

Eksperimen Gaya Gesek Pada Bidang Miring Untuk Menguji Koefisien Gesek Statis Dan Kinetis

Ade Ulwan Prastyo, Pradika Hermawan, Elsa Salsabila, Fadian Candra Sari dan Kurniawanti

Program Studi Teknik Industri, Universitas PGRI Yogyakarta
wanti.kurnia@upy.ac.id

Abstrak. Eksperimen ini bertujuan untuk menghitung koefisien gesek statis dan kinetis pada benda yang meluncur pada bidang miring. Percobaan ini menggunakan variable sudut miring $30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$. Permukaan lintasan menggunakan dua skenario, yang pertama yaitu mengatur permukaan menjadi licin menggunakan media bedak dan skenario kedua tidak memberikan taburan bedak sehingga permukaan kasar. Hasil dari percobaan menunjukkan bahwa skenario permukaan licin memiliki nilai koefisien gesek = 0, sedangkan permukaan yang kasar memiliki nilai koefisien gesek > 1 . Nilai koefisien gesek statis pada sudut 30° sebesar 0,59, pada sudut 45° sebesar 0,42, dan pada sudut 60° sebesar 0,27. Sedangkan nilai koefisien gesek kinetis yang diperoleh pada masing-masing sudut secara berturut-turut adalah 1,41, 1,21, dan 0,46. Semakin besar suatu sudut yang diberikan, kecepatan benda akan semakin cepat, dan waktu yang ditempuh akan semakin singkat. Karena pada sudut yang besar maka bidang miring akan semakin tinggi

Kata Kunci : koefisien gesek statis, koefisien gesek kinetis, bidang miring

1. Pendahuluan

Melakukan eksperimen atau suatu percobaan merupakan suatu penyajian bahan pelajaran yang memungkinkan siswa untuk membuktikan sendiri suatu teori atau suatu pertanyaan atau bisa juga sebuah hipotesis dari suatu teori tertentu [1]. Melalui eksperimen siswa akan mempraktekkan sendiri teori yang ada dan menemukan suatu persoalan-persoalan dan mencari solusi dengan menggunakan suatu metode sehingga para siswa dapat belajar berfikir ilmiah [2]. Hal terpenting yang harus diperhatikan dalam melakukan eksperimen fisika adalah set eksperimen yang digunakan. Set eksperimen sangat menentukan hasil yang didapatkan pada suatu penelitian [3]. Dengan ilmu fisika semua pekerjaan menjadi ringan karena adanya penerapan ilmu fisika yang diimplikasikan dalam teknologi yang canggih [4]. Pada eksperimen fisika ini, jika permukaan suatu benda bergesekan dengan permukaan benda lain, maka masing-masing benda akan melakukan gaya gesekan satu terhadap yang lain. Gaya gesekan ini secara otomatis melawan gerak, sekalipun tidak ada gerak relatifnya.[5]. Gaya gesek adalah gaya yang disebabkan karena adanya gaya yang berarah melawan gerak benda akibat sentuhan antara dua benda.[6] Penentuan koefisien gesek statis dan koefisien gesek kinetik pada gaya gesek dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu dengan menggunakan balok yang ditarik dengan katrol pada bidang datar, balok yang meluncur pada

bidang miring, dan balok yang ditarik dengan katrol pada bidang miring [7]. Tujuan dari eksperimen ini adalah untuk mencari nilai koefisien gesek statis dan kinetik pada benda diam dan benda bergerak yang meluncur pada bidang miring.

2. Tinjauan Pustaka

Gaya gesek adalah gaya yang melawan gerak suatu benda pada suatu permukaan relative satu sama lain, dan gaya ini bersinggungan dengan permukaan. Benda diam cenderung memiliki gaya gesek statis yang berlawanan dengan arah geraknya. Ketika benda yang berada diatas landasan diberi gaya yang sejajar dan tidak bergerak, maka gaya gesek bernilai lebih besar dari nol hingga mencapai nilai gaya gesek statis maksimum [8]. Apabila suatu balok diletakkan di atas meja dan didorong dalam arah sejajar dengan permukaan meja, maka akan timbul fenomena berikut:

- a. Jika gaya dorongan yang diberikan tidak terlalu besar maka benda belum bergerak
- b. Jika gaya diperbesar terus maka ada nilai gaya tertentu di mana benda mulai bergerak.

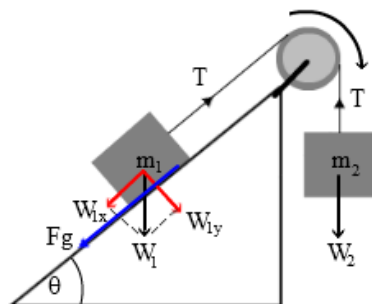
$$F = \mu s . f s$$

Ketika tidak ada gerakan yang terjadi, gaya gesek dapat memiliki nilai dari nol hingga gaya gesek maksimum. Setiap gaya yang lebih kecil dari gaya gesek maksimum yang berusaha untuk menggerakkan salah satu benda akan dibawa oleh gaya gesekan yang setara dengan besar gaya tersebut namun berlawanan arah. Gaya gerak yang lebih besar dari gaya gesek statis maksimum akan membuat benda bergerak, dengan demikian gaya-gaya gesek yang bekerja akan berkurang besarnya, sehingga untuk mempertahankan gerak dibutuhkan gaya yang lebih kecil yakni gaya gesek kinetis[9][10].

Gaya gesek kinetis atau dinamis terjadi ketika dua benda bergerak relatif satu sama lain dan saling bergesekan. Koefisien gesek kinetis umumnya dinotasikan dengan μk dan pada umumnya selalu lebih kecil dari gaya gesek statis untuk material yang sama. Ada faktor yang mempengaruhi gaya gesek, yaitu koefisien gesekan (μ) dan gaya normal (N) atau

$$F = \mu . N$$

Koefisien gesekan adalah tingkat kekasaran permukaan yang bergesekan. Makin kasar kontak bidang permukaan yang bergesekan makin besar gesekan yang ditimbulkan. Jika bidang kasar sekali , maka $\mu = 1$ dan jika bidang halus sekali , maka $\mu = 0$. Gaya normal adalah gaya reaksi dari bidang akibat gaya aksi dari benda. Makin besar gaya normalnya makin besar gesekannya [11]



Gambar 1. Gaya Sebuah Benda pada Bidang Miring

Pada gambar di atas telah ditunjukkan gaya-gaya yang bekerja pada benda. Pada benda pertama, karena berada pada bidang miring dan gaya berat arahnya ke bawah, maka gaya beratnya harus diuraikan menjadi W_x dan W_y seperti yang terlihat di gambar. Dari gambar jelas terlihat bahwa

gaya berat yang berada dalam garis gerak adalah Wx Jika $m_1 < m_2$ maka sistem akan bergerak ke arah m_2 . Ketentuan yang berlaku pada sistem katrol bidang miring pada eksperimen yang dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Percobaan ke-n

$$\bar{t} = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_n}{n} \dots \text{second}$$

$$\Delta t = \sqrt{\frac{\sum(\bar{t} - t)^2}{n(n-1)}}$$

b. Percepatan

$$S_{A-B} = V_0 t - \frac{1}{2} a t^2, V_0 = 0$$

$$S_{A-B} = \frac{1}{2} a t^2$$

$$\bar{a} = \frac{S_{A-B}}{\bar{t}^2} \dots \text{cm/s}^2$$

$$\Delta a = \sqrt{\left(\frac{1}{t^2}\right)^2 (\Delta S_{A-B})^2 + \left(-\frac{S_{A-B}}{t^3}\right)^2 (\Delta t)^2}$$

c. Koefisien Gesek Statis (μ_s)

m_1 = massa balok (kg)

$m_2 = P + P'$ (kg)

$$\mu_s = \frac{m_2}{m_1 \cos \theta} - \tan \theta$$

$$\Delta \mu_s = \sqrt{\left(\frac{1}{m_1 \cos \theta}\right)^2 (\Delta m_2)^2 + \left(\frac{m_2}{m_1^2 \cos \theta}\right)^2 (\Delta m_1)^2}$$

d. Koefisien Gesek Kinetis (μ_k)

$$\mu_k = \left(\frac{m_2}{m_1 \cdot \cos \theta}\right) - \left(\frac{a}{g \cdot \cos \theta}\right) \cdot \left(\frac{m_1 + m_2}{m_1}\right) - \tan \alpha$$

$$\Delta \mu_k = \sqrt{\left(\frac{1}{m_1 \cdot \cos \theta}\right)^2 (\Delta m_2)^2 + \left(\frac{m_2}{m_1^2 \cdot \cos \theta}\right)^2 (\Delta m_1)^2 + \left(\frac{1}{g \cdot \cos \theta}\right)^2 (\Delta a)^2 + \left(\frac{a}{g^2 \cdot \cos \theta}\right)^2 (\Delta g)^2}$$

$$\mu_k = (\mu_k \pm \Delta \mu_k)$$

$$KR = \frac{\Delta \mu_k}{\mu_k} \times 100\%$$

$$K = 100\% - KR$$

Keterangan :

t	= Waktu (Second)
a	= Percepatan (m/s^2)
g	= Percepatan gravitasi (m/s^2)
θ	= Sudut ($^\circ$)
P	= Massa (kg)
P'	= Massa Pengait (kg)
H	= tinggi (m)
S_{A-B}	= Panjang Lintasan (m)
KR	= Kesalahan Relatif (%)
K	= Ketelitian (%)
m_1	= Massa Blok (kg)
m_2	= Massa $P + P'$ (kg)
Δm_2	= Ralat Massa (kg)
Δm_1	= Ralat Massa Balok (kg)
Δa	= Ralat Percepatan Benda (m/s^2)
Δg	= Ralat Percepatan Gravitasi (m/s^2)
μ_k	= Koefisien Gesek Kinetis
μ_s	= Koefisien Gesek Statis

3. Metodologi

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan alat dan bahan yang dibutuhkan antara lain balok, beban, pengait, neraca, stopwatch, mistar, bedak, dan bidang luncur yang bisa diatur sudutnya. Prosedur eksperimen terdiri dari menimbang massa balok, mengukur panjang lintasan kemudian mengatur kemiringan bidang miring dengan sudut 30 derajat, 45 derajat, dan 60 derajat. Percobaan dilakukan menggunakan dua skenario yaitu lintasan menggunakan taburan bedak dan lintasan tidak diberi taburan bedak.

Langkah selanjutnya adalah memulai melakukan percobaan dengan meletakkan balok pada bidang miring pada masing-masing sudut kemiringan yang telah ditetapkan. Setiap beban diukur waktu tempuhnya ketika meluncur di lintasan bidang miring tersebut menggunakan stopwatch. Percobaan pada setiap sudut dilakukan sebanyak 5 kali. Setelah percobaan selesai dilakukan, peneliti melakukan perhitungan data dan melakukan analisis.

4. Hasil dan Pembahasan

Dari eksperimen yang telah dilakukan diperoleh data hasil pengukuran gaya gesek diperoleh data hasil perhitungan rata-rata waktu yang dibutuhkan benda bergerak dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2. Asumsi nilai percepatan gravitasi (g) sebesar $10 m/s^2$.

Table 1. Hasil pengukuran

No	m1 (kg)	m2 (kg)	Sudut (derajad)	Panjang lintasan (m)	t (second)				
					t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₅
1	0.5	0.5	30	0.8	0.99	0.99	0.98	0.97	0.98

2	0.5	0.5	45	0.8	0.75	0.77	0.76	0.75	0.74
3	0.5	0.5	60	0.8	0.8	0.81	0.82	0.82	0.82

Table 2. Hasil pengukuran dan perhitungan data

No	m1 (kg)	m1 (kg)	Sudu t (dera jad)	S _{A-B} (m)	t (second)					Rata-rata t	\bar{a} m /s ²
					t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₅		
1	0.5	0.5	30	0.8	0.99	0.99	0.98	0.97	0.98	0.982	0.83
2	0.5	0.5	45	0.8	0.75	0.77	0.76	0.75	0.74	0.754	1.43
3	0.5	0.5	60	0.8	0.8	0.81	0.82	0.82	0.82	0.814	1.21

Berikut perhitungan pengujian gaya gesek diperoleh nilai

A. Koefisien Gesek Statis

a. Sudut 45°

$$\mu_s = \frac{0,5}{0,5 \cdot \cos 45^\circ} - \tan 45^\circ$$

$$\mu_s = \frac{0,5}{0,5 \cdot \frac{1}{2}\sqrt{2}} - 1 = \frac{0,5}{0,35} - 1$$

$$\mu_s = 1,42 - 1 = 0,42$$

$$\Delta\mu_s = \sqrt{\left(\frac{1}{0,5 \cdot \frac{1}{2}\sqrt{2}}\right)^2(0,5)^2 + \left(\frac{0,5}{(0,5)^2 \cdot \frac{1}{2}\sqrt{2}}\right)^2(0,5)^2}$$

$$\Delta\mu_s = \sqrt{0,12(0,25) + (8,12)(0,25)}$$

$$\Delta\mu_s = \sqrt{0,03 + 2,03} = \sqrt{2,06} = 1,43$$

b. Sudut 30°

$$\mu_s = \frac{0,5}{0,5 \cdot \cos 30^\circ} - \tan 30^\circ$$

$$\mu_s = \frac{0,5}{0,5 \cdot \frac{1}{2}\sqrt{3}} - \frac{1}{3}\sqrt{3} = \frac{0,5}{0,43} - 0,57$$

$$\mu_s = 1,16 - 0,57 = 0,59$$

$$\Delta\mu_s = \sqrt{\left(\frac{1}{0,5 \cdot \frac{1}{2}\sqrt{3}}\right)^2(0,5)^2 + \left(\frac{0,5}{(0,5)^2 \cdot \frac{1}{2}\sqrt{3}}\right)^2(0,5)^2}$$

$$\Delta\mu_s = \sqrt{(0,1849)(0,25) + (5,38)(0,25)}$$

$$\Delta\mu_s = \sqrt{0,004 + 1,345} = \sqrt{1,385} = 1,17$$

c. Sudut 60°

$$\mu_s = \frac{0,5}{0,5 \cdot \cos 60^\circ} - \tan 60^\circ$$

$$\mu_s = \frac{0,5}{0,5 \cdot \frac{1}{2}} - \sqrt{3} = \frac{0,5}{0,5} - 1,73$$

$$\mu_s = 2 - 1,73 = 0,27$$

$$\Delta\mu_s = \sqrt{\left(\frac{1}{0,5 \cdot \frac{1}{2}}\right)^2 (0,5)^2 + \left(\frac{0,5}{(0,5)^2 \cdot \frac{1}{2}}\right)^2 (0,5)^2}$$

$$\Delta\mu_s = \sqrt{(0,06)(0,25) + (16)(0,25)}$$

$$\Delta\mu_s = \sqrt{0,015 + 4} = \sqrt{4,015} = 2,00375$$

B. Koefisien Gesek Kinetis

a. Sudut 45°

$$\mu_k = \left(\frac{0,5}{0,5 \cdot \frac{1}{2}\sqrt{2}}\right) - \left(\frac{1,47}{10 \cdot \frac{1}{2}\sqrt{2}}\right) \cdot \left(\frac{0,5 + 0,5}{0,5}\right) - \frac{1}{3}\sqrt{3}$$

$$\mu_k = (1,42) - (0,21) \cdot (2) - 1$$

$$\mu_k = 1,21 \cdot 1 = 1,21$$

$$\Delta\mu_k = \sqrt{\left(\frac{1}{0,5 \cdot \frac{1}{2}\sqrt{2}}\right)^2 (0,5)^2 + \left(\frac{0,5}{(0,5)^2 \cdot \frac{1}{2}\sqrt{2}}\right)^2 (0,5)^2 + \left(\frac{1}{10 \cdot \frac{1}{2}\sqrt{2}}\right)^2 (6,64)^2 + \left(\frac{1,47}{(10)^2 \cdot \frac{1}{2}\sqrt{2}}\right) (10)^2}$$

$$\Delta\mu_k = \sqrt{(0,12)(0,25) + (8,12)(0,25) + (49)(44,08) + (0,021)(100)}$$

$$\Delta\mu_k = \sqrt{0,03 + 2,03 + 2159,92 + 2,1} = \sqrt{2164,08} = 46,51$$

$$\mu_k = (1,21 \pm 46,51)$$

$$KR = \frac{46,51}{1,21} \times 100\% = 38,43\%$$

$$K = 100\% - 38,43\% = 61,57\%$$

b. Sudut 30°

$$\mu_k = \left(\frac{0,5}{0,5 \cdot \frac{1}{2}\sqrt{3}}\right) - \left(\frac{1,47}{10 \cdot \frac{1}{2}\sqrt{3}}\right) \cdot \left(\frac{0,5 + 0,5}{0,5}\right) - \frac{1}{3}\sqrt{3}$$

$$\mu_k = (1,16) - (0,17) \cdot (2) - 0,57$$

$$\mu_k = 0,99 \cdot 1,43 = 1,41$$

$$\Delta\mu_k = \sqrt{\left(\frac{1}{0,5 \cdot \frac{1}{2}\sqrt{3}}\right)^2(0,5)^2 + \left(\frac{0,5}{(0,5)^2 \frac{1}{2}\sqrt{3}}\right)^2(0,5)^2 + \left(\frac{1}{10 \frac{1}{2}\sqrt{3}}\right)^2(6,64)^2 + \left(\frac{1,47}{(10)^2 \cdot \frac{1}{2}\sqrt{3}}\right)(10)^2}$$

$$\Delta\mu_k = \sqrt{\frac{(0,18)(0,25) + (5,38)(0,25) + (73,96)}{(44,08) + (0,000289)(100)}}$$

$$\Delta\mu_k = \sqrt{0,045 + 1,345 + 3260,15 + 2,89} = \sqrt{3264,43} = 57,13$$

$$\mu_k = (1,41 \pm 57,13)$$

$$KR = \frac{57,13}{1,41} \times 100\% = 40,51\%$$

$$K = 100\% - 40,51\% = 59,49\%$$

c. Sudut 60°

$$\mu_k = \left(\frac{0,5}{0,5 \cdot \frac{1}{2}}\right) - \left(\frac{1,47}{10 \cdot \frac{1}{2}}\right) \cdot \left(\frac{0,5 + 0,5}{0,5}\right) - \sqrt{3}$$

$$\mu_k = (2) - (0,294) \cdot (2) - 1,73$$

$$\mu_k = 1,706 \cdot 0,27 = 0,46$$

$$\Delta\mu_k = \sqrt{\left(\frac{1}{0,5 \cdot \frac{1}{2}}\right)^2(0,5)^2 + \left(\frac{0,5}{(0,5)^2 \frac{1}{2}}\right)^2(0,5)^2 + \left(\frac{1}{10 \cdot \frac{1}{2}}\right)^2(6,64)^2 + \left(\frac{1,47}{(10)^2 \frac{1}{2}}\right)(10)^2}$$

$$\Delta\mu_k = \sqrt{\frac{(0,0625)(0,25) + (16)(0,25) + (25)(44,08) + (0,0294)(100)}$$

$$\Delta\mu_k = \sqrt{0,015625 + 4 + 1102 + 2,94} = \sqrt{1108,95} = 33,3$$

$$\mu_k = (0,46 \pm 33,3)$$

$$KR = \frac{33,3}{0,46} \times 100\% = 72,39\%$$

$$K = 100\% - 72,39\% = 27,61\%$$

Nilai koefisien gesek statis pada masing-masing sudut diperoleh pada sudut 30°, 45°, dan 60° sebesar 0.59, 0.42, dan 0.27. Sedangkan nilai koefisien gesek kinetis diperoleh pada masing-masing sudut adalah 1.21, 1.41, dan 0.46. Nilai koefisien gesek statis memiliki nilai dibawah 1 ($\mu_s < 1$), artinya beban dapat meluncur dengan baik dan cepat karena gaya gesekan bernilai kecil. Hal ini disebabkan karena bidang miring atau lintasan diberi taburan bedak sehingga lintasan memiliki permukaan yang licin. Sedangkan nilai koefisien gesek kinetis ($\mu_k > 1$), artinya gaya gesek dua permukaan yaitu permukaan benda/beban dan permukaan lintasan bernilai besar karena permukaan lintasan bertekstur kasar. Hal ini karena permukaan pada percobaan ini tidak diberi taburan bedak sehingga benda tidak dapat meluncur dengan cepat. Kemudian pada masing-masing sudut, setiap perubahan

ukuran sudut kemiringan dari sudut kemiringan bernilai besar, maka nilai koefisien geseknya juga semakin besar dan pada sudut kemiringan bernilai kecil nilai koefisien geseknya juga semakin kecil.

5. Kesimpulan

Setelah melakukan eksperimen pada bidang miring dapat disimpulkan, permukaan bidang lintasan mempengaruhi nilai koefisien gesek statis dan kinetis. Permukaan lintasan yang halus memiliki nilai koefisien gesek kecil yang bernilai <1 (μs) atau $= 0$, artinya benda dapat meluncur dengan mudah, sedangkan jika nilai >1 maka terjadi gaya gesek kinetis yang menyebabkan benda mengalami hambatan dalam meluncur karena permukaan yang kasar. Semakin kecil sudut yang digunakan pada bidang miring maka semakin lambat benda yang diluncurkan (balok) itu mencapai titik akhir dari bidang miring tersebut, Sebaliknya semakin besar sudut pada kemiringan yang digunakan maka semakin cepat balok mencapai akhir bidang miring tersebut, Besar kecil sudut dapat mempengaruhi kecepatan luncuran dan juga tinggi pada bidang miring tersebut.

References

- [1] Mayangsari et al, 2014, Penerapan Metode Eksperimen Untuk Meningkatkan Aktivitas dan Hasil Belajar IPA Siswa Kelas VI Pokok Bahasan Konduktor dan Isolator SDN Semboro Probolinggo Tahun Pelajaran 2012/2013. *Edukasi Unej*, 1(1), 27–31
- [2] Nurhidayattulloh, N., 2019, Pengembangan Alat Praktikum Penentuan Koefisien Gesek Kinetis Menggunakan Osilasi Pegas Berbantuan Analisis Tracker. *Universitas Ahmad Dahlan*
- [3] Fitri, M. et al, 2014, Pembuatan Sistem Penentuan Koefisin Gesek Statis Benda pada Bidang Miring secara Digital Berbasis Mikrokontroler, *PILLAR OF PHYSICS*, Vol. 4. November 2014, 09-16
- [4] Harefa, A. R., 2019, Peran Ilmu Fisika Dalam Kehidupan Sehari-hari. *Jurnal Warta Edisi* 60, April, 91–96.
- [5] Hernawati, 2013, Mengetahui Koefisin Gesek Statik dan Kinetis melalui Konsep Gerak Melingkar Beraturan, *Jurnal Teknosains*, Volume 7 Nomor 1, Januari 2013, hlm. 55-65
- [6] Hardiansyah, I.W., 2021, Penerapan Gaya Gesek pada Kehidupan Sehari-hari, *NKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, Vol. 10, No. 1, 2021 (hal 70-73)
- [7] Serway, R.A. & Jewett, J.W., 2018, *Physics for scientists and engineers*. Thomson Books: California
- [8] S. Humairo, et al., 2018, Analisis Koefisien Gesek Statis dan Kinetis Berbagai Pasangan Permukaan Bahan pada Bidang Miring menggunakan Aplikasi Analisis Video Tracker, *Seminar Nasional Quantum #25.*, 2018, pp. 2477-1511.
- [9] Priyono. J., 2018, Penenerapan Metode Video Tracking pada Pengukuran Koefisien Gesek Kinetis Luncuran, *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVIII.*, 2018, pp. 50-53.
- [10] Halliday D. et al, 2014, *Fundamentals of Physics*, In Wiley, John Wiley and Sons