

# Membangun Menara Surya Berturbin Udara



## Bahasan

Fisika

## Topik

Energi Keberlanjutan

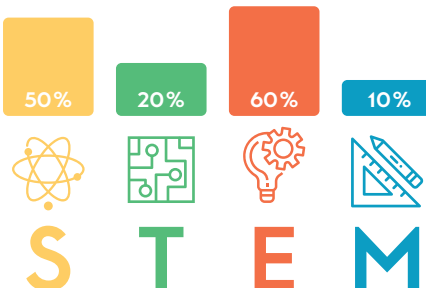
## Kata Kunci

Energi Surya Densitas Suhu  
Efek Gas Rumah Kaca Efek Cerobong

## Kaitan dengan SDG



## Komposisi STEM



## Durasi

## 45 - 60 menit

## SEKILAS KEGIATAN

Dalam kegiatan ini, pelajar akan membangun model menara surya berturbin udara yang dapat menghasilkan listrik dari panas surya bersuhu rendah.

## PENGANTAR

Matahari adalah sumber panas dan energi yang luar biasa. Bahkan, dalam waktu kurang dari 15 detik, matahari mampu memberikan energi yang dibutuhkan manusia di bumi dalam satu hari! Sebagian besar energi ini tiba di bumi dalam bentuk cahaya dan panas. Sebab itu, tak heran bahwa ada banyak pihak yang ingin dapat “memanen” energi ini dan memanfaatkannya dengan baik! Dalam dua abad terakhir, para ilmuwan telah meneliti dan mengembangkan teknologi untuk secara langsung mengubah energi matahari menjadi listrik. Saat ini, beragam metode pembangkitan tenaga surya telah tersedia, seperti sel surya, pengumpul panas surya, dan sistem pemusatan surya.

Salah satu metode tersebut adalah menara surya berturbin udara yang merupakan teknologi pengumpul panas surya. Menara ini dapat menghasilkan listrik dari panas surya bersuhu rendah. Secara fisik, teknologi pembangkit ini berupa bangunan pengumpul besar dan menara yang amat tinggi dan ramping. Struktur bangunan pengumpul menyerupai rumah kaca raksasa dan memiliki kanopi besar transparan, yang tergantung sekitar 2 hingga 20 meter dari permukaan tanah. Pada bagian tengah kanopi inilah menara berdiri menjulang, dengan dasar menara berupa tempat masuknya udara. Di dalam menara, terdapat turbin angin berukuran besar yang memproduksi listrik.

Saat sinar matahari mengenai bangunan pengumpul, panas matahari akan disimpan di bagian bawah seperti rumah kaca. Sinar itu memanaskan udara dan tanah di bagian bawah struktur kanopi. Densitas udara yang panas tidaklah setinggi udara yang dingin, sehingga udara pun akan mulai naik dan menyebabkan aliran udara yang disebut juga dengan konveksi termal. Udara tidak dapat keluar dari saluran lain selain menara. Udara yang naik di dalam menara menciptakan tekanan rendah di bagian bawah menara, sementara udara panas dari pengumpul diisap ke dalam menara melalui saluran udara yang membentuk dasar menara. Radiasi surya pun menciptakan pusaran udara yang terus menerus di dalam menara. Turbin angin yang berada di dalamnya mengubah energi pusaran air menjadi energi mekanis dengan menggerakkan bilah turbin. Berikutnya, energi inilah yang diubah menjadi energi listrik oleh pembangkit. Meskipun teknologi ini tampak sederhana dan bisa menghasilkan energi dalam jumlah besar, belum ada sarana menara utuh yang sudah beroperasi. Namun, beberapa model contoh telah dibangun dan dipelajari.

# Membangun Menara Surya Berturbin Udara

**Bahasan**

Fisika

**Topik**

Energi Keberlanjutan

**Kata Kunci**Energi Surya Densitas Suhu  
Efek Gas Rumah Kaca Efek Cerobong

## SASARAN KEGIATAN

- 1 Memahami bahwa panas dari matahari bisa diubah menjadi energi listrik.
- 2 Memahami cara kerja menara surya berturbin udara yang menggunakan sinar matahari untuk memanaskan udara, yang kemudian menggerakkan turbin di dalam menara.
- 3 Memahami udara panas dapat menggerakkan bilah turbin.

## ALAT DAN BAHAN

- 1 Kertas prakarya tebal warna hitam (sekitar 51 x 51 cm)
- 2 Kertas prakarya yang lebih kecil (warna bebas)
- 3 Pensil
- 4 Gunting
- 5 Selotip
- 6 Lilin prakarya
- 7 Tusuk sate
- 8 Jarum
- 9 Termometer
- 10 Lampu dengan bohlam pijar atau lampu pemanas
- 11 Kertas
- 12 Pilihan: Area yang mendapat sinar matahari, namun terlindung dari angin
- 13 Pilihan: pengatur waktu
- 14 Pilihan: kertas prakarya tebal warna putih

## PETUNJUK KESELAMATAN

- 1 Berhati-hatilah saat menggunakan gunting untuk membuat baling-baling dan saat melepaskan jarum dari tusuk sate. Semua bahan dalam kegiatan ini dapat digunakan kembali.



## PERTANYAAN PANDUAN

- 1 Apa yang terjadi pada baling-baling yang berada di puncak jarum? Apakah baling-baling bergerak?
- 2 Apa yang terjadi saat lampu dinyalakan?
- 3 Apa yang kamu lihat dari segi suhu? Apakah suhu berubah? Jika ya, bagaimana suhu berubah? Bisakah kamu menjelaskan sebabnya?

# Membangun Menara Surya Berturbin Udara

**Bahasan**

Fisika

**Topik**

Energi Keberlanjutan

**Kata Kunci**Energi Surya Densitas Suhu  
Efek Gas Rumah Kaca Efek Cerobong

## TUGAS/LANGKAH-LANGKAH

- 1 Gulung kertas hitam hingga membentuk kerucut dengan bukaan kecil di bagian atas (diameter sekitar 5 cm) dan bukaan lebih besar di bagian bawah (diameter sekitar 10 cm).
- 2 Gunakan selotip untuk menahan bentuk kerucut. Setelah itu, gunting bagian ujung atas dan bawah agar kerucut lebih lurus. Tinggi kerucut idealnya adalah sekitar 25-38 cm dan mampu berdiri sendiri.
- 3 Pada bagian bawah kerucut, gunting bukaan berbentuk persegi panjang ukuran panjang 5 cm dan tinggi 1,3 cm. Buat tiga bukaan dengan jarak yang sama antara satu dengan yang lain. Bukaan-bukaan ini akan berfungsi sebagai jalan masuk udara. Pastikan agar kerucut sebagai menara masih dapat berdiri tegak.
- 4 Buat baling-baling berdiameter sekitar 7-8 cm dari kertas prakarya. Pola baling-baling dapat ditemukan di internet. Tekuk bilah baling-baling ke bagian dalam, membentuk sudut sekitar 45 derajat.
- 5 Rekatkan jarum dengan selotip ke bagian atas tusuk sate. Ujung jarum yang tajam menghadap ke atas.
- 6 Buat bola menggunakan lilin prakarya. Letakkan di area kerja.
- 7 Cari area di dalam ruang yang terlindung dari angin untuk mendirikan menara surya. Sangat penting agar tidak ada aliran udara dari luar ruangan selama eksperimen berlangsung.
- 8 Letakkan kerucut di atas lilin, posisikan lilin di tengah-tengah kerucut.
- 9 Tancapkan tusuk sate pada lilin melalui bukaan pada bagian atas kerucut, agar tusuk sate berdiri di tengah-tengah kerucut. Jarum pada bagian atas tusuk sate seharusnya terlihat sekitar 4-5 cm dari kerucut seperti gambar di bawah.
- 10 Ambil baling-baling dan letakkan pada bagian atas jarum sebagaimana ditunjukkan di bawah. Baling-baling harus seimbang dan dapat leluasa berputar. Coba putar baling-baling untuk memastikan posisinya pada jarum sudah benar.
- 11 Ukur suhu udara di dalam dan di luar kerucut. Catat suhu pada selembar kertas.
- 12 Letakkan lampu di sebelah kerucut. Arahkan lampu pada dasar kerucut sebagaimana ditunjukkan pada gambar di bawah. Jangan tinggalkan lampu tanpa pengawasan selama eksperimen berlangsung.
- 13 Matikan lampu dan perhatikan kondisi menara selama dua hingga lima menit.
- 14 Setelah lima menit, ukur suhu udara di dalam dan di luar kerucut. Catat suhu yang terbaca.
- 15 Matikan lampu. Lanjutkan pengamatan terhadap menara selama lima hingga sepuluh menit.
- 16 Tunggu lagi selama lima menit, lalu ukur sekali lagi suhu di dalam dan di luar kerucut.

# Membangun Menara Surya Berturbin Udara

**Bahasan**

Fisika

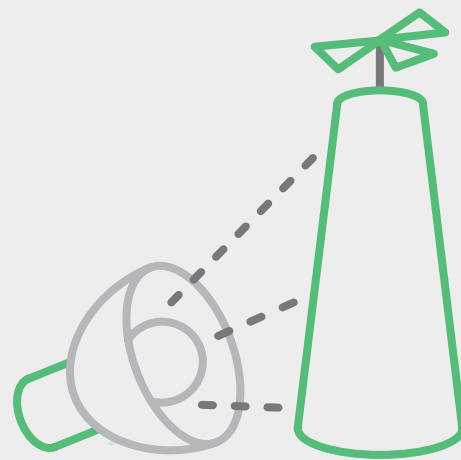
**Topik**

Energi Keberlanjutan

**Kata Kunci**Energi Surya Densitas Suhu  
Efek Gas Rumah Kaca Efek Cerobong

Apakah baling-baling kemudian berputar? Pada awalnya, bilah baling-baling akan berada dalam posisi diam. Jika bilah baling-baling berputar pada tahap awal eksperimen, berarti ada angin yang masuk dari pintu atau celah lain. Suhu udara di dalam dan di luar kerucut pun seharusnya serupa pada awal eksperimen. Suhu akan mulai berubah setelah lampu dinyalakan. Seperti matahari, bohlam lampu mengeluarkan cahaya dan panas. Hal ini dapat terasa apabila kita dekatkan tangan ke bohlam. Kertas akan menyerap sebagian besar cahaya yang diterimanya, sehingga mulai memanas. Panas terjebak di dalam kerucut sehingga membuat suhu di dalam kerucut naik. Mengingat densitas udara hangat lebih rendah dibandingkan udara dingin, udara pun mulai naik di dalam kerucut. Pusaran inilah yang akan membuat bilah baling-baling berputar. Putarannya, seharusnya, dapat dilihat setelah beberapa saat.

Udara yang naik mengurangi tekanan udara di dalam menara. Sebab itulah udara segar terisap masuk ke dalam kerucut melalui saluran-saluran udara yang dibuat dengan menggantung bagian bawah menara. Udara kembali menghangat, dan pusaran yang terus-menerus pun tercipta sehingga baling-baling terus berputar. Siklus ini hanya akan berhenti jika lampu dimatikan. Tanpa sumber panas, udara di dalam menara perlahan mendingin dan, setelah beberapa saat, kembali ke suhu yang sama dengan udara di luar menara. Pada saat itulah, baling-baling berhenti berputar karena tidak ada lagi pusaran udara. Berdasarkan pengamatan, mungkin dapat terlihat bahwa baling-baling butuh waktu agak lama untuk berputar dan berputarnya tidak secepat baling-baling yang terbuat dari kertas putih, sebab kertas putih tidak menyerap panas sebaik kertas hitam.

**Fig 1****PENULIS EKSPERIMEN/SUMBER**

Svenja Lohner, PhD, Science Buddies  
<https://www.sciencebuddies.org/stem-activities/solar-updraft-tower#summary>