

ENERGI SURYA

Oleh
Edi Supriyadi

Abstrak

Perkembangan tingkat industrialisasi dunia yang makin tinggi menuntut kebutuhan akan energi yang makin besar. Di lain pihak cadangan energi, terutama yang tak terbaru seperti minyak bumi, gas dan batubara makin menipis. Matahari merupakan bentuk energi yang tepat untuk mengatasi masalah ini, karena surya matahari merupakan sumber energi yang besar, berkelanjutan, tidak polutif dan gratis. Secara tidak langsung, manfaat dari matahari yakni dapat menyebabkan adanya angin dan hujan. Sedangkan secara langsung, energi ini telah lama digunakan, antara lain; untuk menjemur pakaian yang basah, hasil-hasil pertanian, proses pembuatan garam, proses pembuatan ikan kering dan lain sebagainya. Beberapa bentuk peningkatan pemanfaatan energi matahari dengan menggunakan sistem pengumpul surya dan fotovoltaiic diantaranya; kompor pemasak nasi, pemanas air, pemanas dan pendingin bangunan, pompa air, alat-alat telekomunikasi, piranti-piranti elektronik, pusat pembangkit tenaga listrik, baik dari surya langsung maupun melalui satelit. Oleh karena biaya operasi konversi energi matahari menjadi energi listrik yang masih mahal, maka energi surya sementara ini lebih efektif jika digunakan untuk sistem yang berdaya relatif kecil dan di tempat-tempat terpencil. Pemanfaatan energi matahari yang sesuai di Indonesia antara lain; pompa air irigasi, stasiun-stasiun meteorologi, rambu-rambu laut, mercusuar, penerangan di daerah terpencil, alat-alat telekomunikasi di tempat yang tidak terjangkau oleh energi konvensional.

1. PENDAHULUAN

Sepanjang sejarah manusia, kebutuhan akan energi telah ada sejak pertama kali manusia hidup di bumi. Tenaga otot adalah energi yang pertama kali digunakan, karena tenaga ototlah yang mula-mula dipunyai manusia. Sejalan dengan perkembangan olah pikirnya, manusia mulai memanfaatkan sumber-sumber energi yang ada di sekelilingnya, seperti; energi pembakaran karbohidrat (tumbuhan dan kayu), tenaga air, minyak bumi, gas, tenaga angin, tenaga nuklir dan lain sebagainya. Pada abad ke-XX ini, konsumsi energi makin meningkat, karena tingkat industrialisasi yang makin tinggi, baik di negara-negara maju maupun di negara-negara berkembang termasuk Indonesia. Hal ini menyebabkan cadangan energi, terutama energi yang tak terbaru seperti minyak, gas, batubara, makin menipis. Di samping itu, persediaan energi beberapa tahun yang lalu dalam jumlah yang cukup banyak dan dengan harga yang relatif murah kurang dimanfaatkan secara efisien.

Oleh karena kebutuhan energi, terutama di masa mendatang makin meningkat, sedangkan cadangan energi makin menipis, maka dituntut untuk mengembangkan bentuk energi lain yang terbaharui demi mencukupi kebutuhan akan energi, baik di masa sekarang maupun di masa mendatang tanpa merusakkan ekologi.

Sinar matahari adalah bentuk sumber energi yang tepat untuk dikembangkan, karena merupakan sumber energi yang berkapasitas tinggi, terus menerus dan tidak polutif serta gratis.

Dewasa ini, energi surya belum dipakai sebagai sumber primer energi bahan bakar berskala besar. Sebagian besar pemanfaatannya masih terbatas untuk pemanasan konvensional, misalnya; untuk menjemur pakaian yang basah, untuk proses pembuatan garam, menjemur ikan untuk pembuatan ikan asin dan lain sebagainya. Untuk mengatasi krisis cadangan energi dan sekaligus untuk meningkatkan pemanfaatan energi yang terbaharui, maka energi surya yang melimpah dan konstan serta gratis ini perlu ditingkatkan daya gunanya.

Dalam tulisan ini akan dibahas mengenai beberapa manfaat energi surya, pengembangan pemakaian energi surya dan kemungkinan-kemungkinan pemakaian energi surya di Indonesia.

2. PENGARUH ENERGI SURYA SECARA TAK LANGSUNG TERHADAP KONDISI ALAM

Pada dasarnya, matahari merupakan salah satu komponen yang penting dan sangat berpengaruh dalam sistem kehidupan di bumi.

Manusia tidak akan bertahan hidup dan bumi akan membeku, jika matahari tidak terbit dalam beberapa jam saja. Pancaran surya matahari sangat dibutuhkan, terutama oleh bumi beserta penghuninya. Energi elektromagnetik yang dipancarkannya merupakan sumber energi yang berjumlah besar dan terus menerus serta tidak polutif. Energi panas matahari dimanfaatkan oleh tumbuh-tumbuhan untuk proses fotosintesis.

Pemanasan surya bersama dengan rotasi bumi, menghasilkan beberapa arus konveksi besar dalam bentuk angin di atmosfer. Timbulnya angin karena perbedaan tekanan sebagai akibat pemanasan surya tersebut juga mengakibatkan arus laut di samudra. Air hujan, yang sangat dibutuhkan baik oleh manusia maupun tumbuh-tumbuhan, juga dihasilkan sebagai akibat surya matahari. Hal ini terjadi karena penguapan permukaan air oleh sinar matahari menimbulkan awan yang bila terkondensi akan menjadi hujan pada ketinggian yang cukup. Dengan adanya hujan maka bisa dimanfaatkan sebagai sumber hidroelectric yang cukup potensial. penyerapan energi surya akan membangkitkan gradien panas yang besar dalam lautan, dan dapat menghasilkan energi yang tidak kecil.

3. ENERGI PENYINARAN MATAHARI SECARA LANGSUNG

Sebagaimana diterangkan di muka, bahwa energi surya secara tak langsung akan menghasilkan hujan, angin, panas laut dan lain sebagainya.

Adapun energi yang didapat dari penyinaran matahari secara langsung adalah sangat besar. Berdasarkan perkiraan para ahli, arus tenaga matahari yang tertangkap oleh bidang garis tengah bumi lebih kurang 117×10^9 MW. Sedangkan radiasi yang mencapai permukaan bumi dengan absorpsi rata-rata sebesar $0,058 \text{ Wh/cm}^2$ tiap hari. Jika dihitung setiap tahunnya, energi yang didapat dari surya matahari menjadi 4×10^{12} TJ (Tera Joules), atau $1,1 \times 10^{12}$ GWh setahun. Merupakan energi yang sangat besar, karena merupakan lebih kurang 20.000 kali sejumlah energi komersial yang dipakai di seluruh dunia pada waktu ini. Sebenarnya dengan memanfaatkan energi surya sebagian kecil saja sudah bisa memenuhi keperluan dunia akan energi.

Intensitas penyinaran matahari di berbagai tempat di bumi adalah tidak sama. Hal ini banyak dipengaruhi oleh kondisi tempat itu sendiri. Di bawah ini diberikan tabel yang memberikan gambaran beberapa angka perkiraan intensitas matahari untuk kondisi tidak mendung.

<i>Tempat</i>	<i>Kwh/m² hari</i>	<i>W/m² (rata-rata)</i>
Daerah Tropis,		
Padang pasir	5 — 6	210 — 250
Daerah iklim sedang	3 — 6	130 — 210
Daerah Eropa Utara	2 — 3	80 — 130

(Sumber: Energi; Sumber Daya; Inovasi Tenaga Listrik; Potensi Ekonomi, UI-PRESS, 1982:21)

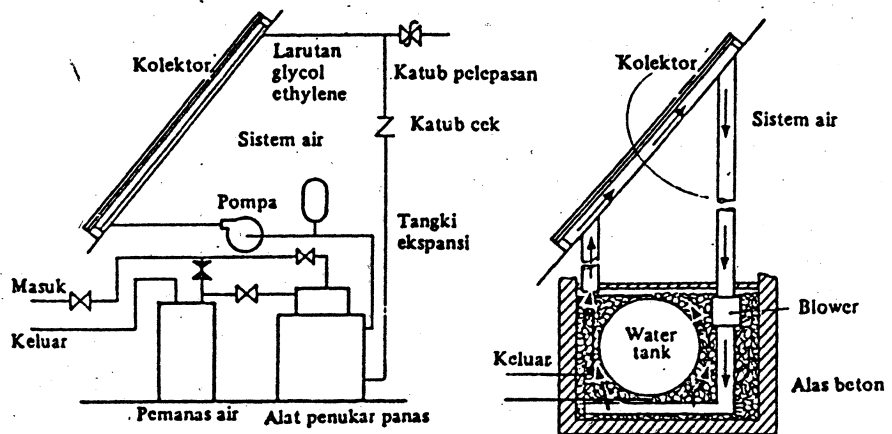
Menurut tabel di atas, Indonesia yang merupakan negara beriklim tropis mempunyai potensial untuk memanfaatkan tenaga surya. Oleh Pusat Meteorologi dan Geofisika, di Indonesia dilakukan pengukuran radiasi matahari di stasiun-stasiun yang terletak di Jakarta, Bandung, Medan dan Kupang. Berdasarkan pengukuran-pengukuran ini, diperkirakan bahwa radiasi matahari yang 402 Cal/m^2 hari. Jika dihitung setahunnya maka kira-kira $3,2 \times 10^{15}$ Kwh. setahun.

4. SISTEM-SISTEM PENGUMPULAN SURYA

Energi dalam bentuk pemanasan dengan penyinaran langsung, telah lama dimanfaatkan oleh manusia, misalnya sebagaimana disebutkan di muka, yaitu untuk produksi garam laut, pembuatan ikan kering dan me-

ngeringkan pakaian basah, dianggap suatu hal yang biasa. Akan tetapi dengan cara seperti ini suhu yang diperoleh tidak bisa lebih dari 100°C .

Untuk meningkatkan efektifitas pemanasan energi surya, dapat dilakukan dengan menggunakan pengumpul-pengumpul (kolektor). Dengan cara ini sinar-sinar matahari dikonsentrasikan pada suatu tempat, sehingga dapat diperoleh suhu yang jauh lebih tinggi. Secara umum, sistem-sistem pengumpulan surya dapat dibagi ke dalam tiga kategori utama, yaitu; sistem yang menghasilkan energi termal temperatur rendah (lebih kecil dari 150 derajat), misalnya untuk pemanasan dan pendinginan bangunan; sistem konversi sel surya, yang menghasilkan listrik langsung dari energi elektromagnetik matahari; dan terakhir, sistem yang menghasilkan energi termal bertemperatur tinggi guna membangkitkan energi listrik. Sistem pemanas pendingin surya bertemperatur rendah biasanya menggunakan kolektor pelat pipih yang dilapisi dengan plastik atau kaca. Gambar 1 di bawah ini merupakan contoh sistem pengumpul surya pelat pipih.



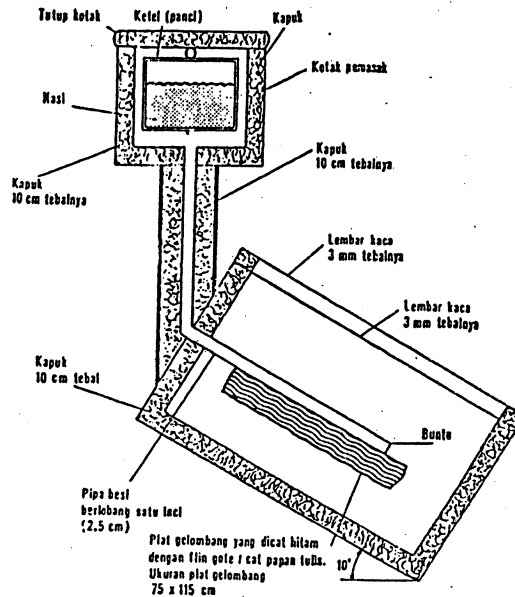
(Sumber: Prinsip-Prinsip Konversi Energi, Erlangga, 1985:92)

Gb. 1. Contoh sistem pengumpul surya pelat pipih

Plastik dapat "menjebak" radiasi surya berpanjang gelombang pendek secara efektif. Panas yang dibangkitkan kolektor biasanya dikeluarkan oleh udara atau suatu larutan air-glycol ethylene.

Sistem pengumpulan surya yang menghasilkan energi termal bertemperatur rendah masih terus dikembangkan di Indonesia. Salah satu contohnya ialah hasil karya dari Pusat Penelitian Penerangan Tenaga Matahari (LAPAN-

FIPA/UGM) Yogyakarta. Lembaga penelitian ini telah melaksanakan banyak eksperimen dengan berbagai jenis pemanas yang memanfaatkan tenaga surya, diantaranya yaitu, alat pemasak nasi.



(Sumber: Energi; Sumber Daya; Inovasi Tenaga Listrik; Potensi Ekonomi, UI-PRESS, 1982:22)

Gambar 2. Alat Pemasak Nasi dengan tenaga surya.

Gambar di atas memperlihatkan sebuah alat pemasak nasi, terdiri atas; sebuah kotak penangkap sinar matahari dan berisi air; kotak pemasak sebagai tempat pengumpul energi uap panas hasil pemanasan air oleh sinar matahari di kotak pemasak. Air yang dipanaskan oleh surya matahari di kotak penangkap akan menguap, yang selanjutnya memasak nasi dalam panci.

5. KONVERSI ENERGI FOTOVOLTAIC

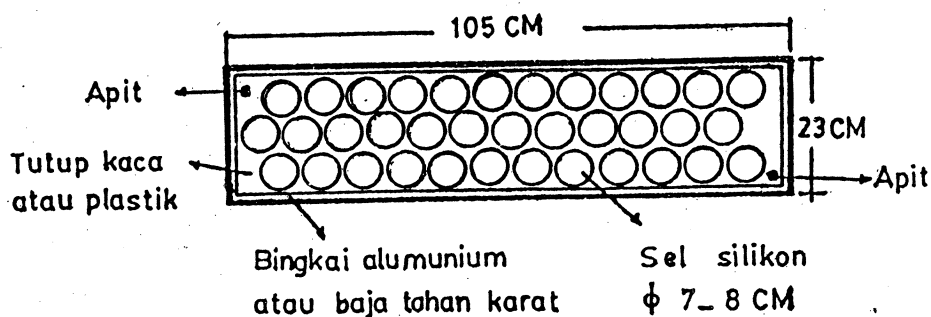
Energi elektromagnetik matahari dapat diubah langsung menjadi energi listrik arus searah dalam sel fotovoltaic, atau lebih umum disebut sel matahari. Prinsip sel ini ditemukan oleh Adams dan Day pada tahun 1876, dengan menggunakan selenium.

Pada dasarnya, sel tersebut merupakan suatu dioda semikonduktor yang bekerja menurut suatu proses khusus, yang dinamakan proses tak seimbang (non-equilibrium process) dan berlandaskan efek fotovoltaic. Pada

tahun 1955, Bell Laboratories di Amerika Serikat berhasil mengembangkan sel surya silikon. Sel silikon ini banyak digunakan untuk sistem-sistem tenaga bagi kendaraan-kendaraan ruang angkasa dan satelit-satelit.

Banyak keuntungan yang diperoleh dari sel surya, antara lain; pemeliharaannya mudah, tidak ada bagian yang bergerak, usia pemakaiannya bisa melebihi 100 tahun meskipun efisiensinya akan menurun, penggunaannya cukup fleksibel dan mudah disesuaikan untuk dimanfaatkan bagi berbagai jenis penggunaan.

Pada umumnya, sel surya dapat menghasilkan tegangan antara 0,5 sampai 1 volt, tergantung intensitas cahaya dan zat semikonduktor yang dipakai. Dalam penggunaannya, sel-sel surya dihubungkan satu sama lainnya sejajar atau seri, tergantung tegangan dan daya yang diperlukan.



(Sumber: Energi; Sumber Daya; Inovasi Tenaga Listrik; Potensi Ekonomi, UI-PRESS, 1982:25)

Gambar 3. Bentuk Sel Surya Silikon, buatan Arco-Solar.

Gambar di atas merupakan salah satu contoh bentuk sebuah panel sel surya silikon. Sel-sel silikon dipasang dalam sebuah panel, yang terdiri atas sebuah bingkai aluminium atau baja tahan karat. Masing-masing sel diberi sambungan listrik dan dilindungi oleh lapisan kaca atau plastik.

Kerugian atau kelemahan sel surya ialah jika digunakan untuk menghasilkan daya yang besar akan memerlukan tanah yang luas. Hal ini dise

babkan daya guna konversi energi radiasi surya menjadi energi listrik berdasarkan efek fotovoltaic pada saat ini baru sekitar 25%. Sedangkan intensitas energi surya yang mencapai permukaan bumi berjumlah sekitar 1000 watt per m².

Secara teoritis, dengan sel surya dapat dihasilkan 250 W/m. Untuk menghasilkan daya listrik sebesar 1 MW saja harus diperlukan tanah seluas 4000 m².

Oleh karena memerlukan luas wilayah yang terlampau besar, maka sel surya lebih tepat dipakai pada sistem-sistem yang relatif kecil, terutama di tempat-tempat terpencil yang tidak terjangkau oleh energi listrik konvensional.

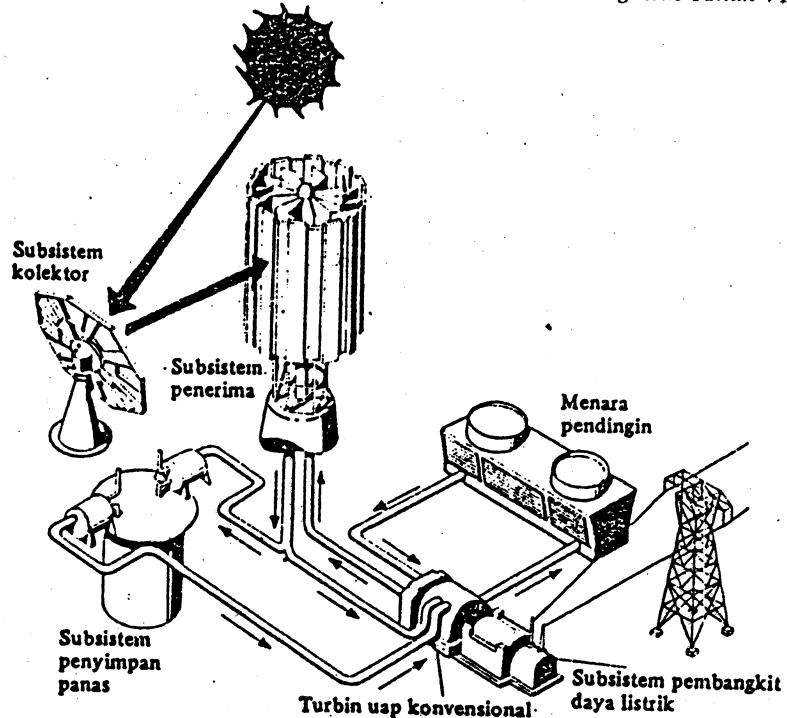
6. PUSAT PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA

Ada beberapa jenis pembangkit listrik yang menggunakan tenaga surya yang saat sekarang sedang dikembangkan.

Kesulitan penyediaan luas wilayah tanah yang besar, saat ini sudah ada jalan keluarnya, yaitu dengan memanfaatkan padang pasir sebagai tempat pembangkit listrik tenaga surya. Disamping itu, sedang diteliti kemungkinan pemanfaatan satelit sebagai tempat kolektor-kolektor penangkapan energi untuk ditransmisikan ke bumi.

6.1. Menara Daya Surya (*Solar Power Tower*)

Pusat pembangkit listrik saat ini menggunakan serangkaian besar cermin untuk memfokuskan energi surya pada sebuah menara pengumpul (*collection tower*). Energi panas yang didapat, digunakan untuk mengkonversi air yang tersedia menjadi uap tekanan tinggi untuk membangkitkan listrik. Prinsip kerja menara daya surya ini hampir sama seperti pusat listrik tenaga uap, perbedaan yang pokok yaitu pada energi pemanas air yang digunakan.



(Sumber: Prinsip-prinsip Konversi Energi, Erlangga, 1985:94).

Gambar 4. Menara Daya Surya

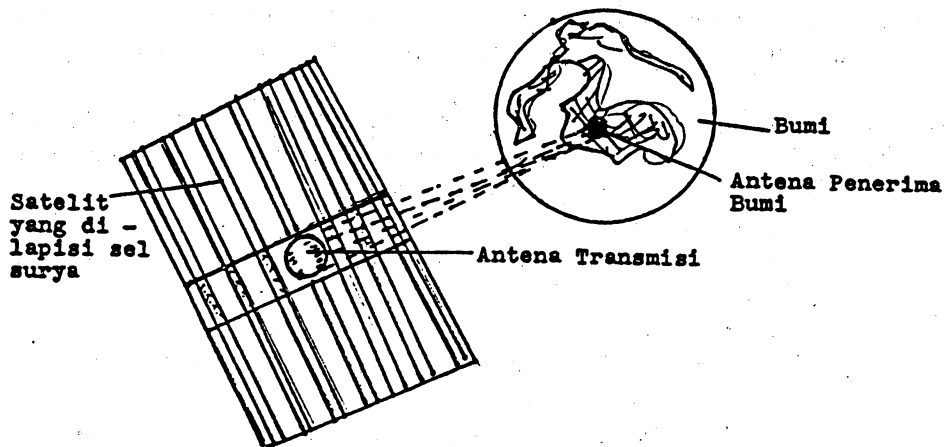
Gambar di atas merupakan bentuk menara daya surya yang dikonsep oleh Mconnell-Douglas, menggunakan 2470 cermin pencari jejak (tracking Mirror) yang disebut "heliostats" dalam sebuah areal 1800 x 2000 kaki untuk memfokuskan sinar matahari pada sebuah menara setinggi 312 kaki.

Cahaya matahari yang diterima sub.sistem-sub.sistem kolektor difokuskan pada sub.sistem penerima dan akan memanaskan air menjadi uap bertekanan tinggi. Uap ini kemudian diarahkan/turun dari menara (tower) untuk menggerakkan turbin uap.

Sistem penyimpanan panas digunakan untuk menahan panas yang cukup guna menjalankan sistem pada malam hari atau pada hari-hari mendung.

6.2. Sistem Satelit Daya Matahari (Solar-Powered Sattelite System)

Pusat pembangkit listrik tenaga surya satelit ini dapat mengatasi kesulitan luas wilayah yang diperlukan untuk menangkap energi surya. Sistem ini memerlukan satelit yang dilengkapi dengan sistem penangkap energi surya dan berada pada suatu orbit glosynchronous (sinkron dengan orbit bumi) sejauh lebih kurang 22.600 mil.



(Sumber: Prinsip-prinsip Konversi Energi, Erlangga, 1985:95)

Gambar 5. Rancangan sistem satelit daya matahari

Sebuah satelit yang dilapisi dengan sel surya, mengkonversi energi elektromagnetik matahari menjadi listrik. Energi ini kemudian dikonversi pula menjadi energi gelombang mikro untuk dipancarkan ke sebuah sistem penerima di bumi yang kembali merubahnya menjadi tenaga listrik.

Ada beberapa keuntungan yang didapat dari sistem pembangkit listrik ini, antara lain;

- (a). Dapat menerima persediaan energi surya yang hampir konstan, kecuali pada beberapa hari sekitar setiap ekuinoks, ketika satelit memasuki bayangan bumi.
- (b). Menerima arus energi yang sangat tinggi dari sistem bumi lainnya, oleh karena tidak adanya atmosfer antara matahari dan sistem satelit daya matahari itu.

7. KEMUNGKINAN PEMANFAATAN ENERGI SURYA DI INDONESIA

Sebagaimana disebutkan sebelumnya, bahwa Indonesia mempunyai potensi untuk memanfaatkan energi surya. Hal ini mengingat Indonesia beriklim tropis, sehingga mendapatkan radiasi energi surya yang relatif tinggi.

Sesuai dengan kondisi geografis dan sosial ekonomi masyarakatnya, ada beberapa alternatif pengembangan pemanfaatan energi surya yang sesuai di Indonesia, antara lain;

- (1). Pompa air irigasi, terutama di daerah-daerah pegunungan yang terpencil dimana tinggi permukaan air jauh lebih rendah dari permukaan tanah.
- (2). Stasiun-stasiun Meteorologi yang kebanyakan berada di daerah terpencil, sehingga jauh dari jangkauan sumber energi listrik konvensional.
- (3). Stasiun-stasiun Rele untuk telekomunikasi
- (4). Rambu-rambu laut.
- (5). Radio dan Televisi untuk program pendidikan, terutama di daerah-daerah terpencil.
- (6). Mercusuar.
- (7). Sebagai penerangan di tempat-tempat yang tidak terjangkau energi listrik konvensional.
- (8). Pembuatan Es di kapak-kapak nelayan, untuk mengawetkan ikan-ikan hasil tangkapannya.

Untuk memanfaatkan surya menjadi tenaga listrik yang berkapasitas besar, saat ini belum diterapkan di Indonesia. Hal ini mengingat harga sel surya yang masih mahal, juga tanah yang diperlukan sangat luas sehingga memerlukan banyak biaya. Namun demikian kita perlu juga meneliti dan mengembangkan sistem ini, mengingat harga energi lain yang makin membung dan persediaannya pun makin terbatas.

Oleh karena itu bukan tidak mungkin kalau kelak energi surya secara keseluruhan akan jauh lebih murah dan efisien dibanding energi-energi lainnya.

8. KESIMPULAN

Dari uraian di atas, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- (1). Banyak manfaat yang diperoleh dari energi surya, baik secara langsung maupun tidak langsung.
- (2). Pada saat ini, Energi matahari belum menjadi kebutuhan primer energi dunia, hal ini karena biaya operasinya masih lebih tinggi jika dibanding dengan bentuk energi lainnya.
- (3). Untuk sistem-sistem yang berdaya kecil, terutama di daerah yang tidak terjangkau oleh energi konvensional, pemakaian energi matahari lebih murah dan efisien dari bentuk energi konvensional, dan kondisi ini lebih cocok untuk dimanfaatkan di Indonesia.
- (4). Pada masa mendatang, ada kemungkinan energi surya akan jauh lebih murah dan lebih efisien jika dibanding dengan bentuk-bentuk energi lainnya. Hal ini disamping disebabkan harga energi konvensional yang makin tinggi, juga persediaannya pun makin menipis.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

1. Abdul Kadir, *Energi; Sumber Daya; Inovasi Tenaga Listrik; Potensi Ekonomi*, UI-PRESS, Jakarta, 1982.
2. Culp, Jr, *Prinsip-prinsip Konversi Energi-Terjemahan Darwin Sitompul*, Erlangga, Jakarta, 1985.
3. Dennis L. Litle., *Renewable Natural Resources*, Westview Press.Inc., USA, 1982.
4. Robert Mabro, *World Energy Issues and Policies*, Oxford University Press, USA, 1980.
5. Sulaiman, *Diktat Pengantar Elektroteknik*, ITB, Bandung, 1977.