

## TENDA BARAK PENGUNGI BERTENAGA SURYA MULTIGUNA

FA Widiharsa<sup>1</sup>, Nurhamdoko Bonifacius<sup>2</sup>

### Abstract

*Applications of integrated photovoltaic electrical energy promises 'clean and mean'. People considered 'clean' because there is no exhaust emissions or pollutants and is considered 'saving' because it does not require fuel. In the tropics, sunshine reaching Earth's surface. Sunlight is the source of electrical energy. Electrical energy is urgently needed in the refugee camps in remote areas (remote areas) and or a natural disaster. In such locations, providing electrical energy becomes a major problem. Generator sets are easy to use but the problem is the availability of fuel oil. Transportation of fuel to remote locations make the price of fuel becomes economically feasible. On the other hand, solar electric energy can be obtained free of charge at the site, without the distribution line and without transmission. The price of solar power is the price of the device alone, being free electricity. Solar power generation is to be constructed. Increased capacity is easy to do because only adds to the module unit. Methods of laboratory experiments conducted in outer space. Book study to identify the needs of a wide and electrical load of refugees activity. Experiments in the laboratory standardization of outdoor space to get daily energy output. It is also related to the need and the unit load. Experiments were also conducted to standardize the system, the test model of a solar power plant integrated multipurpose, build a prototype.*

**Key words :** *Integrated Photovoltaic, The Refugee Camps, Remote Area, Prototype of Solar Power*

### Abstraksi

Aplikasi *photovoltaic* terintegrasi menjanjikan energi listrik yang 'bersih dan hemat'. Masyarakat menganggap 'bersih' karena tidak ada emisi gas buang atau polutan dan dianggap 'hemat' karena tidak membutuhkan bahan bakar. Di daerah tropis, sinar matahari menjangkau seluruh permukaan bumi. Sinar matahari inilah sumber energi listriknya. Energi listrik sangat diperlukan di lokasi pengungsian di tempat terpencil (*remote area*) dan atau tempat bencana alam. Di lokasi seperti itu, penyediaan energi listrik menjadi masalah besar. Generator set mudah digunakan tetapi masalahnya adalah ketersediaan bahan bakar minyak. Transportasi BBM ke lokasi terpencil membuat harga BBM menjadi tidak layak secara ekonomis. Di sisi lain, energi listrik tenaga surya bisa didapatkan secara gratis di lokasi, tanpa jalur distribusi dan tanpa transmisi. Harga pembangkit listrik tenaga surya adalah harga perangkatnya saja, sedang listriknya gratis. Pembangkit listrik tenaga surya mudah untuk dikonstruksi. Peningkatan kapasitas mudah dilakukan karena hanya menambah unit modul. Metode eksperimen dilakukan di laboratorium ruang luar. Studi pustaka untuk mengidentifikasi kebutuhan macam dan beban listrik dari aktifitas pengungsi. Eksperimen di laboratorium ruang luar untuk mendapatkan pembakuan energi keluaran harian. Ini juga terkait dengan kebutuhan dan satuan beban. Eksperimen juga dilakukan untuk pembakuan sistem, uji coba model pembangkit listrik tenaga surya multiguna terintegrasi, membangun prototipe.

**Kata Kunci :** *Aplikasi Photovoltaic Terintegrasi, Barak Penampungan Pengungsi, Remote Area, Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Surya*

### PENDAHULUAN

Barak pengungsian sifatnya darurat dan tidak memiliki fasilitas yang memadai. Peralatan rumah tangga yang dibawa para pengungsi hanya peralatan yang penting saja, yang ringan atau yang dibutuhkan untuk survival. Pemerintah dan kalangan LSM sering memberi dukungan bagi kelangsungan

hidup pengungsi. Perangkat yang penting bagi pengungsi dan bagi relawan pada umumnya adalah peralatan untuk memasak, penerangan, komunikasi dan peralatan pendukung kesehatan.

Persoalan yang baru disadari oleh para pengungsi setelah sampai di penampungan umumnya adalah ketiadaan jaringan listrik.

<sup>1</sup> Dosen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang

<sup>2</sup> Dosen Pascasarjana Jurusan Teknik Arsitektur Universitas Merdeka Malang

Jaringan listrik ini penting karena perangkat penerangan dan komunikasi membutuhkan pasokan listrik. Energi listrik yang bisa disediakan secara portabel pada umumnya adalah dengan generator set yang menggunakan bahan bakar minyak agar bisa berfungsi. Pasokan bahan bakar minyak di lokasi (yang terkadang terpencil) menjadi penting. Jadi ada ketergantungan pada sediaan bahan bakar minyak. Pengiriman bahan bakar minyak ke lokasi penampungan sering justru merupakan persoalan yang lebih berat.

Alternatif lain penyediaan energi listrik adalah dengan pembangkit listrik tenaga surya (*photovoltaic*). Terapan energi listrik tenaga surya memungkinkan pembangkitan dan konsumsi listrik di tempat yang sama, tidak diperlukan transmisi, tidak diperlukan distribusi, dan tidak ada ketergantungan pada jaringan listrik (*grid*). Pembangkit listrik tenaga surya adalah sistem pembangkitan listrik yang ekonomis dan kontinyu. Harga pembangkit listrik tenaga surya adalah hanya harga perangkat kerasnya sedangkan energi listriknya tersedia secara gratis.

Untuk terapan di lokasi pengungsian yang tidak terjangkau oleh jaringan listrik atau bila rentang jaringan lebih dari 5 km, pembangkit listrik tenaga surya lebih menguntungkan bila dibandingkan dengan generator dengan BBM. Pembangkit listrik tenaga surya hanya memerlukan investasi awal dan selanjutnya secara ideal tidak lagi memerlukan biaya, karena tidak ada komponen yang bergerak, aus dan nyaris

tidak memerlukan pemeliharaan. Kondisi seperti inilah yang membuat listrik tenaga surya menjadi penting.

Karena pengungsian sifatnya darurat dan *temporer*, maka barak pengungsian bertenaga surya ini harus mudah dan cepat dibangun serta mudah dan cepat dibongkar. Kemudahan dan cepatnya membangun barak ini akan mendukung respon yang harus cepat sedangkan kemudahan membongkar adalah sebagai upaya untuk respon yang cepat pada bencana berikutnya di tempat lain. Barak dengan kemampuan menyediakan listrik tenaga surya ini bersifat portabel..

## KAJIAN PUSTAKA

Beberapa penelitian mengenai penerapan modul *photovoltaic* terintegrasi telah dilakukan. Penelitian ini pada umumnya meneliti power peak dan efisiensinya. Karena pada umumnya penelitian dilakukan di negara-negara beriklim moderat-dingin maka diyakini bahwa aspek kelayakan di Indonesia cenderung lebih baik karena di Indonesia penyinaran matahari memiliki durasi yang jauh lebih lama.

Dari pembahasan penelitian terdahulu bisa diamati bahwa insulasi dan ventilasi pada atap *photovoltaic* merupakan faktor yang berpeluang untuk mengatasi pemanasan modul surya dan ruang (Brinkworth, 1997; Wang, 2006; Guiavarch, 2007; Tonui, 2007; 2008). Di daerah tropik, insulasi dan ventilasi pada atap *photovoltaic* untuk mencegah pemanasan yang tinggi pada modul surya dan ruang. Pemanasan pada modul surya akan menurunkan power outputnya. Oleh sebab itu

penelitian yang dilakukan ini tetap difokuskan pada output dan keintegrasian pada barak namun tetap mempertimbangkan ventilasi yang terkait dengan tinjauan *roof* (atap).

#### **METODE PENELITIAN**

Dalam penelitian aplikasi *photovoltaic* terintegrasi (*integrated photovoltaic application*) dikenal beberapa metode yang lazim digunakan yaitu metode eksperimen model, simulasi, studi lapangan dan metode gabungan. Menurut Surakhmad, 1985, eksperimen model bukan untuk mendeskripsikan sesuatu tetapi menemukan faktor-faktor penyebab dan akibat, atau interaksi antar variabel-variabel. Eksperimen di laboratorium memungkinkan untuk dilakukan manipulasi variabel sesuai rencana penelitian dan meminimalkan gangguan luar. Penggunaan metode studi lapangan sering tidak mampu mengontrol variabel tertentu sehingga tidak diketahui pengaruhnya pada hasil pengukuran. Untuk mengatasi kesulitan tersebut digunakan kontrabalans, randomisasi dan penggunaan replika atau model (Surakhmad, 1985).

Metode gabungan digunakan dengan melakukan lebih dari satu metode untuk menjawab pertanyaan penelitian. Hasil dari salah satu metode digunakan untuk memvalidasi yang lain, misalnya yang dilakukan oleh Fung (2008) yaitu simulasi dan uji model untuk mengetahui kinerja termal modul *photovoltaic* semi-transparan; Guiavarch (2006) melakukan studi lapangan dan simulasi untuk mengetahui efek

pendinginan sel *photovoltaic* dengan konveksi udara, dan Brinkworth (1997) melakukan simulasi dan eksperimen model skala penuh untuk mengetahui celah aliran udara yang digunakan dalam pendinginan modul *photovoltaic* yang paling optimum.

#### **Pentahapan**

Penelitian sebelumnya telah menghasilkan prototipe dan standar kegiatan normal pengungsi di barak pengungsian. Penelitian tahun sebelumnya juga menemukan rata-rata harian dan tahunan besaran energi listrik keluaran dari modul surya. Data primer yang lebih rinci seperti tegangan sirkuit terbuka ( $V_{oc}$ ) dan arus hubung singkat ( $I_{sc}$ ) juga telah dimiliki oleh peneliti, juga berasal dari penelitian sebelumnya. Data ini penting sebagai salah satu dasar perencanaan dan perancangan prototip barak pengungsian berlistrik tenaga surya terintegrasi multiguna untuk daerah terpencil/bencana alam. Penelitian di tahun ke 2 ini adalah pengujian prototipe pada kondisi sesungguhnya di lapangan.

Pengujian pertama dilakukan secara outdoor di laboratorium tenaga surya Jurusan Mesin Unmer Malang. Pengujian ini untuk mengkonfirmasi kebutuhan unit pembangkitan dan penyimpanan energi listrik.

Pengujian ke dua, dilakukan di lapangan SMP Marsudi Siwi di kota Malang dengan simulasi pelaku pengungsi anak-anak diperankan oleh para siswa anggota Pramuka sekolah yang bersangkutan. Uji coba ini untuk memastikan kapasitas tenda barak

untuk pelaku anak-anak laki-laki maupun perempuan.

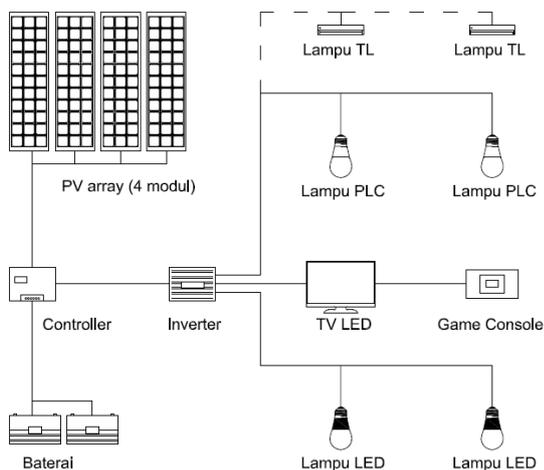
Pengujian ke tiga dilakukan di lapangan Pendem Kabupaten Malang dengan simulasi pengungsian dengan peran pengungsi melibatkan anggota TNI AD. Pengujian ini untuk memastikan kapasitas tenda bagi orang dewasa dan simulasi aktifitas pengungsi yang diperankan oleh anggota TNI AD.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengujian di lapangan, dihasilkan spesifikasi 7 tipe prototip tenda barak dengan masing-masing diagramnya sebagai berikut :

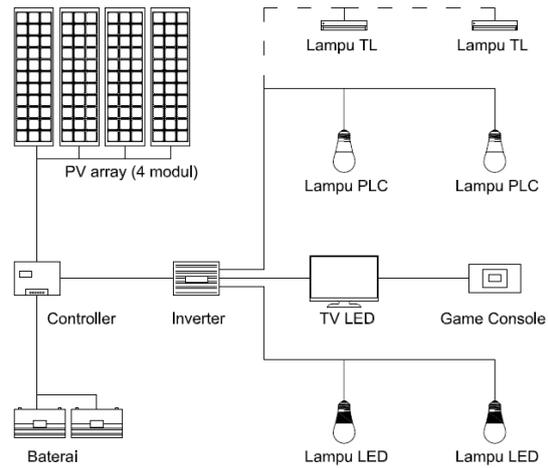
#### 1. Tenda anak laki-laki

Ukuran: Panjang 4,00 m; Lebar 4,00 m; Tinggi Total 2,58; Tinggi ruang 2,00 m. Modul Siemens M75 48 Wpeak. Fungsi: Tidur. Kapasitas 12 anak



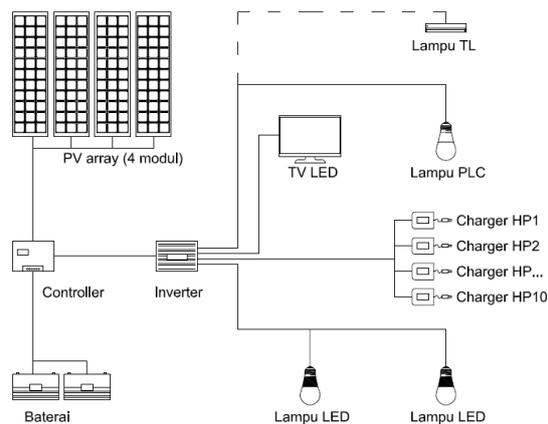
#### 2. Tenda anak perempuan

Ukuran: Panjang 4,00 m; Lebar 4,00 m; Tinggi Total 2,58; Tinggi ruang 2,00 m. Modul Siemens M75 48 Wpeak. Fungsi: Tidur. Kapasitas 12 anak



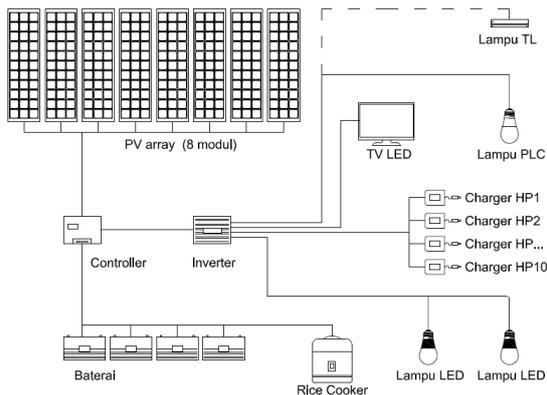
#### 3. Tenda Para Ibu

Ukuran: Panjang 4,00 m; Lebar 4,00 m; Tinggi Total 2,58; Tinggi ruang 2,00 m. Modul Siemens M75 48 Wpeak. Fungsi: Tidur. Kapasitas 10 orang



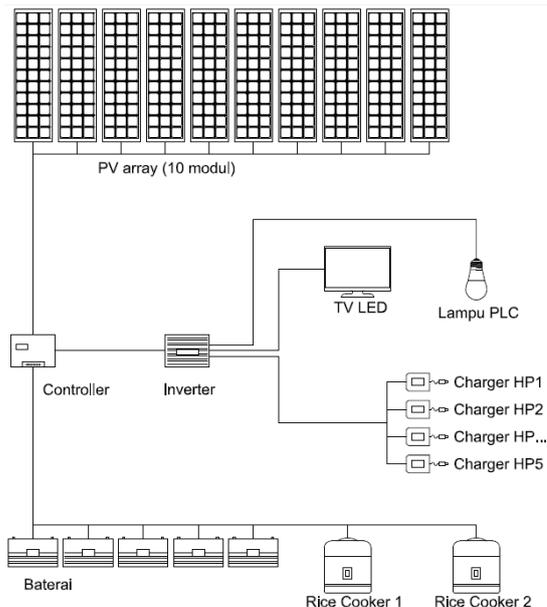
#### 4. Tenda Para Bapak

Ukuran: Panjang 4,00 m; Lebar 4,00 m; Tinggi Total 2,58; Tinggi ruang 2,00 m. Modul Siemens M75 48 Wpeak. Fungsi: Tidur. Kapasitas 10 orang

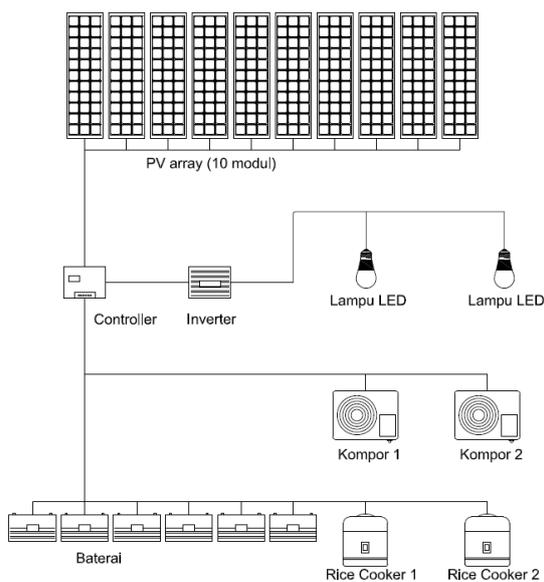


**5. Tenda Dapur**

Ukuran: Panjang 4,00 m; Lebar 4,00 m; Tinggi Total 2,58; Tinggi ruang 2,00 m. Modul Siemens M75 48 Wpeak. Fungsi: menyimpan bahan/makanan dan minuman. Kapasitas 16 m<sup>3</sup>



Dari perhitungan diketahui modul PV yang digunakan sebanyak 8,05 modul, dibulatkan 9 modul, dikenakan 10 modul. Baterai yang digunakan 12V 80Ah, depth of charge 20% sebanyak 4,68 baterai, dibulatkan 5 baterai.

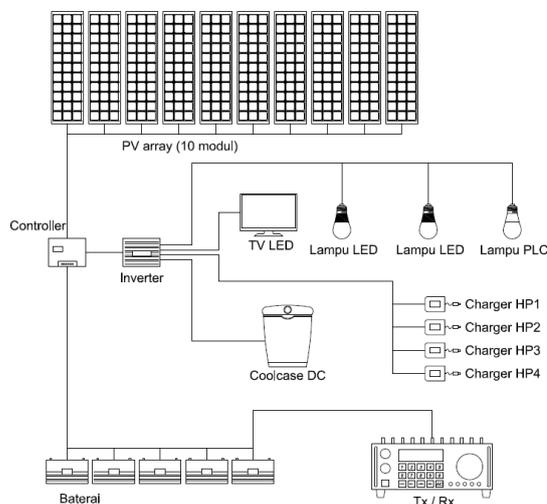


**6. Tenda Ronda**

Ukuran: Panjang 4,00 m; Lebar 4,00 m; Tinggi Total 2,58; Tinggi ruang 2,00 m. Modul Siemens M75 48 Wpeak. Fungsi: Ronda. Kapasitas 4 orang

**7. Tenda Kesehatan**

Ukuran: Panjang 4,00 m; Lebar 4,00 m; Tinggi Total 2,58; Tinggi ruang 2,00 m. Modul Siemens M75 48 Wpeak. Fungsi: Penanganan darurat kesehatan. Kapasitas 4 orang.



## SIMPULAN

1. Diperlukan 7 tipe tenda dalam sebuah lokasi penampungan korban bencana di daerah terpencil (*remote area*). Tipe-tipe tenda yang diperlukan adalah: tenda anak perempuan, tenda anak laki-laki, tenda ibu-ibu dan bayi, tenda bapak-bapak, tenda dapur, tenda kesehatan dan tenda ronda. Penentuan tipe ini merupakan hasil kajian atas faktor pelaku dan kegiatannya. Setiap pelaku yang seragam, memiliki kegiatan yang seragam diwadahi dengan satu tipe tenda.
2. Setiap tipe tenda barak memerlukan *supply* energi listrik bertenaga surya yang jumlah dan karakteristiknya tidak sama. Tiap tipe tenda yang mewadahi masing-masing kegiatan khas-nya, memiliki standar daya dan durasi yang berbeda.
3. Rancangan tenda bisa sama namun jumlah modul surya yang dipasang tidak sama. Karena besaran daya listrik dan durasi yang terjadi dari masing-masing aktifitas dari tiap tipe tenda berbeda, maka menentukan jumlah modul pembangkitan listrik yang juga berbeda-beda.
4. Jumlah baterai pada setiap tenda ditentukan oleh jumlah modul surya yang dipasang. Karena besaran daya listrik dan durasi yang terjadi dari masing-masing aktifitas dari tiap tipe tenda berbeda, maka menentukan jumlah modul penyimpanan listrik yang juga berbeda-beda.
5. Tempat baterai dirancang untuk mudah digerakkan ke tempat yang dikehendaki. Baterai adalah salah satu komponen penting yang secara fisik relatif berat untuk diangkat, diangkut maupun dipindahkan oleh manusia tanpa menggunakan alat bantu. Pada saat mobilisasi dan demobilisasi, terjadi aktifitas pemindahan baterai dengan jumlah yang bervariasi. Untuk memudahkan pergerakan ini, dirancang sebuah tempat baterai yang sekaligus berfungsi sebagai kereta yang bisa dipindahkan dengan lebih mudah.
6. Dengan posisi modul surya yang tegak lurus terhadap garis normal akan memberi keuntungan antara lain:
  - a. Bisa ditempatkan di mana saja di seluruh Indonesia. Lokasi kepulauan Indonesia yang terletak antara 6° LU sampai 11° LS membuat arah modul surya ke atas adalah paling sesuai.
  - b. Orientasi tenda bisa ke segala arah, tidak membutuhkan arah khusus untuk mendirikan tenda. Ini memudahkan bagi pengungsi yang akan memasangnya. Pengungsi dengan kondisi psikologis yang tidak mendukung, tidak bisa dibebani dengan masalah teknis yang menyita perhatian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bonifacius, N., FA Widiharsa, 2012a, **Aspek Termal Dan Energi Keluaran Pada Rumah Tumbuh Beratap Modul Sel Surya Terintegrasi**, Jurnal Transmisi,

- Vol. VIII / No. 2 / 2012, ISSN 0216-3233
- Bonifacius, N., 2012b, *Effect of Aluminum Foil as Roof Insulation on Thermal and Energy Performance of RIPV Building under Warm-Humid Conditions of Indonesia*, International Journal of Academic Research ISSN 2075-4124, E-ISSN 2075-7107
- Bonifacius, N., 2010, *Airflow And Thermal Simulation In Photovoltaic Roof Space, 11th International Conference on Sustainable Environmental Architecture (SENVAR)*, October 2010, Nasdec Building, ISBN No. 978-979-334-15-8
- Çengel and M. A. Boles, 2006, *Thermodynamics: An Engineering Approach*, 5th ed, McGraw-Hill
- Defiana, I., Ekasiwi, SNN., Antaryama, IGN., 2012, *Canyon Design As A Potential For Night Ventilation On Warm Humid Tropic Housing Estate*, International Journal of Academic Research, Vol. 4. No. 5. September, 2012, DOI: 10.7813/2075-4124.2012/4-5
- Ekasiwi, SNN., 2005, *Understanding Ventilation Strategy Among Housing Occupants In Humid Tropics Region*, Journal of Architecture and Environment, Vol. 4, No. 1, 2005
- Munson, Young and Okiishi, 2005, *Fundamentals of Fluid Mechanics* 4th Edition - John Wiley and Sons
- Noerwasito, VT., 2010, *Optimasi Energi Panas dan Embodied Energy Pada Bangunan Hunian Bertingkat Rendah Di Daerah Tropis Lembab*, Disertasi Doktor, ITS Surabaya
- Nugroho, AM., Ahmad, MH., Ossen DR., TJ., 2007, *A Preliminary Study of Thermal Comfort in Malaysia's Single Storey Terraced Houses*, Journal of Asian Arch.&Bldg.Eng Vol.6/1.
- Nugroho, AM., Ahmad, MH., Hiung, TJ., 2006, *Evaluation Of Parametrics For The Development Of Vertical Solar Chimney Ventilation In Hot And Humid Climate*, 2nd International Network for Tropical Architecture Conference, Jogjakarta, April 2006
- Nugroho, AM., Ahmad, MH., 2005, *Possibility To Use Solar Induced Ventilation Strategies In Tropical Conditions By Computational Fluid Dynamic Simulation*, 6th Sustainable Environmental Architecture Conference, ITB Bandung, September 2005
- Santosa, BH., Ekasiwi, SNN., Antaryama, IGN., 2012, *Outdoor Thermal Environment In Irregular And High Density Settlements In The Warm Humid Tropic Of Indonesia*, International Journal of Academic Research, Vol.4.No.5 DOI: 10.7813/2075-4124.2012/4-5
- Szokolay, SV., 2004, *Introduction To Architecture Science The Basis Of Sustainable Design*, Arch. Press an imprint of Elsevier, Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP.ng.

