

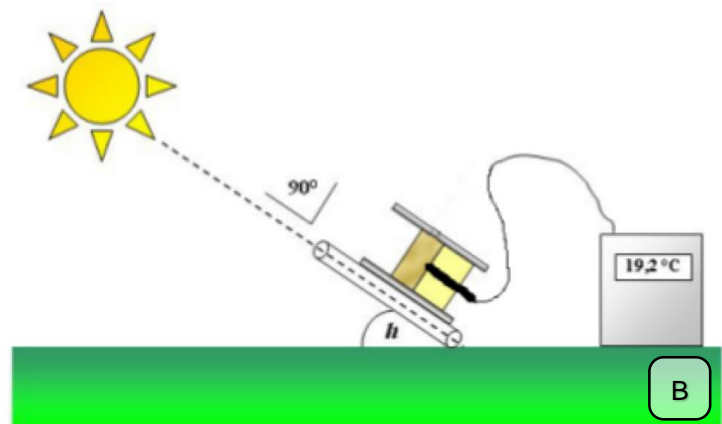
TES PRAKTEK: MATAHARI, SUATU SUMBER ENERGI YANG UNIK BAGI TATA SURYA

Dalam suatu misi ruang angkasa berawak ke Planet Mars, Matahari merupakan sumber energi yang paling langsung bisa diakses. Planet ni lebih jauh ke Matahari dibandingkan dengan Bumi, sehingga menerima lebih sedikit energi Matahari.

Untuk itu kita akan menentukan luas permukaan dari panel surya yang diperlukan untuk dipasang pada permukaan Mars. Ini merupakan langkah awal misi kolonisasi permanen di Mars.

BAGIAN I : Mengukur tetapan Matahari.

Tetapan Matahari menyatakan jumlah energi surya yang diterima pada permukaan dengan luas 1m^2 yang diletakkan pada jarak 1 satuan astronomi (jarak rata-rata Bumi-Matahari), dan tegak lurus berkas sinar Matahari tanpa kehadiran atmosfer. Untuk Bumi, ini adalah fluks energi di puncak atmosfer. Besaran ini dinyatakan dalam watt per meter persegi ($\text{W} \times \text{m}^2$).



GAMBAR 1: Pengukuran tetapan Matahari

(A) Peranti pengukur. Terdiri atas komponen-komponen (1) pengurung, penjepit dan sekrup; kalorimeter (2) – rakitan terdiri atas sebuah tabung PVC, busa insulasi dan kuningan atau massa baja (3) bagian yang dipanasi oleh cahaya Matahari; sebuah termometer dijital (4) untuk mengukur temperatur selama eksperimen. Catatan : Kamu akan menggunakan papan uji IESO milikmu sebagai inklinometer, sebuah timer and kalkulator (disediakan).

(B) Prinsip dibalik pengukuran tetapan matahari. Untuk mengarahkan permukaan satu obyek agar tegak lurus berkas matahari, letakkan selembar kertas di belakang obyek dan arahkan serta aturlah obyek agar diperoleh bayangannya terpendek

Pertanyaan 1: Untuk memperoleh tetapan Matahari, sinarilah calorimeter sedemikian rupa sehingga kuningan menerima maksimum energi. Bagaimanakah peranti ini harus diorientasikan? Pilihlah jawaban yang benar (Hanya satu jawaban) dari gambar di bawah ini.





BAGIAN II : Mengukur tetapan matahari terrestrial.

Instruksi :

- Catat material yang disediakan untukmu (Aculah Bagian I).
- Arahkan peranti sedemikian rupa sehingga permukaan massa tegak lurus berkas matahari.
- Kenalilah parameter-parameter yang diperlukan untuk menentukan tetapan Matahari. Parameter tersebut disajikan dalam Tabel 1 di bawah
- Ukurlah sudut antara bidang horizontal dan sumbu peranti. Ini adalah ketinggian Matahari di atas horizon.
- Mulai eksperimen. Catatlah temperatur awal. Setelah 10 menit, rekamlah temperatur akhir.
- Bawa peranti ke area yang terlindung dari cahaya matahari atau di bawah bayangan

Setelah menyelesaikan eksperimen, masukkanlah nilai-nilai pengukuranmu ke dalam tabel 1 :

TABLE 1 : Parameter eksperimen yang diperlukan untuk menentukan tetapan matahari.

Parameters	Simbol & satuan	Nilai
Massa	M (kg)	
Diameter dari massa	D (m)	
Kapasitas Termal dari massa	C_p (J x K ⁻¹ x kg ⁻¹)	
Ketinggian Matahari di atas horizon	h (°)	
Temperatur awal	T _i (°C)	
Temperature akhir	T _f (°C)	
Lamanya eksperimen	Δt (s)	

Kita telah melakukan pengukuran di permukaan Bumi, akan tetapi tetapan matahari adalah nilai yang dihitung tanpa memperhitungkan pengaruh atmosfer. Oleh karena itu penting untuk memberikan faktor koreksi.

Dengan kata lain, setiap nilai Daya, dinyatakan dengan **P_d**, bergantung kepada nilai tetapan Matahari **F** yang dikoreksi terhadap suatu faktor **cor**, yang bergantung kepada sifat-sifat ketebalan dan transparansi atmosfer yang dilalui cahaya matahari. Hubungan ini dinyatakan sebagai :

$$F = P_d \times cor \tag{a}$$

TABLE 2 : Data yang diperlukan untuk menentukan faktor **cor** sbg fungsi ketebalan dan transparansi atmosfer.

Ketinggian Matahari h (°)	20	30	40	50	60	65
Langit biru yang cerah	2.5	2.0	1.7	1.5	1.4	1.3
Langit agak cerah	4.2	3.5	2.6	2.1	1.8	1.5
Langit berawan	5.3	4.3	3.2	2.5	2.2	2.0

Pertanyaan 2: Tetapan Matahari F adalah ... (hanya satu jawaban benar)

- 1- lebih kecil dari yang diukur di permukaan bumi dan bergantung kondisi cuaca
- 2- lebih kecil dari yang diukur di permukaan bumi dan tidak bergantung kondisi cuaca.
- 3- Identik dengan yang diukur di permukaan bumi dan bergantung kondisi cuaca.
- 4- lebih besar dari yang diukur di permukaan bumi dan tidak bergantung kondisi cuaca.
- 5- lebih besar dari yang diukur di permukaan bumi dan bergantung kondisi cuaca.

Kita anggap rakitan alat kita sempurna. walaupun ini tidaklah selalu benar. Sebagai contoh, masalah masalah isolasi termal membatasi ketelitian data pengukuran. Nilai-nilai yang diperoleh sebenarnya lebih rendah dari nilai data dari peranti pengukur yang lebih cermat.

Tinjau kinerja sistem kita sebagai :

$$E_{solar} = M \times C_p \times \Delta Temperature \quad (b)$$

Ingatlah hubungan antara Daya dan Energi :

$$E_{solar} = P_{solar} \times \Delta t \quad (c)$$

Daya yang diterima per satuan luas permukaan S di level permukaan bumi P_d berkaitan dengan daya yang diterima P_{solar} melalui hubungan :

$$P_{solar} = P_d \times S \quad (d)$$

Pertanyaan 3: Tetapan Matahari F dapat dihitung melalui hubungan yang diperoleh dari rumus-rumus (a), (b), (c) and (d). Pilihlah relasi yang benar di bawah ini : (Hanya satu jawaban benar)

1-
$$F = \frac{S \times \Delta t \times cor}{M \times C_p \times \Delta Temperature}$$
 karena F bertambah bila S bertambah.

2-
$$F = \frac{S \times \Delta t}{M \times C_p \times \Delta Temperature \times cor}$$
 karena S bertambah, semakin banyak energi ditangkap.

3-
$$F = \frac{M \times C_p \times \Delta Temperature \times cor}{S \times \Delta t}$$
 karena F sebanding dengan variasi dalam temperatur.

4-
$$F = \frac{M \times C_p \times \Delta Temperature}{S \times \Delta t \times cor}$$
 karena F berbanding terbalik dengan faktor koreksi.

Luas permukaan sebuah piringan dapat dihitung dengan $S = \pi \times r^2$ dimana S luas permukaan dalam m^2 dan R radius dari massa M. Ingatlah bahwa orde besar nilai ini adalah dalam pangkat 10 (nilai terdekat). Sebagai contoh, 32 dekat ke 10 daripada ke 100, sehingga memiliki besaran 10^1 , sebaliknya 74, yang dekat ke angka 100 daripada ke 10, memiliki orde besaran yakni 10^2 .

Pertanyaan 4: Dari pengukuranmu, nilai dari tetapan matahari terrestrial memiliki orde besaran:

- 1- 10^1 W x m⁻².
- 2- 10^2 W x m⁻².
- 3- 10^3 W x m⁻².
- 4- 10^4 W x m⁻².

BAGIAN III : Mengukur tetapan matahari sepanjang Tatasurya



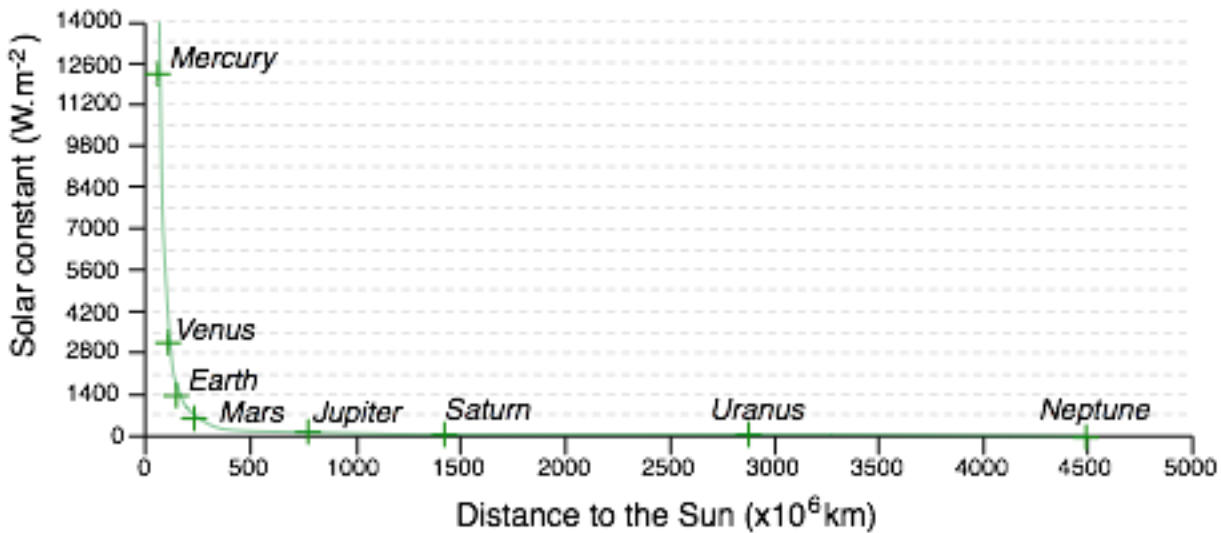
Melakukan pengukuran tetapan matahari dalam tatasurya bertujuan untuk memahami bagaimana parameter ini berubah sebagai fungsi dari jarak ke Matahari

Instruksi :

- Biasakanlah dirimu dengan peralatan yang disediakan
- *Light meter* (pengukur cahaya) dapat digerakkan di dalam tabung ; Kamu dapat membaca jarak antara *light meter* dan sumber cahaya langsung di level petunjuk.
- Ukurlah intensitas cahaya dari jarak-jarak yang berbeda untuk menjawab Pertanyaan 5.

Pertanyaan 5: Tetapan Matahari adalah ... (hanya satu jawaban)

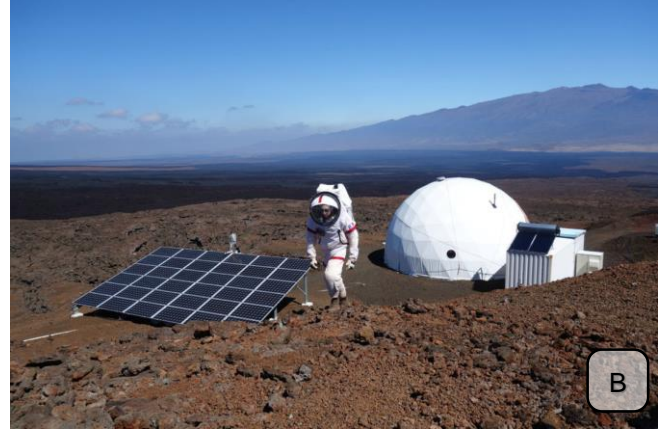
- 1- sebanding dengan jarak ke Matahari.
- 2- sebanding dengan kuadrat jarak ke Matahari.
- 3- Berbanding terbalik dengan akar jarak ke Matahari.
- 4- Berbanding terbalik dengan jarak ke Matahari.
- 5- berbanding terbalik dengan kuadrat jarak ke Matahari.



GAMBAR 2 : Tetapan Matahari sebagai fungsi jarak ke Matahari untuk delapan planet Tatasurya.

Pertanyaan 6: Tetapan Matahari ... (hanya satu jawaban)

- 1- sekitar 700 W x m^{-2} pada Mars, atau antara 22% dan 28% dari tetapan Matahari pada Venus.
- 2- dua kali lebih besar pada Mars, dibanding pada Bumi.
- 3- sangat lemah bagi ke empat planet terjauh.
- 4- sebanding dengan jarak dari Matahari.
- 5- lebih besar pada Saturnus daripada Uranus karena Saturnus memiliki radius lebih besar.



GAMBAR 3 : (A) Foto dari the International Space Station (ISS) di orbit sekitar Bumi. ISS memiliki dimensi 110m x 74m x 30m (p x l x t) dan massa total 400 ton. Operasi otomatisnya didukung oleh delapan generator Matahari. Tiap generator terdiri atas sebuah pilar yang dikelilingi dua permukaan 32m x 11m yang menyokong sel-sel photovoltaic. (B) Kubah yang mensimulasikan hidup di Mars selama program HI-SEAS yang dilaksanakan di kemiringan gunung api Kilauea di Hawaii. Kondisi-kondisi kehidupan dan kebutuhan energi untuk kegiatan otonom (yang terpenting tekanan dan pemanasan) bagi modul kolonisasi Mars sama dengan di ISS.

Pertanyaan 7: Berdasarkan informasi dalam GAMBAR 2 dan 3, berapa banyak generator diperlukan untuk misi berawak otonom ke Mars?

- 1- sekitar 4
- 2- sekitar 8
- 3- sekitar 10
- 4- sekitar 12
- 5- sekitar 14
- 6- sekitar 16
- 7- sekitar 18