

Pengaruh Tingkat Kandungan Air dalam Media Tanam Terhadap Kinerja Termal Atap Hijau

Putri Pratama¹, Sofyan², Abdul Munir²

¹Mahasiswa Fakultas Teknik, Program Studi Arsitektur Universitas Syiah Kuala

²Dosen Fakultas Teknik, Program Studi Arsitektur Universitas Syiah Kuala

Email: sonyan@unsyiah.ac.id

Abstract

One strategy to reduce urban heat is to apply a green roof system. A green roof is part or all of the roof surface of a building which is covered by vegetation and growing media planted throughout a waterproof and integrated layer/membrane that allows a drainage system on the entire roof surface. This research is expected to be able to develop a prototype design of an extensive green roof (EGR) system that uses plants that are easily found in Indonesia, so that it can be used especially in Aceh. This study only uses one model of plant species. The selection of EGR plant types is based on considerations of weather and climate in the environment and does not require complicated maintenance. The next stage is to make observations on aspects of plant resistance in tropical climates with the influence of water content in the growing media. The tool used is a Moisture Meter. The final stage is testing the thermal performance of the research object. Thermal performance measurement is carried out by measuring the temperature and heat flow of the EGR system when the system is placed under direct sunlight for 24 hours. The tools used are Thermocouples and Data Loggers. The green roof prototype model of the planting media system on Japanese grass is placed in an open area exposed to direct sunlight from morning to evening. The ability of water storage in the planting medium decreases every day and the ability of the best green roof to store water content is on the second day, therefore it is better to water Japanese grass plants 3 times a week.

Keywords: Green roof, Thermal Performance, Water Content, Planting Media

Abstrak

Salah satu strategi untuk mereduksi panas suhu perkotaan adalah dengan penerapan sistem atap hijau (green roof). Green roof merupakan sebagian atau seluruh permukaan atap suatu bangunan yang ditutupi oleh vegetasi dan media tumbuh yang ditanam diseluruh lapisan/membran yang tahan air dan terintegrasi yang memungkinkan adanya sistem drainase di seluruh permukaan atap. Penelitian ini diharapkan mampu mengembangkan prototype desain sistem extensive green roof (EGR) yang menggunakan tanaman yang mudah ditemukan dinegara Indonesia, sehingga dapat digunakan khususnya di Aceh . Penelitian ini hanya menggunakan satu model jenis tanaman. Pemilihan jenis tanaman EGR didasarkan pada pertimbangan cuaca dan iklim di lingkungan serta tidak membutuhkan perawatan yang rumit. Tahap berikutnya adalah melakukan observasi pada aspek kemampuan ketahanan tanaman pada iklim tropis dengan sistem pengaruh kandungan air yang ada pada media tanam. Alat yang digunakana adalah Moisture Meter. Pada tahap akhir adalah pengujian kinerja termal pada objek penelitian. Pengukuran kinerja termal dilakukan dengan mengukur suhu dan aliran panas pada sistem EGR ketika sistem tersebut diletakkan di bawah matahari langsung selama 24 jam. Alat yang digunakan adalah Termokopel dan Data Logger. Model Prototipe atap hijau system media tanam pada rumput jepang ditempatkan pada tempat terbuka yang terpapar langsung sinar matahari dari pagi sampai sore. Kemampuan penyimpanan air dalam media tanam menurun setiap harinya dan kemampuan atap hijau terbaik dalam menyimpan kandungan air yaitu pada hari kedua, oleh sebab itu sebaiknya penyiraman pada tanaman rumput jepang dilakukan sebanyak 3 kali dalam seminggu.

Kata kunci: Atap hijau, Kinerja Termal, Kandungan Air, Media Tanam

1. Pendahuluan

Meningkatnya populasi penduduk dan pertumbuhan kota disebabkan oleh peningkatan angka kelahiran serta tingginya proses urbanisasi sebagai akibatnya memberikan akibat negatif terhadap pemakaian tenaga yang dapat mempengaruhi kualitas lingkungan area perkotaan. Hal tersebut berdampak berkurangnya penyediaan ruang terbuka hijau dampak terjadinya konversi lahan terbuka sebagai lahan terbangun. Hal ini memicu kebutuhan penghawaan bagi penduduk perkotaan, dan menaikkan permintaan tenaga listrik. seluruh tenaga yg dipergunakan untuk

memenuhi kebutuhan sehari-hari pada perkotaan, baik yang dipergunakan di dalam bangunan maupun untuk kegiatan transportasi akan berakhir menjadi panas. [1]

Bentuk upaya penanganan yang dapat diterapkan adalah modifikasi bangunan dengan material yang berpotensi tinggi dalam mengurangi suhu panas yaitu atap hijau (*green roof*). Atap hijau dapat menjadi alternatif untuk menekan laju peningkatan suhu panas dan penyediaan ruang terbuka hijau. Pemanfaatan permukaan atap (40-50% dari permukaan terbangun) dengan menggunakan atap hijau diharapkan mampu mereduksi panas dan juga mengoptimalkan

pengelolaan air hujan dengan adanya retensi pada atap hijau. [2]

Atap hijau (*green roof*) adalah atap sebuah bangunan yang sebagian atau seluruhnya ditutupi dengan vegetasi dan media tumbuh, ditanam di atas membran anti air. Ini juga termasuk lapisan tambahan seperti penghalang akar dan drainase sebagai sistem irigasi. Perletakan tumbuhan pada atap bangunan dapat memberi banyak manfaat secara ekologi dan ekonomi, termasuk salah satunya manajemen pengelolaan air hujan (*stormwater*), konservasi energi, mitigasi efek UHI dan dapat memperpanjang umur bahan atap, serta dapat membuat lingkungan yang lebih baik secara estetika.[3]

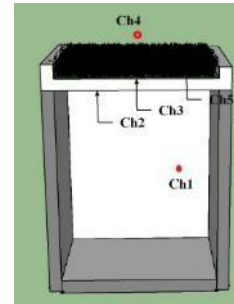
Solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah salah satunya dengan mengaplikasikan penutup atap yang fungsional seperti tanaman rumput. Penggunaan sistem media tanam rumput jepang lebih mudah dibandingkan dengan jenis tanaman lainnya. Menggunakan tanaman rumput jepang juga memudahkan dalam segi perawatan karena mudah ditemukan sesuai iklim yang ada di Indonesia serta meminimalisir biaya pengeluaran. Berdasarkan uraian diatas maka penelitian ini mengevaluasi pengaruh kandungan air dalam media tanam terhadap kemampuan sistem untuk mereduksi panas radiasi matahari.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian experimental dengan model prototipe untuk pengujian kinerja termal sistem atap hijau. Model prototipe dibuat untuk merepresentasikan sistem atap hijau dengan menggunakan tanaman rumput jepang sebagai elemen atap. Pengujian dilakukan dengan membuat 1 unit model eksperimen. Pemilihan jenis tanaman didasarkan pada pertimbangan cuaca dan iklim di lingkungan serta tidak membutuhkan perawatan yang rumit. Penelitian ini dilakukan dengan menempatkan model prototipe atap hijau sistem tanaman pada tempat terbuka yang terpapar langsung sinar matahari dari pagi sampai sore. Penelitian ini dilaksanakan di salah satu *inner courtyard* (taman dalam) Gedung Utama Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala. Lokasi ini dipilih dengan pertimbangan keterbatasan alat ukur dan kemudahan untuk mengontrol pelaksanaan pengukuran.

Objek penelitian yang akan diteliti pada atap hijau adalah tanaman rumput jepang. *Zoysia japonica* (Rumput Jepang) adalah rumput yang sering tumbuh di tanah gambut dan sering juga disebut rumput Golf karena rumput ini biasa digunakan sebagai penutup lapangan golf. Rumput Jepang banyak dijumpai di daerah kawasan Asia Selatan, Australia dan New Zealand. Pemilihan tanaman pada penelitian kali ini berdasarkan beberapa pertimbangan, antara lain jenis tanaman tersebut mudah ditemukan sesuai iklim di negara Indonesia, tanaman tumbuh menjalar ke samping atau ke atas dengan pertumbuhan ketinggian yang tidak lebih dari 30 cm dan mampu hidup tanpa perawatan yang teratur sehingga memenuhi syarat

sebagai tanaman tipe *extensive green roof* [4]. Adapun variable yang digunakan pada penelitian ini adalah suhu udara dalam, permukaan atap bagian dalam, permukaan atap bagian luar, suhu udara luar, dan media tanam. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengambilan data berupa data temperatur dan data kandungan air pada media tanam. Data temperatur yang dibutuhkan pada penelitian terletak beberapa titik pada jenis tanaman rumput jepang yaitu, pada suhu udara dalam, suhu udara luar, media tanaman, permukaan atap bagian dalam, dan permukaan atap bagian luar. Berikut ilustrasi perletakan sensor yang akan diuji.



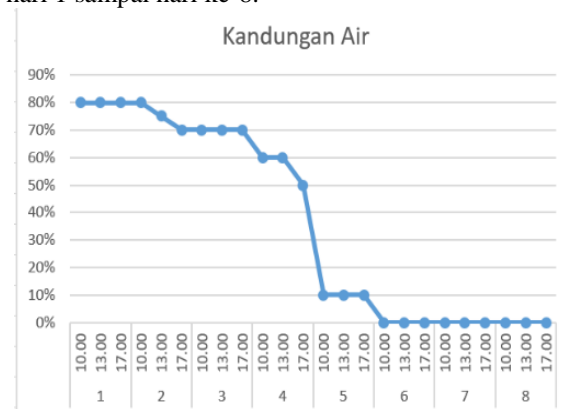
Gambar 1 Ilustrasi perletakan sensor pada atap hijau

Seluruh data hasil pengukuran selama 8 hari terekam dalam data logger yang kemudian didownload ke dalam komputer dengan software khusus dari perangkat *midi data logger graptec*. Data hasil pengukuran kemudian diklasifikasikan berdasarkan *channel* yang telah ditentukan dengan titik ukur untuk masing-masing parameter. Data temperatur terekam dalam satuan Celcius. Komponen penunjang dalam melakukan penelitian ini adalah beton busa pra cetak untuk modelling atap deck yang ditumpu oleh besi ditiap sisinya, wayer, sterofoam sebagai penutup ruang di bawah atap dan penghalang angin yang masuk mampu menahan panas dengan resistensi yang besar, sehingga pengukuran aliran panas hanya dari aliran atap. Alat yang terakhir adalah kabel yang dihubungkan dari alat ukur ke baterainya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kandungan air

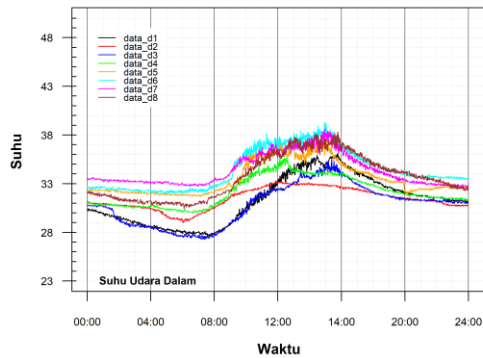
Berikut merupakan kondisi kandungan air dari hari 1 sampai hari ke-8.



Gambar 2 Grafik Data Kondisi Kandungan Air Selama 8 Hari

Pengukuran kandungan air dilakukan setiap jam 10.00, 13.00, dan 17.00. Dimana terlihat pada grafik kandungan air pada media tanam berkurang setiap harinya sampai 10%, berkurangnya air dalam media tanam sendiri dipengaruhi oleh faktor cuaca dimana dimana semakin panas matahari makin semakin banyak kandungan air yang berkurang pada media tanam.

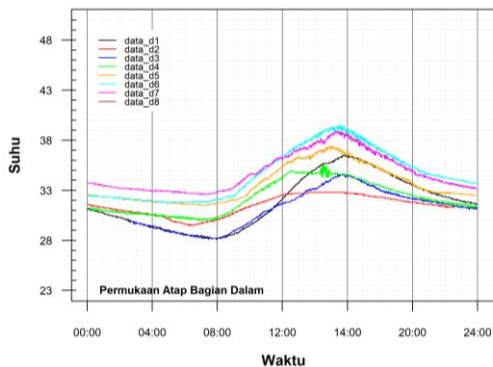
3.2 Kinerja termal pada suhu udara dalam



Gambar 3 Grafik Data Pengukuran Suhu Udara Dalam Selama 8 Hari

Menampilkan kondisi suhu udara dalam dengan jenis tanaman rumput jepang selama delapan hari. Pada Pukul 00.00 sampai pukul 08.00 rata-rata suhu udara 27°C sampai 33,1°C. Kenaikan suhu udara terjadi mulai jam 11.30 sampai jam 16.00 dengan rata-rata suhu mencapai 38°C pada hari keenam. Pada malam hari terlihat suhu stabil dengan rata-rata 33°C.

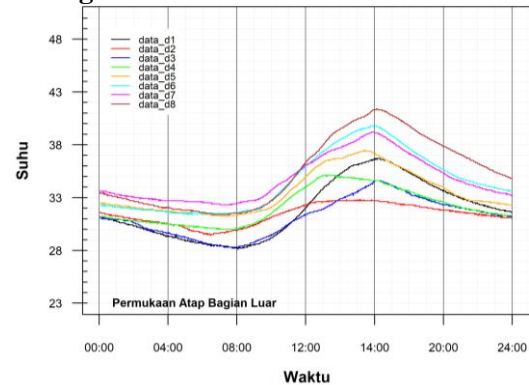
3.3 Kinerja termal pada permukaan atap bagian dalam



Gambar 4 Grafik Data Pengukuran Permukaan Atap Bagian Dalam Selama 8 Hari

Memperlihatkan kondisi permukaan atap bagian dalam dengan jenis tanaman rumput jepang selama delapan hari. Pada Pukul 00.00 sampai pukul 08.00 terjadi penurunan suhu setiap harinya dengan rata-rata suhu dari 34 °C sampai 28°C. Kenaikan suhu udara terjadi dari mulai jam 10.00 sampai jam 15.30 dengan rata-rata suhu mencapai 40°C. Pada sore hari sampai malam hari terlihat suhu terjadi penurunan dengan sampai 33°C.

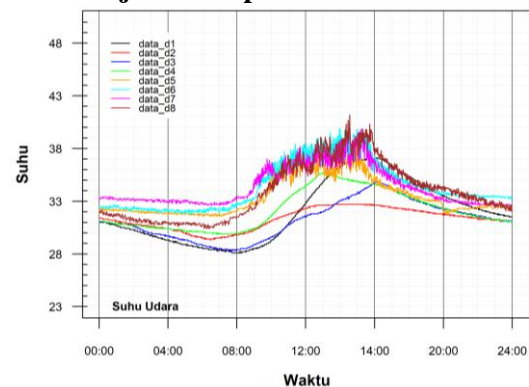
3.4 Kinerja termal pada permukaan atap bagian luar



Gambar 5 Grafik Data Pengukuran Permukaan Atap Bagian Luar Selama 8 Hari

Memperlihatkan kondisi permukaan atap bagian luar dengan jenis tanaman rumput jepang selama delapan hari. Pada Pukul 00.00 sampai pukul 08.00 terjadi penurunan suhu setiap harinya dengan rata-rata suhu dari 33,1°C sampai 28°C. Kenaikan suhu udara terjadi dari mulai jam 12.00 sampai jam 15.30 dengan rata-rata suhu mencapai 41°C pada hari kedelapan. Pada sore hari sampai malam hari terlihat suhu terjadi penurunan dengan sampai 32°C.

3.5 Kinerja termal pada suhu udara

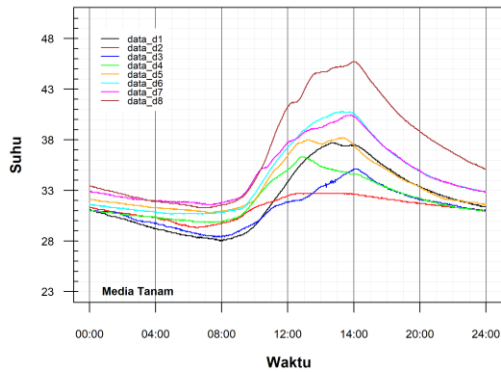


Gambar 6 Grafik Data Pengukuran Suhu Udara Selama 8 Hari

Memperlihatkan kondisi suhu udara dengan jenis tanaman rumput jepang selama delapan hari. Pada Pukul 00.00 sampai pukul 08.00 terjadi penurunan suhu setiap harinya dengan rata-rata suhu dari 33°C sampai 28°C.

Peningkatan suhu dimulai saat memasuki pukul 09.00 dan terus meningkat sampai pukul 15.30. Pada sore hari sampai malam hari terlihat suhu mulai stabil dengan 33°C.

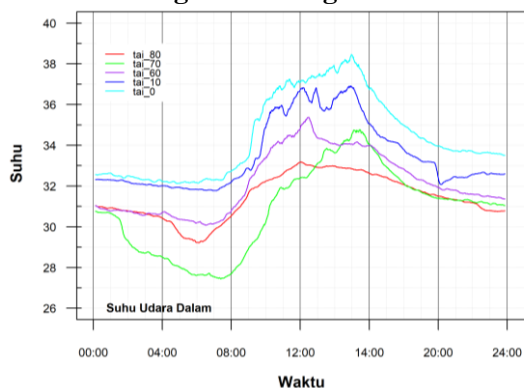
3.6 Kinerja termal pada media tanam



Gambar 7 Grafik Data Pengukuran Media Tanam Selama 8 Hari

Memperlihatkan kondisi media tanam dengan jenis tanaman rumput jepang selama delapan hari. Kondisi termal media tanam pada atap hijau jenis tanaman rumput jepang, mengalami penurunan setiap harinya dimulai dari Pukul 00.00 sampai pukul 08.00 dengan rata-rata suhu dari 33,°C sampai 28°C. Peningkatan suhu paling tinggi terjadi pada pukul 14.00 dengan suhu 43°C pada hari ke-8. Sedangkan pada malam hari rata-rata suhu setiap harinya 32°C.

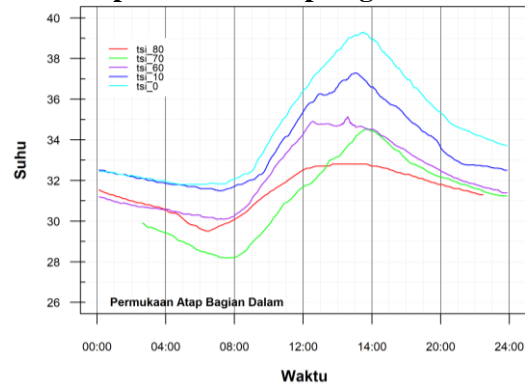
3.7 Pengukuran perbandingan suhu udara dalam dengan kandungan air



Gambar 8 Grafik Data Perbandingan Suhu Udara Dalam Dengan Kandungan Air

Grafik diatas menunjukkan profil kondisi termal suhu udara dalam pada atap hijau. Pada pukul 00.00 sampai 24.00 dengan perbandingan kandungan air dari 80%, 70%, 60%, 10%, dan 0% terlihat rata-rata suhu dari 27°C sampai 39°C. Suhu maksimum pada 80%, terjadi pada jam 12.00 dengan suhu 33°C. Sedangkan pada 70% suhu maksimum terjadi pada jam 13.57 dengan suhu 34°C. Pada 60% suhu maksimum terjadi pada jam 12.03 dengan suhu 35°C. Sedangkan pada 10% suhu maksimum terjadi pada jam 12.07 dengan suhu 35,1°C. Dan pada 0% suhu maksimum terjadi pada jam 13.57 dengan suhu 38°C.

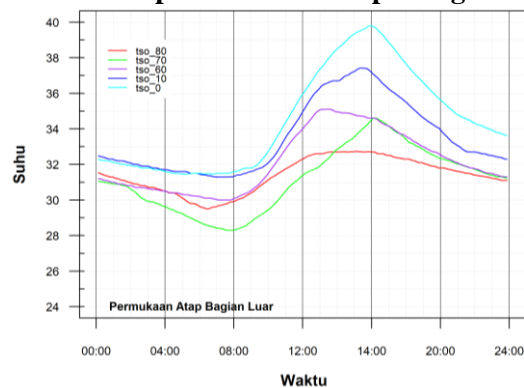
3.8 Perbandingan kandungan air dengan suhu permukaan atap bagian dalam



Gambar 9 Grafik Data Perbandingan Permukaan Atap Bagian Dalam Dengan Kandungan Air

Grafik diatas menunjukkan profil kondisi termal permukaan atap bagian dalam pada atap hijau. Pada pukul 00.00 sampai 24.00 dengan perbandingan kandungan air dari 80%, 70%, 60%, 10%, dan 0% terlihat rata-rata suhu dari 28°C sampai 39°C. Suhu maksimum pada 80%, terjadi pada jam 12.00 dengan suhu 32°C. Sedangkan pada 70% suhu maksimum terjadi pada jam 14.00 dengan suhu 33°C. Pada 60% suhu maksimum terjadi pada jam 13.56 dengan suhu 34°C. Sedangkan pada 10% suhu maksimum terjadi pada jam 13.58 dengan suhu 32°C. Dan pada 0% suhu maksimum terjadi pada jam 14.00 dengan suhu 39°C.

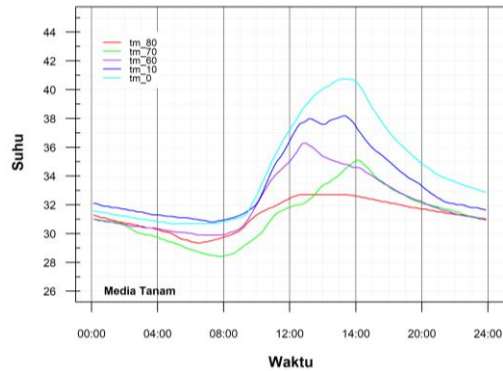
3.9 Perbandingan kandungan air dengan suhu permukaan atap bagian luar



Gambar 10 Grafik Data Perbandingan Permukaan Atap Bagian Luar Dengan Kandungan Air

Grafik diatas menunjukkan profil kondisi termal permukaan atap bagian luar pada atap hijau. Pada pukul 00.00 sampai 24.00 dengan perbandingan kandungan air dari 80%, 70%, 60%, 10%, dan 0% terlihat rata-rata suhu dari 28°C sampai 41°C. Suhu maksimum pada 80%, terjadi pada jam 12.05 dengan suhu 32°C. Sedangkan pada 70% suhu maksimum terjadi pada jam 14.00 dengan suhu 33°C. Pada 60% suhu maksimum terjadi pada jam 12.07 dengan suhu 35°C. Sedangkan pada 10% suhu maksimum terjadi pada jam 13.58 dengan suhu 37°C. Dan pada 0% suhu maksimum terjadi pada jam 14.00 dengan suhu 40°C.

3.10 Perbandingan kandungan air dengan suhu media tanam

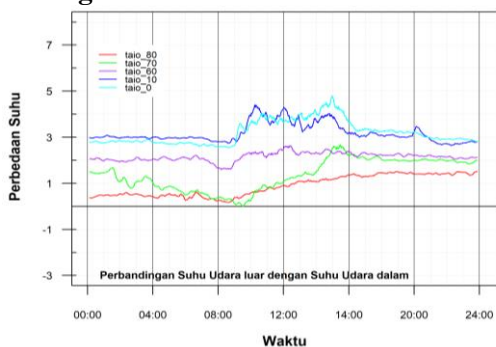


Gambar 11 Grafik Data Perbandingan Media Tanam Dengan Kandungan air

Grafik diatas menunjukkan profil kondisi termal media tanam pada atap hijau. Pada pukul 00.00 sampai 24.00 dengan perbandingan kandungan air dari 80%, 70%, 60%, 10%, dan 0% terlihat rata-rata suhu 45°C. Pada grafik diatas dijelaskan bahwa semakin sedikit kandungan air didalam tanah semakin tinggi suhu maksimum yang ada pada media tanam. Suhu maksimum pada 80%, terjadi pada jam 12.05. Sedangkan pada 70% suhu maksimum terjadi pada jam 14.00. Pada 60% suhu maksimum terjadi pada jam 12.07. Sedangkan pada 10% suhu maksimum terjadi pada jam 13.58. Dan pada 0% suhu maksimum terjadi pada jam 14.00.

Dari setiap grafik perbandingan diatas dapat disimpulkan rata-rata kenaikan suhu pada setiap harinya terjadi pada siang hari dengan suhu maksimum mencapai sampai 40°C dengan kandungan air 0%. Dan suhu netral pada setiap perbandingan yaitu dengan kandungan air 70% dan rata-rata suhu maksimumnya 32°C dan terjadi penurunan pada hari kedua. Oleh karna itu, penyiraman media tanam dapat dilakukan 3 kali dalam seminggu.

3.11 Perbandingan suhu udara dalam dengan suhu udara luar

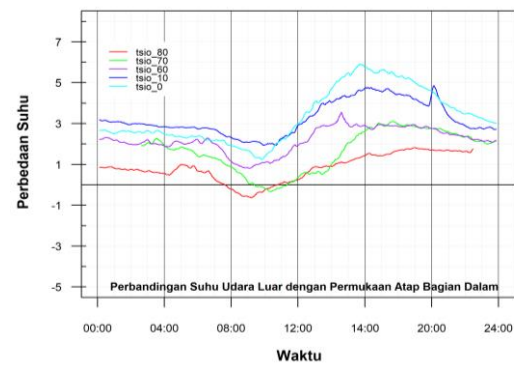


Gambar 12 Grafik Data Perbandingan Suhu Udara Dalam Dengan Suhu Udara Luar

Grafik memperlihatkan kondisi perbandingan antara suhu udara dalam dengan suhu udara luar selama 8 hari. Pada pukul 00.00 sampai 24.00 kandungan air dari 80% sampai 0% terlihat perbedaan suhu dari 0 sampai 5°C. Pada kandungan air 80% selisih perbedaannya terus meningkat hingga

1°C. Sedangkan pada kandungan air 70% suhunya terjadi penurunan pada pukul 09.05 dan mulai mengalami kenaikan pada pukul 13.55. Pada 60% suhu mengalami penurunan pada pukul 08.00 dan mulai mengalami kestabilan pada pukul 14.00. Dan pada 10%-0% suhu mengalami kestabilan dari pukul 00.00 sampai 09.00 dan mulai mengalami ketidakstabilan mulai dari pukul 09.00 hingga pukul 14.00.

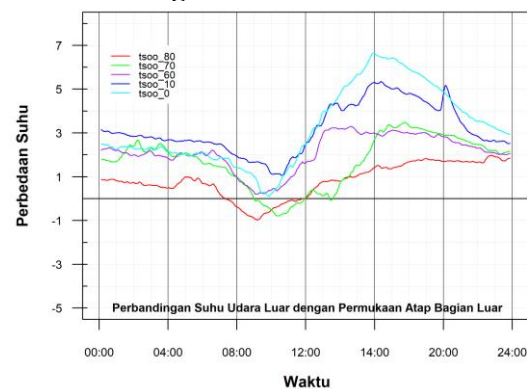
3.12 Perbandingan permukaan atap bagian dalam dengan suhu udara luar



Gambar 13 Grafik Data Perbandingan Permukaan Atap Bagian Dalam Dengan Suhu Udara Luar

Grafik memperlihatkan kondisi perbandingan antara permukaan atap bagian dalam dengan suhu udara luar selama 8 hari. Pada pukul 00.00 sampai 24.00 kandungan air dari 80% sampai 0% terlihat perbedaan suhu dari -1 sampai 6°C. Pada kandungan air 80% suhu mengalami penurunan hingga -1°C pada pukul 08.00 dan pada pukul 12.00 suhu mengalami kenaikan hingga 2°C. Sedangkan pada kandungan air 70% suhunya terlihat tidak stabil dimana terjadi penurunan suhu rata-rata dan suhu terjadi kenaikan mulai pukul 13.00 dengan perbedaan suhu mencapai 2°C. Pada 60% suhu mengalami penurunan pada pukul 08.00 dan mulai mengalami kenaikan pada pukul 12.00 sampai 14.00. Dan pada 10%-0% suhu mengalami kenaikan tertinggi pada pukul 14.00 dimana mencapai 6°C.

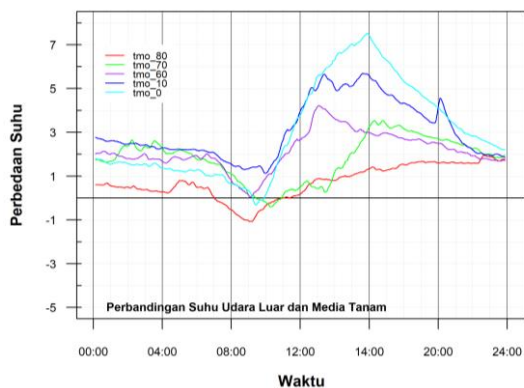
3.13 Perbandingan permukaan atap bagian luar dengan suhu udara luar



Gambar 14 Grafik Data Perbandingan Permukaan Atap Bagian Luar Dengan Suhu Udara Luar

Grafik memperlihatkan kondisi perbandingan antara permukaan atap bagian luar dengan suhu udara luar selama 8 hari. Pada pukul 00.00 sampai 24.00 kandungan air dari 80% sampai 0% terlihat perbedaan suhu dari -1 sampai 6°C. Pada kandungan air 80% suhu mengalami penurunan hingga -1°C pada pukul 09.00 dan pada pukul 12.00 suhu terus mengalami kenaikan sampai 2°C. Sedangkan pada kandungan air 70% suhunya terlihat tidak stabil dimana terjadi penurunan suhu rata rata dan suhu terjadi kenaikan mulai pukul 13.00 dengan perbedaan suhu mencapai 3°C. Pada 60% suhu mengalami penurunan pada pukul 08.00 dan mulai mengalami kenaikan pada pukul 12.00 sampai 14.00. Dan pada 10%-0% suhu mengalami kenaikan tertinggi pada pukul 14.00 dimana mencapai 6°C.

3.14 Perbandingan media tanam dengan suhu udara luar



Gambar 15 Grafik Data Perbandingan Media Tanam Dengan Suhu Udara Luar

Grafik memperlihatkan kondisi perbandingan antara media tanam dengan suhu udara luar selama 8 hari. Pada pukul 00.00 sampai 24.00 kandungan air dari 80% sampai 0% terlihat perbedaan suhu dari -1 sampai 7°C. Pada kandungan air 80% suhu mengalami penurunan hingga -1°C pada pukul 09.00 dan pada pukul 12.00 suhu terus mengalami kenaikan sampai 2°C. Sedangkan pada kandungan air 70% suhunya terlihat tidak stabil dimana terjadi penurunan suhu rata rata dan suhu terjadi kenaikan mulai pukul 13.00 dengan perbedaan suhu mencapai 3°C. Pada 60%-10% suhu mengalami penurunan pada pukul 08.00 dan mulai mengalami kenaikan mulai pukul 10.00. Dan pada 0% suhu mengalami kenaikan tertinggi pada pukul 14.00 dimana mencapai 7°C dan terus mengalami penurunan sampai 2°C.

4. Simpulan dan Saran

Berdasarkan dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal dari hasil penelitian yang telah dilakukan, yaitu:

- Kandungan air pada media tanam terjadi pengurangan setiap harinya sekitar 10%, dan temperatur dalam bangunan juga mengalami kenaikan suhu setiap harinya karna berkurangnya air pada media tanam dan perubahan cuaca yang terjadi setiap hari.

- Pengurangan kandungan air terjadi mulai hari kedua mencapai 70% dari 80% sehingga untuk tetap dapat mempertahankan temperatur bangunan sebaiknya tanaman disiram sebanyak maksimal 3 kali dalam seminggu.
- Atap hijau dengan sistem media tanam rumput jepang memiliki difusivitas termal yang rendah sehingga dapat menjadi penghalang radiasi panas matahari yang masuk dan menunda kenaikan temperatur yang naik pada atap. Dimana tanpa atap hijau temperatur mulai mengalami kenaikan pada pukul 10.00 dan 15.15, sedangkan dengan menggunakan atap hijau terjadi pukul 12.00.

Saran untuk penelitian atap hijau dengan sistem pengaruh kandungan air terhadap media tanam termasuk penelitian baru, sehingga penelitian ini masih membutuhkan perkembangan baru. Penelitian ini masih memerlukan adanya analisis tentang perpindahan panas pada sistem media tanam dengan proses penyimpanan air.

Daftar Pustaka

- Carlson, T.N., J.A. Augustine, and F.E. Boland. 1977. *Bulletin of the American Meteorological Society. Bulletin of the American Meteorological Society*, 58(12), 1403-1416. Retrieved November 11, 2020.
- Palla A, Gnecco I, Lanza LG. 2009. *Unsaturated 2D modelling of subsurface water flow in the coarse-grained porous matrix of a green roof*. Journal of Hydrology. 379(1-2) : 193-204.
- Blank, L., Vasl, A., Levy, S., Grant, G., Kadas, G., Dafni, A., & Blaustein, L. 2013. *Directions in green roof research: A bibliometric study*. Building and Environment, 66, 23-28
- Anugrah, Retsa Menteng. 2012 *Investigasi Kinerja Termal Green Roof sebagai Pasif di Iklim Tropis*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia: Depok