

**PENGARUH LUAS AREA DAN KONFIGURASI RUANG TERBUKA HIJAU
TERHADAP IKLIM MIKRO KAWASAN
(Studi Kasus: Laboratorium Kawasan Hunian Rendah Energi)**

***THE EFFECT OF THE GREEN OPEN SPACE AREA AND ITS
CONFIGURATIONS ON THE MICROCLIMATE
(Case Study: Field laboratory of Low-Energy Housing Complex)***

Permata Hudaya¹, Suwandi², Muhammad Nur Fajri Alfata³

^{1,2} Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, ³ Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Pemukiman, Bandung

¹permatata@student.telkomuniversity.ac.id, ²suwandi@tellkomuniversity.ac.id, ³ariel.alfata@puskim.pu.go.id

Abstrak

Penataan ruang merupakan upaya pemerintah untuk membentuk landasan hukum. Dalam UU No. 26 Tahun 2007 menyebutkan bahwa dalam penataan ruang memerlukan keberadaan ruang terbuka hijau (RTH) yang diisi oleh tanaman. RTH dapat menurunkan suhu lingkungan karena radiasi matahari ditahan oleh tumbuhan peneduh yang terdapat di dalamnya. Tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui pengaruh luasan RTH dan pola persebaran vegetasi terhadap iklim mikro lingkungan, sehingga dapat memperkirakan luasan RTH dan komposisinya agar temperatur kawasan tersebut dapat turun. Penelitian ini menggunakan metode simulasi komputer dengan perangkat lunak *ENVI-Met*. Penelitian dilakukan secara simulasi dengan tahapan pengukuran lapangan, penggambaran sketsa menggunakan *ENVI-Met*, simulasi, dan analisis. Dari hasil simulasi akan didapatkan suatu sketsa optimal yang diharapkan dapat menurunkan konsumsi energi pada pendinginan. Dari penelitian ini, didapatkan bahwa pengaruh luasan RTH terhadap iklim mikro kawasan tidak terlalu signifikan. Pendistribusian RTH dengan disebar mendapatkan hasil yang baik dikarenakan sketsa 1 menampilkan nilai rata-rata temperatur yang rendah dibandingkan sketsa lainnya sebesar 31,9 °C. kombinasi optimal dari penelitian ini terdapat pada sketsa 1 karena memiliki persebaran temperatur rendah sebesar 42% dari total luas wilayah.

Kata kunci : Iklim mikro, RTH, Simulasi komputer, Konfigurasi RTH.

Abstract

Spatial planning is the government's effort to form a legal basis. In Law No. 26 of 2007 states that spatial planning requires the existence of green open space (RTH) filled with plants. Green open space can lower the ambient temperature because solar radiation is held back by the shade plants contained in it. The purpose of this study was to determine the effect of green open space area and the pattern of vegetation distribution on environmental microclimate, so that it can estimate area of green open space and its composition so that the temperature can decrease. This study uses a computer simulation method with ENVI-Met software. The research was conducted in a simulation with the stages of field measurements, drawing sketch using ENVI-Met, simulation, and analysis. From the simulation results will be obtained an optimal sketch which is expected to reduce energy consumption in cooling. From this research, it was found that the effect of green open space on the microclimate in the area was not too significant. The distribution of green open space with the spread got good result because sketch 1 shows an average temperature value that is low compared to other sketches of 31,9°C. The optimal combination of this research is in sketch 1 because it has a low temperature distribution of 42% of the total area.

Keywords: Microclimate, RTH, computer simulation, RTH configuration.

1. Pendahuluan

Penataan ruang adalah suatu proses perencanaan, pemanfaatan, serta pengendalian pemanfaatan ruang. Pengaturan penataan ruang ialah upaya pemerintah dalam membentuk landasan hukum bagi pemerintah serta masyarakat dalam penataan ruang. Penataan ruang diklasifikasikan berdasarkan sistem, fungsi utama kawasan, wilayah administratif, kegiatan kawasan, dan nilai strategis kawasan. Penataan ruang diatur dalam Undang-Undang (UU) No. 26 Tahun 2007 yang menyebutkan bahwa dalam penataan ruang diperlukan adanya ruang terbuka hijau (RTH) yang diisi oleh tanaman [1]. RTH merupakan suatu area yang terbuka, dan tempat tumbuhnya tanaman, baik secara alamiah maupun sengaja ditanam [1]. Proporsi RTH yang dianjurkan oleh UU adalah 30% dari total luas wilayah kota dan merupakan ukuran minimal untuk menjamin keseimbangan ekosistem kota. Keberadaan RTH mengakibatkan adanya peningkatan kenyamanan termal [2]. Aspek yang dipengaruhi oleh adanya RTH adalah suhu udara dan kelembapan udara yang merupakan elemen dari iklim mikro.

Iklm mikro merupakan keadaan iklim sekitar suatu wilayah dengan jangkauan yang terbatas [3]. Faktor yang mempengaruhi iklim mikro antara lain ialah iklim makro, peristiwa alam (radiasi pantulan dari permukaan bumi), dan gerakan angin yang terhalang benda di permukaan bumi [4]. Iklim mikro dapat mempengaruhi kenyamanan termal [5]. Elemen iklim mikro yang memengaruhi kenyamanan termal adalah faktor individu, seperti penggunaan pakaian saat beraktivitas dan metabolisme tubuh manusia [6].

Berdasarkan penelitian sebelumnya, keberadaan RTH (terutama vegetasi jenis pohon) dapat menurunkan suhu 2,9 - 7,4°C dan meningkatkan kelembapan udara hingga 4% [7]. Pada penelitian yang dilakukan pada tahun 2007, menunjukkan bahwa kenaikan suhu pada periode 1994-2002 di Kota Surabaya disebabkan oleh pengurangan jumlah RTH [8]. Berdasarkan penelitian, kawasan RTH berperan untuk meminimalisasi efek peningkatan suhu udara dengan menciptakan *cooling effect* [8].

2. Dasar Teori dan Metodologi

2.1 Model dan Simulasi

Model ialah representasi sederhana suatu sistem pada keadaan nyata. Model merupakan acuan yang akan digunakan dalam simulasi. Setelah melakukan pemodelan, model tersebut harus divalidasi. Tujuan pemodelan ialah untuk menentukan tujuan dan fungsi dari sistem yang akan dibuat, serta memahami karakteristik dari sistem yang sedang dirancang [9].

Simulasi merupakan metode yang digunakan untuk memeragakan atau menirukan suatu objek nyata dengan parameter yang sama seperti keadaan nyatanya. Tujuan simulasi ialah untuk memperkirakan perilaku yang akan dihasilkan oleh suatu sistem dengan parameter masukan sistem yang akan dimodelkan. Simulasi dapat menggunakan berbagai macam *software*, salah satunya *ENVI-Met* yang biasa digunakan untuk melakukan simulasi luar ruangan.

2.1.1 ENVI-Met

ENVI-Met adalah sebuah perangkat lunak yang memodelkan klimatologi mikro secara 3 dimensi (3D) dengan melakukan simulasi interaksi antara permukaan-tanaman-udara. Area yang umum digunakan adalah iklim kawasan perkotaan, desain bangunan, dan perencanaan wilayah [10]. Perangkat lunak ini memiliki fungsi untuk menganalisis klimatologi mikro perkotaan, perencanaan pembangunan, fisika bangunan, dampak vegetasi terhadap iklim mikro, serta proses transfer energi pada permukaan tanah dan dinding bangunan [11].

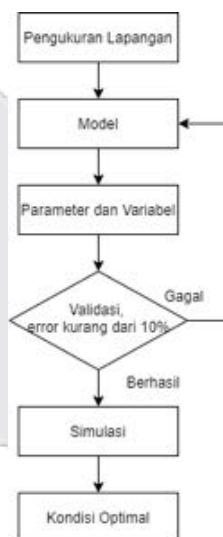
2.1.2 Tahapan Simulasi

Simulasi yang dimulai dengan penggambaran sketsa wilayah yang akan disimulasikan. Tahap selanjutnya memasukkan parameter *input* pada pengaturan konfigurasi. Parameter *input* berupa tanggal simulasi, durasi simulasi, temperatur, kecepatan angin, arah angin, dan *relative humidity*. Selanjutnya ialah *render*, di mana terjadi proses *trial and error*. Jika pada proses *render and running* terjadi *error*, maka pada pengaturan konfigurasi akan dilakukan perubahan sesuai dengan penyebab kegagalan proses tersebut. Jika proses *render and running* berhasil, tahap selanjutnya penampilan grafis 2D dari wilayah yang telah disimulasikan menggunakan menu *Leonardo*.

2.1.3 Pemodelan

Penelitian ini memiliki tujuh model, yaitu satu model kondisi aktual dan enam model variasi yang akan dioptimalkan. Pada model terdapat *boundary condition* berupa tanggal simulasi, dimensi *grid* yang digunakan, jenis tanaman, ukuran kawasan, dan *time step*. Penelitian ini memiliki input suhu udara, kecepatan angin, arah angin, dan kelembapan yang diperoleh dari data *weather station*.

2.2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1 Diagram alir penelitian

Diagram alir pada **Gambar 1** menunjukkan bahwa penelitian dimulai dengan pengukuran lapangan. Kemudian menggambar model yang akan disimulasikan. Selanjutnya menentukan parameter dan variabel. Pada penelitian ini parameter berupa suhu, kelembapan udara, radiasi matahari, dan kecepatan angin. Sedangkan variabel pada penelitian ini adalah luasan RTH dan distribusi RTH. Kemudian melakukan validasi dengan membandingkan data pengukuran lapangan dengan data hasil simulasi. Jika validasi gagal akan kembali meninjau dan memperbaiki model, jika validasi berhasil dengan ketentuan error kurang dari 10% maka data dapat digunakan sebagai acuan. Tahap terakhir adalah melakukan simulasi untuk mendapatkan kondisi optimal.

2.3 Deskripsi Objek Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kawasan Hunian Rendah Energi yang berlokasi di Kantor Puslitbang Perumahan dan Pemukiman, Cileunyi dengan posisi lintang $-6,95^\circ$ dan posisi bujur $107,75^\circ$. Objek penelitian memiliki luas wilayah sekitar 5.697 m^2 . Kawasan tersebut terdapat sebanyak 14 buah rumah dengan berbagai macam jenis atap, kolam, dan terdapat berbagai jenis vegetasi seperti pohon dan rumput.



Gambar 2 Lokasi penelitian tampak atas

Dari deskripsi tersebut, terdapat rincian spesifikasi dari variabel yang terdapat di dalamnya seperti pohon dengan ketinggian 4 m sebanyak 6 buah, pohon ketinggian 2 m sebanyak 6 buah, rumput ketinggian 10 cm dengan luas 4.381 m^2 , rumah seluas 36 m^2 sebanyak 14 buah, sebuah kolam seluas 412 m^2 , paving seluas 1.766 m^2 , dan tanah seluas 5.697 m^2 .

2.4 Simulasi Kondisi Eksisting

Laboratorium Hunian Rendah Energi yang terletak di Puslitbang Perumahan dan Pemukiman, Cileunyi memiliki suhu rata-rata sebesar $23,98^\circ\text{C}$ dan kelembapan udara rata-rata sebesar 87,95% berdasarkan data *Weather Station* Puskim, Juni 2019.

Tahapan utama pada simulasi ini adalah menggambarkan sketsa wilayah. Wilayah yang telah disketsakan tertera pada **Gambar 3**. Besar *grid* yang digunakan adalah $3 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 3 \text{ m}$ dengan luas wilayah sketsa $38 \times 40 \times 7 \text{ grid}$. Sketsa wilayah sesuai dengan kondisi asli yang berada pada lapangan.



Gambar 3 Sketsa wilayah yang akan disimulasikan

Gambar 3 menunjukkan beberapa variabel pada wilayah yang disimulasikan. Terdapat *boundary condition* di sekitar wilayah yang akan disimulasikan. *Boundary condition* adalah batasan yang berada di sekitar wilayah eksisting (bergantung pada ruang) yang tidak dipengaruhi oleh waktu. Terdapat juga *initial condition* (kondisi awal) yang harus mendapatkan solusi dalam waktu yang singkat [12].

3. Pembahasan

3.1 Parameter Masukan Simulasi

Terdapat beberapa parameter masukan dalam tahapan simulasi, seperti temperatur, kelembapan, kecepatan angin, dan arah mata angin. Parameter masukan bersumber dari *Weather Station* pada tanggal 26 November – 2 Desember 2019.

- **Temperatur**

Temperatur yang akan digunakan sebagai masukan merupakan temperatur rata-rata perjam pada tanggal 29 November 2019 dengan nilai minimum sebesar 21,31 °C dan maksimum 31,67 °C.

- **Kelembapan**

Kelembapan yang akan digunakan sebagai masukan merupakan temperatur rata-rata perjam pada tanggal 29 November 2019 dengan nilai minimum sebesar 51,8% dan maksimum sebesar 89,1%.

- **Kecepatan Angin dan Arah Angin**

Kecepatan angin pada tanggal 29 November 2019 memiliki Modus dari kecepatan angin berkisar 2,1-3,5 m/s, nilai yang digunakan merupakan median dengan nilai 2,85 m/s dengan arah angin sebesar 221° ke barat daya. Kecepatan angin yang akan digunakan sebagai data masukan berupa median dari modus yang akan dikonversi sesuai masukan yang dibutuhkan pada *ENVT-Met*. Konversi kecepatan angin berdasarkan *power law equation* yang diberikan pada persamaan (1) berikut

$$v_2 = v_1 \cdot \left(\frac{h_2}{h_1}\right)^\alpha \quad (1)$$

dengan v_2 kecepatan pada ketinggian h_2 , v_1 kecepatan pada ketinggian h_1 , h_2 ketinggian atas, dan h_1 adalah ketinggian bawah, dan α merupakan *wind shear exponent*. Nilai konversi tersebut sebesar 3,55 m/s.

3.2 Simulasi dan Analisis

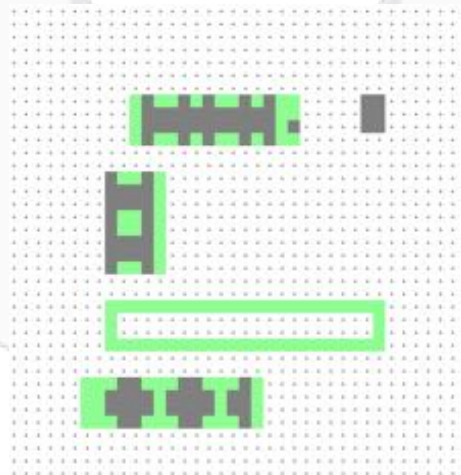
Simulasi optimasi yang dilakukan memiliki 6 (enam) sketsa yang bertujuan mendapatkan model optimal. Spesifikasi sketsa akan dilampirkan melalui **Tabel** dan dijelaskan dengan gambar pada tiap sketsanya sebagai berikut.

Tabel 1 Spesifikasi sketsa studi kasus simulasi

Studi Kasus	Konfigurasi RTH	Jenis Vegetasi	Luas RTH (%)	Jenis Permukaan	Material Bangunan
1	Disebar	Rumput luzerne (18 cm), pohon hedge dense (4 m)*	20	Loamy soil, pavement, dan deep water	Concrete wall dan terracota
2	Dikelompokkan				
3	Disebar		30		
4	Dikelompokkan				
5	Disebar		40		
6	Dikelompokkan				

*kecuali pada studi kasus 1

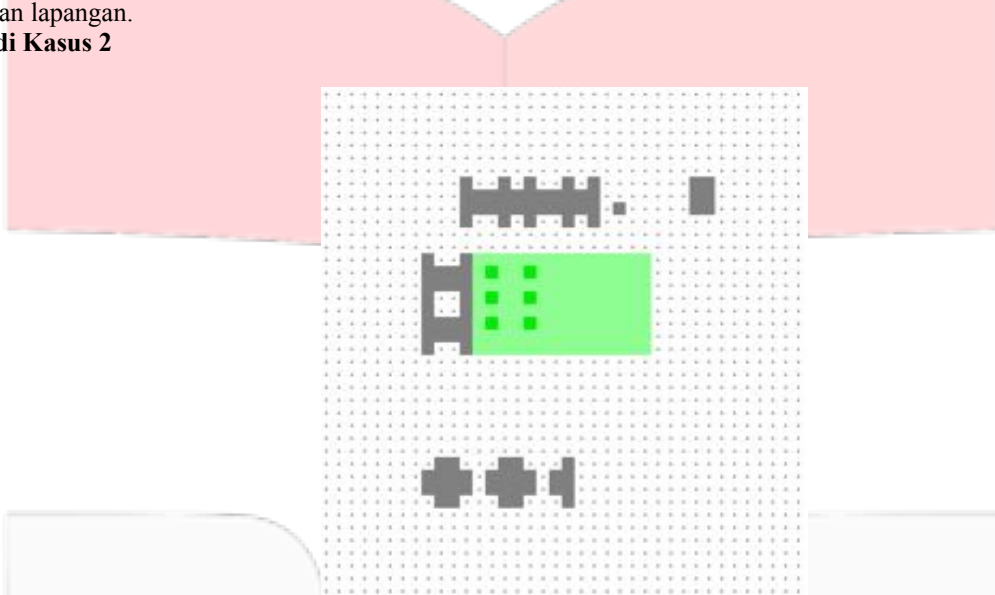
3.3.1 Studi Kasus 1



Gambar 4 Sketsa studi kasus 1 yang akan disimulasikan

Berdasarkan hasil simulasi yang ditampilkan oleh menu Leonardo pada *ENVI-Met*, temperatur rata-rata simulasi sebesar 31,9°C dengan luas persebaran panas pada rentang 30,9-31,7°C sebesar 23%, rentang 31,7-32,3°C sebesar 31%, rentang 32,3-32,8°C sebesar 40%, dan rumah seluas 6%. Pada simulasi ini rata-rata temperatur simulasi lebih tinggi dibandingkan temperatur rata-rata pengukuran pada pukul 14.00 sebesar 31,7°C dengan error sebesar 0,6%. Kecepatan angin rata-rata dari kawasan sebesar 1,9 m/s dan angin ke arah timur sketsa. Kecepatan angin rata-rata pengukuran sebesar 2,94 m/s. Kelembapan relatif rata-rata dari kawasan sebesar 52% dengan luas persebaran kelembapan dengan rentang 49-51% sebesar 51%, rentang 51-53 % sebesar 32%, rentang 53-55% sebesar 11%, dan rumah seluas 6%. Kelembapan relatif rata-rata simulasi lebih tinggi dibandingkan kelembapan relatif rata-rata pengukuran lapangan sebesar 51% yang berarti hasil simulasi lebih lembap dibandingkan pengukuran lapangan.

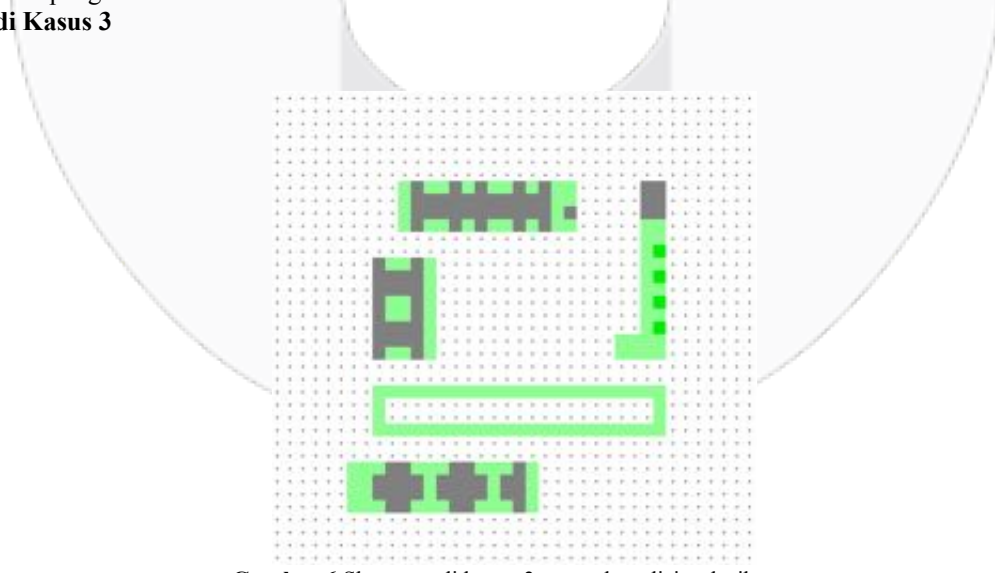
3.3.2 Studi Kasus 2



Gambar 5 Sketsa studi kasus 2 yang akan disimulasikan

Berdasarkan hasil simulasi yang ditampilkan oleh menu Leonardo pada *ENVI-Met*, temperatur rata-rata simulasi sebesar 32,1°C dengan luas persebaran panas pada rentang 31,3-31,9°C sebesar 32%, rentang 31,9-32,4°C sebesar 32%, rentang 32,4-32,9°C sebesar 30%, dan rumah seluas 6%. Pada simulasi ini rata-rata temperatur simulasi lebih tinggi dibandingkan temperatur rata-rata pengukuran pada pukul 14.00 sebesar 31,7°C dengan error sebesar 1,3%. Kecepatan angin rata-rata dari kawasan sebesar 1,9 m/s dan angin ke arah timur sketsa. Kecepatan angin rata-rata pengukuran sebesar 2,94 m/s. Kelembapan relatif rata-rata dari kawasan sebesar 52% dengan luas persebaran kelembapan dengan rentang 49-51% sebesar 50%, rentang 51-53 % sebesar 27%, rentang 53-55% sebesar 17%, dan rumah seluas 6%. Kelembapan relatif rata-rata simulasi lebih tinggi dibandingkan kelembapan relatif rata-rata pengukuran lapangan sebesar 51% yang berarti hasil simulasi lebih lembap dibandingkan pengukuran lapangan.

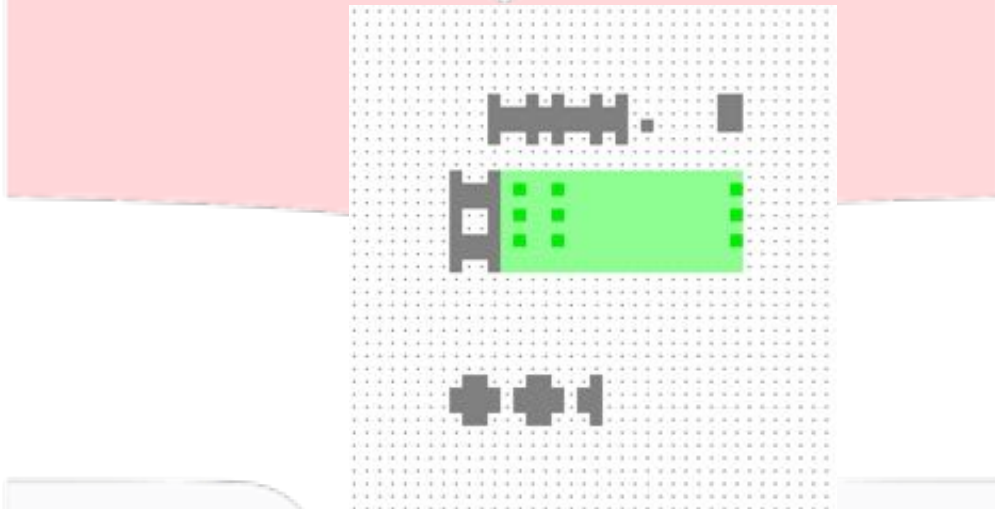
3.3.3 Studi Kasus 3



Gambar 6 Sketsa studi kasus 3 yang akan disimulasikan

Berdasarkan hasil simulasi yang ditampilkan oleh menu Leonardo pada *ENVI-Met*, temperatur rata-rata simulasi sebesar 32,3°C luas persebaran panas dengan rentang 31,5-32,1°C sebesar 41%, rentang 32,1-32,5 °C sebesar 35%, rentang 32,5-33,0°C sebesar 18%, dan rumah seluas 6%. Pada simulasi ini rata-rata temperatur simulasi lebih tinggi dibandingkan temperatur rata-rata pengukuran pada pukul 14.00 sebesar 31,7°C dengan error 2%. Kecepatan angin rata-rata dari kawasan sebesar 1,9 m/s dan angin ke arah timur sketsa. Kecepatan angin rata-rata pengukuran sebesar 2,94 m/s. Kelembapan relatif rata-rata dari kawasan sebesar 53% dengan luas persebaran kelembapan dengan rentang 49-51% sebesar 49%, rentang 51-52% sebesar 23%, rentang 52-54% sebesar 22%, dan rumah seluas 6%. Kelembapan relatif rata-rata simulasi lebih tinggi dibandingkan kelembapan relatif rata-rata pengukuran lapangan sebesar 51% yang berarti hasil simulasi lebih lembap dibandingkan pengukuran lapangan.

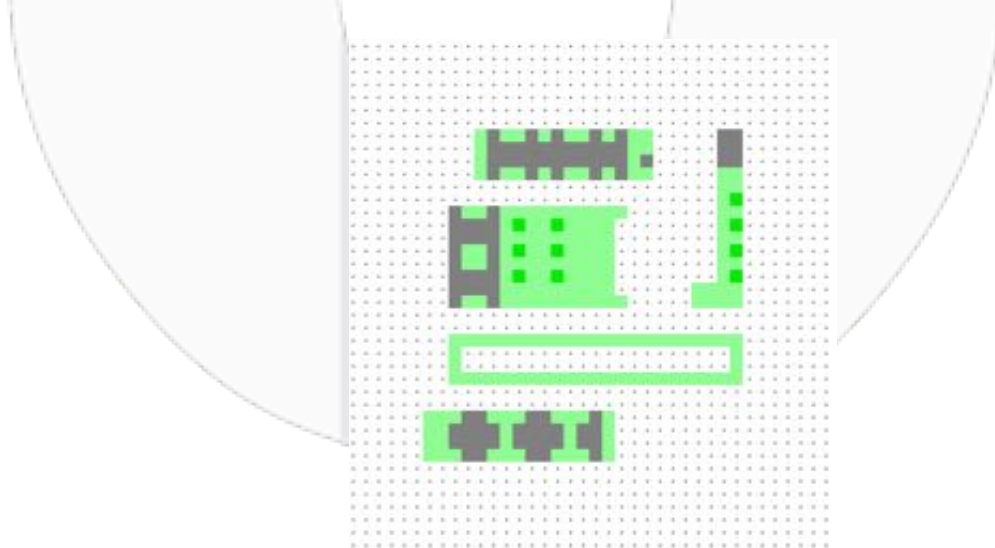
3.3.4 Studi Kasus 4



Gambar 7 Sketsa studi kasus 4 yang akan disimulasikan

Berdasarkan hasil simulasi yang ditampilkan oleh menu Leonardo pada *ENVI-Met*, temperatur rata-rata simulasi sebesar 32,2°C dengan luas persebaran panas dengan rentang 31,4-31,9°C sebesar 37%, rentang 31,9-32,4°C sebesar 31%, rentang 32,4-32,9°C sebesar 26%, dan rumah seluas 6%. Pada simulasi ini rata-rata temperatur simulasi lebih tinggi dibandingkan temperatur rata-rata pengukuran pada pukul 14.00 sebesar 31,7°C dengan error sebesar 1,3%. Kecepatan angin rata-rata dari kawasan sebesar 1,9 m/s dan angin ke arah timur sketsa. Kecepatan angin rata-rata pengukuran sebesar 2,94 m/s. Kelembapan relatif rata-rata dari kawasan sebesar 53% dengan luas persebaran kelembapan dengan rentang 49-51% sebesar 52%, rentang 51-53% sebesar 20%, rentang 53-55% sebesar 22%, dan rumah seluas 6%. Kelembapan relatif rata-rata simulasi lebih tinggi dibandingkan kelembapan relatif rata-rata pengukuran lapangan sebesar 51% yang berarti hasil simulasi lebih lembap dibandingkan pengukuran lapangan

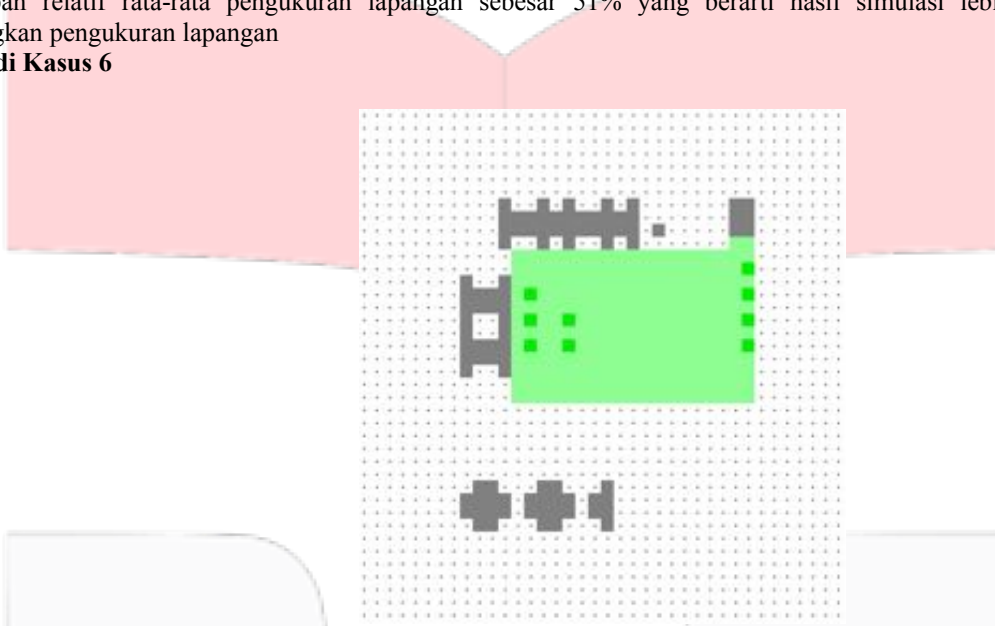
3.3.5 Studi Kasus 5



Gambar 8 Sketsa studi kasus 5 yang akan disimulasikan

Berdasarkan hasil simulasi yang ditampilkan oleh menu Leonardo pada *ENVI-Met*, temperatur rata-rata simulasi sebesar 32,2°C dengan luas persebaran panas dengan rentang 31,3-32,0°C sebesar 22%, rentang 32,0-32,5°C sebesar 36%, rentang 32,5-33,0°C sebesar 34%, dan rumah seluas 6%. Pada simulasi ini rata-rata temperatur simulasi lebih tinggi dibandingkan temperatur rata-rata pengukuran pada pukul 14.00 sebesar 31,7°C dengan error sebesar 1,6%. Kecepatan angin rata-rata dari kawasan sebesar 1,9 m/s dan angin ke arah timur sketsa. Kecepatan angin rata-rata pengukuran sebesar 2,94 m/s. Kelembapan relatif rata-rata dari kawasan sebesar 53% dengan luas persebaran kelembapan dengan rentang 49-51% sebesar 47%, rentang 51-53% sebesar 23%, rentang 53-55% sebesar 24%, dan rumah seluas 6%. Kelembapan relatif rata-rata simulasi lebih tinggi dibandingkan kelembapan relatif rata-rata pengukuran lapangan sebesar 51% yang berarti hasil simulasi lebih lembap dibandingkan pengukuran lapangan

3.3.6 Studi Kasus 6



Gambar 9 Sketsa studi kasus 6 yang akan disimulasikan

Berdasarkan hasil simulasi yang ditampilkan oleh menu Leonardo pada *ENVI-Met*, temperatur rata-rata simulasi sebesar 53% dengan luas persebaran kelembapan dengan rentang 49-51% sebesar 47%, rentang 51-53% sebesar 23%, rentang 53-55% sebesar 24%, dan rumah seluas 6%. Kelembapan relatif rata-rata simulasi lebih tinggi dibandingkan kelembapan relatif rata-rata pengukuran lapangan sebesar 51%. Kecepatan angin rata-rata dari kawasan sebesar 2 m/s dan angin ke arah timur sketsa. Kecepatan angin rata-rata pengukuran sebesar 2,94 m/s. Kelembapan relatif rata-rata dari kawasan sebesar 53% dengan luas persebaran kelembapan dengan rentang 50-53% sebesar 46%, rentang 53-54% sebesar 19%, rentang 54-55% sebesar 28%, dan rumah seluas 6%. Kelembapan relatif rata-rata simulasi lebih tinggi dibandingkan kelembapan relatif rata-rata pengukuran lapangan sebesar 51% yang berarti hasil simulasi lebih lembap dibandingkan pengukuran lapangan.

Tabel 2 Perbandingan temperatur rata-rata kawasan sketsa eksisting dengan simulasi optimasi

Studi Kasus	Eksisting	1	2	3	4	5	6
Temperatur rata-rata (°C)	32,1	31,9	32,1	32,3	32,2	32,2	32

Pada **Tabel 2** menunjukkan perbandingan temperatur antara simulasi kondisi eksisting dengan simulasi optimasi. Terlihat bahwa hasil simulasi dengan temperatur terendah terdapat pada studi kasus 1 dengan temperatur rata-rata sebesar 31,9°C dan temperatur tertinggi pada studi kasus 3 dengan temperatur rata-rata sebesar 32,3°C. Hal tersebut menandakan bahwa studi kasus 1 merupakan sketsa optimal dibandingkan sketsa lainnya.

Tabel 3 Perbandingan luasan daerah temperatur tertentu kondisi eksisting dengan simulasi optimasi

No	Rentang Temp Udara (°C)	Persentase Luas Area (%)						
		Eksisting	1	2	3	4	5	6
1	31,3 - 32,0	40	42	38	36	37	37	38
2	32,0 - 32,5	34	28	32	37	37	37	36
3	32,5 - 33,0	20	24	24	21	20	20	20
4	Rumah	6	6	6	6	6	6	6

Pada **Tabel 3** menunjukkan perbandingan luas daerah dengan temperatur tertentu antara simulasi kondisi eksisting dengan simulasi optimasi. Terlihat bahwa hasil simulasi dengan luas daerah dingin terluas terdapat pada studi kasus 1 dengan luas sebesar 42%. Hal tersebut menandakan bahwa studi kasus 1 memiliki daerah dingin lebih banyak dibandingkan sketsa lainnya.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh beberapa simpulan yang dari analisis yang telah dilakukan sebagai berikut.

1. Luasan RTH seharusnya dapat menurunkan temperatur di sekitar kawasan secara signifikan, namun pada hasil simulasi luasan RTH tidak terlalu berdampak pada temperatur lingkungan. Tetapi pada hasil simulasi RTH dapat menurunkan temperatur di sekitar daerah yang ditumbuhi oleh tumbuhan. Luas RTH dapat memengaruhi iklim mikro lingkungan jika diimbangi dengan penggunaan proporsi dan jenis vegetasi yang tepat.
2. Melalui pendistribusian RTH yang disebar dan dikelompok dapat menurunkan temperatur lingkungan hanya di sekitar tumbuhan dan dapat menahan kecepatan angin di area sekitar tumbuhan. Variasi RTH disebar mendapatkan hasil yang baik pada simulasi, karena konfigurasi RTH disebar dapat menahan radiasi matahari lebih banyak dibandingkan dengan RTH yang mengelompok di suatu wilayah saja. Hal ini dibuktikan pada hasil simulasi pada sketsa studi kasus 1 (luas RTH 20% dan konfigurasi disebar) dengan rata-rata temperatur sebesar 31,9°C.
3. Kombinasi optimal pada penelitian ini dilihat dari seberapa luas daerah bertemperatur rendah dibandingkan daerah bertemperatur tinggi. Sketsa studi kasus 1 dengan spesifikasi luas RTH sebesar 20% serta konfigurasi RTH disebar menunjukkan bahwa persebaran temperatur rendah lebih luas dibandingkan persebaran temperatur tinggi. Hal ini ditunjukkan luas persebaran temperatur dengan rentang 31,3-32,0°C pada pukul 14.00 yang cukup luas sekitar 42% dari total luas wilayah di sketsa (tidak termasuk rumah).

Reference:

- [1] Setiawan, Wisnu, Undang-Undang No 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang, Jakarta, 2007.
- [2] Adityo, "Peningkatan Kenyamanan Termal Koridor Jalan melalui Desain Tata Vegetasi Berbasis Simulasi," *Jurnal Arsitektur KOMPOSISI*, vol. 11, pp. 159-168, 2016.
- [3] M. A. Kaka, "Perencanaan Ruang Terbuka Hijau untuk Ameliorasi Iklim Mikro Kota Depok," *Skripsi*, pp. 5-10, 2013.
- [4] H. Frick, A. Ardiyanto and A. Darmawan, Ilmu Fisika Bangunan Pengantar Pemahaman Cahaya, Kalor, Kelembapan, Iklim, Gempa Bumi, Bunyi, dan Kebakaran, Yogyakarta: Kanisius, 2008.
- [5] T. H. Karyono, "Kenyamanan Termal dan Penghematan Energi: Teori dan Realisasi dalam Desain Arsitektur," *Paper dalam Seminar dan Pelatihan Ikatan Arsitek Indonesia (IAI)*, pp. 1-11, 2010.
- [6] J. Muhaling, V. A. Kumurur and C. Wuisang, "Analisis Kenyamanan Termal Ruang Luar di Kawasan UNSRAT," in *Jurnal Arsitektur DASENG UNSRAT*, Manado, Universitas Sam Ratulangi, 2017, pp. 59-70.
- [7] I. W. Hidayat, "The Ecological Role of Trees and Their Interactions in Forming the Microclimate Amenity of Environment," Bogor, J Bumi Lestari, 2010, pp. 182-190.
- [8] F. Aprihatmoko, Analisis Hubungan antara Ruang Terbuka Hijau dan Indeks Kenyamanan (Studi Kasus: Kota Yogyakarta), Bogor: Institut Pertanian Bogor, 2013.
- [9] B. K. Khotimah, Teori Simulasi dan Pemodelan: Konsep, Aplikasi, dan Terapan, Ponorogo: Wade Group, 2015.
- [10] "ENVI-Met," 2019. [Online]. Available: <https://www.envi-met.com/>. [Accessed 19 Oktober 2019].
- [11] G. Pignatta and N. Kim, "Tools for Cooling Singapore," no. Microscale Tools, p. 15, 2018.
- [12] Tucker and S. Undavalli, "StackExchange," Stack Exchange Inc, 28 September 2016. [Online]. Available: <https://math.stackexchange.com/questions/1412260/what-is-the-difference-between-boundary-conditions-and-initial-conditions>. [Accessed 7 November 2019].
- [13] B. Talarosha, "Menciptakan Kenyamanan Thermal dalam Bangunan," *Sistem Teknik Industri*, vol. 6, pp. 148-158, 2005.