

POTENSI PV TERINTEGRASI PADA RTP SEBAGAI PENUNJANG ENERGI KAWASAN PERKOTAAN. STUDI KASUS KOTA MANADO

Introduce of the potential of POSIPV (Public Open-Space Integrated PhotoVoltaic).
A case study in Manado.

Oleh :

Sarina J. Binti¹

⁽¹⁾Dosen Jurusan Teknik Arsitektur, Institut Teknologi Minaesa, Tomohon
Mahasiswa Magister Arsitektur, Pascasarjana Unsrat)

ABSTRAK

Ruang Terbuka Publik (RTP) merupakan bagian dari elemen arsitektur kota dan umumnya terdiri dari RTP bertipe RTH (Ruang Terbuka Hijau) dan RTNH (Ruang Terbuka Non Hijau). Fungsi utama RTH yaitu fungsi ekologis dan fungsi tambahan seperti social umumnya lebih dominan, dibandingkan dengan fungsi ekonomi. RTP yang terletak didaerah beriklim tropis yang kaya akan sinar matahari, selayaknya juga dapat difungsikan sebagai lokasi penyedia energi listrik berbasis surya melalui instalasi PV (Photo Voltaic) pada beberapa elemen arsitekturalnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan konsep dan peluang Photovoltaic terintegrasi RTH sehingga dapat menunjang kebutuhan energi kawasan perkotaan dan menghidupkan area RTH Kawasan Perkotaan itu sendiri sehingga RTH bisa mandiri energy. Penelitian dilaksanakan di Kota Manado, menerapkan metode pengukuran dengan modul PV melalui eksperimen lapangan dan simulasi komputasi menggunakan pogram computer "Matahari". Hasilnya menunjukkan bahwa kemiringan PV terbaik berada pada sudut 10°-15° dengan arah orientasi ke arah Barat sedangkan apabila cuaca dianggap cerah dan faktor penyinaran lebih besar dari 60% maka arah orientasi terbaik menghadap arah Selatan. Peluang PV terintegrasi RTH dapat menghasilkan energy untuk mendukung RTH mandiri energi.

Kata kunci : RTH, PV, arsitektur kota, POSIPV, tropis

ABSTRAK

Public Open Space (POS) is a part of the architectural elements of the city and generally consists of POS type GOS (green open space) and NGOS (Non Green Open Space). The main functions of the green space as ecological functions and additional social functions are generally more dominant than the economy functions. POS which is located in tropical area and rich in sun power, should also be used as a location-based provider of electrical energy through the installation of solar PV (Photo Voltaic) on some architectural elements. The purpose of this study was to obtain integrated Photovoltaic concept of green space and opportunities that can support the energy needs of urban and green space of urban area. The experiment was conducted in the city of Manado, applying the method of measurement with PV modules through field experiments and computational simulations using computer pogram "Matahari". The results showed that the best PV slope at an angle of 10 ° -15 ° with orientation towards the West, while if the weather be sunny and radiation factor of greater than 60%, the best orientation direction facing the south.

Keywords: Public Open Space, PhotoVoltaic, Tropical Area

PENDAHULUAN

Energi menjadi tantangan bagi keberlanjutan kehidupan manusia, maka pemanfaatan energi surya menjadi alternatif prioritas untuk diterapkan secara masal.

Energi surya merupakan energi terbarukan (Energi Baru dan Terbarukan/EBT) sebagai salah satu solusi untuk menjaga keberlanjutan lingkungan yang selalu tersedia terutama Indonesia umumnya dan

Kota Manado yang secara geografis berada pada posisi 1°30'-1°40' Lintang Utara dan antara 124°40'-126°50' Bujur Timur yang dekat dengan garis katulistiwa. Energi surya tidak menimbulkan polusi sehingga tidak akan merusak lingkungan seperti sumber energi yang berasal dari bahan bakar minyak. Dari data Statistika PLN Tahun 2011, neraca daya Sulawesi Utara kapasitas terpasang 199,06 MW sedangkan daya mampu adalah 195 MW sementara dari neraca energi Sulawesi Utara masih membeli dari luar PLN sebesar 220,99 GWh.

Menurut Rahardjo, dkk (Rahardjo, dkk, 2008: 417) potensi energi surya di Indonesia dapat dimanfaatkan sepanjang hari. Daya yang dapat dibangkitkan berdasarkan intensitas energi surya ketika mencapai permukaan bumi berjumlah sekitar 100 watt per m², pada efisiensi sel surya 10%. Dengan demikian untuk memperoleh daya sebesar 1000 watt (1 KW) diperlukan luas 10 m².

Secara ekonomis dalam penelitian Kristianto(2010) investasi PV (PLTS) sebagai sumber energi listrik layak bilamana waktu penyinaran matahari tidak kurang dari lima jam dalam satu hari. Dalam pemetaan tingkat radiasi dunia, potensi penampungan daya energy matahari di Indonesia berada pada angka 4 – 4,5 kwh/m²/hari (Kusdiana, 2008: 18)

EBT dengan teknologi PV telah menjadi bagian dari peraturan pemerintah sebagai penyangga pasokan energi nasional sementara energi yang berasal dari bahan fosil hanyalah sebagai faktor penyeimbang (Ayuni, 2012: 5)

Aplikasi BIPV (Building Integrated Photovoltaic) pada kawasan perkotaan padat terbukti sulit dan tidak bisa digunakan pada semua bangunan bahkan hasil penelitian dari Bonifacius N (2010:265) atap PV pada bangunan di daerah tropis menyebabkan pemanasan modul PV, pemanasan ruang atap dan pemanasan ruang di bawahnya.

Penelitian tesis ini dimaksudkan untuk mengembangkan konsep rancangan terintegrasi PV pada RTP untuk membantu

memperkaya manfaat dan fungsi RTP (Ruang Terbuka Publik/ *public open space*) pada skala kawasan perkotaan. yakni diantaranya sebagai stasiun pengisian ulang energi listrik untuk kendaraan motor bertenaga listrik dan juga akan mendukung rencana pemerintah yang akan meluncurkan mobil listrik pada bulan Mei 2013 ini. Alternatif desain arsitekturalnya berupa peletakan PV di atap – atap gasebo, pendopo, naungan pedestrian dan sejenisnya yang ada di RTP. PV sebagai bagian dari elemen naungan /shelter berpotensi meningkatkan kenyamanan fungsi ruang luar berupa pedestrian atau taman terutama pada suhu puncak pada jam 11.00-14.00 (Rahmiati, 2009: 321).

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan kriteria rancangan arsitektur surya RTP terintegrasi dengan PV, yang berfokus pada 2 hal:

- 1) Pengembangan konsep rancangan RTP dengan penekanan pada integrasi PV, kemiringan PV, orientasi PV terhadap matahari
- 2) Komposisi dan prosentase area RTP yang optimal bagi penempatan PV. Dalam hal ini terkandung tujuan untuk mencapai tipe *green city* pada skala kawasan.

METODOLOGI

Penelitian ini bersifat kuantitatif dengan menerapkan teknik eksperimen dan simulasi komputasi dengan bantuan *software* untuk menganalisis sejumlah variabel yang berpengaruh pada kinerja PV yang diintegrasikan pada suatu RTP. Analisis statistik terhadap data meteorologi Kota Manado dalam 5 tahun terakhir dilakukan untuk mendapatkan angka-angka kisaran rata-rata, maksimum dan minimum serta simpangan dari variabel iklim yang dapat mempengaruhi kinerja dan manfaat PV, seperti temperatur, tingkat penyinaran, curah hujan dan kecepatan angin. Data 5 tahun terakhir sudah mencukupi untuk dipakai dalam penelitian ini karena sudah menerapkan simpangan dari siklus iklim terkecil yakni 5 tahunan (Rafii, 1995).

Pengukuran lapangan dilakukan disalah satu area RTP yang dianggap memiliki peluang terbesar menangkap energi surya, yakni RTP untuk parkir umum dengan luasan yang signifikan dan cenderung membuka terhadap sinar matahari dan terang langit. Pengukuran dimaksudkan untuk menguji salah satu jenis PV pasaran dalam menghasilkan daya listrik, dalam rangka mendapatkan gambaran umum produktifitas satuan solar sel. Selain itu juga untuk mengetahui prosentase penyinaran matahari dengan membandingkan antara hasil ukur dengan alat Solar Power Meter (dalam Watt/m²) dan dibandingkan dengan perhitungan (software Matahari) apabila variabel langit dianggap cerah. Pada simulasi dengan software dimasukan data tanggal ekstrim yang paling berpengaruh menurut peredaran bumi mengelilingi matahari. Pengukuran suhu udara dan suhu radiatif juga dilakukan, karena pada dasarnya efektifitas PV juga dipengaruhi oleh suhu lingkungan. Jadi, pengukuran variabel iklim lokal seperti radiasi matahari, suhu udara lingkungan dan kecepatan angin dilakukan untuk mendapatkan gambaran fakta iklim dan angka nyata sebagai pembanding maupun integrator terhadap hasil dan proses perhitungan dengan bantuan software. Pembandingan dan integrasi ini dilakukan untuk mendapatkan rancangan optimum terhadap implementasi PV pada desain arsitektur RTP.

Pengukuran dilakukan setiap jam dengan pencatatan secara manual pada lembar isian data ukur. Di tempat dan saat yang sama, dilakukan pengujian sel surya (PV) untuk mendapatkan angka keluaran daya listrik dari PV, variasi sudut kemiringan pada 4 posisi, yakni pada posisi hampir rata (sesuai hasil perhitungan dengan software, akan didapatkan sudut tertentu yang hampir rata dan yang dianggap akan menerima energi matahari terbesar), posisi sudut 15⁰ (sudut yang merepresentasikan sudut miring atap landai) ,posisi sudut 30⁰(sudut yang merepresentasikan sudut kemiringan atap umumnya) dan sudut 45⁰ (merepresentasikan sudut lancip pada pola atap rumah Minahasa). Posisi menghadap

mata angin pada 4 arah utama yakni Utara, Barat, Selatan dan Timur, mengingat posisi lintang kota Manado yang berada mendekati garis katulistiwa, sehingga sudut deklinasi matahari berpengaruh hampir merata pada 4 sudut tersebut. Kriteria teknik rancangan RTP berdasarkan Permen PU no 5/PMRT/M/2008 juga dijadikan acuan sebagai bahan kajian dalam prosedur mendapatkan rancangan RTP yang optimal, sesuai dengan tujuan penelitian.



Gambar 1. Posisi PV kemiringan 15 °
(dok.peneliti)



Gambar 2. Posisi PV 50 Wp menghadap Barat 45° dan PV 100 Wp menghadap Selatan dengan sudut kemiringan 45°
(Dokumentasi peneliti)

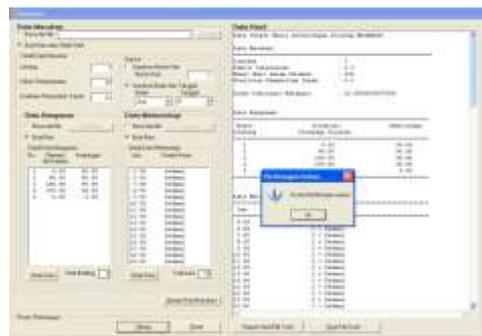
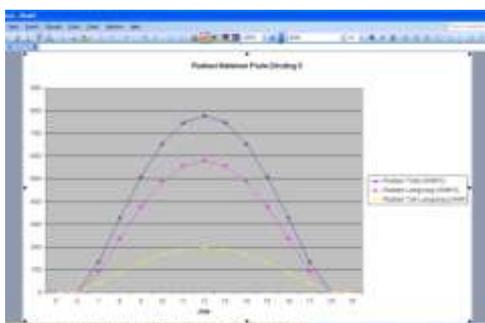
Lokasi pengukuran di lakukan pada lokasi yang mewakili prototipe RTP yang berpotensi bagi implementasi PV yakni pada area parkir di area Komplek Parkir Bahu Mall .

Eksperimen dilakukan dengan menggunakan modul PV 50 Wp & 100 Wp merk New Tomorrow yang ada di pasaran .

Simulasi dengan software Program Matahari (Sangkertadi, 2009) dilakukan untuk membandingkan tingkat radiasi hasil eksperimen dan pengaruh oleh perubahan beberapa variabel yakni: 1.Spesifikasi lokasi (albedo,letak geografis (garis lintang).2.Waktu /tanggal pengukuran. 3.Keadaan cuaca yang berpengaruh (Faktor penyinaran, kecerahan langit)

Adapun data masukan yang digunakan pada simulasi komputasi adalah sbb :

1. Lokasi : area parkir kompleks Bahu Mall berada pada 1,459 LU dan 124,823 BT.
2. Faktor Penyinaran Matahari Kota Manado = 60%
3. Data albedo, daya pantul atau reflektivitas rata-rata permukaan aspal = 0,5
4. Kondisi awan dianggap cerah sepanjang hari
5. Data tanggal yang diterapkan, diambil tanggal yang ekstrim yaitu pada tanggal 1 Januari dan 1 Juli dimana posisi matahari dan bumi berada pada jarak paling jauh dan paling dekat. Sedangkan penerapan Tanggal 21 Maret dan 23 September di gunakan karena saat itu posisi matahari dan bumi berada pada satu garis (garis ekliptika berada pada satu garis dengan equator). Selain itu juga diterapkan posisi tanggal 21 Desember dimana posisi matahari dan bumi miring $23,5^{\circ}$ terhadap sumbu matahari- bumi(deklinasi maksimum di Selatan).



Gambar.3. Tampilan antarmuka dari Program Matahari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil simulasi dengan program komputer dan eksperimen dengan modul PV diperoleh konsep dasar bagi perencanaan modul PV terintegrasi pada elemen arsitektur ruang luar sehingga desain dapat optimal dalam menghasikan energi listrik maksimal. Berikutnya disajikan tabel hasil simulasi dan eksperimen dengan panel surya (Tabel 1, s/d Tabel 4). Ditampilkan pada Tabel 1, bahwa tangkapan radiasi rata-rata terbesar dalam sehari 638 W/m^2 , pada posisi PV miring 10° , orientasi Selatan, tanggal 21 Maret. Sedangkan di Tabel 3, pada tanggal yang sama, namun dengan sudut miring berbeda (15° dan 20°), radiasi yang dapat ditangkap menjadi lebih rendah yakni sebesar sekitar 621 W/m^2 . Seterusnya dengan kemiringan yang semakin tinggi (45° , Tabel 3), maka semakin rendah pula radiasi yang ditangkap.

Pengukuran di lapangan dengan menggunakan alat Solar Power Meter pada perangkat sel surya, tidak mudah dilaksanakan, karena dibutuhkan suasana awan cerah dalam sehari, dalam rangka mendapatkan gambaran energy maksimum yang bisa diperoleh. Situasi pada Tahun 2012, faktanya sering terjadi perubahan cuaca, sehingga hanya diperoleh suasana cerah sehari penuh pada tanggal 27 dan 28 Juli serta 1 Agustus.

Tabel 1.
Rekapan Radiasi Maksimum dan Minimum pada sudut kemiringan PV 0° dan 10°

ARAH HADAP PV (ORIENTASI ARAH)	0°		10°	
	RADIASI RATA-RATA MAX.			
	23-Sep (W/M ²)	21-Dec (W/M ²)	21 Maret (W/M ²)	21 Des (W/M ²)
DATAR	643.00	568.91		
SELATAN (0 / 360°)			638.55	609.55
TENGGARA (45°)			637.91	537.27
TIMUR (90°)			636.36	563.09
TIMUR LAUT (135°)			634.82	530.36
UTARA (180°)			634.18	516.82
BARAT LAUT (225°)			634.82	530.45
BARAT (270)			636.36	563.27
BARAT DAYA (315°)			637.91	596.00

Tabel 2.
Rekapan Radiasi Maksimum dan Minimum pada sudut kemiringan PV 15° dan 20°

ARAH HADAP PV (ORIENTASI ARAH)	15°		20°	
	RADIASI RATA-RATA MAX.			
	21 Maret (W/M ²)	21 Des (W/M ²)	21 Maret (W/M ²)	21 Des (W/M ²)
DATAR				
SELATAN (0 / 360°)	631.55	625.18	621.45	637.45
TENGGARA (45°)	630.64	505.82	620.18	517.18
TIMUR (90°)	628.36	556.36	620.91	549.73
TIMUR LAUT (135°)	626.00	507.82	614.00	485.45
UTARA (180°)	625.00	486.91	612.73	454.82
BARAT LAUT (225°)	626.00	507.91	614.00	485.64
BARAT (270)	628.36	556.55	620.91	549.91
BARAT DAYA (315°)	630.64	605.00	620.18	610.82

Tabel 3.
Rekapan Radiasi Maksimum dan Minimum pada sudut kemiringan PV 30° dan 45°

ARAH HADAP PV (ORIENTASI ARAH)	30°		45°	
	RADIASI RATA-RATA MAX.			
	21 Maret (W/M ²)	21 Des (W/M ²)	21 Maret (W/M ²)	21 Des (W/M ²)
DATAR				
SELATAN (0 / 360°)	591.91	651.82	526.55	647.09
TENGGARA (45°)	595.09	532.73	541.09	535.09
TIMUR (90°)	596.91	528.73	554.45	491.18
TIMUR LAUT (135°)	586.27	436.36	529.45	365.09
UTARA (180°)	579.18	385.18	508.55	279.55
BARAT LAUT (225°)	586.36	436.64	529.55	365.45
BARAT (270)	596.91	529.00	554.45	491.55
BARAT DAYA (315°)	595.09	612.91	541.00	595.27

Rekapan hasil pengukuran lapangan Modul PV dengan variasi sudut dan orientasi arah dapat dilihat pada Tabel.4. Nampak bahwa maksimum daya yang diperoleh dapat mencapai 1018 W/m², pada pengukuran kisaran pukul 13.00 – 14.00. tgl 27 Juli 2012, dengan kemiringan 15° mengarah Barat. Namun rata-rata daya yang dapat ditangkap adalah sekitar 520 W/m², yang ternyata tidak jauh berbeda dengan cara simulasi (perhitungan).

Tabel 4.
Rekapitulasi Radiasi Matahari Hasil Pengukuran Langsung di Lapangan pada bidang miring 15°

TANGGAL ARAH HADAP	27 JULI 2012 15°/BARAT	28 JULI 2012 15°/UTARA	1 AGUSTUS 2012 15°/TIMUR	1 AGUSTUS 2012 15°/SELATAN
JAM	RADIASI MATAHARI (W/m ²)	RADIASI MATAHARI (W/m ²)	RADIASI MATAHARI (W/m ²)	RADIASI MATAHARI (W/m ²)
06.00 - 07.00	220.00	146.10	53.00	128
07.00 - 08.00	222.00	169.20	504.00	228
08.00 - 09.00	225.00	365.00	760.00	540
09.00 - 10.00	321.00	880.00	892.00	580
10.00 - 11.00	280.00	409.00	815.00	750
11.00 - 12.00	667.00	607.00	800.00	903
12.00 - 13.00	775.00	812.00	706.00	780
13.00 - 14.00	1,018.00	510.00	515.00	619
14.00 - 15.00	885.00	390.00	310.00	415
15.00 - 16.00	640.00	280.00	115.00	226
16.00 - 17.00	472.00	275.00	105.00	186
TOTAL	5,725.00	4,843.30	5,575.00	5,355.00
MEAN	520.45	440.30	506.82	486.82
MAX	1,018.00	880.00	892.00	903.00
MIN	220.00	146.10	53.00	128.00

Simulasi komputasi dengan program Matahari menerapkan angka faktor penyinaran 60%, sesuai dengan angka rata-rata di Kota Manado selama 5 tahun terakhir (data BMKG, Stasiun pengukuran di Kota Manado). Diperoleh hasil bahwa untuk mendapatkan tingkat radiasi terbesar, maka kemiringan PV terbaik berada pada sudut miring yang rendah yakni antara 0 dan 15° dengan orientasi arah pada arah Selatan, Tenggara, Timur, Timur-Laut, Utara, Barat Daya, Barat, dan Barat Daya.

Namun dari hasil eksperimentasi (pengukuran langsung di lapangan), sudut miring terbaik adalah 15° dengan arah orientasi menghadap Barat. Adapun dari pengukuran lapangan di peroleh bahwa suhu PV akan naik apabila tingkat radiasi bertambah akan tetapi daya listrik yang dihasilkan tidak berpengaruh secara signifikan, yang sangat berpengaruh terhadap daya listrik adalah keadaan awan dimana begitu cuaca redup/mendung arus langsung melemah sehingga daya juga menurun.

Analisa konsep POSIPV (*Public Open Space Integrated Photo Voltaic*) didasarkan pada hasil simulasi dan eksperimen dengan berpedoman pada konsep perencanaan *Public Open Space* (RTP) Kawasan Perkotaan yaitu Permen PU No.5/PMRT/M/2008.

Tabel-tabel tersebut diatas merupakan hasil simulasi dan eksperimen dan kemudian dianalisa sehingga diperoleh konsep desain PV terintegrasi dengan elemen fasilitas ruang luar tanpa merugikan fungsi utama Ruang Terbuka Publik.

Pada penelitian ini kajian PV pada elemen ruang luar menggunakan PV pasaran yang digunakan selama penelitian dan dari hasil analisa RTP terintegrasi PV, daya listrik yang dapat dibangkitkan pada setiap tipe RTH adalah sekitar 5% - 15% dari luas lahan dimana setiap 1 m² dari luas lahan dapat dimanfaatkan untuk area PV dengan daya 120 Watt. Daya yang dapat dibangkitkan dalam satu hari dapat bernilai konstan pada selama masa potensial matahari bersinar yaitu 5 jam/hari sehingga potensial menyumbangkan konsumsi energy sekitar 600 Watt-jam/hari/m².

Fasilitas ruang luar yang dikaji pada masing-masing tipe RTH disesuaikan dengan Standart Fasilitas ruang luar dan disesuaikan dengan Permen PU No.5/MRT/M/2008 dan fasilitas yang diterapkan adalah sarana kebutuhan minimal suatu jenis RTP-RTH. Pengkajian dilakukan untuk mendapatkan angka rasio daya listrik per satuan luas RTH (dalam satuan W/m²), agar diperoleh gambaran perkiraan kebutuhan daya listrik bagi suatu RTH pada umumnya. Sebagaimana ditampilkan pada Tabel.5, hasil pengkajian menunjukkan bahwa rasio daya listrik yang dibutuhkan bagi 4 jenis RTH, adalah berkisar antara 5 s/d 16 W/m². Jadi jelas apabila dikehendaki adanya strategi mandiri energy pada suatu tipe RTH, maka sudah diketahui perkiraan kebutuhan listriknya, dan dapat dirancang suatu instalasi PV sesuai kebutuhan. Misalnya diterapkan pada suatu RTH tipe kawasan RT (Rukun Tetangga), maka sesuai Tabel.4, dibutuhkan sebanyak 11,33 W/m², atau sekitar 2800 Watt. Jadi berdasar kebutuhan tersebut, maka diperlukan pembangkit energy surya di RTH sebesar angka tersebut, disertai kapasitas penyimpanan sekitar 2800 Watt x 8 jam (pemakaian malam hari). Dengan kebutuhan daya sebesar 2800 Watt, maka diperlukan area hamparan sel surya

seluas sekitar minimal 25 m² (rata-rata 120 Wp/m²). Jadi luas hamparan yang hanya 25 m² adalah hanya 10% dari luas keseluruhan RTH. Tentu saja dengan luas hanya 10%, tidak akan mengganggu fungsi ekologi RTH. Selain itu, hamparan sel surya dapat diletakkan diposisi sebagai atap halte/naungan/ warung, sehingga terintegrasi dengan rancangan elemen arsitektur RTH.

Kasus lainnya, pada Tabel.5, misalnya pada tipe RTH dengan pelayanan kawasan RW (Rukun Warga) dimana diperlukan daya listrik 15 W/m², atau sebesar sekitar 19500 Watt. Dengan cara perhitungan yang sama, untuk tipe RTH tersebut dibutuhkan hamparan sel surya seluas minimal sekitar 162 m², atau hanya sekitar 13% dari total luas lahan RTH. Dengan kata lain, bahwa hamparan sel surya untuk pembangkit tenaga listrik tidak mendominasi luasan areal RTH, maka dengan demikian PV dapat diintegrasikan kedalam RTH tanpa mengurangi fungsi utama RTH itu sendiri yakni fungsi ekologi dan fungsi sosial.

Selanjutnya dibuat konsep rancangan RTH dengan penerapan disain PV terintegrasi. Instalasi modul PV dalam penelitian ini di posisikan berdasarkan hasil eksperimen dimana untuk menangkap radiasi matahari terbesar kemiringan PV pada sudut 15 derajat dengan orientasi mengarah ke Barat. Posisi ini selain menguntungkan kinerja PV juga dapat memproteksi matahari siang – sore hari yang panas. Berikut, melalui Gambar 4 dan 5, disajikan ide konsep rancangan desain RTP terintegrasi PV, yakni integrated pada desain halte dan shelter fasilitas lainnya di suatu Ruang Terbuka Publik. Warna dan bentuk PV yang estetis, yakni warna biru atau abu-abu, bertekstur halus, rapi, dengan bentuk modular segi empat, sangat menunjang keindahan rancangan RTH. Modularitas PV selaras dengan modularitas lantai keramik, atau modul elemen lainnya seperti elemen atap dan bangku-bangku taman. Bentuk geometri segi empat juga selaras dengan bentuk dasar RTP yang juga bersegi empat. Warna PV juga dapat selaras dengan warna-

warna lain pada elemen arsitektur lainnya, seperti warna atap, warna lantai, bahkan dapat serasi dengan warna tanaman di RTH.

Tabel.5.
Estimasi Rasio Kebutuhan Daya Listrik (Watt/m²) pada berbagai tipe RTP-RTH

TIPE RTP / RTH	LUAS BANGUNAN / UNIT (m ²)	FASITAS	DATA LISTRIK (WATT)	BASIS DATA LUAS RTP (W/m ²)
TAMAN RT	25 R	TEMPAT DUDUK	1,800	11.33
		KUBF/KUBG	1,022	
		TOTAL	2,822	
TAMAN RW	1,25 R	LAPANGAN BASKET	16,500	15.48
		TEMPAT DUDUK	1,800	
		KUBF	1,022	
		TOTAL	19,322	
TAMAN KEMAHAMAN	5,00 R	TUBELAH LAP. SEPORA BOLA	21,600	7.31
		PANORAMA BOLA	28,300	
		SEPORA BOLA	2,020	
		KUBF	10,502	
		TEMPAT DUDUK	2,020	
		TOTAL	65,442	
		TAMAN RECREAMATAN	24,00 R	
KUBF	10,502			
PANORAMA BOLA	51,002			
SEPORA BOLA	6,020			
HALTE	1,100			
TEMPAT DUDUK	4,000			
TELEF. UMUM	400			
TOTAL	117,324			



Gambar 4. Desain POSIPV



Gambar 5. Desain PV pada Shelter/Tempat duduk

KESIMPULAN.

Dari hasil kajian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. POSIPV (*Public Open Space Integrated PhotoVoltaic*) berpotensi untuk dapat diterapkan dalam menunjang kebutuhan minimal energy listrik mandiri di RTH kawasan perkotaan sebesar sekitar 5 – 15 W/m² (terhadap luas RTH). Khususnya dalam menyokong kebutuhan energy listrik bagi kebutuhan operasional sarana dan prasarana di ruang-ruang publik (misalnya pompa air penyiraman taman, fan dan lampu pada toilet umum, generator pengolah/penghancur sampah, pompa air mancur taman, serta bantuan sebagai stasiun pengisian daya listrik bagi kendaraan listrik).
2. Kinerja PV dipengaruhi oleh penangkapan sinar matahari sehingga untuk Kota Manado arah terbaik Barat dan Selatan dengan sudut kemiringan yang rendah 0° - 15°
3. Instalasi PV dapat terintegrasi dengan elemen arsitektur sarana RTH, misalnya pada atap halte, atap shelter tempat duduk, atap bangunan gedung olah raga, atap bangunan toilet dan sarana lainnya yang memungkinkan, bahkan bisa secara khusus dirancang dalam bentuk tipe “sculpture” di RTH.
4. Secara estetis, bentuk fisik PV, dapat dimanfaatkan untuk menunjang keindahan arsitektur elemen RTH.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih disampaikan kepada pengelola BPPS/ Beasiswa Program Pasca Sarjana, Ditjen Pendidikan Tinggi, atas bantuan dana, dimana tulisan ini merupakan bagian inti dari Tesis Magister Arsitektur oleh penulis utama, yang mendapat dukungan finansial dari program BPPS, melalui PS Arsitektur, Pascasarjana Unsrat, pada periode 2010-2012.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayuni, M, 2012. Kerangka Kebijakan dan Instrumen Regulasi Konservasi dan Efisiensi Energi, Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, "Workshop: Membuka Potensi Investasi untuk Efisiensi Energi di Indonesia" Jakarta, 31 Januari 2012. Hal 1 -25.
- Bonifacius, N. 2012. Optimalisasi Kondisi Termal Dan Pembangkitan Energi Pada Atap Photovoltaic Terintegrasi di Daerah Tropis Lembab. Disertasi Doktor, Program Pascasarjana Program Studi/Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya .
- Kusdiana, D. 2008. Kondisi Riil Kebutuhan Energi di Indonesia dan Sumber-Sumber Energi Alternatif Terbarukan . Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi , Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral Bogor, 3 Desember 2008.
- Kristianto, A. N, 2010. Studi Kelayakan Investasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Di Pulau Biaro Dengan Menggunakan Metode Real Option, Tesis Pasca Sarjana Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.5/PRT/M/2008, tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan. Direktorat Jenderal Penataan Ruang Departemen Pekerjaan Umum .
- Rahadjo, A, Herlina dan Husni Safruddin, 2008. Optimalisasi Pemanfaatan Sel Surya Pada Bangunan Komersial Secara Terintegrasi sebagai Bangunan Hemat Energi. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Indonesia. *Email : amien@eng.ui.ac.id.* Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II 2008 Universitas Lampung, 17-18 November 2008
- Rahmiati, M, 2009 .The Study of the Comfortness Aspect at Pedestrian Space on MH.Thamrin-Jend.Sudirman Street Jakarta. Proceeding the International Symposium of Green City " The Future Challenge" August 10-11 ,2009 IPB International Convention Center-Bogor Indonesia hal 314 – 321
- Rafi'i Suryatna ,1995, Meteorologi dan Klimatologi, Angkasa. Bandung.
- Sangkertadi, 2006, Fisika Bangunan untuk Mahasiswa dan Praktisi Teknik dan Arsitektur, Wirausaha Muda, Bogor. Sangkertadi 2009, Petunjuk Pemakaian Program Matahari, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Unversitas Sam Ratulangi, Manado.