

# Optimalisasi Energi Surya pada Arsitektur di Daerah Tropis Lembab

## Studi Kasus Bangunan Sekolah Menengah

Indriani Laloma, Ronald F. Manganguwi, Megani R. N. Pantow, Pingkan Egam

Pascasarjana Arsitektur, Universitas Sam Ratulangi 2015.

---

### Abstrak

Perancangan dengan menggunakan konteks bioklimatik mempunyai ketergantungan terhadap kondisi unik dari alam sekitarnya. Ada sebagian bangunan di Indonesia dirancang tanpa memperhatikan beberapa aspek, seperti suhu udara dan kelembaban relatif. Akibatnya, manusia yang tinggal dalam bangunan tersebut merasa tidak nyaman dalam beraktifitas. Untuk itu berkembanglah suatu pemikiran akan sadar energi yang berprinsip mencari hubungan simbiosis antara lingkungan dan menghubungkannya dengan penggunaan bangunan dan iklim setempat. Paham desain sadar energi ini, bermaksud untuk memanfaatkan matahari sebagai sumber energi yang dapat diperbaharui dan bersih lingkungan, menjadi dasar pemikiran dari arsitektur surya. Dimana Arsitektur surya merupakan suatu pemikiran desain bangunan yang mempertimbangkan faktor matahari ke dalam desain arsitektur bangunan, baik dalam memanfaatkannya sebagai sumber energi (aktif) maupun mengurangi efek negatif yang menimbulkan ketidaknyamanan fisik khususnya pada iklim tropis lembab. Penelitian ini dilakukan dengan identifikasi alat-alat elektronik yang menggunakan listrik dan wawancara langsung pada para pemakai untuk mencari informasi tentang kapasitas listrik yang terpasang (Watt) pada bangunan sekolah SMP Negeri 8 Manado dan berapa jumlah panel surya yang dapat dipakai pada bangunan ini sesuai dengan intensitas cahaya yang ideal. Penelitian ini diharapkan dapat membantu masyarakat khususnya pengelola sekolah dalam mengurangi pemakaian listrik melalui penggunaan panel surya dimana energi panas surya melalui peralatan tertentu bisa menjadi sumber daya dalam bentuk lain (listrik).

**Kata kunci :** Arsitektur Bioklimatik, Arsitektur Tropis Lembab, Optimalisasi Energi surya, Sekolah

---

### Latar Belakang

Lingkungan dan energi merupakan isu global yang dihadapi peradaban manusia dewasa ini. Sejak terjadinya krisis energi pada awal tahun tujuh puluhan pemerintah telah dimulai sejak awal tahun delapan puluhan dengan penyuluhan mengenai konservasi energi (secara umum, tidak hanya dalam bangunan) oleh Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. Disusul dengan dikeluarkannya Instruksi Presiden Republik

Indonesia No. 13 Tahun 2011, tentang Penghematan Energi dan Air dengan tetap memperhatikan kebutuhan energi dan air serta prinsip keadilan dalam pemanfaatannya yang terutama ditujukan terhadap penerangan gedung, alat pendingin ruangan, peralatan kantor, perlengkapan dan peralatan gedung. Kemudian dengan terbitnya Keputusan Presiden Republik Indonesia No. 70 Tahun 2009, Konservasi Energi, maka masalah konservasi energi secara nasional mendapat perhatian kembali dari pemerintah dimana menjelaskan bahwa konser-vasi energi adalah kegiatan pemanfaatan energi secara

efisien dan rasional, tanpa mengurangi penggunaan energi yang memang benar-benar diperlukan, untuk menunjang pembangunan.

Dari pengamatan para ahli, konsumsi energi dunia meningkat demikian pesat pada dekade ini. Peningkatan ini terjadi bukan saja pada sektor industri dan transportasi tetapi juga mencolok pada sektor bangunan. Semua ini disebabkan oleh perkembangan pesat teknologi modern, yang umumnya sangat konsumtif terhadap pemakaian energi. Dari hasil beberapa studi, diperoleh data penggunaan energi dalam bangunan dari tahun ke tahun diperkirakan naik sekitar rata-rata 5-10 %. Konsumsi energi yang terbesar dalam bangunan baik dalam fungsinya sebagai hunian maupun kantor adalah untuk memenuhi kebutuhan akan listrik yang digunakan untuk pencahayaan buatan, pendinginan dan pemanasan ruang (Mintorogo, 1999). Yang melatar belakangi hal ini adalah penggunaan energi yaitu dengan menggunakan energi surya (matahari) menjadi sumber daya dalam bentuk lain (listrik). Dengan penggunaan seperti ini bangunan dapat terlihat ramah lingkungan dan hemat energi. Selain itu penggunaan listrik bisa dipakai kapan saja tanpa harus mengkhawatirkan pembayaran listrik.

Tujuan penelitian ini yaitu untuk menghemat pemanfaatan listrik dalam operasional dan pemeliharaan bangunan tanpa harus mengubah fungsi bangunan yang pengoperasiannya dan pemeliharaannya dapat menghemat energi tanpa harus mengurangi atau mengubah fungsi bangunan.

### Definisi Arsitektur Bioklimatik (Bioclimatic Architecture)

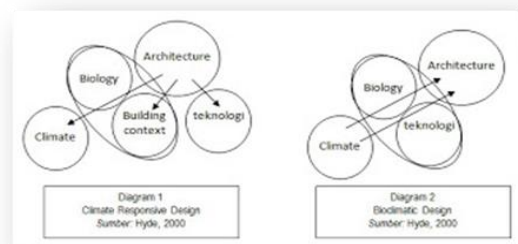
Arsitektur Bioklimatik adalah suatu pendekatan yang mengarahkan arsitek untuk mendapatkan penyelesaian desain dengan memperhatikan hubungan antara bentuk arsitektur dengan lingkungannya dalam kaitannya iklim daerah tersebut. Menurut Ken Yeang (1994), bioklimatik arsitektur adalah arsitektur yang berlandaskan pada pendekatan desain pasif dan minimum energi dengan memanfaatkan energi alam iklim setempat untuk menciptakan kondisi kenyamanan bagi penghuninya [2]. Konsep bioklimatik

pertama dikenalkan oleh (Olgay di tahun 1950), namun konsep itu baru digunakan dalam bangunan pada tahun 1963-an.

Olgay menetapkan standar kenyamanan untuk pengguna bangunan. meliputi "temperatur udara dan kelembaban" [4].

Sedangkan menurut Krishan Arvind Et All (2000), dalam bukunya "*Climate Responsive Architecture*" menjelaskan bahwa konsep bioklimatik arsitektur meletakkan isu dalam banyak konteks sains [3]. Pendapat ini sesuai dengan pendapat Hyde tahun 2000 dalam bukunya "*climate responsive design*" Pendekatan atau alur design dengan mengoptimalkan kemampuan bangunan sehingga bangunan tersebut dapat merespon iklim dengan baik dan bahkan dapat menurunkan konsumsi energi yang ada di dalamnya disebut pendekatan *Climate Responsive Design* [4]. Krisis energi ini ternyata memacu perkembangan arsitektur baru dengan desain sadar energi (energy conscious design) yang berdasarkan paradigmanya dapat di klasifikasikan sebagai berikut [1] :

Arsitektur bioklimatik (bioclimatic architecture /



low energy architecture) Arsitektur yang berlandaskan pada pendekatan desain pasif dan minimum energi dengan memanfaatkan energi alam iklim setempat untuk menciptakan kondisi kenyamanan bagi penghuninya.

Arsitektur hemat energi (*energy-efficient architecture*) Arsitektur yang berlandaskan pada pemikiran "meminimalkan penggunaan energi tanpa membatasi atau merubah fungsi bangunan, kenyamanan maupun produktivitas penghuninya" dengan memanfaatkan sains dan teknologi mutakhir secara aktif. Misalnya lampu

hemat energi (*energy saving lamp*), pencantuman logo 'energy' bagi produk yang telah diakui ramah lingkungan.

**Arsitektur Surya (*Solar architecture*)** Arsitektur yang memanfaatkan energi surya baik secara langsung (radiasi cahaya dan termal), maupun secara tidak langsung (energi angin) kedalam bangunan, dimana elemen-elemen ruang arsitektur (lantai, dinding, atap) secara integratif berfungsi sebagai sistem surya aktif ataupun sistem surya pasif.

**Arsitektur hijau (*Green architecture*)** Arsitektur yang berwawasan lingkungan dan berlandaskan kepedulian tentang konservasi lingkungan global alami dengan penekanan pada efisiensi energi (*energy-efficient*), pola berkelanjutan (*sustainable*) dan pendekatan holistik (*holistic approach*).

### Inti dan Tujuan dari Arsitektur Bioklimatik

Rancangan Bioklimatik merupakan rancangan didasarkan pada respon terhadap siklus dan iklim setempat, merancang yang didasarkan iklim mempunyai dasar :

- Menghemat penggunaan energi sehingga mempunyai konsumsi biaya yang rendah dalam operasionalnya.
- Masalah Ekologi desain dengan iklim menggunakan perangkat non mekanik sehingga ramah lingkungan.
- (Bio) Regionalisme dari rancangan terhadap iklim merupakan cara pandang sebuah komunitas masyarakat terhadap lingkungan binaan.

Perancangan dengan menggunakan konteks bioklimatik mempunyai ketergantungan terhadap kondisi unik dari alam sekitarnya. Kondisi-kondisi spesifik dari iklim lingkungannya akan menggambarkan faktor-faktor kritis yang harus ditangani dalam rancangan bangunan tersebut.

### Aplikasi Bioclimatic Architecture pada Highrise Building (Menara Mesiniaga)

Menara Mesiniaga adalah bangunan yang digunakan sebagai basis IBM di kawasan

Subang Jaya, Kuala Lumpur bangunan ini meraih penghargaan internasional. Dimana pada tahun lalu memperoleh Aga Khan Award for Architecture maka pada akhir pekan lalu gedung itu mendapat Arcasia Award. Rancangan konsultan T.R. Hamzah & Yeang, Sdn.Bhd. berupa gedung 15 lantai seluas 12.345 m<sup>2</sup> di Kuala Lumpur, Malaysia tersebut memenangkan penghargaan arsitektur terbaik se-Asia 1996 untuk kategori *public amenity buildings*. "Dengan pendekatan bioclimatic architecture, tingkat efisiensi gedung perkantoran ini 80%," menurut Kenneth Yeang [2].



Gambar 1 : Menara Mesiniaga, Malaysia (TR.Hamzah dan Yeang) [9]

Sumber : [www.empiros.com](http://www.empiros.com)  
Minggu, 25 Oktober 2015



Gambar 2 : Perletakan taman langit & "Taman di awan" Penghijauan vertical dalam bangunan [9]

Sumber : [www.empiros.com](http://www.empiros.com)  
Minggu, 25 Oktober 2015

Yeang menyebut pendekatannya dengan gedung jangkung bioklimatik yang memberikan kontrol iklim yang peka terhadap hemat energi, termasuk didalamnya penggunaan unsur hijau, pengudaraan dan pencahayaan alami secara intensif. Dia amat ulet dan konsisten dalam meneliti tentang *bioclimatic architecture* untuk rancangan gedung tinggi di daerah beriklim tropis. Struktur utama yang dipakai pada bangunan tinggi ini adalah struktur baja [2].

### Definisi Daerah "Tropis Lembab"

Daerah Tropis Lembab ialah Daerah basah atau daerah hangat lembab yang ditandai oleh kelembaban udara yang relatif tinggi (pada umumnya diatas 90 %), curah hujan yang tinggi, serta temperatur rata-rata tahunan diatas 18°C (biasanya sekitar 23°C dan dapat mencapai 38°C dalam musim kemarau). Tujuan dari perancangan di daerah tropis lembab adalah mereduksi temperatur internal, memaksimalkan ventilasi untuk efektifitas evaporasi, proteksi terhadap sinar matahari, hujan dan serangga.

Beberapa strategi yang dapat dikembangkan dalam iklim tropis lembab antara lain temperatur dalam ruangan diusahakan tidak lebih tinggi dari temperatur luar. Potensi terbesar adalah dengan me-maksimalkan shading, sebagai mana Diposkan oleh Heru Subiyantoro Kamis, November 20, 2008.

### Energi Surya (Matahari)

Saat ini pemakaian energi surya sudah masuk ke taraf energi listrik. Indonesia sebagai negara tropis, memiliki sumber energi surya yang cukup potensial. Data yang ada menunjukkan bahwa rata-rata radiasi matahari harian di Indonesia adalah sekitar 4.5 KW/m<sup>2</sup>/hari [6].

Energi surya adalah energi yang didapat dengan mengubah energi panas surya (matahari) melalui peralatan tertentu menjadi sumber daya dalam bentuk lain. Energi surya telah banyak diterapkan dalam kehidupan sehari-hari.

Beberapa diantara aplikasi tersebut antara lain : Pencahayaan bertenaga surya, pemanasan bertenaga surya, untuk memanaskan air, memanaskan dan mendinginkan ruangan, Desalinisasi dan desinfektisasi, Untuk memasak, dengan menggunakan kompor tenaga surya.

Pembagian iklim matahari didasarkan pada banyak sedikitnya sinar matahari atau berdasarkan letak dan kedudukan matahari terhadap permukaan bumi. Kedudukan matahari dalam setahun adalah:

1. Matahari beredar pada garis khatulistiwa (garis lintang 0°) tanggal 21 Maret.
2. Matahari beredar pada garis balik utara (23,5° LU) tanggal 21 Juni.
3. Matahari beredar pada garis khatulistiwa (garis lintang 0°) tanggal 23 September.
4. Matahari beredar pada garis balik selatan (23,5° LS) tanggal 22 Desember.

Pembagian daerah iklim matahari berdasarkan letak lintang adalah sebagai berikut:

- Iklim Tropis terletak antara 0°-23½° LU dan 0°-23½° LS.

- Ciri – ciri iklim tropis adalah sebagai berikut : Suhu udara rata – rata tinggi, karena matahari selalu vertikal. Umumnya suhu udara antara 20°-23° C.

Bahkan di beberapa tempat suhu tahunannya mencapai 30°C, Amplitudo suhu rata-rata tahunan kecil. Di khatulistiwa antara 1°-5°C, sedangkan amplitudo hariannya besar, Tekanan udara lebih rendah dan perubahannya secara perlahan dan beraturan, Hujan banyak dan umumnya lebih banyak dari daerah lain di dunia.

### Pemahaman Mengenai Arsitektur Surya

Arsitektur surya adalah Arsitektur yang melibatkan pemanfaatan tenaga atau sinar matahari seoptimal mungkin ke dalam situasi perancangannya. Sehingga segala keputusan yang diambil dalam langkah-langkah perancangan bangunan selalu di pertimbangkan dengan faktor-faktor aplikasi tenaga matahari. Jadi tinggal menata korelasi antara matahari dan proses perancangannya.

### Contoh-contoh Penggunaan Solar Cell untuk sekolah

#### Studi pendukung: Southfield School



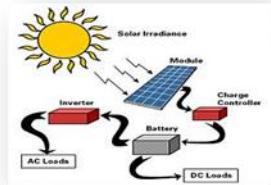
Gambar 3: studi pendukung Southfield SMP di swindon  
Sumber:<http://www.spiritsolar.co.uk/solar-panelsschools.php/Senin>.

Pada bulan Agustus 2011, pengenalan sistem tenaga surya panel di SMP southfield di swindon. Sistem ini diharapkan untuk menghasilkan tenaga listrik 7809 kWh setiap tahun, menyimpan 4.435 ton CO<sup>2</sup> tiap tahun.

### Listrik Berasal Dari Tenaga Surya

Energi Solar Cell adalah solusi pengembangan teknologi pembangkit listrik tenaga surya yang ramah lingkungan dan alternatif mengurangi ketergantungan energi yang dihasilkan dari minyak bumi, batu bara, gas panas bumi, nuklir yang dapat mempercepat pemanasan suhu bumi /merusak lingkungan (*Global Warming*) serta kita sudah merasakan atau melihat banyak

bencana-bencana akibat pengaruh pemanasan Global tersebut. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), adalah pembangkit yang memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber penghasil listrik. Alat utama untuk menangkap, perubah dan penghasil listrik adalah Photo-voltaic atau yang disebut secara umum Modul / Panel Solar Cell [17].



Gambar 4 : Komponen PLTS [18]

## Sejarah Solar Cell

Langkah yang lebih besar untuk pengembangan bidang *photovoltaic* ini terjadi tahun 1954 ketika tiga orang peneliti (*Gerald Pearson, Calvin Fuller dan Daryl Chapin*) dari Laboratorium Bell secara tidak sengaja menemukan bahwa silicon dengan impurities tertentu menjadi sangat sensitif terhadap cahaya. Dan mereka bertiga pun menjadi orang yang pertama membuat perangkat praktis yang mengkonversi sinar matahari menjadi energi listrik.



Gambar 5 : Solar Cell  
sumber : [www.wikipedia.org/](http://www.wikipedia.org/)  
Senin, 26 Oktober 2015-13:43

Panel surya buatan mereka bisa mengubah sinar matahari menjadi tenaga listrik dengan tingkat efisiensi sebanyak 6%. Kemudian battery solar cell pun dibuat pertama kali pada tanggal 25 April 1954. Dan satelit buatan manusia yang pertama kali menggunakan perangkat solar cell adalah "Vanguard 1 yang diluncurkan pada bulan Maret 1958". Satelit ini menggunakan battery solar cell yang dibuat oleh (perusahaan Hoffman Electronic). Selanjutnya pada tanggal 4 Oktober 1955, perusahaan bell telah berhasil menggunakan battery solar cell buatannya untuk mengoperasikan sistem operator telepon di George.

## Jenis Panel Surya, Macam Modul Solar Cell

Modul solar cell ini memiliki kapasitas beraneka ragam mulai kapasitas 10 Watt Peak sampai 220 Watt Peak yang terdiri dari type cell *monocrystal dan polycrystal*. Komponen inti dari sistem PLTS ini meliputi peralatan: *Modul Solar Cell, Regulator / controller, Battery / Aki, Inverter DC to AC, Beban / Load*.

Penghitungan Biaya Pemakaian Energi Listrik Pada Studi Kasus Bangunan Sekolah Smp Negeri 8 Manado :

Kapasitas listrik terpasang 15.000 watt, yang perlu diperhatikan adalah kapasitas pemakaian fasilitas sekolah. Listrik yang digunakan untuk kebutuhan sebagai berikut:

**Tabel 1.** Perhitungan Biaya Pemakaian Energi Listrik

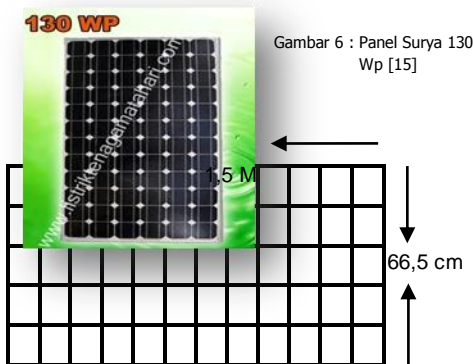
Fasilitas sekolah	Daya/Watt	Total W
27 LCD Monitor Komputer	40 Watt	1080 W
27 Unit CPU	450 Watt	12150W
4 Unit Print	40 Watt	160 W
5 Unit AC	590 Watt	2950 W
1 Lampu Philips	35 Watt	35 W
6 Lampu Neon	40 Watt	240 W
Total Kebutuhan Daya	=	16.615 W

Kapasitas listrik yang terpasang pada bangunan sekolah SMP Negeri 8 Manado adalah 15.000 Watt. Namun jumlah kebutuhan pemakaian fasilitas listrik di sekolah adalah 16.615 watt. Jadi, kebutuhan pemakaian listrik disekolah ini melebihi batas kapasitas listrik yang terpasang dengan kata lain tidak cukup.

Sehingga, solusi yang tepat adalah dengan mengoptimalkan energi terbarukan seperti "panel surya" untuk menambah jumlah kapasitas pemakaian listrik dari 15.000 watt menjadi 19.000 watt dimana 4.000 watt diambil dari energi panel surya. Sehingga kebutuhan daya yang melebihi kapasitas 15.000 watt bisa teratasi dengan adanya panel surya. Dapat disimpulkan bahwa 55% pemakaian listrik di sekolah SMP Negeri 8 berasal dari PLN dan sisanya 45% dari Panel Surya.

Kapasitas      Kebutuhan daya

15.000 W    16.615 W → 17.000 W  
 17.000W+2000 W =  
 (energi cadangan) = 19.000 W  
 19.000 didapat dari Jumlah kapasitas +  
 (kelebihan pemakaian + energi cadangan panel  
 surya).  
 $15000 W + (1.615(2.000 W) + 2.000 W = 4000)$   
 $= 19.000 W$   
 $4000 W : 130 Wp (\text{Tipe Panel Surya}) = 30,769 (31)$   
 Jadi panel surya yang di dapat dari hasil  
 perhitungan adalah 31 lembar panel surya @  
 130 kWp.  
 Dimension (ukuran) Module : 665 x 1479 (mm)



Gambar 6 : Panel Surya 130 Wp [15]

Keterangan P = 1,479 → 1,5 m  
 L = 66,5 cm

Ruang-ruang yang cocok untuk dipasang Panel Surya karena terkena dengan sinar matahari secara langsung.

**Tabel 2.** Perletakan panel surya pada ruang-ruang tertentu

No	Jenis Ruang	Unit @ 130Wp
1.	Aula	5 unit
2.	Rg.komputer	5 unit
3.	Rg. Kepala sekolah	4 Unit
4.	Rg.kelas III	2 unit
5.	Rg.kelas I	2 unit
6.	Rg. Kelas II	3 unit
7.	Rg.Multimedia	3 unit
8.	Rg.VIP	4 unit
9.	Rg.Lab IPA	3 Unit

Sebagai kesimpulan panel surya yang dipasang akan lebih banyak pada ruang yang

penggunaan energinya lebih besar dari ruang-ruang yang lain dan disesuaikan dengan letak posisi matahari yang terhindar dari bayangan pohon atau bangunan lain.

### KESIMPULAN

Dari pembahasan diatas telah dibahas mengenai arsitektur bioklimatik, arsitektur tropis lembab, dan secara khusus mengenai pemanfaatan energi surya atau matahari pada bangunan sekolah. Berdasarkan hasil penelitian yang didapati bahwa jumlah kebutuhan pemakaian kapasitas listrik tidak cukup, sehingga menggunakan alternatif lain untuk mengantisipasi kekurangan daya listrik dengan menggunakan panel surya. Penggunaan panel surya akan dipasang pada ruang-ruang yang terkena sinar matahari secara langsung. Sesuai dengan hasil per-hitungan maka jumlah panel surya yang dipakai sebanyak 31 unit (1 unit @130 kWp). Diharapkan lewat pembahasan ini muncul suatu hasil perancangan bangunan sekolah yang hemat energi dengan memanfaatkan energi surya untuk dijadikan energi listrik.

### DAFTAR PUSTAKA

Priatman, J., 2002. *Energy-Efficient Architecture*. Paradigma dan Manifestasi Arsitektur Hijau. Dimensi Teknik Arsitektur Vol. 30, Nomor 2, Desember 2002, hlm. 167-175

Yeang, K., 1994. *Bioclimatic Skyscrapers*. London: Artemis London Limited, UK.

Krishan Arvind, Et all. 2000. *Climate Responsive Architecture*. New Delhi: Mc.Graw Hill Publishing Company Limited.

Hyde, R., 2000. *Climate Responsive Design*. Newyork: E&Fn Spon.

Olgay, V., 1963. *Design with Climate- Bioclimatic approach to architectural regionalism*. New Jersey: Princeton University Press.

Prof. DR. Ir. Sangkertadi, DEA (2000). *Sains Arsitektur dan Teknologi*

Prof. DR. Ir. Soegijanto, *Bangunan Di Indonesia Dengan Iklim Tropis Lembab Ditinjau Dari Aspek Fisika Bangunan*, maret, 1998

Alvaroferanov.blogspot.com/.../arsitektur-bioklimatik-bioclimatic.htm..Jumat, 22 April 2011

www.empiros.com Selasa, 24 Juli 2012