

## ANALISIS KETERSEDIAAN RADIASI MATAHARI DI MAKASSAR

*Baharuddin dan Muhammad Taufik Ishak*

Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar.

E-mail: baharsyah@yahoo.com

### Abstract

*This research aims to analyze the availability of solar radiation in Makassar for the purpose of solar energy calculation. Six years data collected at IDMP station, which was located in Hasanuddin University and one-year data, gathered from EnergyPlus Weather file from Meteoronorm have been analyzed. The analysis shows that there was a big difference between data gathered from IDMP Station and data gathered from Meteoronorm. Except from August to November, most of daily averages solar radiation data gathered from IDMP station were higher than Meteoronorm. The highest daily average of solar radiation data was occurred in the month of April and September for IDMP and Meteoronorm, respectively. The lowest annual solar radiation was recorded in 2005 i.e. 1667.16 kWh/m<sup>2</sup> and the highest one in 1997 i.e. 2227.08 kWh/m<sup>2</sup>.*

**Keywords:** IDMP station, photovoltaic, renewable energy, solar radiation

### PENDAHULUAN

Kerisis energi yang bersumber dari bahan bakar minyak (BBM) yang terjadi di berbagai negara khususnya Indonesia menuntut pemerintah untuk melakukan penghematan energi dan mengembangkan bentuk-bentuk energi lain. Sebagai negara yang terletak di daerah khatulistiwa, Indonesia punya potensi untuk mengembangkan energi surya. Dalam rangka menunjang program pemerintah tersebut, maka penelitian ini dilakukan untuk menganalisis data tahunan radiasi matahari yang diukur dan direkam di Makassar. Hasil analisis ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar perhitungan potensi sumber energi yang dapat dihasilkan dari penggunaan Photovoltaic dalam rangka menghasilkan energi listrik yang ramah lingkungan. Selain itu hasil penelitian ini juga dapat digunakan untuk menghitung beban perpindahan panas dari luar ke dalam ruangan.

Dewasa ini bangsa Indonesia mengalami krisis energi, khususnya bahan bakar minyak (BBM). Jika puluhan tahun lalu di masa Orde Baru, Indonesia adalah salah satu negara pengekspor minyak yang bergabung dalam OPEC dan sempat menjadi Sekjen OPEC. Sekarang ini Indonesia telah menjadi salah satu negara pengimpor minyak. Kebutuhan energi BBM telah bergantung pada ketersediaan komoditi ini di pasar internasional. Setelah dipicu oleh berbagai masalah di beberapa negara pengekspor minyak yang ada di Timur Tengah, maka harga BBM telah menjadi sangat tinggi. Harga minyak mentah dunia telah mencapai 120 dollar Amerika per barelnya. Hal ini telah memberi beban yang sangat berat bagi pemerintah Indonesia dewasa ini. Untuk mengantisipasi kerisis energi ini sebenarnya pemerintah telah mengeluarkan beberapa aturan seperti Instruksi Presiden No. 10 Tahun 2005 tentang Penghematan Energi, yang mewajibkan bangunan-bangunan pemerintah untuk melakukan langkah-langkah penghematan energi seperti menaikkan setpoint dari termostat pengkondisian udara (AC) pada level 25°C.

Salah satu sektor yang mengkonsumsi BBM yang besar adalah sektor bangunan. Pada umumnya bangunan menggunakan BBM dalam bentuk energi listrik. Energi dibutuhkan oleh bangunan untuk menjamin pengguna merasa nyaman melakukan aktifitas di dalamnya. Pada bangunan yang berlokasi di daerah beriklim panas dan lembab seperti Indonesia, kebutuhan energi terbesar dibutuhkan untuk mengatur temperatur dan kelembaban agar tetap berada pada zona nyaman. Kebutuhan energi berikutnya didominasi oleh kebutuhan akan kenyamanan visual, yaitu energi yang dibutuhkan untuk cahaya buatan. Energi terbesar yang dibutuhkan energi pada bangunan dipengaruhi oleh banyak faktor seperti: selubung bangunan, orientasi bangunan, sistem pencahayaan, sistem penghawaan, dll.

Temperatur dalam ruangan sangat dipengaruhi oleh pertukaran panas dari luar ke dalam ruangan dan panas yang dihasilkan oleh pengguna, lampu-lampu dan sistem-sistem bangunan lainnya. Transfer panas dari luar ke dalam bangunan sangat bergantung pada besar radiasi matahari dan konstruksi selubung bangunan. Untuk mengurangi transfer panas dari luar ke dalam bangunan, maka data ketersediaan radiasi matahari menjadi

sangat penting. Data ini digunakan untuk menghitung transfer panas dari luar ke dalam bangunan dari berbagai alternatif desain selubung dan pembayangan bangunan.

Bangunan yang memiliki konstruksi selubung dan orientasi yang mampu mengurangi masuknya radiasi matahari ke dalam ruangan serta menggunakan sistem pencahayaan dan penghawaan alami akan menggunakan energi yang rendah. Bangunan yang menggunakan sistem pencahayaan dan penghawaan alami tentunya akan menggunakan energi yang jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan bangunan yang menggunakan sistem-sistem buatan. Selain itu sistem-sistem buatan yang menggunakan energi listrik yang besar akan berpengaruh kepada kondisi global yaitu dengan terciptanya pemanasan global yang berdampak pada perubahan iklim di dunia. Hal ini disebabkan karena energi listrik yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil atau minyak akan mengakibatkan pelepasan gas-gas CO<sub>2</sub> yang merupakan komponen terbesar pembentuk Green House Gas (gas rumah kaca) yang merupakan penyebab munculnya pemanasan global dan terjadinya perubahan iklim.

Oleh karena itu dibutuhkan adanya sumber-sumber energi lain yang dapat mengatasi kekurangan energi di satu sisi dan mengurangi dampak lingkungan dari penggunaan sumber energi tersebut di sisi lain. Beberapa sumber energi untuk kebutuhan ini adalah: energi surya (matahari), energi panas bumi, energi angin, energi air, dll. Sebagai negara yang terletak di daerah khatulistiwa Indonesia memiliki potensi yang sangat besar untuk mengembangkan energi surya yang bersumber dari radiasi matahari. Penelitian ini merupakan investigasi awal untuk menganalisis ketersediaan radiasi matahari di Makassar. Analisis data ketersediaan radiasi matahari diharapkan dapat menjadi referensi dalam menghitung potensi pengembangan sumber energi surya di Makassar khususnya dan di Indonesia pada umumnya. Selain itu dapat juga digunakan dalam perhitungan beban panas yang masuk ke dalam ruangan.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Radiasi Matahari

Karakteristik iklim pada permukaan bumi berbeda dari satu tempat ke tempat lain. Perbedaan iklim antara wilayah yang satu dengan wilayah lainnya dipengaruhi oleh posisi relatif terhadap garis edar matahari (posisi lintang), keberadaan lautan, pola angin, bentuk permukaan daratan bumi, kerapatan vegetasi. Peredaran (*revolution*) bumi mengelilingi matahari dan perputaran (*rotation*) bumi pada sumbunya menyebabkan seluruh permukaan bumi secara bergantian dapat menerima radiasi matahari. Hal ini menyebabkan radiasi matahari kumulatif tahunan di setiap wilayah berbeda-beda. Radiasi matahari mempengaruhi suhu rata-rata di masing-masing wilayah, semakin besar jumlah energi radiasi yang diterima suatu wilayah menyebabkan semakin tinggi suhu permukaan pada wilayah tersebut. Suhu udara akan berfluktuasi dengan nyata setiap periode 24 jam. Suhu udara maksimum tercapai beberapa saat setelah intensitas cahaya maksimum tercapai pada saat berkas cahaya jatuh tegak lurus, yakni tengah hari.

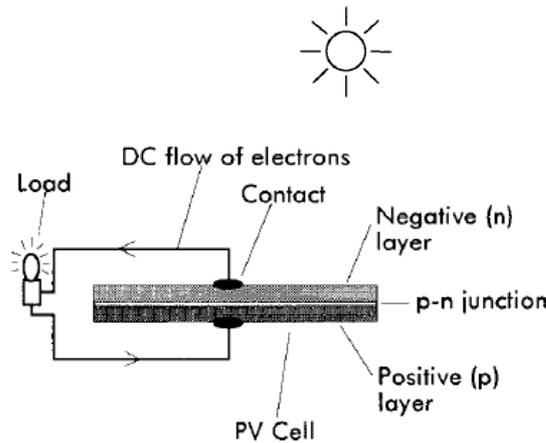
Radiasi matahari adalah penyebab semua ciri umum iklim dan radiasi matahari sangat berpengaruh terhadap kehidupan makhluk hidup di bumi, khususnya bagi manusia. Kekuatan efektif radiasi matahari ditentukan oleh energi radiasi matahari, pemantulan pada permukaan bumi, berkurangnya radiasi oleh penguapan, dan arus radiasi di atmosfer. Hal inilah yang mempengaruhi keseimbangan energi di bumi (Lippsmeier, 1994). Menurut Lippsmeier (1994), pengaruh radiasi terhadap suatu tempat tertentu dapat ditentukan terutama oleh: durasi radiasi, Intensitas, dan sudut jatuh radiasi matahari. Durasi penyinaran radiasi matahari setiap hari dapat diukur dengan otogral sinar matahari secara fotografis dan termoelektris. Lama penyinaran maksimum dapat mencapai 90%. Lama penyinaran matahari bergantung pada musim, garis lintang geografis tempat pengamatan, dan kepadatan awan.

Intensitas radiasi matahari pada suatu tempat tidaklah sama, meskipun berada pada garis lintang dan ketinggian yang sama. Hal ini disebabkan oleh variasi-variasi atmosfer. Intensitas radiasi matahari ditentukan oleh: (i) energi radiasi absolut, (ii) hilangnya energi di atmosfer, (iii) sudut jatuh pada bidang yang disinari, dan (iv) penyebaran radiasi.

Sudut jatuh ditentukan oleh posisi relatif matahari dan tempat pengamatan di bumi serta tergantung pada: (i) sudut lintang geografis tempat pengamatan, (ii) musim, dan (iii) lama penyinaran harian yang ditentukan oleh garis bujur geografis tempat pengamatan.

**Photovoltaic (PV)**

Sistem Photovoltaic adalah suatu sistem yang mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik. Peralatan PV yang paling umum terbuat dari bahan silikon. Jika peralatan ini dihadapkan ke matahari, arus DC akan mengalir seperti pada Gambar 1. PV merespon radiasi matahari langsung dan radiasi diffus. Besarnya energi yang dihasilkan meningkat seiring dengan meningkatnya radiasi matahari.



Gambar 1. Diagram Prinsip dari PV (Thomas & Fhordham, 2001)

Pada umumnya PV yang tersedia adalah yang terbuat dari monocrystalline silicon, polycrystalline silicon dan thin film silicon (menggunakan amorphous silicon). Sel *crystalline* berukuran 100 x 100 mm. Sel-sel ini digunakan untuk membentuk modul PV. Efisiensi dari sel dan modul PV dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Efisiensi dari PV (Sumber: Thomas & Fhordham, 2001)

No	Type	Approximate cell efficiency <sup>a</sup> (%)	Approximate module efficiency <sup>a</sup> (%)
1	<i>Monocrystalline silicon</i>	13–17 (1)	12–15 (2)
2	<i>Polycrystalline silicon</i>	12–15 (1)	11–14 (2)
3	<i>Thin-film silicon (using amorphous silicon)</i>	5 (3)	4.5–4.9 (2)

<sup>a</sup> Efficiencies are determined under standard test conditions (STC).

**Pengaruh Radiasi Matahari terhadap Bangunan**

Faktor iklim yang mempengaruhi perancangan bangunan meliputi radiasi dan cahaya matahari, temperatur dan kelembaban udara, arah dan kecepatan angin serta kondisi langit (Soegijanto, 1999). Radiasi matahari yang jatuh pada permukaan luar bangunan dapat dibagi atas tiga komponen, yaitu: radiasi langsung dari matahari, radiasi tersebar (diffus) dari langit, dan radiasi pantulan dari tanah dan bangunan sekitar (Rahim, 2002). Menurut Santoso (2000), upaya pendingin pasif yang dapat dilakukan dalam mencapai kenyamanan termal adalah meminimalkan dampak iklim yang tidak menguntungkan dan mengoptimalkan potensi iklim yang menguntungkan, upaya yang dapat dilakukan dengan cara:

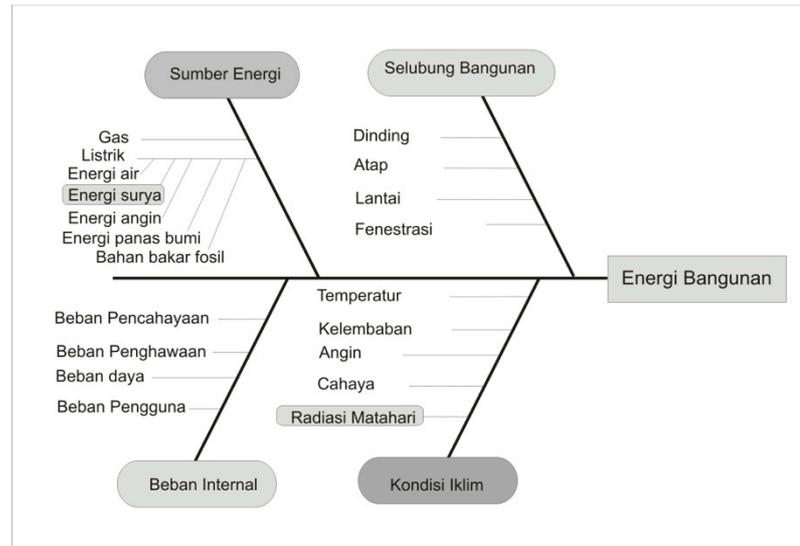
1. Meminimalkan panas yang masuk ke dalam ruang dengan cara merubah arah laju panas yang akan masuk ke dalam ruang.
2. Pemanfaatan aliran angin ke dalam bangunan untuk menghapus akumulasi panas yang terjadi.

Berkurangnya radiasi oleh penguapan dari arus radiasi di atmosfer, radiasi matahari total akan dipantulkan kembali oleh awan sebanyak 43% dan 57% yang diserap oleh bumi dan atmosfer, 14% diserap oleh atmosfer dan hanya 43% yang sampai ke permukaan bumi.

## METODE PENELITIAN

### Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian dalam bentuk *fishbone* dapat dilihat pada Gambar 2. Penelitian ini adalah bagian dari upaya untuk mengurangi pemakaian energi pada sektor bangunan. Untuk tahap ini, penelitian difokuskan pada analisis radiasi matahari untuk menunjang potensi pemanfaatan energi surya serta perhitungan beban panas dari luar.



Gambar 2. Bagan alir penelitian

### Lokasi dan obyek Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Sains dan Teknologi Bangunan Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Kampus Unhas Tamalanrea, Jalan Perintis Kemerdekaan KM. 10 Makassar. Obyek yang diteliti adalah data radiasi matahari yang telah diukur di Kota Makassar.

### Metode pengambilan dan analisis data

Jenis penelitian adalah penelitian kuantitatif yang menganalisis ketersediaan radiasi matahari di Makassar. Radiasi matahari yang dianalisis terdiri data radiasi matahari yang direkam di stasiun IDMP yang berlokasi di Kampus Unhas Tamalanrea dan data radiasi matahari yang diambil dari file cuaca EnergyPlus yang bersumber dari Meteororm. Data radiasi matahari yang direkam di stasiun IDMP, diukur selama enam tahun dari tahun 1995 sampai dengan tahun 2000. Data yang diperoleh dari EnergyPlus diolah oleh Meteororm berdasarkan data yang diukur pada tahun 2005 di Makassar pada lokasi koordinat -5.130 LS dan 119.490 BT dengan ketinggian 55 m di atas permukaan laut. Data radiasi matahari ini telah dianalisis menggunakan bantuan perangkat lunak Excel guna mencari rata-rata harian, bulanan dan tahunan. Selain perhitungan statistik tersebut juga dibuat analisis dalam bentuk grafik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Ketersediaan radiasi matahari tahunan dan bulanan

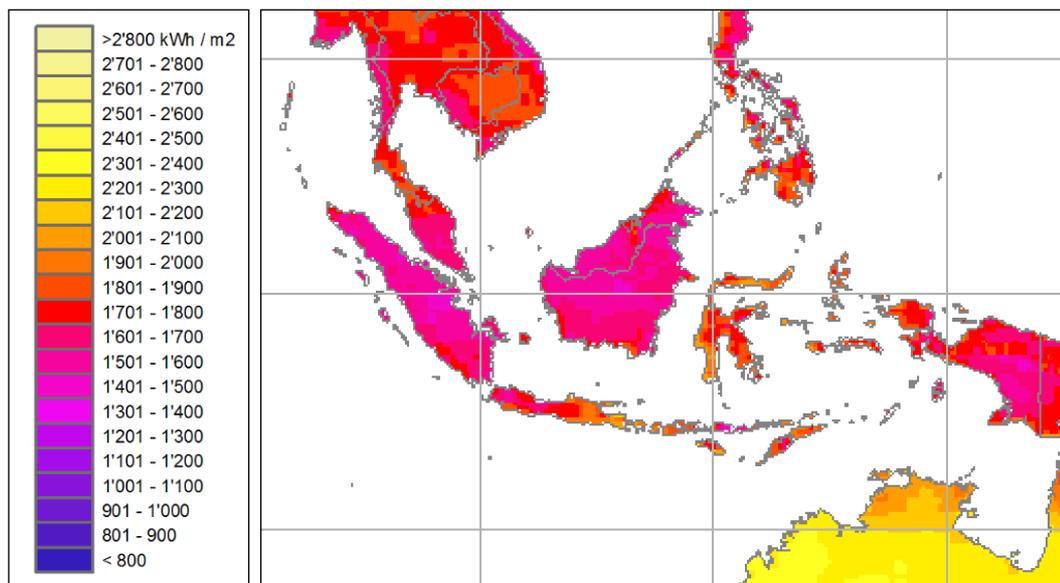
Tabel 2 memperlihatkan data radiasi matahari yang diukur di stasiun IDMP yang berada di Kampus Unhas Makassar yang diukur selama enam tahun dari 1995 sampai dengan 2000 dan data yang diperoleh dari Meteororm yang diukur pada tahun 2005. Dari enam tahun data tersebut, radiasi matahari tahunan tertinggi direkam pada tahun 1997 dengan data rata-rata tahunan 2.227,08 kWh/m<sup>2</sup> dan terendah direkam pada tahun 1999 sebesar 1.866,79 kWh/m<sup>2</sup>. Rata-rata bulanan tertinggi terjadi pada bulan April 1997 sebesar 264,20 kWh/m<sup>2</sup> dan terendah pada bulan Januari 1999 sebesar 120,61 kWh/m<sup>2</sup>. Data radiasi matahari tahunan yang diperoleh dari Meteororm lebih rendah dari data yang diukur di stasiun IDMP, yaitu hanya sebesar 1.667,16

kWh/m<sup>2</sup>. Data bulanan tertinggi diperoleh pada bulan Oktober yaitu sebesar 180,73 kWh/m<sup>2</sup> dan terendah pada Januari yaitu sebesar 92,88 kWh/m<sup>2</sup>.

Tabel 2. Ringkasan nilai radiasi matahari dari stasiun IDMP (1995-2000) dan Meteororm (2005)

Year	Radiasi matahari (kWh/m <sup>2</sup> )												Total
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
1995	123.05	150.63	174.73	200.01	190.56	191.07	187.43	157.12	158.76	162.38	144.09	188.12	1904.90
1996	137.86	188.33	214.97	254.00	209.65	208.28	209.92	176.30	192.09	178.65	146.97	186.25	2165.40
1997	144.72	195.87	223.54	264.20	217.98	216.56	220.46	185.12	201.72	175.04	144.09	182.51	2227.08
1998	137.86	168.71	195.69	224.03	213.45	214.01	209.92	175.97	177.83	181.89	161.39	210.71	2133.58
1999	120.61	147.63	171.21	196.01	186.74	187.25	183.71	153.96	155.58	159.12	141.21	184.37	1866.79
2000	132.29	180.70	206.32	243.84	201.19	191.07	201.50	169.24	184.41	171.48	141.08	178.81	2069.63
2005	92.88	103.49	143.56	161.97	154.78	155.52	165.14	170.38	174.93	180.73	151.02	105.65	1667.16

Gambar 3 memperlihatkan peta ketersediaan radiasi matahari global tahunan dari periode 1986-2005. Peta ini menunjukkan bahwa rata-rata tahunan radiasi matahari di daerah Sulawesi Selatan berkisar 1.701 sampai 2.201 kWh/m<sup>2</sup>. Data ini menunjukkan adanya kesesuaian antara data yang diukur di stasiun IDMP dan data yang diperoleh dari Meteororm (Meteotest, 2011).

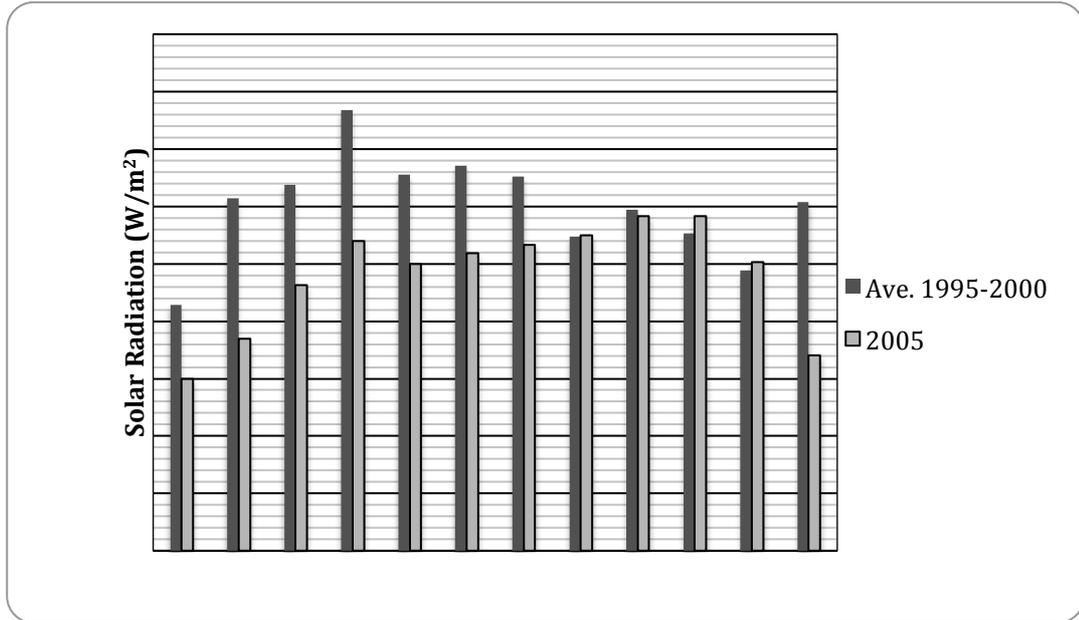


Gambar 3. Peta Radiasi Matahari Global Priode 1986-2005 (Sumber: Diadaptasi dari Meteotest, 2012)

**Ketersediaan radiasi matahari harian**

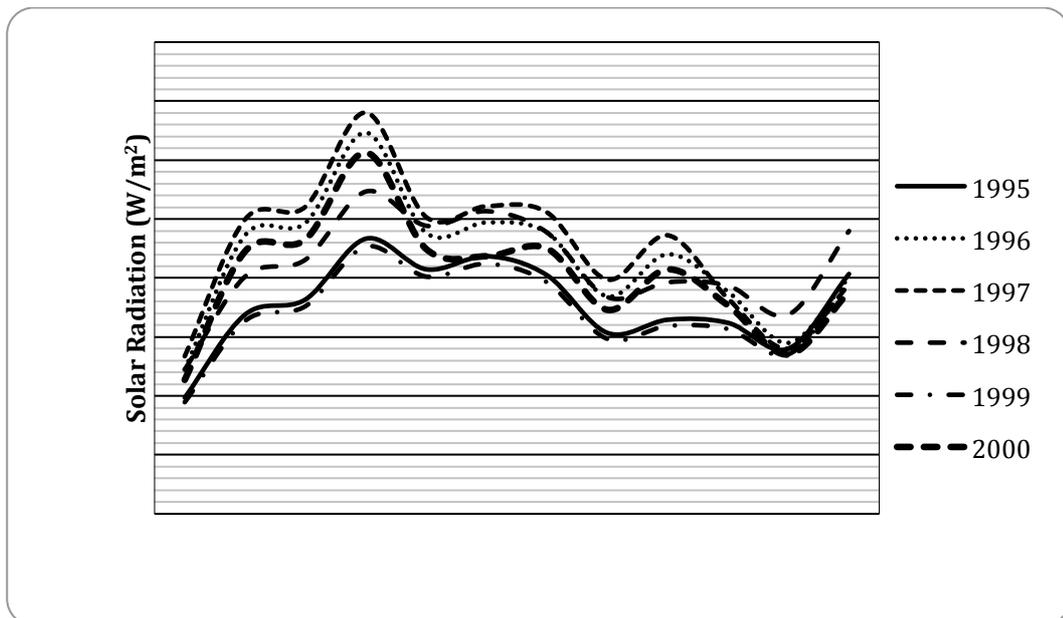
Gambar 4 memperlihatkan ketersediaan radiasi matahari global setiap bulannya untuk priode 1995-2000 dan 2005. Terjadi perbedaan ketersediaan antara kedua sumber data. Dari data yang diukur pada stasiun IDMP selama periode 1995-2000, rata-rata harian radiasi matahari tertinggi terjadi bulan April yaitu mendekati 8,0 kWh/m<sup>2</sup>. Sedangkan data yang diperoleh dari Meteororm yang diukur pada tahun 2005, rata-rata harian tertinggi terjadi pada bulan September dan hanya mencapai 5,8 kWh/m<sup>2</sup>. Namun demikian, rata-rata harian yang diukur pada dua stasiun yang berbeda lokasi ini tidak memperlihatkan adanya perbedaan yang besar pada bulan Agustus sampai dengan Nopember.

Rata-rata harian untuk data tahunan sekitar 6,0 kWh/m<sup>2</sup> sedangkan dari data Meteororm 4,8kWh/m<sup>2</sup>. Hal ini memperlihatkan bahwa radiasi matahari berkisar 4,8-6,0 kWh/m<sup>2</sup> per hari dapat diperoleh pada bidang horizontal yang tidak terlindung.



Gambar 4. Grafik ketersediaan radiasi matahari global di Makassar

Dari enam tahun data radiasi matahari yang diukur pada stasiun IDMP, rata-rata harian tertinggi direkam pada bulan April 1997 yaitu sebesar  $8,800 Wh/m^2$  dan terendah direkam pada bulan Januari 1999 yaitu kurang dari  $4,000 Wh/m^2$  (Gambar 5).



Gambar 5. Grafik ketersediaan radiasi matahari global dari tahun 1995-2000

Data rata-rata radiasi harian per jam dan per bulan selama periode 1995 – 2000 yang diukur pada stasiun IDMP Universitas Hasanuddin dan data yang diperoleh dari Meteoronorm dapat dilihat masing-masing pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Rata-rata radiasi matahari dari stasiun IDMP (1995-2000)

Time	Global Solar Radiation (Wh/m <sup>2</sup> ) in 1995-2000											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
06:01-07:00	104	30	44	178	189	175	171	69	91	129	103	202
07:01-08:00	213	237	247	397	354	327	327	240	292	311	283	385
08:01-09:00	423	461	476	669	539	507	503	418	480	473	422	461
09:01-10:00	502	646	633	865	698	687	664	558	631	611	556	538
10:01-11:00	566	779	780	963	819	852	768	671	741	713	650	650
11:01-12:00	606	882	883	997	828	843	796	731	797	742	715	723
12:01-13:00	629	804	873	1007	805	860	827	740	801	728	693	745
13:01-14:00	524	772	824	900	744	767	760	694	738	653	546	651
14:01-15:00	319	664	713	670	616	649	674	589	606	552	422	603
15:01-16:00	250	461	534	492	455	506	511	431	437	388	313	537
16:01-17:00	115	276	288	360	327	346	338	248	253	178	121	424
17:01-18:00	31	130	83	181	184	195	182	82	80	52	59	162
Total	4282	6142	6379	7678	6557	6712	6521	5472	5947	5530	4882	6079

Sumber: Rahim (2012)

Tabel 4. Rata-rata radiasi matahari dari Meteonorm (2005)

Time	Global Solar Radiation (Wh/m <sup>2</sup> ) in 2005											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
06:01-07:00	24	12	16	27	25	20	14	21	64	107	110	56
07:01-08:00	121	133	166	232	201	210	198	221	269	296	295	171
08:01-09:00	255	252	324	430	387	401	390	418	459	474	467	288
09:01-10:00	334	374	452	603	562	558	551	573	629	632	608	392
10:01-11:00	397	447	578	710	673	669	662	707	751	743	715	429
11:01-12:00	395	486	633	731	713	713	731	744	766	765	657	421
12:01-13:00	380	525	668	718	721	738	746	761	778	792	627	422
13:01-14:00	364	476	591	674	636	673	695	711	739	753	568	435
14:01-15:00	310	403	513	564	506	544	584	594	629	602	460	344
15:01-16:00	232	309	372	421	349	406	443	433	462	416	328	255
16:01-17:00	137	202	240	242	197	224	262	250	251	223	180	150
17:01-18:00	47	77	78	47	23	28	51	63	34	27	19	45
Total	2996	3696	4631	5399	4993	5184	5327	5496	5831	5830	5034	3408

Sumber: Meteotest (2011)

**Potensi energi yang dihasilkan oleh panel Photovoltaic (PV)**

Tabel 5 memperlihatkan hasil perhitungan energi listrik yang dihasilkan dengan menggunakan data IDMP. Data dihitung dengan mengambil nilai efisiensi dua tipe panel Photovoltaic (PV) yaitu Monocrystalline silicon dan Polycrystalline silicon yang terdapat pada Tabel 1. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa untuk setiap satu m<sup>2</sup> luas panel PV *Monocrystalline silicon* dapat menghasilkan rata-rata 375 - 468 W per jam. Hasil perhitungan mengasumsikan panel diletakkan mendatar (horizontal) pada bagian yang tidak terlindungi. Jika sebuah rumah memiliki daya listrik sebesar 900 W, maka dalam 24 jam akan dibutuhkan energi sebesar: 900 W x 24 h = 21.600 Wh. Jika rata-rata penyinaran matahari per hari dalam setahun adalah lima jam, maka akan dibutuhkan panel PV Monocrystalline seluas 9.2 – 11.2 m<sup>2</sup>. Luasan panel PV ini dapat dikurangi jika hanya sebagian dari kebutuhan listrik tersebut menggunakan listrik terbaharukan dari tenaga surya.

Arsitektur	Elektro	Geologi	Mesin	Perkapalan	Sipil
------------	---------	---------	-------	------------	-------

Kondisi terburuk dari potensi energi listrik akan dihasilkan jika menggunakan data Meteororm. Sesuai dengan data pada Tabel 6, maka untuk luasan 1 m<sup>2</sup> panel PV *Monocrystalline silicon* hanya dapat menghasilkan rata-rata 286 - 357 W per jam. Jika data-data seperti tersebut pada bagian sebelumnya digunakan dalam perhitungan, maka untuk rumah dengan daya listrik 900 W, dibutuhkan luasan panel PV sebesar 12.1 – 15.1 m<sup>2</sup>.

Tabel 5. Potensi energi listrik yang dihasilkan berdasarkan data IDMP

PV Type	Eff.	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Ave.
<i>Monocrystalline silicon</i>	12%	362	493	425	443	426	389	380	251	278	304	311	435	375
	15%	452	617	532	553	533	486	475	314	348	380	389	544	468
<i>Polycrystalline silicon</i>	11%	332	452	390	406	391	357	348	230	255	278	285	399	344
	14%	422	576	496	516	497	454	443	293	324	354	363	508	437

Tabel 6. Potensi energi listrik yang dihasilkan dari data Meteororm

PV Type	Eff.	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Ave.
<i>Monocrystalline silicon</i>	12%	254	302	318	289	249	252	230	280	308	321	326	297	286
	15%	318	377	398	361	312	315	288	350	385	402	407	371	357
<i>Polycrystalline silicon</i>	11%	233	277	292	265	228	231	211	257	283	295	298	272	262
	14%	297	352	371	337	291	294	269	327	360	375	380	346	333

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dari pembahasan terdahulu dapatlah ditarik kesimpulan bahwa Kota Makassar memiliki potensi yang besar untuk pemanfaatan energi matahari. Hal ini didukung oleh ketersediaan radiasi matahari yang cukup besar sepanjang tahun. Data hasil pengukuran menunjukkan adanya potensi radiasi matahari yang berkisar dari 1667.16 kWh/m<sup>2</sup> sampai dengan 2227.08 kWh/m<sup>2</sup> dalam setahun. Hasil perhitungan potensi energi listrik yang dihasilkan menunjukkan bahwa rumah dengan kebutuhan 900 W dapat dipenuhi dengan luasan panel photovoltaic (PV) seluas 9.2 – 15.1 m<sup>2</sup>. Hasil perhitungan ini mengasumsikan panel diletakkan mendatar pada bagian yang tidak terlindung. Oleh karena itu dibutuhkan penelitian lanjutan yang akan mengevaluasi potensi energi listrik yang dihasilkan untuk berbagai posisi panel PV.

## DAFTAR PUSTAKA

- Lippsmeier, G. (1994). *Bangunan Tropis* (S. Nasution, Trans. 2 ed.). Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Meteotest. (2012). *Meteororm Maps*. Diakses September 2012 dari <http://www.meteororm.com>
- Meteotest. (2011). *Meteororm Weather Data*. Diakses June 2011 dari <http://www.meteororm.com>
- Rahim, M. R. (2002). *Sunshine Duration in Makassar*. Paper dipresentasikan di Seminar Internasional Sustainable Environmental Architecture (SENVAR) III, Universitas Atmajaya, Yogyakarta.
- Rahim, R. (2012). Solar Radiation Data. Laboratorium Building Science and Technology, Jurusan Arsitektur, Universitas Hasanuddin.
- Santosa, M. (2000). *Arsitektur Surya, Sebuah Fenomena Spesifik untuk Daerah Tropis Lembab*. Paper dipresentasikan di Seminar Nasional Arsitektur, Universitas PETRA Surabaya.
- Soegijanto. (1999). *Bangunan di Indonesia dengan Iklim Tropis Lembab Ditinjau dari Aspek Fisika Bangunan*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Thomas, R., and Fhordham, M. (Eds.). (2001). *Photovoltaics and Architecture*. New York: Spon Press.