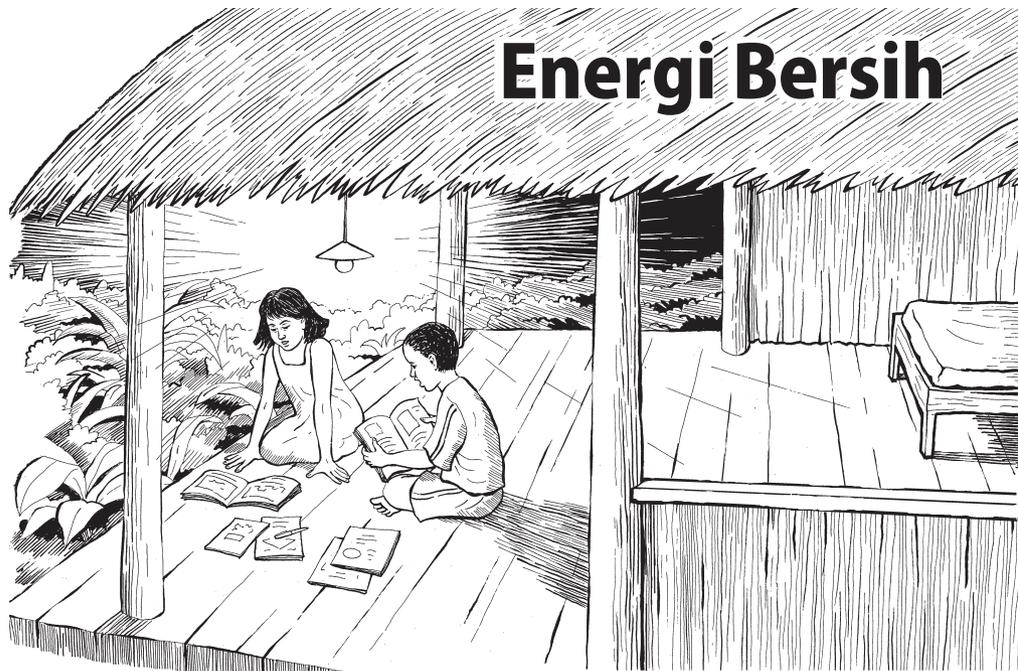


## 23 Energi Bersih

<b>Dalam bab ini:</b>	<b>halaman</b>
Bagaimana listrik dihasilkan.....	526
Gangguan kesehatan dari energi tak terbarukan .....	527
Keuntungan dan kerugian energi bersih.....	528
Distribusi energi .....	530
Kisah: Klinik-klinik desa berenergi matahari .....	531
Menggunakan listrik secara efisien .....	532
Transportasi .....	533
Bendungan kecil .....	534
Kisah: Seloliman dan dua Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH).....	535
Tenaga angin .....	536
Tenaga matahari .....	537
Kisah: Kredit mikro membantu membiayai tenaga surya .....	539
Energi biomassa .....	540
Biogas .....	540
Kisah: Biogas menggerakkan kehidupan desa .....	542
Tenaga sepeda .....	543
Kisah: Tenaga sepeda Maya Pedal .....	543



Energi dibutuhkan untuk menerangi rumah, memasak, menyedot dan mengangkat air, dan untuk semua hal yang kita lakukan setiap hari. Terkadang, wujud energi ini berasal dari manusia, seperti kekuatan untuk berjalan kaki, menebang pohon, atau mengangkat ember. Seringkali, energi muncul dalam bentuk listrik untuk penerangan, menjalankan pompa air, kipas angin, dan mesin-mesin lain.

Listrik membuat kehidupan dan kerja kita lebih mudah. Listrik memungkinkan manusia memiliki penerangan untuk bekerja dan belajar, kulkas untuk menjaga makanan dan obat-obatan tetap dingin sehingga tidak busuk, mesin cuci, bor, dan sebagainya untuk membuat kerja lebih mudah, dan radio dan televisi untuk mendapatkan informasi dan hiburan. Semua benda tersebut dapat membuat kehidupan kita lebih sehat dan lebih nyaman.

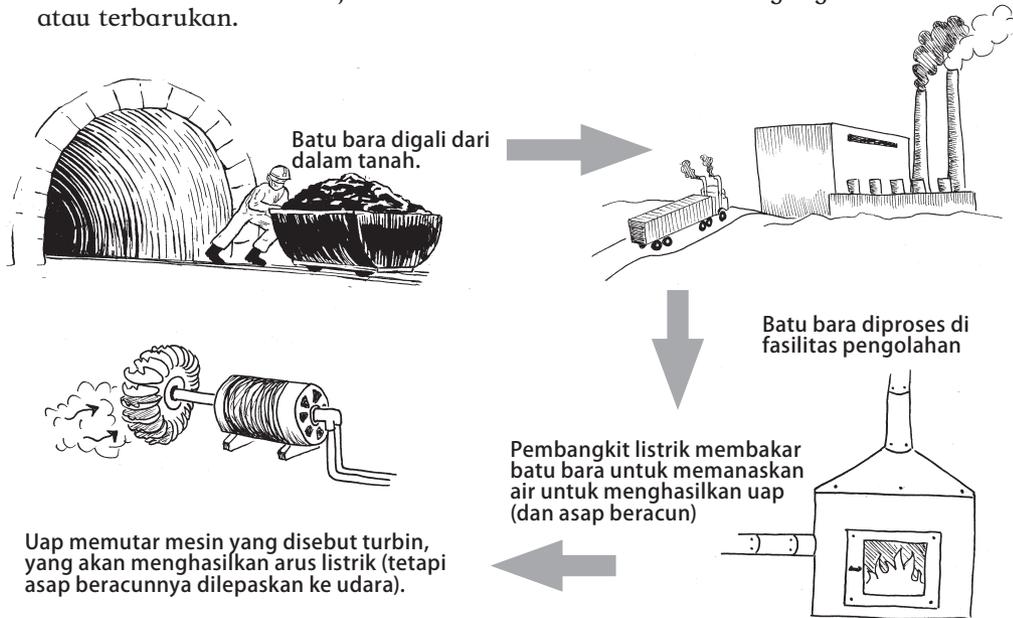
Sayangnya, akses pada kelistrikan hanya menjadi mimpi di siang bolong bagi banyak orang. Sebagian besar listrik yang digunakan, berada di kota-kota dan di negara-negara kaya di bagian Utara dunia. Dari 6 milyar penduduk dunia, 2 milyar di antaranya tidak bisa menikmati listrik.

Kita juga menggunakan energi untuk transportasi, biasanya dari **bahan bakar fosil** seperti bensin atau diesel untuk menggerakkan mobil, bis, truk, kereta api, dan pesawat terbang. Seperti halnya listrik, negara-negara kaya di Utara menggunakan jauh lebih banyak dari jatah yang adil bagi mereka untuk bahan bakar transportasi.

Untuk mencegah polusi dan mengurangi pemanasan global (lihat halaman 33), semua orang di seluruh dunia harus lebih sedikit menggunakan bahan bakar minyak, batu bara, dan gas alam. Khususnya orang-orang di negara-negara kaya yang menggunakan energi banyak sekali, harus mengurangi konsumsinya. Agar setiap orang mendapatkan listrik dan transportasi yang cukup tanpa harus meningkatkan pemanasan global, kita harus berpaling ke sumber-sumber energi non-polusi (**energi bersih**, juga disebut energi terbarukan). Energi bersih mencakup tenaga angin, tenaga matahari, tenaga air, dan biogas.

## Bagaimana Listrik Dihasilkan

Sebagian besar energi listrik saat ini diproduksi dengan membakar bahan bakar fosil (minyak, batu bara, dan gas alam). Beberapa energi berasal dari tenaga nuklir dan bendungan-bendungan besar (lihat halaman 170). Untuk memahami mengapa kita membutuhkan energi bersih untuk menggantikan bahan bakar fosil, energi nuklir, dan energi dari bendungan-bendungan besar, kita perlu mengetahui bagaimana memproduksi listrik dan bagaimana hal ini bisa menimbulkan kerusakan jika dihasilkan dari sumber-sumber yang tidak bersih atau terbarukan.



Apakah berasal dari batu bara, minyak, atau gas alam dan tenaga nuklir, memproduksi listrik selalu dikerjakan dengan cara yang sama. Pertama-tama, sumber tenaganya menciptakan panas yang akan digunakan untuk membuat uap, yang selanjutnya akan menggerakkan turbin untuk menghasilkan listrik. Dam-dam hidroelektrik besar memanfaatkan air terjun, bukan panas dari uap, untuk memutar turbin agar menghasilkan listrik. Tetapi, semua jenis energi ini selalu menghasilkan polusi beracun, penghancuran komunitas dan daerah aliran sungai (DAS), dan banyak gangguan kesehatan serius. Tak satu pun model pembangkitan listrik yang sehat atau berkelanjutan (sustainable), khususnya ketika diproduksi dalam skala besar.

Bahan bakar fosil semakin langka dan mahal. Bahan bakar fosil adalah jenis yang **tak terbarukan**, artinya sekali dipergunakan, maka sistem yang bergantung padanya akan benar-benar kehabisan bahan bakar. Pada saat yang sama, bahaya pemanasan global (lihat halaman 33) dan polusi dari pembakaran bahan bakar fosil telah berkembang menjadi masalah kesehatan lingkungan yang serius bagi setiap orang dan tempat di seluruh dunia.



## Gangguan kesehatan dari energi tak terbarukan

**Membakar bahan bakar fosil** dalam pembangkit listrik yang besar adalah cara paling umum menghasilkan listrik. Menggali dan membakar bahan bakar fosil akan mencemari udara, tanah, dan air, yang akan menyebabkan gangguan-gangguan pernafasan dan kulit. Teknik ini juga menghasilkan bahan kimia beracun yang menyebabkan kanker dan cacat lahir (lihat Bab 16, dan halaman 506). Konsumsi bahan bakar fosil kita menyebabkan terjadinya pemanasan global, dan perang-perang memperebutkan sumberdaya minyak.

**Energi hidroelektrik besar** (yang menggunakan air dari bendungan-bendungan besar untuk menghasilkan listrik) mengakibatkan masyarakat tergusur dari rumah-rumahnya, kelaparan, dan kehilangan tanah yang berharga, dan meningkatkan terjadinya malaria dan schistosomiasis (lihat Bab 9). Bendungan-bendungan yang lebih kecil lebih sedikit mendatangkan masalah.

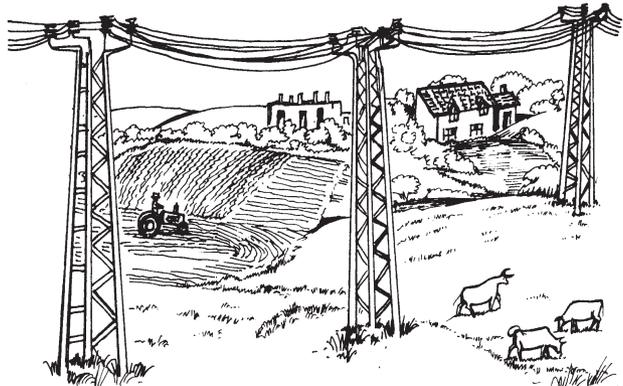


**Energi nuklir** sangat berbahaya karena material-material beracun yang digunakan (lihat halaman 491), ancaman terjadinya kecelakaan, dan limbah berbahaya yang ditinggalkan, menyebabkan munculnya masalah-masalah kesehatan bagi beberapa generasi. Energi nuklir bukan energi bersih.

**Saluran udara tegangan tinggi/SUTET** (kabel-kabel yang menghantarkan listrik dari tempat pembangkitnya ke lokasi pemakai) dapat menyebabkan masalah kesehatan seperti kanker darah (**leukemia**) dan kanker-kanker lain. Yang terbaik adalah tidak mendirikan rumah terlalu dekat dengan SUTET, terutama tepat di bawahnya.

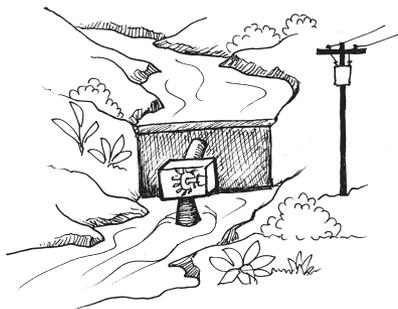
SUTET sama bahayanya jika digunakan untuk menghantarkan listrik yang berasal dari energi bersih atau bahan bakar fosil.

Memproduksi energi secara lokal, yang merupakan bagian penting dari energi bersih, akan menurunkan kebutuhan pada SUTET.



## Keuntungan dan Kerugian Energi Bersih

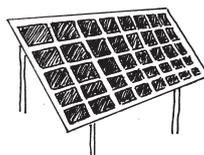
Energi bersih adalah energi yang diproduksi dengan hanya mendatangkan sedikit dampak buruk pada aspek sosial, kultural, kesehatan, dan lingkungan. Energi bersih disebut juga energi **terbarukan** atau energi yang berkelanjutan, karena ia dihasilkan dari sumber-sumber yang tidak akan habis, seperti:



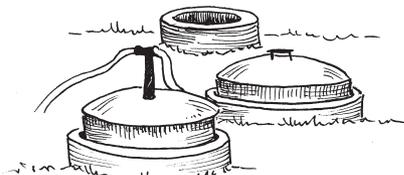
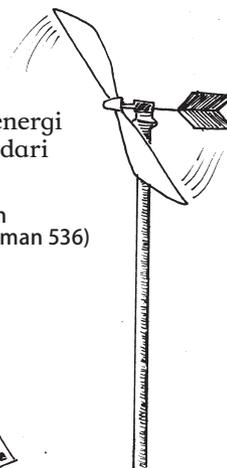
air terjun dari bendungan kecil  
(halaman 534)



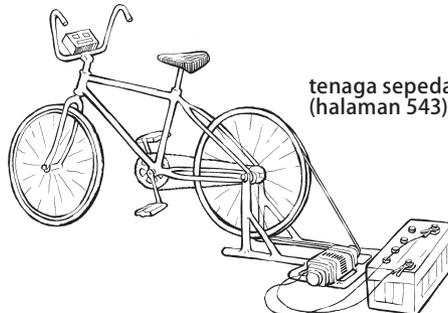
angin  
(halaman 536)



cahaya matahari  
(halaman 537)



biogas dan biomasa lain  
(halaman 540)



tenaga sepeda  
(halaman 543)

Dengan menggunakan energi bersih, kita mengurangi ancaman bahaya pada kesehatan manusia dan lingkungan yang disebabkan oleh penggalian dan pemanfaatan bahan bakar fosil dan jenis energi berpolusi dan tak terbarukan lainnya. Energi bersih dapat memenuhi kebutuhan listrik di desa-desa, kota-kota besar, dan pabrik-pabrik tanpa menimbulkan bahaya.

Setiap cara memproduksi energi bersih memiliki keuntungan dan kerugian. Masing-masing bergantung pada kondisi-kondisi lokal seperti seberapa banyak ketersediaan angin, cahaya matahari, atau air terjun di tiap-tiap tempat. Listrik, bahkan listrik bersih, mungkin terlalu mahal bagi kebanyakan warga. Tetapi jika semakin banyak orang yang menggunakan energi bersih, dan jika cara-cara menghasilkan energi bersih diperbaiki, mungkin akan menjadi lebih mudah dan lebih murah untuk memproduksi dan menggunakannya.

## Membiayai energi bersih

Sistem energi rumah yang memanfaatkan tenaga matahari, angin, dan air butuh banyak uang untuk memasangnya. Tetapi, sekali dipasang sistem ini hanya membutuhkan biaya sedikit untuk operasi dan perawatan. Pendapatan yang diperoleh dari mesin-mesin listrik hemat tenaga kerja seperti penghancur biji dan pompa-pompa air, dan kemampuannya untuk beroperasi di malam hari, biasanya dapat menutupi biaya-biaya awal.

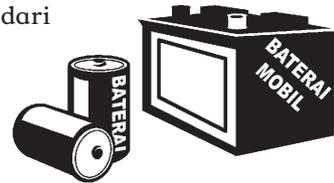
Orang-orang di banyak negara sedang mengembangkan cara-cara agar energi bersih bisa diakses oleh setiap orang. Mendirikan koperasi desa untuk membiayai energi secara bersama adalah salah satu solusi. Solusi yang lain berupa program-program kredit mikro (lihat halaman 539). Program-program semacam ini memungkinkan keluarga membayar biaya cicilan kecil dalam jangka waktu panjang, bukan dimuka dalam jumlah besar sekaligus. Dengan membayar pada sebuah “dana kredit bergulir,” sama artinya dengan menyediakan dana setiap saat untuk membantu warga memasang tenaga energi di rumah masing-masing.

Tidak ada alasan teknis lagi mengapa warga di negara-negara miskin atau kawasan pedesaan tidak dapat menikmati listrik. Alasan mengapa mereka tidak menikmati listrik lebih berkaitan dengan tidak adanya keadilan sosial.

## Menyimpan energi

Setiap bentuk energi, supaya bermanfaat kapan dan di mana ia diperlukan, harus disimpan. Untuk bensin atau transportasi yang menggunakan bahan bakar minyak, artinya harus ada tangki bahan bakar di mobil atau bus sehingga bisa digunakan selama mesin berjalan. Untuk listrik biasanya diperlukan baterai.

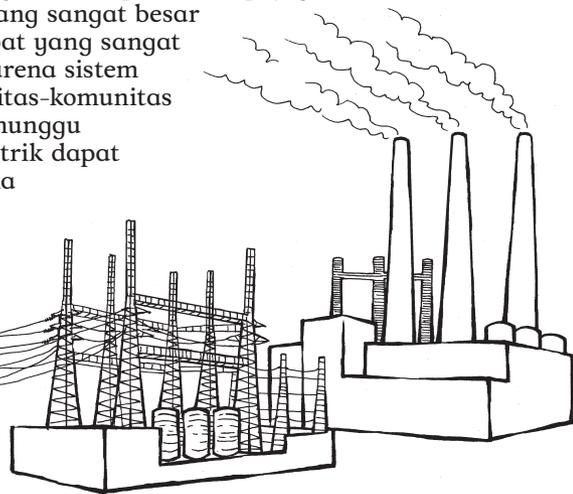
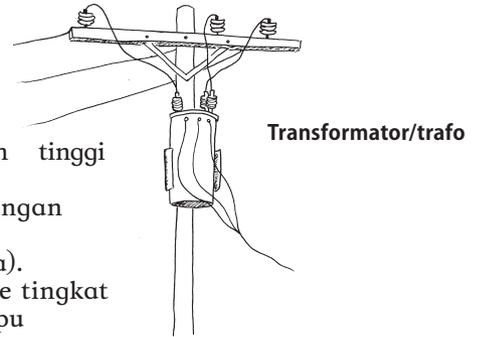
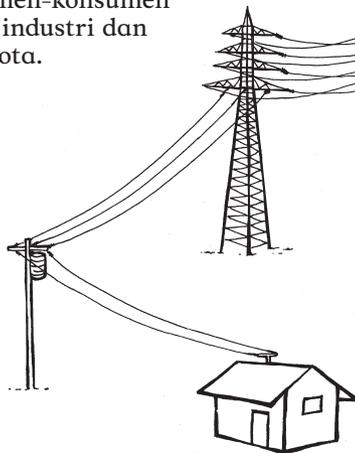
Sekalipun energi diproduksi dari sumber-sumber bersih seperti angin, air, dan cahaya matahari, ia harus disimpan di dalam baterai. Seringkali, baterai merupakan bagian paling mahal dari suatu sistem energi bersih. Sejauh ini, belum ada pengganti yang baik untuk baterai sebagai sebuah cara untuk menyimpan energi listrik.



## Distribusi Energi

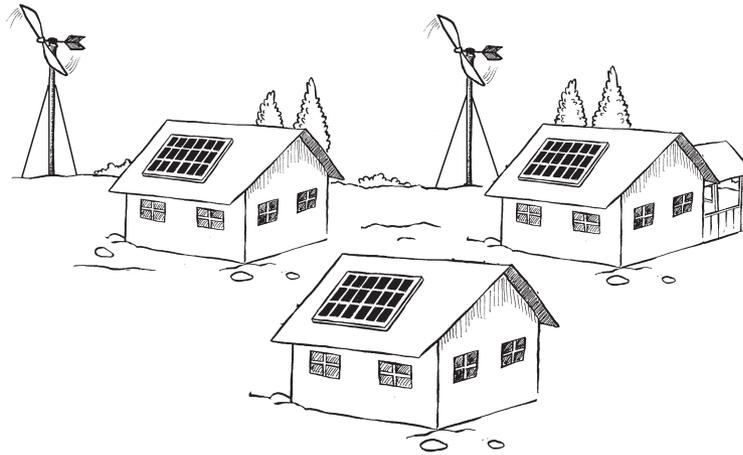
Pembangkit listrik besar yang dioperasikan industri swasta dan pemerintah menghasilkan listrik dan mendistribusikannya melalui saluran udara tegangan tinggi (SUTET) ke berbagai tempat. Kemudian dialirkan ke transformator/trafo (alat yang mengubah listrik tegangan tinggi menjadi listrik tegangan rendah sehingga bisa dikonsumsi oleh rumah tangga dan lingkungan usaha). Saluran-saluran tegangan rendah membawa listrik ke tingkat rumah tangga atau pabrik untuk menghidupkan lampu penerangan dan mesin-mesin.

Persoalan yang muncul dari cara listrik diproduksi saat ini adalah bukan hanya karena ia menghasilkan polusi tetapi juga karena ia diproduksi dalam skala yang sangat besar dan didistribusikan ke tempat-tempat yang sangat jauh. Hal ini jelas sangat mahal. Karena sistem distribusinya sangat mahal, komunitas-komunitas yang lebih kecil mungkin harus menunggu bertahun-tahun sebelum saluran listrik dapat mereka nikmati, atau mungkin sama sekali tidak dapat menikmatinya. Sehingga sebagian besar energi listrik dialirkan ke konsumen-konsumen besar: industri dan kota-kota.



**Biaya distribusi listrik melalui saluran udara tegangan tinggi ke tempat-tempat yang jauh sangat mahal.**

Energi bersih dari angin, matahari, dan air dapat dibuat dalam jumlah yang lebih sedikit pada harga yang lebih rendah, sehingga energi bersih akan lebih mudah digunakan di dekat tempat ia dihasilkan. Komunitas-komunitas yang menggunakan energi bersih dapat memiliki kontrol atas sumberdaya energi mereka sendiri. Bila energi listrik diproduksi secara lokal dari cahaya matahari, air, atau biogas, maka ketergantungan pada bahan bakar fosil dan pada sistem distribusi tegangan tinggi yang mahal itu akan berkurang. Selain itu, hal ini juga menghindari tindakan instansi-instansi pemerintah atau perusahaan-perusahaan besar yang lokasinya jauh di kota mematok harga listrik dan menentukan ke mana saja listrik boleh didistribusikan.



Energi bersih akan sangat efektif jika dihasilkan dari campuran sumber-sumber yang berbeda. Jika salah satu sumber tidak tersedia, misalnya cahaya matahari hilang ketika mendung, atau air terjun kering ketika musim kemarau, sumber-sumber yang lain masih dapat diandalkan untuk membangkitkan tenaga.

Energi bahan bakar fosil mendistribusikan listrik, membuat ketergantungan, dan menghasilkan polusi. Energi bersih mendistribusikan listrik, membentuk independensi, kemandirian, dan sustainabilitas.

### Klinik-klinik desa berenergi matahari

Di kawasan terpencil Birma dekat perbatasan Thailand, warga komunitas etnis Karen senantiasa berjuang menghadapi militer Birma. Karena situasi penindasan ini, tidak ada lembaga pemerintah dan non-pemerintah (lembaga swadaya masyarakat (LSM)) yang mampu menyediakan perawatan kesehatan di daerah ini. Tetapi, kelompok-kelompok etnis Karen yang hidup di bagian Thailand dari perbatasan tersebut telah membangun sebuah jaringan pusat kesehatan yang mendukung 28 klinik yang merawat hampir 100.000 orang di kawasan ini. Pusat-pusat kesehatan tersebut merawat korban ranjau darat dan orang-orang lain yang terluka karena perang, di samping mengobati masalah kesehatan lain.

Dua LSM, *Green Empowerment* (Pemberdayaan Hijau) dan kelompok lokal bernama *Border Green Energy Team* (Tim Energi Hijau Perbatasan), membawa panel-panel surya dan baterai ke perbatasan dan melatih penduduk desa Karen, para pengungsi, dan pegawai pusat kesehatan merangkai dan menggunakan panel surya tersebut. Petugas-petugas kesehatan mengangkut peralatan melalui hutan belantara. Dan sekarang seluruh 28 klinik di kawasan perang telah memiliki listrik untuk menghidupkan penerangan, komputer jinjing, dan peralatan medis untuk keselamatan jiwa, dan penduduk desa pun tahu bagaimana cara memperbaiki sistem energi tenaga matahari mereka.

## Menggunakan Listrik secara Efisien

Di samping menggunakan energi yang bersih, satu cara untuk penting mengurangi polusi yang timbul dari pembangkit listrik adalah dengan menggunakannya secara lebih berhati-hati. Kalau kita memanfaatkan lebih sedikit listrik, pembangkit tenaga kita tidak perlu membangkitkan terlalu banyak energi – atau menghasilkan banyak polusi. Ada banyak cara bagi pemerintah untuk mempromosikan penggunaan energi yang lebih baik, termasuk mengatur industri untuk menggunakan metode-metode produksi yang lebih bersih (lihat 458), dan meningkatkan kemampuan pembangkit listrik serta saluran listrik yang ada.



**Bohlam fluoresensi (lampu pendar) tahan jauh lebih lama dari pada bohlam biasa (lampu pijar), sehingga menghemat listrik dan uang.**

### Kurangi limbah, mengurangi permintaan

Menurunkan permintaan penambahan listrik dari konsumen warga dan industri yang menggunakan terlalu banyak adalah cara terbaik untuk menurunkan penggunaan bahan bakar fosil. Pemerintah dapat mengurangi permintaan energi dengan mendorong pabrik-pabrik, kalangan pengusaha, dan warga yang tinggal di kota untuk menggunakan energi secara lebih efisien. Ketika lebih sedikit energi yang digunakan, biaya produksi energi menurun dan gangguan pada kesehatan manusia dan lingkungan juga menurun.

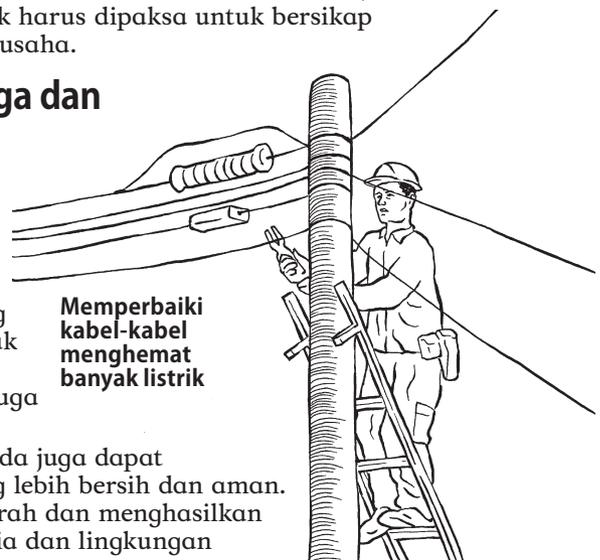
Pemerintah dapat mengenakan pajak lebih besar pada industri-industri yang paling banyak menggunakan energi listrik. Pemerintah juga dapat mendorong penggunaan listrik pada waktu-waktu berbeda dalam satu hari, sehingga permintaan tidak menumpuk pada satu waktu saja.

Perusahaan-perusahaan yang memproduksi listrik sama saja seperti bisnis lainnya. Semakin banyak mereka memproduksi dan menjual listrik, semakin besar pula keuntungan mereka. Karena kesehatan dan lingkungan kita sangat terganggu oleh banyaknya listrik yang diproduksi dari bahan bakar fosil, maka perusahaan-perusahaan pembangkit listrik harus dipaksa untuk bersikap konservatif, bukan terus mengembangkan usaha.

### Memperbaiki pembangkit tenaga dan saluran listrik yang ada

Kabel listrik menghantarkan tenaga listrik dari pembangkit ke tempat dimana digunakan. Cara listrik bergerak dalam sebuah kabel dapat disamakan dengan bagaimana air mengalir melalui sebuah pipa. Persis seperti pipa bocor yang memboroskan air, saluran listrik yang tidak dirawat dengan baik juga memboroskan listrik. Saluran listrik berkualitas rendah juga memboroskan banyak listrik.

Pembangkit-pembangkit tenaga yang ada juga dapat diperbaiki untuk menghasilkan listrik yang lebih bersih dan aman. Memperbaiki pembangkit tenaga lebih murah dan menghasilkan lebih sedikit ancaman bahaya bagi manusia dan lingkungan daripada membangun pembangkit yang baru.



**Memperbaiki kabel-kabel menghemat banyak listrik**

# Transportasi

Bersama-sama listrik, penggunaan energi terbesar di dunia adalah sebagai bahan bakar untuk transportasi kereta api, pesawat, truk, bis, dan mobil. Seperti halnya listrik, orang-orang di negara-negara kaya mengkonsumsi lebih banyak bahan bakar untuk transportasi dari pada mereka yang hidup di negara-negara miskin. Polusi dari pembakaran bahan bakar untuk transportasi merupakan penyebab utama penyakit-penyakit seperti asma, bronkhitis, dan kanker, dan juga menyebabkan pemanasan global.

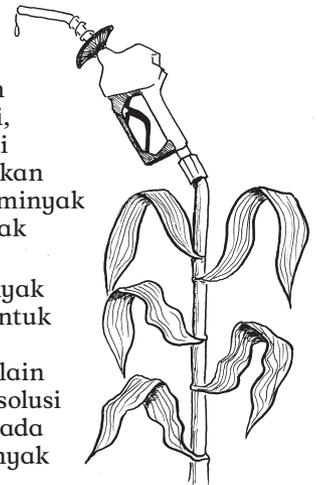
Guna membakar lebih sedikit bahan bakar dan memiliki sikap yang lebih adil dalam transportasi, warga di negara-negara kaya, khususnya di Amerika Serikat, harus lebih banyak menggunakan transportasi umum (kereta api dan bis) dan lebih sedikit mobil pribadi. Kota dan sistem transportasi harus lebih mendukung sepeda dari pada mobil.

## Masalah pada bahan bakar berbasis tanaman

Ketika mesin mobil diciptakan, ia dibuat agar bisa beroperasi dengan bahan bakar dari tanaman, seperti minyak nabati dan alkohol. Tetapi, ketika minyak bumi semakin murah diproduksi, bensin dan minyak disel (keduanya dari minyak bumi) menjadi pilihan bahan bakar utama yang digunakan untuk menggerakkan mesin-mesin mobil, sepeda motor, truk, dan pesawat. Industri minyak pun bekerja sangat keras untuk menghalangi pemakaian minyak berbasis tanaman.

Sekarang, ketika minyak bumi menjadi mahal kembali, banyak negara yang berpaling pada bahan bakar berbasis tanaman untuk menggantikan minyak bumi. Minyak yang dibuat dari kelapa sawit, kedelai, kanola, jagung, atau minyak berbasis tanaman lain dinamakan "biofuel" atau "agrofuel." Kelihatannya ini seperti solusi yang baik karena tanaman adalah sumber terbarukan. Tetapi ada banyak alasan mengapa agrofuel akan menyebabkan lebih banyak masalah daripada menyelesaikan masalah.

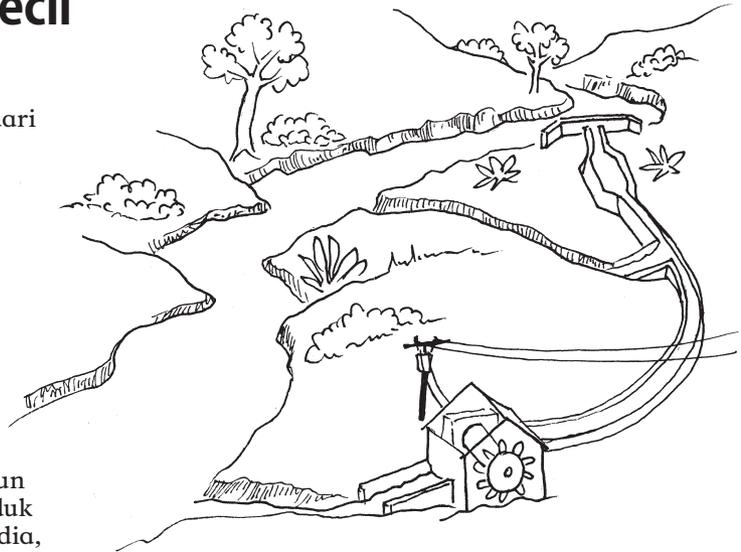
- Memproduksi minyak dari tanaman yang dapat digunakan sebagai makanan akan memicu kompetisi antara mengembangkan bahan bakar untuk mobil dan mengembangkan pangan untuk manusia. Dengan begitu banyak orang yang mengalami kekurangan makanan, kita tidak dapat menyalurkan makanan menjadi bahan bakar.
- Satu alasan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil adalah untuk mengurangi pemanasan global. Tetapi, untuk menghasilkan tanaman sebanyak yang dibutuhkan untuk membuat biofuel harus ada pemakaian pupuk, mesin-mesin pertanian, dan transportasi tanaman bahan bakar dari tempatnya ditanam ke tempat pengolahan dan pendistribusiannya, dan akhirnya sampai ke tempat penggunaannya. Kesimpulannya, memproduksi biofuel membutuhkan lebih banyak energi dari pada yang dihasilkannya, dan lebih banyak menyebabkan pemanasan global dari pada minyak bumi!
- Ketika tanah-tanah hutan dibabat untuk menumbuhkan tanaman-tanaman biofuel, pohon-pohon yang menyerap gas-gas pemanasan global justru dihancurkan. Sebagai contoh, biofuel yang dibuat dari minyak kelapa sawit menyebabkan 10 kali lipat pemanasan global dari pada minyak disel.



## Bendungan kecil

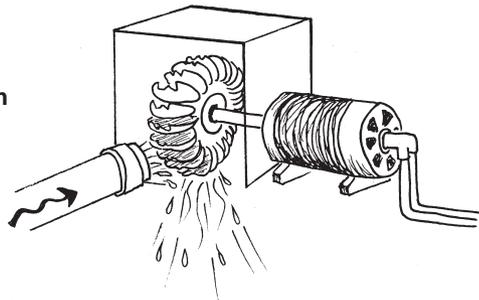
Bendungan kecil dapat dipergunakan untuk membangkitkan listrik dari air yang mengalir atau air terjun (dinamakan tenaga hidro kecil, dan tenaga mikro hidro kalau sangat kecil). Jika ada cukup air dari sungai dan kali, tenaga mikro hidro adalah yang paling murah untuk menyediakan listrik bagi komunitas pedesaan. Proyek-proyek ini dapat dibangun dan dikelola oleh penduduk desa sendiri. Di Cina, India, dan Nepal, ribuan proyek pembangkit tenaga hidro kecil memasok listrik ke desa-desa dan kota-kota kecil.

Dalam proyek-proyek tenaga hidro kecil, air disalurkan dari sebuah sungai atau kali dan mengalir ke bawah melalui sebuah pipa. Air yang mengalir ini menggerakkan turbin, dan selanjutnya kembali masuk sungai atau kali. Bendungan-bendungan kecil tidak menggusur warga atau mengubah aliran sungai seperti yang terjadi pada bendungan besar. Proyek-proyek mikro hidro hanya menggunakan bendungan setinggi beberapa meter untuk mengarahkan air ke turbin.



Air sungai dialirkan ke bawah menuju turbin, dan kemudian mengalir kembali ke sungai.

Air memutar turbin untuk menghasilkan tenaga listrik.



(Untuk belajar tentang tenaga mikro hidro dan menghubungi organisasi-organisasi yang memasang sistem tenaga mikro hidro, lihat Sumber-sumber.)

## Seloliman dan dua Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)

Desa Seloliman di Kec. Trawas, Kab. Mojokerto terdiri dari 4 (empat) dusun, yaitu Biting, Sempur, Balekambang dan Janjing. Posisi Dusun Janjing agak terpencil yakni berada di bukit kecil yang dipisahkan oleh sungai dengan tiga dusun lainnya. Jangkauan listrik, sarana transportasi saja waktu itu masih menggunakan jembatan bambu yang berulang kali hancur diterjang aliran deras sungai saat musim hujan. Saat itu PLN tidak tertarik menyambungkan listrik karena kondisi geografis yang tidak mendukung dan jumlah penduduk yang tidak memenuhi kuota. Melihat kondisi demikian, Pusat Pendidikan Lingkungan Hidup (PPLH) Seloliman – yang sudah berdiri di sana sejak 1990 dan juga membutuhkan listrik untuk kegiatannya – tergerak untuk memfasilitasi warga Dusun Janjing agar mendapat aliran listrik. Dengan bantuan teknis dan pendanaan dari GTZ melalui Mini Hydro Power Project (MHPP) maka pada Agustus 1994 terpasanglah PLTMH Kali Maron berkapasitas 10 KW dan PPLH Seloliman sebagai pengelola dan operator tehniknya.



Sekitar lima tahun kemudian kapasitas 10 KW dirasa sudah tidak mencukupi sehingga PPLH bersama masyarakat Dusun Janjing berniat meningkatkannya menjadi 30 KW. Kali ini keterlibatan masyarakat ditingkatkan mulai dari proses penyusunan proposal sampai menggandeng kembali lembaga donor GEF-SGP (*Global Environmental Facility - Small Grant Program*) yang mendukung pendanaan dan MHPP-GTZ yang memberikan bimbingan teknis, sistem manajemen, sampai dengan penentuan tarif kepada pengguna listrik. Selain itu dibentuk pula Paguyuban Kali Maron (PKM) Seloliman sebagai wadah untuk lebih meningkatkan kemampuan masyarakat dalam pengelolaan PLTMH ini dan juga pengelolaan sumberdaya alam lokal demi peningkatan kesejahteraan masyarakat Seloliman sendiri tanpa harus mengandalkan pihak lain (lembaga donor dan pemerintah).

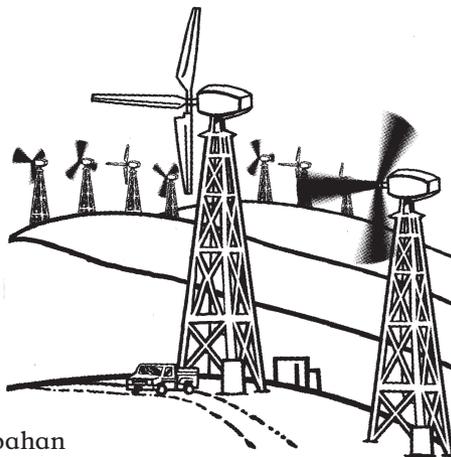
Keterlibatan riil komunitas melalui Paguyuban Kali Maron (PKM) Seloliman selain berupa penyertaan modal dari komunitas serta kesediaan mereka bekerja-bakti secara bergiliran tanpa diupah, juga berupa usaha untuk mempertahankan debit air Kali Maron agar tidak kurang dari 300 liter/detik. Paguyuban Kali Maron secara aktif membuat perencanaan terkait dengan rehabilitasi kawasan penyangga (*catchment area*) mata air di sepanjang daerah aliran Kali Maron dengan cara menggalang dukungan ke petani pemakai air terkait ancaman privatisasi air oleh pihak-pihak tertentu. Selain itu dukungan juga diperoleh dari Perum Perhutani yang menyumbangkan bibit tanaman hutan dalam kaitannya dengan kegiatan rehabilitasi dan konservasi hutan. Hal ini dianggap penting karena aliran air yang cukup deras diperoleh dari kondisi hutan yang hijau yang berfungsi sebagai resapan air.

## Tenaga angin

Energi asal angin telah dimanfaatkan selama ratusan tahun untuk memompa air dan menggiling biji-bijian. Tahun-tahun terakhir, sumberdaya angin banyak dimanfaatkan untuk membangkitkan listrik di Eropa, Amerika Utara, India, Cina, Afrika Selatan, dan Brasil. Kincir-kincir angin besar dan kecil membangkitkan listrik ketika kekuatan angin memutar bilah-bilah kincir.

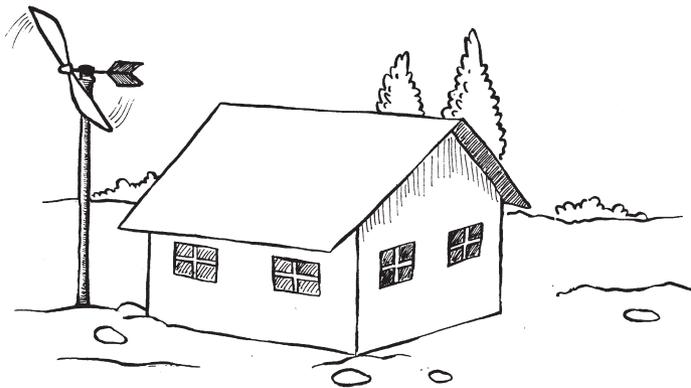
Tenaga angin mungkin merupakan cara termurah dan terbaik untuk menggantikan bahan bakar fosil untuk pembangkit listrik berskala besar.

Proyek-proyek tenaga angin berskala besar biasanya terkoneksi dengan jalur listrik nasional. Supaya energi angin bekerja dengan baik, diperlukan angin yang kuat dan stabil. Kawasan pesisir, lapangan terbuka, dan celah pegunungan adalah lokasi terbaik untuk tenaga angin. Karena angin di sebagian besar tempat tidak stabil, turbin-turbin angin memerlukan baterai untuk menyimpan listrik atau sebagai sebuah sistem tenaga cadangan (panel-panel surya atau generator bertenaga gas).



### Energi angin berskala kecil

Turbin-turbin angin digunakan untuk mengisi baterai bagi rumah tangga di beberapa bagian dunia. Tetapi karena energi angin mengandalkan angin yang stabil, membutuhkan pengukuran yang hati-hati untuk membangun dan memelihara turbin, dan turbin-turbin angin mahal, maka mungkin energi angin bukan pilihan terbaik untuk memenuhi kebutuhan listrik rumah tangga dan desa. Angin sekilas terlihat lebih baik dari pada tenaga matahari, karena sebuah turbin angin lebih murah dari pada panel surya, tetapi dalam jangka panjang metode ini membutuhkan lebih banyak perbaikan dan perawatan.

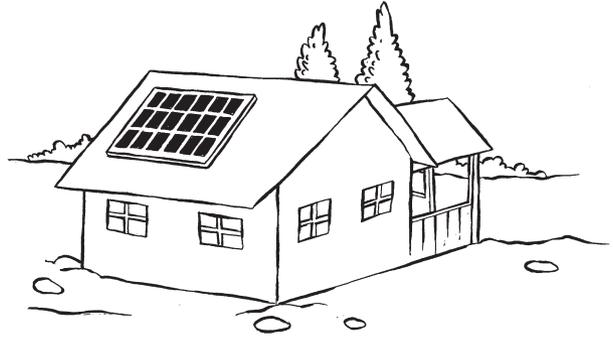


(Untuk mengetahui lebih mendalam tentang tenaga angin dan menghubungi organisasi-organisasi yang memasang sistem-sistem tenaga angin, lihat Sumber-sumber.)

## Tenaga matahari

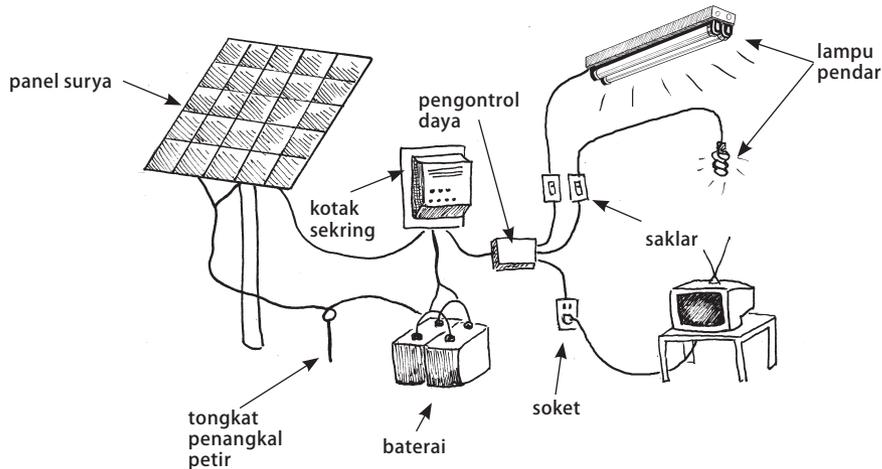
Ketika Anda merasakan matahari menghangatkan badan Anda atau udara di rumah Anda, inilah yang disebut energi matahari atau surya. Ada banyak cara untuk membuat penggunaan energi matahari yang efisien untuk memanaskan air (lihat halaman 538), untuk membuat air minum aman (lihat halaman 98), dan untuk memasak atau menghangatkan rumah (lihat halaman 378). Energi matahari juga dapat digunakan untuk menghasilkan listrik. Energi matahari perlu panel surya atau sel-sel surya untuk menyimpan cahaya matahari dan mengubahnya menjadi listrik. Karena matahari tidak selalu bersinar, listrik yang dihasilkan harus disimpan dalam baterai sebelum dimanfaatkan untuk penerangan, menggerakkan mesin, dan sebagainya.

Sistem energi surya dapat cukup mahal untuk dipasang karena sistem ini memerlukan panel-panel surya, baterai, dan bagian-bagian lain. Tetapi, sinar matahari gratis (dan terbarukan tanpa batas). Sekali sebuah sistem surya dipasang, ia hanya butuh sedikit biaya untuk beroperasi dan pemeliharaan. Biaya terbesar untuk merawat sebuah sistem surya adalah mengganti baterai-baterai setiap 3 hingga 5 tahun dan panel-panel surya jika rusak.



Panel-panel surya di atap rumah mengumpulkan energi dari matahari.

### Bagian-bagian sebuah sistem solar



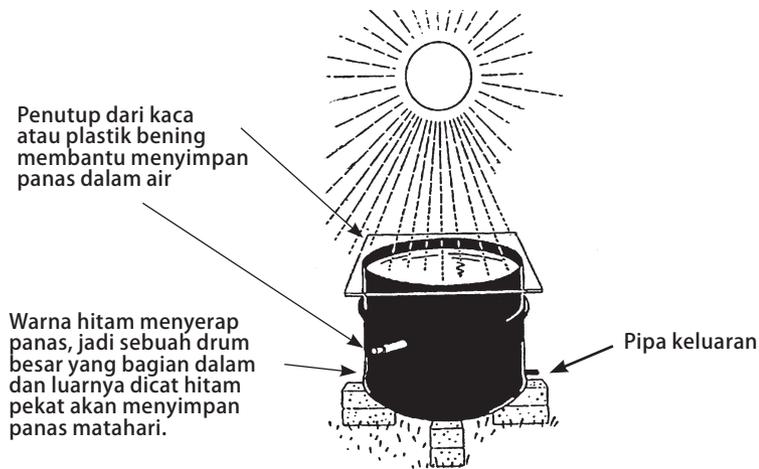
(Untuk mengetahui lebih lanjut tentang tenaga matahari dan menghubungi organisasi-organisasi yang memasang sistem listrik tenaga surya, lihat Sumber-sumber.)

## Air panas matahari

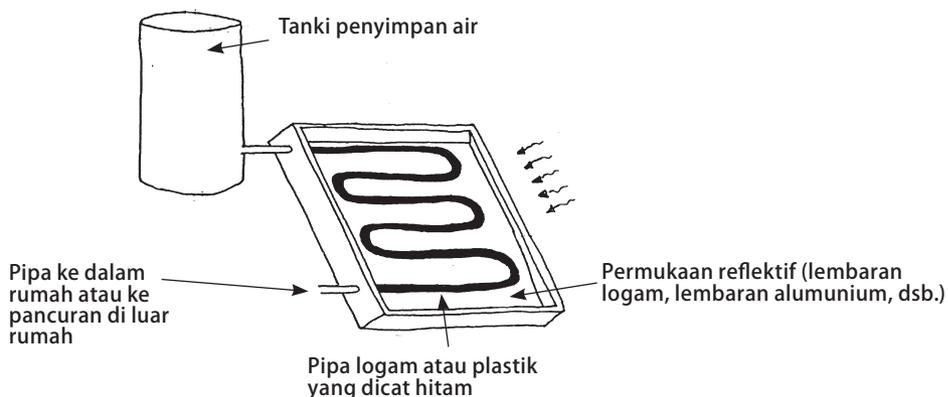
Di kawasan-kawasan yang cahaya matahari melimpah, salah satu pemanfaatan terbanyaknya adalah memanaskan air untuk minum atau mandi. Air panas matahari ini tidak membutuhkan panel surya atau perlengkapan yang mahal. Yang dibutuhkan cuma tangki penyimpanan, dan pipa yang dicat hitam untuk menyerap cahaya.

Di kawasan beriklim sedang, dibutuhkan pengumpul-pengumpul tenaga surya (baterai) untuk memanaskan air. Pengumpul tenaga surya jauh lebih mahal dari pada pemanas air tenaga surya, tetapi lebih murah dari pada panel surya yang dibuat untuk menghasilkan listrik, dan lebih murah dari pada memanaskan air dengan menggunakan sumber-sumber tak terbarukan.

### Pemanas air sederhana

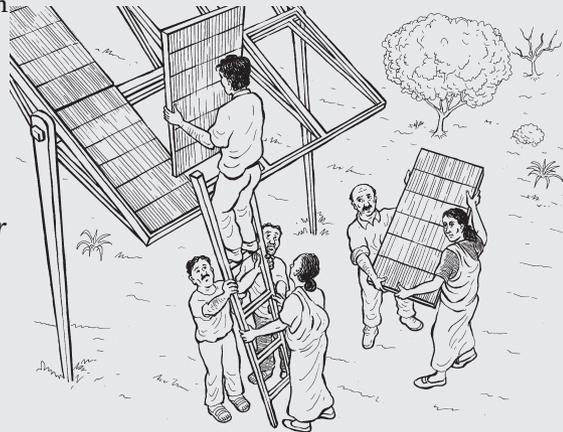


### Pemanas air matahari ditempatkan di atas rumah atau di tanah untuk menyerap tenaga surya



## Kredit mikro membantu membiayai tenaga surya

Kebanyakan rumah di pedesaan Sri Lanka tidak terkoneksi dengan sistem tenaga listrik nasional. Tetapi, seperti layaknya negara-negara tropis, kepulauan di Sri Lanka mendapatkan cahaya matahari berlimpah. Tahun 1991, sebuah organisasi bernama SELF (*Solar Electric Light Fund*) masuk ke Sri Lanka untuk membantu warga memanfaatkan cahaya matahari guna menghasilkan listrik.



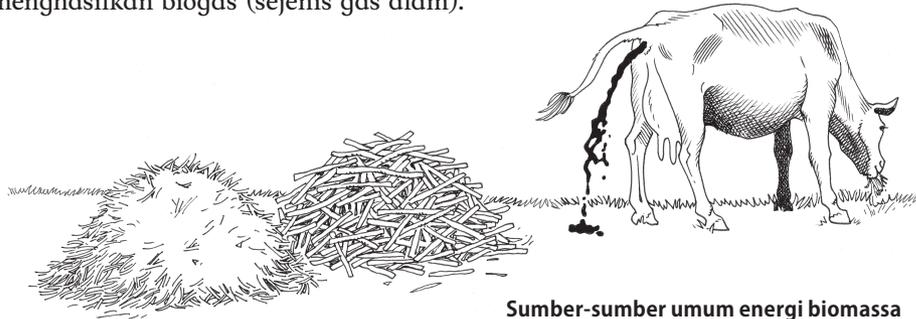
Karena mereka tidak mungkin mendapatkan bantuan dana gratis, SELF datang dengan sebuah solusi untuk membantu membiayai sistem surya mereka. Bersama-sama dengan lembaga nirlaba Sri Lanka, mereka membentuk sebuah “koperasi tenaga surya.” Koperasi ini menyiapkan dana kredit mikro. Anggota-anggota koperasi membayar uang muka untuk membangun sistem bertenaga matahari, dan mencicil pembayaran kecil setiap bulan selama 8 tahun. Ketika dananya berkembang, lebih banyak keluarga yang mampu memanfaatkannya untuk membayar sistem tenaga matahari mereka sendiri. Setelah 5 tahun, 48 keluarga pertama telah mencicil cukup banyak dana kredit mikro mereka dan memungkinkan 25 keluarga lain untuk memasang sistem tenaga matahari.

Dengan bekal kesuksesan ini, SELF mulai bekerja dengan Sarvodaya, LSM terbesar di Sri Lanka, yang punya 3 juta anggota. SELF dan Sarvodaya mengembangkan sebuah program bernama “*Solar Seed*” (Benih Surya), yang memperkenalkan listrik tenaga matahari pada 100 desa. Program ini memasang sistem tenaga surya sebagai demonstrasi di pusat-pusat komunitas, sekolah, dan biara-biara agama Budha. Selanjutnya, SELF mengelola dana kredit mikro untuk membantu Sarvodaya mulai merencanakan sebuah program tenaga surya “sejuta-rumah.”

Ribuan rumah di pedesaan Sri Lanka sekarang punya listrik tenaga surya. Dengan menggunakan sistem kredit mikro, ribuan keluarga akan segera mendapatkan listrik tenaga surya sendiri. Jika mereka terus menjalankan cara ini, Sri Lanka suatu saat bisa menjadi negara pertama yang secara keseluruhan memanfaatkan cahaya matahari untuk menghasilkan listrik.

## Energi Biomassa

Di banyak negara, **biomassa** (limbah hewan dan tanaman) merupakan sumber energi rumah tangga yang umum. Energi dari material biomassa dapat dikeluarkan dengan membakar atau membiarkannya membusuk dan menghasilkan biogas (sejenis gas alam).



Sumber-sumber umum energi biomassa

Biomassa yang berasal tanaman adalah material terbarukan, tetapi ketika dibakar sebagai bahan bakar, ia memberi kontribusi pada pemanasan global dan muncul masalah-masalah kesehatan. Ketika Anda membuat api dari kayu atau kotoran sapi, sebenarnya Anda sedang menggunakan energi biomassa dalam skala kecil.

Dalam skala besar, limbah tanaman dapat digunakan untuk membangkitkan listrik. Di Kuba, misalnya, sejumlah besar listrik dibangkitkan dari membakar batang-batang tebu setelah dipanen dan digiling di pabrik gula. Jerami, sisa-sisa kayu, dan jenis biomassa lain dapat juga dipakai untuk cara ini. Sekalipun terbarukan, polusi dari membakar limbah tanaman buruk bagi kesehatan komunitas dan lingkungan.

## Biogas

Biogas dihasilkan ketika materi organik membusuk. Jika biogas ditampung dalam wadah tertutup, ia dapat menghasilkan api kecil untuk memasak, atau listrik untuk penghangat, penerangan, untuk memompa air, dan menjalankan mesin dan peralatan pertanian. Dengan mengubah materi organik dari kotoran manusia, hewan, dan limbah tanaman menjadi energi, sebenarnya biogas mengubah produk-produk limbah menjadi sumberdaya yang baik untuk kesehatan lingkungan dan komunitas. Biogas dapat dibuat dari berbagai materi organik:

- kotoran dan air seni hewan
- kotoran dan air seni manusia
- sisa-sisa makanan seperti daging, tulang, sayuran
- materi tanaman seperti limbah tanaman, jerami, daun, ranting, dan potongan rumput.

Biogas tidak dapat dilihat atau dicitum baunya. Ketika dibakar, ia menghasilkan nyala api biru yang bersih. Menggunakan biogas untuk memasak di dalam rumah sebagai ganti bahan bakar padat seperti kayu akan mengurangi timbulnya penyakit akibat asap (lihat Bab 17), dan mengurangi tekanan terhadap penebangan pohon untuk bahan bakar. Materi yang tersisa setelah memproduksi biogas dapat dipakai sebagai pupuk berkualitas tinggi. Membakar biogas tidak menyebabkan perubahan iklim dan pemanasan global.

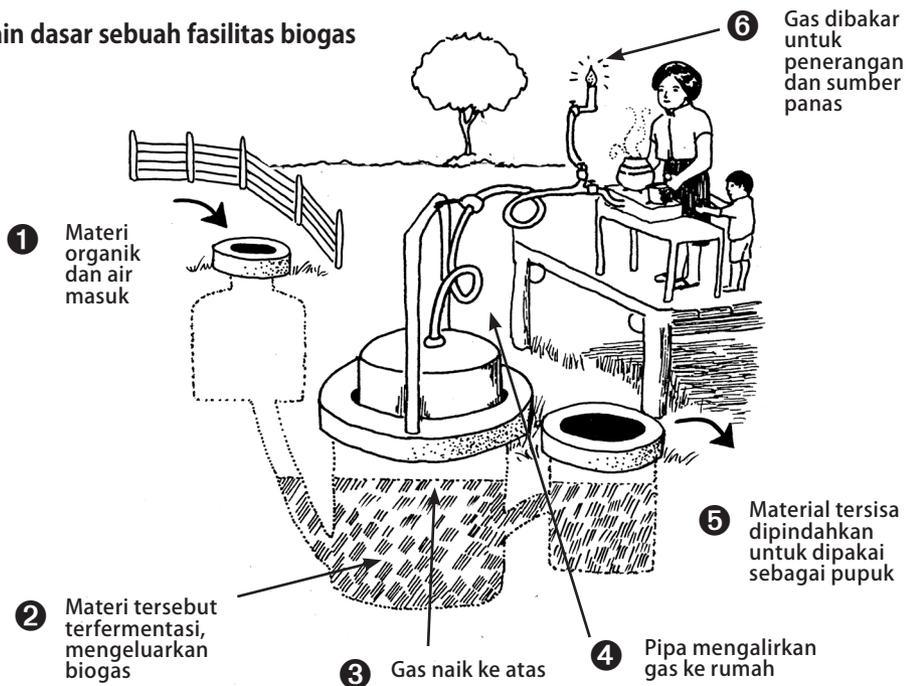
### Membuat fasilitas biogas kecil

Suatu desain fasilitas biogas tergantung pada kuantitas dan jenis limbah yang Anda miliki, iklim, dan material konstruksi yang tersedia. Kotoran hewan dan limbah tanaman yang berbeda menghasilkan jumlah gas yang berbeda juga, sehingga sulit untuk mengatakan berapa banyak hewan yang diperlukan untuk menghasilkan biogas.

Kotoran sapi, babi, ayam, dan bahkan kotoran manusia dapat digunakan untuk menghasilkan biogas. Sejauh ini, sapi paling banyak menghasilkan biogas dan merupakan sumber bahan bakar biogas terbaik. Untuk mempunyai biogas dalam jumlah cukup setiap hari (5 jam per hari untuk 2 kompor), diperlukan 4 sampai 5 sapi.

Sebelum membuat fasilitas biogas, Anda harus yakin punya material limbah yang cukup untuk menghasilkan sejumlah energi yang Anda butuhkan.

### Desain dasar sebuah fasilitas biogas



## Biogas menggerakkan kehidupan desa

Di Nepal, sebagian besar warga tinggal di desa-desa terpencil yang tersebar di dataran tinggi, kaki-kaki bukit, dan lembah-lembah yang curam. Kombinasi kemiskinan dan medan yang sulit membuat hampir tidak mungkin bagi pemerintah menyediakan listrik di seluruh kawasan negeri.

Karena Nepal adalah bangsa yang hidup dari pertanian, kebanyakan rumah tangga di Nepal punya sapi. Awal tahun 1990-an, pemerintah Nepal menyadari bahwa mereka dapat memanfaatkan kotoran sapi yang dicampur air untuk menghasilkan biogas, sehingga menyediakan energi bagi warga pedesaan untuk mendapat penerangan, pemanasan, dan bahan bakar untuk masak dengan biaya kecil. Dengan dukungan pemerintah Jerman dan Belanda, mereka membentuk *Biogas Support Program* (BSP) – Program Dukungan Biogas.



Tujuan program ini adalah menyediakan sistem biogas bagi sebanyak mungkin rumah tangga di Nepal. BSP merancang sebuah sistem biogas yang murah, efisien, dan mudah digunakan dan dipelihara. Para pekerja BSP merangkul dan mendidik masyarakat desa tentang penggunaan dan manfaat biogas. Mereka juga merintis pembentukan program kredit mikro untuk membantu keluarga-keluarga membayar biaya sistem biogas mereka.

Dalam 2 tahun pertama, sebanyak 6.000 sistem biogas dipasang. Program ini sangat efektif sehingga dalam 10 tahun kemudian, sekitar 100.000 sistem telah dipasang. Sebelum tahun 2010, pemerintah berharap dapat memasang 200.000 sistem biogas.

Keluarga-keluarga di seluruh pedesaan Nepal, sekarang menggunakan biogas untuk memasak, menghangatkan rumah, dan penerangan. Dengan menggunakan biogas, setiap rumah menghemat 4 ton kayu bakar dan 32 liter minyak tanah per tahun. Setiap fasilitas biogas juga menghasilkan 5 ton pupuk per tahun, yang digunakan para petani untuk meningkatkan hasil panen mereka. Berkat biogas, banyak keluarga di Nepal sekarang menjadi lebih sehat, lebih hangat, dan kurang bergantung pada bahan bakar yang mencemari dan merusak lingkungan.



Beberapa jenis mesin bekerja menggunakan tenaga manusia.

## Tenaga sepeda

Sepeda boleh jadi adalah mesin terhebat yang pernah ditemukan. Sepeda memudahkan kita berkeliling hanya menggunakan tenaga manusia, dan punya manfaat yang sangat banyak bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Tetapi, lebih dari ini, tenaga manusia dapat didayagunakan oleh sepeda dan dimanfaatkan sebagai tenaga untuk menjalankan berbagai mesin.



Dengan menambahkan sebuah baterai, sepeda dapat menghasilkan tenaga untuk penerangan, televisi, dan mesin-mesin lain.

### Tenaga sepeda Maya Pedal

Tahun 1997, sebuah kelompok berkumpul di Chimaltenango, Guatemala, untuk mempromosikan pembangunan berkelanjutan. LSM bernama Maya Pedal mempromosikan kesehatan, perlindungan lingkungan, dan ekonomi pedesaan berkelanjutan melalui tenaga sepeda.

Mereka memulai dengan mengumpulkan sisa-sisa sepeda bekas untuk membuat mesin bertenaga sepeda untuk memenuhi kebutuhan warga desa. Maya Pedal menjual mesin bertenaga sepeda ini pada setiap orang yang menginginkannya, tetapi kepada kelompok-kelompok yang ingin memulai proyek pembangunan berkelanjutan, secara khusus diberi tawaran harga rendah.

Sebuah perkumpulan perempuan memesan sebuah blender bertenaga sepeda untuk memproduksi sampo yang dibuat dari tanaman lidah buaya yang tumbuh di kebun-kebun mereka. Dengan uang yang dihasilkan dari produksi sampo, perempuan-perempuan tersebut mampu menopang kehidupan keluarganya dan membiayai proyek penghutan mereka kembali. Kelompok lain minta dibuatkan penggiling biji-bijian bertenaga sepeda. Mereka menggunakan mesin ini untuk menggiling jagung sebagai pakan ternak yang mereka jual dengan harga murah pada komunitas lokal. Warga di tiap-tiap tempat menemukan cara-cara kreatif untuk memanfaatkan tenaga sepeda. (Lihat buku *Ketika Tidak Ada Dokter Gigi*, halaman 151, untuk melihat foto warga yang memanfaatkan tenaga sepeda untuk menjalankan bor gigi!)

