
Analisis Perolehan Radiasi Matahari pada Berbagai Orientasi Bidang Vertikal

Baharuddin

Laboratorium Sains dan Teknologi Bangunan, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung dan menganalisis radiasi matahari yang diterima oleh permukaan bidang vertikal berdasarkan data radiasi matahari horizontal. Data yang digunakan untuk perhitungan adalah radiasi matahari yang terdapat pada data cuaca (*weather data*) Meteonorm. Radiasi matahari yang tiba pada permukaan bidang vertikal dapat dihitung secara manual menggunakan rumus, namun pada penelitian ini, radiasi ini dihitung menggunakan simulasi komputer Ecotect. Hasil penelitian menunjukkan bahwa radiasi matahari yang tiba di permukaan bidang vertikal bervariasi berdasarkan orientasi bidang dan waktu (bulan). Untuk radiasi matahari vertikal tahunan, radiasi terbesar diterima pada bidang vertikal yang berorientasi ke Timur, diikuti oleh orientasi Timur Laut, Barat Daya dan Barat. Radiasi terkecil diterima pada orientasi Selatan. Untuk radiasi bulanan, perbedaan terbesar terjadi pada bulan Juni-Juli, sedangkan perbedaan terkecil terjadi pada bulan Desember-Januari. Pada bulan Juni-Juli, permukaan vertikal dengan orientasi Utara akan memperoleh radiasi matahari terbesar, sedangkan orientasi Selatan terkecil. Pada bulan Desember-Januari, bidang vertikal dengan orientasi Selatan, Tenggara dan Timur akan memperoleh radiasi terbesar, sebaliknya orientasi Utara terkecil. Perbedaan perolehan radiasi matahari pada bidang vertikal berdasarkan orientasi dan waktu ini sangat bermanfaat sebagai bahan pertimbangan pada desain bangunan hemat energi dan perletakan panel solar surya.

Kata-kunci : Ecotect, bangunan hemat energi, Meteonorm, radiasi matahari vertikal

Pengantar

Data ketersediaan radiasi matahari di suatu tempat sangat penting untuk digunakan untuk keperluan desain bangunan, khususnya desain bangunan hemat energi. Data radiasi ini memiliki dua fungsi yang berlawanan. Di satu sisi, data ini digunakan untuk mengestimasi beban panas yang seharusnya dihindari untuk masuk ke dalam ruangan, agar energi yang digunakan untuk mendinginkan ruangan tidak besar. Untuk keperluan ini makin banyak radiasi matahari yang dapat dihindari, makin baik bagi penghematan energi pada suatu bangunan. Karena akan mengurangi energi untuk mendinginkan ruangan. Di sisi lain, data radiasi matahari ini digunakan untuk mengestimasi potensi radiasi matahari yang diterima oleh suatu permukaan guna keperluan perhitungan energi listrik yang

dapat dihasilkan melalui panel-panel kolektor surya.

Untuk kepentingan perhitungan beban panas yang masuk ke dalam suatu ruangan atau untuk menghitung banyaknya radiasi matahari yang dapat dikonversi menjadi energi listrik, radiasi pada permukaan bidang vertikal menjadi sangat penting untuk diketahui. Namun karena data radiasi matahari yang tersedia adalah data global dan diffus yang biasanya diukur pada permukaan datar (horizontal), maka dibutuhkan adanya metode untuk mengkonversi data radiasi matahari ini menjadi data radiasi matahari vertikal.

Perhitungan radiasi matahari pada bidang vertikal untuk berbagai orientasi, telah dilakukan di berbagai lokasi. Salah satu diantaranya di Hong

Kong (Li, Lam, & Lau, 2002; Li & Lam, 2004). Radiasi matahari global pada bidang vertikal (G_v) dapat dihitung secara matematis dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Li, Lam, & Lau, 2002):

$$G_v = H_v + D_v + R_v \quad \dots\dots\dots (1)$$

dimana, H_v adalah radiasi matahari vertikal yang diakibatkan oleh radiasi matahari langsung (*direct beam radiation*), D_v adalah radiasi matahari vertikal yang disebabkan oleh radiasi diffus (*diffuse radiation*), dan R_v adalah radiasi vertikal yang disebabkan oleh radiasi matahari yang dipantulkan (*reflected radiation*).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis radiasi matahari yang tiba di permukaan bidang vertikal untuk delapan orientasi mata-angin. Hasilnya diharapkan dijadikan referensi bagi perancangan bangunan hemat energy di Makassar.

Metode

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan sifat penelitian deskriptif.

Data dikumpulkan dengan menggunakan bantuan simulasi komputer Ecotect. Ecotect adalah software yang dikembangkan oleh Dr. Andrew Marsh di Australia (Marsh, 2006). Beberapa tahun terakhir software ini telah diakuisisi oleh Autodesk, sehingga namanya berubah menjadi Autodesk Ecotect Analysis. Data cuaca yang digunakan pada perhitungan simulasi adalah data cuaca yang diperoleh dari grup pengguna software EnergyPlus. Data ini merupakan data yang dihitung secara statistik berdasarkan data lokasi dengan menggunakan software Meteonorm (Meteostat, 2011). Data ini selanjutnya disebut Data Meteonorm.

Untuk menentukan layak tidaknya data radiasi ini digunakan, maka data ini dibandingkan dulu dengan data radiasi matahari yang diukur di stasiun IDMP (*International Daylight Measurement Program*), Kampus Universitas Hasanuddin Tamalanrea. Data IDMP ini diukur selama enam tahun, dari tahun 1995 sampai 2000 (Rahim, Baharuddin, & Mulyadi, 2004).

Data cuaca yang diperoleh dari Meteonorm adalah data cuaca untuk software EnergyPlus (.epw), karena itu harus dikonversi menjadi file data cuaca Ecotect (.wea) dengan menggunakan software Weather Manager yang disediakan oleh Ecotect. Data radiasi matahari hasil konversi yang terdapat pada Ecotect ini terdiri dari data *direct beam* (radiasi matahari langsung) dan *diffuse radiation* (radiasi matahari diffus).

Ecotect menghitung radiasi vertikal (G_v) dengan menggunakan rumus (Autodesk Education Community, 2011):

$$G_v = (I_b * F_{shading} * \cos \theta) + (I_d * F_{sky}) + I_r \quad \dots\dots\dots (2)$$

dimana I_b = *direct beam radiation*, diukur tegak lurus dengan matahari, I_d = radiasi diffus langit, diukur pada bidang horizontal, I_r = radiasi yang dipantulkan dari ground, $F_{shading}$ = faktor pembayangan (1 jika tidak terlindung), 0 jika terbayangi), F_{sky} = faktor langit yang dapat dilihat, dan θ = sudut antara matahari dan bidang.

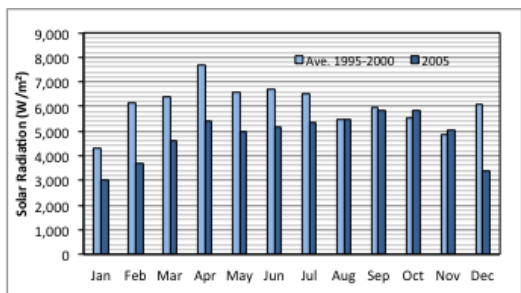
Data yang dihasilkan dengan metode simulasi komputer Ecotect, selanjutnya dianalisis dengan menggunakan metode komparatif. Dilakukan dengan cara membandingkan nilai-nilai radiasi matahari yang tiba pada bidang vertikal untuk delapan orientasi, baik untuk radiasi tahunan, maupun bulanan. Untuk memudahkan perbandingan maka digunakan presentasi grafik.

Hasil dan Pembahasan

Sebagaimana disebutkan pada bagian metode, maka diadakan validasi data radiasi matahari yang terdapat pada software Ecotect. Hal ini dilakukan dengan cara membandingkan data radiasi matahari yang terdapat pada file Ecotect dengan data hasil pengukuran yang diukur pada stasiun IDMP Unhas (Gambar 1).

Gambar 1 memperlihatkan ketersediaan radiasi matahari global setiap bulannya untuk periode tahun 1995-2000 dan 2005 yang diterima pada permukaan bidang horizontal. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa data Meteonorm secara rata-rata lebih rendah dari data yang diukur di stasiun IDMP. Walaupun terdapat perbedaan, tren antara ke dua data menunjukkan adanya

kesamaan, sehingga data Meteororm ini bisa digunakan untuk perhitungan dan analisis radiasi matahari lebih lanjut.



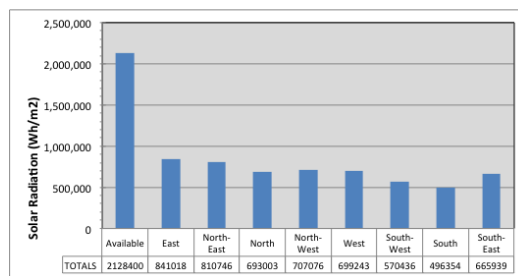
Gambar 1. Perbandingan data ketersediaan radiasi matahari global yang diterima pada permukaan horizontal di Makassar antara Data IDMP dan Data Meteororm.

Berdasarkan data IDMP (1995-2000), rata-rata harian radiasi matahari tertinggi terjadi bulan April yaitu mendekati 8,0 kWh/m². Sedangkan data Meteororm, rata-rata harian tertinggi terjadi pada bulan September dan hanya mencapai 5,8 kWh/m². Namun demikian, rata-rata harian yang diperoleh dari dua sumber yang berbeda ini tidak memperlihatkan adanya perbedaan yang besar pada bulan Agustus sampai dengan Nopember.

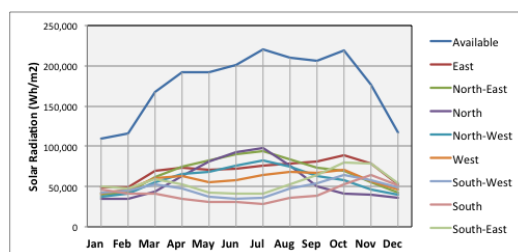
Rata-rata harian untuk data tahunan sekitar 6,0 kWh/m² sedangkan dari data Meteororm 4,8 kWh/m². Hal ini memperlihatkan bahwa radiasi matahari berkisar 4,8-6,0 kWh/m² per hari dapat diperoleh pada bidang horizontal yang tidak terlindung.

Radiasi yang tiba pada permukaan vertikal dari berbagai orientasi dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3. Gambar 2 memperlihatkan radiasi matahari vertikal yang tersedia dan yang tiba pada permukaan vertikal untuk delapan orientasi mata angin. Secara umum terlihat bahwa radiasi matahari vertikal tahunan untuk ke delapan orientasi jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan radiasi yang tersedia di lokasi Makassar. Di antara ke delapan orientasi, radiasi matahari yang diterima oleh permukaan vertikal dengan orientasi Timur (*North*) menempati peringkat pertama, disusul oleh Timur Laut (*North-east*), Barat Daya (*North-west*) dan Barat (*West*).

Radisi terkecil diperoleh di permukaan bidang yang menghadap ke Selatan (*South*).



Gambar 2. Hasil simulasi radiasi matahari tahunan pada bidang vertikal



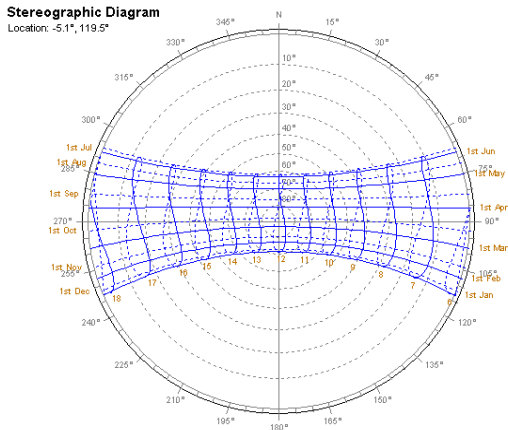
Gambar 3. Hasil simulasi radiasi matahari bulanan pada bidang vertikal

Gambar 3 memperlihatkan radiasi matahari vertikal bulanan pada berbagai orientasi. Perbedaan radiasi bulanan terbesar terjadi pada bulan Juni-Juli. Pada kedua bulan ini, radiasi vertikal terbesar diterima pada orientasi Utara, sedangkan terkecil pada orientasi Selatan. Hal ini tentu disebabkan oleh posisi lintasan matahari yang lebih banyak berada pada daerah Utara (Gambar 4) dan ketersediaan radiasi matahari yang cukup banyak (Gambar 1).

Pada bulan Desember-Januari, perbedaan radiasi matahari antara ke delapan orientasi tidak terlalu besar. Hal ini disebabkan oleh ketersediaan radiasi matahari pada periode ini tidak besar dibandingkan dengan bulan Juni-Juli (lihat Gambar 1). Pada periode ini, radiasi terbesar akan diperoleh oleh bidang vertikal yang menghadap ke Selatan, Tenggara dan Timur. Sebaliknya bidang yang berorientasi ke Utara akan mendapatkan radiasi terkecil.

Perbedaan radiasi yang tiba di berbagai orientasi permukaan bidang vertikal ini diakibatkan oleh

adanya perbedaan ketersediaan radiasi matahari yang dipengaruhi oleh posisi matahari (Gambar 4) dan kondisi langit. Posisi matahari yang berubah setiap waktu (bulan dan jam) mempengaruhi sudut datangnya radiasi matahari terhadap bidang vertikal. Sehingga pada waktu tertentu suatu permukaan akan menerima radiasi matahari langsung yang besar, namun di waktu yang lain, bidang vertikal tersebut tidak akan mendapat radiasi matahari langsung.



Gambar 4. Posisi lintasan matahari untuk Kota Makassar (sumber: Marsh, 2006)

Faktor lain yang mempengaruhi ketersediaan radiasi ini adalah kondisi langit. Pada kondisi langit cerah, maka radiasi matahari yang tersedia akan lebih banyak dibandingkan dengan kondisi langit berawan atau mendung. Kondisi langit sangat dipengaruhi oleh musim. Pada musim hujan, kondisi langit lebih banyak mendung, sehingga radiasi yang tiba menjadi berkurang. Sebaliknya pada musim kering, langit mendung berkurang (Rahim, Baharuddin, & Mulyadi, 2004).

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa radiasi matahari yang tiba di permukaan vertikal untuk delapan orientasi bervariasi berdasarkan orientasi dan waktu. Untuk radiasi matahari vertikal tahunan radiasi terbesar diterima pada bidang vertikal yang berorientasi ke Timur, diikuti dengan orientasi Timur Laut, Barat Daya dan Barat. Radiasi terkecil diterima pada orientasi

Selatan. Untuk bulanan, perbedaan radiasi terbesar antara setiap orientasi terjadi pada bulan Juni-Juli, sedangkan perbedaan terkecil terjadi pada bulan Desember-Januari. Pada bulan Juni-Juli, permukaan vertikal dengan orientasi Utara akan memperoleh radiasi matahari terbesar, sedangkan orientasi Selatan terkecil. Pada bulan Desember-Januari, bidang vertikal dengan orientasi Selatan, Tenggara dan Timur akan memperoleh radiasi terbesar, sebaliknya orientasi Utara terkecil.

Untuk mendapatkan hasil perhitungan radiasi yang lebih akurat, sebaiknya data yang diukur di stasiun IDMP Unhas Makassar diolah dan dimasukkan ke dalam file data cuaca di Ecotect. Untuk itu disarankan melakukan penelitian lanjutan untuk membuat file data cuaca berdasarkan data hasil pengukuran tersebut.

Daftar Pustaka

- Autodesk Education Community. (2011). Solar Radiation Metric. *Sustainability Workshop*. <http://sustainabilityworkshop.autodesk.com/buildings/solar-radiation-metrics>
- Li, D.H.W., Lam, J.C., & Lau, C.C.S. (2002). A new approach for predicting vertical global solar irradiance. *Renewable Energy*, 25, 591-606.
- Li, D.H.W., & Lam, Joseph C. (2004). Predicting solar irradiance on inclined surfaces using sky radiance data. *Energy Conversion and Management*, 45, 1771-1783.
- Marsh, A. (2006). ECOTECT 5.50. London, U.K.: Square One Research.
- Meteotest. (2011). Meteororm Weather Data for Makassar, Indonesia. Retrieved June 2011 <http://www.meteororm.com>
- Rahim, Ramli, Baharuddin, & Mulyadi, Rosady. (2004). Classification of daylight and radiation data into three sky conditions by cloud ratio and sunshine duration. *Energy and Buildings*, 36, 660-666.