = mg \cos \theta \tag{6}$$

Dan pada bidang X menghasilkan persamaan adalah

$$mg \sin \theta - \mu_k N = ma \tag{7}$$

Kemudian persamaan 6 disubstitusikan kedalam persamaan 7 sehingga menghasilkan persamaan :

$$\mu_k = \frac{g \sin \theta - a}{g \cos \theta} = \tan \theta - \frac{a}{g \cos \theta} \tag{8}$$

Sedangkan untuk persamaan gerak dan posisi bendanya sendiri diambil dari persamaan GLBB :

$$a = g(\sin \theta - \mu_k \cos \theta) \tag{9}$$

Kemudian persamaan 9 disubstitusikan untuk mendapatkan kecepatan :

$$v = v_0 + (at) \tag{10}$$

Dan posisi benda ditunjukkan dengan persamaan :

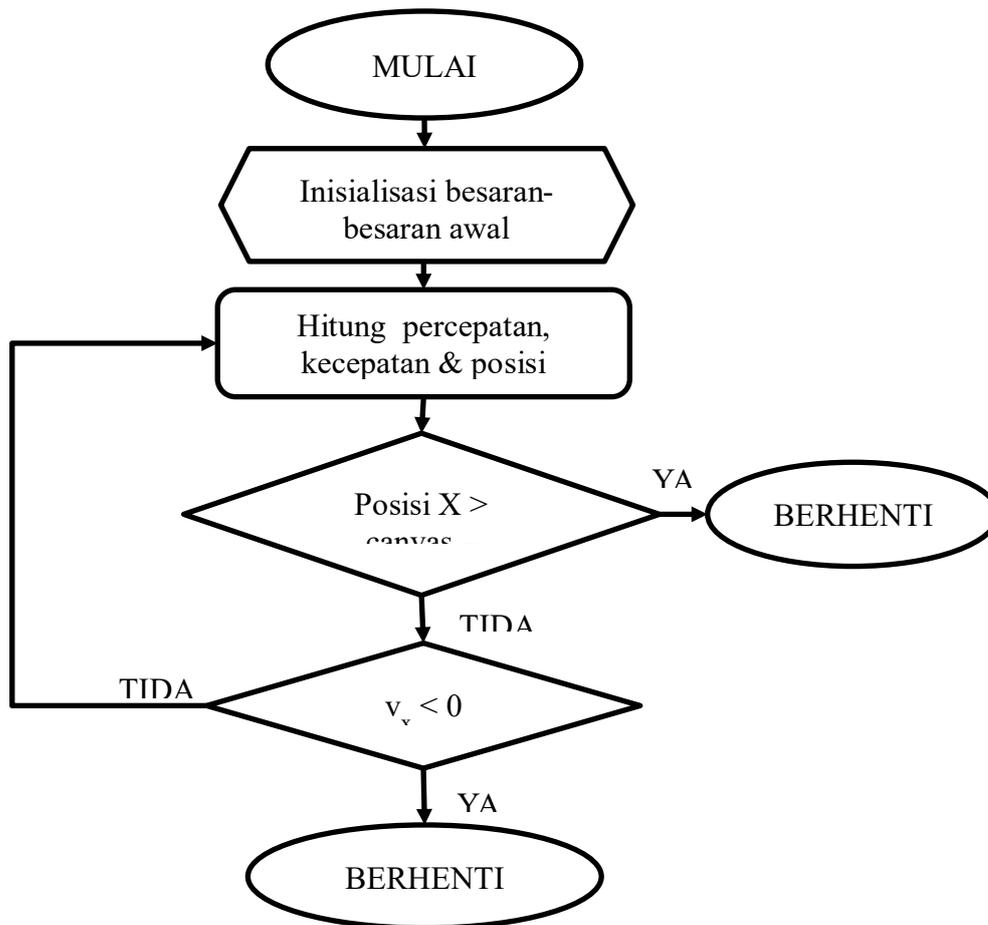
$$x = x_0 + (v_0t) + \left(\frac{1}{2}at^2\right) \tag{11}$$

Dimana X_0 adalah posisi awal dari benda, v_0 ialah kecepatan awal benda bergerak, dan t adalah waktu.

Program

Program yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan Bahasa pemrograman javascript serta metode dalam javascript itu sendiri seperti DOM (Document Object Model), math, dan perulangan menggunakan setInterval() juga clearInterval(). Dalam program sendiri digunakan rumus diatas untuk menghitung dan membuat bergerak yang dibantu dengan perulangan atau yang sering di sebut sebagai looping sehingga mendapatkan data yang realtime dan objek yang bergerak.

Adapun diagram alir yang digunakan dalam simulasi sebagai berikut:



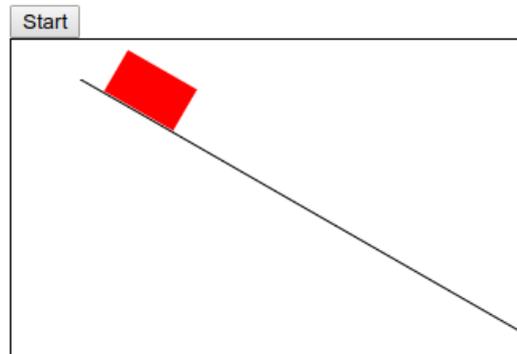
HASIL SIMULASI DAN DATA TABEL

Dalam hal ini simulasi dilakukan untuk menentukan nilai koefisien gesek dan mengamati gerak benda pada bidang miring sehingga dipilihlah simulasi yang cukup terlihat atau signifikan perubahannya sehingga mudah dalam pengamatan, sehingga dipilihlah sudut besar dan kecepatan awal yang bernilai besar pula serta tanpa kecepatan awal. Untuk material yang digunakan sendiri menggunakan dua material yang berbeda pada kecepatan awal besar dengan yang tanpa kecepatan awal. Jenis materialnya sendiri belum sampai mendetail berupa material apa dan objek yang bergerak berbahan apa karena ini merupakan tahapan awal yang masih dalam pengembangan.

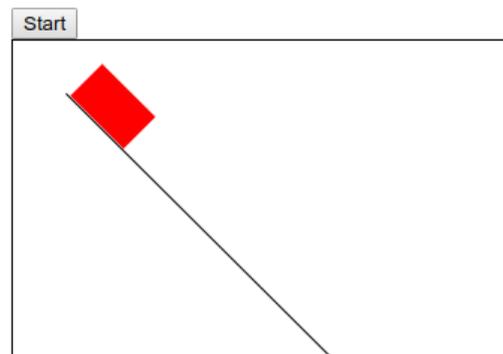
Simulasi untuk koefisien gesek statik bekerja saat nilai gaya benda arah ke bawah lebih kecil atau sama dengan gaya gesek benda dengan bidang. Dalam simulasi ini dapat lebih jelas terlihat pada parameter yang

bernilai kecil diananding dengan koefisien kinetik. Sedangkan koefisien kinetik dapat dengan jelas diamati pada saat nilai gaya cukup besar dan tetntunya akan dibutuhkan gaya gesekan yang besar pula. Kecepatan awal dalam simulasi koefisien gesek kinetik ini ditetapkan 100 m/s dengan sudut variasi sebesar 30° , 45° , 60° .

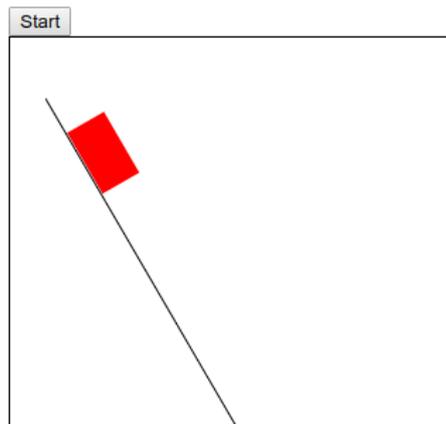
Berikut adalah tampak dari simulasi dengan sudut yang berbeda-beda:



Gambar 5. Sudut 30°



Gambar 6. Sudut 45°



Gambar 7. Sudut 60°

Javascript berperan penting dalam simulasi ini, yang mana simulasi ini sendiri dibangun dengan bahasa pemrograman javascript. Sistem kerja dari javascript ini bergantung dengan perhitungan, setelah tombol ditekan kemudian program mulai menghitung serta ditampilkan dalam bentuk visual, lalu hasil dari perhitungan tersebut dicek oleh program apakah simulasi berhenti atau tetap bekerja. Berhenti atau tetap berjalannya

simulasi ini diproses menggunakan operator if else if pada javascript, sehingga pada batasan tertentu proses simulasi akan berhenti atau tetap berjalan.

Parameter kecepatan yang digunakan bisa berapapun, namun seperti pada umumnya dalam praktikum, kecepatan awal dari benda tanpa gaya tambahan itu sulit di lakukan. Agar simulasi menyerupai dengan praktik secara langsungnya maka digunakan kecepatan awal 0 m/s, sehingga gaya yang bekerja hanya gaya gravitasi dan gaya geseknya saja. Dengan variasi sudut yang di ubah-ubah, maka pengguna dapat mencari nilai μ_k dengan menggunakan rumus di atas. Pada simulasi ini μ_k telah di tentukan dengan nilai tertentu namun pengguna tidak ngetahuinya jadi dapat mencarinya secara analitik. Data awal yang didapat dari simulasi ini ialah percepatan, sudut, dan percepatan gravitasi (9.8 m/s^2).

Berhubung ini adalah sebuah simulasi yang ditujukan untuk pembelajaran mengenai gaya gesekan maka kecepatan awal dapat di variasikan sehingga didapat visualisasi yang nenunjukan pergerakan yang terhambat oleh gaya gesekan, kecepatan ini bisa dengan parameter yang besar misal saja di atas 100 m/s. Serta bisa pula memvariasikan besar dari gaya geseknya sehingga pengamat dapat mengetahui bagaimana efek dari besar kecilnya gaya gesekan terhadap laju dari beda yang bergerak.

Dari simulasi tersebut menghasilkan data sebagai berikut:

Table 4. Hasil Perhitungan

Sudut	Koefisien Statik
30	0.577350269189626
45	1
60	1.73205080756888

Tabel 2. Hasil perhitungan ($v_0=0 \text{ m/s}$)

No	Sudut	percepatan	Koefisien gesek kinetik
1	30	5.551E-16	0.577350269189626
2	45	2.9885849	0.577350269189626
3	60	5.7735027	0.577350269189626



Gambar 8. Grafik dengan $v_0 = 0 \text{ m/s}$ (dengan sudut A=30°, B=45°, C=60°)

Tabel 3. Hasil Perhitungan ($v_0=100 \text{ m/s}$)

No	Sudut	Percepatan	Koefisien gesek kinetik
1	30	-16.6506	2.5
2	45	-10.6066	2.5
3	60	-3.83975	2.5



Gambar 9. Grafik dengan $v_0 = 100 \text{ m/s}$ (dengan sudut A=30°, B=45°, C=60°)

Data tersebut dihasilkan dari parameter yang dibuat tetap yaitu kecepatan sebesar 0 m/s dan 100 m/s, dengan 3 variasi sudut, serta nilai koefisien geseknya sendiri telah ditentukan namun disembunyikan oleh pembuat dari pengguna yang berniali 0.57735 dan 2.5. Mengapa disembunyikan? karena seperti pada tujuannya yaitu menentukan nilai koefisien gesekan sehingga pengguna dapat mencarinya secara analitik dari data yang dihasilkan oleh program simulasi ini berupa percepatan, sudut, dan gravitasi (9.8 m/s^2).

Dapat dilihat dari data tersebut bahwa gaya gesek statik hanya bergantung pada sudut seperti halnya pada persamaan diatas. Sehingga benda pada bidang miring tanpa kecepatan awal dengan nilai gaya beratnya kurang dari atau sama dengan gaya gesek statik maka benda tersebut akan diam, jika dengan kecepatan awal maka benda tersebut tetap akan bergerak dengan kecepatan yang konstan. Perbandingan data dari grafik pada gambar 8 menunjukkan bahwa ketika benda dengan gaya berat sama dengan gaya geseknya ditunjukkan pada bagian A dimana nilai kecepatannya sangat kecil bahkan bisa di anggap nol. Sedangkan saat diubah sudut kemiringannya benda bergerak dengan percepatan tertentu seperti pada bagian B dan C yang juga ditunjukkan pada table 1.

Dengan kecepatan awal sebesar 100 m/s dapat terlihat dengan jelas perubahan dari kecepatannya, untuk mengimbangi dari nilai kecepatan awal yang cukup besar tersebut sehingga membutuhkan gaya gesekan yang cukup besar pula agar lebih terlihat saat pengamatan dilakukan. Percepatan benda bernilai negatif (-) karena besarnya nilai dari gaya gesekan sehingga terjadilah perlambatan. Perbedaan perlambatan pada masing-masing sudut ditunjukkan pada table 2 dan grafik pada gambar 9. Jelas terlihat bahwa pada sudut 30^0 benda berada pada 0 m/s di detik ke 6 s sedangkan pada sudut 60^0 berada di detik ke 26 s.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini didapatkan kesimpulan bahwa dengan menggunakan pemrograman javascript dapat membuat sebuah simulasi koefisien gesekan pada bidang miring serta dapat membantu dalam proses pembelajaran dan pengamatan fisika bagi yang kurang mendukung fasilitas alat eksperimen secara langsung.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih pada Dr.rer.nat Sparisoma Viridi, M.Si dan Dr. Yudha Satya Perkasa, M.Si atas diskusi yang bermanfaat.

REFERENSI

22. Giancoli, Douglas C. 2001."Fisika. Edisi Kelima Jilid 1". Jakarta: Penerbit Erlangga
23. Ramtal, D and Dobre, A."Physics for JavaScript Games, Animation, and Simulation with HTML5 Canvas".New York: Apress
24. Tipler, P. 1991."Fisika untuk Sains dan Teknik Edisi Ketiga Jilid 1". Jakarta : Erlangga
25. Tim Lab Fisika UIN SGD Bandung "Modul Praktikum Fisika Dasar" 2013 revisi 2016