

**“KONSERVASI ENERGI DALAM ARSITEKTUR”**

*Disusun Oleh:*

**Riedel Losung<sup>1)</sup>I. Makainas<sup>2)</sup>**

**<sup>1)</sup>Mahasiswa Prodi Arsitektur Unsrat**

**<sup>2)</sup>Staf Pengajar Prodi Arsitektur Unsrat**

**Abstrak**

*Mengacu pada isu Penipisan Sumber Daya Energi Bumi yang tidak dapat terbarukan (Sumber Energi Fosil) salah satunya adalah Penggunaan Minyak sebagai pembangkit Listrik (Dengan tidak tersedianya BBM yang cukup maka akan mempengaruhi kemampuan penyediaan energi listrik) yang secara tidak langsung berdampak menyulitkan bagi seluruh aspek di seluruh dunia.*

*Selain memaparkan isu dan data-data dari lembaga dunia mengenai Krisis Energi dalam kurun waktu 5 tahun terakhir, yang menjadi inti dalam karya tulis ini yaitu pembahasan tentang penerapan atau aplikasinya ke suatu karya Arsitektural melalui beberapa pendekatan di bidang Sains dan Teknologi yang bertujuan untuk menekan konsumsi listriknya secara berlebihan.*

➤ *Pertama dengan lebih memanfaatkan penghawaan dan pencahayaan secara alami dengan cara lebih memperhatikan orientasi matahari serta bukaan pada bagian-bagian yang di anggap memiliki potensi untuk masuknya cahaya matahari dan angin ke dalam ruangan yang dinilai lebih membutuhkannya.*

➤ *Sedangkan yang kedua dengan lebih menitik beratkan pemakaian dan cara penerapan teknologi ke dalam suatu karya Arsitektural berupa Panel Surya dan Kincir angin sebagai alat untuk memanfaatkan kelebihan iklim berupa sumber energi yang dapat di daur ulang (Cahaya Matahari dan Angin). Hal ini di lakukan bertujuan untuk meminimalisir pemakaian energi yang tidak dapat di daur ulang khususnya sumber energi fosil (Minyak Bumi) yang smakin menipis.*

**\*\*Kata Kunci :**

***Penipisan Sumber Daya Energi Bumi yang tidak dapat terbarukan, Karya Arsitektural, Sains dan Teknologi.***

## I. PENDAHULUAN

Isu tentang bangunan yang hemat energi sebenarnya bukan suatu yang baru. Sudah lama di perbincangkan dan di paparkan di berbagai forum-forum ilmiah, buku-buku, jurnal/teks ilmiah dan di terapkan oleh para ilmuwan di bidang Arsitektur khususnya di bidang Sains dan Teknologi Bangunan, mengingat semakin berkurangnya ketersediaan sumber daya alam yang semakin hari semakin menipis akibat konsumsi sehari-hari manusia.

Sejak awal tahun 2005 sampai saat ini negara kita sedang mengalami krisis energi, terbukti dengan kurangnya BBM di daerah-daerah sehingga konsumen banyak yang mengantri untuk mendapatkan BBM serta terjadinya pemadaman listrik di beberapa daerah tertentu. Krisis ini terjadi kemungkinan disebabkan di sektor supply (pasokan) dan demand (kebutuhan).

*Kemungkinan sebab di supply ( pasokan ) adalah;*

1. PT. Pertamina sebagai perusahaan monopoli penyedia energi tidak dapat menyediakan energi yang cukup dan murah karena tidak bisa mengeksploitasi sendiri dan ini menyebabkan sedikitnya sumber energi yang dapat disediakan. Kondisi melemahnya nilai tukar rupiah dan naiknya harga minyak dunia menyebabkan menurunnya kemampuan PT Pertamina untuk menyediakan BBM. Dengan tidak tersedianya BBM maka akan mempengaruhi kemampuan penyediaan energi listrik oleh PLN.

2. Masih sedikit sekali pemakaian energi yang menggunakan sumber energi yang dapat diperbaharui sehingga akan mempengaruhi cadangan energi nasional.

Berikut adalah data cadangan energi nasional dari energi terbarukan pada tahun 2001 Jenis energi Potensial Equivalen Pemanfaatan Perbandingan (cadangan/prod

| Jenis Energi    | Potential    | Equivalen                     | Pemanfaatan  | Kapasitas Tepasang |
|-----------------|--------------|-------------------------------|--------------|--------------------|
| Tenaga Air      | 845 juta SBM | 75,67 GW                      | 6851 GWJam   | 3854 MW            |
| Panas Bumi      | 219 Juta SBM | 19,66 GW                      | 2593,5 GWjam | 802 MW             |
| Mikro hydro     | 458,75 MW    | 458,75 MW                     |              | 54 MW              |
| Biomasa         |              | 49,81 GW                      |              | 302,4 MW           |
| Energi Matahari |              | 4,8Kwjam/m <sup>2</sup> /hari |              | 5 MW               |
| Energi angin    |              | 3-6 m/dtk                     |              | 0,5 MW             |

ksi):

*\*Sumber : Direktorat Jendral Listrik dan Pemanfaatan Energi-Departemen Energi dan Sumber daya mineral, 2003*

Di sektor demand (kebutuhan) yaitu;

Makin sedikit cadangan sumber energi fosil/hidrokarbon yang tidak dapat diperbarui sehingga produksi energi menggunakan sumber daya ini pertumbuhannya tidak sebanding dengan pertumbuhan kebutuhan energi yaitu kebutuhan energi primer pada tahun 2000 kira-kira 5,962 PJ dan diperkirakan pada tahun 2025 menjadi 12,221 PJ *\*sumber: Paket Badan Tenaga Atom Nasional, 2003*

Data cadangan energi nasional dengan sumber energi fosil tahun 2001(cadangan/produkt);

\*Sumber : Direktorat Jendral Listrik dan Pemanfaatan Energi- Departemen Energi dan Sumber daya mineral, 2003

| JENIS ENERGI | TOTAL CADANGAN  | CADANGAN TERBUKTI | PRODUKSI     | PERBAN DINGAN |
|--------------|-----------------|-------------------|--------------|---------------|
| Minyak       | 9692 juta barel | 4867 juta barel   | 500 j. Barel | 10 tahun      |
| Gas          | 170 TSCF        | 95 TSCF           | 2,9 TSCF     | 30 tahun      |
| Batu-bara    | 38 milyar ton   | 6,5 milyar ton    | 73 juta ton  | 88 tahun      |

Meningkatnya kebutuhan energi listrik dari tahun 2000 sebesar 29 Gwe menjadi 100 Gwe pada tahun 2025 ( sumber Paket Badan Tenaga Atom Nasional, 2003)

Pola konsumsi energi listrik masyarakat Indonesia yang cenderung boros, dikarenakan subsidi yang diberikan oleh pemerintah melalui Subsidi BBM dan subsidi energi listrik kepada masyarakat.

Dari data kebutuhan energi nasional diatas maka Pemerintah bekerjasama dengan para ilmuwan mengambil kebijakan dalam rangka memperpanjang penggunaan cadangan energi nasional. Kebijakan yang dapat diambil bidang energi salah satunya, adalah “*Konservasi Energi*”, dimana para ilmuwan di bidang Sains dan Teknologi memberikan solusi penggunaan dan pemanfaatan mesin konversi energi seperti contohnya; Solar Cell (panel surya) yang sudah banyak di gunakan pada bangunan-bangunan di sebagian besar Negara maju, karena Alat ini dapat mengkonversi energi seperti sinar Matahari menjadi energi listrik.

Ada juga *Wind Turbine* (kincir angin) yang digunakan sebagai pemanfaatan angin untuk menghasilkan energi listrik sehingga dapat di manfaatkan dalam perancangan Arsitektur untuk mengurangi pemakaian energi bumi (dalam hal ini listrik dan BBM). Tidak

hanya itu keuntungannya, hal ini juga berarti berdampak baik bagi lingkungan dan juga dapat menghemat biaya pemakaian listrik.

*Konservasi energi* adalah kegiatan pemanfaatan energi secara efisien dan rasional tanpa mengurangi penggunaan energi yang memang benar-benar diperlukan untuk menunjang pembangunan nasional.

*Tujuan konservasi energi* adalah untuk memelihara kelestarian sumber daya alam yang berupa sumber energi melalui kebijakan pemilihan teknologi dan pemanfaatan energi secara efisien, rasional, untuk mewujudkan kemampuan penyediaan energi. Menunjuk Keppres No. 43/1991, bahwa pembinaan dan pengawasan terhadap pelaksanaan konservasi energi dilingkungan Depdiknas menjadi tanggung jawab menteri Pendidikan Nasional, sedangkan secara nasional adalah menjadi tanggung-jawab Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral selaku ketua Badan Koordinasi Energi Nasional.

### I.1 PERMASALAHAN

- ❖ Sumber Energi bumi yang semakin menipis.
- ❖ Pola konsumsi listrik masyarakat sehari-hari dan pada bangunan-bangunan besar yang cenderung boros.

## I.2 PERUMUSAN MASALAH

Saat ini penerapan konservasi energy pada bangunan masih jarang di gunakan pada objek-objek Arsitektural di Indonesia lebih khususnya di manado. Oleh karena itu perlu adanya penerapan Konservasi Energi pada bangunan untuk mengatasi masalah-masalah tersebut.

## I.3 TUJUAN

Tujuannya agar supaya dapat memunculkan solusi dan inspirasi bagi pembangunan-pembangunan karya Arsitektural lainnya khususnya di kota Manado bahkan di level Internasional, melalui penerapan cara berhemat energy melauai konservasi energy pada bangunan. Selain itu juga dapat menjadi solusi untuk mengatasi masalah kekurangan sumber energi dan pemborosan energi.

## II. PEMBAHASAN

### II.1 PENGERTIAN TEMA

#### ❖ *Konservasi*

Konservasi itu sendiri merupakan berasal dari kata Conservation yang terdiri atas kata con (together) dan servare (keep/save) yang memiliki pengertian mengenai upaya memelihara apa yang kita punya (keep/save what you have), namun secara bijaksana (wise use). Ide ini dikemukakan oleh Theodore Roosevelt (1902) yang merupakan orang Amerika pertama yang mengemukakan tentang konsep konservasi.

*Sedangkan menurut Rijksen (1981), konservasi merupakan suatu bentuk evolusi kultural dimana pada saat dulu, upaya konservasi lebih buruk daripada saat sekarang. Konservasi juga dapat dipandang dari segi ekonomi dan ekologi dimana konservasi dari segi ekonomi berarti mencoba mengalokasikan sumberdaya alam untuk sekarang, sedangkan dari segi ekologi, konservasi merupakan alokasi sumberdaya alam untuk sekarang dan masa yang akan datang.*

Apabila merujuk pada pengertiannya, konservasi didefinisikan dalam beberapa batasan, sebagai berikut :

1. Konservasi adalah menggunakan sumberdaya alam untuk memenuhi keperluan manusia dalam jumlah yang besar dalam waktu yang lama (American Dictionary).
2. Konservasi adalah alokasi sumberdaya alam antar waktu (generasi) yang optimal secara sosial (Randall, 1982).
3. Konservasi merupakan manajemen udara, air, tanah, mineral ke organisme hidup termasuk manusia sehingga dapat dicapai kualitas kehidupan manusia yang meningkat termasuk dalam kegiatan manajemen adalah survai, penelitian, administrasi, preservasi, pendidikan, pemanfaatan dan latihan (IUCN, 1968).
4. Konservasi adalah manajemen penggunaan biosfer oleh manusia sehingga dapat memberikan atau memenuhi keuntungan yang besar dan dapat diperbaharui untuk generasi-generasi yang akan datang (WCS, 1980).

(SUMBER: <http://www.pendakierror.com/Konservasi.htm#konservasi>)

❖ Energi

Energi adalah sesuatu yang bersifat abstrak yang sukar dibuktikan tetapi dapat dirasakan adanya. Energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja (*energy is the capacity for doing work*).

(SUMBER: *Ir.Astu Pudjanarsa,MT & Prof.Ir. Djati Nursuhudin:"Mesin Konversi Energi" hal-1*)

❖ Arsitektur

Arsitektur adalah seni dan ilmu dalam merancang bangunan. Dalam artian yang lebih luas, arsitektur mencakup merancang dan membangun keseluruhan lingkungan binaan, mulai dari level makro yaitu perencanaan kota, perancangan perkotaan, arsitektur lansekap, hingga ke level mikro yaitu desain bangunan, desain perabot dan desain produk. Arsitektur juga merujuk kepada hasil-hasil proses perancangan tersebut.

(SUMBER:  
<http://id.wikipedia.org/wiki/Arsitektur>)

**Konservasi Energi dalam Arsitektur:** Upaya pemeliharaan sumber daya alam untuk memenuhi keperluan manusia dalam jumlah yang besar dalam waktu yang lama melalui kegiatan survei, penelitian, administrasi, preservasi, pendidikan, pemanfaatan dan latihan, yang kemudian bertujuan untuk di terapkan dalam ilmu dalam merancang bangunan.

## II. 2 STRATEGI PENERAPAN TEMA DALAM PERANCANGAN

Strategi Penerapan Tema dalam Perancangan dapat di lakukan dengan 2

metode yaitu, Pendekatan *Secara Arsitektural* dan *Pendekatan Secara Non Arsitektural*.

### II.2.1 Pendekatan Secara

#### **Arsitektural**

Pendekatan Secara arsitektural perlu di perhatikan beberapa aspek, diantaranya:

#### **A. Memperhatikan Proses Pemasukan Cahaya ke dalam Bangunan**

Dimulai dari keseimbangan proses pemasukan panas dan pelepasan panas dalam bangunan serta proses pemasukkan cahaya alami dan sekaligus proses pengurangan panasnya. Proses pemasukan panas bangunan terutama dari sisi pemanasan eksternal dapat direduksi melalui strategi arah hadap bangunan yaitu dengan menempatkan dinding-dinding yang lebar, jendela dan alat ventilasi pada sisi-sisi yang tidak berhadapan secara langsung ke sinar matahari, penempatan tanaman-tanaman yang rindang untuk memberikan efek peneduhan pada lingkungan bangunan (terutama pada sisi Timur dan Barat), alat-alat pembayangan dalam bangunan untuk menurunkan temperatur permukaan bangunan, pengaturan sistim tata ruang yang memungkinkan cahaya dan aliran udara dapat menjangkau dengan mudah ke sudut-sudut ruang. Strategi yang lain yang secara arsitektural dapat diaplikasikan untuk menurunkan pengaruh panas eksternal tersebut, seperti: pemilihan material bangunan yang dapat meredam dan menyimpan panas yang masuk ke dalam

bangunan, warna bangunan yang tidak menyerap panas (warna putih atau yang terang), tekstur permukaan yang dapat merefleksikan panas dll.

Dari sisi pelepasan panas bangunan, aliran udara yang baik di dalam bangunan, sementara ini masih dianggap sebagai strategi yang ampuh untuk mereduksi pemanasan bangunan. Aliran udara yang baik melalui ventilasi silang sebaiknya diaplikasikan dalam bangunan untuk mengurangi ketergantungan pada sistem penghawaan buatan. Namun pada kondisi tertentu, seperti akibat adanya kepadatan bangunan yang tinggi, lahan yang terbatas dan lain-lain, strategi ini sulit diaplikasikan, terutama untuk penempatan alat ventilasi.

Dari aspek pencahayaan, perlu diingat bahwa matahari sebagai sumber pencahayaan alami mempunyai 2 aspek yang perlu dipertimbangkan, yaitu aspek cahaya dan panas. Oleh sebab itu kita harus mempertimbangkan kedua aspek tersebut dalam desain. Di satu sisi kita bisa memanfaatkan pencahayaan yang murah pada siang hari sehingga dapat menghindari penggunaan cahaya buatan pada siang hari dan di sisi lain kita bisa menekan panas yang masuk ke dalam bangunan. Strategi awal yang dapat dilakukan adalah melalui pengolahan tata ruang, artinya dihindari ruang di dalam ruang (ruang bertumpuk). Seandainya hal itu harus terjadi, maka solusinya adalah ;

- a.) Meninggikan bagian atap yang dapat memungkinkan penempatan bukaan atas, sehingga cahaya dan

aliran udara dapat diakses ke dalam ruang tersebut.

- b.) Mengorientasikan bangunan melalui alat-alat bukaan (jendela dan ventilasi) pada sisi bangunan yang tidak terkena pancaran matahari secara langsung dan sekaligus juga merespon arah angin datang (biasanya sisi Utara dan Selatan).
- c.) Melengkapi bangunan dengan alat-alat pembayangan baik secara vertikal maupun horizontal.
- d.) Menjaga ketinggian dinding dan atap yang memungkinkan cahaya dan angin masuk ke bangunan dan sekaligus dapat mengurangi panas yang masuk dan tempas dari air hujan.
- e.) Menerapkan pencahayaan dari atas, terutama untuk denah bangunan yang terlalu luas. Pada strategi ini, aspek panas yang masuk tetap harus dipertimbangkan.

## **B. Memanfaatkan angin sebagai penghawaan alami**

Angin merupakan sumber energi yang dapat dikatakan berasal dari energi matahari melalui radiasi panas matahari di permukaan bumi yang berbeda-beda sehingga menimbulkan perbedaan temperatur dan rapat massa udara di permukaan bumi yang mengakibatkan terjadinya perbedaan tekanan hingga kemudian menjadi aliran udara. Aliran udara tersebut dapat dipercepat dengan adanya perputaran bumi pada porosnya dengan kecepatan putar konstan.

Lancarnya aliran udara di dalam bangunan merupakan salah satu faktor penting yang dapat mendukung kenyamanan penggunaan. Oleh karena itulah peralatan listrik untuk mendukung penghawaan buatan diproduksi dan dikembangkan dengan perbaikan teknologi yang mutakhir. Peralatan listrik yang disebut 'air conditioner' atau AC tersebut demikian tinggi fluktuasi inovasi teknologinya mulai dari sistem sampai dengan pengecilan daya yang ditawarkan. Di sisi lain, bangunan ramah lingkungan yang tidak menggunakan penghawaan buatan juga perlu pula untuk dipelajari dan dikembangkan teknologinya. Penggunaan penghawaan alami yang baik menjamin efisiensi biaya operasional bangunan serta mempertinggi naturalitas yang berpengaruh pada kualitas arsitektural.

Pada dasarnya penghawaan alami di dalam bangunan merupakan jaminan akan adanya aliran udara yang baik dan sehat dengan kesejukan yang sewajarnya. Untuk mendapatkan penghawaan yang baik perlu dirancang bentuk, elemen dan detail arsitektur yang bertujuan mengoptimalkan aliran udara sejuk. Pertimbangan utama dalam perancangan optimalisasi penghawaan alami adalah dengan menganalisis datangnya arah angin.

Secara umum angin memiliki arah yang dipengaruhi iklim makro. Sebagai contoh di wilayah Indonesia angin dalam iklim makro megalir dari arah Tenggara ke Barat Daya. Namun demikian iklim mikro yang dipengaruhi cuaca dan bentuk-bentuk

di sekitar bangunan akan lebih mempengaruhi aliran angin tersebut. Ada teori penataan masa bangunan yang di buat berselang-seling hingga aliran angin dapat lebih lancar tanpa tertutupi salah satu bangunan. Bentuk lain dari pengelolaan lingkungan sekitar bangunan adalah rancangan tangkapan angin dengan masa bangunan yang menyudut hingga mengarahkan angin lebih keras.

Untuk penataan ruang dalam bangunan juga dapat diatur hingga ada aliran angin dari lokasi ruang yang dingin menuju ke lokasi ruang lain yang panas. Hal ini perlu dipahami dengan ilmu fisika yang menetapkan bahwa udara akan mengalir dari tempat bertekanan rendah pada suhu yang dingin menuju tempat bertekanan tinggi pada suhu yang panas. Jika dalam satu bangunan terdapat ruang panas dibagian atap, sedang ruang dingin di bagian bawah yang terteduhi pohon atau terdinginkan dengan kolam, maka perlu diatur ruang-ruang diantaranya sehingga menjadi penghubung dua lokasi ruang yang berbeda tekanan dan suhu tersebut. Ruang-ruang antara ini seayaknya memiliki bukaan atau dibuat dengan partisi yang tidak memenuhi dinding sehingga dapat mengalirkan angin.

Dalam kasus tertentu arah angin dapat sejajar dengan dinding, oleh karenanya perlu rancangan detail arsitektur agar membentuk bukaan yang mampu menangkap arah angin tersebut. Sirip-sirip yang diletakkan vertikal di samping jendela akan dengan mudah menangkap angin dan

mengalirkannya ke dalam ruang hingga tercapai kesejukan. Dalam satu ruang minimal perlu diletakkan dua jendela dalam posisi yang berjauhan agar terjadi ventilasi silang (cross ventilation).

Perlu diwaspadai pula bahwa angin ini terkadang membawa debu. Lingkungan luar yang penuh dengan perkerasan atau terbuka dengan penutup tanah/pasir berpotensi menerbangkan debu hingga terbawa angin masuk ke dalam bangunan. Untuk mengantisipasi selayaknya di sekeliling bangunan banyak ditanam pepohonan dan rumput sebagai filter debu sekaligus pendingin suhu. Rumput dan tanaman perdu yang terkena debu akan bersih ketika terjadi penyiraman pada dedaunan dan membawa kotoran jatuh ke dalam tanah.

### **II.2.2 Pendekatan Secara Non Arsitektural**

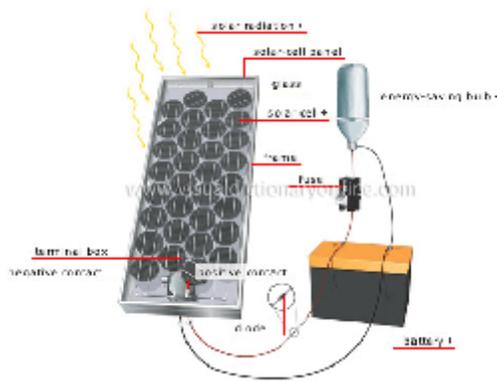
Konsep pendekatan non arsitektural ini adalah dititikberatkan pada penggunaan teknologi yang dapat memanfaatkan kelebihan iklim di daerah tropis. Alat ini berupa panel surya (Photovoltaic Panel), yaitu sebuah panel dan wind turbine (kincir angin), yang bisanya ditempatkan di bidang atap atau di halaman.

#### **A. Sel surya (Solar Cell)**

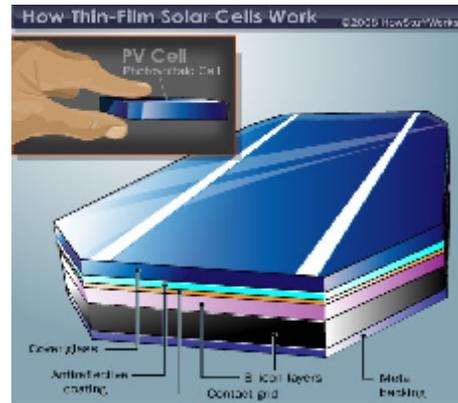
Sel surya dapat berupa alat semikonduktor penghantaraliran listrik yang dapat secara langsung mengubah energi surya menjadi bentuk tenaga listrik secara efisien.

Alat ini digunakan secara individual sebagai alat pendeteksi cahaya pada kamera maupun di gabung seri maupun paralel untuk memperoleh suatu harga tegangan listrik yang dikehendaki sebagai pusat penghasil tenaga listrik. Hampir semua sel surya di buat dari bahan silicon berkrystal tunggal. Bahan ini sampai saat ini masih menduduki tempat paling atas dari urutan biaya pembuatan bila disbanding energi listrik yang di produksi oleh pesawat konvensional. Prinsip pengkonversian dari tenaga surya menjadi tenaga listrik melalui sel surya dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2, terdiri dari beberapa tahapan proses;

- Absorpsi cahaya dalam semi konduktor.
- Membangkitkan serta memisahkan muatan positif dan negatif bebas ke daerah-daerah lain dari sel surya, untuk membangkitkan tegangan dalam sel surya.
- Memindahkan muatan-muatan yang terpisah tersebut ke terminal-terminal listrik dalam bentuk tenaga listrik.



**Gambar 3.1** Tahapan konversi tenaga surya menjadi tenaga listrik



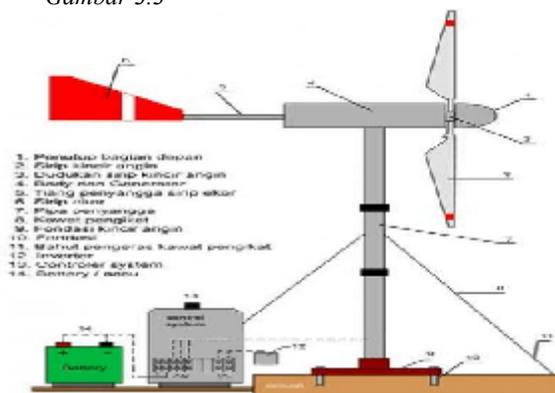
**Gambar 3.2** Model susunan Sel Surya

Panel Surya dapat menyerap dan menyimpan energi panas yang dihasilkan oleh panas matahari. Energi panas yang tersimpan oleh panel Surya ini diubah menjadi energi listrik yang selanjutnya dapat digunakan untuk menyalakan alat-alat elektrikal, pencahayaan buatan dan penghawaan buatan terutama pada penggunaan malam hari.

Pada siang hari sistim penghawaan dan pencahayaan lebih difokuskan pada pendekatan alami (natural cooling and lighting). Permasalahannya adalah pengadaan panel surya ini juga tidak murah. Namun untuk jangka panjang Panel Surya ini sangat efektif untuk penghematan energi.

**B. Wind turbine (kincir angin)**

Angin adalah salah satu bentuk energi yang tersedia di alam, Pembangkit Listrik Tenaga Angin mengkonversikan energi angin menjadi energi listrik dengan menggunakan turbin angin atau kincir angin. Cara kerjanya cukup sederhana, energi angin yang memutar turbin angin, diteruskan untuk memutar rotor pada generator dibagian belakang turbin angin, sehingga akan menghasilkan energi listrik. Energi Listrik ini biasanya akan disimpan kedalam baterai sebelum dapat dimanfaatkan. *Lihat Gambar 3.3*



**Gambar 3.3** Sketsa sederhana wind turbin

Syarat – syarat dan kondisi angin yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik dapat dilihat pada tabel berikut.

| kelas angin | kecepatan angin m/d | kecepatan angin km/jam | Kecepatan angin knot/jam |
|-------------|---------------------|------------------------|--------------------------|
| 1           | 0.3 ~ 1.5           | 1 ~ 5.4                | 0.58 ~ 2.92              |
| 2           | 1.6 ~ 3.3           | 5.5 ~ 11.9             | 3.11 ~ 6.42              |
| 3           | 3.4 ~ 5.4           | 12.0 ~ 19.5            | 6.61 ~ 10.5              |
| 4           | 5.5 ~ 7.9           | 19.6 ~ 28.5            | 10.7 ~ 15.4              |
| 5           | 8.0 ~ 10.7          | 28.6 ~ 38.5            | 15.6 ~ 20.8              |
| 6           | 10.8 ~ 13.8         | 38.6 ~ 49.7            | 21 ~ 26.8                |
| 7           | 13.9 ~ 17.1         | 49.8 ~ 61.5            | 27 ~ 33.3                |
| 8           | 17.2 ~ 20.7         | 61.6 ~ 74.5            | 33.5 ~ 40.3              |
| 9           | 20.8 ~ 24.4         | 74.6 ~ 87.9            | 40.5 ~ 47.5              |
| 10          | 24.5 ~ 28.4         | 88.0 ~ 102.3           | 47.7 ~ 55.3              |
| 11          | 28.5 ~ 32.6         | 102.4 ~ 117.0          | 55.4 ~ 63.4              |
| 12          | >32.6               | >118                   | 63.4                     |

Angin kelas 3 adalah batas minimum dan angin kelas 8 adalah batas maksimum energi angin yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik

| Kelas Angin | Kecepatan Angin m/d | Kondisi Alam di Daratan   |
|-------------|---------------------|---|
| 1           | 0.00 ~ 0.02         |   |
| 2           | 0.3 ~ 1.6           | angin tenang, Asap lurus ke atas.   |
| 3           | 1.6 ~ 3.3           | asap bergesak mengikuti arah angin  |
| 4           | 3.4 ~ 5.4           | wajah terasa ada angin, daun2 bergoyang pelan, petunjuk arah angin bergerak |
| 5           | 5.5 ~ 7.9           | debu jalan, kertas beterbangan, ranting pohon bergoyang.                    |
| 6           | 8.0 ~ 10.7          | ranting pohon bergoyang, bendera berkibar.                                  |
| 7           | 10.8 ~ 13.8         | ranting pohon besar bergoyang, sir pumpong berembak kecil                   |
| 8           | 13.9 ~ 17.1         | Ujung pohon melengkung, hembasan angin terasa di telinga                    |
| 9           | 17.2 ~ 20.7         | dpt mematahkan ranting pohon, jalan berat melawan arah angin                |
| 10          | 20.8 ~ 24.4         | dpt memecahkan ranting pohon, rumah rubut                                   |
| 11          | 24.5 ~ 28.4         | dpt meubutkan johan, menimbulkan kerusakan                                  |
| 12          | 28.5 ~ 32.6         | menimbulkan kerusakan parah   |
| 13          | 32.7 ~ 36.9         | tomado  |

### II.3.2 STUDI KASUS (Aplikasi dalam Perancangan)

#### ❖ The Co-operative Insurance Tower

The Co-operative Insurance Tower, atau lebih dikenal sebagai CIS Tower. CIS adalah bangunan kedua tertinggi di Manchester setelah Beetham Tower yang memiliki tinggi 554 ft (169 m).



**Tower CIS** memiliki tinggi 387 kaki (118 m), yang beratap gedung kaca terletak di Miller Street adalah rumah bagi operatif Jasa Keuangan .

Menara ini dibangun pada tahun 1962 oleh arsitek Gordon Tait dan GS Hay. Fassade Bangunan ini pada awalnya dilapisi dengan jutaan ubin mosaic, namun karena polusi dan debu yang menyebabkan bangunan ini tampak kusam dan dikarenakan oleh pemanasan global



Bahrain World Trade Center (juga disebut Bahrain WTC atau BWTC) tinggi

Kedua menara yang dihubungkan melalui tiga skybridges , masing-masing memegang 225 KW turbin angin , sebesar 675kW tenaga produksi angin. Masing-

sehingga ubin mosaic pun di ganti dengan Panel Surya. Dan baru-baru ini telah di lakukan renovasi pada facadenya dengan di lengkapi 7000 panel surya. Sehingga menjadikan CIS sebagai Proyek terbesar di Inggris sampai saat ini, yang menghasilkan 180.000 kWh per tahun, atau rata-rata 21 kW. (Listrik penggunaan per kapita di Inggris adalah sekitar 5.000 kWh).

Pada tahun 2006, Menara berpakaian panel Fotovoltaik (PV) dengan biaya sebesar £ 5,5 juta dan mulai makan listrik ke Grid Nasional pada bulan November 2005.

#### ❖ Bahrain World Trade Center

(787 ft) 240 m adalah kompleks menara kembar terletak di Manama , Bahrain . Ini adalah pencakar langit yang pertama di dunia yang mengintegrasikan turbin angin ke dalam desain.

masing ukuran turbin dengan diameter 29 m (95 kaki), Ketiga turbin yang dihidupkan untuk pertama kalinya pada tanggal 8 April, 2008.

Ketiga turbin angin diharapkan dapat menyediakan 11% sampai 15% dari total konsumsi daya 'menara, atau sekitar 1,1-1,3



### III. PENUTUP

Krisis energi saat ini sekali lagi mengajarkan kepada Dunia, bahkan khususnya di Indonesia bahwa usaha serius dan sistematis untuk mengembangkan dan menerapkan sumber energi terbarukan guna mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil perlu segera dilakukan. Melalui berbagai metode dan peraturan yang di sertai penjelasan, maka rasanya mungkin kita bisa mendapatkan jalan keluar untuk mengatasi masalah krisis energi yang membebani kita selama ini.

Dengan demikian, perlu sekali menggalakkan konservasi energi untuk setiap sektor pemakai energi (bangunan, transportasi, industri, perkantoran, rumah tangga) serta setiap jenis energi yang digunakan (khususnya BBM dan Listrik). Sehingga perlu membangun kesadaran semua pihak (masyarakat/owner/pemerintah

GWh setahun. Ini setara dengan menyediakan pencahayaan untuk sekitar 300 rumah per tahun.

) khususnya dalam perancangan Arsitektural untuk menjadikan konservasi energi sebagai budaya baru perlu dikembangkan lebih lanjut lagi.

### DAFTAR PUSTAKA

- *Nursuhud, Djati ,Prof. Ir. MSME & Pudjanarsa, Astu Ir. MT (2008). Mesin Konversi Energi (Edisi Revisi), Yogyakarta: Andi.*
- *Santoso, Bonifasius H. S, Strategi Mewujudkan Bangunan Hemat Energi (pdf).*
- *Nugroho, Hanan (2009). Konservasi Energi Sebagai Keharusan Yang Terlupakan Dalam Manajemen Energi Nasional Indonesia: Belajar Dari Jepang dan Muangthai (pdf).*
- [http://architect-news.com/index.php/sains-arsitektur/90-sains-arsitektur/134-mengatur-penghawaan-alami-untuk-arsitektur.](http://architect-news.com/index.php/sains-arsitektur/90-sains-arsitektur/134-mengatur-penghawaan-alami-untuk-arsitektur)
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Co-operative\\_Insurance\\_Tower.](http://en.wikipedia.org/wiki/Co-operative_Insurance_Tower)
- <http://www.alpensteel.com/component/content/article/47->

*103-energi-angin--wind-turbine--wind-mill/2071-pembangkit-listrik-tenaga-angin-di-indonesia.pdf.*

- *[http://en.wikipedia.org/wiki/Bahrain\\_World\\_Trade\\_Center](http://en.wikipedia.org/wiki/Bahrain_World_Trade_Center).*
- *<http://mulyono.staff.uns.ac.id/2009/02/04/konservasi-energi/>.*
- *<http://nugrohoadi.wordpress.com/2008/05/03/pembangkit-listrik-tenaga-angin-di-indonesia/>.*