

# ***Research Based Learning (RBL)***

## **Menentukan Pusat Massa Benda**

Bunga Novi Amelia (11423049)<sup>a</sup>

Salma Aliyya (11523072)<sup>b</sup>

Karima Lubna Athira (11923018)<sup>c</sup>

Stephanie Amelia (11923041)<sup>d</sup>

Salsabila Sakinah (11923055)<sup>e</sup>

Vika Nurpadlah (14323043)<sup>f</sup>

Laras Hati Mahendra (18223118)<sup>g</sup>

K-27, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Institut Teknologi Bandung,  
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

<sup>a)</sup>[11423049@mahasiswa.itb.ac.id](mailto:11423049@mahasiswa.itb.ac.id), <sup>b)</sup>[11523072@mahasiswa.itb.ac.id](mailto:11523072@mahasiswa.itb.ac.id), <sup>c)</sup>[11923018@mahasiswa.itb.ac.id](mailto:11923018@mahasiswa.itb.ac.id),  
<sup>d)</sup>[11923041@mahasiswa.itb.ac.id](mailto:11923041@mahasiswa.itb.ac.id), <sup>e)</sup>[11923055@mahasiswa.itb.ac.id](mailto:11923055@mahasiswa.itb.ac.id), <sup>f)</sup>[14323043@mahasiswa.itb.ac.id](mailto:14323043@mahasiswa.itb.ac.id),  
<sup>g)</sup>[18223118@mahasiswa.itb.ac.id](mailto:18223118@mahasiswa.itb.ac.id),

### **Abstrak**

Laporan ini membahas tentang penentuan pusat massa dari benda 3 dimensi yang berbentuk “T” menggunakan metode statis dan dinamis. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan lokasi tepat dari titik pusat massa, yaitu titik massa benda terkonsentrasi, untuk analisis keseimbangan dan gerak. Prinsip statika digunakan untuk menghitung titik pusat massa dengan memperhitungkan distribusi massa dan posisi benda dalam ruang 3 dimensi. Metode dinamis juga diaplikasikan melalui eksperimen atau simulasi guna mengamati gerakan benda dan menentukan pusat massanya. Hasil dari kedua ini dapat dilihat dari kesamaan atau perbedaan yang mungkin terjadi, serta menjelaskan penyebabnya. Penelitian ini juga berfokus pada pemahaman konsep fisika yaitu pusat massa.

Kata-kata kunci: *Titik Pusat Massa, Metode Statis, Metode Dinamis, Benda 3 Dimensi dan Analisis Keseimbangan*

## **Daftar Isi**

1.	Tujuan .....	3
2.	Teori Dasar.....	3
3.	Metoda.....	4
3.1	Bahan dan Desain.....	4
3.2	Desain Alat .....	4
3.3	Prosedur Percobaan yang Dilakukan.....	4
4.	Data ( Tabel dan Hasil percobaan dengan referensi ) .....	5
5.	Perhitungan Berdasarkan Desain dan Set-Up Percobaan.....	5
5.1.	Metode Statis.....	5
5.1.	Metode Dinamis .....	6
6.	Analisis .....	8
7.	Daftar Pustaka .....	9
i.	Catatan Kemajuan RBL .....	9
ii.	Dokumentasi Pertemuan RBL.....	9
iii.	Video kegiatan.....	10
8.	Lampiran B .....	10

## **1. TUJUAN**

1. Menentukan secara tepat lokasi titik pusat massa (*center of mass*) dari benda berbentuk "T"
2. Menerapkan prinsip-prinsip statistik untuk menghitung titik pusat massa dengan mempertimbangkan distribusi massa benda dan posisinya dalam ruang 3 dimensi.
3. Menyelidiki gerakan rotasi atau translasi benda, di mana pusat massa berperan dalam mengontrol perilaku geraknya.
4. Menganalisis dan membandingkan hasil yang diperoleh dari kedua metode.

## **2. TEORI DASAR**

Penentuan pusat massa dari benda tiga dimensi, seperti benda berbentuk "T," merupakan aspek penting dalam analisis fisika dan teknik. Pusat massa adalah titik di mana seluruh massa benda dapat dianggap terkonsentrasi untuk keperluan analisis keseimbangan dan gerak. Dalam konteks fisika, pusat massa sangat penting karena titik ini digunakan untuk menganalisis bagaimana sebuah benda akan bereaksi di bawah pengaruh gaya dan torsi eksternal. Oleh karena itu, menentukan posisi pusat massa dengan tepat menjadi langkah krusial dalam memahami perilaku mekanis sebuah benda.

Metode statis merupakan salah satu pendekatan yang digunakan untuk menghitung pusat massa. Prinsip-prinsip statika diterapkan dengan memperhitungkan distribusi massa dan posisi masing-masing bagian benda dalam ruang tiga dimensi. Dalam pendekatan ini, benda kompleks seperti bentuk "T" dapat dipecah menjadi komponen-komponen yang lebih sederhana. Misalnya, benda "T" dapat dianggap sebagai kombinasi dari dua balok, di mana satu balok berfungsi sebagai batang vertikal dan balok lainnya sebagai batang horizontal. Setelah membagi benda menjadi bagian-bagian yang lebih sederhana, pusat massa dari masing-masing bagian dihitung terlebih dahulu. Kemudian, pusat massa total dari benda dapat ditentukan dengan menggabungkan hasil-hasil ini menggunakan perhitungan momen massa.

Selain metode statis, metode dinamis juga digunakan untuk menentukan pusat massa melalui observasi langsung terhadap gerakan benda. Dalam pendekatan ini, eksperimen atau simulasi dilakukan dengan memberikan gaya atau torsi pada benda dan mengamati bagaimana benda tersebut bergerak. Posisi pusat massa dapat diidentifikasi dengan melihat titik di mana benda berputar atau bertranslasi. Misalnya, jika gaya diterapkan pada suatu titik di luar pusat massa, benda akan cenderung berputar, menunjukkan bahwa pusat massa tidak berada pada titik aplikasi gaya. Pendekatan ini memberikan wawasan praktis tentang bagaimana pusat massa mempengaruhi gerakan dan stabilitas benda, serta relevansinya dalam kondisi dunia nyata.

Dengan menggabungkan metode statis dan dinamis, analisis yang lebih komprehensif dapat dilakukan untuk memahami perilaku benda. Metode statis memberikan pendekatan teoritis dan presisi dalam kondisi ideal, sedangkan metode dinamis menawarkan pandangan realistik tentang bagaimana pusat massa mempengaruhi gerak dalam situasi yang melibatkan gaya dan torsi. Kedua metode ini

saling melengkapi, memungkinkan identifikasi yang lebih akurat dari pusat massa dan memberikan pemahaman yang lebih baik tentang keseimbangan dan stabilitas. Dalam berbagai aplikasi teknik dan desain, seperti perancangan struktur bangunan, kendaraan, dan sistem robotik, pengetahuan tentang pusat massa menjadi sangat penting untuk memastikan performa yang optimal dan aman.

### 3. METODA

#### 3.1 Bahan dan Desain

Alat dan Bahan :

1. Tali kasur
2. Kayu
3. Paku
4. Spidol
5. Pensil
6. Penggaris
7. Gergaji

Tabel 1 RAB Pembuatan RBL

No	Barang	Jumlah	Harga	Harga (Rp)
1	Tali kasur	1	0	0
2	Kayu	1	15.000	15.000
3	Paku	4	1.000	4.000
4	Spidol	1	0	0
5	Pensil	1	0	0
6	Penggaris	1	0	0
7	Gergaji	1	0	0
<b>Total Harga Semua Barang (Rp)</b>				<b>19.000</b>

#### 3.2 Desain Alat



#### 3.3 Prosedur Percobaan yang Dilakukan

1. Ukur 2 kayu dengan panjang 28 cm, lalu satukan menggunakan paku hingga membentuk huruf "T".

2. Pasangkan paku kecil di setiap ujung kayu, yaitu pada ujung kiri, kanan, dan bawah kayu.
3. pada percobaan pertama, lilit tali kasur di salah satu ujung paku, ikat, lalu gantungkan kayu.
4. Ikat 1 paku berukuran besar, lalu gantungkan di tempat yang sama dengan kayu.
5. Perhatikan kayu dan tali dari paku yang menggantung, tarik garis searah tali pada kayu.
6. Lakukan prosedur 3 - 5 untuk posisi ikatan tali pada kayu yang lain.
7. Ukur Xo dan Yo dari titik tengahnya
8. Tentukan posisi pusat massa dari perpotongan 3 garis yang dihasilkan.

#### **4. DATA ( TABEL DAN HASIL PERCOBAAN DENGAN REFERENSI )**

Data yang diperoleh dari hasil percobaan adalah sebagai berikut.

Data Hasil Percobaan

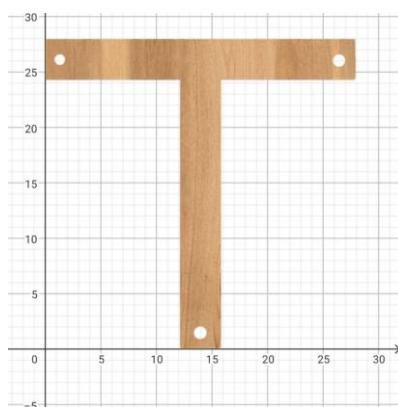
X1 (cm)	Y1 (cm)	X2 (cm)	Y2 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)	massa (gr)	Pengamatan
13,75	14	14	26,75	89,25	70	200	-

#### **5. PERHITUNGAN BERDASARKAN DESAIN DAN SET-UP PERCOBAAN**

##### **5.1. Metode Statis**

- a. Perhitungan Data

Titik berat atau pusat massa titik keseimbangan perpotongan diagonal



Diketahui :

$$x_1 = 13,75 \text{ cm}$$

$$y_1 = 14 \text{ cm}$$

$$x_2 = 14 \text{ cm}$$

$$y_2 = 26,75 \text{ cm}$$

$$A_1 = P \times L$$

$$A_2 = P \times L$$

$$= 3,5 \times 25,5 \\ = 89,25 \text{ cm}$$

$$= 28 \times 2,5 \\ = 70 \text{ cm}$$

Mencari titik tengah  $x_1$

$$x_1 = \frac{12 + 15,5}{2} \\ = \frac{27,5}{2} \\ = 13,75 \text{ cm}$$

Mencari titik tengah  $y_1$

$$y_1 = \frac{1 + 25,5}{2} \\ = \frac{26,5}{2} \\ = 13,25 \text{ cm}$$

Mencari titik tengah  $x_2$

$$x_2 = \frac{28}{2} \\ = 14 \text{ cm}$$

Mencari titik tengah  $y_2$

$$y_2 = \frac{28 + 25,5}{2} \\ = 26,75 \text{ cm}$$

$$x = \frac{x_1 \times A_1 + x_2 \times A_2}{A_1 + A_2} \\ = \frac{13,75 \times 89,25 + 14 \times 70}{89,25 + 70} \\ = 8,2335 \text{ cm}$$

$$y = \frac{y_1 \times A_1 + y_2 \times A_2}{A_1 + A_2} \\ = \frac{14 \times 89,25 + 26,75 \times 70}{89,25 + 70} \\ = 8,453 \text{ cm}$$

**Pusat massa atau titik beratnya berada pada posisi 8,2335 cm dan 8,453 cm**

b, Interpretasi Data

- Jarak Vertikal

$y_1$  dan  $y_2$  mengindikasikan jarak vertikal antara garis yang dihasilkan oleh titik gantung dan pusat massa objek yang diukur. Nilai jarak vertikal ini tercatat sebesar **8,453 cm**. Jarak ini menunjukkan seberapa jauh posisi pusat massa berada dari garis gantung dalam arah vertikal, yang penting dalam analisis kestabilan dan distribusi massa pada objek tersebut.

- Jarak Horizontal

$x_1$  dan  $x_2$  menggambarkan jarak horizontal antara garis yang dihasilkan oleh titik gantung dan pusat massa objek yang diukur. Nilai jarak horizontal ini tercatat sebesar **8,23 cm**. Jarak ini menunjukkan seberapa jauh posisi pusat massa berada dari garis gantung dalam arah horizontal, memberikan gambaran tentang distribusi massa objek di sepanjang sumbu horizontal. Kombinasi data jarak vertikal dan horizontal ini membantu dalam memahami posisi relatif pusat massa terhadap titik gantung, yang dapat mempengaruhi perhitungan momen inersia dan dinamika rotasi objek.

## 5.1. Metode Dinamis

Untuk menghitung momen inersia sebuah batang horizontal ketika sumbu rotasinya tidak berada tepat pada pusat massanya, diperlukan penggunaan teorema sumbu sejajar. Teorema ini memungkinkan perhitungan momen inersia dengan menambahkan momen inersia batang terhadap sumbu yang melewati pusat massanya dengan hasil kali antara massa batang dan kuadrat jarak antara sumbu baru dengan pusat massa. Dengan demikian, teorema sumbu sejajar memberikan cara yang efektif untuk menentukan momen inersia jika sumbu rotasi bergeser dari pusat massa.

a. Perhitungan Data

$$I_{pm \text{ horizontal}} = \frac{1}{12} m_2 L_2^2$$

Dengan teorema sumbu sejajar

$$\begin{aligned} I_{pm} &= I_{\text{horizontal pm horizontal}} = I_{\text{pusat}} = I_{\text{horizontal}} + m_2 (L_1)^2 \\ I_{\text{horizontal}} &= \frac{1}{12} m_2 L_2^2 + m_2 (L_1)^2 \end{aligned}$$

Momen inersia untuk batang vertikal ditentukan karena batang tersebut diputar pada salah satu ujungnya. Oleh karena itu, momen inersia dihitung berdasarkan sumbu rotasi yang berada di ujung batang.

$$I_{\text{vertikal}} = \frac{1}{3} m_1 (L_2)^2$$

Lalu momen Inersia Total

$$\begin{aligned} I_{\text{total}} &= I_{\text{sistem}} = I_{\text{vertikal}} + I_{\text{horizontal}} \\ &= \frac{1}{3} m_1 L_1^2 + \frac{1}{12} m_1 L_2^2 + m_2 (L_1)^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_1 &= L_2 = L \text{ sehingga} \\ &= \frac{1}{3} m_1 L^2 + \frac{1}{12} m_1 L^2 + m_2 L^2 \\ &= L^2 \left( \frac{1}{3} m + \frac{1}{12} m_1 m_2 \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_1 &= m_2 = m \text{ sehingga} \\ I_{\text{total}} &= I^2 \left( \frac{1}{12} m + \frac{1}{3} m + m \right) \\ &= L^2 \left( \frac{17}{12} m \right) \\ &= (0,28)^2 \left( \frac{17}{12} (0,13 \times 10^{-3}) \right) \\ &= 1,443 \times 10^{-5} \text{ kg m}^2 \end{aligned}$$

Kaitan antara periode osilasi dan inersia dalam suatu sistem bergantung pada nilai d, yaitu sebagai berikut:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\text{sistem}}}{M_{\text{tot}} \times g \times d}}$$

Didapat T sejumlah 1. Lalu dimasukkan kedalam persamaan:

$$\begin{aligned} T &= 2\pi \times \sqrt{I_{\text{total}} \times \frac{1}{M_{\text{total}} \times g \times d}} \\ T \times \sqrt{M_{\text{total}} \times g \times d} &= 2\pi \times \sqrt{I_{\text{total}}} \\ (\sqrt{d})^2 &= (2\pi \times \sqrt{\frac{I_{\text{total}}}{M_{\text{tot}} \times g}} \times \frac{1}{T})^2 \\ d &= 4\pi \times \frac{I_{\text{total}}}{M_{\text{tot}} \times g} \times \frac{1}{T^2} \\ d &= 4(3.14) \times \frac{I_{\text{total}}}{M_{\text{tot}} \times g} \times \frac{1}{T^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 4(3.14) \times \frac{1,443 \times 10^5}{0,26 \times 10^{-3} \times 10} \times \frac{1}{1} \\
 &= 0,218 \text{ m} \\
 &= 21,8 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

## 6. ANALISIS

Analisis penentuan pusat massa benda tiga dimensi, terutama yang memiliki bentuk kompleks seperti "T," memiliki signifikansi yang mendalam dalam berbagai aplikasi fisika dan teknik. Pusat massa adalah konsep fundamental yang memungkinkan kita memahami distribusi massa benda dan pengaruhnya terhadap keseimbangan dan gerak. Mengetahui lokasi tepat pusat massa adalah kunci untuk mengendalikan perilaku mekanis sebuah objek ketika dipengaruhi oleh gaya eksternal, baik dalam konteks keseimbangan statis maupun dinamika gerakan.

Pada pendekatan statis, analisis dilakukan dengan mempertimbangkan distribusi massa benda dalam ruang tiga dimensi dan menghitung titik pusat massa dengan menggunakan prinsip momen. Pendekatan ini sangat bergantung pada pemahaman matematika tentang bagaimana massa didistribusikan di dalam objek. Misalnya, pada benda berbentuk "T," batang vertikal dan horizontal dapat dianalisis secara terpisah, dengan pusat massa masing-masing bagian dihitung terlebih dahulu. Dengan menggabungkan momen-momen massa dari kedua bagian, kita dapat menentukan pusat massa keseluruhan benda. Metode ini sangat berguna untuk mendapatkan hasil yang akurat dalam kondisi statis atau keseimbangan, di mana tidak ada gaya eksternal yang mempengaruhi objek secara signifikan.

Sebaliknya, pendekatan dinamis memberikan wawasan tentang bagaimana pusat massa mempengaruhi gerakan objek. Dalam analisis dinamis, eksperimen dilakukan dengan menerapkan gaya atau torsi pada benda dan mengamati responsnya. Jika pusat massa benda tidak sejalan dengan titik aplikasi gaya, benda akan cenderung berputar, menunjukkan bahwa pusat massa memainkan peran krusial dalam menentukan pola gerakan. Pendekatan ini sangat relevan untuk analisis gerakan yang melibatkan rotasi dan translasi, di mana mengetahui posisi pusat massa dapat membantu merancang sistem yang lebih stabil dan aman. Misalnya, dalam desain kendaraan, posisi pusat massa yang terlalu tinggi atau terlalu jauh dari pusat gravitasi dapat menyebabkan ketidakstabilan dan meningkatkan risiko kecelakaan.

Dengan memadukan hasil dari pendekatan statis dan dinamis, kita dapat memperoleh pemahaman yang lebih holistik mengenai perilaku benda dalam berbagai kondisi. Pendekatan statis memberikan dasar teoritis untuk perhitungan yang presisi, sementara pendekatan dinamis menawarkan perspektif praktis yang mencerminkan situasi dunia nyata. Analisis komprehensif ini memungkinkan insinyur dan fisikawan untuk merancang sistem dan struktur dengan mempertimbangkan stabilitas dan performa optimal. Misalnya, dalam konstruksi bangunan atau jembatan, mengetahui pusat massa memungkinkan insinyur untuk memastikan distribusi beban yang seimbang, sehingga struktur dapat menahan beban eksternal dan mempertahankan keseimbangan.

Secara keseluruhan, pemahaman tentang penentuan pusat massa melalui metode statis dan dinamis adalah elemen penting dalam ilmu fisika dan teknik. Dengan menganalisis dan membandingkan hasil dari kedua metode, kita dapat memastikan keakuratan dan keandalan

dalam desain dan implementasi berbagai aplikasi teknis, dari struktur bangunan hingga sistem kendaraan. Pusat massa bukan hanya konsep teoritis, tetapi juga alat praktis yang membantu kita memahami dan mengontrol dunia fisik di sekitar kita.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. 2010. *Fisika Dasar Jilid 2 Edisi 7*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Serway, R. A. 2014. *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics*. Boston, MA: Brooks/Cole, Cengage Learning.
- Tipler, P. A. 2003. *Physics for Scientists and Engineers (Edisi ke-6)*. New York: W.H. Freeman.

### i. CATATAN KEMAJUAN RBL

Tabel Logbook

Tanggal	Jam	Tugas	Anggota kelompok yang hadir	Media Koordinasi	Hasil	Keterangan
23-08-2024	23.30	Diskusi Perencanaan RBL	7	Grup line	Ditentukan alat dan bahan	-
26-08-2024	15.00	Membuat Bidang T	7	Tatap muka di Gedung D lantai 1	Alat sudah jadi 70%	-
27-08-2024	10.00	Mengukur di LFD dan mengambil data sera membuat video	7	Tatap muka di Gedung D lantai 1	Prototip selesai 100%, pengambilan data selesai 80 & laporan selesai 45%	-
28-08-2024	15.00	Menyelesaikan video dan percobaan	7	Tatap muka	Pengukuran	-
29-08-2024	10.00	Finalisasi Laporan dan Video	7	Grup Line	Laporan dan Video selesai 100%	-

### ii. Dokumentasi Pertemuan RBL

- a. Pertemuan 1 (26-08-2024)



b. Pertemuan 2 (27-08-2024)



c. Pertemuan 3 (28-08-2024)



### iii. **Video kegiatan**

Video dapat diunduh pada laman: <https://youtu.be/ZC4N8y6RF74?si=oH4AeyaDfX4tDsOo>

## 8. LAMPIRAN B

### **Tabel Pembagian Tugas Kelompok**

Tabel 5 Pembagian Tugas Kelompok

NIM	Nama	Deskripsi Tugas
11423049	Bunga Novi Amelia	Mengukur desain alat Memasukan perhitungan ke dalam word Membuat daftar isi
11523072	Salma Aliyya	Membuat desain alat pada laporan Melakukan pengambilan data Membuat laporan prosedur percobaan
11923018	Karima Lubna Athira	Membuat data tabel Merekam suara penjelasan video
11923041	Stephanie Amelia	Membantu menyusun laporan
11923055	Salsabila Sakinah	Merekam pengambilan data Membeli alat Membantu dokumentasi
14323043	Vika Nurpadlah	Membuat laporan bagian teori dasar Membuat laporan bagian analisis <u>Mengisi laporan perhitungan</u>
18223118	Laras Hati Mahendra	Membuat laporan bagian abstrak, tujuan, daftar pustaka, catatan kemajuan RBL Membuat Perhitungan Dinamis dan Statis Membeli dan membuat perancangan alat Membantu mendokumentasi Merekam dan mengedit video