

Kata Pengantar

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT. karena berkat rahmat dan hidayah-Nya kami dapat menyelesaikan penyusunan buku Eksperimen Fisika Dasar sebagai panduan untuk menunjang pembelajaran mata kuliah Fisika Dasar 1 di lingkungan Institut Teknologi Kalimantan.

Buku ini ditulis berdasarkan ilmu Fisika yang didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan fisis dari suatu objek atau kejadian. Ilmu pengetahuan fisis yang dimaksud meliputi bentuk, ukuran, kekerasan, berat, serta pola interaksi antara satu objek dengan objek yang lainnya. Sehingga mahasiswa akan mendapatkan pengetahuan dan pemahaman secara fisis mengenai suatu objek dengan cara menggunakan panca indra mereka. Maka dapat disimpulkan bahwa pembelajaran fisika yang ideal bagi mahasiswa adalah pembelajaran dengan model *doing science* atau pembelajaran dengan melakukan sains. Kegiatan praktikum adalah salah satu cara penyajian pembelajaran dimana mahasiswa dapat membuktikan sendiri teori yang telah mereka pelajari di kelas melalui percobaan yang dilakukan. Kegiatan praktikum akan memberikan mahasiswa kesempatan untuk mengasumsikan, mengamati, menganalisis suatu peristiwa, serta menarik kesimpulan dari peristiwa tersebut secara mandiri. Oleh karena itu, kegiatan praktikum ini dapat meningkatkan kemampuan kognitif, afektif, dan psikomotor mahasiswa.

Praktikum bertujuan untuk pengembangan kausal, pemikiran fungsional dan kreativitas mahasiswa, dalam mengembangkan kemampuan untuk bekerja sama dalam tim. Agar praktikum dapat mencapai tujuan yang diinginkan, program praktikum fisika maupun fisika dasar memerlukan sebuah rancangan program yang sistematis dan matang, Eksperimen yang memotivasi, menggugah minat, dan bervariasi dapat membantu mengoptimalkan pembelajaran mahasiswa.

Selain petunjuk untuk melakukan praktikum, buku ini juga dilengkapi dengan Tugas Pendahuluan untuk mengukur kemampuan mahasiswa sebelum mengikuti praktikum, dan Lembar Kerja Mahasiswa untuk memudahkan mahasiswa mengerjakan laporan pada saat kegiatan praktikum.

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan buku penyusunan buku ini. Akan tetapi, kami juga menyadari bahwa

masih terdapat kekurangan dalam buku ini. Untuk itu dengan senang hati kami akan senantiasa menerima kritik maupun saran yang bersifat membangun dari para pembaca. Akhir kata, semoga buku ini bermanfaat bagi kita semua,

Penulis

Daftar Isi

Kata Pengantar	i
Daftar Isi.....	iii
Daftar Gambar.....	vii
Daftar Tabel	ix
MODUL 1 DASAR PENGUKURAN DAN KETIDAKPASTIAN.....	1
A. Tujuan	1
B. Alat dan Bahan.....	1
C. Dasar Teori.....	1
D. Langkah Percobaan.....	3
E. Uji Pemahaman.....	9
F. Tugas Pendahuluan	9
Tugas Pendahuluan	10
Lembar Kerja Mahasiswa	12
MODUL 2 KALORIMETER	26
A. Tujuan	26
B. Alat dan Bahan.....	26
C. Dasar Teori.....	27
D. Langkah Percobaan.....	28
E. Uji Pemahaman.....	29
F. Tugas Pendahuluan	29
Tugas Pendahuluan	30
Lembar Kerja Mahasiswa	32
MODUL 3 MOMEN INERSIA	39
A. Tujuan	39

B.	Alat dan Bahan.....	39
C.	Dasar Teori.....	40
D.	Langkah Percobaan.....	41
E.	Uji Pemahaman.....	42
F.	Tugas Pendahuluan	42
	Tugas Pendahuluan	43
	Lembar Kerja Mahasiswa	45
MODUL 4 TETAPAN GAYA PEGAS.....		59
A.	Tujuan	59
B.	Alat dan Bahan.....	59
C.	Dasar Teori.....	60
D.	Langkah Percobaan.....	61
E.	Uji Pemahaman.....	62
F.	Tugas Pendahuluan	62
	Tugas Pendahuluan	63
	Lembar Kerja Mahasiswa	65
MODUL 5 GERAK JATUH BEBAS.....		79
A.	Tujuan	79
B.	Alat dan Bahan.....	79
C.	Dasar Teori.....	80
D.	Langkah Percobaan.....	81
E.	Uji Pemahaman.....	83
F.	Tugas Pendahuluan	83
	Tugas Pendahuluan	84
	Lembar Kerja Mahasiswa	86
MODUL 6 GERAK ROTASI.....		97

A.	Tujuan	97
B.	Alat dan Bahan.....	97
C.	Dasar Teori.....	97
D.	Langkah Percobaan.....	99
E.	Uji Pemahaman.....	99
F.	Tugas Pendahuluan	99
	Tugas Pendahuluan	100
	Lembar Kerja Mahasiswa	102
MODUL 7 GAYA SENTRIPETAL		109
A.	Tujuan	109
B.	Alat dan Bahan.....	109
C.	Dasar Teori.....	109
D.	Langkah Percobaan.....	110
E.	Uji Pemahaman.....	112
F.	Tugas Pendahuluan	112
	Tugas Pendahuluan	113
	Lembar Kerja Mahasiswa	115
MODUL 8 REL UDARA		125
A.	Tujuan	125
B.	Alat dan Bahan.....	125
C.	Dasar Teori.....	125
D.	Langkah Percobaan.....	127
E.	Uji Pemahaman.....	128
F.	Tugas Pendahuluan	128
	Tugas Pendahuluan	129
	Lembar Kerja Mahasiswa	131

MODUL 9 RESONANSI.....	138
A. Tujuan	138
B. Alat dan Bahan.....	138
C. Dasar Teori.....	138
D. Langkah Percobaan.....	139
E. Uji Pemahaman.....	141
F. Tugas Pendahuluan	141
Tugas Pendahuluan	142
Lembar Kerja Mahasiswa	144

Daftar Gambar

Gambar 1.1 Pengukuran dengan menggunakan mistar.....	3
Gambar 1.2 Jangka Sorong dan bagian-bagiannya.....	4
Gambar 1.3 Mikrometer sekrup dan bagian-bagiannya.....	6
Gambar 1.4 Neraca O'hauss dan bagian-bagiannya	6
Gambar 1.5 Voltmeter dan bagian-bagiannya	7
Gambar 1.6 Rangkaian pengukuran tegangan	7
Gambar 1.7 Amperemeter dan bagian-bagiannya.....	8
Gambar 1.8 Rangkaian penguukuran arus	8
Gambar 2.1 Set Alat Kalorimeter.....	26
Gambar 2.2 Rangkaian Percobaan Kalorimeter.....	28
Gambar 3.1 Set Alat Momen Inersia.....	39
Gambar 4.1 Set Alat Tetapan Pegas.....	59
Gambar 4.2 Hukum Hooke	60
Gambar 5.1 Set Alat Gerak Jatuh Bebas.....	79
Gambar 5.2 Prinsip Percobaan Gerak Jatuh Bebas	80
Gambar 5.3 Rangkaian Alat Gerak Jatuh Bebas	82
Gambar 6.1 Set Alat Koefisien Muai Panjang.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
Gambar 7.1 Set Alat Modulus Young..	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
Gambar 7.2 Prinsip percobaan Modulus Young.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
Gambar 7.3 Sensor indikator.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
Gambar 8.1 Set Alat Gelombang	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
Gambar 8.2 Fungsi Periodik Gelombang.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
Gambar 9.1 Set Alat Gerak Rotasi.....	97
Gambar 10.1 Set Alat Gaya Sentripetal	109
Gambar 10.2 Beban Alat Sentripetal	111
Gambar 10.3 Indikator Gaya.....	111

Gambar 10.4 Motor Penggerak	111
Gambar 11.1 Set Alat Rel Udara.....	125
Gambar 11.2 Tumbukan 2 benda bermassa	125
Gambar 12.1 Set Alat Resonansi	138
Gambar 12.2 Rangkaian Percobaan	140
Gambar 12.3 Tampilan osiloskop. (a) Simpul Gelombang Simpangan (Amplitudo Maksimum). (b) Simpul Gelombang Simpangan (Amplitudo Maksimum)	141
Gambar 13.1 Set Alat Viskositas	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.

Daftar Tabel

Tabel 1.1 Pengukuran Dimensi Benda Uji.....	12
Tabel 1.2 Pengukuran dimensi benda uji menggunakan jangka sorong	13
Tabel 1.3 Pengukuran massa benda	13
Tabel 1.4 Pengukuran arus pada rangkaian.....	13
Tabel 1.5 Pengukuran tegangan pada rangkaian.....	14
Tabel 1.6 Perhitungan volume	15
Tabel 1.7 Perhitungan massa jenis benda	17
Tabel 1.8 Pengukuran arus berulang pada rangkaian.....	19
Tabel 1.9 Pengukuran arus berulang pada rangkaian.....	19
Tabel 1.10 Pengukuran tegangan berulang pada rangkaian.....	19
Tabel 1.11 Pengukuran tegangan berulang pada rangkaian.....	20
Tabel 2.1 Nilai Kalor Jenis Kuningan.....	33
Tabel 2.2 Nilai Kalor Jenis Tembaga.....	33
Tabel 2.3 Nilai Kalor Jenis Besi	33
Tabel 2.4 Nilai Kalor Jenis Aluminium	33
Tabel 3.1 Momen inersia untuk berbagai benda	41
Tabel 3.2 Dimensi benda uji	45
Tabel 3.3 Momen Inersia Bola Pejal.....	47
Tabel 3.4 Momen Inersia Silinder Pejal.....	48
Tabel 3.5 Momen Inersia Silinder Pejal 174.....	48
Tabel 3.6 Momen Inersia Silinder Pejal 213.....	48
Tabel 3.7 Momen Inersia Silinder Berongga	49
Tabel 3.8 Momen Inersia Kerucut Pejal	49
Tabel 3.9 Pengukuran Waktu Berulang Getaran Pegas Spiral pada Benda Uji Silinder Pejal	51
Tabel 3.10 Pengukuran Waktu Berulang Getaran Pegas Spiral pada Benda Uji Silinder Pejal 174	51
Tabel 3.11 Pengukuran Waktu Berulang Getaran Pegas Spiral pada Benda Uji Silinder Pejal 213	52

Tabel 3.12 Pengukuran Waktu Berulang Getaran Pegas Spiral pada Benda Uji Silinder Berongga.....	52
Tabel 3.13 Pengukuran Waktu Berulang Getaran Pegas Spiral pada Benda Uji Kerucut Pejal.....	53
Tabel 4.1 Massa Beban	65
Tabel 4.2 Perhitungan Tetapan Gaya Pegas secara Statis Pegas 1	66
Tabel 4.3 Perhitungan Tetapan Gaya Pegas secara Statis Pegas 2	66
Tabel 4.4 Perhitungan Tetapan Gaya Pegas secara Dinamis untuk Pegas 1.....	68
Tabel 4.5 Perhitungan Tetapan Gaya Pegas secara Dinamis untuk Pegas 2.....	69
Tabel 4.6 Pengukuran Waktu Berulang Pegas 1 m_1	71
Tabel 4.7 Pengukuran Waktu Berulang Pegas 1 m_2	71
Tabel 4.8 Pengukuran Waktu Berulang Pegas 1 m_3	72
Tabel 4.9 Pengukuran Waktu Berulang Pegas 1 m_4	72
Tabel 4.10 Pengukuran Waktu Berulang Pegas 2 m_1	72
Tabel 4.11 Pengukuran Waktu Berulang Pegas 2 m_2	73
Tabel 4.12 Pengukuran Waktu Berulang Pegas 2 m_3	73
Tabel 4.13 Pengukuran Waktu Berulang Pegas 2 m_4	73
Tabel 5.1 Perhitungan Nilai Percepatan Gravitasi Bumi Variasi 1.....	87
Tabel 5.2 Perhitungan Nilai Percepatan Gravitasi Bumi Variasi 2.....	87
Tabel 5.3 Pengukuran t_1 Berulang Variasi 1.....	89
Tabel 5.4 Pengukuran t_1 Berulang Variasi 2.....	90
Tabel 5.5 Pengukuran t_2 Berulang Variasi 1.....	90
Tabel 5.6 Pengukuran t_2 Berulang Variasi 2.....	91
Tabel 6.1 Perhitungan Nilai Koefisien Muai Panjang Material.....	Kesalahan!
Bookmark tidak ditentukan.	
Tabel 7.1 Perhitungan Nilai Modulus Young Baja $500 \times 20 \times 2 \text{ mm}$. Kesalahan!	
Bookmark tidak ditentukan.	
Tabel 7.2 Perhitungan Nilai Modulus Young Baja $500 \times 10 \times 2 \text{ mm}$. Kesalahan!	
Bookmark tidak ditentukan.	
Tabel 7.3 Perhitungan Nilai Modulus Young Baja $500 \times 10 \times 3 \text{ mm}$. Kesalahan!	
Bookmark tidak ditentukan.	

Tabel 7.4 Perhitungan Nilai Modulus Young Aluminium $350 \times 10 \times 3 \text{ mm}$	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
Tabel 7.5 Perhitungan Nilai Modulus Young Kuningan $350 \times 10 \times 3 \text{ mm}$	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
Tabel 8.1 Perhitungan Cepat Rambat Gelombang	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
Tabel 8.2 Pengukuran Panjang Gelombang $n = 2$	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
Tabel 8.3 Pengukuran Panjang Gelombang $n = 3$	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
Tabel 9.1 Perhitungan Gerak Rotasi Massa 1	105
Tabel 9.2 Perhitungan Gerak Rotasi Massa 2	106
Tabel 9.3 Pengukuran Waktu Berulang Gerak Rotasi Massa 1	107
Tabel 9.4 Pengukuran Waktu Berulang Gerak Rotasi Massa 2	108
Tabel 10.1 Perhitungan Nilai Gaya Sentripetal Beban-1	116
Tabel 10.2 Perhitungan Nilai Gaya Sentripetal Beban-2	117
Tabel 10.3 Perhitungan Nilai Gaya Sentripetal Beban-3	117
Tabel 10.4 Perhitungan Nilai Gaya Sentripetal Beban-4	117
Tabel 10.5 Perhitungan Nilai Gaya Sentripetal Beban-5	117
Tabel 10.6 Perhitungan Nilai Gaya Sentripetal Beban-6	118
Tabel 11.1 Perhitungan Nilai Momentum Sebelum Tumbukan	131
Tabel 11.2 Perhitungan Nilai Momentum Setelah Tumbukan	132
Tabel 11.3 Perhitungan Nilai Momentum Sebelum Tumbukan	132
Tabel 11.4 Perhitungan Nilai Momentum Setelah Tumbukan	132
Tabel 11.5 Perhitungan Nilai Momentum Sebelum Tumbukan	132
Tabel 11.6 Perhitungan Nilai Momentum Setelah Tumbukan	132
Tabel 12.1 Posisi Simpul dan Perut	145
Tabel 12.2 Perhitungan Cepat Rambat Gelombang	145
Tabel 12.3 Pengukuran Panjang Simpul 1 Berulang 500 Hz	147
Tabel 12.4 Pengukuran Panjang Simpul 2 Berulang 500 Hz	147
Tabel 12.5 Pengukuran Panjang Perut 1 Berulang 500 Hz	148
Tabel 12.6 Pengukuran Panjang Perut 2 Berulang 500 Hz	148

Tabel 12.7 Pengukuran Panjang Simpul 1 Berulang 700 <i>Hz</i>	148
Tabel 12.8 Pengukuran Panjang Simpul 2 Berulang 700 <i>Hz</i>	149
Tabel 12.9 Pengukuran Panjang Perut 1 Berulang 700 <i>Hz</i>	149
Tabel 12.10 Pengukuran Panjang Perut 2 Berulang 700 <i>Hz</i>	149

MODUL 1
DASAR PENGUKURAN DAN KETIDAKPASTIAN
KODE MODUL: DPK

A. Tujuan

1. Mampu mengetahui penggunaan alat ukur dasar
2. Mampu melakukan pengukuran dengan menggunakan alat ukur dasar dengan baik dan benar
3. Mampu menyampaikan hasil pengukuran dengan memperhatikan angka penting dan ketidakpastian

B. Alat dan Bahan

1. Mistar
2. Jangka sorong
3. Mikrometer sekrup
4. Neraca O'hauss
5. Resistor
6. Kabel penghubung
7. Voltmeter analog
8. Amperemeter analog
9. Multimeter
10. Benda uji (2 jenis)
11. Catu daya
12. LED

C. Dasar Teori

Pengukuran adalah kegiatan membandingkan suatu besaran dengan besaran standar. Misalnya pengukuran Panjang suatu benda, maka yang dilakukan adalah membandingkan panjang benda dengan besaran standar, yaitu satu meter pada meteran gulung. Begitu pula dengan pengukuran volume, massa, arus, tegangan.

Adapun cara melaporkan data hasil pengukuran dapat ditulis sebagai berikut:

$$(x \pm \Delta x) \text{satuan} \dots\dots\dots (1.1)$$

penulisan tersebut memiliki arti:

- a. Dugaan terbaik hasil pengukuran adalah x .
- b. Namun nilai tepatnya (eksak) tidak diketahui
- c. Nilai tepatnya berada diantara rentang $x - \Delta x$ dan $x + \Delta x$

Apabila pengukuran hanya dilakukan satu kali, maka ketidakpastian ditetapkan sebagai setengah dari nilai skala terkecil alat ukur tersebut. Pengukuran yang hanya dilakukan satu kali, berpeluang menimbulkan kesalahan yang cukup besar. Sehingga perlu dilakukan pengukuran secara berulang sebanyak n . Nilai yang dilaporkan adalah nilai rata-rata $\langle x \rangle$ sebagai berikut:

$$\langle x \rangle = \frac{\sum_{i=1}^n x_n}{n} \dots\dots\dots (1.2)$$

Kesalahan dari nilai rata-rata terhadap nilai sebenarnya dinyatakan oleh standar deviasi sebagai berikut:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \langle x \rangle)^2}{n} \dots\dots\dots (1.3)$$

Sehingga hasil pengukuran berulang dapat dituliskan sebagai berikut:

$$(\langle x \rangle \pm \sigma) \text{ satuan} \dots\dots\dots (1.4)$$

Penulisan hasil pengukuran memenuhi beberapa kaidah sebagai berikut:

1. Tuliskan nilai ketidakpastian (Δx) dengan 1 angka penting, kecuali yang bernilai 1 (satu).

Contoh:

$$\begin{aligned} \text{Percepatan gravitasi bumi } (g) &= 9,82 \pm 0,0238 \text{ m/s}^2 \\ \text{dituliskan menjadi } g &= 9,82 \pm 0,02 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

Kecuali jika ketidakpastian dimulai dengan angka 1 (satu), maka tetap dituliskan dengan dua angka penting.

Contoh:

$$\text{Percepatan gravitasi bumi } (g) = 9,82 \pm 0,0145 \text{ m/s}^2$$

dituliskan menjadi $g = 9,82 \pm 0,014 \text{ m/s}^2$

2. Jumlah desimal nilai terukur disesuaikan dengan jumlah desimal ketidakpastian.

Contoh:

Hasil pengukuran panjang $92,81 \text{ m}$ dengan ketidakpastian $0,3$, maka hasil pengukuran dituliskan sebagai:

$$(92,8 \pm 0,3) \text{ meter}$$

Jika ketidakpastian bernilai 3 , maka hasil pengukuran dituliskan sebagai:

$$(93 \pm 3) \text{ meter}$$

Jika ketidakpastian bernilai 30 , maka hasil pengukuran dituliskan sebagai:

$$(90 \pm 30) \text{ meter}$$

3. Penulisan orde dan satuan besaran, antara nilai terukur dan ketidakpastiannya, harus disamakan.

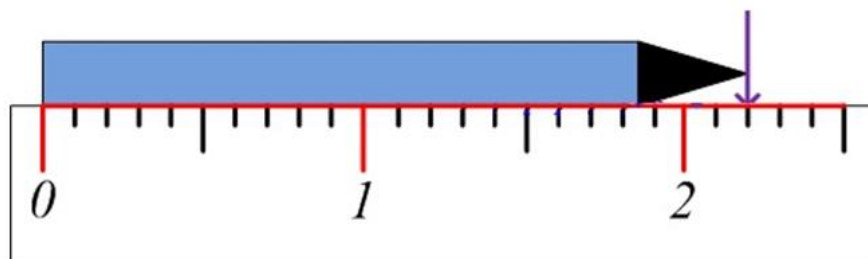
Contoh:

Hasil pengukuran muatan adalah $1,61 \times 10^{-19} \text{ Coulomb}$ dengan ketidakpastian pengukuran $5 \times 10^{-21} \text{ Coulomb}$, maka hasil pengukuran dituliskan sebagai:

$$(1,61 \pm 0,05) \times 10^{-19} \text{ Coulomb}$$

D. Langkah Percobaan

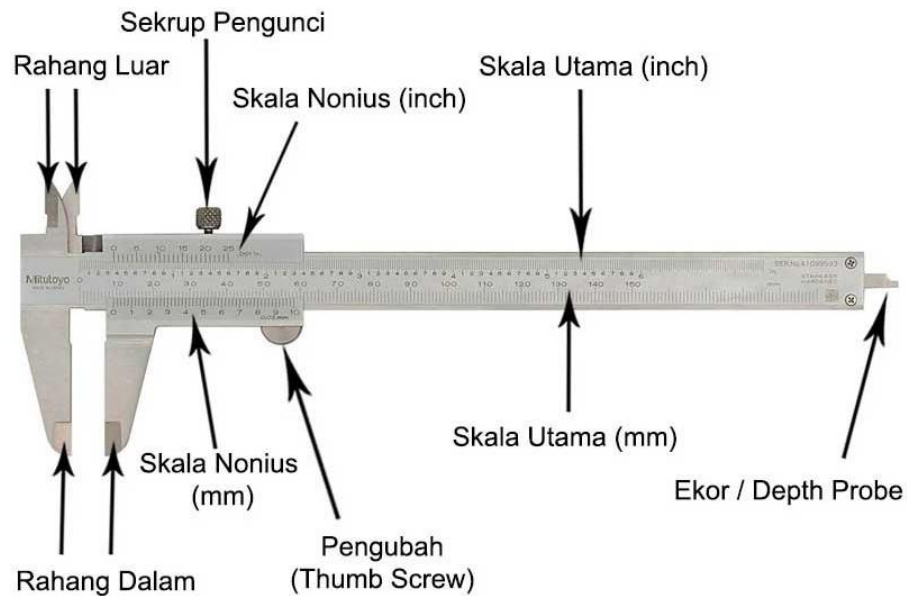
1. Pengukuran dengan menggunakan mistar
 - a. Siapkan benda uji
 - b. Tempelkan mistar pada benda uji. Skala nol pada mistar harus sejajar dengan salah satu ujung benda uji



Gambar 1.1 Pengukuran dengan menggunakan mistar

- c. Nilai ukur benda uji ditunjukkan oleh garis pada skala mistar yang sejajar dengan ujung lain benda. Catat hasil pengukuran pada LKM

- d. Ulangi langkah b dan c sebanyak 3 kali
 2. Pengukuran dengan menggunakan jangka sorong
- Perhatikan gambar jangka sorong sebagai berikut:



Gambar 1.2 Jangka Sorong dan bagian-bagiannya

- a. Pengukuran Panjang (diameter luar)
 - 1) Siapkan benda uji
 - 2) Sebelum praktikum pastikan posisi semua rahang tertutup, dan garis nol pada skala utama serta skala nonius dalam keadaan sejajar
 - 3) Longgarkan sekrup pengunci untuk membuka rahang dalam, kemudian letakkan benda uji pada rahang dalam jangka sorong
 - 4) Setelah benda terpasang pada rahang dalam, kencangkan sekrup pengunci agar rahang tidak bergerak
 - 5) Baca skala utama dengan membaca garis sebelum angka nol pada skala nonius. Catat hasilnya pada LKM
 - 6) Baca skala nonius dengan membaca garis ke berapa dari skala nonius yang paling lurus dengan garis skala utama. Catat hasilnya pada LKM
 - 7) Setelah selesai praktikum, pastikan rahang jangka sorong dalam keadaan tertutup sebelum dikembalikan ke kotak penyimpanan
- b. Pengukuran diameter dalam
 - 1) Siapkan benda uji

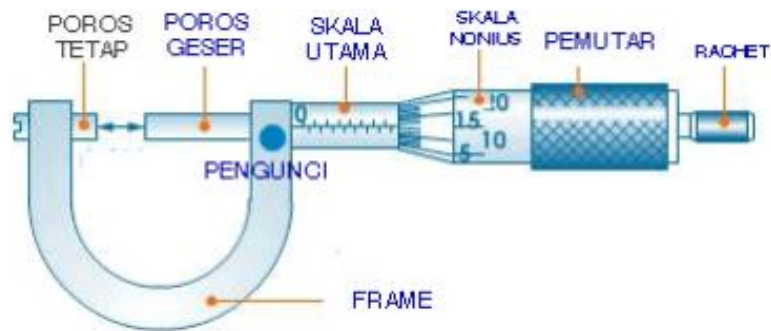
- 2) Sebelum praktikum pastikan posisi semua rahang tertutup, dan garis nol pada skala utama serta skala nonius dalam keadaan sejajar
- 3) Longgarkan sekrup pengunci untuk membuka rahang luar, kemudian letakkan benda uji pada rahang luar jangka sorong
- 4) Setelah benda terpasang pada rahang luar, kencangkan sekrup pengunci agar rahang tidak bergerak
- 5) Baca skala utama dengan membaca garis sebelum angka nol pada skala nonius. Catat hasilnya pada LKM
- 6) Baca skala nonius dengan membaca garis ke berapa dari skala nonius yang paling lurus dengan garis skala utama. Catat hasilnya pada LKM
- 7) Setelah selesai praktikum, pastikan posisi rahang jangka sorong dalam keadaan tertutup sebelum dikembalikan ke kotak penyimpanan

c. Pengukuran kedalaman

- 1) Siapkan benda uji
- 2) Sebelum praktikum pastikan posisi semua rahang tertutup, dan garis nol pada skala utama serta skala nonius dalam keadaan sejajar
- 3) Longgarkan sekrup pengunci untuk mengeluarkan *depth probe* dari jangka sorong, kemudian masukan *depth probe* ke dalam benda uji
- 4) Setelah *depth probe* mencapai dasar benda uji, kencangkan sekrup pengunci agar *depth probe* tidak bergerak
- 5) Baca skala utama dengan membaca garis sebelum angka nol pada skala nonius. Catat hasilnya pada LKM
- 6) Baca skala nonius dengan membaca garis ke berapa dari skala nonius yang paling lurus dengan garis skala utama. Catat hasilnya pada LKM
- 7) Setelah selesai praktikum, pastikan posisi rahang jangka sorong dalam keadaan tertutup sebelum dikembalikan ke kotak penyimpanan

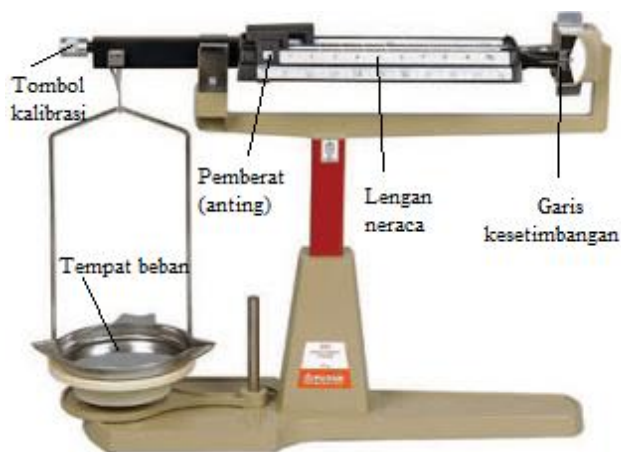
3. Pengukuran dengan menggunakan *micrometer* sekrup

Perhatikan gambar *micrometer* sekrup berikut:



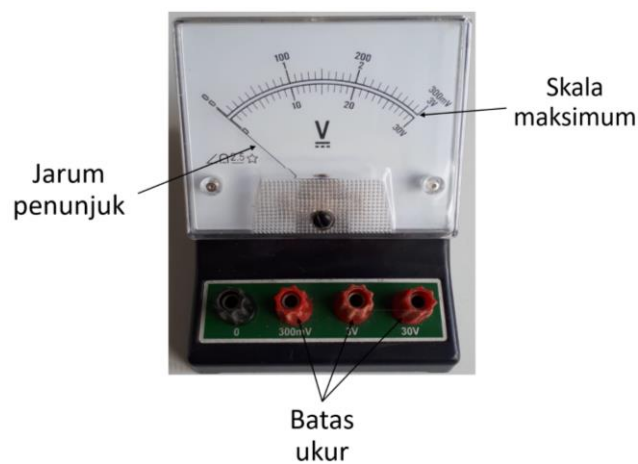
Gambar 1.3 Mikrometer sekrup dan bagian-bagiannya

- a. Siapkan benda uji
 - b. Sebelum praktikum, pastikan posisi poros tetap dan poros geser dalam keadaan rapat dan garis nol pada skala utama serta skala nonius dalam keadaan sejajar
 - c. Buka poros tetap dan poros geser dengan menggunakan pemutar
 - d. Jepit benda uji diantara poros tetap dan poros geser
 - e. Baca skala utama dengan membaca garis sebelum angka nol pada skala nonius. Catat hasilnya pada LKM
 - f. Baca skala nonius dengan membaca garis ke berapa dari skala nonius yang paling lurus dengan garis skala utama. Catat hasilnya pada LKM
 - g. Ulangi langkah c-f sebanyak 3 kali
 - h. Setelah selesai praktikum, pastikan poros tetap dan poros geser dalam keadaan rapat sebelum dikembalikan ke kotak penyimpanan
4. Pengukuran dengan menggunakan neraca O'hauss
- Perhatikan gambar neraca O'hauss berikut



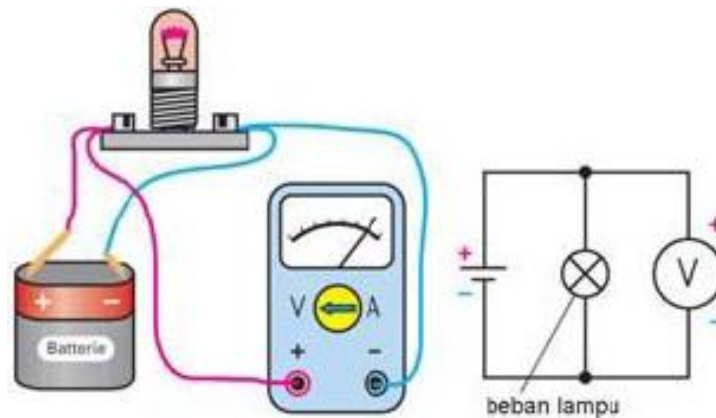
Gambar 1.4 Neraca O'hauss dan bagian-bagiannya

- a. Siapkan benda uji
 - b. Sebelum praktikum, pastikan semua pemberat berada pada skala nol, dan neraca dalam keadaan setimbang
 - c. Letakkan benda uji pada piringan
 - d. Atur pemberat agar posisi neraca dalam keadaan setimbang
 - e. Catat nilai yang ditunjukkan oleh keempat pemberat
 - f. Ulangi langkah a-e sebanyak 3 kali
 - g. Setelah selesai praktikum, pastikan tidak ada benda uji tertinggal pada piringan dan neraca dalam keadaan setimbang
5. Pengukuran dengan menggunakan voltmeter
- Perhatikan gambar Voltmeter berikut



Gambar 1.5 Voltmeter dan bagian-bagiannya

- a. Siapkan rangkaian LED, dan baterai
- b. Pasang kabel penghubung pada voltmeter, kemudian hubungkan ke rangkaian secara parallel seperti pada Gambar 1.6



Gambar 1.6 Rangkaian pengukuran tegangan

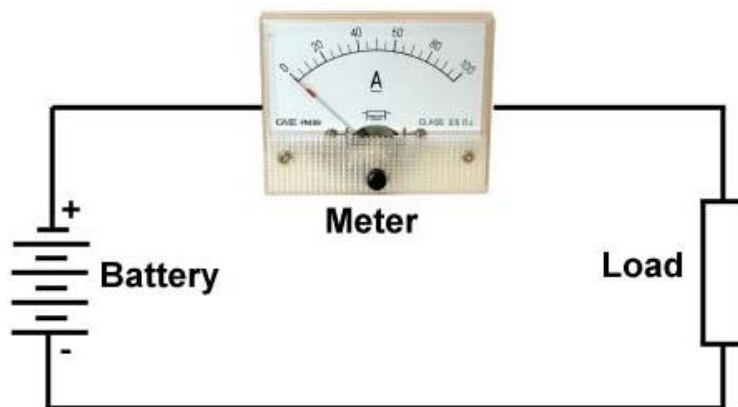
- c. Catat nilai tegangan yang terukur di voltmeter pada LKM
 - d. Ulangi langkah b-c sebanyak 3 kali
 - e. Ulangi langkah b-d dengan menggunakan alat ukur multimeter digital
6. Pengukuran dengan menggunakan amperemeter

Perhatikan gambar amperemeter berikut



Gambar 1.7 Amperemeter dan bagian-bagiannya

- a. Siapkan rangkaian LED, dan baterai
- b. Pasang kabel penghubung pada amperemeter, kemudian hubungkan ke rangkaian secara seri seperti pada Gambar 1.8



Gambar 1.8 Rangkaian pengukuran arus

- c. Catat nilai tegangan yang terukur di voltmeter pada LKM
- d. Ulangi langkah b-c sebanyak 3 kali
- e. Ulangi langkah b-d dengan menggunakan alat ukur multimeter digital

E. Uji Pemahaman

1. Jelaskan perbedaan pengukuran dengan menggunakan mistar, jangka sorong, dan mikrometer sekrup!
2. Jelaskan perbedaan antara alat ukur analog dan alat ukur digital!
3. Jelaskan perbedaan pengukuran menggunakan voltmeter dan amperemeter!

F. Tugas Pendahuluan

Sebutkan fungsi dari semua alat yang digunakan dalam percobaan ini!

Tugas Pendahuluan

Judul Praktikum:

Dasar Pengukuran dan Ketidakpastian

Nama : _____

NIM : _____

Kelas TPB : _____

Tanggal Praktikum : _____

Nama Asisten : _____

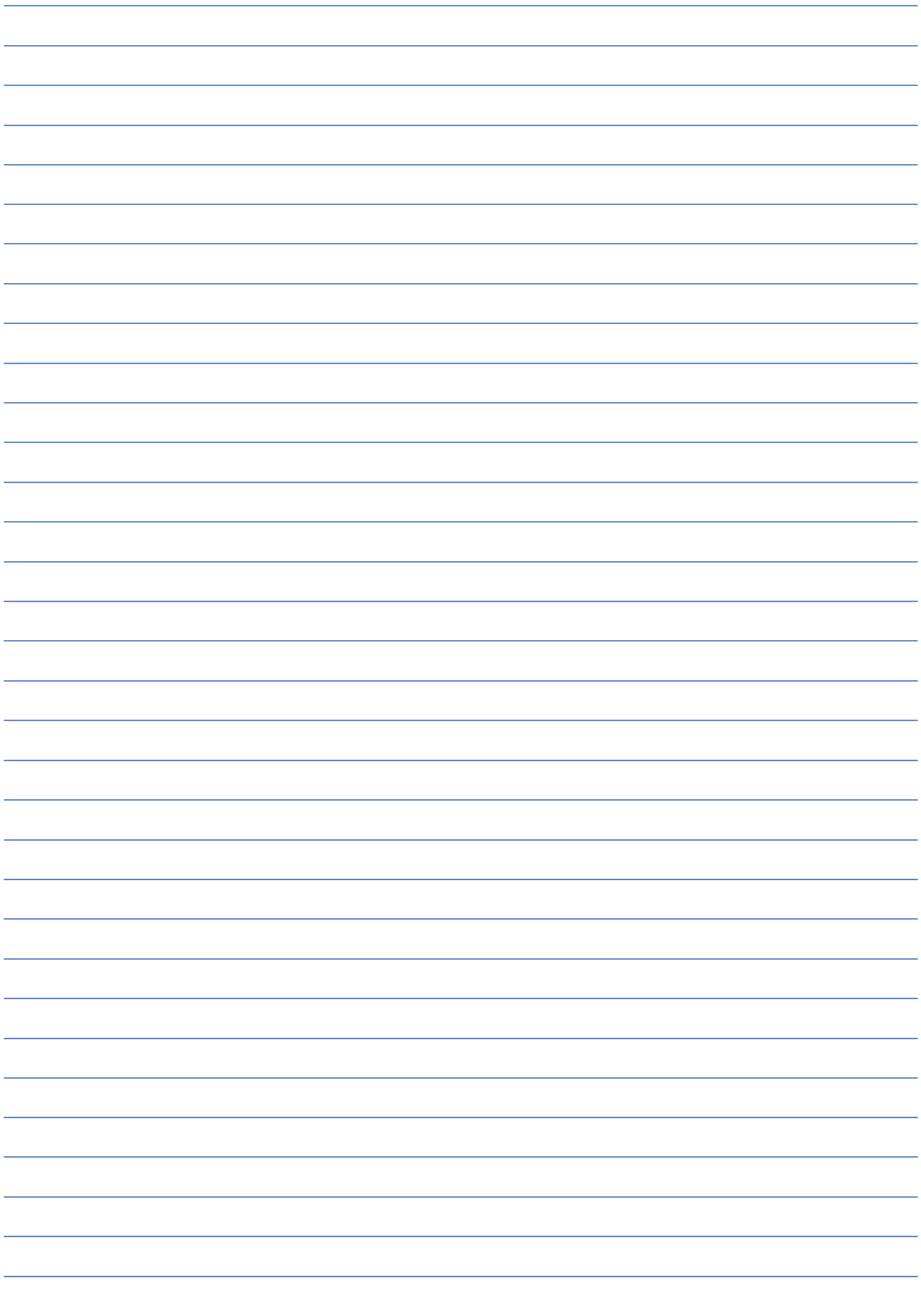
Nama Anggota Kelompok:

1. _____ 5. _____ 9. _____

2. _____ 6. _____ 10. _____

3. _____ 7. _____ 11. _____

4. _____ 8. _____ 12. _____



Nama Anggota Kelompok:

- | | | |
|----------|----------|-----------|
| 1. _____ | 5. _____ | 9. _____ |
| 2. _____ | 6. _____ | 10. _____ |
| 3. _____ | 7. _____ | 11. _____ |
| 4. _____ | 8. _____ | 12. _____ |

A. Pengukuran Tunggal

Pelaporan hasil pengukuran tunggal adalah

$$\text{hasil pengukuran} \pm \frac{1}{2}\delta$$

Keterangan:

δ adalah nilai terkecil atau ketelitian dari alat ukur

Tabel 1.1 Pengukuran Dimensi Benda Uji

Nama alat ukur	Hasil pengukuran		δ	$\frac{1}{2}\delta$	Hasil pengukuran (cm)
	(mm)	(cm)			
Penggaris	$x =$	$x =$			
	$y =$	$y =$			
	$z =$	$z =$			
Mikrometer sekrup	$x =$	$x =$			
	$y =$	$y =$			
	$z =$	$z =$			

Tabel 1.2 Pengukuran dimensi benda uji menggunakan jangka sorong

Jenis Pengukuran	Hasil pengukuran		δ	$\frac{1}{2}\delta$	Hasil pengukuran (cm)
	(mm)	(cm)			
Diameter luar					
Diameter dalam					
Kedalaman					

Tabel 1.3 Pengukuran massa benda

Nama alat ukur	Hasil pengukuran (gram)	δ_m	$\frac{1}{2}\delta_m$	m (gram)
Neraca O'hauss				
Rata-Rata				

Tabel 1.4 Pengukuran arus pada rangkaian

Nama alat ukur	Hasil pengukuran		δ	$\frac{1}{2}\delta$	Hasil pengukuran (A)
	(mA)	(A)			
Amperemeter analog					
Rata-Rata					
Amperemeter digital					
Rata-rata					

Tabel 1.5 Pengukuran tegangan pada rangkaian

Nama alat ukur	Hasil pengukuran		δ	$\frac{1}{2}\delta$	Hasil pengukuran (A)
	(mA)	(A)			
Voltmeter analog					
Rata-Rata					
Voltmeter digital					
Rata-rata					

B. Ketidakpastian pada Proses Perhitungan

1. Ketidakpastian pada proses perhitungan volume

Pelaporan hasil perhitungan volume adalah

$$V \pm \Delta V$$

dengan

$$V = xyz$$

dan

$$\Delta V = \left| \frac{V}{x} \right| (\delta_x) + \left| \frac{V}{y} \right| (\delta_y) + \left| \frac{V}{z} \right| (\delta_z)$$

Keterangan:

V adalah volume benda (cm^3)

ΔV adalah ketidakpastian volume benda yang dihitung

x adalah panjang benda yang diukur (cm)

y adalah lebar benda yang diukur (cm)

z adalah tinggi benda yang diukur (cm)

δ_x adalah ketelitian alat ukur pengukuran panjang

δ_y adalah ketelitian alat ukur pengukuran lebar

δ_z adalah ketelitian alat ukur pengukuran tinggi

Contoh perhitungan volume:

$$V = xyz$$

$$V =$$

$$V =$$

Perhitungan ketidakpastian

$$\Delta V = \left| \frac{V}{x} \right| (\delta_x) + \left| \frac{V}{y} \right| (\delta_y) + \left| \frac{V}{z} \right| (\delta_z)$$

$$\left| \frac{V}{x} \right| =$$

$$\left| \frac{V}{y} \right| =$$

$$\left| \frac{V}{z} \right| =$$

$$\Delta V = \quad + \quad +$$

$$\Delta V =$$

Hasil perhitungan volume adalah

$$\pm$$

Tabel 1.6 Perhitungan volume

Nama alat ukur	x (cm)	y (cm)	z (cm)	V (cm ³)
Penggaris				
Jangka sorong				
Mikrometer sekrup				

2. Ketidakpastian pada proses perhitungan massa jenis

Pelaporan hasil perhitungan massa jenis adalah

$$\rho \pm \Delta\rho$$

dengan

$$\rho = \frac{m}{V}$$

dan

$$\Delta\rho = \left| -\frac{m}{V^2} \right| \left(\frac{1}{2} \delta_{volume} \right) + \left| \frac{1}{V} \right| \left(\frac{1}{2} \delta_{massaa} \right)$$

Keterangan:

ρ adalah massa jenis benda (*gram/cm³*)

$\Delta\rho$ adalah ketidakpastian perhitungan massa jenis benda yang diukur

m adalah massa benda (*gram*)

V adalah volume benda yang dihitung (*cm³*)

δ_{volume} adalah ketidakpastian perhitungan volume

δ_{massa} adalah tingkat ketelitian pengukuran massa

Contoh perhitungan massa jenis:

Perhitungan massa jenis

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \text{—————}$$

$$\rho =$$

Perhitungan ketidakpastian

$$\Delta V = \left| -\frac{m}{V^2} \right| \left(\frac{1}{2} \delta_{volume} \right) + \left| \frac{1}{V} \right| \left(\frac{1}{2} \delta_{massaa} \right)$$

$$\left| -\frac{m}{V^2} \right| =$$

$$\left| -\frac{m}{V^2} \right| \left(\frac{1}{2} \delta_{volume} \right) =$$

$$\left| \frac{1}{V} \right| \left(\frac{1}{2} \delta_{massaa} \right) =$$

$$\Delta V = \quad + \quad +$$

$$\Delta V =$$

Hasil perhitungan massa jenis adalah

$$\pm$$

Tabel 1.7 Perhitungan massa jenis benda

Nama alat ukur	m (gram)	V (cm ³)	ρ (gram/cm ³)
Penggaris			
Jangka sorong			
Mikrometer sekrup			

C. Pengukuran Berulang

Pelaporan hasil pengukuran berulang adalah

$$\bar{x} \pm \sigma$$

dengan

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

dan

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}}$$

Keterangan:

\bar{x} adalah nilai rata-rata hasil pengukuran yang dilakukan

σ adalah ketidakpastian pengukuran berulang

$\sum x$ adalah jumlah data

n adalah banyak data

Contoh pelaporan hasil pengukuran berulang:

Perhitungan nilai rata-rata hasil pengukuran yang dilakukan

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{\quad + \quad + \quad + \quad +}{\quad}$$

$$\bar{x} =$$

Perhitungan ketidakpastian pengukuran berulang

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}}$$

$$x_1 - \bar{x} =$$

$$(x_1 - \bar{x})^2 =$$

$$x_2 - \bar{x} =$$

$$(x_2 - \bar{x})^2 =$$

$$x_3 - \bar{x} =$$

$$(x_3 - \bar{x})^2 =$$

$$x_4 - \bar{x} =$$

$$(x_4 - \bar{x})^2 =$$

$$x_5 - \bar{x} =$$

$$(x_5 - \bar{x})^2 =$$

$$\Sigma(x - \bar{x})^2 =$$

$$\sigma = \sqrt{\quad}$$

$$\sigma = \sqrt{\quad}$$

$$\sigma = \sqrt{\quad}$$

$$\sigma =$$

Hasil pengukuran berulang adalah

\pm

Tabel 1.8 Pengukuran arus berulang pada rangkaian

Nama alat ukur	Hasil pengukuran (x) (mA)	$(x - \bar{x})^2$
Amperemeter analog		
	$\bar{x} =$	$\sigma =$
Hasil pengukuran		

Tabel 1.9 Pengukuran arus berulang pada rangkaian

Nama alat ukur	Hasil pengukuran (x) (mA)	$(x - \bar{x})^2$
Amperemeter digital		
	$\bar{x} =$	$\sigma =$
Hasil pengukuran		

Tabel 1.10 Pengukuran tegangan berulang pada rangkaian

Nama alat ukur	Hasil pengukuran (x) (mA)	$(x - \bar{x})^2$
Voltmeter analog		
	$\bar{x} =$	$\sigma =$
Hasil pengukuran		

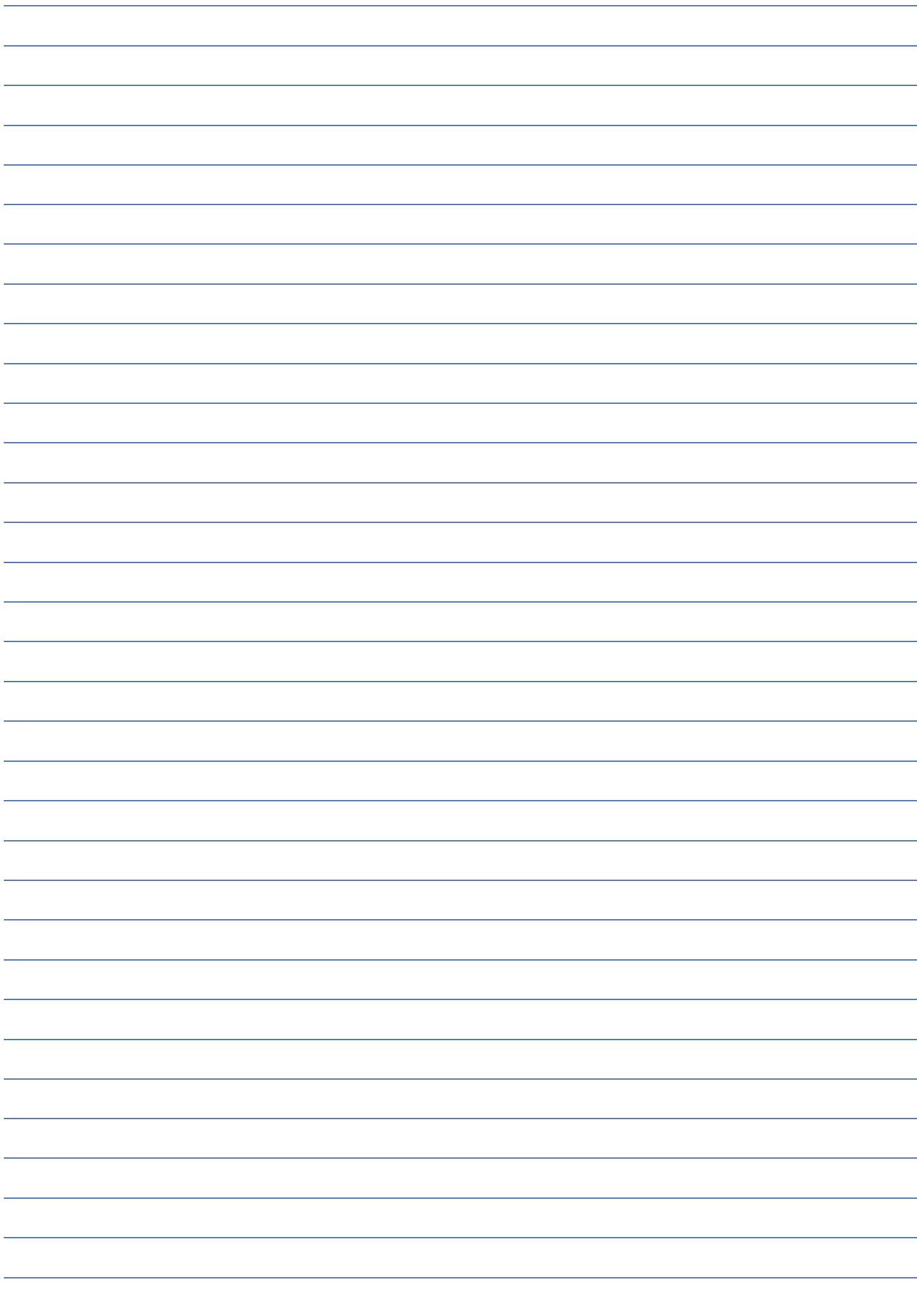
Tabel 1.11 Pengukuran tegangan berulang pada rangkaian

Nama alat ukur	Hasil pengukuran (x) (mA)	$(x - \bar{x})^2$
Voltmeter digital		
	$\bar{x} =$	$\sigma =$
Hasil pengukuran		

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

[illegible]

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no vertical margin lines or other markings present. The paper appears to be a standard sheet of notebook paper.



MODUL 2
KALORIMETER
KODE MODUL: KLM

A. Tujuan

1. Memahami konsep kapasitas kalor dan kalor jenis
2. Mengetahui nilai kapasitas kalor dari beberapa logam
3. Membandingkan nilai kapasitas kalor dari beberapa logam

B. Alat dan Bahan

1. Kalorimeter aluminium
2. Kalorimeter kuningan
3. Kalorimeter tembaga
4. Kalorimeter besi
5. Pemanas celup
6. Termometer celsius (2 buah)
7. Catu daya 3 A, 12 V
8. Multimeter digital
9. Kabel penghubung
10. Stopwatch



Gambar 2.1 Set Alat Kalorimeter

C. Dasar Teori

Kalorimeter adalah alat yang digunakan untuk menentukan kapasitas panas suatu bahan. Apabila kalorimeter diberikan sejumlah kalor, maka suhu kalorimeter akan meningkat. Kenaikan suhu kalorimeter berbanding lurus dengan jumlah kalor yang diberukan. Jumlah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu kalorimeter sebesar 1°C disebut sebagai kapasitas kalor kalorimeter.

Adapun hubungan antara jumlah kalor yang diterima kalorimeter dan kenaikan suhu kalorimeter dapat diketahui melalui persamaan berikut:

$$Q = m c \Delta T \dots\dots\dots (2.1)$$

$$Q = C \Delta T \dots\dots\dots (2.2)$$

Q adalah jumlah kalor (*Joule*)

m adalah massa benda (*kg*)

c adalah kalor jenis bahan (*J/kg $^{\circ}\text{C}$*)

ΔT adalah kenaikan suhu benda ($^{\circ}\text{C}$)

C adalah kapasitas kalor (*J/ $^{\circ}\text{C}$*)

Kalor yang diterima pada rangkaian berasal dari pemanas listrik. Energi listrik diubah menjadi energi kalor yang kemudian mengalir ke kalorimeter. Sehingga, besar kalor yang diterima kalorimeter dapat ditentukan berdasarkan besar energi listrik yang diberikan. Energi listrik yang diberikan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$W = V I t \dots\dots\dots (2.3)$$

W adalah jumlah energi listrik (*Joule*)

V adalah tegangan yang diberikan (*Volt*)

I adalah arus listrik yang mengalir (*Ampere*)

t adalah waktu rangkaian dialiri arus listrik (*s*)

sehingga diperoleh:

$$Q = W \dots\dots\dots (2.4)$$

$$m c \Delta T = V I t \dots\dots\dots (2.5)$$

$$m c = \frac{V I t}{\Delta T} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$C = \frac{VIt}{\Delta T} \dots\dots\dots (2.7)$$

Q adalah kalor yang diberikan pada benda (*Kalori*)

m adalah massa benda (*kg*)

c adalah kalor jenis benda (*J/kg°C*)

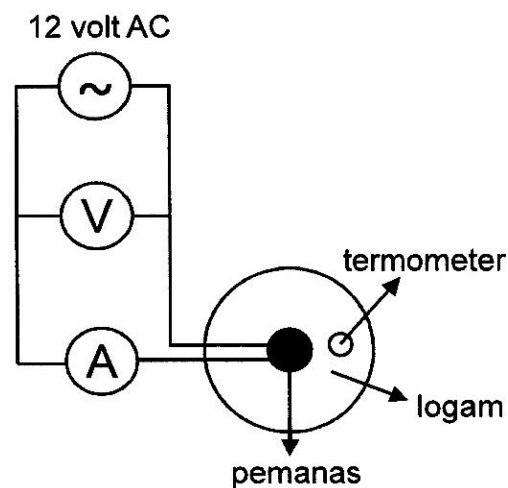
ΔT adalah perubahan suhu (*°C*)

C adalah kapasitas kalor (*J/°C*)

V adalah tegangan yang diberikan (*Volt*)

D. Langkah Percobaan

1. Pastikan catu daya berada dalam keadaan mati. Atur catu daya pada *output* 12 Volt
2. Susun rangkaian sesuai Gambar 1.1 sebagai berikut:



Gambar 2.2 Rangkaian Percobaan Kalorimeter

3. Atur batas ukur voltmeter pada 20 Volt, AC
4. Atur batas ukur amperemeter pada 10 A, AC
5. Pasang termometer pada lubang termometer di kalorimeter. Catat suhu yang ditampilkan sebagai suhu awal (T_0) pada LKM
6. Masukkan pemanas pada lubang pemanas di kalorimeter, pastikan pemanas masuk dengan sempurna kedalam calorimeter

Tanyakan pada asisten apakah rangkaian yang dibuat telah benar!

7. Nyalakan catu daya, catat tegangan dan arus yang terbaca pada LKM

8. Apabila suhu awal berkisar 25°C , maka nyalakan stopwatch pada saat termometer menunjukkan suhu 30°C
9. Setelah 5 menit, catat nilai suhu yang terbaca pada termometer sebagai suhu akhir (T_1), dan catat 5 menit (300 s) sebagai waktu pemanasan
10. Ulangi langkah 1-9 untuk semua kalorimeter
11. Ulangi langkah 1-10 sebanyak 4 kali

E. Uji Pemahaman

1. Sebutkan kalorimeter yang digunakan. Urutkan berdasarkan nilai kapasitas kalor dari yang terendah hingga tertinggi!
2. Apakah makna dari nilai kapasitas kalor yang diperoleh dari setiap kalorimeter?

F. Tugas Pendahuluan

1. Jelaskan pengertian kalor, kalor jenis, dan kapasitas kalor!
2. Suatu kalorimeter berisi es ($c_{es} = 0,5 \text{ kal/gK}$) sebanyak 36 gram pada suhu -6°C . Kapasitas kalor kalorimeter adalah 27 kal/K . Kemudian ke dalam kalorimeter dituangkan alkohol ($c_{alkohol} = 0,58 \text{ kal/gK}$) pada suhu 50°C yang menyebabkan suhu akhir menjadi 8°C . Tentukan massa alkohol yang dituangkan!

Blank lined paper with horizontal blue lines.

Lembar Kerja Mahasiswa

Judul Praktikum:

Kalorimeter

Nama : _____

NIM : _____

Kelas TPB : _____

Tanggal Praktikum : _____

Nama Asisten : _____

Nama Anggota Kelompok:

- | | | |
|----------|----------|-----------|
| 1. _____ | 5. _____ | 9. _____ |
| 2. _____ | 6. _____ | 10. _____ |
| 3. _____ | 7. _____ | 11. _____ |
| 4. _____ | 8. _____ | 12. _____ |

Perhitungan Kapasitas Kalor

Persamaan kapasitas kalor adalah

$$C = \frac{VIt}{\Delta T}$$

Keterangan:

C adalah kapasitas kalor ($J/^{\circ}C$)

V adalah tegangan yang diberikan ($Volt$)

I adalah arus listrik yang mengalir ($Ampere$)

t adalah selang waktu benda diberikan tegangan (s)

ΔT adalah perubahan suhu ($^{\circ}C$)

Contoh perhitungan kapasitas kalor:

$$C = \frac{VIt}{\Delta T}$$

$$C = \frac{\quad}{\quad}$$

$$C = \frac{\quad}{\quad}$$

$$C = \frac{\quad}{\quad}$$

Hasil perhitungan kapasitas kalor adalah

Tabel 2.1 Nilai Kalor Jenis Kuningan

No.	V (V)	I (A)	t (s)	T_1 (°C)	T_2 (°C)	ΔT (°C)	C (J/°C)
1							
2							
3							
Rata-Rata							

Tabel 2.2 Nilai Kalor Jenis Tembaga

No.	V (V)	I (A)	t (s)	T_1 (°C)	T_2 (°C)	ΔT (°C)	C (J/°C)
1							
2							
3							
Rata-Rata							

Tabel 2.3 Nilai Kalor Jenis Besi

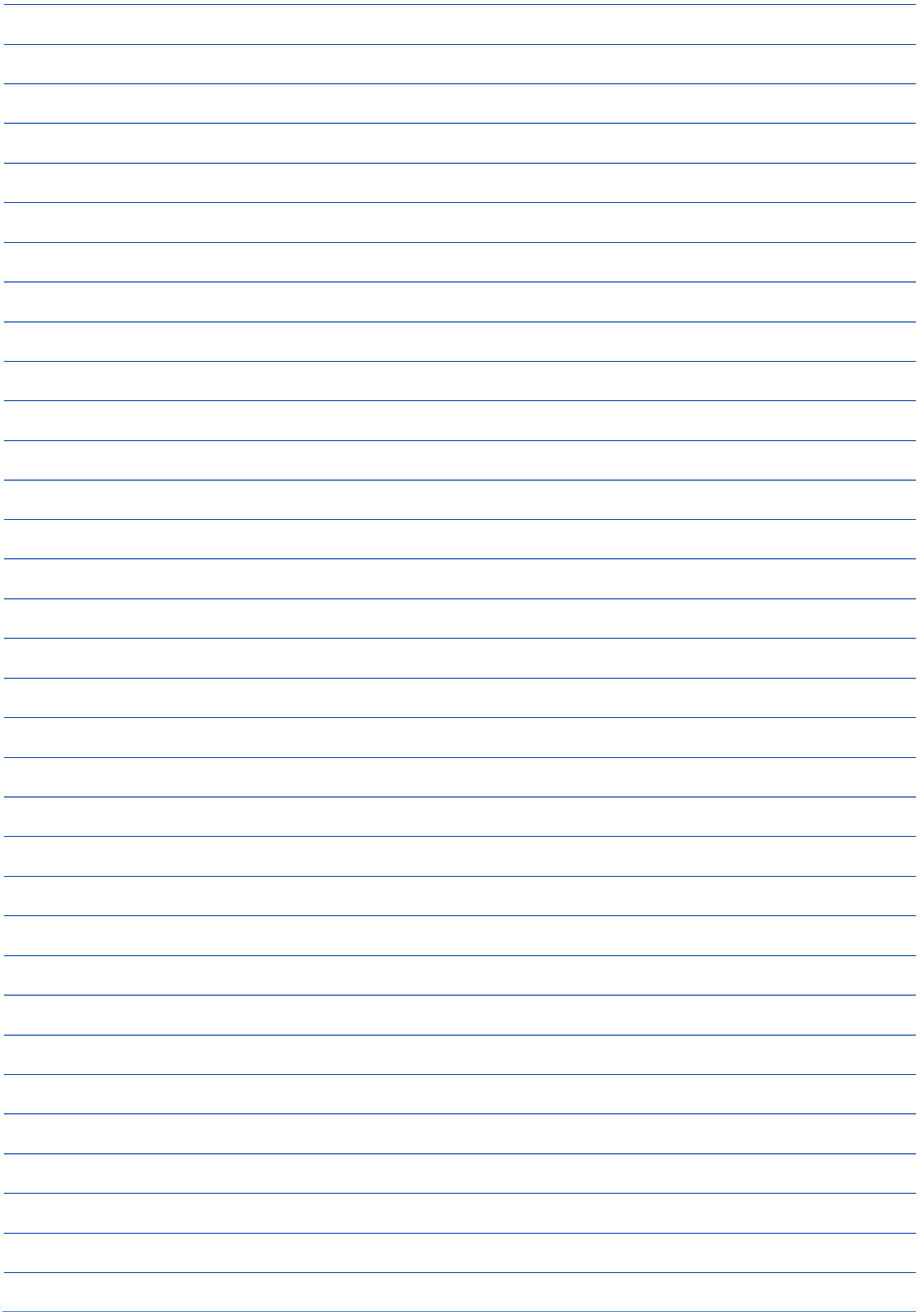
No.	V (V)	I (A)	t (s)	T_1 (°C)	T_2 (°C)	ΔT (°C)	C (J/°C)
1							
2							
3							
Rata-Rata							

Tabel 2.4 Nilai Kalor Jenis Aluminium

No.	V (V)	I (A)	t (s)	T_1 (°C)	T_2 (°C)	ΔT (°C)	C (J/°C)
1							
2							
3							
Rata-Rata							

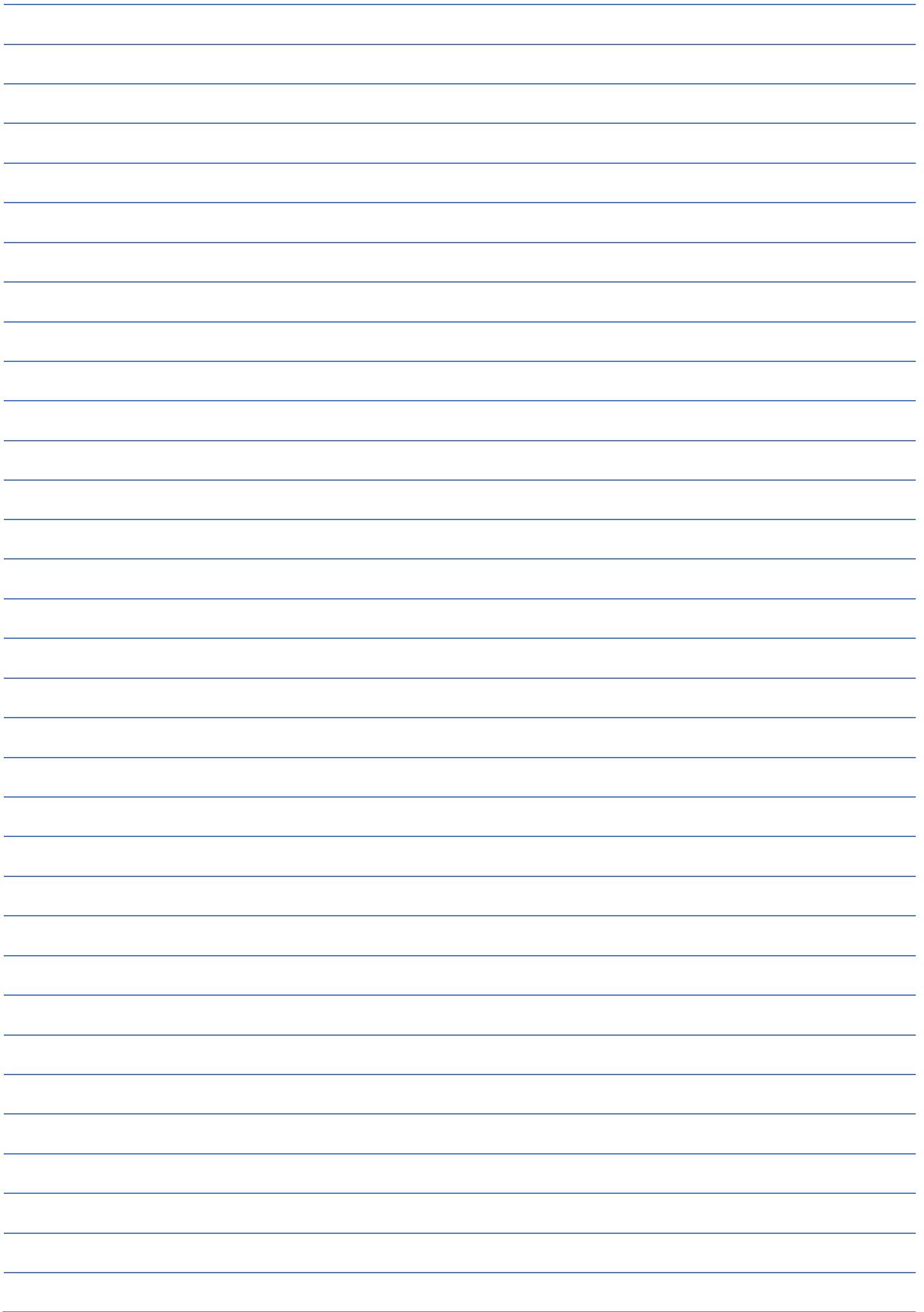
PEMBAHASAN

[illegible]



This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.



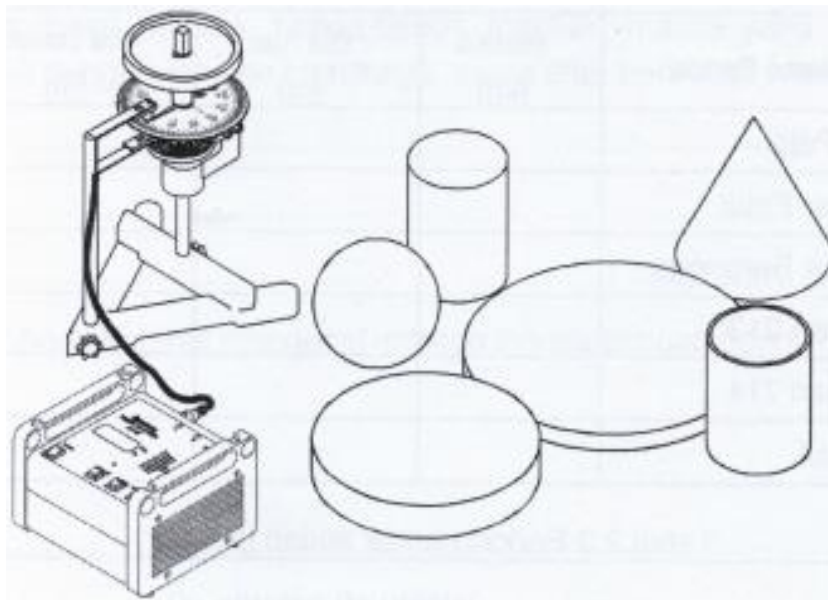
MODUL 3
MOMEN INERSIA
KODE MODUL: MIA

A. Tujuan

1. Memahami konsep momen inersia benda
2. Menentukan nilai momen inersia suatu benda
3. Membandingkan nilai momen inersia teori dan praktek pada setiap benda

B. Alat dan Bahan

1. 1 set alat momen inersia
2. Bola pejal ($d = 110.9 \text{ mm}$, $m = 500 \text{ gram}$)
3. Silinder pejal ($d = 80 \text{ mm}$, $t = 100 \text{ mm}$, $m = 500 \text{ gram}$)
4. Silinder pejal 174 ($d = 174 \text{ mm}$, $t = 30 \text{ mm}$, $m = 500 \text{ gram}$)
5. Silinder pejal 213 ($d = 213 \text{ mm}$, $t = 20 \text{ mm}$, $m = 500 \text{ gram}$)
6. Silinder berongga ($d_i = 80 \text{ mm}$, $d_d = 63.8 \text{ mm}$, $t = 100 \text{ mm}$, $m = 500 \text{ gram}$)
7. Kerucut pejal ($d = 146 \text{ mm}$, $t = 130 \text{ mm}$, $m = 500 \text{ gram}$)
8. Pencacah waktu AT 01
9. Gerbang cahaya



Gambar 3.1 Set Alat Momen Inersia

C. Dasar Teori

Pada saat mempelajari hukum Newton kita telah mengetahui bahwa ukuran kelembaman benda pada gerak translasi adalah massa atau inersia linear. Seperti halnya pada planet-planet yang terus berputar pada sumbunya tanpa henti akan selalu mempertahankan keadaan untuk terus berotasi. Dengan demikian pada gerak rotasi dikenal istilah kelembaman.

Dalam gerak rotasi, “massa” benda tegar dikenal dengan julukan Momen Inersia alias MI . Momen Inersia dalam Gerak Rotasi mirip dengan massa dalam gerak lurus. Jika massa dalam gerak lurus menyatakan ukuran kemampuan benda untuk mempertahankan kecepatan linear (kecepatan linear = kecepatan gerak benda pada lintasan lurus) maka Momen Inersia dalam gerak rotasi menyatakan ukuran kemampuan benda untuk mempertahankan kecepatan sudut (kecepatan sudut = kecepatan gerak benda ketika melakukan gerak rotasi—Disebut sudut karena dalam gerak rotasi, benda bergerak mengitari sudut.—Makin besar momen inersia suatu benda, semakin sulit membuat benda itu berputar atau berotasi. Sebaliknya, benda yang berputar juga sulit dihentikan jika momen inersianya besar.

Besaran pada gerak rotasi yang analog dengan massa pada gerak translasi dikenal sebagai momen inersia (I). Perbedaan nilai antara massa dan momen inersia adalah besar massa suatu benda hanya bergantung pada kandungan zat dalam benda tersebut, tetapi besar momen inersia tidak hanya tergantung pada jumlah zat tetapi juga dipengaruhi oleh bagaimana zat tersebut terdistribusi pada benda tersebut.

Momen inersia suatu benda yang berotasi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$I = mr^2 \dots\dots\dots (3.1)$$

I adalah momen inersia benda ($kg\ m^2$)

m adalah massa benda (kg)

r adalah jarak benda ke sumbu rotasi (m)

Momen inersia untuk berbagai benda ditunjukkan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 3.1 Momen inersia untuk berbagai benda

No.	Jenis Benda	Letak Sumbu	Momen Inersia
1.	Silinder pejal	Pada sumbu silinder	$I = \frac{mR^2}{2}$
2.	Silinder berongga	Pada sumbu silinder	$I = \frac{m}{2}(R_1^2 + R_2^2)$
3.	Bola pejal	Pada diameternya	$I = \frac{2mR^2}{5}$
4.	Bola berongga	Pada diameternya	$I = \frac{2mR^2}{3}$
5	Kerucut pejal	Pada sumbunya	$I = \frac{3}{10}mR^2$

Apabila sebuah alat dipasangkan pada alat momen inersia, kemudian di osilasikan, maka periode osilasinya dapat ditentukan sebagai berikut:

$$I = \left(\frac{T^2}{T_0^2} - 1 \right) I_0 \dots\dots\dots (3.2)$$

I adalah momen inersia benda ($kg\ m^2$)

T adalah periode osilasi (s)

T_0 adalah perioda diri alat momen inersia (0.267 s)

I_0 adalah momen inersia diri alat momen inersia ($0.967\ kg\ m^2$)

D. Langkah Percobaan

1. Pasang benda pertama pada alat momen inersia!
2. Hubungkan gerbang cahaya dengan alat pencacah pewaktu AT-01 (Lihat Gambar 3.1)
3. Hubungkan alat pencacah pewaktu dengan tegangan AC 220 Volt.
Tanyakan pada asisten apakah rangkaian yang dibuat telah benar!
4. Nyalakan pencacah waktu. Pilih fungsi **CYCLE** dengan menekan tombol **FUNCTION**. Tekan tombol **CH. OVER** sebanyak sepuluh kali untuk membatasi sepuluh getaran yang akan teramati

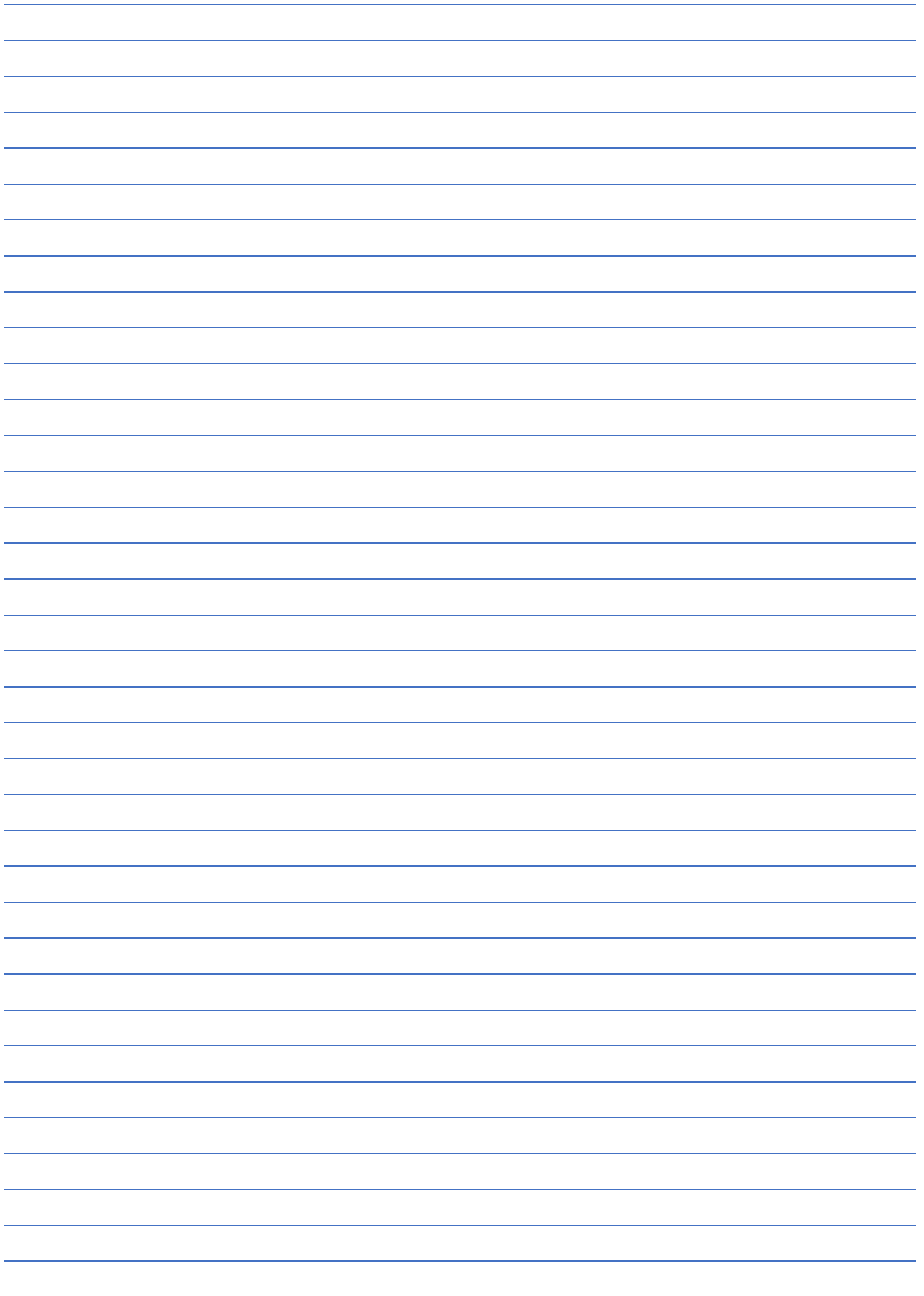
5. Simpangkan benda sebesar 180° , kemudian lepaskan sehingga berosilasi. Catat waktu 10 getaran yang ditunjukkan alat pencacah pewaktu pada LKM sebagai t_1 .
6. Tekan tombol **FUNCTION** satu kali untuk menetralkan nilai yang tampil pada layar pencacah pewaktu
7. Ulangi langkah 6-8 sebanyak 5 kali
8. Ulangi langkah 6-9 untuk seluruh benda

E. Uji Pemahaman

1. Pada percobaan diatas, benda-benda memiliki massa yang sama (hampir sama). Apakah nilai momen inersianya sama atau berbeda? Mengapa?
2. Apakah yang mempengaruhi nilai momen inersia suatu benda?

F. Tugas Pendahuluan

1. Jelaskan pengertian momen inersia!
2. Turunkan persamaan momen inersia benda yang tertera pada Tabel 3.1!
(Pilih 3 dari 5 persamaan yang ada)



Lembar Kerja Mahasiswa

Judul Praktikum:

Momen Inersia

Nama : _____

NIM : _____

Kelas TPB : _____

Tanggal Praktikum : _____

Nama Asisten : _____

Nama Anggota Kelompok:

- | | | |
|----------|----------|-----------|
| 1. _____ | 5. _____ | 9. _____ |
| 2. _____ | 6. _____ | 10. _____ |
| 3. _____ | 7. _____ | 11. _____ |
| 4. _____ | 8. _____ | 12. _____ |

A. Pengukuran Dimensi Benda Uji

Tabel 3.2 Dimensi benda uji

No.	Nama Benda	m (kg)	Diameter Luar (m)	Diameter Dalam (m)	Tinggi (m)
1	Bola Pejal				
2	Silinder Pejal				
3	Silinder Pejal 174				
3	Silinder Pejal 213				
4	Silinder Berongga				
5	Kerucut pejal				

B. Perhitungan Momen Inersia Benda secara Teori

1. Persamaan momen inersia bola pejal secara teori adalah

$$I = \frac{2mR^2}{5}$$

2. Persamaan momen inersia silinder pejal secara teori adalah

$$I = \frac{mR^2}{4} + \frac{ml^2}{12}$$

3. Persamaan momen inersia silinder berongga adalah

$$I = \frac{m}{2}(R_1^2 + R_2^2)$$

4. Persamaan momen inersia kerucut pejal secara teori adalah

$$I = \frac{3}{10}mR^2$$

Keterangan:

I adalah momen inersia benda ($kg\ m^2$)

m adalah massa benda (kg)

R adalah jari-jari benda (m)

l adalah panjang benda (m)

R_1 adalah jari-jari dalam benda (m)

R_2 adalah jari-jari luar benda (m)

Contoh perhitungan momen inersia benda secara teori:

Pilih salah satu dari 6 benda uji diatas, kemudian uraikan perhitungan momen inersia benda uji sesuai dengan bentuk benda uji!

C. Perhitungan Momen Inersia Benda secara Praktik

Persamaan momen inersia benda secara praktik adalah

$$I = \left(\frac{T^2}{T_0^2} - 1 \right) I_0$$

$$I = \left(\frac{T^2}{0.267^2} - 1 \right) 0.967$$

Keterangan:

I adalah momen inersia benda ($kg\ m^2$)

T adalah periode osilasi (s)

T_0 adalah perioda diri alat momen inersia (s)

I_0 adalah momen inersia diri alat momen inersia ($kg\ m^2$)

Contoh perhitungan momen inersia secara praktik:

$$I = \left(\frac{T^2}{0.267^2} - 1 \right) I_0$$

$$I = \left(\frac{\quad}{\quad} - \quad \right)$$

$$I = (\quad - \quad)$$

$$I = (\quad)$$

$$I =$$

Hasil perhitungan momen inersia benda secara praktik adalah

Tabel 3.3 Momen Inersia Bola Pejal

No.	t (s)	n	T (s)	T_0 (s)	I_0 ($kg\ m^2$)	I ($kg\ m^2$)
1						
2						
3						
4						
5						
Rata-Rata						

Tabel 3.4 Momen Inersia Silinder Pejal

No.	t (s)	n	T (s)	T_0 (s)	I_0 (kg m ²)	I (kg m ²)
1						
2						
3						
4						
5						
Rata-Rata						

Tabel 3.5 Momen Inersia Silinder Pejal 174

No.	t (s)	n	T (s)	T_0 (s)	I_0 (kg m ²)	I (kg m ²)
1						
2						
3						
4						
5						
Rata-Rata						

Tabel 3.6 Momen Inersia Silinder Pejal 213

No.	t (s)	n	T (s)	T_0 (s)	I_0 (kg m ²)	I (kg m ²)
1						
2						
3						
4						
5						
Rata-Rata						

Tabel 3.7 Momen Inersia Silinder Berongga

No.	t (s)	n	T (s)	T_0 (s)	I_0 (kg m ²)	I (kg m ²)
1						
2						
3						
4						
5						
Rata-Rata						

Tabel 3.8 Momen Inersia Kerucut Pejal

No.	t (s)	n	T (s)	T_0 (s)	I_0 (kg m ²)	I (kg m ²)
1						
2						
3						
4						
5						
Rata-Rata						

D. Pengukuran Berulang

Pelaporan hasil pengukuran waktu berulang adalah

$$\bar{t} \pm \sigma$$

dengan

$$\bar{t} = \frac{\sum x}{n}$$

dan

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

Keterangan:

\bar{t} adalah nilai rata-rata hasil pengukuran waktu yang dilakukan

σ adalah ketidakpastian pengukuran berulang

Σt adalah jumlah data

n adalah banyak data

Contoh pelaporan hasil pengukuran berulang:

Perhitungan nilai rata-rata hasil pengukuran waktu yang dilakukan

$$\bar{t} = \frac{\sum t}{n}$$

$$\bar{t} = \frac{\quad + \quad + \quad + \quad +}{\quad}$$

$$\bar{t} =$$

Perhitungan ketidakpastian pengukuran berulang

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

$$t_1 - \bar{t} =$$

$$(t_1 - \bar{t})^2 =$$

$$t_2 - \bar{t} =$$

$$(t_2 - \bar{t})^2 =$$

$$t_3 - \bar{t} =$$

$$(t_3 - \bar{t})^2 =$$

$$t_4 - \bar{t} =$$

$$(t_4 - \bar{t})^2 =$$

$$t_5 - \bar{t} =$$

$$(t_5 - \bar{t})^2 =$$

$$\sum (t - \bar{t})^2 =$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\quad}{\quad}}$$

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

$$\sigma =$$

Hasil pengukuran berulang adalah

$$\pm$$

Tabel 3.9 Pengukuran Waktu Berulang Getaran Pegas Spiral pada Benda Uji Silinder Pejal

Pengulangan	Hasil pengukuran (t) (s)	$(t - \bar{t})^2$
1		
2		
3		
4		
5		
	$\bar{t} =$	$\sigma =$
Hasil pengukuran		

Tabel 3.10 Pengukuran Waktu Berulang Getaran Pegas Spiral pada Benda Uji Silinder Pejal 174

Pengulangan	Hasil pengukuran (t) (s)	$(t - \bar{t})^2$
1		
2		
3		
4		
5		
	$\bar{t} =$	$\sigma =$
Hasil pengukuran		

Tabel 3.11 Pengukuran Waktu Berulang Getaran Pegas Spiral pada Benda Uji Silinder Pejal 213

Pengulangan	Hasil pengukuran (t) (s)	$(t - \bar{t})^2$
1		
2		
3		
4		
5		
	$\bar{t} =$	$\sigma =$
Hasil pengukuran		

Tabel 3.12 Pengukuran Waktu Berulang Getaran Pegas Spiral pada Benda Uji Silinder Berongga

Pengulangan	Hasil pengukuran (t) (s)	$(t - \bar{t})^2$
1		
2		
3		
4		
5		
	$\bar{t} =$	$\sigma =$
Hasil pengukuran		

Tabel 3.13 Pengukuran Waktu Berulang Getaran Pegas Spiral pada Benda Uji Kerucut Pejal

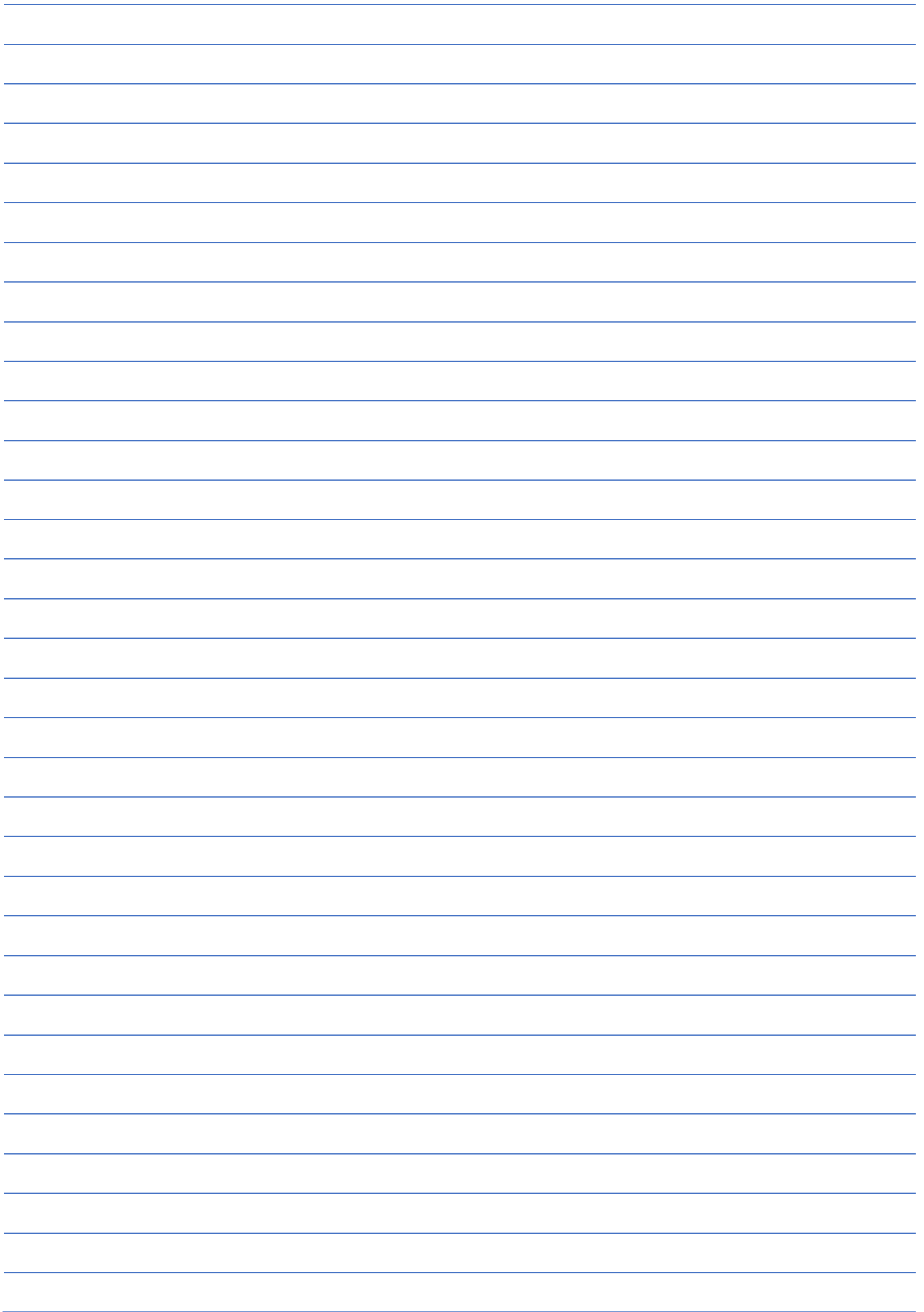
Pengulangan	Hasil pengukuran (t) (s)	$(t - \bar{t})^2$
1		
2		
3		
4		
5		
	$\bar{t} =$	$\sigma =$
Hasil pengukuran		

PEMBAHASAN

[illegible]

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.



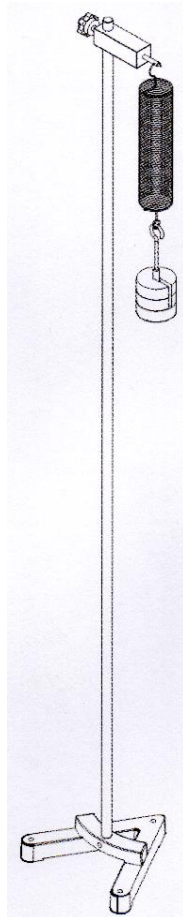
MODUL 4
TETAPAN GAYA PEGAS
KODE MODUL: TGP

A. Tujuan

Menentukan nilai ketetapan gaya pegas

B. Alat dan Bahan

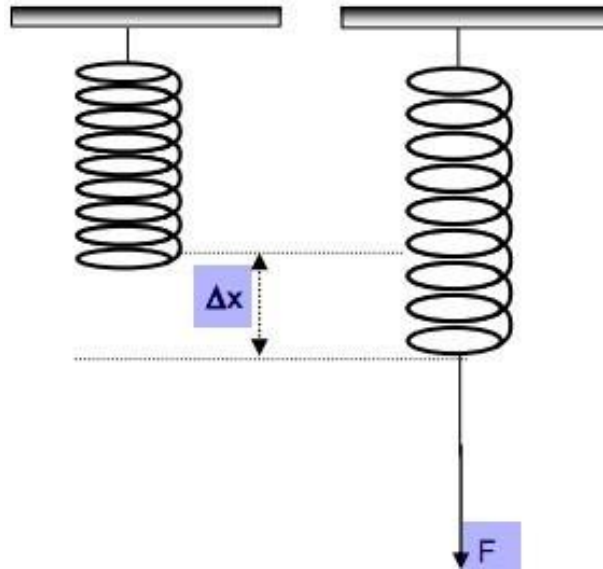
1. Statif
2. Anak timbangan
3. Ember
4. Pegas 3 buah
5. Stopwatch
6. Mistar



Gambar 4.1 Set Alat Tetapan Pegas

C. Dasar Teori

Pegas merupakan bahan elastis yang menyimpan energi mekanik. Dalam elastisitas, terdapat Hukum Hooke yang menyatakan bahwa “Jika gaya yang diberikan pada sebuah pegas tidak melebihi batas elastisitasnya, pertambahan panjang pegas akan berbanding lurus dengan gaya yang diberikan tersebut”.



Gambar 4.2 Hukum Hooke

Dari gambar diatas maka berdasarkan bunyi Hukum Hooke, maka didapatkan persamaan :

$$F = -k\Delta x \dots\dots\dots (4.1)$$

F adalah nilai gaya pegas (N)

k adalah nilai tetapan gaya pegas (N/m)

Δx adalah nilai pertambahan panjang pegas (m)

Periode adalah waktu yang diperlukan benda untuk melakukan satu getaran sempurna. Nilai dari periode pada pegas didapatkan melalui persamaan:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \dots\dots\dots (4.2)$$

T adalah nilai periode osilasi pada pegas (s)

m adalah nilai massa beban (m)

k adalah nilai tetapan gaya pegas (N/m)

Suatu pegas yang digantung secara vertikal dan diberikan beban akan berada dalam keadaan setimbang dengan simpangan sejauh x dibandingkan tanpa pembebanan. Apabila beban tersebut diberikan simpangan lagi sejauh Δy kemudian dilepaskan, maka beban tersebut akan mengalami Gerak Harmonik Sederhana. Setiap partikel yang mengalami gerak harmonik sederhana (getaran selaras) dan berlaku persamaan (4.3) sebagai berikut:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \dots\dots\dots (4.3)$$

dengan nilai ω sebagai berikut:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \dots\dots\dots (4.4)$$

sehingga diperoleh persamaan (4.5):

$$k = \frac{4\pi^2 m}{T^2} \dots\dots\dots (4.5)$$

ω adalah frekuensi sudut pegas (rad/s)

k adalah nilai tetapan gaya pegas (N/m)

m adalah nilai massa beban (kg)

T adalah nilai periode osilasi pada pegas (s)

D. Langkah Percobaan

Percobaan Tetapan Gaya Pegas dilakukan dengan menggunakan 2 metode, yakni secara statis dan dinamis sebagai berikut:

1. Statis

- a. Gantungkan pegas pada statif, kemudian tetapkan keadaan setimbang dari pegas yang digunakan
- b. Tambahkan beban yang ada satu persatu dan catat massa beban serta kedudukan ember pada setiap penambahan beban
- c. Keluarkan beban yang tergantung satu persatu dan catat massa beban serta kedudukan ember pada setiap pengurangan beban
- d. Ulangi langkah a-c untuk setiap pegas

- e. Hitung tetapan gaya pegas dengan menggunakan persamaan (4.1). Catat hasilnya pada LKM!

2. Dinamis

- a. Gantungkan pegas pada statif, kemudian tetapkan keadaan setimbang dari pegas yang digunakan
- b. Gantungkan ember pada pegas, kemudian tetapkan kembali keadaan setimbangnya
- c. Berikan simpangan maksimal 5 cm
- d. Catat waktu yang diperlukan beban menempuh 15 getaran harmonik
- e. Ulangi langkah c-d untuk setiap penambahan beban
- f. Ulangi langkah c-d untuk setiap pengurangan beban
- g. Hitung tetapan gaya pegas dengan menggunakan persamaan (4.5). Catat hasilnya pada LKM!

E. Uji Pemahaman

Jelaskan pengaruh massa beban terhadap nilai tetapan gaya pegas yang diperoleh!

F. Tugas Pendahuluan

- 1. Turunkan persamaan (4.1) berdasarkan persamaan Hukum Newton II!
- 2. Turunkan persamaan (4.5) berdasarkan persamaan Hukum Newton II!
- 3. Turunkan persamaan pegas gabungan bila terdapat 2 pegas dihubungkan secara seri dan paralel!
- 4. Jelaskan pengertian getaran selaras dan berikan contohnya!

Nama : _____

NIM : _____

Kelas TPB : _____

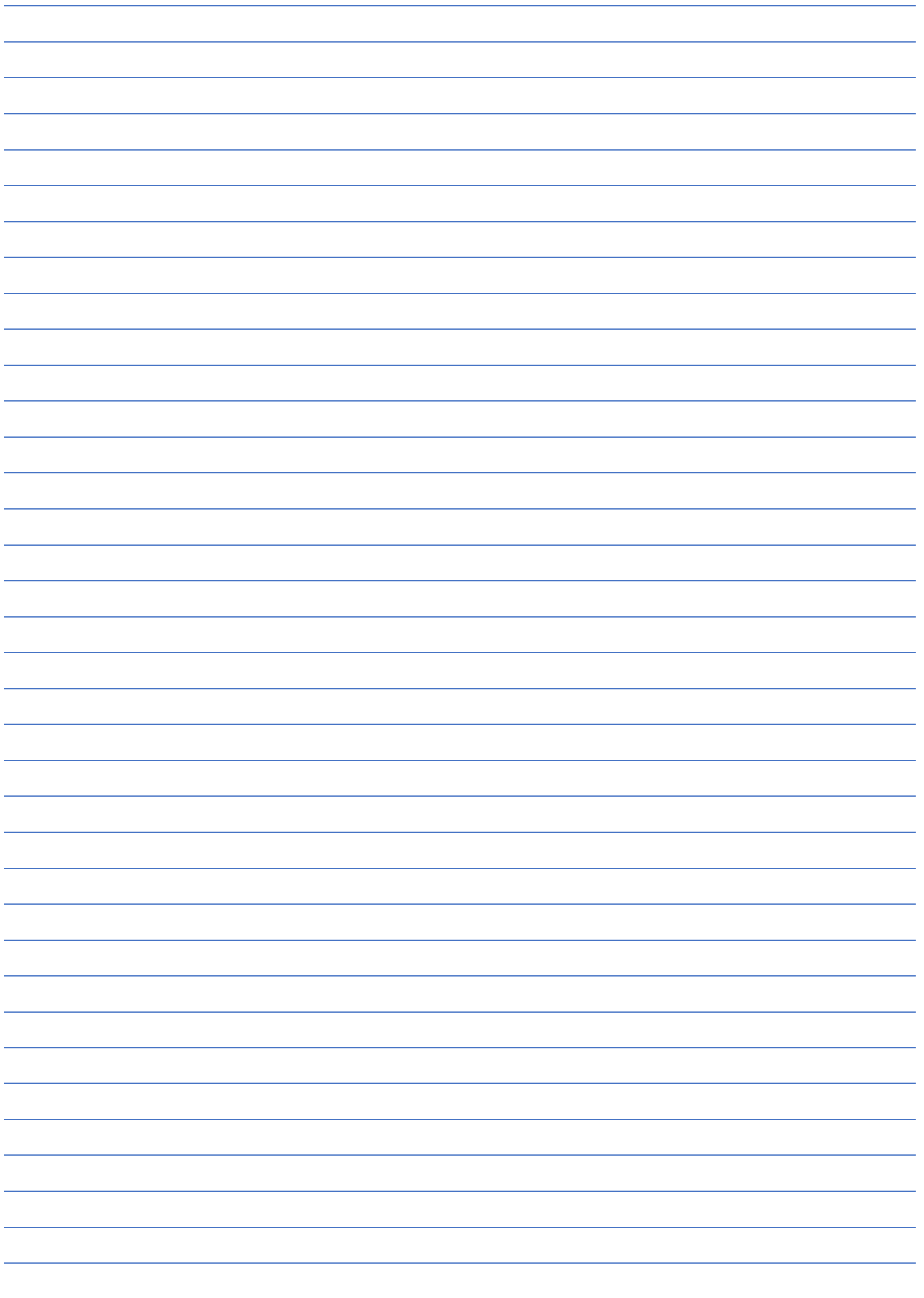
Tanggal Praktikum : _____

Nama Asisten : _____

Nama Anggota Kelompok:

1. _____ 5. _____ 9. _____
2. _____ 6. _____ 10. _____
3. _____ 7. _____ 11. _____
4. _____ 8. _____ 12. _____

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.



Lembar Kerja Mahasiswa

Judul Praktikum:
Tetapan Gaya Pegas

Nama : _____
NIM : _____
Kelas TPB : _____
Tanggal Praktikum : _____
Nama Asisten : _____

Nama Anggota Kelompok:

- | | | |
|----------|----------|-----------|
| 1. _____ | 5. _____ | 9. _____ |
| 2. _____ | 6. _____ | 10. _____ |
| 3. _____ | 7. _____ | 11. _____ |
| 4. _____ | 8. _____ | 12. _____ |

A. Pengukuran Massa Beban

Tabel 4.1 Massa Beban

Nomor Beban	m (kg)
m_1	
m_2	
m_3	
m_4	

B. Perhitungan Tetapan Gaya Pegas secara Statis

Persamaan tetapan gaya pegas secara statis adalah

$$k = \frac{mg}{\Delta x}$$

Keterangan:

k adalah tetapan gaya pegas (N/m)

m adalah massa beban (kg)

g adalah percepatan gravitasi bumi (m/s^2)

Δx adalah perubahan panjang pegas (m)

Contoh perhitungan tetapan gaya pegas secara statis:

$$k = \frac{mg}{\Delta x}$$

$$k = \frac{\text{---}}{\text{---}}$$

$$k = \frac{\text{---}}{\text{---}}$$

$$k = \text{---}$$

Sehingga nilai tetapan gaya pegas secara statis adalah

Tabel 4.2 Perhitungan Tetapan Gaya Pegas secara Statis Pegas 1

m (kg)	y_0 (m)	y (m)	Δx (m)	k (N/m)
	0			

Tabel 4.3 Perhitungan Tetapan Gaya Pegas secara Statis Pegas 2

m (kg)	y_0 (m)	y (m)	Δx (m)	k (N/m)
	0			

C. Perhitungan Tetapan Gaya Pegas secara Dinamis

Persamaan tetapan gaya pegas secara dinamis adalah

$$k = \frac{4\pi^2 m}{T^2}$$

Keterangan:

k adalah tetapan gaya pegas (N/m)

m adalah massa beban (kg)

T adalah periode getaran (s)

Contoh perhitungan tetapan gaya pegas secara dinamis:

$$k = \frac{4\pi^2 m}{T^2}$$

$$T = \frac{t}{n}$$

$$T = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$T =$$

$$T^2 =$$

$$k = \underline{\hspace{4cm}}$$

$$k = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$k =$$

Sehingga nilai tetapan gaya pegas secara dinamis adalah

Tabel 4.4 Perhitungan Tetapan Gaya Pegas secara Dinamis untuk Pegas 1

m_n	m (kg)	n	t (s)	T (s)	T^2 (s^2)	k (n/m)
1						
Rata-Rata						
2						
Rata-Rata						
3						
Rata-Rata						
4						
Rata-Rata						

Tabel 4.5 Perhitungan Tetapan Gaya Pegas secara Dinamis untuk Pegas 2

m_n	m (kg)	n	t (s)	T (s)	T^2 (s^2)	k (n/m)
1						
Rata-Rata						
2						
Rata-Rata						
3						
Rata-Rata						
4						
Rata-Rata						

D. Pengukuran Berulang

Pelaporan hasil pengukuran waktu berulang adalah

$$\bar{t} \pm \sigma$$

dengan

$$\bar{t} = \frac{\sum x}{n}$$

dan

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

Keterangan:

\bar{t} adalah nilai rata-rata hasil pengukuran waktu yang dilakukan

σ adalah ketidakpastian pengukuran berulang

Σt adalah jumlah data

n adalah banyak data

Contoh pelaporan hasil pengukuran berulang:

Perhitungan nilai rata-rata hasil pengukuran waktu yang dilakukan

$$\bar{t} = \frac{\Sigma t}{n}$$

$$\bar{t} = \frac{\quad + \quad + \quad + \quad +}{\quad}$$

$$\bar{t} =$$

Perhitungan ketidakpastian pengukuran berulang

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma(t - \bar{t})^2}{n}}$$

$$t_1 - \bar{t} =$$

$$(t_1 - \bar{t})^2 =$$

$$t_2 - \bar{t} =$$

$$(t_2 - \bar{t})^2 =$$

$$t_3 - \bar{t} =$$

$$(t_3 - \bar{t})^2 =$$

$$t_4 - \bar{t} =$$

$$(t_4 - \bar{t})^2 =$$

$$t_5 - \bar{t} =$$

$$(t_5 - \bar{t})^2 =$$

$$\Sigma(t - \bar{t})^2 =$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\quad}{\quad}}$$

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

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

$$\sigma =$$

Hasil pengukuran berulang adalah

$$\pm$$

Tabel 4.6 Pengukuran Waktu Berulang Pegas 1 m_1

Pengulangan	Hasil pengukuran (t) (s)	$(t - \bar{t})^2$
1		
2		
3		
	$\bar{t} =$	$\sigma =$
Hasil pengukuran		

Tabel 4.7 Pengukuran Waktu Berulang Pegas 1 m_2

Pengulangan	Hasil pengukuran (t) (s)	$(t - \bar{t})^2$
1		
2		
3		
	$\bar{t} =$	$\sigma =$
Hasil pengukuran		

Tabel 4.8 Pengukuran Waktu Berulang Pegas 1 m_3

Pengulangan	Hasil pengukuran (t) (s)	$(t - \bar{t})^2$
1		
2		
3		
	$\bar{t} =$	$\sigma =$
Hasil pengukuran		

Tabel 4.9 Pengukuran Waktu Berulang Pegas 1 m_4

Pengulangan	Hasil pengukuran (t) (s)	$(t - \bar{t})^2$
1		
2		
3		
	$\bar{t} =$	$\sigma =$
Hasil pengukuran		

Tabel 4.10 Pengukuran Waktu Berulang Pegas 2 m_1

Pengulangan	Hasil pengukuran (t) (s)	$(t - \bar{t})^2$
1		
2		
3		
	$\bar{t} =$	$\sigma =$
Hasil pengukuran		

Tabel 4.11 Pengukuran Waktu Berulang Pegas 2 m_2

Pengulangan	Hasil pengukuran (t) (s)	$(t - \bar{t})^2$
1		
2		
3		
	$\bar{t} =$	$\sigma =$
Hasil pengukuran		

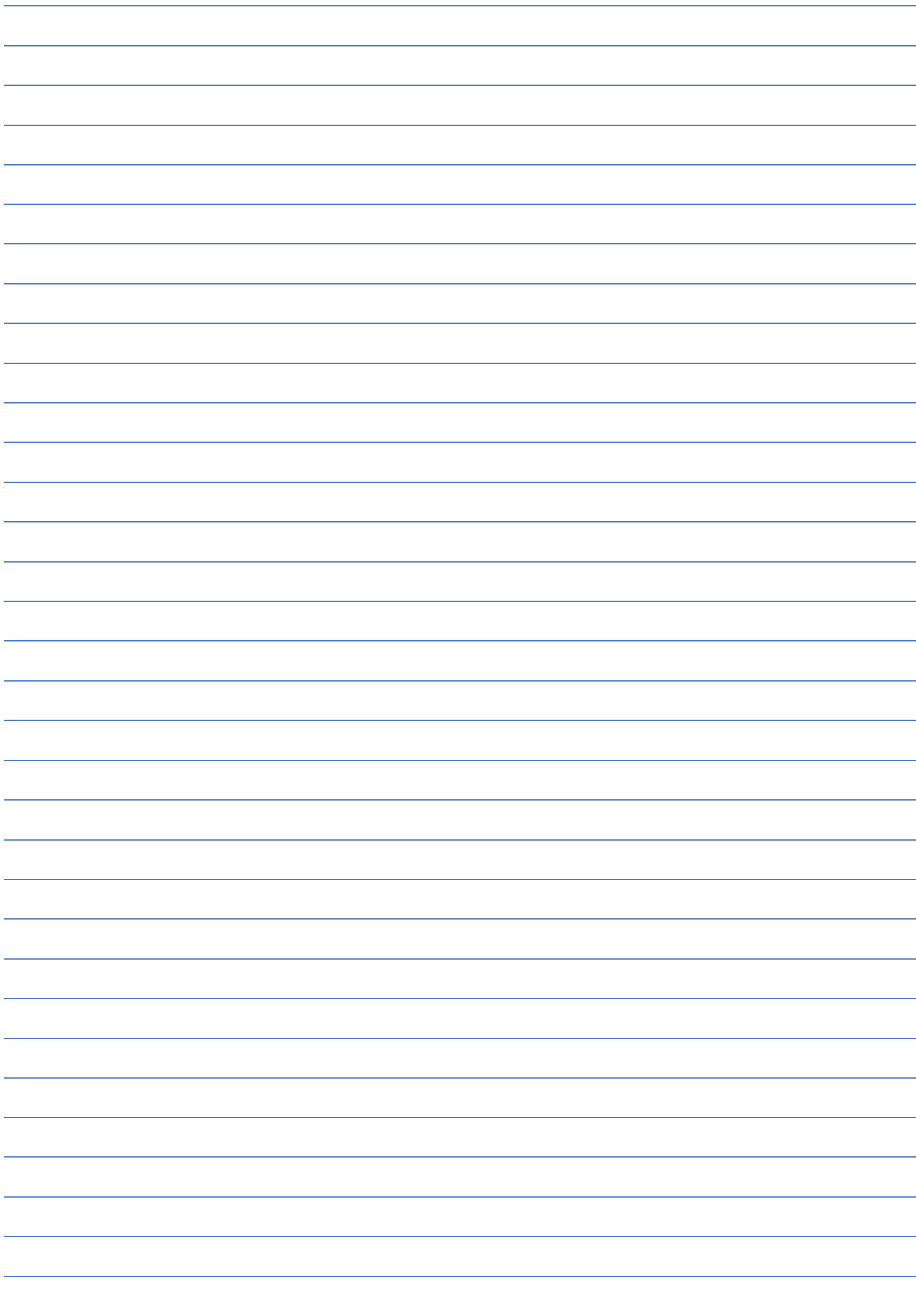
Tabel 4.12 Pengukuran Waktu Berulang Pegas 2 m_3

Pengulangan	Hasil pengukuran (t) (s)	$(t - \bar{t})^2$
1		
2		
3		
	$\bar{t} =$	$\sigma =$
Hasil pengukuran		

Tabel 4.13 Pengukuran Waktu Berulang Pegas 2 m_4

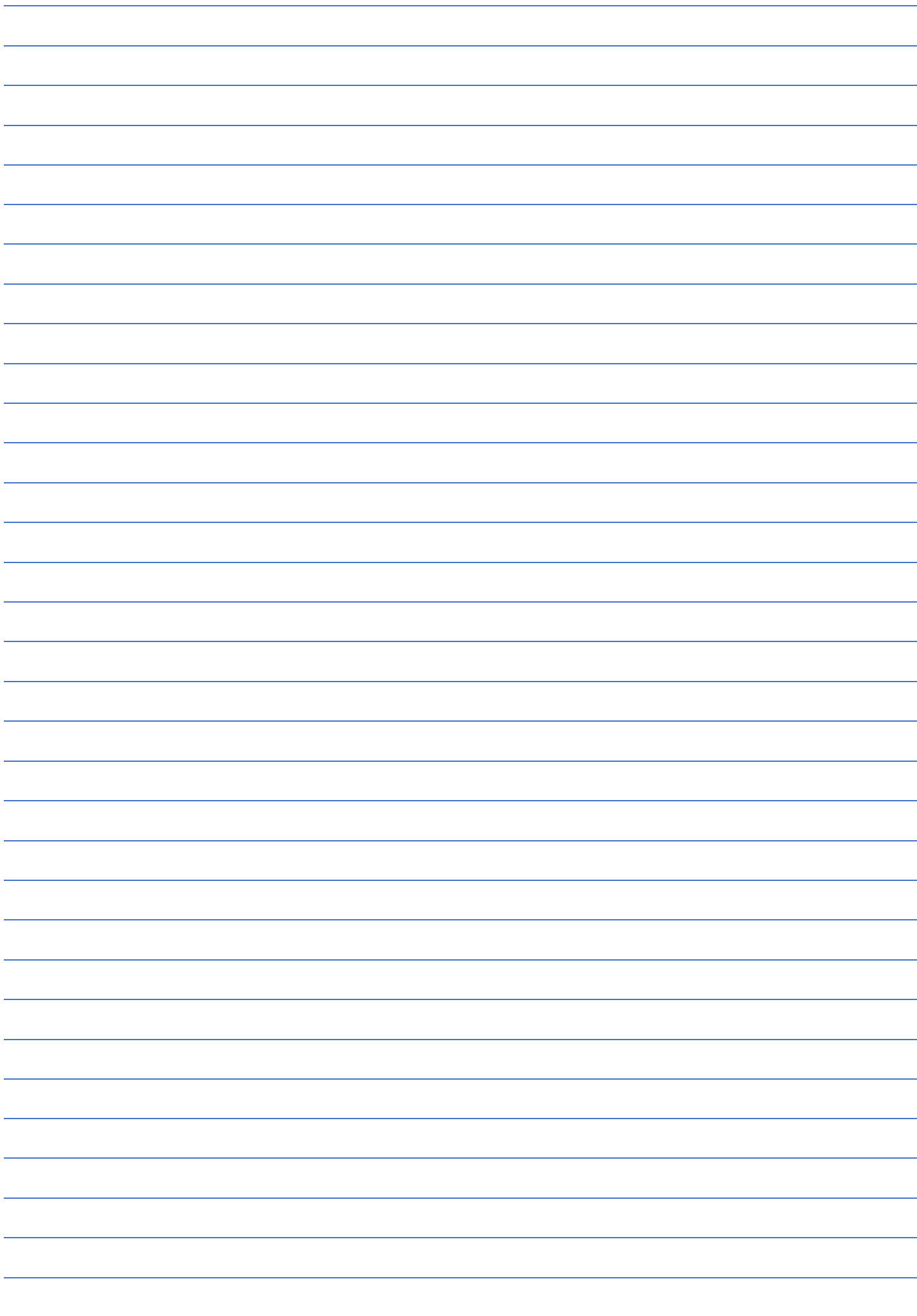
Pengulangan	Hasil pengukuran (t) (s)	$(t - \bar{t})^2$
1		
2		
3		
	$\bar{t} =$	$\sigma =$
Hasil pengukuran		

This image shows a full page of blank, white paper with horizontal blue ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, typical of notebook or legal stationery. There are no margins, text, or other markings present.



This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

[illegible]



MODUL 5
GERAK JATUH BEBAS
KODE MODUL: GJB

A. Tujuan

1. Memahami prinsip GLB dan GLBB
2. Menentukan nilai percepatan gravitasi bumi

B. Alat dan Bahan

1. Statif
2. Magnet pemegang bola logam
3. Gerbang cahaya 2 buah
4. Bola logam
5. Pencacah waktu, AT-01
6. Rol meter
7. Kabel penghubung
8. *Plumb bob*



Gambar 5.1 Set Alat Gerak Jatuh Bebas

C. Dasar Teori

Diketahui persamaan kinematika gerak untuk gerak benda dengan percepatan tetap a adalah:

$$x = v_0 t + \frac{1}{2} a t_1^2 \dots\dots\dots (5.1)$$

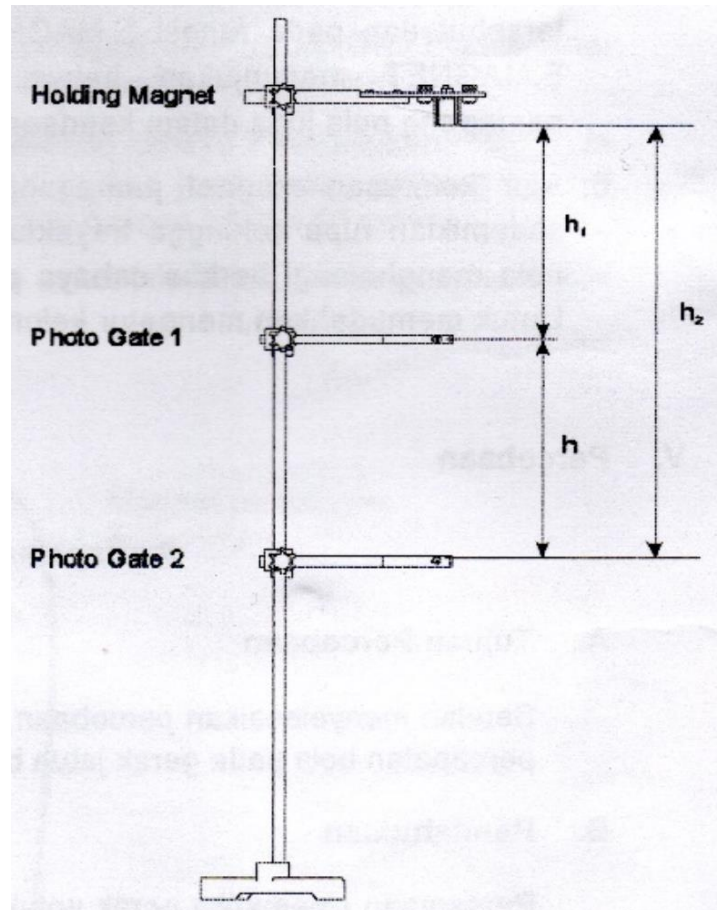
x adalah jarak tempuh benda (m)

v_0 adalah kecepatan awal benda (m/s)

t adalah waktu yang dihabiskan benda ketika bergerak dengan kecepatan awalnya (s)

a adalah percepatan tetap benda selama bergerak (m/s^2)

t_1 adalah waktu yang dihabiskan benda ketika bergerak dengan dipengaruhi oleh percepatannya (s)



Gambar 5.2 Prinsip Percobaan Gerak Jatuh Bebas

Sehingga pada sebuah benda yang bergerak jatuh bebas dengan percepatan g (g adalah percepatan gravitasi bumi) dan kecepatan awal adalah nol ($v_0 = 0$) berlaku persamaan sebagai berikut:

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \dots\dots\dots (5.2)$$

h adalah ketinggian tempat benda dijatuhkan (m)

g adalah percepatan gravitasi bumi (m/s^2)

t adalah waktu yang diperlukan benda untuk jatuh dari ketinggian h (s)

Jika persamaan (5.2) digunakan untuk gerbang cahaya 1 dan gerbang cahaya 2 (Gambar 5.2), maka diperoleh dua persamaan yang memberikan hubungan antara ketinggian dan waktu tempuh yang diperlukan oleh suatu benda ke masing-masing gerbang cahaya. Persamaan untuk gerbang cahaya 1 adalah:

$$h_1 = \frac{1}{2}gt_1^2 \dots\dots\dots (5.3)$$

h_1 adalah ketinggian tempat benda dijatuhkan (m)

g adalah percepatan gravitasi bumi (m/s^2)

t_1 adalah waktu yang diperlukan benda untuk jatuh dari ketinggian h_1 (s)

Untuk gerbang cahaya 2 memenuhi persamaan sebagai berikut:

$$h_2 = \frac{1}{2}gt_2^2 \dots\dots\dots (5.4)$$

h_2 adalah ketinggian tempat benda dijatuhkan (m)

g adalah percepatan gravitasi bumi (m/s^2)

t_2 adalah waktu yang diperlukan benda untuk jatuh dari ketinggian h_2 (s)

Dengan mengurangkan persamaan 4 dengan persamaan 3, maka diperoleh nilai percepatan gravitasi bumi sebagai berikut:

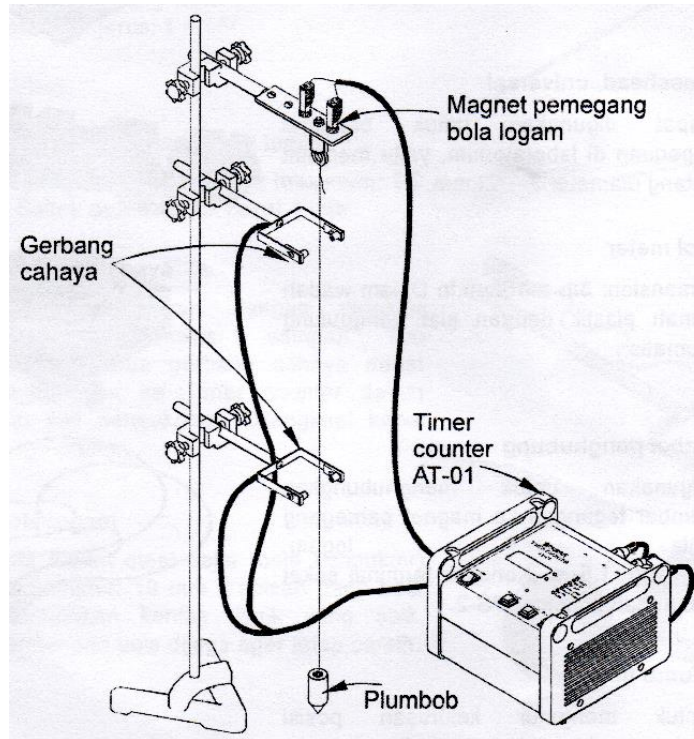
$$g = \frac{2(h_2-h_1)}{(t_2^2-t_1^2)} \dots\dots\dots (5.5)$$

Persamaan (5.5) digunakan untuk menentukan nilai percepatan jatuh bebas dan membuktikan bahwa nilai percepatan jatuh bebas bernilai sama dengan nilai percepatan gravitasi bumi.

D. Langkah Percobaan

1. Rangkai Set Alat Gerak Jatuh Bebas sesuai dengan Gambar 5.3. Pasang magnet pemegang bola pada bagian atas statif, gerbang cahaya pertama di tengah batang, dan gerbang cahaya kedua pada bagian paling bawah

2. Hubungkan magnet pemegang bola ke **output P1/E.Magnet** pada pencacah waktu AT-01 menggunakan kabel penghubung
3. Hubungkan gerbang cahaya 1 dan gerbang cahaya 2 secara berurutan pada terminal P1 dan P2 pada pencacah waktu. Atur jarak kedua gerbang cahaya sedemikian rupa sehingga jarak antara keduanya adalah 10 cm



Gambar 5.3 Rangkaian Alat Gerak Jatuh Bebas

Tanyakan pada asisten apakah rangkaian yang dibuat telah benar!

4. Pastikan pencacah waktu dalam keadaan mati, kemudian hubungkan pencacah waktu AT-01 ke soket sumber tegangan
5. Aktifkan pencacah waktu AT-01. Tekan tombol pemilih fungsi pada penghitung waktu beberapa kali sedemikian rupa sehingga timer berada pada fungsi ***Gravity Acceleration***. Pada keadaan tersebut lampu LED pada **E.Magnet** pencacah waktu akan menyala. LED menunjukkan bahwa sumber tegangan untuk magnet pemegang bola aktif sehingga dapat menarik benda-benda konduktor
6. Atur posisi magnet pemegang bola dan kedua gerbang cahaya sedemikian rupa sehingga ketika bola logam dijatuhkan, gerbang cahaya dapat dengan mudah mendeteksinya. Gunakan *plumb bob* untuk memudahkan pengaturan

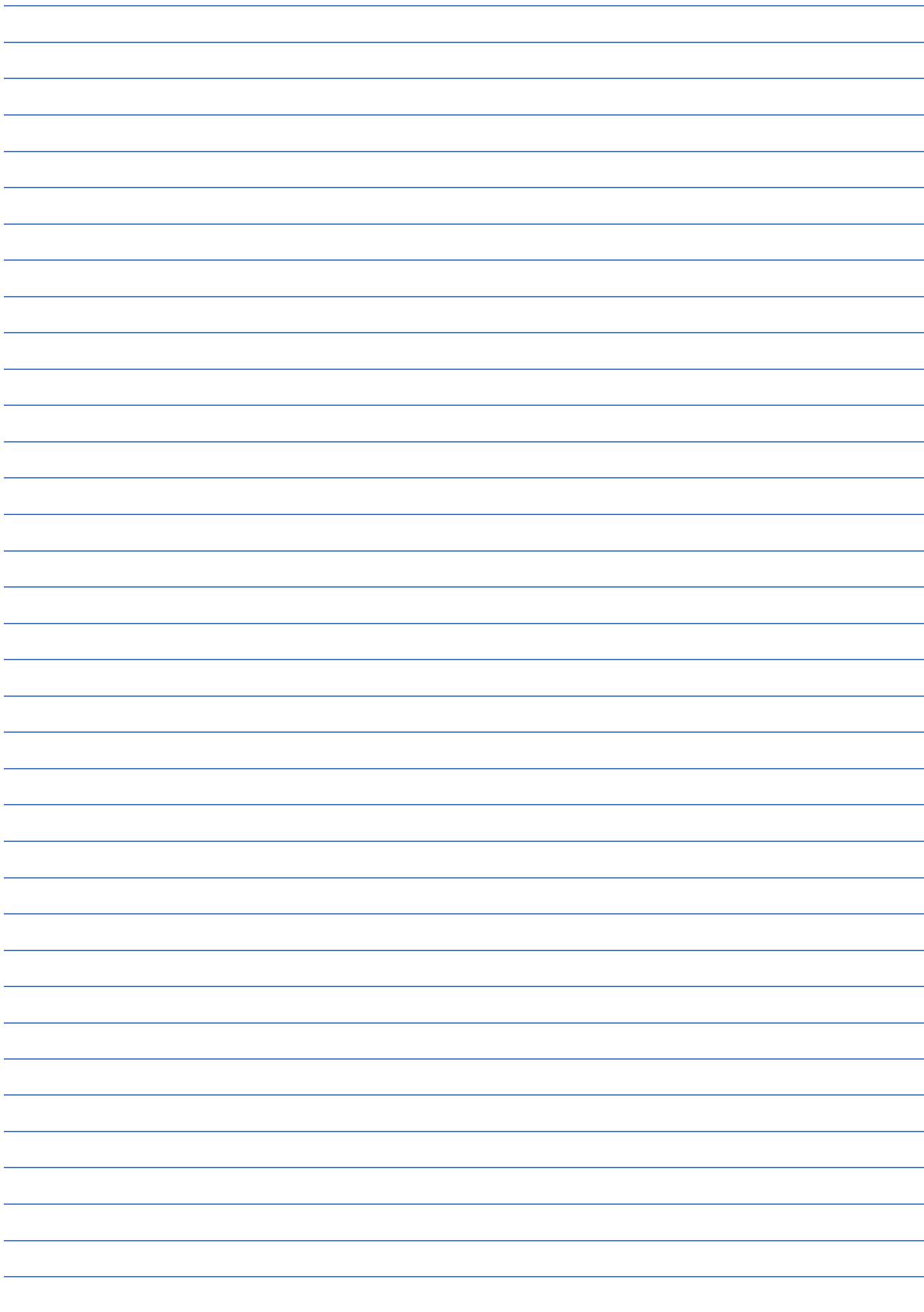
7. Pasang bola logam pada magnet pemegang bola'
8. Tekan tombol **E.Magnet**. Bola akan jatuh dan melewati 2 gerbang cahaya secara berurutan
9. Pewaktu akan menampilkan waktu tempuh bola pada gerbang cahaya 1 dan gerbang cahaya 2 secara berurutan. Catat hasil pengukuran waktu pada LKM!
10. Hitung percepatan gravitasi bumi berdasarkan percepatan benda jatuh dengan menggunakan persamaan (5.5)
11. Atur ulang timer dengan menekan tombol **FUNCTION** satu kali sedemikian rupa sehingga fungsi **E.Magnet** kembali aktif
12. Ulangi langkah 7-11 sebanyak 5 kali
13. Ulangi langkah 7-12 untuk jarak antar gerbang cahaya 1 dan gerbang cahaya 2 yang berbeda.

E. Uji Pemahaman

1. Periksa data percepatan yang diperoleh pada hasil perhitungan di LKM! Apakah besar percepatan jatuh bebas bola memiliki nilai yang sama atau berbeda pada jarak gerbang cahaya yang berbeda? Jelaskan jawaban Anda!
2. Berdasarkan hasil percobaan, benarkah dugaan prediksi teori bahwa percepatan jatuh bebas sama dengan percepatan gravitasi? Jelaskan jawaban Anda!

F. Tugas Pendahuluan

1. Kurangkan persamaan (5.4) dengan persamaan (5.3) sehingga diperoleh persamaan (5.5)!
2. Buktikan bahwa benda jatuh bebas memenuhi persamaan (5.2)!
3. Sebutkan hal-hal yang mempengaruhi percepatan gravitasi bumi!



Nama Anggota Kelompok:

- | | | |
|----------|----------|-----------|
| 1. _____ | 5. _____ | 9. _____ |
| 2. _____ | 6. _____ | 10. _____ |
| 3. _____ | 7. _____ | 11. _____ |
| 4. _____ | 8. _____ | 12. _____ |

A. Perhitungan Percepatan Gravitasi Bumi

Persamaan percepatan gravitasi bumi adalah

$$g = \frac{2(h_2 - h_1)}{(t_2^2 - t_1^2)}$$

Keterangan:

g adalah percepatan gravitasi bumi (m/s^2)

h_2 adalah ketinggian 2 tempat benda dijatuhkan (m)

h_1 adalah ketinggian 1 tempat benda dijatuhkan (m)

t_2 adalah waktu yang diperlukan benda untuk jatuh dari ketinggian h_2 (s)

t_1 adalah waktu yang diperlukan benda untuk jatuh dari ketinggian h_1 (s)

Contoh perhitungan percepatan gravitasi bumi:

$$g = \frac{2(h_2 - h_1)}{(t_2^2 - t_1^2)}$$

$$h_2 - h_1 = \quad - \quad$$

$$t_2^2 =$$

$$t_1^2 =$$

$$g = \frac{(\quad - \quad)}{\quad - \quad}$$

$$g = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$g =$$

Sehingga nilai percepatan gravitasi bumi adalah

Tabel 5.1 Perhitungan Nilai Percepatan Gravitasi Bumi Variasi 1

h_2 (m)	h_1 (m)	t_2 (s)	t_2^2 (s)	t_1 (s)	t_1^2 (s)	g (m/s ²)
Rata-Rata						

Tabel 5.2 Perhitungan Nilai Percepatan Gravitasi Bumi Variasi 2

h_2 (m)	h_1 (m)	t_2 (s)	t_2^2 (s)	t_1 (s)	t_1^2 (s)	g (m/s ²)
Rata-Rata						

B. Pengukuran Berulang

Pelaporan hasil pengukuran waktu berulang adalah

$$\bar{t} \pm \sigma$$

dengan

$$\bar{t} = \frac{\sum x}{n}$$

dan

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

Keterangan:

\bar{t} adalah nilai rata-rata hasil pengukuran waktu yang dilakukan

σ adalah ketidakpastian pengukuran berulang

Σt adalah jumlah data

n adalah banyak data

Contoh pelaporan hasil pengukuran berulang:

Perhitungan nilai rata-rata hasil pengukuran waktu yang dilakukan

$$\bar{t} = \frac{\sum t}{n}$$

$$\bar{t} = \frac{\quad + \quad + \quad + \quad +}{\quad}$$

$$\bar{t} =$$

Perhitungan ketidakpastian pengukuran berulang

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

$$t_1 - \bar{t} =$$

$$(t_1 - \bar{t})^2 =$$

$$t_2 - \bar{t} =$$

$$(t_2 - \bar{t})^2 =$$

$$t_3 - \bar{t} =$$

$$(t_3 - \bar{t})^2 =$$

$$t_4 - \bar{t} =$$

$$(t_4 - \bar{t})^2 =$$

$$t_5 - \bar{t} =$$

$$(t_5 - \bar{t})^2 =$$

$$\Sigma(t - \bar{t})^2 =$$

Tabel 5.4 Pengukuran t_1 Berulang Variasi 2

Pengulangan	Hasil pengukuran (t) (s)	$(t - \bar{t})^2$
1		
2		
3		
4		
5		
	$\bar{t} =$	$\sigma =$
Hasil pengukuran		

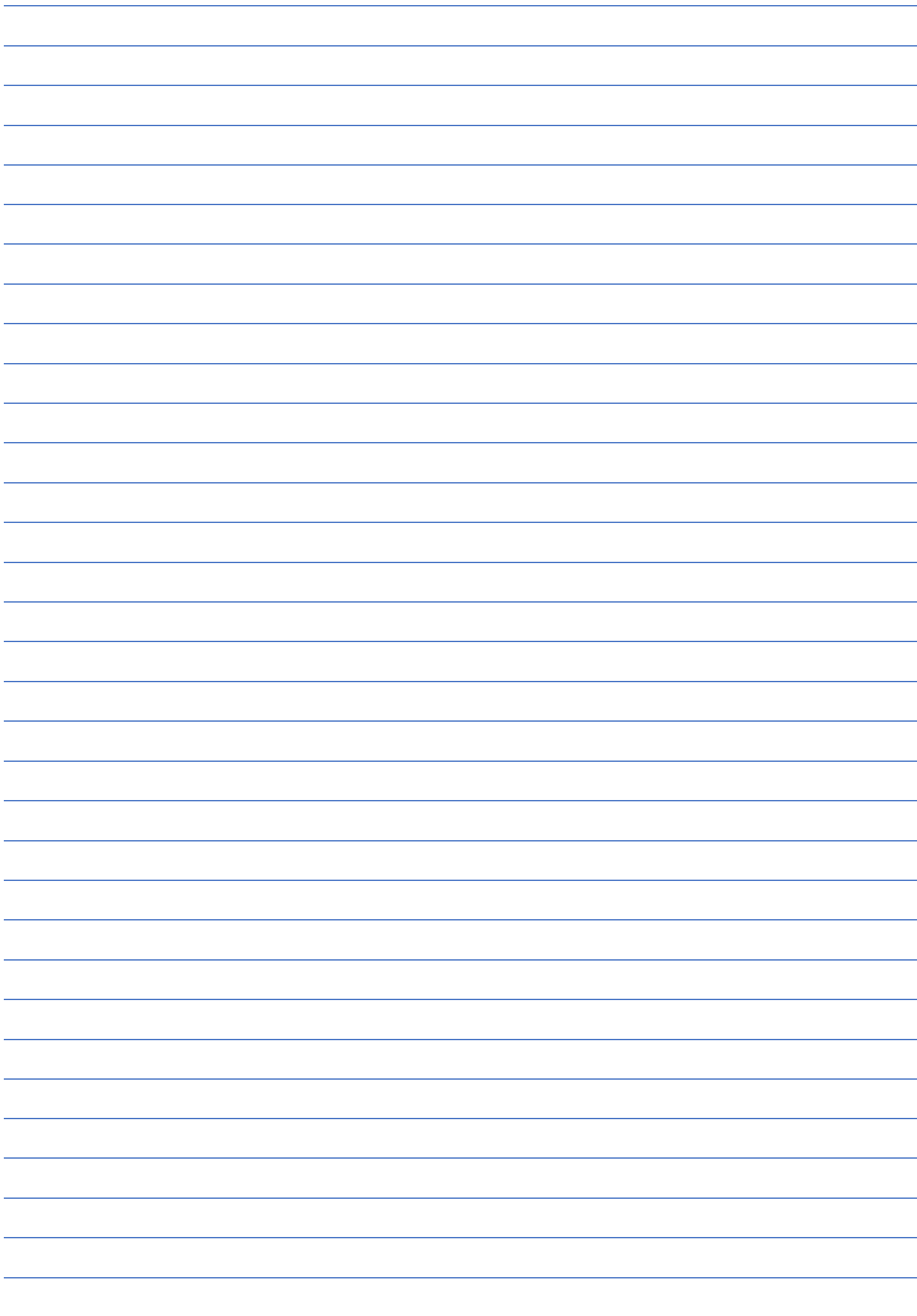
Tabel 5.5 Pengukuran t_2 Berulang Variasi 1

Pengulangan	Hasil pengukuran (t) (s)	$(t - \bar{t})^2$
1		
2		
3		
4		
5		
	$\bar{t} =$	$\sigma =$
Hasil pengukuran		

Tabel 5.6 Pengukuran t_2 Berulang Variasi 2

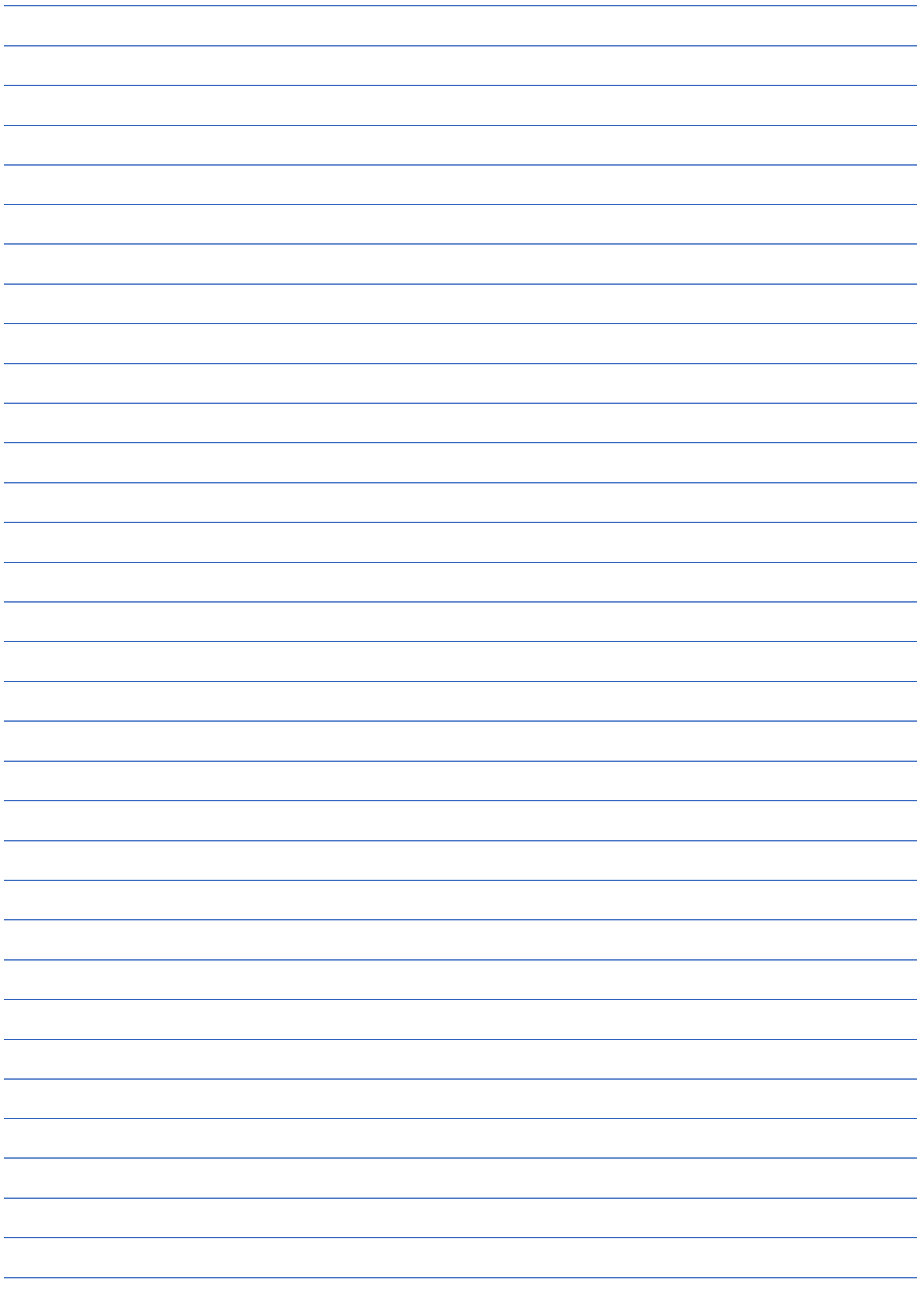
Pengulangan	Hasil pengukuran (t) (s)	$(t - \bar{t})^2$
1		
2		
3		
4		
5		
	$\bar{t} =$	$\sigma =$
Hasil pengukuran		

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.



[illegible]

[illegible]



MODUL 6
GERAK ROTASI
KODE MODUL: GRI

A. Tujuan

1. Menentukan kecepatan translasi gerak rotasi
2. Menentukan percepatan translasi gerak rotasi
3. Menentukan kecepatan sudut gerak rotasi
4. Menentukan percepatan sudut gerak rotasi
5. Menentukan tegangan tali gerak rotasi

B. Alat dan Bahan

1. Statif
2. Katrol
3. Beban
4. Tali
5. Stopwatch



Gambar 6.1 Set Alat Gerak Rotasi

C. Dasar Teori

Ketika silinder pejal berjari-jari r yang terpasang pada sumbu putarnya dan beban m digantung menggunakan tali melingkari cakram dan beban m berada pada ketinggian h dari lantai, maka kecepatan translasi dan percepatan translasi benda dapat diperoleh dengan mengukur waktu yang diperlukan

beban untuk bergerak dari keadaan diam sampai menyentuh lantai. Besar kecepatan rata-rata beban diberikan oleh:

$$\bar{v} = \frac{h}{t} \dots\dots\dots (9.1)$$

Dengan menggunakan persamaan kinematika gerak benda untuk kecepatan rata-rata pada kecepatan tetap maka diperoleh:

$$\bar{v} = \frac{v+v_0}{2} \dots\dots\dots (9.2)$$

Besar kecepatan akhir dengan kecepatan awal sama dengan nol ($v_0 = 0$) diberikan oleh:

$$\bar{v} = \frac{v}{2} \dots\dots\dots (9.3)$$

atau

$$v = 2\bar{v}$$

$$v = \frac{2h}{t} \dots\dots\dots (9.3)$$

dan kecepatan rotasi ω

$$\omega = \frac{v}{r}$$

$$\omega = \frac{2v}{r} \dots\dots\dots (9.4)$$

Dimana R adalah jari-jari sumbu. Percepatan translasi a adalah:

$$a = \frac{v}{t} \dots\dots\dots (9.5)$$

Massa beban yang digantung memiliki percepatan linier sebesar a . hubungan antara percepatan translasi dan percepatan rotasi adalah:

$$\alpha = \frac{a}{r} \dots\dots\dots (9.6)$$

Menggunakan Hukum Newton kedua diperoleh bahwa:

$$T = mg - ma \dots\dots\dots (9.7)$$

D. Langkah Percobaan

1. Gantung beban 250 *gram* dan atur agar ujung bawah beban berada pada ketinggian 124 *cm* di atas lantai.
2. Lepas beban dan segera stopwatch dihidupkan.
3. Matikan stopwatch ketika beban menyentuh lantai catat waktu atau durasi beban selama jatuh
4. Ulangi langkah 1-3 sebanyak 3 kali. Catat hasilnya pada LKM
5. Tambah beban 50 *gr* dan ulangi langkah 1-4 sebanyak 3 kali. Catat hasilnya pada LKM
6. Hitung kecepatan translasi beban.
7. Hitung percepatan translasi beban.
8. Hitung kecepatan sudut beban
9. Hitung percepatan sudut beban
10. Hitung tegangan tali untuk masing-masing beban

E. Uji Pemahaman

1. Apakah variasi massa beban berpengaruh terhadap percepatan sudut? Jelaskan!
2. Apakah ketinggian beban mempengaruhi nilai tegangan tali?

F. Tugas Pendahuluan

1. Jelaskan hubungan antara besaran-besaran berikut:
 - a. Kecepatan sudut dan kecepatan translasi
 - b. Percepatan sudut dan percepatan translasi
2. Berikan contoh alat yang menerapkan gerak rotasi dan jelaskan!

Nama Anggota Kelompok:

- | | | |
|----------|----------|-----------|
| 1. _____ | 5. _____ | 9. _____ |
| 2. _____ | 6. _____ | 10. _____ |
| 3. _____ | 7. _____ | 11. _____ |
| 4. _____ | 8. _____ | 12. _____ |

A. Perhitungan Kecepatan Translasi

Persamaan kecepatan translasi adalah

$$v = \frac{2h}{t}$$

Keterangan:

v adalah kecepatan translasi benda (m/s)

h adalah ketinggian benda dijatuhkan (m)

t adalah waktu yang diperlukan benda untuk menempuh jarak sebesar h (s)

Contoh perhitungan kecepatan translasi:

$$v = \frac{2h}{t}$$

$$v = \underline{\hspace{5cm}}$$

$$v =$$

Sehingga nilai kecepatan translasi benda adalah

B. Perhitungan Percepatan Translasi

Persamaan percepatan translasi adalah

$$a = \frac{2h}{t^2}$$

Keterangan:

a adalah percepatan translasi benda (m/s^2)

h adalah ketinggian beban dijatuhkan (m)

t adalah waktu yang diperlukan beban jatuh ke lantai (m)

Contoh perhitungan percepatan translasi:

$$a = \frac{2y}{t^2}$$

$$a = \underline{\hspace{4cm}}$$

$$a =$$

Sehingga nilai percepatan translasi adalah

C. Perhitungan Kecepatan Sudut

Persamaan kecepatan sudut adalah

$$\omega = \frac{v}{r}$$

Keterangan:

ω adalah kecepatan sudut benda (rad/s)

v adalah kecepatan translasi benda (m/s)

r adalah jari-jari putaran (m)

Contoh perhitungan kecepatan sudut:

$$\omega = \frac{v}{r}$$

$$\omega = \underline{\hspace{4cm}}$$

$$\omega =$$

Sehingga nilai kecepatan sudut benda adalah

D. Perhitungan Percepatan Sudut

Persamaan percepatan translasi adalah

$$a = \frac{a}{r}$$

Keterangan:

α adalah percepatan sudut benda (rad/s^2)

a adalah percepatan translasi benda (m/s^2)

r adalah jari-jari katrol (m)

Contoh perhitungan percepatan sudut:

$$\alpha = \frac{a}{r}$$

$$\alpha = \text{_____}$$

$$\alpha =$$

Sehingga nilai percepatan sudut benda adalah

E. Perhitungan Tegangan Tali

Persamaan tegangan tali adalah

$$T = m(g - a)$$

Keterangan:

T adalah tegangan tali (N)

m adalah massa benda (kg)

g adalah percepatan gravitasi bumi (m/s^2)

a adalah percepatan translasi benda (m/s^2)

Contoh perhitungan tegangan tali:

$$T = m(g - a)$$

$$T = \quad \quad \quad (\quad \quad - \quad \quad)$$

$$T = \quad \quad \quad (\quad \quad)$$

Sehingga nilai tegangan tali adalah

Tabel 6.1 Perhitungan Gerak Rotasi Massa 1

	Pengulangan		
	1	2	3
m (kg)			
r (m)			
h (m)			
t (s)			
v (m/s)			
a (m/s^2)			
ω (rad/s)			
α (rad/s^2)			
T (N)			

Tabel 6.2 Perhitungan Gerak Rotasi Massa 2

	Pengulangan		
	1	2	3
m (kg)			
r (m)			
h (m)			
t (s)			
v (m/s)			
a (m/s ²)			
ω (rad/s)			
α (rad/s ²)			
T (N)			

F. Pengukuran Berulang

Pelaporan hasil pengukuran waktu berulang adalah

$$\bar{t} \pm \sigma$$

dengan

$$\bar{t} = \frac{\sum x}{n}$$

dan

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

Keterangan:

\bar{t} adalah nilai rata-rata hasil pengukuran waktu yang dilakukan

σ adalah ketidakpastian pengukuran berulang

$\sum t$ adalah jumlah data

n adalah banyak data

Contoh pelaporan hasil pengukuran berulang:

Perhitungan nilai rata-rata hasil pengukuran waktu yang dilakukan

$$\bar{t} = \frac{\sum t}{n}$$

$$\bar{t} = \frac{\quad + \quad +}{\quad}$$

$$\bar{t} =$$

Perhitungan ketidakpastian pengukuran berulang

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

$$t_1 - \bar{t} =$$

$$(t_1 - \bar{t})^2 =$$

$$t_2 - \bar{t} =$$

$$(t_2 - \bar{t})^2 =$$

$$t_3 - \bar{t} =$$

$$(t_3 - \bar{t})^2 =$$

$$\sum (t - \bar{t})^2 =$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\quad}{\quad}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\quad}{\quad}}$$

$$\sigma = \sqrt{\quad}$$

$$\sigma =$$

Hasil pengukuran berulang adalah

$$\pm$$

Tabel 6.3 Pengukuran Waktu Berulang Gerak Rotasi Massa 1

Pengulangan	Hasil pengukuran (t) (s)	$(t - \bar{t})^2$
1		
2		
3		
	$\bar{t} =$	$\sigma =$
Hasil pengukuran		

Tabel 6.4 Pengukuran Waktu Berulang Gerak Rotasi Massa 2

Pengulangan	Hasil pengukuran (t) (s)	$(t - \bar{t})^2$
1		
2		
3		
	$\bar{t} =$	$\sigma =$
Hasil pengukuran		

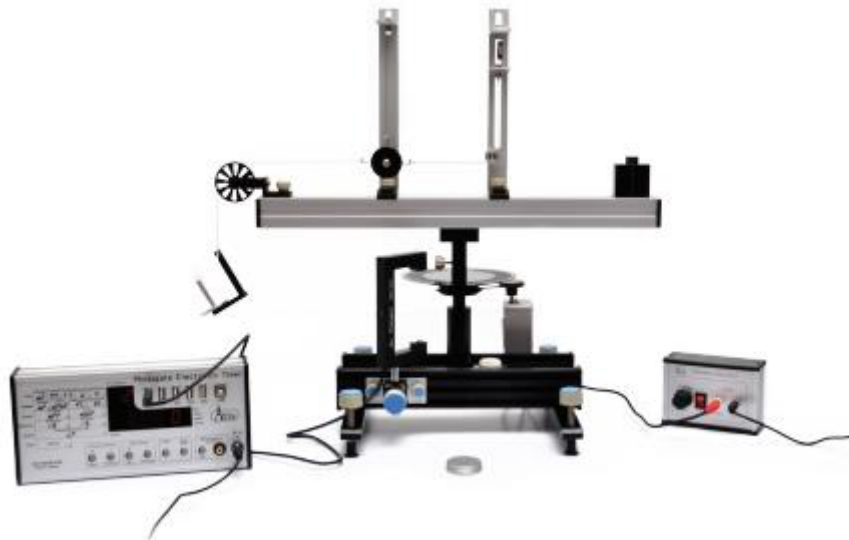
MODUL 7
GAYA SENTRIPETAL
KODE MODUL: GSL

A. Tujuan

Mempelajari hubungan antara gaya sentripetal, massa, jari-jari, dan kecepatan sudut pada gerak melingkar beraturan

B. Alat dan Bahan

1. Set alat gaya sentripetal



Gambar 7.1 Set Alat Gaya Sentripetal

C. Dasar Teori

Gerak melingkar beraturan adalah gerak melingkar suatu benda dengan kecepatan konstan karena benda melakukan gerak melingkar maka arah gerak benda tersebut berubah secara konstan dan bersinggungan dengan lingkaran arah percepatan a menuju pusat lingkaran dirumuskan dalam persamaan (10.1)

$$a = \frac{v^2}{r} \dots\dots\dots (10.1)$$

a adalah percepatan benda (m/s^2)

v adalah kecepatan benda (m/s)

r adalah jari-jari putar benda (m)

berdasarkan hukum 2 Newton tentang gerak, resultan gaya ke arah dalam $-F_s$ disebut gaya sentripetal. Arah percepatan a dan F_s menuju pusat lingkaran. Hubungan antara nilai gaya sentripetal F_s , masa m , periode putaran T , jari-jari r dan kecepatan sudut ω dirumuskan dalam persamaan (10.2)

$$F_s = \frac{mv^2}{r} \dots\dots\dots (10.2)$$

$$v = \frac{2\pi r}{T} \dots\dots\dots (10.3)$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \dots\dots\dots (10.4)$$

$$F_s = \frac{m(2\pi r)^2}{T^2 r} \dots\dots\dots (10.5)$$

$$F_s = \frac{4m\pi^2 r^2}{T^2 r} \dots\dots\dots (10.6)$$

$$F_s = \frac{4m\pi^2 r}{T^2} \dots\dots\dots (10.7)$$

F_s adalah gaya sentripetal (N)

m adalah massa beban yang digunakan (kg)

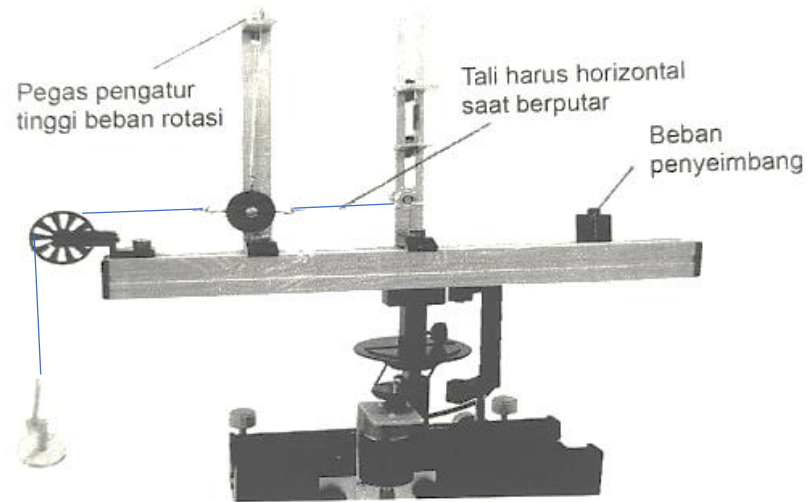
r adalah jarak antara indikator gaya dan statif rotasi (m)

T adalah periode rotasi benda (s)

Pada percobaan ini akan divariasikan nilai massa jari-jari dan gaya sentripetal melingkar beraturan. Dari setiap percobaan dengan perubahan nilai variabel, akan diukur nilai e untuk mengetahui hubungan antara gaya sentripetal F , massa m , jari-jari r dan kecepatan sudut.

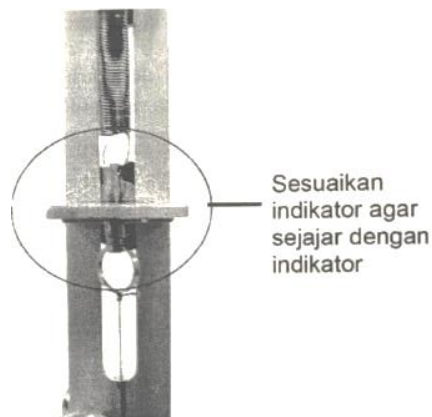
D. Langkah Percobaan

1. Gantungkan pemegang beban bentuk L dengan beban rotasi melalui katrol. Tambahkan 10 G sehingga diperoleh massa total 35 gram sesuai dengan Gambar 10.2.



Gambar 7.2 Beban Alat Sentripetal

2. Pastikan indikator sejajar sesuai dengan Gambar 10.3.



Gambar 7.3 Indikator Gaya

3. Nyalakan motor dan sesuaikan kecepatannya seperti Gambar 10.4.



Gambar 7.4 Motor Penggerak

4. Saat alat sentripetal berputar indikator merah bergerak ke bawah akibat gaya sentripetal atur kecepatan motor agar indikator merah sejajar dengan indikator lihat gambar 4 kedua objek yang sejajar menandakan bahwa gaya sentripetal sama dengan pengaturan beban standar.

Berhati-hatilah alat sentripetal yang sedang berputar saat melakukan pengamatan agar tidak melukai bagian tubuh.

5. Sebelum memulai percobaan biarkan motor menyala selama beberapa menit untuk pemanasan sehingga hasil percobaan akan lebih akurat.
6. Tekan **FUNCTION BUTTON** hingga menampilkan angka “12” yang menghitung jumlah putaran per menit dari alat gaya sentripetal RPM kemudian tekan reset untuk memulai percobaan. Catat nilai RPM pada LKM.
7. Tambahkan beban pada pemegang beban berbentuk L.
8. Ulangi langkah 3-5 untuk semua beban

E. Uji Pemahaman

1. Jelaskan pengaruh penambahan massa gantung dengan gaya sentripetal!
2. Jelaskan besaran yang mempengaruhi gaya sentripetal!

F. Tugas Pendahuluan

1. Jelaskan perbedaan gaya sentripetal dan gaya sentrifugal!
1. Apakah percepatan sudut α = kuadrat kecepatan sudut ω^2 ? Jelaskan!

Blank lined paper for writing.

Lembar Kerja Mahasiswa

Judul Praktikum:

Gaya Sentripetal

Nama : _____

NIM : _____

Kelas TPB : _____

Tanggal Praktikum : _____

Nama Asisten : _____

Nama Anggota Kelompok:

- | | | |
|----------|----------|-----------|
| 1. _____ | 5. _____ | 9. _____ |
| 2. _____ | 6. _____ | 10. _____ |
| 3. _____ | 7. _____ | 11. _____ |
| 4. _____ | 8. _____ | 12. _____ |

A. Perhitungan Gaya Sentripetal

Persamaan gaya sentripetal adalah

$$F_s = \frac{4m\pi^2 r}{T^2}$$

Keterangan:

F_s adalah gaya sentripetal (N)

m adalah massa beban yang digunakan (kg)

r adalah jarak antara indikator gaya dan statif rotasi (m)

T adalah periode rotasi benda (s)

Contoh perhitungan gaya sentripetal:

Menghitung nilai F_C :

$$F_C = m \times g$$

$$F_C =$$

$$F_C =$$

Menghitung nilai ω :

$$\omega = rpm \times 2\pi$$

$$\omega =$$

$$\omega =$$

Menghitung nilai T :

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$T = \frac{2\pi}{\quad}$$

$$T = \quad$$

Menghitung nilai F_S :

$$F_S = \quad$$

$$F_S = \quad$$

$$F_S = \quad$$

$$F_S = \quad$$

$$F_S = \quad$$

$$F_S = \quad$$

Sehingga nilai gaya sentripetal adalah

Tabel 7.1 Perhitungan Nilai Gaya Sentripetal Beban-1

m (kg)	g (m/s ²)	F_c (N)	r (m)	rpm (ppm)	ω (rad/s)	T (s)	F_s (N)
Rata-Rata							

Tabel 7.2 Perhitungan Nilai Gaya Sentripetal Beban-2

m (kg)	g (m/s ²)	F_C (N)	r (m)	rpm (ppm)	ω (rad/s)	T (s)	F_S (N)
Rata-Rata							

Tabel 7.3 Perhitungan Nilai Gaya Sentripetal Beban-3

m (kg)	g (m/s ²)	F_C (N)	r (m)	rpm (ppm)	ω (rad/s)	T (s)	F_S (N)
Rata-Rata							

Tabel 7.4 Perhitungan Nilai Gaya Sentripetal Beban-4

m (kg)	g (m/s ²)	F_C (N)	r (m)	rpm (ppm)	ω (rad/s)	T (s)	F_S (N)
Rata-Rata							

Tabel 7.5 Perhitungan Nilai Gaya Sentripetal Beban-5

m (kg)	g (m/s ²)	F_C (N)	r (m)	rpm (ppm)	ω (rad/s)	T (s)	F_S (N)
Rata-Rata							

Tabel 7.6 Perhitungan Nilai Gaya Sentripetal Beban-6

m (kg)	g (m/s ²)	F_C (N)	r (m)	rpm (ppm)	ω (rad/s)	T (s)	F_S (N)
Rata-Rata							

B. Pengukuran Berulang

Pelaporan hasil pengukuran kecepatan sudut (radian per menit) berulang adalah

$$\overline{rpm} \pm \sigma$$

dengan

$$\overline{rpm} = \frac{\sum x}{n}$$

dan

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (rpm - \overline{rpm})^2}{n}}$$

Keterangan:

\overline{rpm} adalah nilai rata-rata hasil pengukuran kecepatan sudut yang dilakukan (radian per menit)

σ adalah ketidakpastian pengukuran berulang

$\sum t$ adalah jumlah data

n adalah banyak data

Contoh pelaporan hasil pengukuran berulang:

Perhitungan nilai rata-rata hasil pengukuran waktu yang dilakukan

$$\overline{rpm} = \frac{\sum t}{n}$$

$$\overline{rpm} = \frac{\quad + \quad + \quad}{\quad}$$

$$\overline{rpm} =$$

Perhitungan ketidakpastian pengukuran berulang

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (rpm - \overline{rpm})^2}{n}}$$

$$rpm_1 - \overline{rpm} =$$

$$(rpm_1 - \overline{rpm})^2 =$$

$$rpm_2 - \overline{rpm} =$$

$$(rpm_2 - \overline{rpm})^2 =$$

$$rpm_3 - \overline{rpm} =$$

$$(rpm_3 - \overline{rpm})^2 =$$

$$rpm_4 - \overline{rpm} =$$

$$(rpm_4 - \overline{rpm})^2 =$$

$$rpm_5 - \overline{rpm} =$$

$$(rpm_5 - \overline{rpm})^2 =$$

$$\Sigma(rpm - \overline{rpm})^2 =$$

$$\sigma = \sqrt{\quad}$$

$$\sigma = \sqrt{\quad}$$

$$\sigma = \sqrt{\quad}$$

$$\sigma =$$

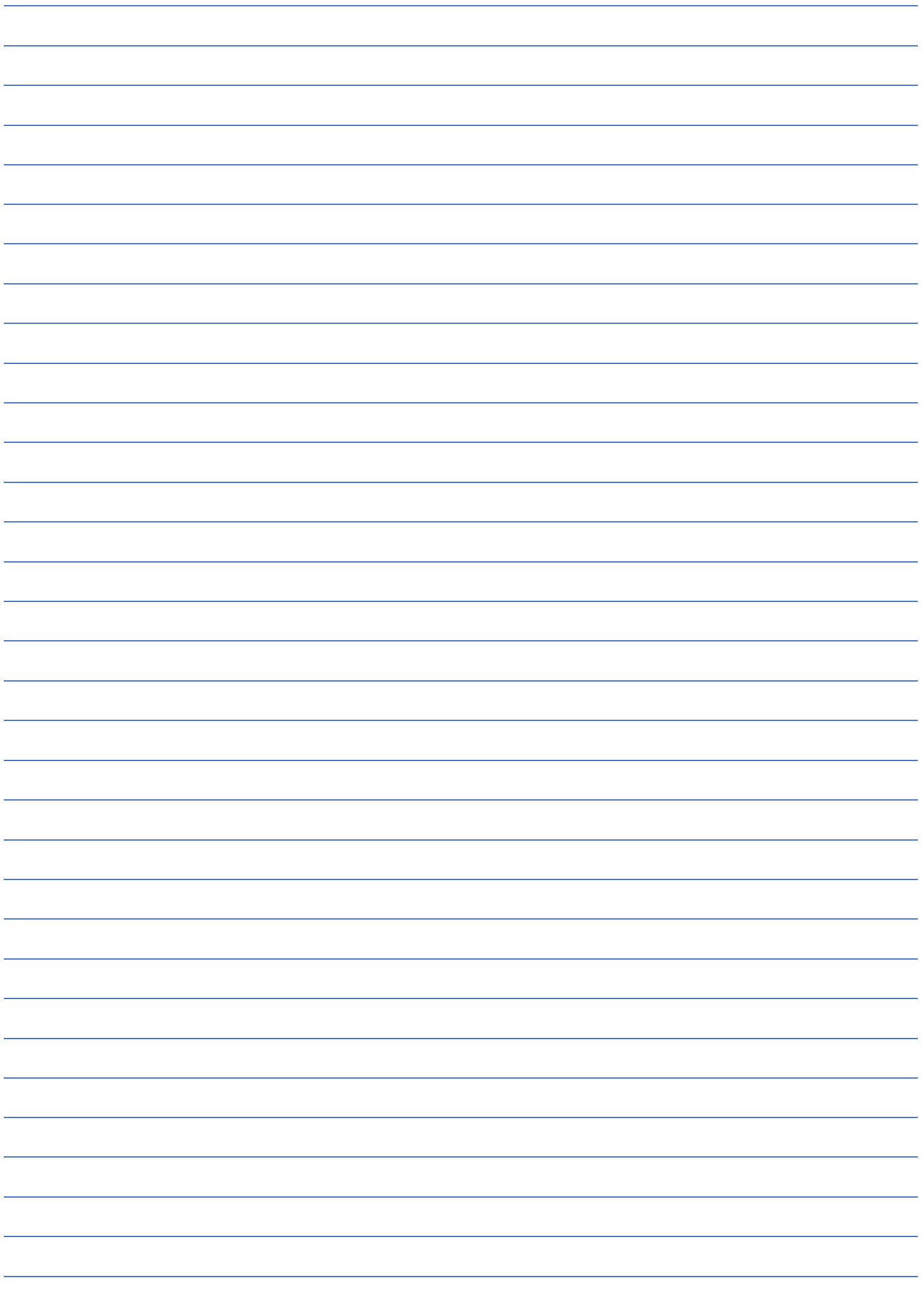
Hasil pengukuran berulang adalah

\pm

[illegible]

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

[illegible]



MODUL 8

REL UDARA

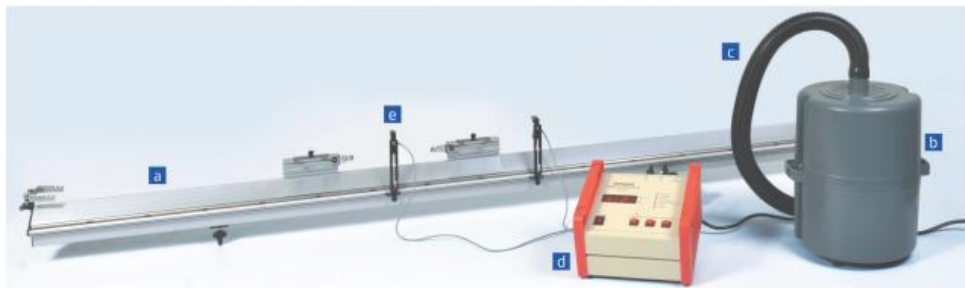
KODE MODUL: RUA

A. Tujuan

1. Membuktikan Hukum Kekekalan Momentum
2. Mampu membedakan tumbukan elastis dan tumbukan tidak elastis

B. Alat dan Bahan

1. Set alat rel udara
2. Blower
3. Pencacah waktu AT-02



Gambar 8.1 Set Alat Rel Udara

C. Dasar Teori

Ditinjau tumbukan antara dua benda yang bermassa m_a dan m_b seperti diperlihatkan dalam Gambar 11.1. Dalam selang tumbukan yang sangat singkat kedua benda saling memberikan gaya pada yang lainnya. Menurut Hukum Newton ke-3, pada setiap saat gaya F_a yaitu gaya yang bekerja pada benda A oleh benda B sama besar dan berlawanan arah dengan gaya F_b yaitu gaya pada benda B oleh benda A.



Gambar 8.2 Tumbukan 2 benda bermassa

Perubahan momentum benda A akibat tumbukan ini adalah:

$$\Delta p_A = \int_{t_1}^{t_2} F_A dt \dots\dots\dots (11.1)$$

$$\Delta p_A = \overline{F_A} \Delta t \dots\dots\dots (11.2)$$

Δp_A adalah perubahan momentum benda A ($kg.m/s$)

F_A adalah gaya benda A (N)

$\overline{F_A}$ adalah gaya rata-rata tumbukan benda A (N)

Δt adalah selang waktu tumbukan benda (s)

Perubahan momentum benda B akibat tumbukan ini adalah:

$$\Delta p_B = \int_{t_1}^{t_2} F_B dt \dots\dots\dots (11.3)$$

$$\Delta p_B = \overline{F_B} \Delta t \dots\dots\dots (11.4)$$

Δp_B adalah perubahan momentum benda B ($kg.m/s$)

F_B adalah kecepatan benda (m/s)

$\overline{F_A}$ adalah gaya rata-rata tumbukan benda A (N)

Δt adalah selang waktu tumbukan benda (s)

Jika tidak ada gaya luar yang bekerja maka berlaku:

$$\overline{F_A} = -\overline{F_B} \dots\dots\dots (11.5)$$

sehingga

$$\Delta p_A = \Delta p_B \dots\dots\dots (11.6)$$

Apabila benda A dan benda B dianggap sebagai sebuah sistem terisolasi maka berlaku:

$$p = p_A + p_B \dots\dots\dots (11.7)$$

$$\Delta p = \Delta p_A + \Delta p_B \dots\dots\dots (11.8)$$

Δp_B adalah perubahan momentum benda B ($kg.m/s$)

F_B adalah kecepatan benda (m/s)

Δt adalah selang waktu tumbukan benda (s)

Jika tidak ada gaya luar yang bekerja maka tumbukan tidak mempengaruhi momentum total sistem. Misalkan dua buah benda A dan B dengan massa m_a dan m_b bergerak dengan kecepatan v_A dan v_B . Kecepatan benda setelah

tumbukan v'_A dan v'_B . Hukum kekekalan momentum dapat kita Tuliskan sebagai persamaan 11.9

$$m_A v_A + m_B v_B = m_A v'_A + m_B v'_B \dots\dots\dots (11.8)$$

m_A adalah massa benda A (*kg*)

v_A adalah kecepatan benda A sebelum tumbukan (*m/s*)

m_B adalah massa benda B (*kg*)

v_B adalah kecepatan benda B sebelum tumbukan (*m/s*)

v'_A adalah kecepatan benda A setelah tumbukan (*m/s*)

v'_B adalah kecepatan benda B setelah tumbukan (*m/s*)

Jika kecepatan kedua sistem sebelum dan sesudah tumbukan dapat terukur, maka hukum kekekalan momentum dapat dibuktikan. Tumbukan dibagi menjadi 2 jenis, yakni:

1. Tumbukan Lenting Sempurna

$$m_B v_B = m_A v'_A + m_B v'_B$$

2. Tumbukan Lenting Sebagian
3. Tumbukan Tidak Lenting Sama Sekali

$$m_B v_B = (m_A + m_B) v'$$

D. Langkah Percobaan

1. Atur agar kereta memiliki massa yang sama dengan cara memberikan beban yang sama pada setiap kereta.
2. Hubungkan 2 gerbang cahaya dengan pencacah waktu AT-02.
3. Nyalakan pencacah waktu AT-02.
4. Atur agar pencacah waktu pada fungsi collision.
5. Letakkan kereta diatas rel
6. Kereta dalam keadaan diam di antara dua gerbang cahaya.
7. Dorong kereta B sehingga bergerak dengan kecepatan v_B yang besarnya dapat diukur melalui gerbang cahaya 2.
8. Tahan kereta sehingga hanya satu kali melewati gerbang cahaya.
9. Ulangi langkah 5-8 sebanyak 3 kali.
10. Amati waktu kereta melewati gerbang cahaya kemudian tekan tombol change over untuk merubah data kecepatan catat hasilnya pada LKM.

11. Ulangi langkah diatas untuk massa kereta yang berbeda

E. Uji Pemahaman

1. Berdasarkan perhitungan hasil percobaan, apakah hasil percobaan menunjukkan hukum kekekalan momentum berlaku? Jelaskan!
2. Apakah jarak berpengaruh terhadap kekekalan momentum? Jelaskan!
3. Sebutkan syarat-syarat yang harus dipenuhi agar hukum kekekalan momentum berlaku!

F. Tugas Pendahuluan

1. Jelaskan perbedaan dan hubungan antara momentum dan impuls
2. Jelaskan Hukum Kekekalan Momentum!

Lembar Kerja Mahasiswa

Judul Praktikum:

Rel Udara

Nama : _____

NIM : _____

Kelas TPB : _____

Tanggal Praktikum : _____

Nama Asisten : _____

Nama Anggota Kelompok:

- | | | |
|----------|----------|-----------|
| 1. _____ | 5. _____ | 9. _____ |
| 2. _____ | 6. _____ | 10. _____ |
| 3. _____ | 7. _____ | 11. _____ |
| 4. _____ | 8. _____ | 12. _____ |

A. Perhitungan Nilai Momentum

Persamaan momentum adalah

$$p = mv$$

Keterangan:

p adalah momentum benda ($kg \cdot m/s$)

m adalah massa benda yang digunakan (kg)

v adalah kecepatan benda bergerak (m/s)

Contoh perhitungan momentum:

$$p = m \times v$$

$$p =$$

$$p =$$

Maka nilai momentum benda adalah:

Tabel 8.1 Perhitungan Nilai Momentum Sebelum Tumbukan

No.	Benda A			Benda B		
	m (kg)	v (m/s)	p ($kg \cdot m/s$)	m (kg)	v (m/s)	p ($kg \cdot m/s$)
1	0.025			0.025		
2						
3						

Tabel 8.2 Perhitungan Nilai Momentum Setelah Tumbukan

No.	Benda A			Benda B		
	m (kg)	v (m/s)	p (kg.m/s)	m (kg)	v (m/s)	p (kg.m/s)
1	0.025			0.025		
2						
3						

Tabel 8.3 Perhitungan Nilai Momentum Sebelum Tumbukan

No.	Benda A			Benda B		
	m (kg)	v (m/s)	p (kg.m/s)	m (kg)	v (m/s)	p (kg.m/s)
1	0.05			0.05		
2						
3						

Tabel 8.4 Perhitungan Nilai Momentum Setelah Tumbukan

No.	Benda A			Benda B		
	m (kg)	v (m/s)	p (kg.m/s)	m (kg)	v (m/s)	p (kg.m/s)
1	0.05			0.05		
2						
3						

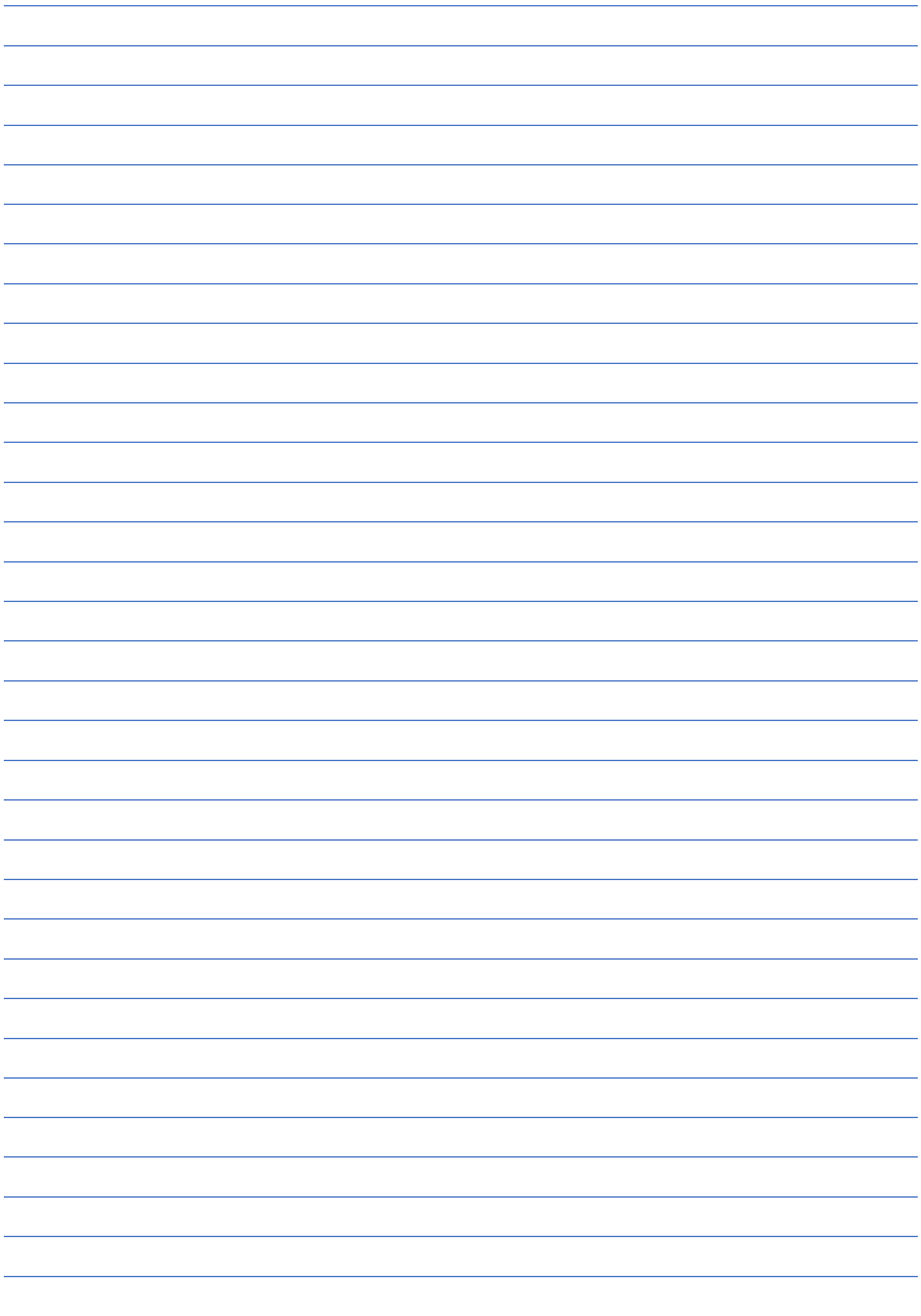
Tabel 8.5 Perhitungan Nilai Momentum Sebelum Tumbukan

No.	Benda A			Benda B		
	m (kg)	v (m/s)	p (kg.m/s)	m (kg)	v (m/s)	p (kg.m/s)
1	0.025			0.05		
2						
3						

Tabel 8.6 Perhitungan Nilai Momentum Setelah Tumbukan

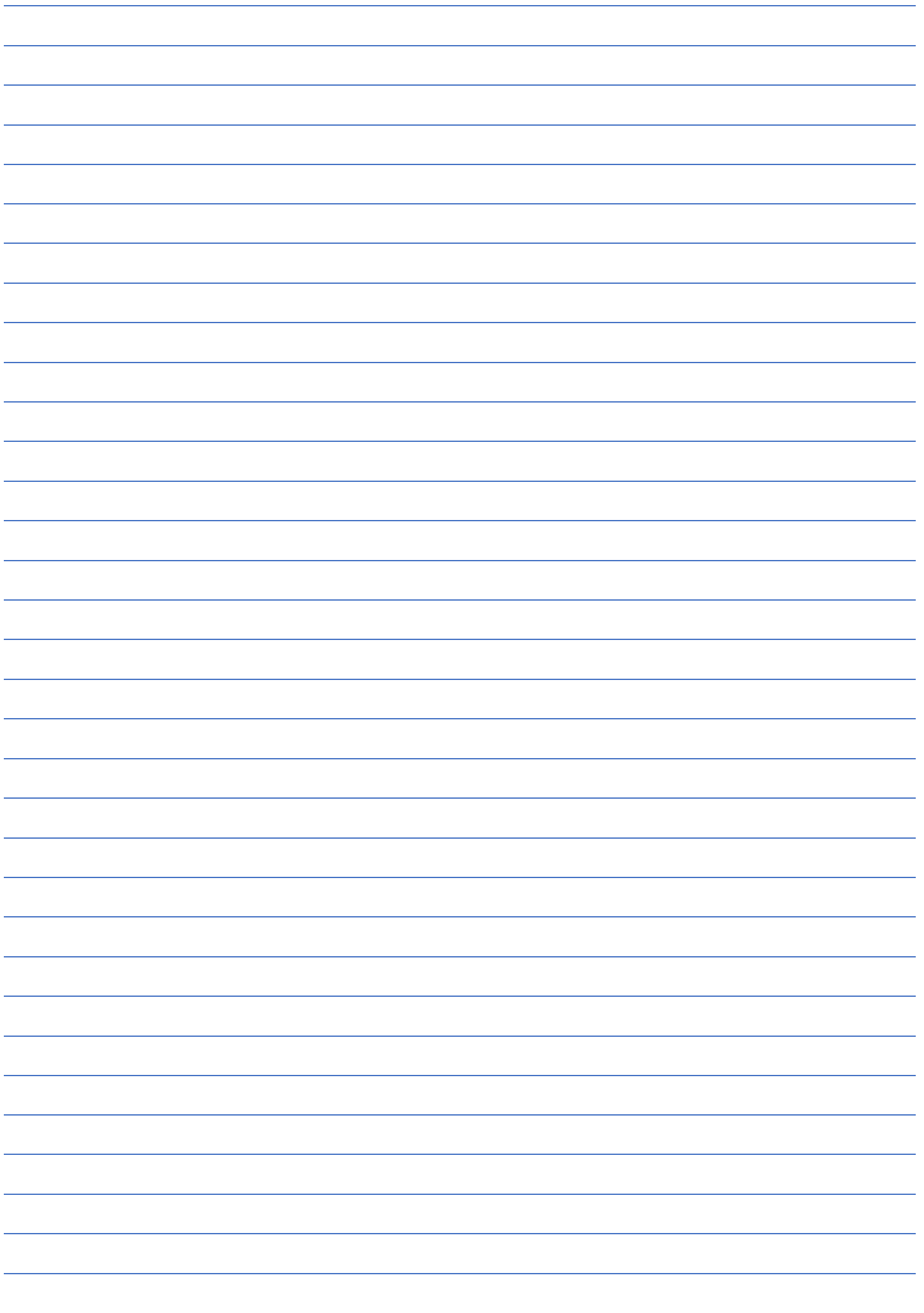
No.	Benda A			Benda B		
	m (kg)	v (m/s)	p (kg.m/s)	m (kg)	v (m/s)	p (kg.m/s)
1	0.025			0.05		
2						
3						

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.



This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

[illegible]



MODUL 9
RESONANSI
KODE MODUL: RSN

A. Tujuan

Mampu menentukan kecepatan bunyi di udara menggunakan alat tabung resonansi

B. Alat dan Bahan

1. Tabung resonansi
2. Mikrofon
3. *Sound level meter*
4. Osiloskop
5. Pembangkit frekuensi audio



Gambar 9.1 Set Alat Resonansi

C. Dasar Teori

Kecepatan penjalaran bunyi atau biasa disebut laju bunyi bergantung pada parameter fisis medium, laju bunyi pada suatu medium dapat diketahui Jika frekuensi dan panjang gelombang bunyi diketahui. hubungan antara parameter fisis tersebut dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$v = \lambda f \dots\dots\dots (12.1)$$

v adalah kecepatan rambat gelombang (m/s)

λ adalah panjang gelombang (m)

f adalah frekuensi gelombang (Hz)

Pada percobaan ini frekuensi bunyi dapat diperoleh dari pengeras suara yang dihubungkan dengan pembangkit frekuensi audio. panjang gelombang bunyi diukur pada tabung resonansi pada keadaan resonansi. resonansi ditandai oleh intensitas bunyi yang terdengar lebih keras dibandingkan pada keadaan lainnya pada panjang tabung tertentu. Resonansi adalah fenomena gelombang berdiri pada kolom dan terjadi ketika panjang kolom adalah sebagai berikut:

$$\frac{\lambda}{4}, \frac{3\lambda}{4}, \frac{5\lambda}{4}, \dots \dots \dots (12.1)$$

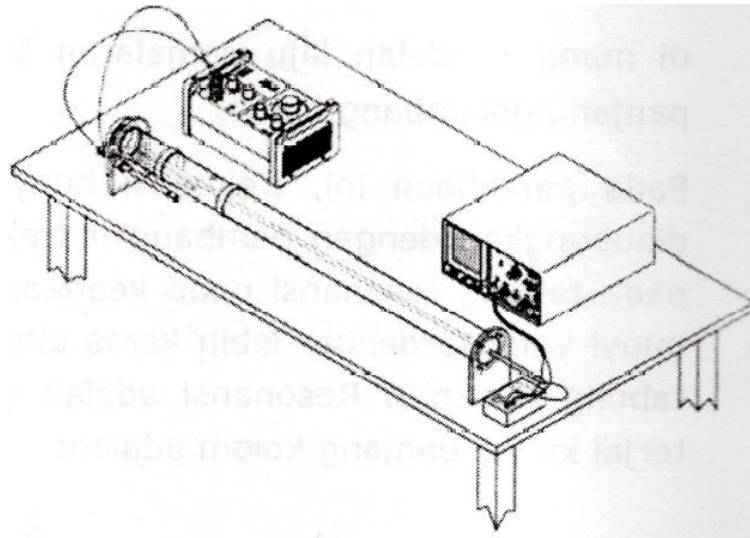
Panjang gelombang bunyi. permukaan piston merupakan posisi perut gelombang simpangan karena udara tidak bebas untuk bergerak longitudinal. pada bagian tabung yang terbuka terjadi simpul, tetapi simpul yang sebenarnya berada sedikit di luar tabung pada jarak sekitar $0.6 r$ dari ujung tabung, dimana r adalah jari-jari tabung. koreksi ujung tabung ini dapat ditambahkan untuk memperoleh nilai yang lebih baik jika hanya satu keadaan resonansi yang dapat diukur, tetapi hal ini biasanya lebih sesuai untuk mengurangi kesalahan pada resonansi pertama $\lambda/4$ dibandingkan pada resonansi kedua ($3\lambda/4$), ketiga ($5\lambda/4$), dst.

Pada percobaan ini, anda akan mengukur laju bunyi titik anda akan mengatur frekuensi bunyi dan panjang tabung L untuk resonansi tabung selanjutnya pada keadaan resonansi anda akan mengukur jarak antara simpul gelombang berdiri. jarak ini memberikan informasi tentang panjang gelombang bunyi λ yang diberikan titik frekuensi dapat diketahui dari pembangkit frekuensi audio dan laju bunyi dapat dihitung menggunakan persamaan (12.1).

D. Langkah Percobaan

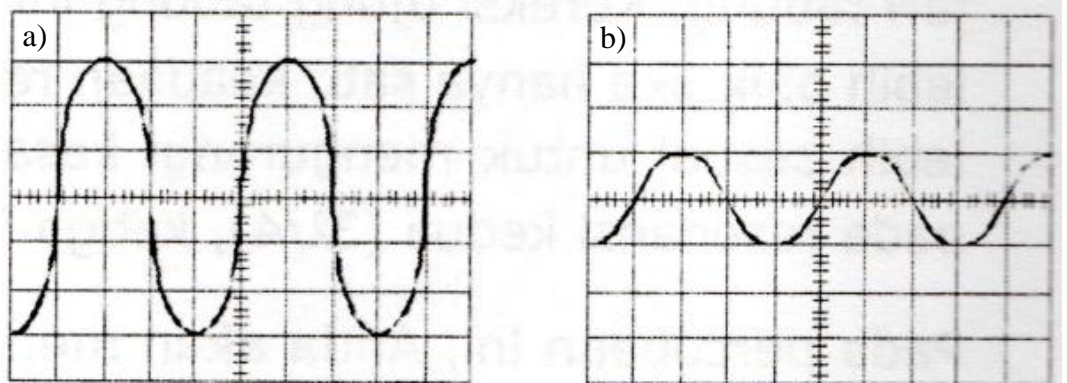
1. Rangkaian tabung resonansi pembangkit frekuensi audio dan osiloskop seperti gambar 12.2. Hubungkan mikrofon kecil osiloskop . pengeras suara ke pembangkit frekuensi audio dan microphone ke penguat atau

pembangkit frekuensi audio ke bentuk gelombang sinus. piston berada di ujung tabung yang terbuka.



Gambar 9.2 Rangkaian Percobaan

2. Hidupkan pembangkit frekuensi audio, osiloskop, dan penguat pada tabung resonansi.
3. Atur frekuensi pada pembangkit frekuensi audio pada 500hz.
4. Gerakan piston dan microphone secara perlahan menjauhi sumber bunyi untuk mengatur panjang tabung resonansi. gerakan piston dan mikrofon sampai terjadi resonansi pada tabung titik pada saat menggerakkan piston dan mikrofon pada layar osiloskop dapat diamati perubahan amplitudo jejak sinyal. pada jarak tertentu amplitudo yang teramati minimum, posisi tersebut adalah perut untuk gelombang simpangan. dan pada posisi lainnya amplitudo jejak maksimum, posisi ini adalah simpul untuk gelombang simpangan. jika jejak sinyal pada osiloskop terlalu rendah atau terlalu tinggi, ubah skala penguat pada osiloskop.
5. Ketika intensitas bunyi terdengar keras, gelombang berdiri terjadi di dalam tabung titik jangan ubah frekuensi dan posisi piston. gerakan mikrofon untuk mencari letak perut dan simpul gambar 12.3



Gambar 9.3 Tampilan osiloskop. (a) Simpul Gelombang Simpangan (Amplitudo Maksimum). (b) Simpul Gelombang Simpangan (Amplitudo Maksimum)

6. Ukur letak posisi simpul dan perut dari ujung tabung dan catat hasil pengukuran pada tabel 1 panjang yang diukur dalam satuan meter.
7. Ulangi langkah 1 sampai 5 pada frekuensi lain, temukan posisi simpul simpul dan perut perut pada gelombang berdiri yang didapatkan.

E. Uji Pemahaman

1. Apakah kerapatan dan temperatur udara hal yang mempengaruhi kecepatan bunyi di udara? Berikan alasan Anda!
2. Apakah besar frekuensi berpengaruh terhadap kecepatan bunyi di udara? berikan alasannya!

F. Tugas Pendahuluan

1. Jelaskan perbedaan getaran dan gelombang!
2. Jelaskan perbedaan antara gelombang longitudinal dan transversal! Dan berikan contoh untuk setiap jenis gelombang tersebut!



Lembar Kerja Mahasiswa

Judul Praktikum:

Resonansi

Nama : _____

NIM : _____

Kelas TPB : _____

Tanggal Praktikum : _____

Nama Asisten : _____

Nama Anggota Kelompok:

- | | | |
|----------|----------|-----------|
| 1. _____ | 5. _____ | 9. _____ |
| 2. _____ | 6. _____ | 10. _____ |
| 3. _____ | 7. _____ | 11. _____ |
| 4. _____ | 8. _____ | 12. _____ |

A. Perhitungan Cepat Rambat Gelombang

Persamaan cepat rambat gelombang adalah

$$v = \lambda f$$

Keterangan:

v adalah cepat rambat gelombang (m/s)

λ adalah panjang gelombang (m)

f adalah frekuensi gelombang (Hz)

Contoh perhitungan cepat rambat gelombang:

$$v = \lambda f$$

$$v =$$

$$v =$$

Sehingga nilai cepat rambat gelombang adalah

Tabel 9.1 Posisi Simpul dan Perut

f (Hz)	Posisi simpul ke-1 (m)	Posisi simpul ke-2 (m)	Posisi perut ke-1 (m)	Posisi perut ke-2 (m)
500				
Rata-Rata				
700				
Rata-Rata				

Tabel 9.2 Perhitungan Cepat Rambat Gelombang

f (Hz)	λ berdasarkan simpul (m)	v berdasarkan simpul (m/s)	λ berdasarkan perut (m)	v berdasarkan perut (m/s)
500				
Rata-Rata				
700				
Rata-Rata				

B. Pengukuran Berulang

Pelaporan hasil pengukuran panjang berulang adalah

$$\bar{l} \pm \sigma$$

dengan

$$\bar{l} = \frac{\sum x}{n}$$

dan

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(l - \bar{l})^2}{n}}$$

Keterangan:

\bar{l} adalah nilai rata-rata hasil pengukuran panjang simpul dan perut yang dilakukan

σ adalah ketidakpastian pengukuran berulang

$\sum l$ adalah jumlah data

n adalah banyak data

Contoh pelaporan hasil pengukuran berulang:

Perhitungan nilai rata-rata hasil pengukuran waktu yang dilakukan

$$\bar{l} = \frac{\sum l}{n}$$

$$\bar{l} = \frac{\quad + \quad +}{\quad}$$

$$\bar{l} =$$

Perhitungan ketidakpastian pengukuran berulang

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(l - \bar{l})^2}{n}}$$

$$l_1 - \bar{l} =$$

$$(l_1 - \bar{l})^2 =$$

$$l_2 - \bar{l} =$$

$$(l_2 - \bar{l})^2 =$$

$$l_3 - \bar{l} =$$

$$(l_3 - \bar{l})^2 =$$

$$\sum(l - \bar{l})^2 =$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\quad}{\quad}}$$

$$\sigma = \sqrt{\quad}$$

$$\sigma = \sqrt{\quad}$$

$$\sigma =$$

Hasil pengukuran berulang adalah

$$\pm$$

Tabel 9.3 Pengukuran Panjang Simpul 1 Berulang 500 Hz

Pengulangan	Hasil pengukuran (l) (m)	$(l - \bar{l})^2$
1		
2		
3		
	$\bar{l} =$	$\sigma =$
Hasil pengukuran		

Tabel 9.4 Pengukuran Panjang Simpul 2 Berulang 500 Hz

Pengulangan	Hasil pengukuran (l) (m)	$(l - \bar{l})^2$
1		
2		
3		
	$\bar{l} =$	$\sigma =$
Hasil pengukuran		

Tabel 9.5 Pengukuran Panjang Perut 1 Berulang 500 Hz

Pengulangan	Hasil pengukuran (l) (m)	$(l - \bar{l})^2$
1		
2		
3		
	$\bar{l} =$	$\sigma =$
Hasil pengukuran		

Tabel 9.6 Pengukuran Panjang Perut 2 Berulang 500 Hz

Pengulangan	Hasil pengukuran (l) (m)	$(l - \bar{l})^2$
1		
2		
3		
	$\bar{l} =$	$\sigma =$
Hasil pengukuran		

Tabel 9.7 Pengukuran Panjang Simpul 1 Berulang 700 Hz

Pengulangan	Hasil pengukuran (l) (m)	$(l - \bar{l})^2$
1		
2		
3		
	$\bar{l} =$	$\sigma =$
Hasil pengukuran		

Tabel 9.8 Pengukuran Panjang Simpul 2 Berulang 700 Hz

Pengulangan	Hasil pengukuran (l) (m)	$(l - \bar{l})^2$
1		
2		
3		
	$\bar{l} =$	$\sigma =$
Hasil pengukuran		

Tabel 9.9 Pengukuran Panjang Perut 1 Berulang 700 Hz

Pengulangan	Hasil pengukuran (l) (m)	$(l - \bar{l})^2$
1		
2		
3		
	$\bar{l} =$	$\sigma =$
Hasil pengukuran		

Tabel 9.10 Pengukuran Panjang Perut 2 Berulang 700 Hz

Pengulangan	Hasil pengukuran (l) (m)	$(l - \bar{l})^2$
1		
2		
3		
	$\bar{l} =$	$\sigma =$
Hasil pengukuran		

PEMBAHASAN

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

UJI PEMAHAMAN

This image shows a full page of blank handwriting practice paper. It features approximately 28 evenly spaced, horizontal blue lines across the entire page. The lines are thin and consistent in color, providing a guide for letter height and placement. There are no margins, text, or other markings on the paper.

