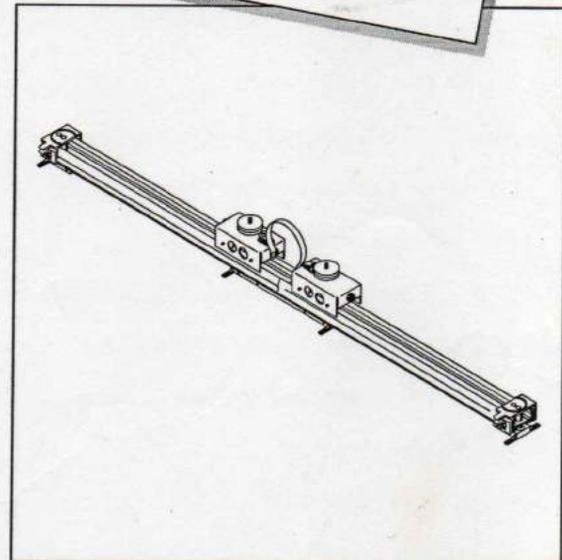
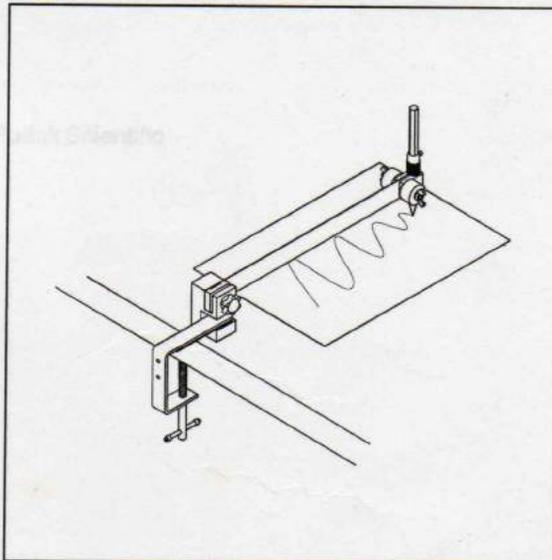
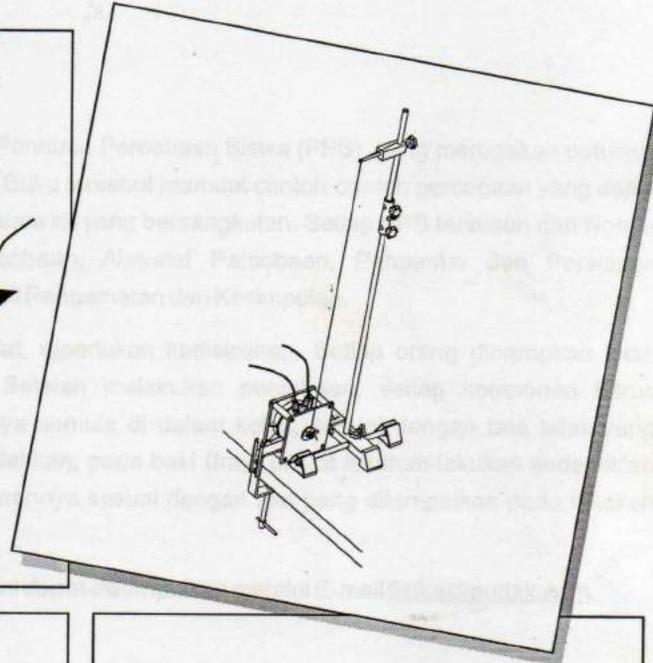
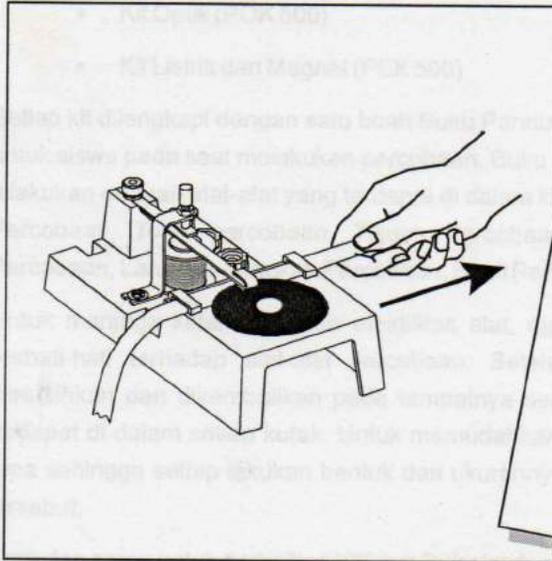


KIT MEKANIKA

(PMS 500)



KATA PENGANTAR

Rangkaian Kit Fisika modular untuk sekolah menengah telah dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan akan alat-alat sekolah menengah yang berkualitas tinggi. Set kit fisika modular ini disusun dan berdasarkan bagian-bagian dalam ilmu fisika, di antaranya

- Kit Mekanika (PMS 500)
- Kit Optik (POK 500)
- Kit Listrik dan Magnet (PEK 500)

Setiap kit dilengkapi dengan satu buah Buku Panduan Percobaan Siswa (PPS), yang merupakan petunjuk untuk siswa pada saat melakukan percobaan. Buku tersebut memuat contoh-contoh percobaan yang dapat dilakukan dengan alat-alat yang terdapat di dalam kit yang bersangkutan. Setiap PPS tersusun dari Nomor Percobaan, Topik percobaan, Tujuan Percobaan, Alat-alat Percobaan, Pengantar dan Persiapan Percobaan, Langkah-Langkah Percobaan, Hasil Pengamatan dan Kesimpulan.

Untuk menjaga ketahanan dan efektifitas alat, diperlukan kedisiplinan. Setiap orang diharapkan lebih berhati-hati terhadap alat-alat percobaan. Setelah melakukan percobaan, setiap komponen harus dibersihkan dan dikembalikan pada tempatnya semula di dalam kotak, sesuai dengan tata letak yang terdapat di dalam setiap kotak. Untuk memudahkan, pada baki (*tray*) dibuat lekukan-lekukan sedemikian rupa sehingga setiap lekukan bentuk dan ukurannya sesuai dengan alat yang ditempatkan pada lekukan tersebut.

Kritik dan saran untuk perbaikan KIT dan Buku ini dapat disampaikan melalui E-mail fisika@pudak.com.

Pudak Scientific

Edisi: Cetakan 2007

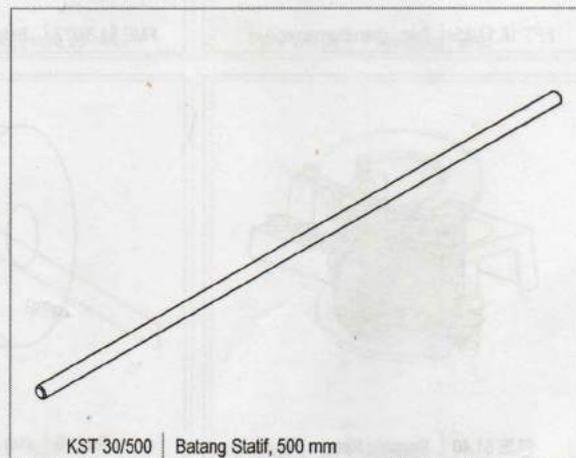
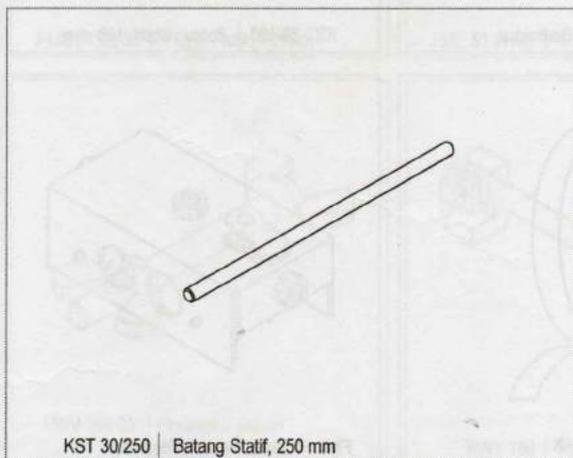
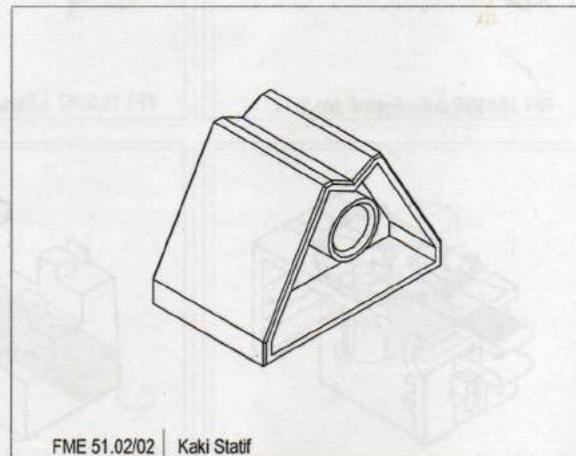
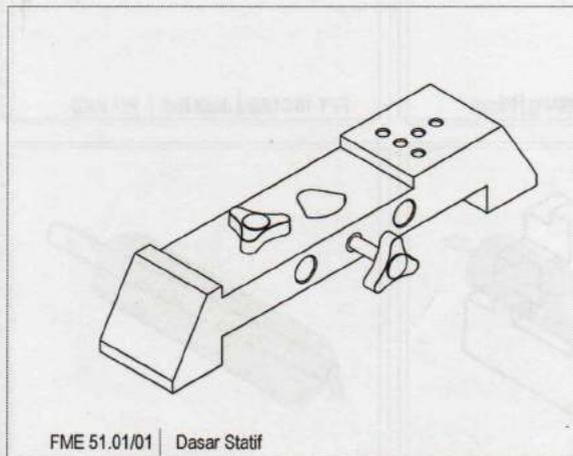
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
PENGENALAN ALAT MODULAR KIT	iii
LEMBAR PANDUAN PERCOBAAN SISWA	1
KINEMATIKA DAN DINAMIKA	
MU 01 Pewaktu Ketik	2
MU 02 Gerak Kereta Dinamika pada Bidang Datar	7
MU 03 Gerak Lurus Beraturan	10
MU 04 Kecepatan Rata-Rata dan Kecepatan Sesaat	14
MU 05 Gerak Kereta Dinamika pada Bidang Miring	17
MU 06 Gerak Jatuh Bebas	20
MU 07 Hukum Newton Kedua tentang Gerak	23
MU 08 Tumbukan Momentum Linear	27
MU 09 Hukum Kekekalan Momentum pada Ledakan	30
MU 10 Hukum Kekekalan Energi Mekanik	34
GETARAN	
MU 11 Bandul Sederhana	37
MU 12 Osilasi Beban yang Digantung pada Pegas	41
MU 13 Osilasi pada Pegas Pipih	45
MU 14 Kurva Osilasi	49
MU 15 Percepatan Gravitasi	52
MU 16 Resonansi Bandul Sederhana	55
MU 17 Resonansi Pegas Helik	58
MU 18 Hukum Hook	60
GELOMBANG MEKANIK	
MU 19 Penjalaran dan Pemantulan Gelombang Transversal	62
MU 20 Gelombang Berdiri pada Tali (Benang)	65
MU 21 Gelombang Berdiri pada Pegas Helik	68

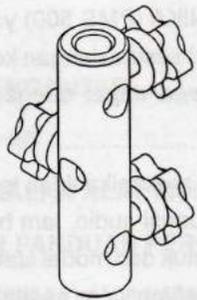
PENGENALAN MODULAR KIT

Pada bagian ini diberikan gambar-gambar komponen alat modular KIT MEKANIKA (PMS 500) yang akan digunakan dalam percobaan mekanika. Gambar-gambar komponen alat tersebut sesuai dengan komponen aslinya. Dengan adanya gambar-gambar komponen tersebut diharapkan siswa dapat dengan mudah mencari alat-alat yang diperlukan pada tiap percobaan.

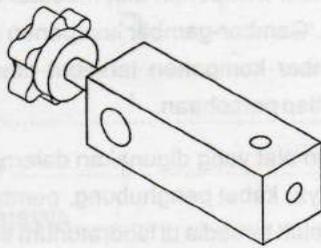
Perlu diperhatikan, beberapa komponen alat yang digunakan dalam percobaan mekanika tidak terdapat di dalam kit mekanika ini, seperti catu daya, kabel penghubung, pembangkit frekuensi audio, jam henti, dan timbangan. Alat-alat tersebut mungkin telah tersedia di laboratorium sekolah. Bentuk dan model alat tersebut boleh berbeda dari gambar yang tertera di dalam buku panduan ini, asalkan fungsinya sesuai dengan percobaan yang akan dilakukan.

GAMBAR, NAMA, DAN KODE KOMPONEN ALAT-ALAT YANG DIGUNAKAN DALAM PERCOBAAN MEKANIKA





GSN 161 | Bosshead, Bulat



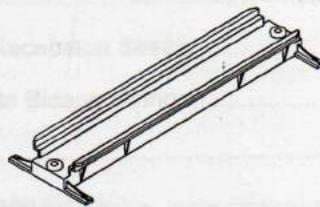
GSN 162 | Bosshead, Universal



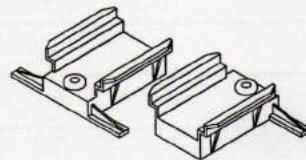
PMK 201 | Pasak Penumpu



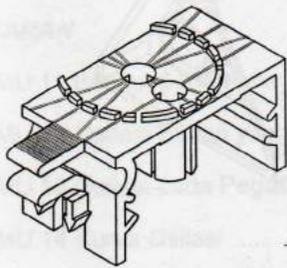
FPT 16.02/66 | Rel Presisi



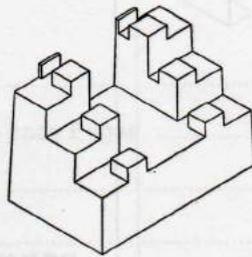
FPT 16.03/67 | Penyambung Rel



FPT 16.04/68 | Kaki Rel



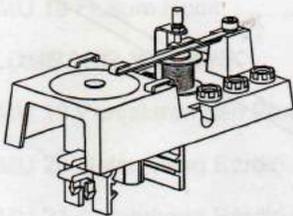
FPT 16.17/85 | Tumpakan Berpenjepit



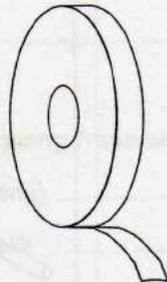
FME 51.37/72 | Balok Bertingkat



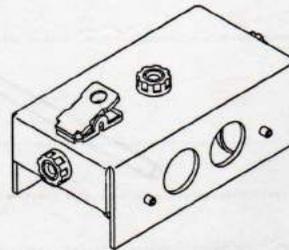
KST 30/100 | Batang Statif, 100 mm



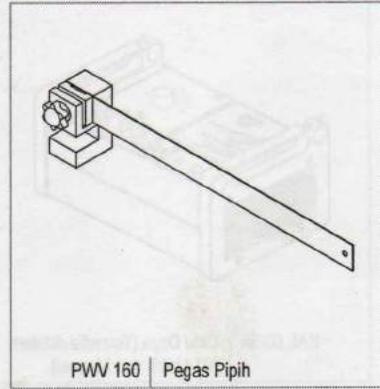
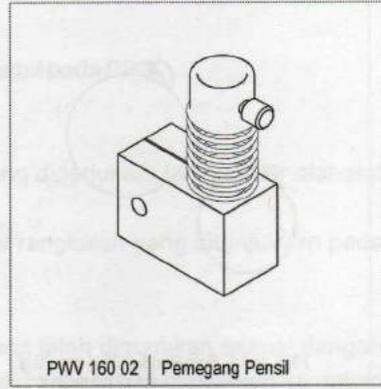
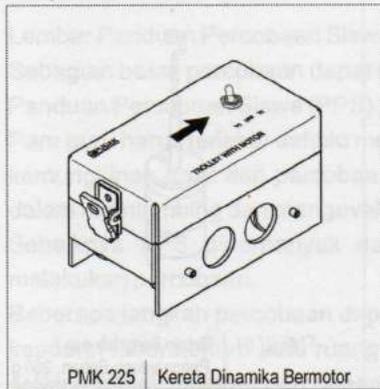
FME 51.40 | Pewaktu Ketik

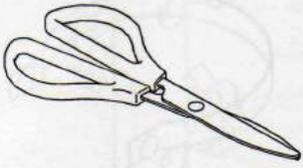


FME 69 | Pita Ketik

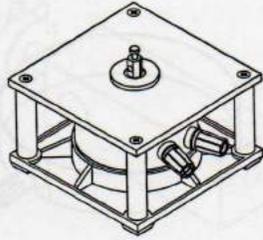


FME 51.34/69 | Kereta Dinamika





GLA 011 | Gunting



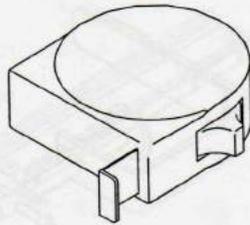
FAL 29 | Pembangkit Getaran



FME 27.01 | Beban Bercelah dan Penggantung Beban, 250 g



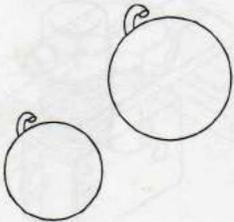
PME 010 | Tali Elastik, 3 m



GMM 221 | Rol Meter



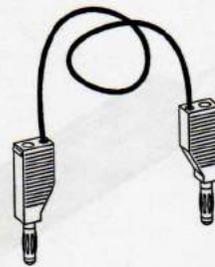
KSM 15/105 | Mistar, 50 cm



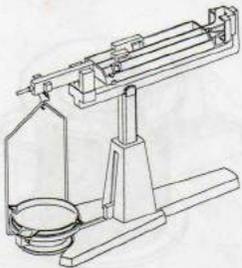
PMK 160 | Bola Bandul, 35 g dan 70 g



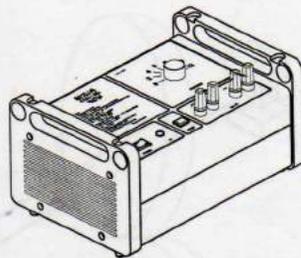
KKW 71 | Jam Henti
(Tidak tersedia di dalam KIT,
dijual terpisah)



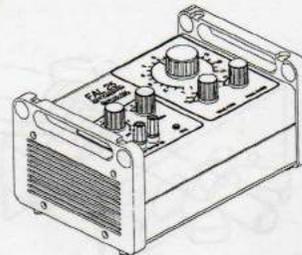
KAL 99/10-025 | Kabel Penghubung 25 cm
KAL 99/20-025 (Tersedia di dalam
KIT Listrik dan Magnet)



KNE 26 | Timbangan
(Tidak tersedia di dalam KIT,
dijual terpisah)



KAL 60/5A | Catu Daya (Tersedia didalam
KIT Listrik dan Magnet)



FAL 25 | Pembangkit Frekuensi Audio
(Tidak tersedia di dalam KIT,
dijual terpisah)

LEMBAR PANDUAN PERCOBAAN SISWA

Lembar Panduan Percobaan Siswa (PPS) disajikan dalam lembar setelah ini.

Sebagian besar percobaan dapat dilakukan dengan menggunakan kit modular yang disajikan dalam bentuk Panduan Percobaan Siswa (PPS) pada halaman berikut.

Para guru harus terlebih dahulu mencoba percobaan-percobaan ini sehingga akan mendapatkan gambaran kemungkinan hasil dari percobaan tersebut. Dengan pengalaman ini, akan lebih mudah bagi para guru dalam membimbing dan mengevaluasi hasil percobaan siswa.

Sebaiknya PPS diperbanyak dan dibagi-bagikan kepada setiap siswa (kelompok) setiap kali akan melakukan percobaan.

Beberapa langkah percobaan dapat diubah oleh para guru sehingga percobaan sesuai dengan kondisi dan keadaan laboratorium atau ruang kelas, dan guru harus dapat mengikuti perkembangan pendapat siswa selama melaksanakan percobaan. Jika perlu, beberapa percobaan digabung menjadi satu kegiatan, atau disederhanakan.

Memungkinkan untuk para guru membuat percobaan baru, yang sesuai dengan pelajarannya, dengan menggunakan peralatan yang terdapat pada kit modular. Percobaan-percobaan dalam manual ini dapat dijadikan sebagai contoh dan motivasi bagi para guru untuk menyusun percobaan-percobaan dengan PPS yang lebih sesuai dengan kondisi lingkungan dan kurikulum sekarang.

HAL-HAL YANG PERLU DIPERSIAPKAN SEBELUM PERCOBAAN

1. Sebelum Masuk Laboratorium
 - a. Siapkan buku petunjuk percobaan.
 - b. Baca dan fahami tujuan percobaan yang terdapat pada PPS.
 - c. Siapkan buku catatan untuk mencatat sesuatu yang tidak bisa dicatat pada PPS.
2. Di dalam Laboratorium
 - a. Periksa alat-alat yang terdapat di dalam kotak KIT dan ambil yang diperlukan. Lihat daftar alat-alat pada PSS.
 - b. Rangkai alat-alat tersebut dengan seksama. Perhatikan gambar rangkaian yang ditunjukkan pada PSS.
 - c. Lakukan percobaan dengan teliti dan hati-hati.
 - d. Setelah percobaan selesai, periksa dan kembalikan alat-alat yang telah digunakan sesuai dengan tempatnya di dalam kotak KIT. Bila perlu bersihkan terlebih dahulu sebelum di masukkan ke dalam kotak KIT.

MU 01 Pewaktu Ketik

1. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan ini Anda diharapkan dapat menggunakan pewaktu ketik untuk menganalisis gerak.

2. Alat dan Bahan

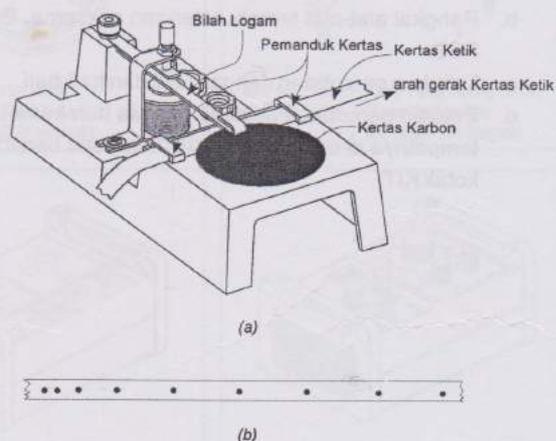
No. Katalog	Nama alat	Jml
FME 51.40	Pewaktu ketik	1
FME 69	Pita ketik	1
KKW 71	Jam henti	1
KAI 60	Catu daya	1

No. Katalog	Nama alat	Jml
	Kertas manila	1
GLA 016	Lem kertas	1
KAL 99/10-025	Kabel penghubung 25 cm, Hitam	1
KAL 99/20-025	Kabel penghubung 25 cm, Merah	1

3. Pengantar dan Persiapan Percobaan

Pewaktu ketik adalah alat untuk mengukur selang waktu dan sekaligus mengukur jarak tempuh benda yang ditempel pada pita ketik yang dilewatkan melalui pewaktu ketik. Pewaktu ketik yang akan digunakan adalah seperti terlihat pada Gambar 1.1(a). Jika alat tersebut dihubungkan dengan sumber tegangan yang sesuai (catu daya 50 Hz AC dengan tegangan 6-12V), bilah logam akan bergetar. Pada ujung bebas bilah logam ada sebuah "palu" kecil. Pada waktu bilah logam bergetar, palu ini akan memukul-mukul kertas karbon berbentuk lingkaran secara teratur. Di bawah kertas karbon dilewatkan pita ketik yang ditarik oleh benda yang bergerak. Titik-titik ketikan yang dihasilkan pada pita ketik memiliki jarak selang waktu yang sama, satu titik ketikan merupakan satu kali getaran. Selang waktu antara dua titik ketikan yang berurutan adalah kira-kira $1/50$ (0,02) detik. Di dalam percobaan ini, selang waktu ini disebut "ketik". Selanjutnya kita akan menyebut selang waktu 5 ketik, atau 10 ketik, dan seterusnya.

Untuk menyelidiki gerak sebuah benda, pita ketik dimasukkan di bawah kertas karbon melalui celah pemandu pita. Salah satu ujung dipegang atau ditempelkan pada benda yang bergerak. Ketika benda bergerak dan pewaktu ketik dijalankan, pada pita ketik akan dihasilkan sederetan titik-titik. Jarak antara dua titik tergantung pada laju benda. Semakin cepat benda bergerak, semakin besar jarak antara dua titik. Titik ketikan pada pita ketik seperti pada Gambar 1.1 (b). Titik ketikan pada gambar tersebut memperlihatkan bahwa gerak benda adalah gerak dipercepat.



Gambar 1.1

Laju pada saat tertentu (atau laju sesaat) dapat didefinisikan sebagai perbandingan Δs (jarak tempuh) dengan Δt (selang waktu selama jarak yang ditempuh), jika t cukup kecil, mendekati nol. Karena selang waktu antara dua titik ketikan adalah kira-kira 0,02 detik, jarak antara dua titik dapat dianggap sebagai pendekatan laju sesaat pada selang tersebut. Dengan menggunakan beberapa titik ketikan, misalnya 5 titik ketikan atau 10 titik ketikan, jaraknya akan cukup baik digunakan sebagai laju sesaat. (Sebenarnya jarak ini adalah laju rata-rata dalam selang waktu tersebut, tetapi jarak ini sudah cukup baik sebagai pendekatan laju sesaat pada selang waktu itu).

Bapak/Ibu guru Anda akan memperlihatkan lebih jelas cara menggunakan pewaktu ketik.

Pewaktu ketik yang akan digunakan dapat dijepitkan pada rel presisi. Jepitkanlah pewaktu ketik pada rel presisi. Pasang rel dan pewaktu ketik pada meja percobaan sedemikian sehingga Anda dapat bergerak agak leluasa di sekitarnya.

Tempatkan catu daya di dekat pewaktu ketik. Catu daya dalam keadaan OFF. Hubungkan catu daya ke stopkontak utama.

4. Langkah-langkah Percobaan

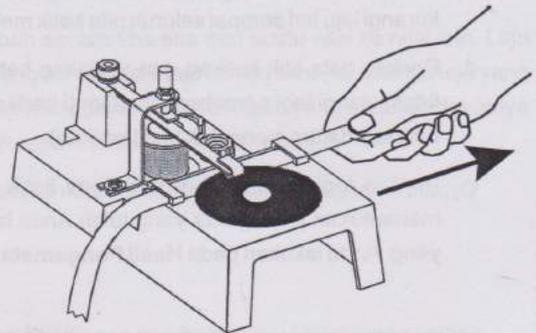
Menentukan interval waktu antara titik ketikan

- Masukkan pita ketik dengan panjang kira-kira 2 m ke dalam celah pemandu, dan lewatkan pita ketik di bawah kertas karbon.
- Pegang salah satu ujung pita ketik (Gambar 1.2) dan siapkan jam henti untuk mengukur waktu (Jika Anda bekerja berpasangan, seorang mengukur waktu dan yang lain menggerakkan pita ketik).
- Hidupkan catu daya, bersamaan dengan menekan tombol jam henti tarik pita ketik menjauhi pewaktu ketik.
- Pada saat ujung lain pita ketik melewati pewaktu ketik, tekan lagi tombol jam henti.
- Baca selang waktu yang ditunjukkan oleh jam henti. Namakan selang waktu ini t . Tuliskan nilai t yang didapat pada baris di bawah ini.

$t = \dots \text{ s}$

- Hitung jumlah titik ketikan di sepanjang pita ketik. Abaikan titik-titik ketikan yang saling tindih yang terdapat di awal gerak pita. Namakan jumlah ketikan ini n dan tulis nilai n pada baris di bawah ini.

$n = \dots$



Gambar 1.2

- g. Hitung selang waktu antara dua titik ketikan (T) dengan menggunakan persamaan $\frac{t}{n}$. Catat hasil hitungan pada baris di bawah ini.

$T = \dots\dots$ s

Anda saksikan bahwa selang waktu antara dua titik ketikan adalah sangat singkat, yaitu dalam orde 0,02 detik.

Menganalisis gerak

Bila Anda ingin mendapat gambaran tentang jenis gerak sebuah benda, buatlah agar benda tersebut menarik pita ketik pada waktu pewaktu ketik sedang bekerja. Pola titik-titik pada pita dapat dianalisis sehingga memberikan gambaran tentang jenis gerak yang telah dilakukan benda.

Selidikilah gerak ketika Anda berjalan kemudian diikuti dengan berlari (jangan terlalu cepat!). Ada baiknya Anda bekerja berpasangan, satu orang bergerak dan yang lain mengukur waktu.

- Pasang pewaktu ketik dan catu daya di tempat yang baik sehingga pada saat Anda berjalan dan berlari sambil menarik pita ketik gerak Anda tidak terganggu.
- Pasang 2 m pita ketik pada pewaktu ketik. Atur pita ketik sedemikian sehingga ujung yang akan Anda tarik terletak didekat pewaktu ketik.
- Hidupkan catu daya. Mulailah berjalan sejauh dua langkah, kemudian berlari, dan selanjutnya kurangi laju lari sampai seluruh pita ketik melewati pewaktu ketik.
- Periksa pola titik ketikan dan yakinkan bahwa semua titik ketikan yang tercetak cukup jelas. Jika tidak, ulangi lagi percobaan itu (Ganti kertas karbon yang baru, jika kertas karbon sudah tidak cukup baik lagi dalam mencetak hasil ketikan).
- Periksa lagi hasil ketikan pada pita ketik dan analisislah gerak yang Anda telah lakukan untuk menentukan jenis gerak yang telah Anda lakukan. Dari analisis tersebut coba jelaskan jenis gerak yang Anda lakukan pada **Hasil Pengamatan**.

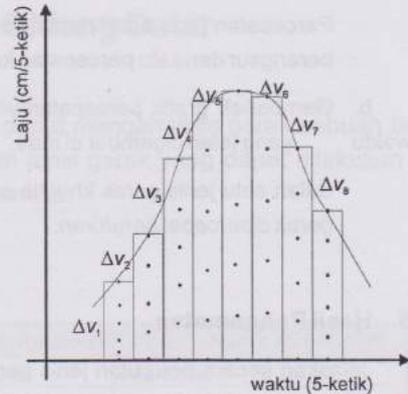
Kurva Laju-Waktu

Penganalisisan gerak akan lebih mudah jika rekaman gerak pada pita diubah menjadi "kurva laju-waktu". Kurva laju-waktu lebih kurang memperlihatkan hubungan antara laju benda dan waktu tempuh (selang waktu). Pertama-tama Anda perlu memutuskan satuan waktu yang akan Anda gunakan. "Satu-ketik" barangkali terlalu singkat. Cobalah menggunakan "5- ketik" sebagai satuan waktu.

- Pada pita ketik yang digunakan di atas, kenali awal gerak yang dilakukan. Periksa titik-titik ketikan. Barangkali ada titik ketikan yang saling tindih. Abaikan titik tersebut dan ambil sebagai titik ketikan pertama pada titik ketikan yang terpisah secara jelas dengan titik berikutnya.
- Potong-potong pita ketik tersebut masing-masing sepanjang 5-ketik. Agar tidak membingungkan, nomorilah setiap potong pita dimulai dari awal gerak.

Panjang setiap potong dapat dianggap sebagai ukuran laju "sesaat" gerak benda selama selang waktu yang bersangkutan (Nilai yang didapatkan sebenarnya adalah laju rata-rata dalam selang waktu tersebut, tetapi karena selang waktu cukup kecil, nilai tersebut mendekati laju sesaat pada suatu saat di dalam selang waktu tersebut).

- c. Gunakan lem kertas untuk menempelkan potongan pita ketik secara berdampingan pada kertas untuk mendapatkan kurva laju-waktu (seperti terlihat pada Gambar 1.3). **Lebar setiap potongan pita ketik adalah satuan waktu 5 detik!**



Gambar 1.3

Keseluruhan kurva memperlihatkan perubahan gerak benda. Bagian awal kurva pada Gambar 1.3 memperlihatkan *gerak yang dipercepat* (gerak dengan laju yang semakin bertambah), bagian tengah kurva adalah *gerak lurus beraturan* (gerak dengan laju tetap), dan bagian terakhir adalah *gerak diperlambat* (gerak dengan laju yang makin berkurang).

Satuan laju dalam kasus ini adalah $\frac{\text{satuan panjang}}{\text{satuan waktu}}$

Satuan waktu yang digunakan adalah 5-ketik, sehingga satuan laju adalah m/(5-ketik) atau cm/(5-ketik). Mungkin lebih mudah jika digunakan cm sebagai satuan panjang.

Tentu saja laju sebuah benda tidak dapat berubah secara tiba-tiba dari suatu nilai ke nilai lain. Laju sebuah benda hanya dapat berubah secara berangsur dari satu laju ke laju lain. Perubahan laju yang sesungguhnya dapat didekati (dihampiri) dengan menggambar kurva mulus yang sedekat-dekatnya menghubungkan titik tengah ujung atas pita ketik seperti terlihat pada Gambar 1.3.

- d. Gambarlah kurva laju-waktu gerak yang Anda lakukan dalam carta laju-waktu yang telah dibuat.

Percepatan

Percepatan a sebuah benda didefinisikan sebagai perbandingan perubahan laju (Δv) dengan selang waktu (Δt), atau $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ jika Δt cukup kecil. Pada carta laju-waktu, Δv adalah perbedaan panjang

antara dua "batang laju" yang berurutan (panjang potongan pita). Perbedaan panjang ini merupakan ukuran percepatan pada suatu saat di dalam selang waktu antara dua potong pita yang bersebelahan. Pada contoh carta laju-waktu Gambar 1.3 terlihat jelas bahwa Δv atau percepatan gerak berubah terhadap waktu. Dengan kata lain, percepatan benda tidak tetap. Bahkan Δv dapat bernilai negatif, ketika v berkurang sebagaimana terlihat pada bagian kanan carta laju-waktu.

- a. Pada selembar potongan kertas, gambarlah carta percepatan-waktu serupa dengan kurva laju-waktu dengan mengukur $\Delta v - \Delta v$ yang ada pada carta laju-waktu di atas. Ingat bahwa ada bagian gerak Anda yang mempunyai percepatan negatif. Gunakan penggaris untuk mengukur $\Delta v - \Delta v$ pada pita laju-waktu yang telah dibuat, dan gunakan cm sebagai satuan panjang dan 5-ketik sebagai satuan waktu.

Percepatan juga tidak dapat berubah secara tiba-tiba. Percepatan hanya dapat berubah secara berangsur dari satu percepatan ke percepatan lain. Jadi:

- b. Gambarlah grafik percepatan-waktu (kurva halus) gerak Anda di atas menggunakan kurva laju-waktu yang telah digambar di atas.

Salah satu jenis gerak khusus adalah gerak yang mempunyai percepatan tetap, yang dinamakan *gerak dipercepat beraturan*.

5. Hasil Pengamatan

Jelaskan secara berurutan jenis gerak yang telah Anda lakukan. Apakah ada gerak yang telah Anda lakukan memiliki laju yang sama, laju yang naik, atau laju yang menurun.

.....
.....
.....
.....

6. Kesimpulan

Pewaktu ketik dapat digunakan untuk mempelajari jenis gerak benda. Kurva laju-waktu yang didapatkan dengan menggunakan pewaktu ketik merupakan grafik pendekatan atau grafik laju-waktu sesungguhnya sebuah benda.

.....
.....
.....
.....

MU 02 Gerak Kereta Dinamika pada Bidang Datar

1. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan ini Anda diharapkan dapat menganalisis gerak sebuah benda menggunakan pewaktu ketik dan dapat menentukan jenis gerak yang dapat dilakukan oleh suatu benda dengan menggunakan model kereta dinamika.

2. Alat dan Bahan

No. Katalog	Nama alat	Jml
FPT 16.02/66	Rel Presisi	2
FPT 16.03/67	Penyambung Rel	1
FPT 16.04/68	Kaki Rel	2
PMK 201	Pasak Penumpu	1
FPT 16.17/87	Tumpakan Berpenjepit	1
FME 51.40	Pewaktu Ketik	1
FME 51.34/69	Kereta Dinamika	1

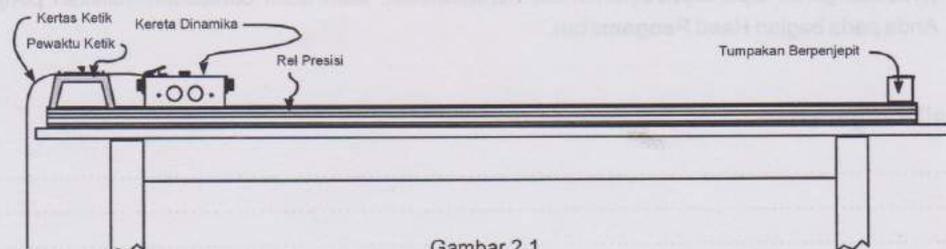
No. Katalog	Nama alat	Jml
FME 69	Pita Ketik	1
GLA 016	Lem Kertas	1
KAL 60/5A	Catu Daya	1
	Kertas Manila	1
KAL 99/10-025	Kabel Penghubung 25 cm, Hitam	1
KAL 99/20-025	Kabel Penghubung 25 cm, Merah	1

3. Pengantar dan Persiapan Percobaan

Mekanika adalah suatu ilmu yang mempelajari gerak benda-benda. Selama geraknya benda dapat melakukan gerak rotasi, bergetar, atau gerak lurus (translasi). Dalam percobaan ini hanya akan dibahas gerak translasi, walaupun pada kenyataannya benda juga melakukan bentuk gerak yang lainnya. Pendekatan yang diambil untuk menghindari kerumitan ini, maka benda akan dianalogikan sebagai partikel. Secara matematis, partikel diperlakukan sebagai benda titik, yaitu benda tanpa ukuran. Dengan pendekatan ini, gerak rotasi dan getaran tidak perlu diperhitungkan dulu. Pada kenyataannya, tidak ada benda tanpa ukuran di alam ini, walaupun demikian pengertian 'partikel' ini sangat bermanfaat. Benda nyata, secara pendekatan sering bersifat seperti partikel.

Pada percobaan ini, Anda diharapkan dapat memerikan beberapa besaran kinematis kecepatan dan percepatan. Besaran kinematis akan dibahas secara terperinci pada gerak khusus pada percobaan selanjutnya.

- a. Bapak/Ibu guru seharusnya sudah memasang pewaktu ketik dan kereta dinamika di atas rel presisi yang diletakkan mendatar di atas meja seperti pada Gambar 2.1. Dengan kabel penghubung, pewaktu ketik sudah terhubung dengan catu daya yang dalam posisi "OFF".



Gambar 2.1

- b. Berlatihlah beberapa kali mendorong kereta dinamika di atas rel sampai dihasilkan kereta dinamika **tidak** akan mencapai ujung rel dengan laju terlalu tinggi (agar tidak terpelempar keluar rel ketika menyentuh tumpukan berpenjepit pada ujung rel). Ingat! Kereta dinamika memerlukan penanganan yang harus hati-hati!
 - c. Pasang pita ketik (panjang ± 1) m pada pewaktu ketik dengan cara dilewatkan pita dibawah cakram kertas karbon. Jepit salah satu ujung pita ke jepitan yang ada pada kereta dan ujung pita yang lain dibuat bebas menggantung pada meja.
- Anda akan mempelajari dan menganalisis gerak kereta dinamika pada bidang horizontal (mendatar).

4. Langkah-langkah Percobaan

- a. Hidupkan pewaktu ketik dengan cara meng"ON"kan catu daya. Dorong kereta dinamika sedemikian rupa sehingga ia bergerak di sepanjang rel. Matikan catu daya ketika kereta dinamika menyentuh atau hampir menyentuh tumpukan berpenjepit yang terdapat pada ujung rel.
- b. Periksa titik ketikan pada pita ketik dan yakinkan bahwa semua titik ketikan terekam dengan jelas pada pita ketik. Jika tidak, ulangi percobaan sampai didapatkan hasil ketikan yang jelas di sepanjang pita ketik. Ganti kertas karbon jika diperlukan!
- c. Periksa titik ketikan pada permulaan gerak kereta dinamika. Mungkin ada titik-titik ketikan yang bertindihan. Abaikan titik-titik tersebut dan ambil titik pertama ketikan yang tampak jelas terpisah dari titik yang lain.

Kurva Laju-Waktu

- a. Gunakan 5 ketik sebagai satuan waktu, dan potong pita ketik tiap 5 ketik. Agar tidak membingungkan, nomori setiap potongan pita dimulai dari permulaan gerak.

Catatan: Setiap penggal potongan pita dapat dipandang sebagai laju sesaat kereta dinamika pada selang tersebut. Selang waktu antara dua titik ketikan adalah $1/50$ (0,02) detik. Di dalam percobaan ini selang waktu ini dinamakan "ketik", selanjutnya selang waktu akan disebut 5 ketik, atau 10 ketik, dan seterusnya.

- b. Buat carta laju-waktu gerak kereta dinamika pada kertas manila seperti pada percobaan sebelumnya (percobaan MU 01).
- c. Dengan menganalisis kurva laju-waktu, perikan (lukiskan) jenis atau jenis gerak yang telah dilakukan kereta: gerak lurus beraturan, gerak dipercepat, atau dan gerak diperlambat? Jika ada gerak dipercepat dan gerak diperlambat yang dilakukan oleh kereta dinamika, jelaskan jenis gerak tersebut: gerak dipercepat/diperlambat beraturan, atau tidak beraturan. Tuliskan penjelasan Anda pada bagian Hasil Pengamatan.

5. Hasil Pengamatan

.....

.....

.....

.....

MU 03 Gerak Lurus Beraturan

1. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan ini Anda diharapkan dapat menentukan kecepatan kereta dinamika pada gerak lurus beraturan dan dapat menjelaskan karakteristik gerak lurus beraturan berdasarkan besar besaran kinematisnya.

2. Alat Percobaan

No.Katalog	Nama alat	Jml	No. Katalog	Nama alat	Jml
KMS 15/105	Mistar Kayu	1	FME 69	Pita Ketik	1
FPT 16.02/66	Rel Presisi	2	FME 51.40	Pewaktu Ketik	1
FPT 16.03/67	Penyambung Rel	1	KAL 60/5A	Catu Daya	1
FPT 16.04/68	Kaki Rel	1		Kertas manila	1
FPT 16.17/87	Tumpukan Berpenjepit	2	GLA 016	Lem Kertas	1
FME 51.37/69	Balok Bertingkat	1	PMK 201	Pasak Penumpu	1
FME 51.34/69	Kereta Dinamika	1		Kertas Grafik (mm)	1
PMK 225	Kereta Dinamika Bermotor	1	KAL 99/10-025	Kabel Penghubung 25 cm, Hitam	1
FME 27.01	Beban Bercelah dan Penggantung Beban	1	KAL 99/20-025	Kabel Penghubung 25 cm, Merah	1

3. Pengantar dan Persiapan Percobaan

Menurut hukum pertama Newton

Sebuah benda yang diam akan tetap diam dan benda yang bergerak akan terus bergerak dengan laju dan arah tetap jika tidak ada gaya luar yang bekerja padanya.

Secara umum pengalaman kita menunjukkan bahwa benda yang digerakkan tidak terus bergerak, tetapi menjadi berhenti setelah beberapa saat. Hal ini disebabkan oleh adanya gaya gesekan.

Gaya gesekan timbul dan bekerja pada bidang kontak (persentuhan) dari dua benda yang gerak berlawanan arah. Agar supaya sebuah benda dapat bergerak, dibutuhkan gaya yang besarnya sama atau melebihi gaya gesekan.

Gerak lurus beraturan dapat diperoleh dengan beberapa cara. Yang pertama adalah dengan mengimbangi (mengkompensasi) gaya gesekan yang ada di antara benda dan permukaan gerak, misalnya dengan cara memiringkan landasan tempat benda bergerak. Yang kedua adalah dengan menggunakan kereta dinamika bermotor. Metode lain lagi ialah dengan menggunakan alat "air track". Pada percobaan ini akan ditelaah gerak kereta yang gesekannya dikompensasi (diimbangi) dengan memiringkan rel kereta, dan gerak kereta yang dilengkapi motor penggerak yang memungkinkan kereta tersebut bergerak beraturan.

MU 03 Gerak Lurus Beraturan

1. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan ini Anda diharapkan dapat menentukan kecepatan kereta dinamika pada gerak lurus beraturan dan dapat menjelaskan karakteristik gerak lurus beraturan berdasarkan besar besaran kinematisnya.

2. Alat Percobaan

No.Katalog	Nama alat	Jml	No. Katalog	Nama alat	Jml
KMS 15/105	Mistar Kayu	1	FME 69	Pita Ketik	1
FPT 16.02/66	Rel Presisi	2	FME 51.40	Pewaktu Ketik	1
FPT 16.03/67	Penyambung Rel	1	KAL 60/5A	Catu Daya	1
FPT 16.04/68	Kaki Rel	1		Kertas manila	1
FPT 16.17/87	Tumpukan Berpenjepit	2	GLA 016	Lem Kertas	1
FME 51.37/69	Balok Bertingkat	1	PMK 201	Pasak Penumpu	1
FME 51.34/69	Kereta Dinamika	1		Kertas Grafik (mm)	1
PMK 225	Kereta Dinamika Bermotor	1	KAL 99/10-025	Kabel Penghubung 25 cm, Hitam	1
FME 27.01	Beban Bercelah dan Penggantungan Beban	1	KAL 99/20-025	Kabel Penghubung 25 cm, Merah	1

3. Pengantar dan Persiapan Percobaan

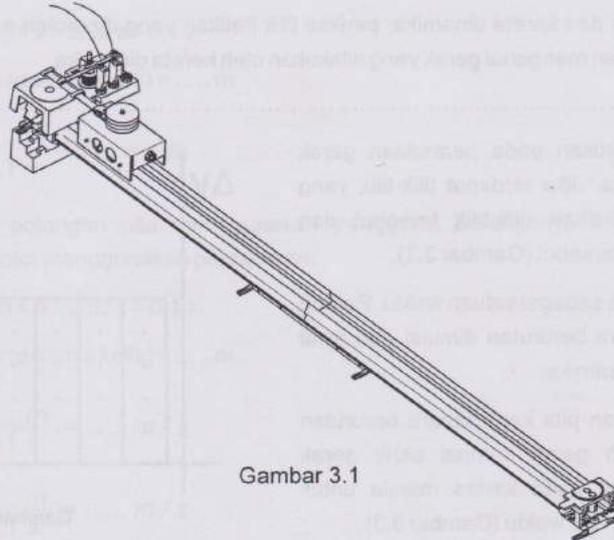
Menurut hukum pertama Newton

Sebuah benda yang diam akan tetap diam dan benda yang bergerak akan terus bergerak dengan laju dan arah tetap jika tidak ada gaya luar yang bekerja padanya.

Secara umum pengalaman kita menunjukkan bahwa benda yang digerakkan tidak terus bergerak, tetapi menjadi berhenti setelah beberapa saat. Hal ini disebabkan oleh adanya gaya gesekan.

Gaya gesekan timbul dan bekerja pada bidang kontak (persentuhan) dari dua benda yang gerak berlawanan arah. Agar supaya sebuah benda dapat bergerak, dibutuhkan gaya yang besarnya sama atau melebihi gaya gesekan.

Gerak lurus beraturan dapat diperoleh dengan beberapa cara. Yang pertama adalah dengan mengimbangi (mengkompensasi) gaya gesekan yang ada di antara benda dan permukaan gerak, misalnya dengan cara memiringkan landasan tempat benda bergerak. Yang kedua adalah dengan menggunakan kereta dinamika bermotor. Metode lain lagi ialah dengan menggunakan alat "air track". Pada percobaan ini akan ditelaah gerak kereta yang gesekannya dikompensasi (diimbangi) dengan memiringkan rel kereta, dan gerak kereta yang dilengkapi motor penggerak yang memungkinkan kereta tersebut bergerak beraturan.



Gambar 3.1

- a. Rangkai alat seperti terlihat pada Gambar 3.1. Untuk mengimbangi gesekan yang terjadi antara kereta dinamika dan permukaan rel presisi, pasang salah satu ujung rel pada tingkat pertama pada balok bertingkat.

Catatan: Untuk mengetahui bahwa gesekan telah diimbangi oleh rel yang dimiringkan, berikan sedikit dorongan pada kereta dinamika dan kereta dinamika seharusnya bergerak beraturan sepanjang rel (pita ketik seharusnya terpasang pada kereta dinamika).

- b. Tahan kereta dinamika di dekat pewaktu ketik.
- c. Pada saat catu daya masih dalam keadaan mati (OFF), hubungkan pewaktu ketik ke catu daya, dan catu daya ke soket jala-jala listrik.
- d. Potong pita ketik lebih kurang sepanjang 1 m dan pasang pada pewaktu ketik. Jepit salah satu ujung pita ke penjepit yang ada pada kereta dinamika. Yakinkan bahwa pita ketik lewat di bawah kertas karbon pada kereta dinamika.

4. Langkah-langkah Percobaan

Bagian 1: Gerak kereta dinamika dengan kompensasi gaya gesekan

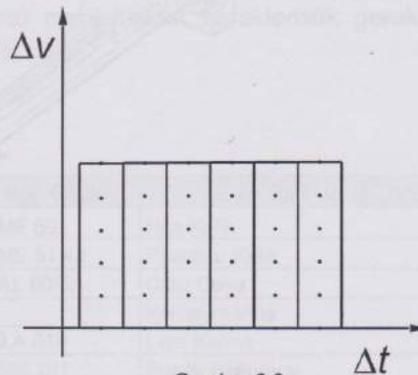
- a. Hidupkan catu daya dan dorong kereta dinamika sedemikian rupa sehingga bergerak disepanjang rel presisi.
- b. Ketika kereta dinamika mendekati atau hampir mendekati ujung rel presisi, tahan kereta dinamika menggunakan tangan (atau gunakan tumpukan berpenjepit). Perhatikan, kereta dinamika jangan sampai jatuh keluar rel presisi.



Gambar 3.2

- c. Ambil pita ketik dari kereta dinamika, periksa titik ketikan yang diperoleh pada pita ketik dan coba ambil kesimpulan mengenai gerak yang dilakukan oleh kereta dinamika.

- d. Periksa titik ketikan pada permulaan gerak kereta dinamika. Jika terdapat titik-titik yang bertindihan, abaikan titik-titik tersebut dan potong bagian tersebut (Gambar 3.2).
- e. Gunakan 5 ketik sebagai satuan waktu. Potong pita ketik secara berurutan dimulai dari awal gerak kereta dinamika.
- f. Tempel potongan pita ketik secara berurutan dari permulaan gerak sampai akhir gerak kereta dinamika pada kertas manila untuk membuat kurva laju-waktu (Gambar 3.3).



Gambar 3.3

Bagian 2: Gerak lurus beraturan pada kereta dinamika bermotor

- g. Singkirkan balok bertingkat dari kaki rel presisi sehingga rel membentuk landasan yang mendatar (horizontal). Ganti kereta dinamika dengan kereta dinamika bermotor.
- h. Pindahkan kontak saklar yang ada pada kereta dinamika bermotor ke posisi v_1 . Ulangi langkah percobaan a sampai f.
- i. Pindahkan kontak saklar kereta dinamika bermotor ke posisi v_2 dan ulangi langkah percobaan a sampai f.
- j. Jawab pertanyaan pada bagian Hasil Pengamatan

Catatan: Bila Anda tempelkan potongan-potongan pita sedemikian sehingga sisi kiri potongan pita ketik berhimpitan dengan sisi kanan potongan pita ketik berikutnya, lebar potongan pita ketik merupakan satuan waktu, yaitu 5-ketik.

5. Hasil Pengamatan

- a. Berdasarkan kurva laju-waktu, tentukan jenis gerak yang dilakukan oleh kereta dinamika dan kereta dinamika bermotor:

Jenis gerak kereta dinamika biasa:

Jenis gerak kereta dinamika bermotor:.....

Bagian 1: Gerak kereta dinamika dengan gaya gesekan

- b. Ukur panjang salah satu potongan pita menggunakan penggaris pada kurva laju-waktu. Selanjutnya hitung kecepatan kereta dinamika menggunakan persamaan:

$$\text{Waktu } t \text{ (5-ketik)} = 5 \times 0,02 \text{ s} = 0,1 \text{ s}$$

$$\text{Jarak tempuh } s \text{ (dalam 5 ketik)} = \dots \text{ m}$$

$$v = \frac{s}{t} = \frac{\dots \text{ m}}{0,1 \text{ s}} = \dots \text{ m/s}$$

- c. Ukur panjang potongan pita menggunakan penggaris. Selanjutnya hitung kecepatan kereta dinamika bermotor menggunakan persamaan:

$$\text{Waktu } t \text{ (5-ketik)} = 5 \times 0,02 \text{ s} = 0,1 \text{ s}$$

$$\text{Jarak tempuh } s \text{ (dalam 5 ketik)} = \dots \text{ m}$$

$$v_1 = \frac{s}{t} = \frac{\dots \text{ m}}{0,1 \text{ s}} = \dots \text{ m/s}$$

$$v_2 = \frac{s}{t} = \frac{\dots \text{ m}}{0,1 \text{ s}} = \dots \text{ m/s}$$

Bagian 2: Gerak lurus beraturan pada kereta dinamika bermotor

- d. Ukur panjang salah satu potongan pita menggunakan penggaris pada carta laju-waktu. Selanjutnya hitung kecepatan kereta dinamika menggunakan persamaan:

$$\text{Waktu } t \text{ (5-ketik)} = 5 \times 0,02 \text{ s} = 0,1 \text{ s}$$

$$\text{Jarak tempuh } s \text{ (dalam 5 ketik)} = \dots \text{ m}$$

$$v = \frac{s}{t} = \frac{\dots \text{ m}}{0,1 \text{ s}} = \dots \text{ m/s}$$

- e. Ukur panjang potongan pita menggunakan penggaris. Selanjutnya hitung kecepatan kereta dinamika bermotor menggunakan persamaan:

$$\text{Waktu } t \text{ (5-ketik)} = 5 \times 0,02 \text{ s} = 0,1 \text{ s}$$

$$\text{Jarak tempuh } s \text{ (dalam 5 ketik)} = \dots \text{ m}$$

$$v_1 = \frac{s}{t} = \frac{\dots \text{ m}}{0,1 \text{ s}} = \dots \text{ m/s}$$

$$v_2 = \frac{s}{t} = \frac{\dots \text{ m}}{0,1 \text{ s}} = \dots \text{ m/s}$$

6. Kesimpulan

Tuliskan prinsip penting yang didapatkan dari percobaan ini!

.....

.....

.....

.....

MU 04 Kecepatan Rata-rata dan Kecepatan Sesaat

1. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan ini Anda diharapkan dapat menentukan kecepatan rata-rata dan kecepatan sesaat menggunakan pewaktu ketik, pita ketik, dan jam henti.

2. Alat Percobaan

No. Katalog	Nama alat	Jml
KSM 15/105	Mistar, 50 cm	1
FPT 16.02/66	Rel Presisi	2
FPT 16.03/67	Penyambung Rel	1
FPT 16.04/68	Kaki Rel	1
FME 27.01	Beban Bercelah, 50 gram	2
FPT 16.17/85	Tumpukan Berpenjepit	2
PMK 201	Pasak Penumpi	1
FME 51.34/69	Kereta Dinamika	1
FME 51.37/72	Balok Bertingkat	1

No. Katalog	Nama alat	Jml
FME 61.40	Pewaktu Ketik	1
FME 69	Pita Ketik	1
KAL 60/5A	Catu Daya	1
	Kertas Grafik (mm)	1
	Kertas Manila	1
GLA 016	Lem Kertas	1
KKW 71	Jam Henti	1
KAL 99/10-025	Kabel Penghubung 25 cm, Hitam	1
KAL 99/20-025	Kabel Penghubung 25 cm, Merah	1

3. Pengantar dan Persiapan Percobaan

Kecepatan sesaat sebuah benda saat $t = t_0$ didefinisikan sebagai:

$$V(t_0) = \frac{\text{Perpindahan antara waktu } t_0 \text{ dan } (t_0 + \Delta t)}{\Delta t} = \frac{\Delta s}{\Delta t} \dots\dots\dots(4.1)$$

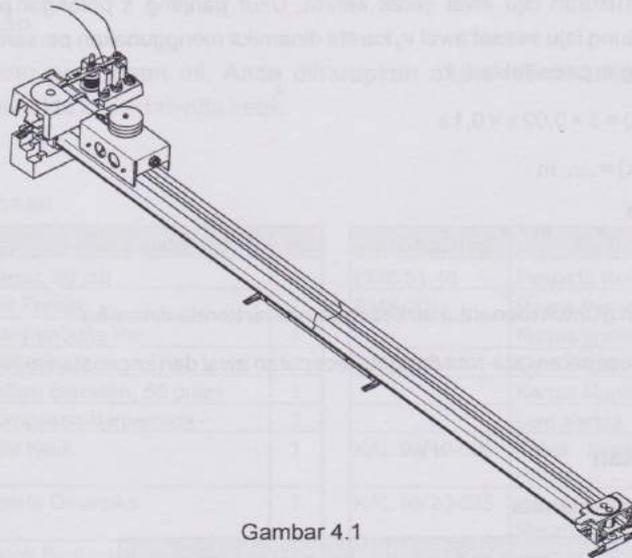
Konsep penting lain mengenai gerak sebuah benda adalah kecepatan rata-rata. Kecepatan rata-rata sebuah benda dalam selang waktu t didefinisikan sebagai:

$$V_r = \frac{\text{Perpindahan total benda dalam selang waktu } t}{\text{Selang waktu total}} = \frac{s}{t} \dots\dots\dots(4.2)$$

Dalam percobaan ini, Anda akan mencari kecepatan sesaat kereta dinamika menggunakan pewaktu ketik dan menentukan kecepatan rata-rata kereta dinamika menggunakan jam henti.

- Rangkai alat percobaan seperti terlihat pada Gambar 4.1. Salah satu kaki rel dipasang pada tangga ke-3 balok bertingkat.
- Pada saat catu daya masih dalam kondisi mati "OFF", hubungkan pewaktu ketik ke catu daya, dan catu daya ke soket jala-jala listrik.
- Potong pita ketik lebih kurang sepanjang 1 m dan pasang pada pewaktu ketik.
- Tambahkan beban 50 gram pada kereta dinamika agar kereta dinamika memiliki perubahan laju yang lebih besar.
- Tempatkan dan tahan kereta dinamika di dekat pewaktu ketik. Jepit salah satu ujung pita ketik ke kereta dinamika.

4. Langkah-langkah Percobaan



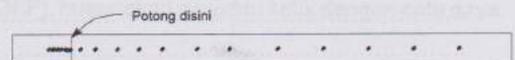
Gambar 4.1

- a. Atur jarak antara tumpukan berpenjepit yang ada pada rel dan kereta dinamika sedemikian rupa sehingga jarak antara keduanya adalah 80 cm. Jarak tersebut adalah jarak perpindahan (s) kereta dinamika.
- b. Hidupkan catu daya, lepaskan kereta dinamika sekaligus memulai mengukur waktu tempuh kereta dinamika menggunakan jam henti.
- c. Ketika kereta dinamika menyentuh tumpukan berpenjepit, hentikan pengukuran waktu dan baca waktu tempuh (selang waktu) t pada jam henti. Tuliskan waktu yang didapatkan pada Gambar 4.1.
- d. Lepaskan pita ketik dari kereta dinamika, periksa titik ketikan pada pita ketik dan beri kesimpulan mengenai jenis gerak yang dilakukan oleh kereta dinamika. Tuliskan kesimpulanmu pada tempat yang tersedia di bawah ini.

.....

- e. Periksa hasil titik ketikan pada permulaan gerak kereta dinamika pada pita ketik. Amati kalau-kalau ada titik ketikan yang saling tindih. Jika ada, abaikan titik ketikan yang saling tumpang-tindih tersebut. Ambil awal permulaan gerak pada titik pertama titik ketikan setelah titik ketikan yang saling tumpang-tindih. Potong pita ketik pada titik ketikan ini (Gambar 4.2).

- f. Hitung kecepatan rata-rata kereta dinamika menggunakan persamaan di bawah ini. Tuliskan hasil perhitungan pada Tabel 4.1.



Gambar 4.2

$$v = \frac{\text{Perpindahan kereta dinamika}}{\text{Selang waktu gerak kereta dinamika}} = \frac{s}{t} \text{ m/sekon}$$

- g. Gunakan 5 ketik sebagai satuan waktu (Δt). Potong 5 ketik pertama pita ketik. Panjang potongan ini merupakan ukuran laju awal gerak kereta. Ukur panjang s potongan pita tersebut menggunakan penggaris. Hitung laju sesaat awal v_0 kereta dinamika menggunakan persamaan di bawah ini. Catat hasil perhitungan pada Table 4.2.

$$\Delta t (5\text{-ketik}) = 5 \times 0,02 \text{ s} = 0,1 \text{ s}$$

$$\Delta s (5\text{-ketik}) = \dots \text{ m}$$

$$v = \frac{\dots \text{ m}}{0,1 \text{ s}} = \dots \text{ m/s}$$

- h. Ulangi langkah g untuk menentukan kecepatan akhir kereta dinamika.
i. Bandingkan kecepatan rata-rata dengan kecepatan awal dan kecepatan akhir kereta dinamika.

5. Hasil Pengamatan

Tabel 4.1 Kecepatan rata-rata

Waktu tempuh seluruhnya (t) sekon	Perpindahan seluruhnya (s) meter	Kecepatan rata-rata (v_r) m/sekon

Tabel 4.2 Kecepatan sesaat

	Selang waktu 5-ketik (Δt) sekon	Panjang 5-ketik (Δs) meter	Kecepatan sesaat (v_s) m/sekon
Awal			
Akhir			

6. Kesimpulan

Jelaskan kesimpulan yang didapatkan dalam percobaan ini mengenai kecepatan rata-rata dan kecepatan sesaat kereta dinamika!

.....

MU 05 Gerak Kereta Dinamika pada Bidang Miring

1. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan ini, Anda diharapkan dapat menentukan percepatan gerak menggunakan pewaktu ketik dan pita ketik.

2. Alat-Alat Percobaan

No. Katalog	Nama alat	Jml
KMS 15/105	Mistar, 50 cm	1
FPT 16.02/66	Rel Presisi	2
FPT 16.03/67	Penyambung Rel	1
FPT 16.04/68	Kaki rel	1
FME 27.01	Beban Bercelah, 50 gram	1
FPT 16.17/85	Tumpukan Berpenjepit	2
FME 69	Pita Ketik	1
FME 51.34/69	Kereta Dinamika	1
FME 51.37/72	Balok Bertingkat	1

No. Katalog	Nama alat	Jml
FME 51.40	Pewaktu Ketik	1
PMK 201	Pasak Penumpu	1
	Kertas grafik (mm)	1
KAL 60/5A	Catu Daya	1
	Kertas Manila	1
	Lem Kertas	1
KAL 99/10-025	Kabel Penghubung 25 cm, Hitam	1
KAL 99/20-025	Kabel Penghubung 25 cm, Merah	1

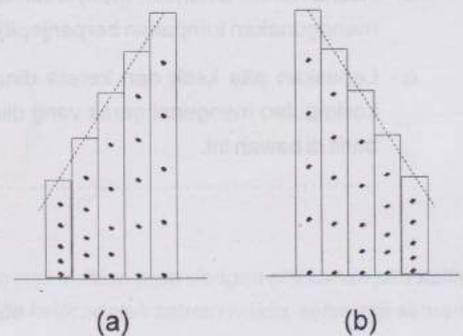
3. Pengantar dan Persiapan Percobaan

Gambar 5.1 menunjukkan kurva laju-waktu (a) untuk gerak dipercepat beraturan, atau (b) untuk gerak diperlambat beraturan.

Jika dalam sebuah percobaan diperoleh gerak (atau sebagian gerak) yang mempunyai kurva laju-waktu seperti Gambar 5.1 (a atau b), dapat diambil kesimpulan bahwa gerak (sebagian gerak) benda adalah gerak dipercepat beraturan atau gerak diperlambat beraturan. Prinsip (asas) ini akan digunakan dalam percobaan ini.

Rangkai alat percobaan seperti Gambar 5.2. Salah satu kaki rel ditempatkan pada tingkat ke-3 (teratas) balok bertingkat sehingga membentuk bidang miring. Dua buah beban bercelah 50 gram ditambahkan ke kereta dinamika agar kereta dinamika memiliki perubahan laju yang lebih besar.

- Pada saat catu daya masih dalam keadaan mati (OFF), hubungkan pewaktu ketik dengan catu daya, dan catu daya dengan soket jala-jala listrik.
- Potong pita ketik lebih kurang sepanjang 1 m dan pasang pada pewaktu ketik. Yakinkan bahwa pita ketik lewat di bawah kertas karbon pada pewaktu ketik.



Gambar 5.1
Gerak dipercepat beraturan (a)
dan gerak diperlambat (b)

- c. Pasang kereta dinamika didekat pewaktu ketik. Tahan kereta dinamika ditempat tersebut menggunakan tangan dan jepitkan pita ketik pada kereta.

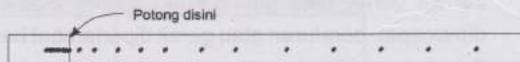


Gambar 5.2

4. Langkah-Langkah Percobaan

- a. Hidupkan catu daya dan lepaskan kereta dinamika. Kereta dinamika akan bergerak turun di sepanjang rel.
- b. Ketika kereta dinamika menyentuh ujung rel, tahan kereta dinamika dengan tangan (atau dengan menggunakan tumpukan berpenjepit). Usahakan agar kereta dinamika tidak jatuh keluar rel.
- c. Lepaskan pita ketik dari kereta dinamika, periksa hasil ketikan pada pita ketik dan coba ambil kesimpulan mengenai gerak yang dilakukan oleh kereta dinamika. Tuliskan kesimpulan Anda pada baris di bawah ini.

.....



Gambar 5.3

- d. Amati hasil ketikan pada permulaan gerak kereta dinamika. Sejumlah titik ketikan barangkali ada yang saling tindih. Abaikan titik-titik tersebut, kecuali titik terujung pada titik-titik yang berimpit. Potong pita pada titik terujung ini (Gambar 5.3)
- e. Gunakan 5 ketikan sebagai satuan waktu. Potong pita ketik setiap selang 5 ketik. Agar tidak membingungkan, beri nomor pada setiap potongan pita secara berurutan mulai dari awal sampai akhir gerak.
- f. Tempelkan potongan-potongan pita ketik tersebut secara berdampingan untuk mendapatkan carta laju-waktu pada kertas manila seperti percobaan-percobaan sebelumnya.

MU 06 Gerak Jatuh Bebas

1. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan ini siswa diharapkan dapat memahami karakteristik gerak jatuh bebas dan dapat menentukan percepatan gerak jatuh bebas.

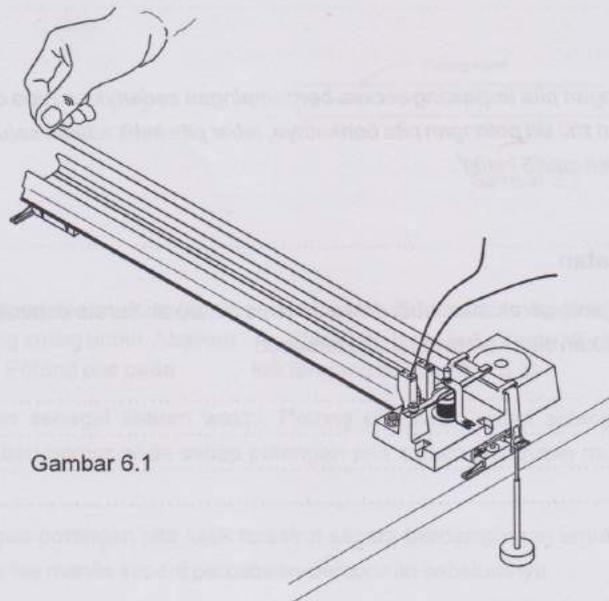
2. Alat-Alat Percobaan

No. Katalog	Nama alat	Jml
FPT 16.02/66	Rel Presisi	1
FPT 16.04/68	Kaki Rel	1
FME 51.40	Pewaktu Ketik	1
FME 69	Pita Ketik	1
FME 27.01	Beban Bercelah dan Benggantung	1 set
GMM 221	Mistar Pita, 3m	1

No. Katalog	Nama alat	Jml
	Jepit Kertas	1
	Kertas Manila	1
	Penyemat Kertas (stapler) (tidak disediakan)	
KAL 99/10-025	Kabel Penghubung 25 cm, Hitam	1
KAL 99/20-025	Kabel Penghubung 25 cm, Merah	1

3. Pengantar dan Persiapan Percobaan

Karena percepatan jatuh bebas cukup besar, sebaiknya perlu menempatkan benda (dan pewaktu ketik) pada tempat yang cukup tinggi, misalnya pada ketinggian 1,5 m atau lebih agar diperoleh data yang mencukupi sehingga dapat dianalisis dengan baik. Salah satu cara adalah dengan menempatkan pewaktu ketik di atas lemari. Atau, alternatif lain, dengan memberdirikan rel yang dipasangi pewaktu ketik vertikal, dengan pewaktu ketik ada pada ujung atas rel.



Gambar 6.1

MU 06 Gerak Jatuh Bebas

1. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan ini siswa diharapkan dapat memahami karakteristik gerak jatuh bebas dan dapat menentukan percepatan gerak jatuh bebas.

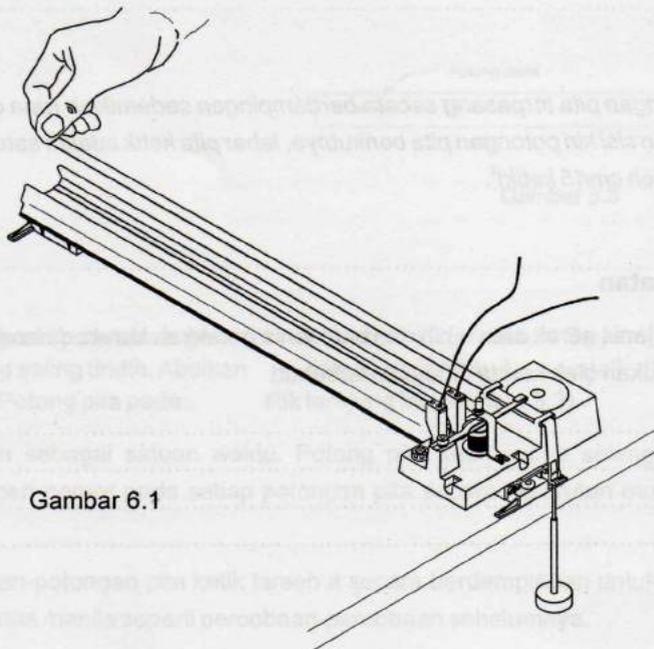
2. Alat-Alat Percobaan

No. Katalog	Nama alat	Jml
FPT 16.02/66	Rel Presisi	1
FPT 16.04/68	Kaki Rel	1
FME 51.40	Pewaktu Ketik	1
FME 69	Pita Ketik	1
FME 27.01	Beban Bercelah dan Benggantung	1 set
GMM 221	Mistar Pita, 3m	1

No. Katalog	Nama alat	Jml
	Jepit Kertas	1
	Kertas Manila	1
	Penyemat Kertas (stapler) (tidak disediakan)	
KAL 99/10-025	Kabel Penghubung 25 cm, Hitam	1
KAL 99/20-025	Kabel Penghubung 25 cm, Merah	1

3. Pengantar dan Persiapan Percobaan

Karena percepatan jatuh bebas cukup besar, sebaiknya perlu menempatkan benda (dan pewaktu ketik) pada tempat yang cukup tinggi, misalnya pada ketinggian 1,5 m atau lebih agar diperoleh data yang mencukupi sehingga dapat dianalisis dengan baik. Salah satu cara adalah dengan menempatkan pewaktu ketik di atas lemari. Atau, alternatif lain, dengan memberdirikan rel yang dipasangi pewaktu ketik vertikal, dengan pewaktu ketik ada pada ujung atas rel.



Gambar 6.1

- Tempatkan pewaktu ketik pada salah satu ujung rel presisi.
- Pasang pita ketik pada pewaktu ketik melalui alur pita.
- Gantungkan kaitan penggantung beban pada ujung pita dengan cara melipat ujung pita di sekeliling kaitan, dan menyemat ujungnya menggunakan penyemat (stapler) (Gambar 6.1).
- Atur rangkaian alat sesuai Gambar 6.1 di atas meja yang sudah ditinggikan menjadi 1,5 m.
- Atur pita ketik sedemikian rupa sehingga pita dapat bergerak bebas dengan sedikit mungkin hambatan.

6. Langkah-langkah Percobaan

- Tahan pita ketik untuk mencegah pita bergerak dan upayakan agar beban menggantung bebas.
- Hidupkan pewaktu ketik dan lepaskan pita ketik agar beban jatuh bebas.
- Matikan pewaktu ketik setelah beban sampai di lantai.
- Amati titik-titik ketikan pada pita ketik. Interpretasi (beri arti) jenis gerak beban yang jatuh bebas tersebut. Tulis interpretasi Anda pada bagian Hasil Pengamatan.
- Potong pita ketik menjadi potongan-potongan yang masing-masing panjangnya 5 ketik.
- Buatlah kurva laju-waktu seperti pada percobaan-percobaan sebelum ini pada kertas manila.
- Pada kurva laju-waktu tersebut, hubungkan titik tengah ujung atas kertas sehingga membentuk garis lurus.
- Dari kurva laju-waktu, tentukan percepatan benda yang bergerak jatuh bebas dengan mengukur Δv dan Δt seperti percobaan sebelumnya. Catat hasilnya pada Tabel 6.1. Sesungguhnya, hasil yang didapat adalah percepatan gravitasi benda (beban).
- Ulangi langkah percobaan di atas untuk menentukan percepatan gravitasi beban yang berbeda-beda besarnya, misalnya seperti yang dicantumkan di dalam Tabel 6.1. Catat hasilnya pada Tabel 6.1.
- Asumsikan pewaktu ketik bergetar dengan perioda 1/50 atau 0,02 s. Ubah percepatan yang didapatkan ke dalam satuan m/s^2 dan catat hasilnya pada tabel.

7. Hasil Pengamatan

Tabel 6.1. Gerak jatuh bebas

Massa (kg)	Δv [cm/(5-ketik)]	Δt (5-ketik)	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\dots \text{cm}}{(5\text{-ketik})^2}$	$a = \dots \dots \dots m/s^2$
0,050
0,100
0,200

- Tempatkan pewaktu ketik pada salah satu ujung rel presisi.
- Pasang pita ketik pada pewaktu ketik melalui alur pita.
- Gantungkan kaitan penggantung beban pada ujung pita dengan cara melipat ujung pita di sekeliling kaitan, dan menyemat ujungnya menggunakan penyemat (stapler) (Gambar 6.1).
- Atur rangkaian alat sesuai Gambar 6.1 di atas meja yang sudah ditinggikan menjadi 1,5 m.
- Atur pita ketik sedemikian rupa sehingga pita dapat bergerak bebas dengan sedikit mungkin hambatan.

6. Langkah-langkah Percobaan

- Tahan pita ketik untuk mencegah pita bergerak dan upayakan agar beban menggantung bebas.
- Hidupkan pewaktu ketik dan lepaskan pita ketik agar beban jatuh bebas.
- Matikan pewaktu ketik setelah beban sampai di lantai.
- Amati titik-titik ketikan pada pita ketik. Interpretasi (beri arti) jenis gerak beban yang jatuh bebas tersebut. Tulis interpretasi Anda pada bagian Hasil Pengamatan.
- Potong pita ketik menjadi potongan-potongan yang masing-masing panjangnya 5 ketik.
- Buatlah kurva laju-waktu seperti pada percobaan-percobaan sebelum ini pada kertas manila.
- Pada kurva laju-waktu tersebut, hubungkan titik tengah ujung atas kertas sehingga membentuk garis lurus.
- Dari kurva laju-waktu, tentukan percepatan benda yang bergerak jatuh bebas dengan mengukur Δv dan Δt seperti percobaan sebelumnya. Catat hasilnya pada Tabel 6.1. Sesungguhnya, hasil yang didapat adalah percepatan gravitasi benda (beban).
- Ulangi langkah percobaan di atas untuk menentukan percepatan gravitasi beban yang berbeda-beda besarnya, misalnya seperti yang dicantumkan di dalam Tabel 6.1. Catat hasilnya pada Tabel 6.1.
- Asumsikan pewaktu ketik bergetar dengan perioda 1/50 atau 0,02 s. Ubah percepatan yang didapatkan ke dalam satuan m/s^2 dan catat hasilnya pada tabel.

7. Hasil Pengamatan

Tabel 6.1. Gerak jatuh bebas

Massa (kg)	Δv [cm/(5-ketik)]	Δt (5-ketik)	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\dots \text{cm}}{(5\text{-ketik})^2}$	$a = \dots \text{m/s}^2$
0,050
0,100
0,200

8. Kesimpulan

a. Besarkah (lebih besar daripada 10%-kah) perbedaan percepatan jatuh bebas benda-benda yang massanya yang berbeda-beda yang digunakan di atas? Atau, tidak besarkah perbedaannya?

.....

.....

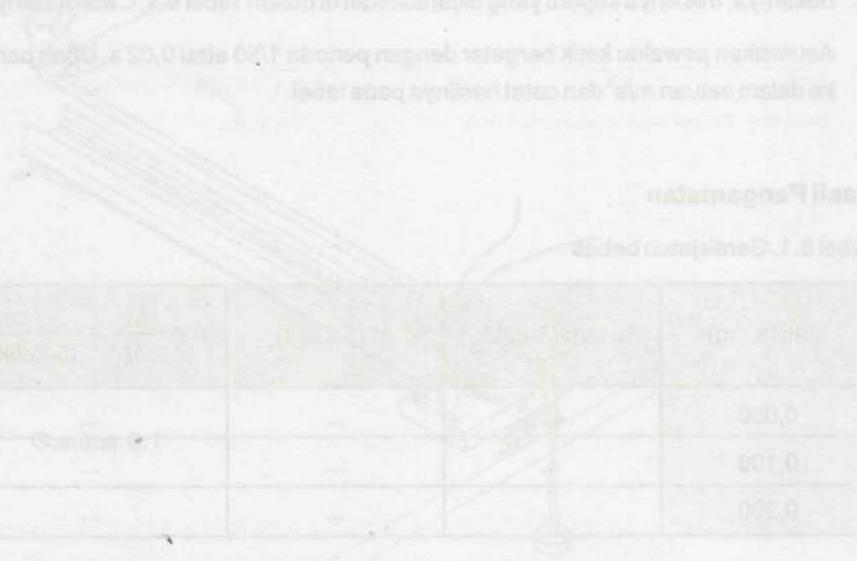
.....

b. Jika untuk percobaan ini diberikan toleransi sebesar 10% terhadap kemungkinan adanya kesalahan, dapatkah dikatakan bahwa percepatan akibat gravitasi tidak bergantung pada massa benda?

.....

.....

.....



8. Kesimpulan

- a. Besarkah (lebih besar daripada 10%-kah) perbedaan percepatan jatuh bebas benda-benda yang massanya yang berbeda-beda yang digunakan di atas? Atau, tidak besarkah perbedaannya?

.....

.....

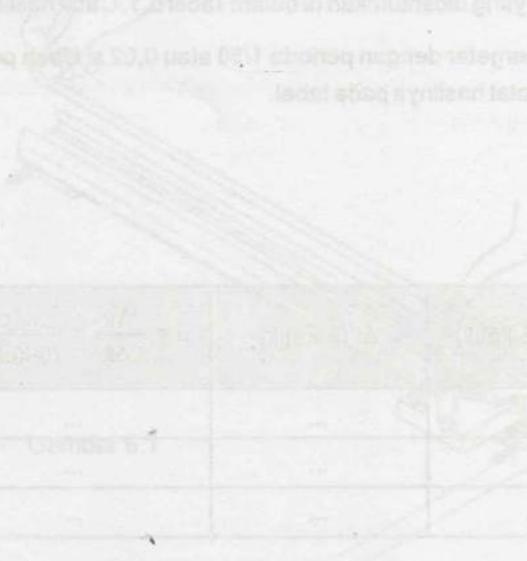
.....

- b. Jika untuk percobaan ini diberikan toleransi sebesar 10% terhadap kemungkinan adanya kesalahan, dapatkah dikatakan bahwa percepatan akibat gravitasi tidak bergantung pada massa benda?

.....

.....

.....



h (m)	t (s)	a (m/s ²)
0.300		
0.100		
0.030		

MU 07 Hukum Kedua Newton tentang Gerak

1. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan ini, Anda diharapkan dapat memverifikasi hukum kedua Newton tentang gerak.

2. Alat-Alat Percobaan

No. Katalog	Nama alat	Jml
FPT 16.02/66	Rel Presisi	1
FPT 16.03/67	Penyambung Rel	1
FPT 16.04/68	Kaki Rel	2
FME 69	Pita Ketik	1
PMK 201	Pasak Penumpu	1
FME 27.01	Beban Bercelah dan Penggantung	1 set
GSN 126	Puli Klem Meja	1
FME 51.40	Pewaktu Ketik	1

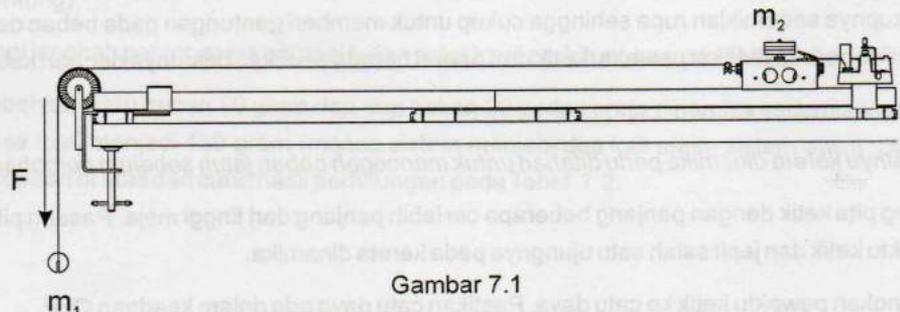
No. Katalog	Nama alat	Jml
FME 51.08	Tali Nilon	1
GMM 221	Mistar Pita , 3 m	1
FME 51.37/72	Balok Bertingkat	1
	Kertas Manila	2
KAL 60/5A	Catu Daya	1
GSN 185	Klem Meja	
KAL 99/10-025	Kabel Penghubung 25 cm, Hitam	1
KAL 99/20-025	Kabel Penghubung 25 cm, Merah	1

3. Pengantar dan Persiapan Percobaan

Hukum kedua Newton tentang gerak menyatakan bahwa percepatan a gerak sebuah benda atau sistem berbanding lurus dengan gaya F yang bekerja pada benda atau sistem itu dan berbanding terbalik dengan masa total m benda atau sistem. Hukum kedua Newton dapat ditulis dalam bentuk persamaan matematika seperti di bawah ini

$$F = ma \quad \text{atau} \quad a = \frac{F}{m} \quad (7.1)$$

Persamaan 7.1 di atas akan diverifikasi (diuji) dengan menggunakan sistem benda seperti pada Gambar 7.1, yang terdiri dari kereta dinamika dengan massa di atasnya, dan satu atau lebih beban m , yang digantung pada salah satu ujung tali. Masa total sistem m adalah masa kereta dinamika, ditambah masa beban pada kereta, ditambah masa yang digantungkan pada ujung tali.



Gambar 7.1

MU 07 Hukum Kedua Newton tentang Gerak

1. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan ini, Anda diharapkan dapat memverifikasi hukum kedua Newton tentang gerak.

2. Alat-Alat Percobaan

No. Katalog	Nama alat	Jml
FPT 16.02/66	Rel Presisi	1
FPT 16.03/67	Penyambung Rel	1
FPT 16.04/68	Kaki Rel	2
FME 69	Pita Ketik	1
PMK 201	Pasak Penumpu	1
FME 27.01	Beban Bercelah dan Penggantung	1 set
GSN 126	Puli Klem Meja	1
FME 51.40	Pewaktu Ketik	1

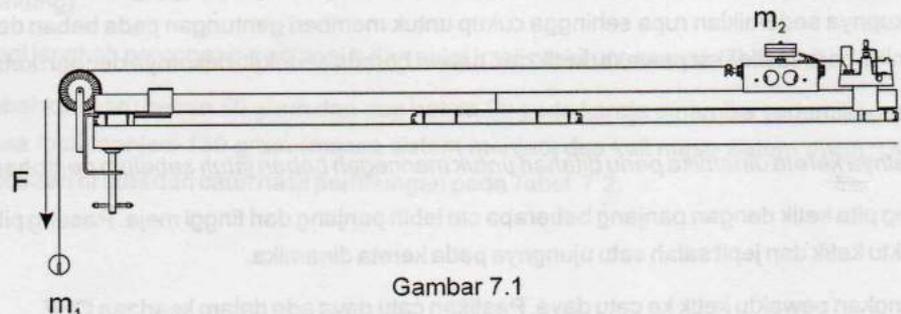
No. Katalog	Nama alat	Jml
FME 51.08	Tali Nilon	1
GMM 221	Mistar Pita , 3 m	1
FME 51.37/72	Balok Bertingkat	1
	Kertas Manila	2
KAL 60/5A	Catu Daya	1
GSN 185	Klem Meja	
KAL 99/10-025	Kabel Penghubung 25 cm, Hitam	1
KAL 99/20-025	Kabel Penghubung 25 cm, Merah	1

3. Pengantar dan Persiapan Percobaan

Hukum kedua Newton tentang gerak menyatakan bahwa percepatan a gerak sebuah benda atau sistem berbanding lurus dengan gaya F yang bekerja pada benda atau sistem itu dan berbanding terbalik dengan masa total m benda atau sistem. Hukum kedua Newton dapat ditulis dalam bentuk persamaan matematika seperti di bawah ini

$$F = ma \quad \text{atau} \quad a = \frac{F}{m} \quad (7.1)$$

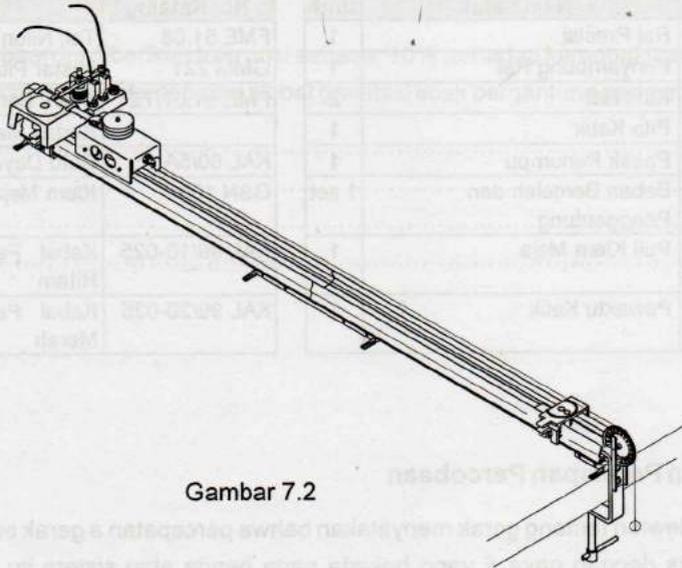
Persamaan 7.1 di atas akan diverifikasi (diuji) dengan menggunakan sistem benda seperti pada Gambar 7.1, yang terdiri dari kereta dinamika dengan massa di atasnya, dan satu atau lebih beban m , yang digantung pada salah satu ujung tali. Masa total sistem m adalah masa kereta dinamika, ditambah masa beban pada kereta, ditambah masa yang digantungkan pada ujung tali.



Gambar 7.1

Gaya F dihasilkan oleh beban yang digantung m . Satu massa m , mewakili (menyatakan) satu satuan gaya ($1p$), dua massa ($2m$), mewakili dua satuan gaya ($2p$), tiga massa ($3m$), mewakili tiga satuan gaya ($3p$), dan seterusnya. Jika dikehendaki agar gaya dinyatakan dalam satuan baku, misalnya newton, gaya tiap beban dapat diukur dengan menggunakan dinamometer. Akan tetapi, untuk keperluan verifikasi ini, gaya tidak perlu dinyatakan dalam satuan baku.

Dalam percobaan ini akan diperiksa hubungan antara percepatan a dan gaya F pada keadaan massa total sistem tetap, dan memeriksa hubungan antara percepatan a dan massa sistem m pada keadaan gaya F yang bekerja dibuat tetap.



Gambar 7.2

- Rangkaian alat percobaan seperti Gambar 7.2. Tiga beban bercehah 50 gram dan satu buah beban bercehah 20 gram dipasang pada kereta dinamika dengan menggunakan sebuah pasak penumpu yang dimasukkan ke lubang yang ada di atas kereta dinamika.
- Adakan kompensasi terhadap gaya gesek yang ada di antara kereta dinamika dan rel dengan jalan memiringkan rel secukupnya sedemikian sehingga jika kereta diberi dorongan kecil dan sebentar saja, kereta kira-kira bergerak lurus beraturan. Untuk memiringkan rel Anda dapat juga menggunakan beberapa uang logam yang ditumpuk di bawah bagian ujung yang ditinggikan. Balok bertingkat mungkin kurang cocok untuk keperluan ini.
- Setelah gesekan dikompensasi, gantung beban 10 gram pada ujung tali nilon. Potong tali secukupnya sedemikian rupa sehingga cukup untuk memberi gantungan pada beban dengan kereta dinamika berada didekat pewaktu ketik dan beban berada sedekat-dekatnya dengan katrol.

Catatan:

Pada awalnya kereta dinamika perlu ditahan untuk mencegah beban jatuh sebelum percobaan dimulai:

- Potong pita ketik dengan panjang beberapa cm lebih panjang dari tinggi meja. Pasang pita ketik pada pewaktu ketik dan jepit salah satu ujungnya pada kereta dinamika.
- Hubungkan pewaktu ketik ke catu daya. Pastikan catu daya ada dalam keadaan OFF.

4. Langkah-langkah Percobaan

Bagian 1: Hubungan antara gaya F dan percepatan a , massa sistem m dipertahankan tetap.

- a. Tahan kereta dinamika pada ujung rel yang lebih tinggi, hidupkan catu daya dan lepaskan kereta dinamika. Kereta dinamika akan bergerak turun karena adanya tarikan beban.
- b. Hentikan kereta dinamika tepat sebelum mencapai ujung rel dengan tangan atau tumpukan berpenjepit.
- c. Matikan catu daya.
- d. Lepaskan pita ketik dari kereta dinamika. Periksa hasil ketikan pada pita ketik. Pastikan bahwa titik-titik di atas pita tercetak cukup jelas. Ulangi langki percobaan jika hasil ketikan tidak tercetak dengan jelas.
- e. Dengan menggunakan 5 ketik sebagai satuan waktu, buat kurva laju-waktu pada kertas manila seperti percobaan-percobaan sebelumnya.
Kurva yang didapatkan seharusnya memperlihatkan gerak dipercepat beraturan. Satuan laju tentulah $\text{cm}/(5\text{-ketik})$
- f. Dari kurva laju-waktu, buat grafik laju-waktu dengan menghubungkan masing-masing titik tengah ujung atas pita dengan garis lurus.
- g. Dari grafik laju-waktu, hitung percepatan a sistem berkaitan dengan gaya F yang bekerja pada sistem.
Satuan percepatan tentulah $[\text{cm}/(5 \text{ ketik})]/(5 \text{ ketik})$, atau $\text{cm}/(5 \text{ ketik})^2$.
- h. Catat hasil perhitungan percepatan yang diperoleh pada Tabel 7.1.
- i. Perbesar gaya yang bekerja pada sistem dengan menggantung beban 20 gram pada ujung tali. Untuk mempertahankan agar massa total sistem tetap, pertukarkan beban 10 gram yang digantung dengan beban 20 gram yang ada pada kereta dinamika.
- j. Ulangi langkah percobaan a sampai h dan catat hasil percobaan pada Tabel 7.1.

Bagian 2: Hubungan antara percepatan a massa total sistem m , Gaya F dipertahankan tetap

- k. Lepaskan semua beban yang ada pada kereta dinamika dan gantung beban 10 gram pada ujung tali. Massa total sistem adalah 90 gram (massa kereta dinamika 80 gram dan beban 10 gram yang digantung).
- l. Ulangi langkah percobaan a sampai h dan catat hasil perhitungan pada Tabel 7.2.
- m. Tambahkan satu beban 50 gram dan dua beban 20 pada kereta dinamika sedemikian rupa sehingga massa total menjadi 180 gram (massa sistem menjadi dua kali masa sistem awal). Ulangi langkah percobaan di atas dan catat hasil perhitungan pada Tabel 7.2.

5. Hasil Pengamatan

Tabel 7.1. Hubungan antara percepatan a gaya F , massa total m tetap

Gaya F (satuan gaya)	1 satuan	2 satuan
Percepatan a [cm/(5-ketik) ²]	...	...

Tabel 7.2. Hubungan antara percepatan a -massa total, gaya F tetap

Massa Total Sistem	90 gram	180 gram
Percepatan a [cm/(5-ketik) ²]	...	...

6. Kesimpulan

- a. Dari data yang didapatkan pada tabel di atas, tuliskan kesimpulan mengenai hubungan antara percepatan a dan gaya F untuk massa m yang tetap, dan hubungan antara percepatan a dan massa m dengan F tetap

.....

- b. Jika kesalahan data hasil percobaan diperkenankan sampai 10%, dapatkah anda mengatakan bahwa hukum kedua Newton tentang gerak terbukti kebenarannya? Jelaskan jawaban Anda!

.....

- c. Sebutkan sumber-sumber kesalahan dalam percobaan ini? Jelaskan jawaban Anda!

.....

MU 08 Tumbukan Momentum Linear

1. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan ini Anda diharapkan dapat memverifikasi hukum kekekalan momentum linear pada tumbukan.

2. Alat Percobaan

No. Katalog	Nama alat	Jml
FPT 16.02/66	Rel Presisi	2
FPT 16.03/67	Penyambung Rel	1
PMK 201	Pasak Penumpu	2
PMK 200	Pegas Penumbuk	2
FPT 16.17/85	Tumpakan Berpenjepit	1
FME 51.04	Pewaktu Ketik	1
KAL 60/5A	Catu Daya	1

No. Katalog	Nama alat	Jml
FME 51.34/69	Kereta Dinamika	2
FME 27.01	Beban Bercelah dan Penggantung Beban	1 set
KAL 99/10-025	Kabel Penghubung 25 cm, Hitam	1
KAL 99/20-025	Kabel Penghubung 25 cm, Merah	1
KNE 26	Timbangan	1
	Kertas Karbon	2
FPT 16.04/68	Kaki Rel	2

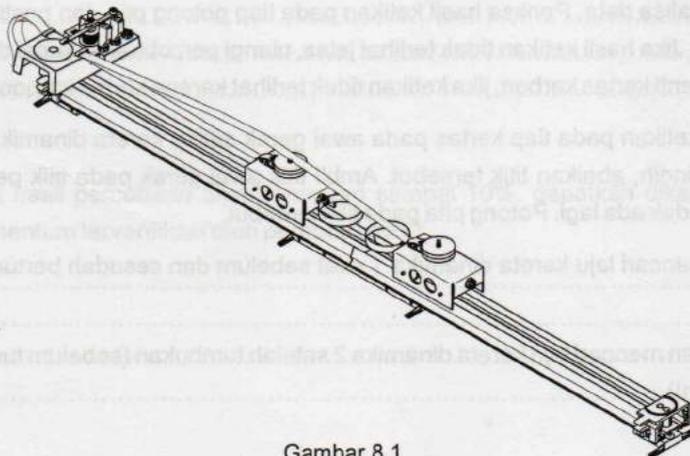
3. Pengantar dan Persiapan Percobaan

Menurut hukum kekekalan momentum, dalam sebuah tumbukan antara dua benda dalam sebuah sistem, momentum sebelum tumbukan adalah sama dengan momentum setelah tumbukan. Secara matematis ungkapan ini dapat ditulis menjadi

MOMENTUM SEBELUM TUMBUKAN = MOMENTUM SETELAH TUMBUKAN

$$m_A \cdot v_A + m_B \cdot v_B = m_A \cdot v'_A + m_B \cdot v'_B \quad (8.1)$$

m_A dan m_B adalah massa benda A dan B yang bertumbukan, v_A dan v_B adalah kecepatan benda A dan B sebelum tumbukan, v'_A dan v'_B adalah kecepatan benda A dan B setelah tumbukan.



Gambar 8.1

Dalam percobaan ini Anda akan memeriksa keberlakuan persamaan di atas untuk tumbukan antara dua kereta dinamika pada rel.

Guru sebaiknya merangkai pewaktu ketik, pita ketik dan kereta dinamika pada rel dengan posisi horizontal seperti pada Gambar 8.1.

Catatan:

Pada percobaan ini dibutuhkan dua potongan pita ketik yang dipasang pada masing-masing kereta dinamika. Karena hanya ada satu buah pewaktu ketik, pewaktu ketik harus dapat digunakan untuk merekan kedua gerak kereta dinamika. Hal ini dapat dilakukan dengan melewati dua pita ketika melalui alur pita dan melewati kedua pita di antara dua kertas karbon yang dipasang pada pewaktu ketik. Lihat Gambar. 8.1.

- Ukur massa setiap kereta dinamika menggunakan neraca. Misalkan massa kereta dinamika pertama adalah m_1 , dan massa kereta dinamika kedua adalah m_2 . Catat hasil pengukuran pada Tabel 8.1.
- Berlatihlah beberapa kali memberi dorongan singkat kepada kereta dinamika pertama (kereta dinamika pertama adalah kereta yang berada paling dekat dengan pewaktu ketik) sedemikian rupa sehingga menumbuk kereta dinamika kedua yang diam, dan setelah tumbukan kereta kedua memperoleh laju yang cukup besarnya tetapi tidak terlempar keluar rel. Perhatikan bahwa kereta dinamika perlu penanganan secara hati-hati!
- Pasang dua potongan pita ketik (masing-masing panjangnya 1 m) ke pewaktu ketik. Jepit ujung pita ketik menggunakan jepitan pada masing-masing kereta. Atur posisi pita ketik dan kertas karbon sedemikian rupa sehingga pada kedua pita ketik dapat dihasilkan titik ketikan pada saat percobaan.

Anda akan mempelajari dan menganalisa gerak kereta dinamika sebelum dan sesudah tumbukan.

4. Langkah-langkah Percobaan

- Hidupkan catu daya untuk menjalankan pewaktu ketik dan beri kereta dinamika pertama satu dorongan sehingga kereta bergerak dengan kecepatan yang cukup sampai menumbuk kereta dinamika kedua.
- Lepaskan kedua pita ketik pada masing-masing kereta dan yakinkan agar pita tidak tertukar pada saat menganalisa data. Periksa hasil ketikan pada tiap potong pita dan pastikan semua titik ketikan tampak jelas. Jika hasil ketikan tidak terlihat jelas, ulangi percobaan sampai didapatkan hasil ketikan yang jelas. Ganti kertas karbon, jika ketikan tidak terlihat karena kertas karbon telah memudar.
- Periksa titik ketikan pada tiap kertas pada awal gerak setiap kereta dinamika. Jika ada titik ketikan yang saling tindih, abaikan titik tersebut. Ambil titik awal gerak pada titik pertama ketika titik yang saling tindih tidak ada lagi. Potong pita pada titik tersebut.

Anda akan mencari laju kereta dinamika 1 saat sebelum dan sesudah bertumbukan dengan kereta dinamika 2.

Anda juga akan mencari laju kereta dinamika 2 setelah tumbukan (sebelum tumbukan kereta 2 dalam keadaan diam!).

- d. Gunakan 5-ketik sebagai satuan waktu dan dari kedua pita, kenali dan tentukan laju kereta dinamika 1 saat sebelum tumbukan (dan setelah tumbukan, jika ada), dan laju kereta 2 setelah tumbukan. Nyatakan laju kereta dalam cm/(5-ketikan). Catat nilai yang didapatkan dalam Tabel 8.1.
- e. Tambahkan satu buah beban bercehal 50 gram ke kereta 1. Massa kereta 1 sekarang menjadi $m_1 + 50$ g. Ulangi langkah a s/d d.
- f. Ulangi langkah percobaan e dengan menambah beban lagi ke kereta dinamika 1 dan kereta dinamika 2. Usahakan agar gerak kereta dinamika selalu menjauhi pewaktu ketik dan tidak berbalik arah. Pewaktu ketik tidak dapat digunakan untuk merekam gerak yang berarah mendekati pewaktu ketik.
- g. Lengkapi Tabel 8.1 dengan data yang didapatkan.

5. Hasil Pengamatan

Tabel 8.1

Kereta Dinamika 1			Kereta Dinamika 2			Jumlah Momentum	
m_1 (kg)	Laju Tumbukan		m_2 (kg)	Laju Tumbukan		Sebelum Tumbukan	Setelah Tumbukan
	v_1 (cm/s)	v_1' (cm/s)		v_2 (cm/s)	v_2' (cm/s)			$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2$	$m_1 \cdot v_1' + m_2 \cdot v_2'$
...
...
...
...

6. Kesimpulan

- a. Sama besar, hampir sama besar, atau sangat berbedakah jumlah momentum kereta sebelum dan sesudah tumbukan?

.....

- b. Jika kesalahan hasil percobaan diperkenankan sampai 10%, dapatkah dikatakan bahwa hukum kekekalan momentum terverifikasi oleh percobaan ini?

.....

MU 09 Hukum Kekekalan Momentum pada Ledakan

1. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan ini siswa diharapkan dapat memverifikasi hukum kekekalan momentum pada "ledakan".

2. Alat Percobaan

No. Katalog	Nama alat	Jml
FPT 16.02/66	Rel Presisi	1
FPT 16.04/68	Kaki Rel	2
FPT 16.03/67	Penyambung Rel	1
FME 27.01	Beban Bercelah dan Penggantung, 250 gram	1 set
FPT 16.17/85	Tumpakan Berpenjepit	2
FME 51.34/69	Kereta Dinamika	2
PMK 201	Pasak Penumpu	2

No. Katalog	Nama alat	Jml
FME 51.08	Tali Nilon	1
GLA 011	Gunting	1
PMK 202	Pegas untuk Kereta	1
	Korek Api	1
KKW 71	Jam Henti	1
KNE 26	Timbangan	1

3. Pengantar dan Persiapan Percobaan

Dalam Percobaan MU 08 telah dipelajari konsep momentum. Percobaan MU 09, konsep momentum akan diterapkan pada "ledakan" benda tunggal menjadi dua benda. Sebelum ledakan benda mempunyai momentum sama dengan nol dan setelah tumbukan setiap benda memiliki momentum yang arahnya berlawanan satu sama lain. Kecepatan setiap benda bergantung pada massanya.

Tujuan dasar untuk percobaan ini adalah membangun sebuah ide bahwa momentum sebuah sistem adalah kekal. Sebuah sistem adalah sebuah benda atau sekumpulan benda yang geraknya akan dianalisis. Dalam percobaan ini sistem itu adalah dua kereta dinamika yang "dijadikan satu" oleh tali pengikat dan pegas. Jika tali diputus, ada gaya internal menyebabkan kedua kereta terpisah yang satu dengan yang lain, mirip "ledakan". Karena gaya-gaya yang menyebabkan "ledakan" itu ada di dalam sistem tersebut, momentum sistem haruslah kekal. Dengan kata-kata lain:

$$\text{MOMENTUM SEBELUM TUMBUKAN} = \text{MOMENTUM SETELAH TUMBUKAN}$$

Bila M massa sistem yang ditinjau, dan sistem pecah menjadi dua bagian A dan B yang massanya berturut-turut m_A dan m_B . Jika lajunya berturut-turut $v_M = 0$, v_A , dan v_B , menurut hukum kekekalan momentum haruslah:

$$M \cdot 0 = m_A v_A + m_B v_B \quad (9.1)$$

Atau:

$$0 = m_A v_A + m_B v_B \quad (9.2)$$

Atau:

$$m_A v_A = -m_B v_B \quad (9.3)$$

Tanda negatif (-) pada persamaan 9.3 menunjukkan bahwa kedua kereta bergerak berlawanan arah.

Untuk memverifikasi hukum kekekalan momentum pada ledakan perlu diverifikasi kesesuaian persamaan (9.3) dengan hasil percobaan. Inilah yang akan dilakukan pada percobaan ini.

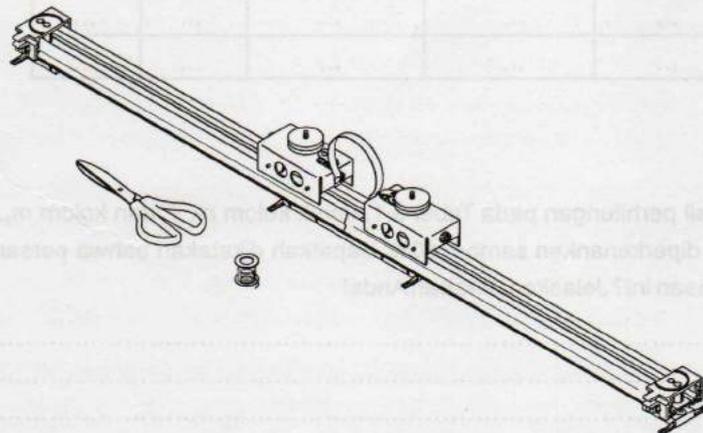
Untuk menentukan laju kedua "pecahan" benda digunakan pendekatan (aproksimasi) sebagai berikut:

Di sebelah menyebelah benda yang "meledak" ditempatkan penghalang pada jarak sedemikian sehingga dicapai oleh tiap-tiap pecahan dalam selang waktu Δt yang sama. Umpamakan jarak pecahan benda ke penghalang berturut-turut adalah Δs_A dan Δs_B , laju masing-masing pecahan setelah tumbukan berturut-turut:

$$V_A \approx \frac{\Delta s_A}{\Delta t} \quad \text{dan} \quad V_B \approx \frac{\Delta s_B}{\Delta t}$$

Karena Δt sama, Δt dapat diambil sebagai satuan waktu untuk kedua laju, dan Δs_A dan Δs_B dapat dipakai sebagai ukuran laju sesaat masing-masing belahan pada saat terjadinya "ledakan" (serupa dengan mengambil potongan pita ketik sepanjang selang waktu sama pada penentuan laju dengan menggunakan pita ketik!).

- Ukur massa masing-masing kereta menggunakan neraca. Misalkan m_1 untuk massa kereta 1, dan m_2 untuk massa kereta 2. Catat hasil pengukuran pada Tabel 9.1.
- Rangkai alat percobaan seperti terlihat pada Gambar 9.1. Kedua kereta ditempatkan dibagian tengah rel. Di sebelah menyebelah kereta, dekat ujung rel dipasang satu tumpakan berpenjepit.
- Buat sepotong tali nilon sepanjang 5 cm sedemikian rupa sehingga cukup untuk menegangkan pegas ketika benang dijepit pada kereta. Untuk memudahkan menjepit benang pada kereta, ada baiknya dibuat simpul pada masing-masing ujung benang.
- Jepit seutas tali nilon tadi di antara kedua kereta.
- Pasang pegas pada muka kereta yang saling berhadapan. Atur sedemikian rupa sehingga pegas tidak lepas sebelum percobaan dimulai. Pegas berada dalam keadaan tegang.



Gambar 9.1

4. Langkah-langkah Percobaan

Bagian 1: Menggunakan dua kereta dinamika yang memiliki massa sama

- a. Tandai dan catat posisi awal masing-masing kereta dinamika pada rel. Biarkan posisi ini tetap pada langkah-langkah selanjutnya.
- b. Kedua kereta akan di"ledak"kan dengan membakar atau menggantung tali nilon menggunakan korek api atau gunting sampai tali putus. Kedua kereta akan terdorong pegas dan bergerak menuju penghalang yang ada di sebelahnya. Dengan mencoba-coba beberapa kali usahakan agar kedua kereta mencapai penghalang pada saat yang sama. Ini diketahui dari bunyi benturan kedua kereta dengan penghalang. Bunyi benturan harus terdengar pada saat yang sama.
- c. Setelah kedua kereta mencapai penghalang pada saat yang sama, ukur jarak tempuh kereta dinamika dari posisi awalnya masing-masing. Jarak inilah yang berturut-turut laju sesaat v_1 kereta 1 dan laju sesaat v_2 kereta 2 setelah "ledakan". Cantumkan hasilnya pada Tabel 9.1.
- d. Lengkapi ruang kosong yang bersesuaian dengan hasil-hasil perhitungan.

Bagian 2: Menggunakan kereta dinamika dengan massa yang berbeda.

- e. Ulangi langkah percobaan a sampai d dengan menggunakan kereta 1 yang massanya ditambah, pertama dengan massa 50 gram, lalu dengan massa 100 gram, dan akhirnya dengan massa 150 gram. Atur posisi tumpukan berpenjepit setiap kali penambahan massa sehingga kereta akan menumbuk tumpukan berpenjepit dalam waktu yang sama.

5. Hasil Percobaan

Tabel 9.1.

m_1 (kg)	m_2 (kg)	v_1 (m/sekon)	v_2 (m/sekon)	$m_1 \cdot v_1$	$m_2 \cdot v_2$
...
...
...
...

6. Kesimpulan

- a. Periksa hasil perhitungan pada Tabel 9.1, untuk kolom $m_1 \cdot v_1$ dan kolom $m_2 \cdot v_2$. Jika kesalahan pada percobaan diperkenankan sampai 10%, dapatkah dikatakan bahwa persamaan (9.3) **terverifikasi** oleh percobaan ini? Jelaskan jawaban Anda!

.....

.....

.....

.....

- b. Amati kecepatan kereta dinamika 1 dan 2 pada percobaan yang menggunakan beban kereta 1 yang berbeda. Apa yang dapat Anda katakan mengenai kecepatan beban yang massanya berbeda-beda?

.....

No. Percobaan	Beban Kereta 1 (g)	Beban Kereta 2 (g)	Waktu (s)	Kecepatan (m/s)
1	50	50	1.2	0.83
2	100	50	1.5	0.67
3	150	50	1.8	0.56
4	200	50	2.1	0.48
5	250	50	2.4	0.42
6	300	50	2.7	0.37
7	350	50	3.0	0.33
8	400	50	3.3	0.30
9	450	50	3.6	0.28
10	500	50	3.9	0.26

MU 10 Hukum Kekekalan Energi Mekanik

1. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan ini Anda diharapkan dapat memverifikasi hukum kekekalan energi pada energi mekanik, pada perubahan energi potensial menjadi energi kinetik.

2. Alat Percobaan

No. Katalog	Nama alat	Jml	No. Katalog	Nama alat	Jml
FPT 16.02/66	Rel Presisi	2	FME 51.40	Pewaktu Ketik	1
FPT 16.03/67	Kaki Rel	2	FME 51.3469	Kereta Dinamika	1
FPT 16.04/68	Penyambung Rel	1	GMM 221	Meteran, 3m	1
GSN 185	Klem Meja	1	FME 69	Pita Ketik	1
FME 51.08	Tali Nilon	1	KAL 60/5A	Catu Daya	1
GSN 126	Katrol	1	KAL 99/10-025	Kabel Penghubung 25 cm, Hitam	1
FME 27.01	Beban Bercelah, 50 gram	3	KAL 99/20-025	Kabel Penghubung 25 cm, Merah	1

3. Pengantar dan Persiapan Percobaan

Jika sebuah benda bermassa m , pada mulanya diam, jatuh dari ketinggian h karena adanya tarikan gaya gravitasi, benda tersebut kehilangan energi potensialnya sebesar mgh (g adalah percepatan gravitasi) dan berubah menjadi energi kinetik $\frac{1}{2}mv^2$; v adalah laju akhir benda (atau sistem) pada akhir jatuhnya benda. Jika perubahan ke bentuk energi lain, seperti menjadi kalor dan bunyi, dapat diabaikan, maka menurut hukum kekekalan energi:

Energi potensial yang hilang = Pertambahan energi kinetik, atau

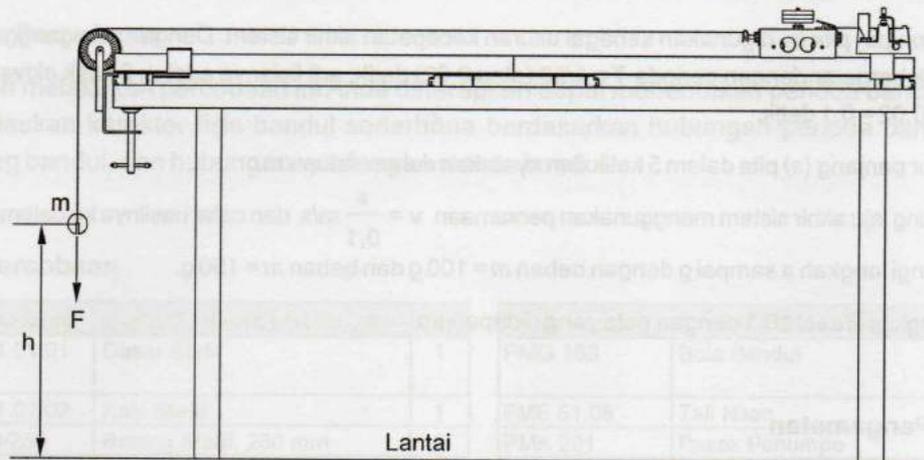
$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 \quad (10.1)$$

Dalam percobaan ini Anda akan memverifikasi kebenaran hukum kekekalan energi mekanik dengan membuktikan kesamaan besaran mgh dengan besaran $\frac{1}{2}mv^2$ dalam persamaan di atas. Untuk memperoleh ini, sebuah massa m (sebuah beban) digunakan untuk menarik benda lain yang bermassa M (sebuah kereta dinamika) yang bergerak di sepanjang rel (rel dimiringkan sedikit untuk mengkompensasi adanya gesekan seperti pada percobaan hukum II Newton tentang gerak) (Gambar 10.1).

Karena beban m dan kereta dinamika terhubung oleh tali yang selalu dalam keadaan tegang, laju beban akan selalu sama dengan laju kereta. Jika v adalah laju sistem tersebut, energi kinetik sistem adalah $\frac{1}{2}(m+M)v^2$. Oleh sebab itu, persamaan (10.1) dapat ditulis menjadi:

$$mgh = \frac{1}{2}(m+M)v^2 \quad (10.2)$$

Jadi, jika dalam percobaan ini ditemukan bahwa dalam batas-batas ketelitian suatu percobaan, $mgh \approx \frac{1}{2}(m+M)v^2$, hukum kekekalan energi mekanik dianggap terverifikasi.



Gambar 10.1

- Ukur massa kereta M dengan alat-alat tambahannya (jika ada) dan nyatakan massa dalam satuan kg. Catat harga M dalam Tabel 10.1.
- Rangkai alat percobaan seperti pada Gambar 10.1. Salah satu kaki rel ditinggikan sedikit dari kaki lainnya untuk kompensasi gesekan.
- Gantung beban 50 g pada ujung tali yang menggantung di dekat katrol. Gantung beban setinggi mungkin dari lantai untuk memperoleh tinggi h sebesar mungkin.
- Untuk sementara gunakan tumpukan berpenjepit untuk menahan kereta agar berada didekat pewaktu ketik.
- Pewaktu ketik dan pita ketik dalam keadaan siap untuk dijalankan. Upayakan agar pita ketik dapat bergerak sebebaskan-bebasnya selama pita ditarik oleh kereta selama percobaan.

4. Langkah Percobaan

- Ukur jarak dari sisi bawah beban ke lantai. Nilai ini akan diberi lambang h dan catat hasilnya ke dalam Table 10.1.
- Bersiaplah untuk melepaskan kereta dinamika agar bergerak di sepanjang rel dan menangkapnya pada saat akan mencapai ujung rel untuk mencegah kereta bergerak keluar rel dan jatuh ke lantai.
- Hidupkan pewaktu ketik dan lepaskan kereta dinamika, biarkan bergerak disepanjang rel dan tangkaplah kereta ketika hampir sampai ke ujung rel, tetapi setelah beban menyentuh lantai.
- Lepaskan pita dari kereta dinamika dan periksa hasil ketikannya.

Ketika sistem mulai bergerak, sistem tersebut (beban dan kereta) bergerak dengan dipercepat sampai menyentuh lantai. Setelah gaya tarik hilang, sistem bergerak lurus beraturan.

- e. Tandai **awal** gerak lurus beraturan pada pita ketik, dan potong pita sepanjang 5 ketik.
Potongan pita ini digunakan sebagai ukuran kecepatan akhir sistem. Dengan menganggap pewaktu ketik bergetar dengan perioda $T = 1/50$ (atau 0,02) detik, arti fisisnya adalah 5 ketik ekuivalen dengan $5 \times 0,02 = 0,1$ detik.
- f. Ukur panjang (s) pita dalam 5 ketik dan nyatakan dalam satuan m.
- g. Hitung laju akhir sistem menggunakan persamaan $v = \frac{s}{0,1}$ m/s dan catat hasilnya ke dalam Table 10.1.
- h. Ulangi langkah a sampai g dengan beban $m = 100$ g dan beban $m = 150$ g.
- i. Lengkapi Tabel 10.1 dengan data yang didapatkan.

5. Hasil Pengamatan

Tabel 10.1.

m (kg)	M (kg)	$(m + M)$ (kg)	h (m)	v (m/s)	mgh (J)	$\frac{1}{2} (m + M)v^2$ (J)
0,050
0,100
0,150

6. Kesimpulan

- a. Jelaskan mengapa nilai mgh dan nilai $\frac{1}{2} (m + M)v^2$ sama-sama memiliki besaran joule?
.....
.....
.....
.....
- b. Jika kesalahan data hasil percobaan diperkenankan sampai 10%, dapatkah dikatakan bahwa hukum kekekalan energi mekanik terverifikasi oleh percobaan ini?
.....
.....
.....
.....

MU 11 Bandul Sederhana

1. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan ini Anda diharapkan dapat menentukan perioda bandul T , dapat menjelaskan karakter fisis bandul sederhana berdasarkan hubungan perioda bandul T dan panjang bandul, dan hubungannya dengan massa bandul.

2. Alat Percobaan

No. Katalog	Nama alat	Jml
FME 51.01/01	Dasar Statif	1
FME 51.02/02	Kaki Statif	1
KST 30/250	Batang Statif, 250 mm	2
KST 30/500	Batang Statif, 500 mm	1
GSN 161	Bosshead, Bulat	1
GSN 162	Bosshead, Universal	2

No. Katalog	Nama alat	Jml
PMG 160	Bola Bandul	1 set
FME 51.08	Tali Nilon	1
PMK 201	Pasak Penumpu	2
KKW 71	Jam Henti	1
	Kertas Grafik mm	1

3. Pengantar dan Persiapan Percobaan

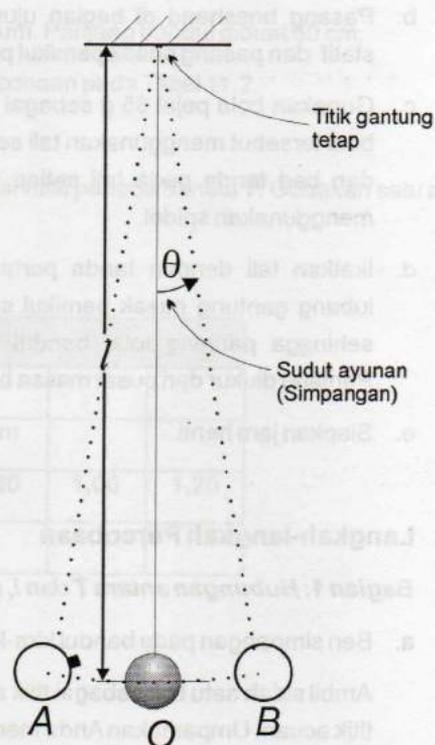
Bandul sederhana merupakan suatu benda kecil (disebut bob), biasanya berupa benda berbentuk bola padat, digantung pada seutas tali yang massanya dapat diabaikan dibandingkan dengan massa bola dan panjang bandul sangat besar dibandingkan jari-jari bola. Ujung lain tali digantung pada suatu gantungan tetap. Gambar 11.1 memperlihatkan gambar skema pendulum sederhana. Titik O adalah posisi setimbang.

Jika pendulum diberi simpangan kecil dan kemudian dilepaskan, pendulum akan berosilasi antara dua titik. (misalnya titik A dan B) dengan perioda osilasi yang tetap, yaitu T . Satu osilasi didefinisikan sebagai gerak bola dari A ke B dan kembali ke A , atau dari B ke A dan kembali ke B , atau gerak dari titik O ke A ke B dan kembali ke titik O .

Penurunan secara teoritis perioda T bandul sederhana yang simpangannya kecil (lebih kecil dari 7°) memberikan persamaan:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (11.1)$$

l adalah panjang bandul dan g adalah percepatan gravitasi.



Gambar 11.1

MU 11 Bandul Sederhana

1. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan ini Anda diharapkan dapat menentukan perioda bandul T , dapat menjelaskan karakter fisis bandul sederhana berdasarkan hubungan perioda bandul T dan panjang bandul, dan hubungannya dengan massa bandul.

2. Alat Percobaan

No. Katalog	Nama alat	Jml
FME 51.01/01	Dasar Statif	1
FME 51.02/02	Kaki Statif	1
KST 30/250	Batang Statif, 250 mm	2
KST 30/500	Batang Statif, 500 mm	1
GSN 161	Bosshead, Bulat	1
GSN 162	Bosshead, Universal	2

No. Katalog	Nama alat	Jml
PMG 160	Bola Bandul	1 set
FME 51.08	Tali Nilon	1
PMK 201	Pasak Penumpu	2
KKW 71	Jam Henti	1
	Kertas Grafik mm	1

3. Pengantar dan Persiapan Percobaan

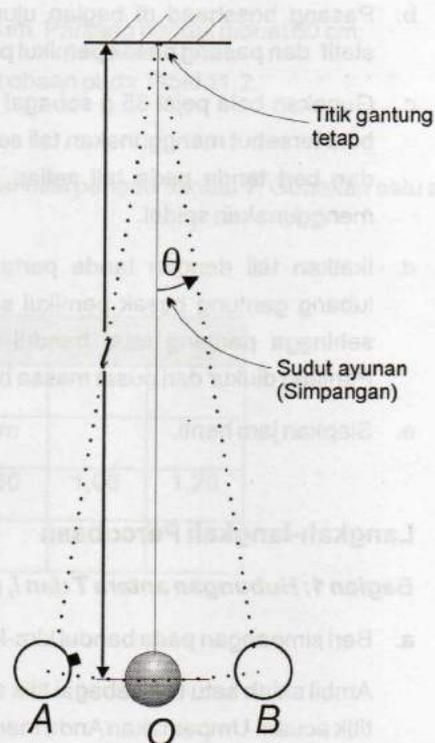
Bandul sederhana merupakan suatu benda kecil (disebut bob), biasanya berupa benda berbentuk bola padat, digantung pada seutas tali yang massanya dapat diabaikan dibandingkan dengan massa bola dan panjang bandul sangat besar dibandingkan jari-jari bola. Ujung lain tali digantung pada suatu gantungan tetap. Gambar 11.1 memperlihatkan gambar skema pendulum sederhana. Titik O adalah posisi setimbang.

Jika pendulum diberi simpangan kecil dan kemudian dilepaskan, pendulum akan berosilasi antara dua titik. (misalnya titik A dan B) dengan perioda osilasi yang tetap, yaitu T . Satu osilasi didefinisikan sebagai gerak bola dari A ke B dan kembali ke A , atau dari B ke A dan kembali ke B , atau gerak dari titik O ke A ke B dan kembali ke titik O .

Penurunan secara teoritis perioda T bandul sederhana yang simpangannya kecil (lebih kecil dari 7°) memberikan persamaan:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (11.1)$$

l adalah panjang bandul dan g adalah percepatan gravitasi.



Gambar 11.1

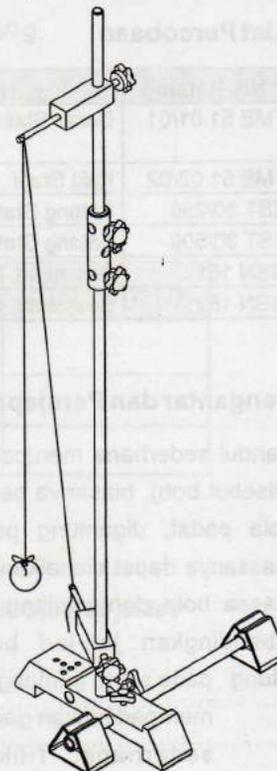
Panjang bandul / adalah jarak dari titik gantung tetap ke titik pusat massa bola pejal. Untuk bola pejal, titik pusat masa bola ada dititik tengah bola. $T^2 = \frac{4\pi^2}{g} l$ $\frac{4\pi^2}{g}$

Persamaan (11.1) dapat ditulis menjadi . Karena untuk tempat tertentu adalah tetap, grafik T^2 terhadap l seharusnya berupa garis lurus. Jika dalam percobaan ditemukan bahwa grafik T^2 terhadap l berbentuk lurus, atau mendekati lurus, persamaan (11.1) dapat diterima atau terverifikasi kesahihannya. Pemverifikasian ini akan dilakukan pada bagian pertama percobaan.

- a. Rangkai alat percobaan seperti terlihat pada Gambar 11.2 dan tempatkan rangkaian alat di pinggir meja.

Jika dimungkinkan, jepit kaki statif menggunakan klem untuk mendapatkan titik gantungan yang stabil.

- b. Pasang bosshead di bagian ujung atas batang statif dan pasang pasak pemikul pada bosshead.
- c. Gunakan bola pejal 35 g sebagai bandul dan ikat bola tersebut menggunakan tali sepanjang 1,20 m dan beri tanda pada tali setiap panjang 20 cm menggunakan spidol.
- d. Ikatkan tali dengan tanda pertama tepat pada lubang gantung pasak pemikul sedemikian rupa sehingga panjang total bandul adalah 20 cm. Panjang diukur dari pusat massa beban (bola)
- e. Siapkan jam henti.



Gambar 11.2

4. Langkah-langkah Percobaan

Bagian 1: Hubungan antara T dan l , m dipertahankan tidak berubah

- a. Beri simpangan pada bandul kira-kira 3 cm dari titik kesetimbangan.

Ambil salah satu titik sebagai titik acuan. Anda dapat menggunakan titik O , titik A , atau titik B sebagai titik acuan. Umpamakan Anda mengambil titik O sebagai titik acuan.

Tetapkan berapa kali osilasi yang akan diukur waktunya. Semakin banyak jumlah ayunan, semakin teliti nilai perioda yang didapatkan. Pengukuran 20 osilasi sudah cukup baik.

- b. Lepaskan bandul. Ketika Anda sudah dalam keadaan siap, jalankan jam henti pada saat bola pejal melewati titik O ke arah tertentu (ke kiri atau ke kanan, mana saja boleh dipilih). Mulailah membilang "satu" ketika bandul melintasi lagi O pada arah yang tadi, membilang "dua" ketika bandul melewati

titik itu lagi pada arah yang sama, demikian seterusnya sampai membilang 20. Pada saat itu matik jam henti.

$$T = \frac{1}{20} t$$

- c. Baca waktu t yang tertera pada jam henti dan catat pada Tabel 11.1.
- d. Hitung perioda T berdasarkan rumusan $T = \frac{1}{20} t$, dan catat nilai yang didapat ke dalam Tabel 11.1.
- e. Ulangi langkah a sampai d dengan menggunakan panjang tali (bandul) yang berbeda. Gunakan panjang bandul seperti pada Tabel 11.1.
- f. Isi tabel 11.1 dengan nilai yang didapatkan pada percobaan dan dengan nilai-nilai hasil menghitung.
- g. Buatlah grafik yang menyatakan hubungan antara T^2 dan l .
- h. Dari grafik tersebut berikan penilaian Anda tentang kesahihan hubungan antara T^2 dan l seperti yang di"ramalkan" pada "Informasi Tambahan" di atas!

Bagian 2: Hubungan antara T dan m, l dipertahankan tidak berubah

- i. Salin data untuk bandul dengan bola 35 g dan panjang 60 cm pada Tabel 11.1 ke dalam sel-sel yang sesuai di dalam Tabel 11.2.
- j. Ganti bola 35 gram dengan bola 70 gram sebagai pendulum. Panjang bandul dibuat 60 cm.
- k. Ulangi langkah percobaan a sampai d dan catat hasil percobaan pada Tabel 11.2.

Tugas Tambahan

Temukan pengaruh besar sudut ayun (simpangan) pada besar nilai perioda bandul T . Gunakan satu atau beberapa data pada tabel sebagai acuan.

5. Hasil Pengamatan

Tabel 11.1 Hubungan antara T dan l, m dibuat tetap						
Massa bola bandul			35 gram			
Panjang bandul (m)	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20
Waktu untuk 20 ayunan t (s)						

Perioda T (s)

T^2

Tabel 11.2 Hubungan antara T dan m, l dibuat tetap		
Panjang bandul (m)		0,60
Massa bola bandul	35 gram	70 gram
Waktu untuk 20 ayunan t (s)		

Perioda T (s)

T^2

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

6. Kesimpulan

Berdasarkan grafik T^2 terhadap l dapat dikatakan bahwa hubungan kata atau kata-kata yang tidak benar!), sebab:

SAHIH/TIDAK SAHIH (coret)

.....

.....

.....

Massa bandul **BERPENGARUH/TIDAK BERPENGARUH** terhadap periode bandul (coret kata atau kata-kata yang tidak benar!)

a. Simpangan

0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

b. Langkah-langkah percobaan

a. Berilah simpangan awal bandul kira-kira 1 cm dan tarik kembali.

Amati waktu yang dibutuhkan untuk 10 ayunan. Ulangilah percobaan ini dengan simpangan awal yang berbeda-beda.

Tentukan simpangan awal yang akan digunakan. Lakukan percobaan dengan simpangan awal tersebut.

Ulangilah percobaan ini dengan simpangan awal yang berbeda-beda. Lakukan percobaan ini dengan simpangan awal yang berbeda-beda.

b. Lakukan percobaan. Ketika Amara sudah selesai melakukan percobaan, catatlah waktu yang dibutuhkan untuk 10 ayunan.

Ulangilah percobaan ini dengan simpangan awal yang berbeda-beda. Lakukan percobaan ini dengan simpangan awal yang berbeda-beda.

MU 12 Osilasi Beban yang Digantung pada Pegas

1. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan ini siswa diharapkan dapat memverifikasi hubungan antara perioda dan masa beban pada osilasi pegas.

2. Alat Percobaan

No. Katalog	Nama alat	Jml
FME 51.01/01	Dasar Statif	1
FME 51.02/02	Kaki Statif	1
KST 30/250	Batang Statif, 250 mm	1
KST 30/500	Batang Statif, 500 mm	1
GSN 162	Bosshead, Universal	1

No. Katalog	Nama alat	Jml
FME 51.26/39	Pegas Helik, 10 N/m	1
FME 51.27/40	Pegas Helik, 25 N/m	1
PMK 201	Pasak Penumpu	1
KKW 71	Jam Henti	1
FME 27.01	Beban Bercelah dan Penggantung beban	1 set

3. Pengantar dan Persiapan Percobaan

Jika sebuah benda bermassa M digantung pada ujung bawah sebuah pegas, ujung atas pegas dipasang pada titik yang tetap seperti pada Gambar 12.1, massa menarik pegas ke bawah dengan gaya (berat) Mg yang menyebabkan pegas teregang sedemikian rupa sehingga beban berada pada posisi O . Jika beban ditarik ke bawah oleh gaya tambahan F , pegas akan mulur sejauh y sehingga berada pada titik A . Menurut hukum Hooke, gaya F yang diperlukan untuk menghasilkan simpangan ini adalah ky ; di sini k adalah tetapan pegas. Jika beban dilepaskan, gaya pemulih $-ky$ menghasilkan sebuah percepatan sebagaimana diberikan oleh hukum Newton kedua tentang gerak:

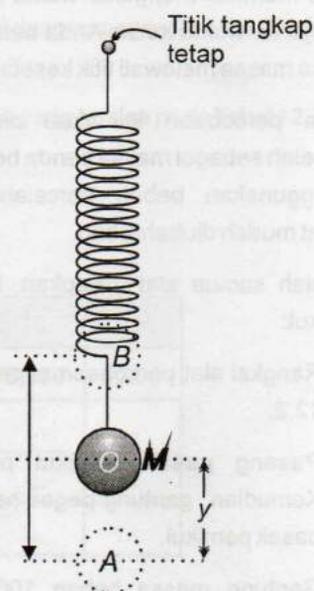
$$-ky = M \cdot a \quad (12.1)$$

Persamaan (12.1) dapat diubah menjadi:

$$a = -ky/M \quad (12.2)$$

Persamaan di atas adalah persamaan dasar untuk gerak harmonik sederhana, dengan percepatan a sebanding dengan simpangan y , dan periodanya diberikan oleh:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}} \quad (12.3) \quad \text{atau,} \quad T^2 = \frac{4\pi^2}{k} M \quad (12.4)$$



Gambar 12.1
Osilasi Beban yang Digantung
pada Pegas

Bentuk kurva T^2 terhadap M akan berupa garis lurus, karena semua besaran lain adalah tetap.

$\frac{4\pi^2}{k}$ adalah kemiringan garis. Dengan mengetahui kemiringan garis, tetapan pegas k dapat dihitung.

Jika massa M dilepaskan, massa akan berosilasi harmonik ke atas dan ke bawah di antara dua kedudukan ekstrim A dan B (Titik O adalah titik kesetimbangan beban M) dengan perioda tetap. Massa tersebut dikatakan melakukan satu osilasi jika beban bergerak dari titik A kembali ke titik A , dari B dan kembali ke titik B , atau dari O dan kembali ke titik O setelah melewati titik A dan B . Waktu yang diperlukan untuk melakukan satu kali osilasi disebut perioda osilasi, biasanya dilambangkan dengan huruf T . Jumlah osilasi per satuan waktu disebut *frekuensi* osilasi, biasanya dilambangkan dengan huruf f .

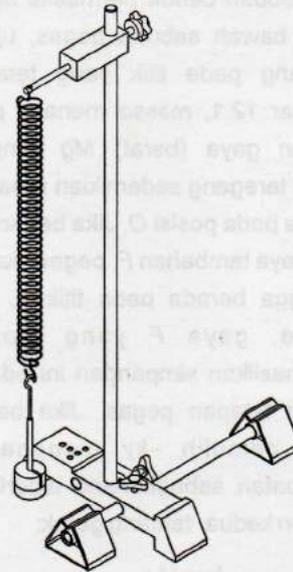
Pada percobaan ini akan diverifikasi hubungan antara perioda T dan massa beban M benda yang berosilasi, dengan besaran lain dibuat tetap. Dengan kata lain, pada percobaan ini Anda akan mencari besar perioda massa yang berosilasi. Karena perioda itu tetap dan biasanya sangat singkat, akan lebih mudah jika waktu diukur untuk sejumlah osilasi (misalnya 10 atau 20 osilasi) dan menghitung perioda dari data tersebut. Jika waktu untuk n osilasi adalah t , maka periodanya adalah t/n .

Di samping itu, Anda dapat mulai mengukur waktu kapan saja pada saat yang Anda anggap baik, tidak perlu memulai mengukur waktu ketika bandul bergerak pertama kalinya. Misalnya, Anda dapat mulai mengukur waktu ketika Anda betul-betul siap, dan ketika massa melewati titik A atau melewati B , atau ketika massa melewati titik kesetimbangan.

Pada percobaan ini akan digunakan beban bercelah sebagai massa benda berosilasi. Dengan menggunakan beban bercelah massa benda dapat mudah diubah-ubah.

Setelah semua alat disiapkan, lakukan langkah berikut:

- Rangkai alat percobaan seperti pada Gambar 12.2.
- Pasang pasak pemikul pada bosshead. Kemudian gantung pegas helik 10 N/m pada pasak pemikul.
- Gantung massa beban 100 g pada ujung bawah pegas.



Gambar 12.2

4. Langkah Percobaan

Bagian 1: Hubungan antara T dan M , k dibuat tetap

- Beri simpangan pada pegas dengan cara menarik beban ke bawah sejauh lebih kurang 3 cm, kemudian lepaskan beban agar berosilasi disekitar titik setimbang.
- Siapkan jam henti untuk mengukur waktu osilasi.
- Ketika massa mencapai titik yang baik, misalnya titik terbawah osilasi, jalankan jam henti.

- d. Hitung satu, dua, tiga ... dst. (sampai 20 osilasi), setiap kali beban berada pada posisi terbawah simpangannya.
- e. Pada hitungan ke-20 matikan jam henti, baca waktu dan catat hasil pembacaan waktu pada Tabel 12.1.
- f. Hitung waktu yang diperlukan untuk satu kali osilasi (periode T) dan catat hasil perhitungan pada Tabel 12.1.
- g. Ulangi langkah percobaan a sampai f, setiap kali ditambahi 1 beban. Lakukan sampai 5 beban yang berbeda.

Bagian 2: Hubungan antara T dan k , M dibuat tetap

- h. Gantung pegas helik 10 N/m ke pasak pemukul yang ada pada bosshead universal. Gantung beban pada ujung bawah pegas sedemikian rupa sehingga massa beban adalah 200 gram.
- i. Ulangi langkah percobaan a sampai f dan catat hasil percobaan pada Tabel 12.2.
- j. Ganti pegas 10 N/m yang digantung pada bosshead universal dengan pegas 25 N/m. Massa beban tidak diubah ($M = 200$ gram).
- k. Ulangi langkah a sampai f dan catat hasil percobaan pada ruang yang tersisa pada Tabel 12.2.

5. Hasil Pengamatan

Tabel 12.1. Hubungan antara T dan M , k dibuat tetap (10 N/m)

Tetapan pegas K (N/m)	10	10	10	10	10	10
Massa beban M (kg)	0,10	0,20	0,250	0,300	0,350	0,400
Waktu untuk 20 osilasi t (s)	...	...	...	...	...	...
Periode $T = t/20$ (s)	...	...	...	...	...	...
T^2	...	...	...	...	...	...

Tabel 12.2. Hubungan antara T dan k , M dibuat tetap ($M = 200$ g)

Massa beban M (kg)	0,20	0,20
Tetapan pegas k (N/m)	10	25
Waktu untuk 20 osilasi t (s)	...	...
Period $T = t/20$ (s)	...	...
T^2	...	...

6. Kesimpulan

a. Dipengaruhi oleh massa bebannya perioda osilasi pegas? Jelaskan jawaban Anda berdasarkan data yang diperoleh dalam Tabel 12.1!

.....

b. Bergantung pada tetapan pegas perioda osilasinya? Jelaskan jawaban Anda berdasarkan data pada Tabel 12.2!

.....

c. Sebut faktor yang mungkin menjadi penyebab kesalahan pada hasil-hasil pengukuran di atas!

.....

Massa (kg)	10	20	30	40	50
Waktu untuk 20 getaran (s)	0,35	0,45	0,55	0,65	0,75
Periode (s)	0,0175	0,0225	0,0275	0,0325	0,0375

Massa (kg)	10	20
Waktu untuk 20 getaran (s)	0,35	0,45
Periode (s)	0,0175	0,0225

MU 13 Osilasi pada Pegas Pipih

1. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan ini siswa diharapkan dapat memeriksa pengaruh besar simpangan awal, panjang pegas pada perioda pegas; dan massa beban pada perioda pegas pipih.

2. Alat Percobaan

No. Katalog	Nama alat	Jml
PWV 160	Pegas Pipih	1
PWV 160 03	Perangkai Beban dan Pengencang	1
KMS 15/105	Mistar, 500 mm	1

No. Katalog	Nama alat	Jml
FME 27.01	Beban Bercelah, 50 gram	4
KKW 71	Jam Henti	1

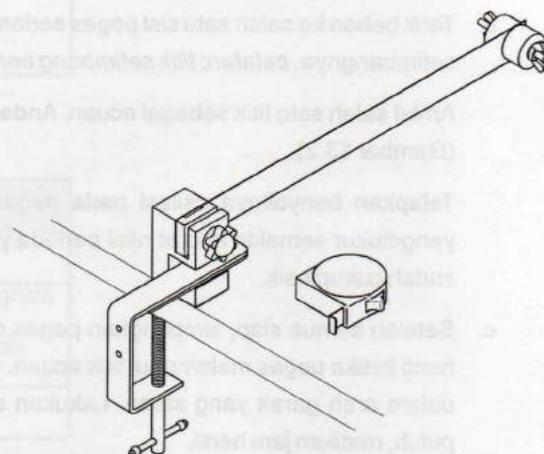
3. Pengantar dan Persiapan Percobaan

Suatu bahan elastik cenderung kembali ke bentuk awalnya ketika bahan itu diubah bentuknya. Elastisitas berimplikasi adanya gaya pemulih sehingga memungkinkan bahan itu bergetar atau berosilasi. Jika gerak sebuah benda terjadi secara berulang dalam interval waktu atau perioda tertentu, benda itu dikatakan melakukan gerak periodik. Sebagai contoh, gerak periodik pada pegas pipih. Gerak periodik yang terjadi disebut gerak harmonik sederhana. Gerak harmonik sederhana dapat digambarkan dengan fungsi sinus atau cosinus.

Dalam percobaan ini akan dilihat pengaruh besar simpangan, panjang pegas, dan massa beban pada perioda pegas pipih.

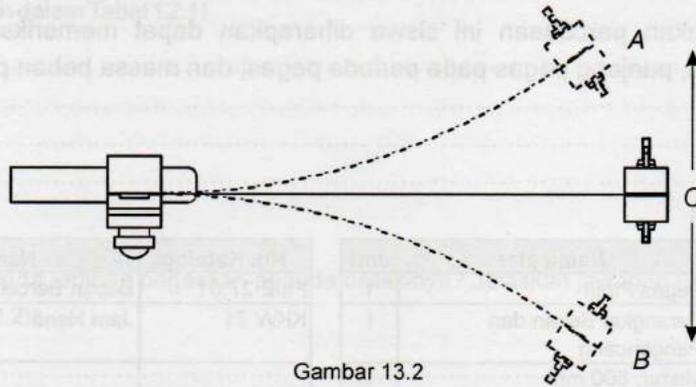
Setelah semua alat percobaan disiapkan, lakukan langkah berikut ini:

- Rangkai alat percobaan seperti terlihat pada Gambar 13.1 dan tempatkan rangkaian di dekat pinggir meja percobaan.
- Jepit pegas pipih dengan penjepit yang disediakan.
- Pasang dua beban bercelah 50 gram pada ujung pegas menggunakan perangkai beban.
- Siapkan jam henti.



Gambar 13.1

4. Langkah-langkah Percobaan

Bagian 1: Hubungan antara periode T dan simpangan awal, massa dibuat tetap

Gambar 13.2

- Ukur panjang pegas pipih dimulai dari pusat massa beban di ujung pegas ke sisi depan jepitan pegas.
- Tarik beban ke salah satu sisi pegas sedemikian rupa sehingga beban terdefleksi sejauh 6 cm dari titik setimbangnya. *catatan: titik setimbang benda adalah pada posisi titik O.*

Ambil salah satu titik sebagai acuan. Anda dapat memilih titik O, titik A, atau titik B sebagai titik acuan (Gambar 13.2).

Tetapkan banyaknya osilasi pada pegas yang akan diukur waktunya. Semakin banyak osilasi yang diukur semakin akurat nilai periode yang didapatkan. Mengukur sampai 20 osilasi pada pegas sudah cukup baik.

- Setelah semua siap, simpangkan pegas dari titik simpangan lalu lepaskan dan mulai hidupkan jam henti ketika pegas melampaui titik acuan. Hitung satu osilasi ketika beban melampaui titik acuan lagi dalam arah gerak yang sama, Lakukan sampai hitungan ke-20, dan pada hitungan osilasi kedua puluh, matikan jam henti.
- Baca waktu t sebagaimana diperlihatkan oleh jam henti dan catat hasil pembacaan pada Tabel 13.1.
- Hitung besar periode osilasi T menggunakan persamaan $T = \frac{1}{20} t$, dan catat hasil perhitungan ini pada Tabel 13.1.
- Ulangi langkah percobaan a sampai e dengan simpangan sebesar 3 cm. Catat hasil percobaan pada Tabel 13.1 dan Tabel 13.2.

Bagian 2: Hubungan antara periode T dan massa beban m , simpangan awal dan panjang pegas dibuat tetap

- Tambahkan satu beban 50 g pada masing-masing sisi ujung pegas pipih menggunakan perangkat beban sedemikian rupa sehingga beban total menjadi 200 gram.
- Ulangi langkah percobaan a sampai e untuk simpangan 3 cm. Catat data yang didapatkan pada Tabel 13.2 dan Tabel 13.3.

Bagian 3: Hubungan antara periode T dan panjang pegas pipih, massa dan simpangan awal dibuat tetap

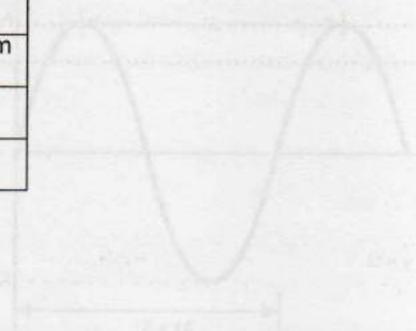
- i. Atur panjang pegas sedemikian rupa sehingga panjang pegas menjadi setengah panjang pegas pada percobaan sebelumnya. Massa total beban dibuat tetap yaitu 200 gram.
- j. Ulangi langkah a sampai d di atas dengan simpangan 3 cm. Catat data yang didapatkan pada Tabel 13.3.

5. Hasil Pengamatan

Tabel 13.1		
Simpangan	6 cm	3 cm
Massa	100 gram	100 gram
Panjang pegas pipih	... cm	... cm
Waktu untuk 20 ayunan t (s)	...	...
Periode T (s)	...	...

Tabel 13.2		
Simpangan	3 cm	3 cm
Massa	100 gram	200 gram
Panjang pegas pipih	... cm	... cm
Waktu untuk 20 ayunan t (s)	...	...
Periode T (s)	...	...

Tabel 13.3		
Simpangan	3 cm	3 cm
Massa	200 gram	200 gram
Panjang pegas pipih	... cm	... cm
Waktu untuk 20 ayunan t (s)	...	...
Periode T (s)	...	...



Gambar 14.2

6. Kesimpulan

a. Dipengaruhi oleh besarnya simpangankah (defleksikah) perioda pegas? Jelaskan jawaban Anda berdasarkan pada data dalam Tabel 13.1!

.....

.....

.....

.....

b. Bergantung pada beban yang terpasangkah perioda pegas? Jelaskan jawaban anda berdasarkan pada data dalam Tabel 13.2!

.....

.....

.....

.....

c. Jika perioda dipengaruhi beban yang terpasang padanya, apa yang terjadi pada perioda pegas ketika beban ditambah?

.....

.....

.....

.....

d. Berpengaruh jugakah panjang pegas terhadap perioda pegas? Jelaskan jawaban anda berdasarkan data pada Tabel 13.3!

.....

.....

.....

.....

MU 14 Kurva Osilasi

1. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan ini siswa diharapkan dapat menganalisis grafik osilasi pada pegas pipih.

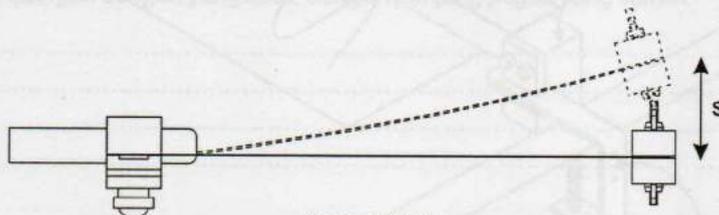
2. Alat Percobaan

No. Katalog	Nama alat	Jml
PWV 160	Pegas Pipih	1
KSM 15/105	Mistar, 500 mm	1
PWV 160 03	Perangkai Beban dengan Pengencang	1
FME 27.01	Beban Bercelah, 50 gram	2

No. Katalog	Nama alat	Jml
PWV 160 02	Pemegang Pensil	1
	Pensil	1
	Kertas A4	1

3. Pengantar dan Persiapan Percobaan

Beban bermassa m dipasang pada ujung sebuah pegas pipih. Ujung lain pegas dijepit sedemikian rupa sehingga pegas dapat berosilasi pada arah horizontal. Diketahui bahwa untuk simpangan yang kecil s , gaya pemulih pada pegas sebanding dengan simpangan itu (Gambar 14.1).



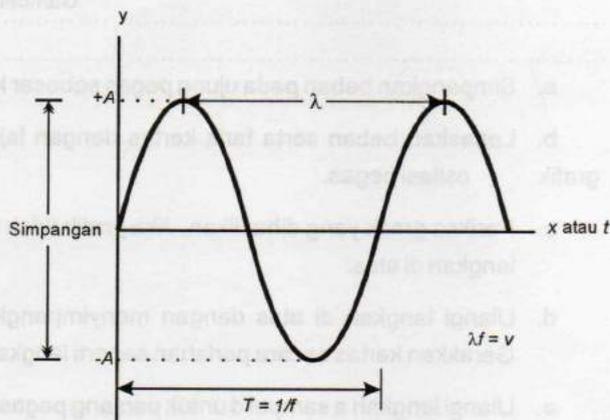
Gambar 14.1

Jika syarat di atas dipenuhi, pegas akan berosilasi harmonik, asalkan massa pegas dapat diabaikan jika dibandingkan dengan massa beban m . Fungsi simpangan gerak harmonik pegas terhadap waktu dapat ditulis dengan,

$$f(t) = A \sin \frac{2\pi t}{T} \quad (14.1)$$

Persamaan di atas menyatakan bahwa grafik simpangan terhadap fungsi waktu berbentuk sinusoida (Gambar 14.1). Periode osilasi disimbolkan dengan T seperti terlihat pada Gambar 14.2.

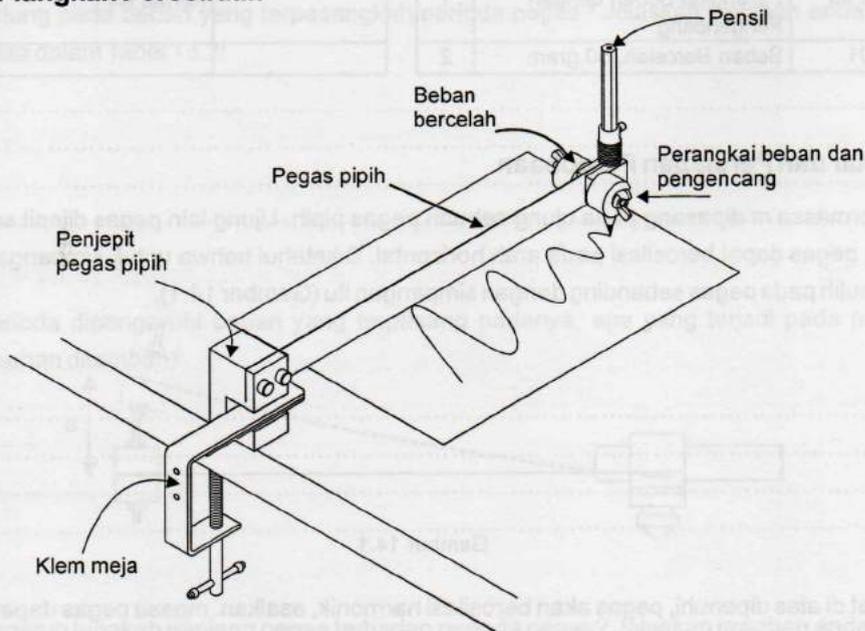
Percobaan ini akan dianalisis grafik osilasi pegas pipih pada panjang pegas yang berbeda-beda dan memeriksa bentuk kurva yang dihasilkan pada osilasi tersebut.



Gambar 14.2

- Rangkai alat percobaan seperti terlihat pada Gambar 14.3.
- Jepit salah satu ujung pegas pipih pada jepitan yang tersedia.
- Pasang pemegang pensil dan dua beban bercelah pada ujung lain pegas menggunakan perangkat beban dan pengencangnya.
- Pasang kertas A4 di bawah pegas.
- Atur posisi pensil pada pemegangnya sedemikian rupa sehingga ujung pensil menyentuh permukaan kertas dengan tekanan sedang saja (tidak terlalu kuat dan juga tidak terlalu lemah!).

4. Langkah-langkah Percobaan



Gambar 14.3

- Simpangkan beban pada ujung pegas sebesar kira-kira 5 cm dari titik setimbangnya.
- Lepaskan beban serta tarik kertas dengan laju yang tetap sedemikian rupa sehingga tergambar grafik osilasi pegas.
- Periksa grafik yang dihasilkan. Jika grafik tidak terlihat dengan jelas atur lagi posisi pensil dan ulangi langkah di atas.
- Ulangi langkah di atas dengan menyimpangkan beban sebesar 10 cm dari titik setimbangnya. Gerakkan kertas secara perlahan seperti langkah.
- Ulangi langkah a sampai d untuk panjang pegas setengah panjang pegas pada percobaan awal.

5. Kesimpulan

- a. Bagaimanakah bentuk grafik osilasi yang dihasilkan pegas? Sinusoidalkah, sinusoidal teredamkah, atau bentuk lain? Jawab berdasarkan grafik yang didapat!

.....

- b. Dengan menggunakan grafik yang didapat, berikan/tulis definisi satu osilasi penuh sebuah pegas. Jika perlu tunjukkan dengan memberi tanda pada kurva yang disebut satu osilasi!

.....

- c. Perbedaan apa yang dapat Anda temukan pada grafik osilasi pegas dengan simpangan yang besar dan pada simpangan dengan yang kecil, dengan panjang pegas yang sama?

.....

- d. Perbedaan apa yang dapat anda temukan pada grafik ketika panjang pegas dibuat berbeda?

.....

MU 15 Percepatan Gravitasi

1. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan ini siswa diharapkan dapat menentukan percepatan gravitasi menggunakan banduk sederhana

2. Alat Percobaan

No. Katalog	Nama alat	Jml
FME 51.01/01	Dasar Statif	1
FME 51.02/02	Kaki Statif	1
KST 30/250	Batang Statif, 250 mm	2
KST 30/500	Batang Statif, 500 mm	1
GSN 162	Bosshead, Universal	1

No. Katalog	Nama alat	Jml
PMG 160	Bola Bandul	1
FME 51.08	Tali Nilon	1
PMK 201	Pasak Penumpu	1
KKW 71	Jam Henti	1
GMM 221	Mistar Pita, 3 m	1

3. Pengantar dan Persiapan Percobaan

Penurunan secara teoritis didapatkan bahwa perioda T sebuah bandul sederhana dengan simpangan yang kecil (lebih kecil dari 7°) diberikan oleh persamaan:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (15.1)$$

dimana l adalah panjang bandul dan g adalah percepatan gravitasi,

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{g} l \quad (15.2)$$

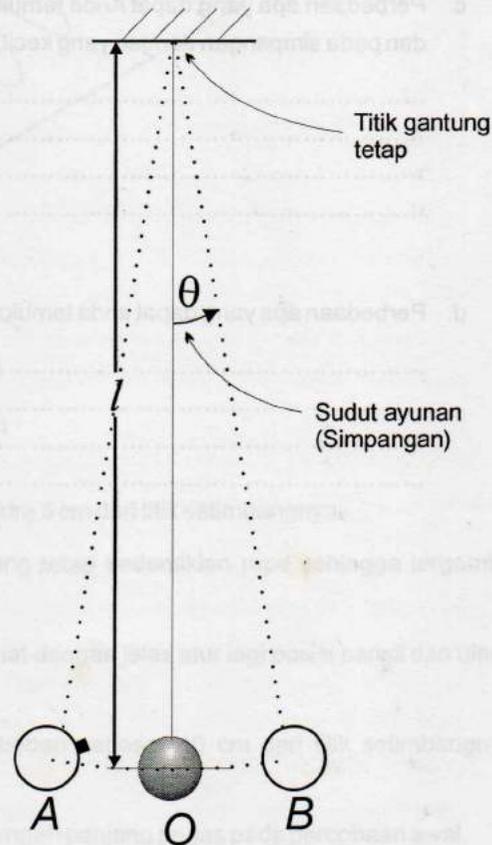
Persamaan (15.2) mempunyai kemiringan garis sebesar $\frac{4\pi^2}{g}$. Oleh karena itu grafik T^2 terhadap l dapat digunakan untuk mengukur nilai g .

Panjang bandul l adalah jarak dari gantungan titik tangkap tetap ke pusat massa beban bola bandul..

Setelah semua alat percobaan disiapkan, lakukan langkah berikut ini:

- Rangkai alat percobaan seperti terlihat pada Gambar 15.2 dan tempatkan didekat sisi pinggir meja percobaan.

Jika memungkinkan, jepit dasar statif sedemikian rupa sehingga titik penggantung bandul tidak berpindah.



Gambar 15.1

- b. Pasang bosshead universal pada ujung atas batang statif dan pasang bearing pin ke bosshead.
- c. Gantung bola bandul pada seutas tali yang panjangnya kira-kira 1 m dan buat 7 tanda titik simpul pada tali dengan jarak antara 2 tanda simpul sebesar 10 cm. **Jarak titik simpul pertama diukur dari pusat massa beban.**
- d. Ikatkan tali pada bearing pin sedemikian rupa sehingga tanda simpul ke tujuh tepat di pusat lubang pasak penumpu. Panjang bandul adalah 70 cm.
- e. Siapkan jam henti.

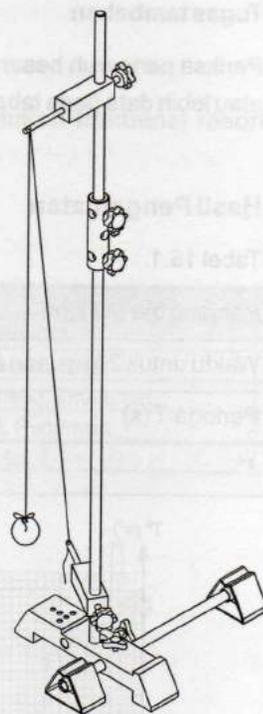
4. Langkah Percobaan

- a. Beri simpangan pada bandul sebesar 3 cm dari titik kesetimbangan (titik O).

Ambil salah satu titik sebagai acuan Anda dapat memilih titik O , atau titik A , atau titik B sebagai titik acuan (Gambar 15.1).

Tetapkan banyaknya osilasi pada pegas yang akan diukur waktunya. Semakin banyak osilasi yang diukur semakin akurat nilai perioda yang didapatkan. Mengukur sampai 20 osilasi pada pegas sudah cukup baik.

- b. Setelah semua telah siap, lepaskan bandul dari titik simpangan awal dan mulai hidupkan jam henti ketika bola bandul mencapai titik acuan. Hitung satu osilasi ketika bola bandul mencapai titik acuan lagi dalam arah gerak yang sama, hitung *dua* ketika bola bandul mencapai titik acuan lagi dalam arah yang sama, dan lakukan sampai hitungan ke-20. Pada hitungan osilasi kedua puluh, matikan jam henti.
- c. Baca waktu t sebagaimana diperlihatkan oleh jam henti dan catat hasil pembacaan pada Tabel 15.1.
- d. Hitung besar perioda osilasi T menggunakan ($T = \frac{1}{20} t$), dan catat hasil perhitungan ini pada Tabel 12.1.
- e. Ulangi langkah percobaan a sampai d menggunakan panjang bandul yang berbeda sebagaimana terlihat pada Tabel 15.1.
- f. Lengkapi ruang kosong pada tabel dengan data yang didapatkan.
- g. Dari data pada tabel, buat grafik T^2 terhadap l pada kertas grafik.
- h. Dari grafik, tentukan kemiringan garis kurva yang didapatkan untuk menghitung nilai g , percepatan gravitasi ditempatmu.



Gambar 15.2

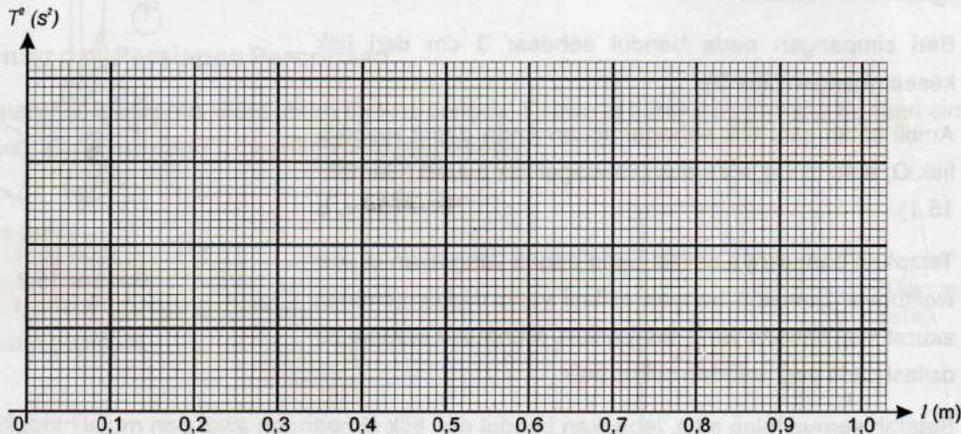
Tugas tambahan

Periksa pengaruh besar simpangan pada perioda T bandul sederhana. Anda dapat menggunakan satu atau lebih data pada tabel sebagai acuan.

5. Hasil Pengamatan

Tabel 15.1.

Panjang bandul l (m)	0,70	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,10
Waktu untuk 20 ayunan t (s)							
Perioda T (s)							
T^2							



Grafik 15.1

6. Kesimpulan

a. Berapa besar (dalam %) perbedaan nilai g yang didapatkan dalam percobaan ini dengan nilai percepatan gravitasi di tempat anda?

.....

b. Sebutkan beberapa sumber penyebab kesalahan pada data pengukuran yang didapatkan?

.....

MU 16 Resonansi Bandul Sederhana

1. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan ini siswa diharapkan dapat menentukan frekuensi resonansi bandul sederhana.

2. Alat Percobaan

No. Katalog	Nama alat	Jml
FME 51.01/01	Dasar Statif	1
FME 51.02/02	Kaki Statif	1
KST 30/250	Batang Statif, 250 mm	2
KST 30/500	Batang Statif, 500 mm	1
FME 51.08	Tali Nilon	1

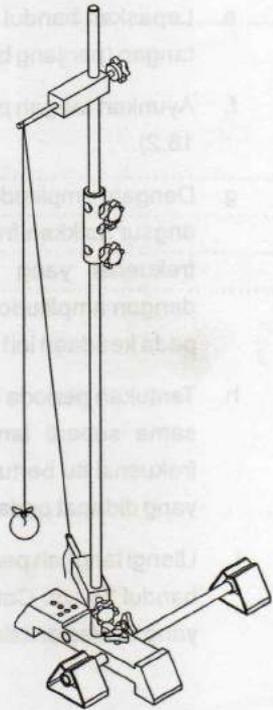
No. Katalog	Nama alat	Jml
PMG 160	Bola Bandul	1
GSN 161	Bosshead, Bulat	1
GSN 162	Bosshead, Universal	2
PMK 201	Pasak Penumpu	1
KKW 71	Jam Henti	1

3. Pengantar dan Persiapan Percobaan

Resonansi adalah suatu kondisi (keadaan) osilasi atau getaran suatu sistem ketika menanggapi (merespons) gaya penggerak bolak-balik yang mempengaruhinya dengan amplitudo maksimum. Contohnya, sebuah bandul sederhana ada dalam keadaan resonansi jika bandul itu menghasilkan amplitudo osilasi maksimum pada waktu merespons terhadap suatu gaya berubah bolak-balik dengan frekuensi tertentu yang diadakan kepadanya. Percobaan ini akan menentukan frekuensi gaya bolak-balik (gaya berosilasi) yang menyebabkan bandul berosilasi dengan amplitudo maksimum. Frekuensi ini akan dibandingkan dengan frekuensi alamiah bandul.

Setelah semua alat percobaan disiapkan, lakukan langkah berikut ini:

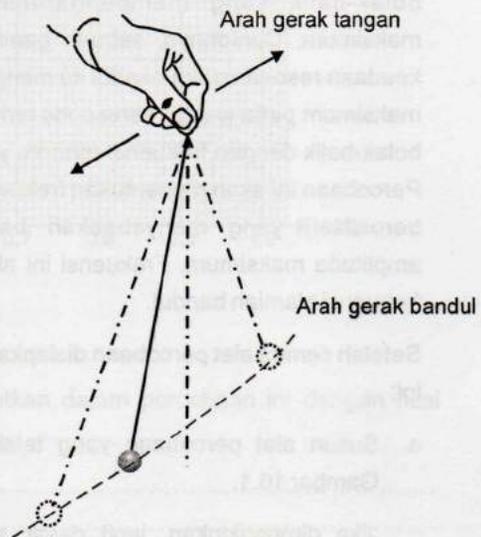
- Susun alat percobaan yang telah disiapkan seperti pada Gambar 16.1.
Jika dimungkinkan, jepit dasar statif ke meja percobaan menggunakan klem agar titik tumpu bandul tidak bergoyang.
- Pasang bosshead pada ujung atas batang statif dan masukkan pasak pemikul ke bosshead.
- Gunakan bola logam 35 g sebagai massa bandul dan gantungkan pada tali nilon 50 cm. Siapkan jam henti sebagai alat pengukur waktu.



Gambar 16.1

4. Langkah-langkah Percobaan

- Beri simpangan pada bandul kira-kira sebesar 3 cm dari titik kesetimbangan.
 Tetapkan banyaknya osilasi pada pegas yang akan diukur waktunya. Semakin banyak osilasi yang diukur semakin akurat nilai perioda yang didapatkan. Mengukur sampai 20 osilasi pada pegas sudah cukup baik.
- Setelah semua telah siap, lepaskan bandul dari titik simpangan awal dan mulai hidupkan jam henti ketika bandul mencapai titik acuan. Hitung satu osilasi ketika bola bandul mencapai titik acuan lagi dalam arah gerak yang sama, lakukan sampai hitungan ke-20. Pada hitungan kedua puluh, matikan jam henti.
- Baca waktu t pada jam henti dan catat hasilnya pada Tabel 16.1.
- Tentukan perioda T_0 menggunakan rumus $T_0 = \frac{t}{20}$ dan frekuensi f_0 menggunakan $f_0 = \frac{1}{T_0}$. Catat hasilnya pada Tabel 16.1!
- Lepaskan bandul dari titik tumpunya. Pegang ujung tali bandul pada panjang 50 cm tadi dengan jari tangan (panjang bandul tidak diubah).
- Ayunkan tangan perlahan-perlahan ke kiri dan ke kanan dengan amplitudo kira-kira 2-5 cm (Gambar 16.2).
- Dengan amplitudo lebih kurang tetap, berangsur-angsur naikan frekuensi bandul sampai ditemukan frekuensi yang menyebabkan bandul berayun dengan amplitudo maksimum. Pertahankan ayunan pada keadaan ini!
- Tentukan periode dan frekuensi bandul dengan cara sama seperti langkah d. Namakan periode dan frekuensi itu berturut-turut T_r dan f_r . Catat hasil-hasil yang didapat pada Tabel 16.1.
- Ulangi langkah percobaan a sampai h untuk panjang bandul 25 cm. Catat hasil yang didapatkan pada ruang yang tersisa di dalam Tabel 16.1.



Gambar 16.2

5. Hasil Pengamatan

Tabel 16.1.

Panjang Bandul (cm)	Perioda T_0 (s)	Perioda T_r (s)	f_0 Hz	f_r Hz
50				
25				

6. Kesimpulan

- a. Bandingkan besar frekuensi resonansi f_r dan frekuensi alami f_0 pegas. Sama, hampir sama, atau sangat berbedakah f_0 dan f_r ?

.....

.....

.....

- b. Berapa besar perbedaan f_0 dan f_r dalam %?

.....

.....

- c. Sebutkan sumber penyebab kesalahan pada data hasil percobaan?

.....

.....

.....



MU 17 Resonansi pada Pegas Helik

1. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan ini siswa diharapkan dapat menentukan frekuensi resonansi pegas helik.

2. Alat Percobaan

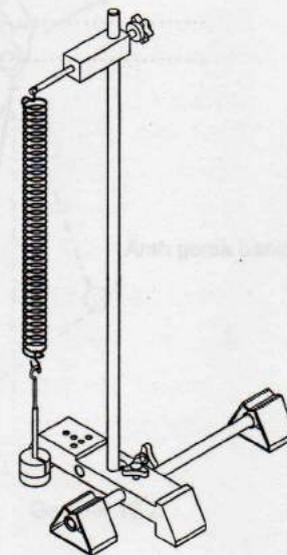
No. Katalog	Nama alat	Jml	No. Katalog	Nama alat	Jml
FME 51.01/01	Dasar Statif	1	FME 27.01	Beban Bercelah dan Penggantung Beban	1 set
FME 51.02/02	Kaki Statif	1	GSN 161	Bosshead, Bulat	1
KST 30/500	Batang Statif, 500 mm	1	GSN 162	Pasak Penumpu	1
KST 30/250	Batang Statif, 250 mm	1	KKW 71	Jam Henti	1
FME 51.26/39	Pegas Helik, 10 N/m	1			

3. Pengantar dan Persiapan Percobaan

Dalam percobaan ini Anda akan menentukan frekuensi pada penerapan gaya osilasi sehingga pegas berosilasi dengan amplitudo maksimum (keadaan resonansi). Frekuensi resonansi ini akan dibandingkan dengan frekuensi alami pegas.

Setelah semua alat percobaan disiapkan, lakukan langkah berikut ini:

- Susun alat percobaan yang telah disiapkan seperti terlihat pada Gambar 17.1.
Jika memungkinkan, jepit dasar statif ke meja percobaan menggunakan klem agar titik tumpu pegas tidak berayun.
- Pasang bosshead pada ujung atas batang statif dan masukkan pasak pemikul ke bosshead.
- Pasang pegas 10 N/m pada statif dengan cara menggantungkan salah satu ujung pegas pada pasak pemikul.
- Pasang beban bercelah dan penggantung beban pada ujung bawah pegas sedemikian rupa sehingga massa beban adalah 100 gram.
- Siapkan jam henti.



Gambar 17.1

4. Langkah-langkah Percobaan

- Beri simpangan pada pegas dengan cara menarik beban ke bawah sebesar kira-kira 3 cm dari titik kesetimbangannya.
- Lepaskan beban dan tentukan perioda alamiah T_0 pegas dengan cara seperti pada percobaan osilasi pegas yang lalu (gunakan 10-20 ayunan untuk menentukan T_0).

- c. Dari hasilnya, hitung frekuensi alamiah f_0 pegas.
- d. Catat hasil-hasilnya pada Tabel 17.1.
- e. Lepaskan pegas dari gantungannya pada pasak pemukul. Pegang ujung atas pegas dengan jari tangan.
- f. Gerakkan tangan ke atas dan ke bawah perlahan-lahan dengan simpangan kira-kira 2-5 cm.
- g. Dengan amplitudo kira-kira tetap, perbesar frekuensi gaya ke atas dan ke bawah yang digunakan sampai pegas beresonansi dengan amplitudo sebesar-besarnya (maksimum). Inilah keadaan resonansi pegas.
- h. Tentukan periode T_r dan frekuensi f_r pada keadaan resonansi ini dengan cara sama seperti pada percobaan yang lalu. Catat hasil-hasilnya di dalam Tabel 17.1.
- i. Tambahkan beban pada penggantung sedemikian rupa sehingga massa beban menjadi 200 gram. Ulangi langkah percobaan a sampai h dan catat hasil-hasilnya di dalam Tabel 17.1

5. Hasil Pengamatan

Tabel 17.1

Massa Gram	Periode T_0 (s)	Periode T_r (s)	f_0 Hz	f_r Hz
100				
200				

6. Kesimpulan

- a. Bandingkan besar frekuensi resonansi f_r dan frekuensi alamiah f_0 pegas. Sama, hampir sama, atau sangat berbedakah nilai f_r dan nilai f_0 ?

.....

- b. Berapa besar perbedaan (dalam %) nilai f_r dengan nilai f_0 ?

.....

MU 18 Hukum Hook

1. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan ini siswa diharapkan dapat menentukan hubungan antara gaya yang bekerja pada pegas dan perpanjangan pegas.

2. Alat Percobaan

No. Katalog	Nama alat	Jml
FME 51.01/01	Dasar Statif	1
KST 30/500	Batang Statif, 500mm	1
KST 30/250	Batang Statif, 250mm	1
GSN 162	Bosshead, Universal	1

No. Katalog	Nama alat	Jml
FME 27.01	Beban Bercelah dan Penggantung	1 set
PMK 201	Pasak Penumpu	1
FME 51.27/40	Pegas Helik, 25 N/m	1
KSM 15/105	Mistar, 50 cm	1

3. Pengantar dan Persiapan Percobaan

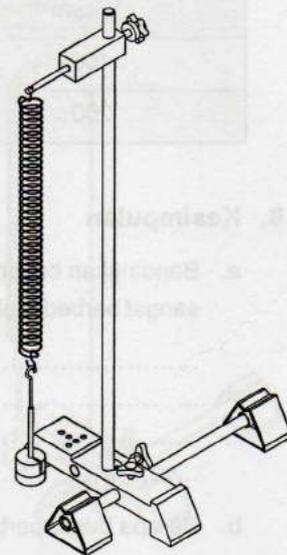
Bila sebuah benda diregangkan oleh gaya, panjang benda bertambah. Bila benda masih berada dalam keadaan elastis (batas elastisitasnya belum dilampui), pertambahan panjang x , menurut Hooke, sebanding dengan besar gaya F yang meregangkan benda. Asas ini berlaku juga bagi pegas heliks, selama batas elastisitas pegas tidak terlampaui. Asas ini dapat dirumuskan dalam bentuk persamaan, yaitu:

$$F = -k \cdot \Delta x$$

Pada persamaan ini k disebut *tetapan pegas* yang diselidiki. Bila dibuat grafik antara F dan Δx , dan persamaan di atas benar, grafik tersebut akan berbentuk garis lurus.

Setelah semua alat percobaan disiapkan, lakukan langkah berikut ini:

- Susun alat percobaan yang telah disiapkan seperti terlihat pada Gambar 18.1.
- Pasang bosshead pada ujung atas batang statif.
- Masukkan pasak pemikul ke bosshead dan gantung pegas pada pasak pemikul.



Gambar 18.1

5. Langkah Percobaan

Catatan: Dalam percobaan ini digunakan $W = m \cdot g$. W adalah berat beban (N), m massa (kg), dan g adalah percepatan gravitasi ($g = 10 \text{ m/detik}^2$)

- Gantung 1 (satu) beban ($W_0 = 0.5 \text{ N}$) ke ujung bawah pegas. Nilai ini adalah berat beban awal F_0 untuk pegas.
- Ukur panjang awal pegas l_0 . Agar tidak membingungkan, ukur panjang pegas dari suatu titik tetap teratas (misalnya tepi bawah pasak pemikul) ke suatu titik tetap terbawah (misalnya ujung bawah pegas).

- c. Catat W_0 dan l_0 pada bagian **Hasil Pengamatan**.
- d. Tambah 1 beban pada beban awal dan ukur panjang pegas l seperti langkah percobaan b. Catat berat total beban W dan l pada Tabel 18.1.
- e. Ulangi langkah percobaan e setiap kali dengan penambahan 1 beban dan lengkapi Tabel 18.1.

6. Hasil Pengamatan

- a. Catat hasil pengukuran dan lengkapi tabel di bawah.

$l_0 = \dots\dots\dots$ m; $F_0 = W_0 = \dots\dots\dots$ N.

- b. Buat grafik pertambahan panjang pegas dengan perubahan besar beban ΔF dalam grafik 18.1.
- c. Dari grafik, hitung kemiringan garis yang didapatkan menggunakan persamaan $\frac{\Delta F}{\Delta l}$ untuk mencari harga tetapan pegas k .

Besar tetapan pegas k adalah.

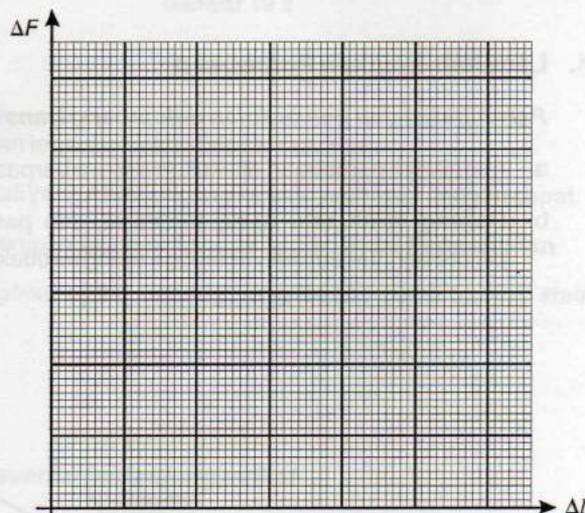
.....

- d. Sebutkan sumber penyebab kesalahan pada hasil percobaan.

.....

Tabel 18.1

$W(N)$	$\Delta F = (W - F_0)N$	$l(m)$	$\Delta l = (l - l_0)m$
0,5
1,0
1,5
2,0
2,5



7. Kesimpulan

Tuliskan prinsip (asas) penting yang Anda telah dipelajari dari percobaan di atas, khususnya tentang hukum Hook.

.....

.....

.....

MU 19 Perambatan dan Pemantulan Gelombang Transversal

1. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan ini siswa diharapkan dapat memahami perambatan dan pemantulan gelombang transversal pada ujung terikat dan ujung bebas menggunakan tali karet.

2. Alat Percobaan

No. Katalog	Nama alat	Jml
PME 010	Tali Karet Elastis, 3m	1
KST 30/250	Batang Statif, 250 mm	1

No. Katalog	Nama alat	Jml
GLA 011	Gunting	1

3. Pengantar dan Persiapan Percobaan

Gelombang adalah perambatan gangguan atau energi. Jika sebuah tali diberi gangguan dengan cara menyimpangkan salah satu ujungnya, gelombang akan menjalar di sepanjang tali dengan laju yang bergantung pada tegangan tali dan kerapatan massa tali.

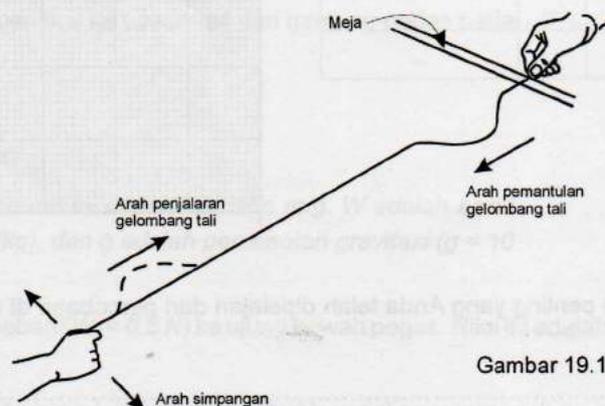
Pada percobaan ini diamati perambatan dan pemantulan gelombang transversal menggunakan tali karet.

Percobaan ini tidak memerlukan persiapan untuk merangkai alat.

4. Langkah-langkah Percobaan

Perambatan dan pemantulan gelombang transversal pada ujung terikat.

- Sebaiknya percobaan dilakukan secara berpasangan.
- Pegang salah satu ujung tali karet, dan pasangan Anda memegang ujung lain tali pada meja percobaan sedemikian sehingga ujung ini tidak berubah letaknya (Gambar. 19.1).



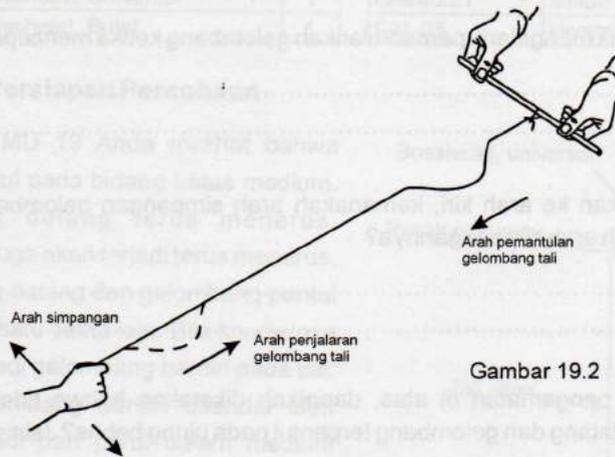
Gambar 19.1

- Tali direntangkan agak kendur dengan arah horizontal (tegangan tali tidak terlalu kuat).

- d. Beri simpangan setengah osilasi pada ujung tali yang dipegang ke satu arah dengan cepat.
- e. Amati yang terjadi di sepanjang tali. Perikan (gambar/ceritakan) yang Anda amati pada bagian **Hasil Pengamatan**.
- f. Amati yang terjadi setelah gangguan mencapai ujung benang yang ada di meja. Gambarkan kejadian tersebut.

Penjalaran dan pemantulan gelombang transversal pada ujung bebas.

- a. Buat simpul pada ujung salah satu tali sedemikian rupa sehingga simpul mempunyai diameter lebih kurang 5 cm dan masukkan batang statif 250 mm ke dalam lubang simpul (Gambar 19.2). Minta teman Anda memegang batang statif tersebut dengan kedudukan horizontal.



Gambar 19.2

- b. Rentangkan tali dengan arah horizontal dengan tegangan yang tidak terlalu kuat.
- c. Beri simpangan setengah osilasi pada ujung tali yang Anda pegang ke satu arah saja dengan cepat.
- d. Amati yang terjadi di sepanjang tali. Perikan yang Anda amati itu pada bagian **Hasil Pengamatan**.
- e. Amati yang terjadi setelah gangguan mengenai ujung benang yang bebas pada batang statif. Gambarkan kejadian tersebut.

5. Hasil Pengamatan

Perambatan dan pemantulan gelombang transversal pada ujung terikat

- a. Dipantulkan atau tidak dipantulkankah gelombang ketika mencapai ujung terikat?

.....

.....

.....

.....

- b. Jika tali disimpangkan ke arah kiri, ke manakah arah simpangan gelombang yang terpantul? Ke kiri atau ke kanankah arah simpangan gelombang pantulnya?

.....
.....

- c. Berdasarkan hasil pengamatan tersebut, dapatkah dikatakan bahwa perbedaan fase antara gelombang datang dan gelombang terpantul pada ujung terikat adalah 180° ? Jelaskan jawaban Anda!

.....
.....

Perambatan dan pemantulan gelombang transversal pada ujung bebas

- d. Mengalami atau tidak mengalami pemantulankah gelombang ketika mencapai ujung bebas?

.....
.....

- e. Jika tali disimpangkan ke arah kiri, kemanakah arah simpangan gelombang yang terpantul? Ke kiri atau ke kanankah arah simpangannya?

.....
.....

- f. Berdasarkan hasil pengamatan di atas, dapatkah dikatakan bahwa tidak ada perbedaan fase antara gelombang datang dan gelombang terpantul pada ujung bebas? Jelaskan jawaban!

.....
.....

6. Kesimpulan

Tuliskan prinsip-prinsip penting yang telah Anda pelajari pada percobaan ini, khususnya mengenai perambatan dan pemantulan gelombang transversal.

.....
.....
.....
.....

MU 20 Gelombang Berdiri pada Tali

1. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan ini siswa diharapkan dapat menentukan frekuensi dasar dan frekuensi harmonik gelombang berdiri pada tali.

2. Alat Percobaan

No. Katalog	Nama alat	Jml
FME 51.01/01	Dasar Statif	1
KST 30/500	Batang Statif, 500mm	1
KST 30/250	Batang Statif, 250mm	1
GSN 162	Bosshead, Universal	1
GSN 161	Bosshead, Bulat	1

No. Katalog	Nama alat	Jml
FAL 29	Pembangkit Getaran	1
PMK 201	Pasak Penumpu	2
FME 51.08	Tali Nilon	1
GMM 221	Mistar Pita, 3m	1
FAL 25	Pembangkit Frekuensi Audio	1

3. Pengantar dan Persiapan Percobaan

Pada Percobaan MU 19 Anda melihat bahwa gelombang terpantul pada bidang batas medium.

Jika gelombang datang terus menerus, gelombang pantul juga akan terjadi terus menerus.

Gelombang datang dan gelombang pantul akan berinterferensi satu sama lain. Bila kondisinya tepat, akan terjadi gelombang berdiri pada tali. Terjadinya gelombang berdiri ditandai oleh kehadiran simpul dan perut dalam medium tersebut.

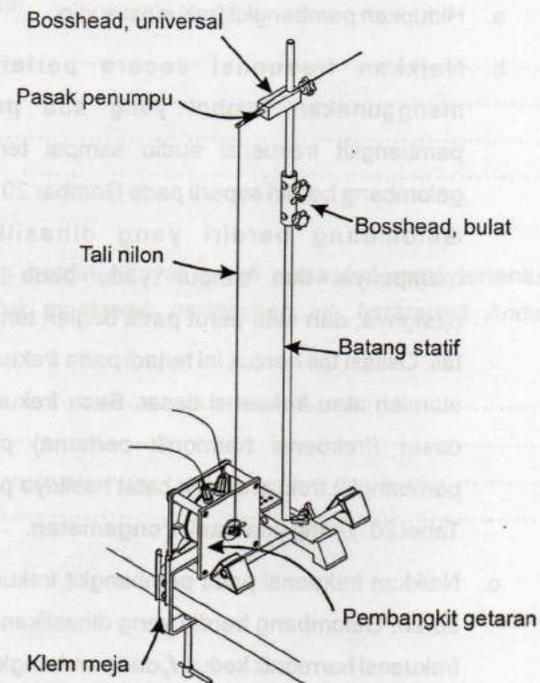
Gelombang dicirikan oleh adanya panjang gelombang λ , frekuensi f , dan kecepatan gelombang v . Pada percobaan ini Anda akan memeriksa sifat-sifat gelombang berdiri dan memeriksa hubungan antara frekuensi dasar dan frekuensi harmonik sebuah tali.

Hubungan teoritis antara frekuensi dasar (harmonik pertama) dan frekuensi harmonik diberikan oleh persamaan berikut:

$$f_n = n f_1 \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad (20.1)$$

f_n adalah frekuensi harmonik ke- n , n adalah bilangan bulat, $n = 1$ adalah untuk frekuensi dasar (frekuensi harmonik pertama) f_1 , $n = 2$ adalah untuk frekuensi harmonik kedua f_2 , dan seterusnya.

Pada percobaan ini Anda juga akan memeriksa hubungan frekuensi dasar dan frekuensi harmonik sebagaimana ditunjukkan oleh persamaan 20.1.



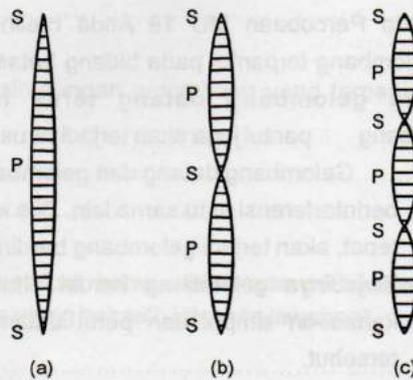
Gambar 20.1

Setelah semua alat percobaan disiapkan, lakukan langkah berikut ini:

- Rangkai alat seperti terlihat pada Gambar 20.1.
- Pasang bosshead pada batang statif.
- Masukkan pasak pemikul pada bosshead.
- Ikut ujung-ujung tali pada pembangkit getaran dan pada pasak pemikul sedemikian rupa sehingga panjang tali yang terikat adalah 60 cm.
- Hubungkan pembangkit getaran ke pembangkit frekuensi audio menggunakan kabel penghubung.
- Atur tombol pembangkit frekuensi audio agar menghasilkan gelombang sinus dan frekuensi dibuat nol.

4. Langkah-langkah Percobaan

- Hidupkan pembangkit frekuensi audio.
- Naikkan frekuensi secara perlahan menggunakan tombol yang ada pada pembangkit frekuensi audio sampai terjadi gelombang berdiri seperti pada Gambar 20.2a. Gelombang berdiri yang dihasilkan mempunyai dua simpul, yaitu pada tiap ujungnya, dan satu perut pada bagian tengah tali. Osilasi tali bentuk ini terjadi pada frekuensi alamiah atau frekuensi dasar. Baca frekuensi dasar (frekuensi harmonik pertama) pada pembangkit frekuensi dan catat hasilnya pada Tabel 20.1 yang ada **Hasil Pengamatan**.
- Naikkan frekuensi pada pembangkit frekuensi sampai terjadi simpul di tengah tali seperti Gambar. 20.2b. Gelombang berdiri yang dihasilkan adalah frekuensi harmonik kedua (f_2) tali tersebut. Baca frekuensi harmonik kedua f_2 dari pembangkit frekuensi dan catat ke dalam Tabel 20.1.
- Naikkan lagi frekuensi pada pembangkit frekuensi sehingga didapatkan gelombang berdiri seperti pada Gambar 20.2c. Frekuensi yang didapatkan adalah frekuensi harmonik ketiga tali tersebut. Baca frekuensi harmonik ketiga f_3 dari pembangkit frekuensi dan catat hasilnya ke dalam Tabel 20.1.
- Naikkan lagi frekuensi pada pembangkit frekuensi jika tali masih dapat menghasilkan gelombang berdiri dengan frekuensi harmonik yang lebih tinggi. Catat hasilnya pada tempat yang tersisa pada Tabel 20.1



S = Simpul
P = Perut

Gambar 20.2

5. Hasil Pengamatan

Tabel 20.1

No	Frekuensi	f_i/f_1	N
1	$f_1 = \dots$ Hz	.....	.....
2	$f_2 = \dots$ Hz	.....	.....
3	$f_3 = \dots$ Hz	.....	.....
4	$f_4 = \dots$ Hz	.....	.....

6. Kesimpulan

- a. Jika Anda memperkenankan terjadi kesalahan sampai 10%, dapatkah dikatakan bahwa percobaan ini sudah memverifikasi hubungan antara frekuensi dasar dan frekuensi harmonik pada tali sesuai dengan persamaan $f_n = n \cdot f_1$? Jelaskan jawaban anda!

.....

- b. Pada percobaan di atas, mengapa gelombang berdiri hanya terjadi pada frekuensi tertentu saja? Jelaskan jawaban Anda! (Catatan: Untuk menjawab pertanyaan ini, barangkali Anda membutuhkan buku pelajaran sebagai acuan).

.....

5. Hasil Percobaan

Tabel 20.1

No	Frekuensi	f_i/f_1	N
1	$f_1 = \dots$ Hz	.....	.....
2	$f_2 = \dots$ Hz	.....	.....
3	$f_3 = \dots$ Hz	.....	.....
4	$f_4 = \dots$ Hz	.....	.....

5. Hasil Pengamatan

Tabel 20.1

No	Frekuensi	f_n/f_1	N
1	$f_1 = \dots$ Hz	.....	.....
2	$f_2 = \dots$ Hz	.....	.....
3	$f_3 = \dots$ Hz	.....	.....
4	$f_4 = \dots$ Hz	.....	.....

6. Kesimpulan

- a. Jika Anda memperkenankan terjadi kesalahan sampai 10%, dapatkah dikatakan bahwa percobaan ini sudah memverifikasi hubungan antara frekuensi dasar dan frekuensi harmonik pada tali sesuai dengan persamaan $f_n = n \cdot f_1$? Jelaskan jawaban anda!

.....

- b. Pada percobaan di atas, mengapa gelombang berdiri hanya terjadi pada frekuensi tertentu saja? Jelaskan jawaban Anda! (**Catatan:** Untuk menjawab pertanyaan ini, barangkali Anda membutuhkan buku pelajaran sebagai acuan).

.....

MU 21 Gelombang Berdiri pada Pegas Helik

1. Tujuan Percobaan

Setelah melakukan percobaan ini siswa diharapkan dapat menentukan frekuensi dasar dan frekuensi harmonik gelombang berdiri pada pegas helik.

2. Alat Percobaan

No. Katalog	Nama alat	Jml
FME 51.01/01	Daras Staff	1
KST 30/500	Batang Staff, 500mm	1
KST 30/250	Batang Staff, 250mm	1
GSN 162	Bosshead Universal	1
GSN 161	Bosshead, Bulat	1

No. Katalog	Nama alat	Jml
FAL 29	Pembangkit Getaran	1
PMK 201	Pasak Penumpu	2
PME 100	Pegas Helik, 4,5 N/m	1
KMS 15/105	Mistar, 50 cm	1
FAL 25	Pembangkit Frekuensi Audio	1

3. Pengantar dan Persiapan Percobaan

Pada percobaan MU 20, Anda telah menyelidiki frekuensi dasar dan frekuensi harmonik dari gelombang berdiri pada seutas tali. Pada percobaan ini Anda akan melakukan hal yang sama untuk gelombang longitudinal berdiri pada pegas helik.

Setelah semua alat percobaan disiapkan, lakukan langkah berikut ini:

a. Rangkai alat percobaan seperti terlihat pada Gambar 21.1.

b. Pasang bosshead pada batang staff.

c. Masukkan pasak penumpu pada bosshead dan kaitkan pegas pada pasak penumpu dan pada pembangkit getaran.

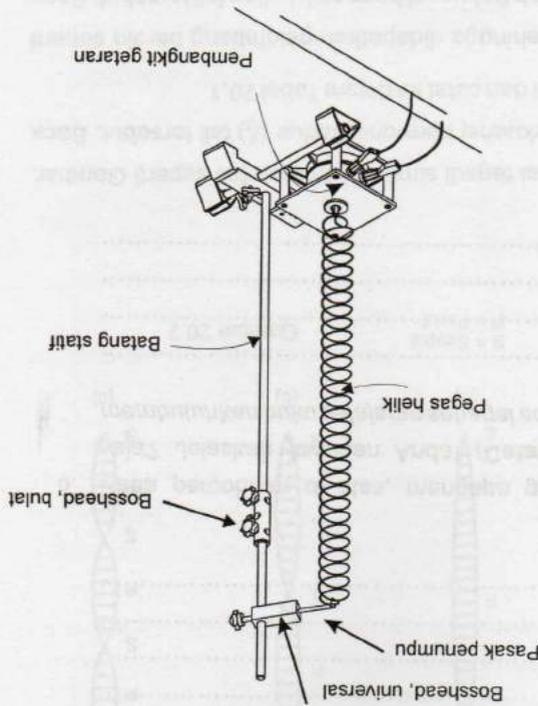
d. Hubungkan pembangkit getaran ke pembangkit frekuensi audio menggunakan kabel penghubung.

e. Atur tombol pembangkit frekuensi audio untuk menghasilkan gelombang sinus dan frekuensi dibuat nol.

4. Langkah-langkah Percobaan

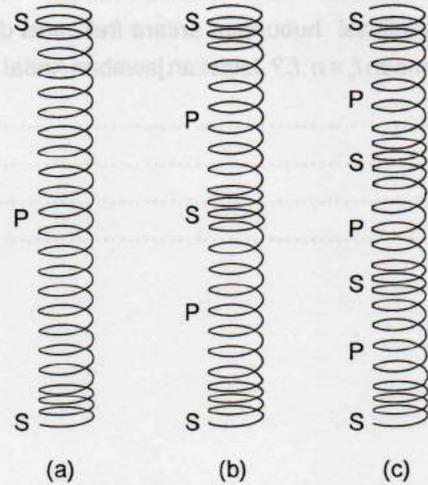
a. Hidupkan pembangkit frekuensi audio.

Gambar 21.1



- b. Naikkan frekuensi secara perlahan menggunakan tombol yang ada pada pembangkit frekuensi audio sampai terjadi gelombang berdiri seperti pada Gambar 21.2a. Gelombang berdiri yang dihasilkan mempunyai dua simpul, yaitu pada tiap ujungnya, dan satu perut pada bagian tengah pegas (osilasi maksimum). Osilasi pegas bentuk ini terjadi pada frekuensi alami atau frekuensi dasar. Baca nilai frekuensi dasar (frekuensi harmonik pertama) pada pembangkit frekuensi dan catat hasilnya pada Tabel 21.1 yang ada pada Hasil Pengamatan di bawah.

Catatan: Sebagai acuan untuk menemukan frekuensi dasar pegas, gunakan potongan kertas (atau pita ketik) dan gantung potongan tersebut di bagian tengah pegas. Frekuensi dasar didapat ketika terjadi osilasi dengan simpangan maksimum pada kertas.



Gambar 21.2

- c. Naikkan frekuensi pada pembangkit frekuensi sampai terjadi simpul di tengah pegas seperti Gambar 21.2b. Gelombang berdiri yang dihasilkan adalah frekuensi harmonik kedua (f_2) pegas tersebut. Baca frekuensi harmonik kedua f_2 pembangkit frekuensi dan catat pada Tabel 21.1.
- d. Naikkan lagi frekuensi pada pembangkit frekuensi sehingga didapatkan gelombang berdiri seperti pada Gambar 21.2c. Frekuensi yang didapat adalah frekuensi harmonik ketiga pegas tersebut. Catat frekuensi yang didapat pada Tabel 21.1.
- e. Naikkan lagi frekuensi pada pembangkit frekuensi jika pegas masih dapat menghasilkan gelombang berdiri dengan frekuensi harmonik yang lebih tinggi. Catat hasilnya pada tempat yang tersisa pada Tabel 21.1.

5. Hasil Percobaan

Tabel 21.1

No	Frekuensi	f_n/f_1	n
1	$f_1 = \dots \text{ Hz}$	.....	.....
2	$f_2 = \dots \text{ Hz}$	.....	.....
3	$f_3 = \dots \text{ Hz}$	.....	.....
4	$f_4 = \dots \text{ Hz}$	.....	.....
5	$f_5 = \dots \text{ Hz}$	.....	.....

6. Kesimpulan

Jika kesalahan data diambil sampai 10%, dapatkah dikatakan bahwa percobaan ini telah memverifikasi hubungan antara frekuensi dasar dan frekuensi harmonik pada pegas sesuai dengan persamaan $f_n = n \cdot f_1$? Jelaskan jawaban Anda!

.....

.....

.....

3. Pengantar dan Persiapan Percobaan

Pada percobaan ini akan diteliti hubungan antara frekuensi dasar dan frekuensi harmonik pada pegas. Untuk itu, akan dilakukan percobaan dengan cara menggetarkan pegas dengan menggunakan alat bantu yang disebut sebagai alat bantu getaran. Alat bantu getaran ini akan memberikan gaya sinusoidal yang akan menggetarkan pegas. Frekuensi dasar dan frekuensi harmonik akan diukur dengan menggunakan alat bantu getaran yang akan memberikan frekuensi yang berbeda-beda. Hasil pengukuran akan dibandingkan dengan persamaan $f_n = n \cdot f_1$.

Langkah-langkah percobaan ini adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan.
2. Melakukan percobaan dengan cara menggetarkan pegas dengan menggunakan alat bantu getaran.
3. Mengukur frekuensi dasar dan frekuensi harmonik.
4. Membandingkan hasil pengukuran dengan persamaan $f_n = n \cdot f_1$.

2. Hasil Pengukuran

No.	Frekuensi Dasar (f_1)	Frekuensi Harmonik (f_n)
1
2
3
4
5