

# PENINGKATAN KENYAMANAN TERMAL KORIDOR JALAN MELALUI DESAIN TATA VEGETASI BERBASIS SIMULASI

Studi kasus : jalan Supadi, Kotabaru, Yogyakarta

Adityo

Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jl. Babarsari 44 Yogyakarta

e-mail: [adityo.roem@gmail.com](mailto:adityo.roem@gmail.com)

**Abstract:** *The physical change in urban areas caused the urban microclimate and resulted in poor thermal conditions. The best alternative solution to this problem was by designing vegetation landscape. The proposal design of vegetation landscape of this research was created by implementing experimental method supported by a simulation using Envi-MET system. There were three steps in this study. The first step was empirical measurement to show the microclimate condition. The analysis of existing condition was based on data measured in field observation. The second was a simulation conducted using Envi-MET system to understand how the existing landscaping affected the thermal conditions. The third step was simulation for optimization. This study found out that the design of the vegetation landscape could improve the urban thermal conditions. It was indicated by the decline of temperature and the MRT (Mean Radiation Temperature), as well as the rise of humidity which apparently close to the ideal condition. This research concluded that the design of vegetation landscape affects the wind speed in the urban areas.*

**Keywords:** *urban vegetation design, urban thermal comfort, and Envi-MET system*

**Abstrak:** *Perubahan fisik daerah perkotaan berpengaruh terhadap iklim mikro perkotaan dan menyebabkan buruknya kondisi termal kawasan. Salah satu alternatif terbaik untuk masalah ini adalah dengan merancang lanskap vegetasi. Usulan desain vegetasi dalam penelitian ini didukung oleh simulasi dengan menggunakan Sistem Envi-MET. Ada tiga langkah dalam penelitian ini. Langkah pertama adalah pengukuran empiris untuk menunjukkan kondisi iklim mikro. Analisis kondisi yang ada didasarkan pada data yang diukur dalam observasi lapangan. Langkah kedua adalah simulasi menggunakan sistem Envi-MET untuk memahami bagaimana lanskap yang ada mempengaruhi kondisi termal. Langkah ketiga adalah simulasi optimasi. Studi ini menemukan bahwa kondisi lanskap vegetasi perkotaan dapat memperbaiki kondisi termal perkotaan. Hal ini ditunjukkan dengan turunnya suhu dan MRT (Mean Radiation Temperature), serta kenaikan kelembaban yang mendekati kondisi ideal. Penelitian ini menyimpulkan bahwa perancangan lanskap vegetasi mempengaruhi kecepatan angin di daerah perkotaan.*

**Kata kunci:** *tata vegetasi, kenyamanan termal kawasan dan Envi-MET system.*

## PENDAHULUAN

Perubahan orientasi nilai pada suatu kawasan memacu perubahan fisik kawasan ditandai dengan perkembangan atau pergeseran fungsi dalam kawasan. Akibatnya, fungsi yang berubah cenderung membuat kepadatan kawasan meningkat. Kepadatan kawasan perkotaan yang ditunjang berbagai aktivitas dalam kawasan berpotensi menaikkan iklim mikro kawasan. Kenaikan iklim mikro kawasan berakibat mengurangi tingkat kenyamanan pengguna, salah satu indikatornya terlihat pada kondisi termal yang ada. Salah satu elemen kawasan yang berpotensi

menurun pada kenyamanan termal semakin rendah adalah koridor jalan. Fungsi dasar koridor jalan kawasan perkotaan adalah sebagai penghubung antar elemen kawasan satu dengan yang lain, seperti *nodes* dengan *nodes* lain atau distrik satu dengan distrik lain. Pada sisi lain, koridor jalan di kawasan perkotaan berperan sebagai ruang terbuka publik yang bersifat linear, sehingga menjadi ruang penampung aktifitas masyarakat. Tindakan yang perlu dilakukan untuk meningkatkan kenyamanan termal kawasan adalah dengan cara penataan elemen-elemen pembentuk kawasan, sebagai contoh jalan raya, jalur pejalan kaki, ruang terbuka,

infrastruktur dan unit bangunan. Di Indonesia penataan kawasan menjadi hal yang kompleks karena terkait dengan aspek-aspek lain. Sebagai contoh, aspek kepemilikan lahan dapat mengganggu penataan suatu kawasan menjadi kurang optimal karena pemilik lahan yang mempunyai hak guna cenderung mememanfaatkannya secara maksimal sesuai dengan kebutuhan sendiri.

Salah satu solusi yang dapat dilakukan dengan optimal adalah dengan penataan vegetasi kawasan. Terkait dengan kenyamanan termal, menurut Grey & Deneke (1986), vegetasi dalam kawasan urban mempunyai fungsi untuk ameliorasi iklim. Vegetasi mengubah udara pada daerah dengan vegetasi menjadi lebih nyaman daripada daerah yang tidak ditumbuhi oleh vegetasi. Ketika siang hari suhu di bawah kanopi vegetasi lebih dingin, tetapi ketika malam hari suhu menjadi lebih hangat. Daun pada vegetasi memiliki fungsi terhadap ameliorasi iklim, yaitu merefleksikan radiasi matahari, selain itu mengabsorpsi dan mentransmisi radiasi matahari yang digunakan dalam proses biologis internal vegetasi. Akibatnya, radiasi matahari pada kawasan lebih terkendali dengan penataan vegetasi, karena permukaan yang tertutupi oleh vegetasi lebih sedikit terkena radiasi matahari, tertahan oleh vegetasi khususnya fungsi daun terhadap radiasi matahari.

Dengan memahami fungsi vegetasi sebagai salah satu elemen pengendali iklim mikro kawasan, tentu penataan vegetasi yang terencana dengan baik berakibat meningkatkan kenyamanan termal kawasan. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi kondisi eksisting kenyamanan termal ruas jalan dengan studi kasus jalan Supadi, Kotabaru, Yogyakarta. Evaluasi terhadap kondisi eksisting pada kondisi termal yang ada pada kasus, diharapkan diperoleh arahan desain untuk penataan vegetasi ke arah penciptaan kenyamanan termal yang lebih baik pada kawasan Kotabaru.

## **PENGARUH VEGETASI TERHADAP KENYAMANAN TERMAL KAWASAN**

Secara umum vegetasi mempunyai peran terhadap kenyamanan termal kawasan. Peran vegetasi dibuktikan dengan adanya penelitian

mengenai pengaruh tata vegetasi terhadap iklim mikro kawasan yang telah banyak dilakukan sebelumnya dengan berbagai metode penelitian, selain metode empirik yang melakukan pengukuran langsung di lapangan dan analisis secara manual, menggunakan simulasi *software* komputer. Penggunaan *software* komputer menampilkan keadaan kawasan saat ini, juga mampu memprediksi secara cepat keadaan di masa mendatang dan membuat arahan desain yang disimulasikan secara langsung.

Boukhabla dan Alkama (2012) melakukan penelitian dalam ruas jalan kota Biskra, Algeria tentang perbedaan antara suhu, kelembaban kecepatan angin, dan radiasi matahari dalam ruas jalan ketika ruas jalan dalam kondisi kosong tanpa vegetasi dan ketika terdapat vegetasi dengan menggunakan simulasi *software* Envi-MET. Dari penelitian Boukhabla dan Alkama (2012) secara umum diketahui ruas jalan dalam kondisi kosong memiliki keadaan iklim mikro yang lebih buruk dibandingkan dengan ruas jalan yang memiliki vegetasi secara tertata.

Radiasi matahari lebih sedikit pada kondisi ruas jalan dengan penataan vegetasi karena kepadatan tajuk vegetasi mampu menghambat transmisi radiasi matahari ke permukaan jalan. Temperatur ruas jalan dengan penataan vegetasi terbukti lebih baik dari pada ruas jalan yang kosong vegetasi, sehingga terbukti morfologi pohon memberikan pembayangan pada jalan, dan layer dari kanopi pohon membantu menghambat panas.

Kelembaban pada ruang ruas jalan dengan penataan vegetasi lebih tinggi daripada ruas jalan yang kosong vegetasi, karena proses evapotranspirasi pohon yang mencapai 400 liter per hari, jika dikonversikan 5 pohon memberikan kelembaban yang mampu mendinginkan kawasan selama 20 jam. Kecepatan angin dalam ruas jalan dengan penataan vegetasi ternyata lebih rendah daripada ruas jalan yang kosong vegetasi, karena ternyata vegetasi mereduksi kecepatan angin dengan baik ketika penataan vegetasi berdasarkan arah datang angin secara khusus.

## METODA PENELITIAN

Fokus penelitian ini adalah desain tata vegetasi berperan meningkatkan kenyamanan termal kawasan berdasarkan evaluasi kondisi eksisting kawasan koridor jalan. Metoda yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dan simulasi menggunakan aplikasi komputer. Simulasi adalah metode penelitian terkontrol dalam konteks nyata dengan tujuan mempelajari interaksi dinamis suatu pengaturan (Wang, 2002).

Ada tiga proses (tahap) dilakukan dalam penelitian ini. Pertama, pengukuran empirik, untuk mengetahui kondisi iklim mikro dan analisis iklim mikro eksisting yang dilakukan dengan menggunakan data-data yang di ukur di lokasi dengan menggunakan alat-alat tertentu. Data-data tambahan mengenai kondisi vegetasi diukur dalam beberapa parameter yaitu: jenis, lebar, tajuk dan data lain yang mendukung. Kedua, dilakukan simulasi dengan menggunakan ENVI-met *system* untuk mengetahui pengaruh tatanan ruang eksisting terhadap kondisi termal. Ketiga, dilakukan simulasi optimasi (dengan menggunakan software yang sama) untuk melihat arahan yang berpotensi menuju kondisi yang lebih baik.

Penelitian dilaksanakan menggunakan bantuan simulasi computer yaitu Envi-MET yang merupakan model iklim mikro tiga dimensi yang dirancang mensimulasikan jenis muka bidang, tanaman dan interaksi udara di lingkungan perkotaan dengan resolusi khas 0,5-10 m di dalam ruang dan 10 detik pada waktunya. Simulasi model dalam program Envi-MET didasarkan pada hukum dasar dinamika fluida dan termo-dinamika. Model

simulasi meliputi Aliran di sekitar dan di antara bangunan, proses pertukaran panas dan uap di permukaan tanah dan pada dinding, turbulensi, pertukaran parameter vegetasi dan vegetasi, bioklimatologi, dan partikel disperse (www.envi-met.com).

## KONDISI KENYAMANAN TERMAL EKSISTING KAWASAN

Untuk melakukan simulasi kondisi eksisting pada koridor jalan Supadi harus dilakukan penyesuaian terhadap model simulasi yaitu berdasarkan tata vegetasi. Tipologi tata vegetasi dibagi menjadi 4 sesuai dengan pengamatan di lapangan yaitu (1) vegetasi dengan tinggi kurang dari 10 meter dengan tajuk ringan, (2) tinggi kurang lebih 15 meter dengan tajuk sedang, (3) tinggi kurang lebih 15 meter dengan tajuk ringan, serta (4) tinggi vegetasi lebih dari 15 meter dengan tajuk padat. Penilaian kerapatan tajuk berdasarkan klasifikasi kelas kerapatan tajuk berdasarkan pelolosan radiasi sinar matahari (Suginingsih,2008), yaitu:

- a. Tajuk ringan: memiliki kerapatan dibawah 40%
- b. Tajuk sedang: memiliki kerapatan Antara 40-70%
- c. Tajuk padat : memiliki kerapatan diatas 70%

Dari pengamatan dilapangan didapatkan kondisi eksisting unit masa dan tata vegetasi eksisting pada koridor jalan Supadi. Jalan Supadi didominasi fungsi hunian privat sebagian besar memiliki vegetasi eksisting bertajuk yang ringan, misalnya pohon kamboja dan tebebuya difungsikan sebagai tanaman estetika. Selain itu terdapat tanaman pohon buah manga dan rambutan yang bertajuk lebih lebar.

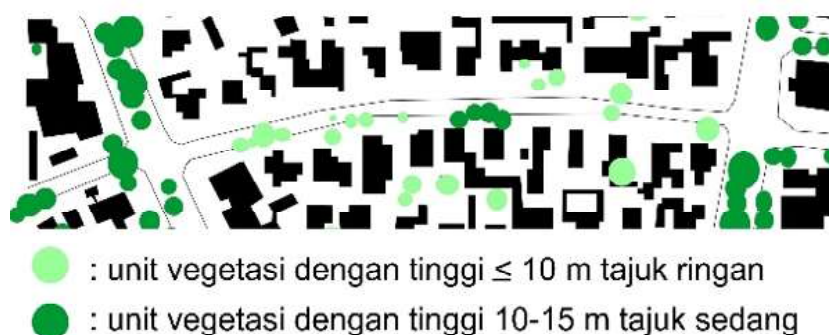
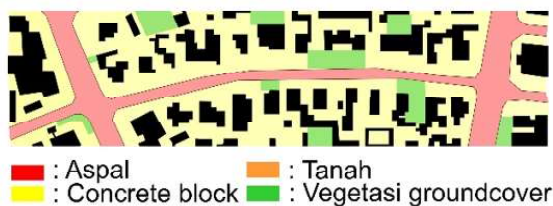


Figure ground dan vegetasi eksisting  
Sumber: analisis penulis,2015

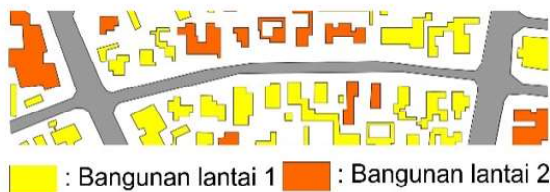


Gambar 2: potongan jalan Supadi  
Sumber: analisis penulis,2015

Data yang dibutuhkan untuk simulasi kondisi eksisting adalah tipologi perkerasan dan ketinggian bangunan. Tipologi perkerasan dan ketinggian bangunan digunakan sebagai data tetap, yang tidak dilakukan modifikasi selama tidak berkaitan dengan desain tata vegetasi koridor ke depan.



Gambar 3: tipologi perkerasan tanah  
Sumber: analisis penulis,2015

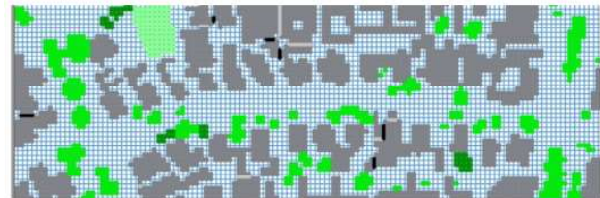


Gambar 4: ketinggian lantai bangunan  
Sumber: analisis penulis,2015

Ketinggian bangunan pada koridor jalan Supadi didominasi oleh bangunan berlantai 1 sebagian besar merupakan pemukiman dan bangunan asli terkait pengembangan awal mula keberadaan kawasan Kotabaru. Beberapa bangunan sudah berubah, menjadi bangunan baru dan memiliki ketinggian Antara 2-5 lantai.

Dari data yang terkumpul diolah sebagai Input data dalam software Envi-MET. Input data pada Envi-MET meliputi variabel tetap berupa

material jalan raya, pedestrian, ruang terbuka, dan bangunan, sedangkan variabel vegetasi terdiri beberapa komponen yang mudah dimodifikasi dalam proses simulasi menemukan kondisi ideal.

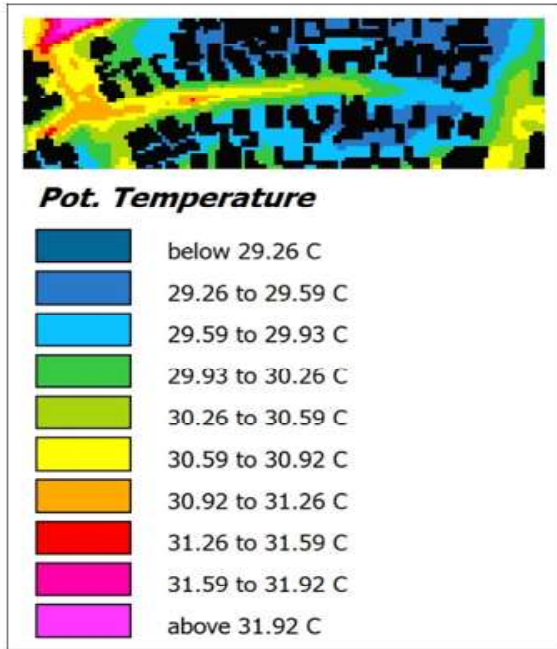


input Envi-MET		
variabel tetap	keterangan	kode Envi-MET
jalan raya	asphalt road	s
paving block	pavement (concrete )	p
tanah	loamy soil	l
bangunan	sesuai ketinggian eksisting	-
vegetasi	keterangan	kode Envi-MET
	tinggi < 10m tajuk ringan	l1
	tinggi 10 m - 15m tajuk ringan	l2
	tinggi 10m - 15m tajuk sedang	ds
	rumput	g

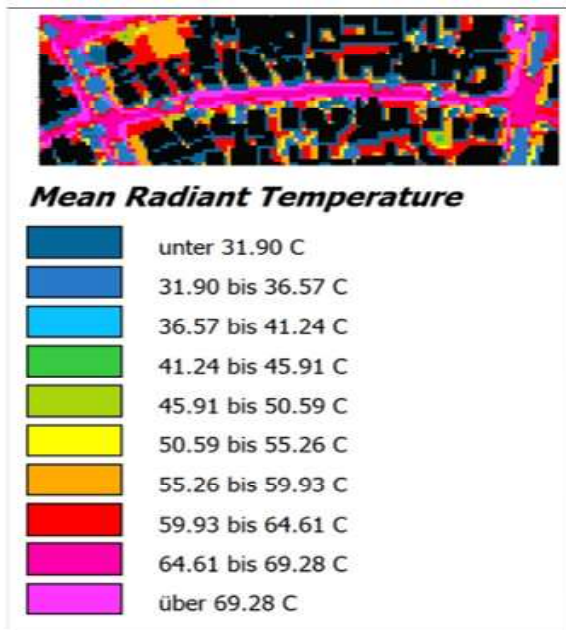
Gambar 5: data input Envi-MET  
Sumber: analisis penulis,2015

Sebagai dasar simulasi diperlukan data kondisi iklim kawasan. Data iklim yang dibutuhkan adalah data suhu (temperatur), kelembaban dan kecepatan angin. Pada penelitian ini, data iklim digunakan data sekunder yang diperoleh dari stasiun meteorologi Adi Sucipto, Yogyakarta. Berdasarkan data sekunder, diketahui rata-rata temperatur di Yogyakarta selama satu tahun adalah 28°C dan rata-rata kelembaban sebesar 60%. Angin pada umumnya bertiup dengan arah 220° yaitu dengan arah barat daya, kecepatan angin sebesar 3m/s pada ketinggian 10 m dari permukaan tanah.

Menurut SNI T14-1993-03, suhu minimum atau maksimum hasil simulasi pada koridor jalan Supadi tidak termasuk kedalam suhu udara yang nyaman bagi manusia (29,26-29,59°C). Dari hasil simulasi diketahui area memiliki suhu lebih rendah pada titik-titik vegetasi berada, sedangkan panas terkonsentrasi pada titik titik dengan area tanpa vegetasi yang memiliki jarak antar bangunan yang pendek pada koridor.

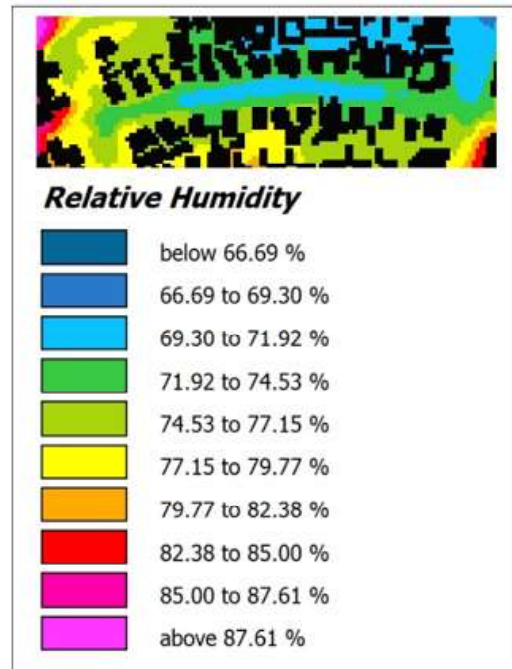


Gambar 6: simulasi suhu eksisting  
 Sumber: analisis penulis,2015



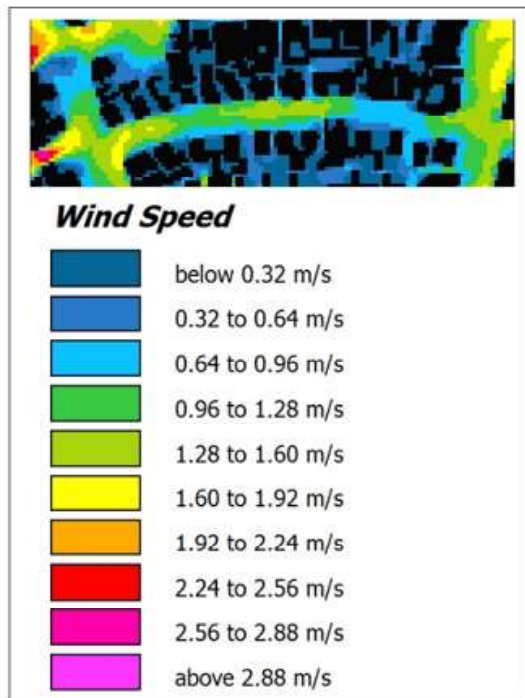
Gambar 7: simulasi MRT eksisting  
 Sumber: analisis penulis,2015

Secara umum *Mean Radiant Temperature* pada koridor jalan Supadi mencapai nilai tinggi karena material perkerasan kawasan terpapar langsung radiasi matahari. Berdasarkan material perkerasan, jalan raya berjenis material aspal memiliki nilai MRT paling tinggi yaitu 64-69 °C, sedangkan *Concrete block* memiliki nilai MRT lebih rendah yaitu 59-64 °C. Area dengan vegetasi memiliki nilai cenderung lebih rendah yaitu 31 -55 °C karena tertutupi bayangan akibat ada tajuk vegetasi, akan nilai MRT di bawah pembayangan vegetasi bervariasi tergantung tergantung pada karakteristik vegetasi berdasarkan jenis dan persen tajuknya.



Gambar 8: simulasi Kelembaban Relatif eksisting  
 Sumber: analisis penulis,2015

Kelembaban relatif rendah terdapat pada bagian badan jalan raya, terjadi karena panas yang dihasilkan oleh material jalan mempengaruhi nilai temperatur menjadi lebih tinggi dan menyebabkan uap air menjadi berkurang. Area yang memiliki vegetasi (misal, pekarangan rumah) memiliki kelembaban relatif lebih tinggi disebabkan karena proses penguapan dari hasil evapotranspirasi vegetasi oleh radiasi matahari, meningkatkan kelembaban relatif. Dari simulasi yang dilakukan, Menurut SNI T14-1993-03 kelembaban relatif tidak termasuk kedalam kelembaban udara yang nyaman.



Gambar 9: simulasi Kecepatan Angin  
Sumber: analisis penulis,2015

Dari simulasi kecepatan angin, area jalan raya yang terbuka memiliki kecepatan angin lebih tinggi terutama pada bagian barat. Kondisi ini katrena koridor dibagian barat memiliki orientasi mendekati arah yang sama dengan arah angin datang. Kondisi sisi barat berbeda dengan sisi timur koridor yang memiliki karakteristik sebaliknya, angin terhalang bangunan sehingga tidak menjangkau area sisi timur koridor jalan. Pada area dengan kepadatan bangunan yang tinggi cenderung memiliki kecepatan angin rendah karena masa bangunan secara padat menghalangi pergerakan angin.

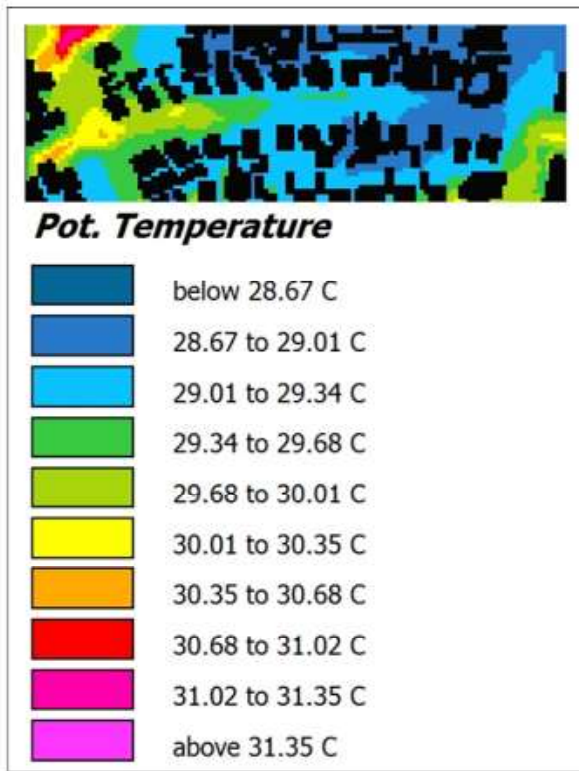
### SIMULASI OPTIMASI KENYAMANAN TERMAL KORIDOR DENGAN DESAIN TATA VEGETASI

Simulasi optimasi bertujuan mengetahui efektifitas desain tata vegetasi dilakukan untuk meningkatkan kenyamanan termal kawasan. Penataan vegetasi pada simulasi optimasi disesuaikan dengan kondisi eksisting kawasan sampel model, sehingga desain tata vegetasi baru berpeluang diterapkan pada kondisi nyata yang diharapkan.



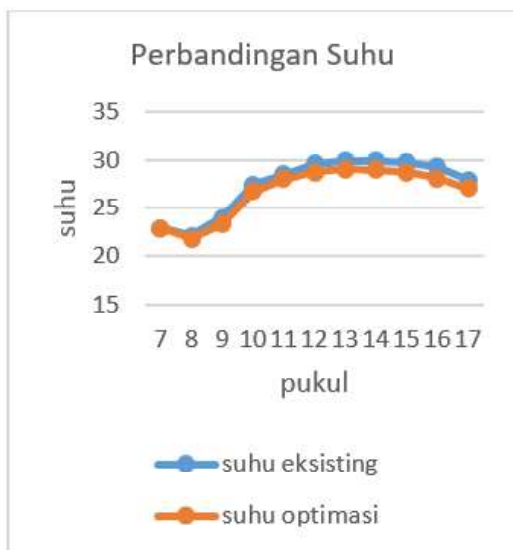
Gambar 11: Desain Tata Vegetasi  
Sumber: analisis penulis 2015

Desain optimasi menggunakan penataan vegetasi 1 lajur pada jalan raya, menggunakan vegetasi berkarakteristik tinggi 10m -15m bertajuk sedang. Jarak tanam saling menyinggung antar tajuk agar terjadi pembayangan besar. Peletakan pada utara jalan raya, peletakan pada bagian utara, berkaitan dengan letak Kota Yogyakarta berada di selatan Khatulistiwa yang menyebabkan sebagian besar arah matahari dalam sepanjang tahun lebih condong pada sisi utara. Selain itu, penyesuaian dengan kondisi eksisting, pemerataan pohon dengan tajuk ringan dan memiliki tinggi < 10 m pada halaman privat di kedua sisi koridor, dan vegetasi *ground cover* minimal 20% pada tiap lahan privat sesuai dengan peraturan KDB yang berlaku.

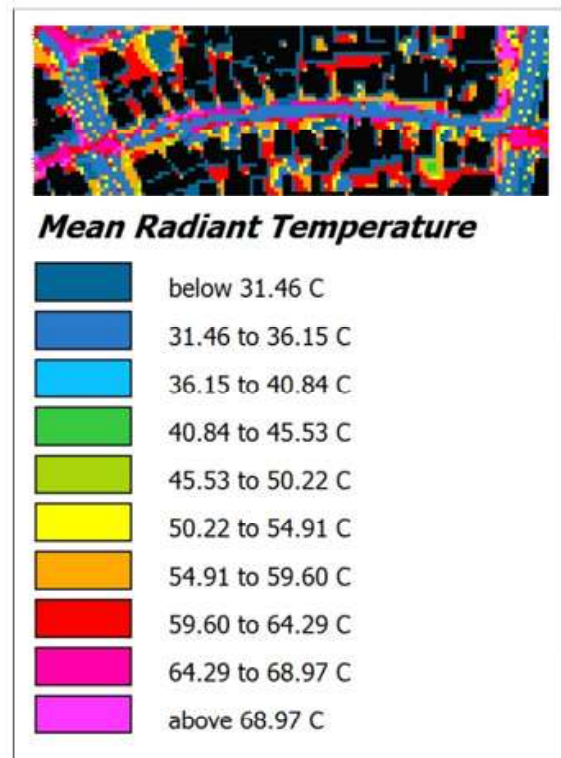


Gambar 12 : simulasi suhu optimasi  
 Sumber: analisis penulis

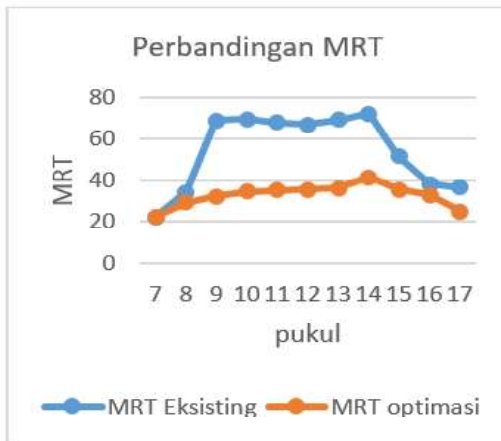
Dari simulasi yang dilakukan, optimasi tata vegetasi ternyata mampu menurunkan suhu dengan baik ditandai peningkaytan area yang memiliki suhu rendah. Kondisi ini disebabkan penambahan tata vegetasi pada sisi jalan berperan menurunkan penyerapan material aspal (material jalan yang langsung terpapar radiasi matahari) ada kondisi pembayangan dari tajuk vegetasi saling bersinggungan, berakibat penyerapan panas lebih rendah. Vegetasi juga membantu memantulkan kembali radiasi matahari, sehingga material permukaan di bawahnya hanya menyerap sedikit dalam radiasi matahari.



Gambar 13: Perbandingan suhu antara kondisi eksisting dengan simulasi Optimasi  
 Sumber: analisis penulis



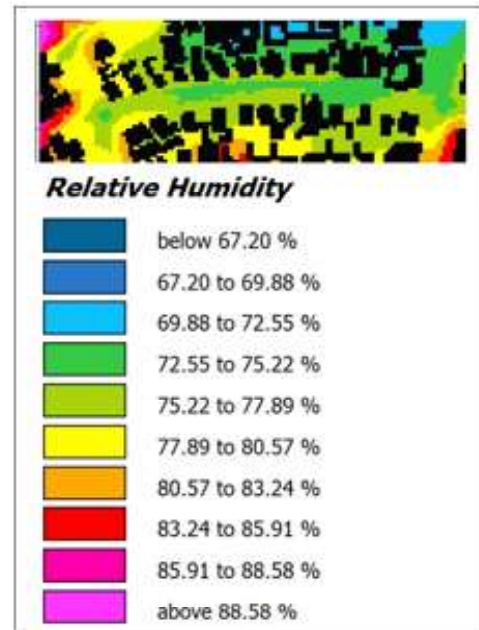
Gambar 14: simulasi MRT optimasi  
 Sumber: analisis penulis



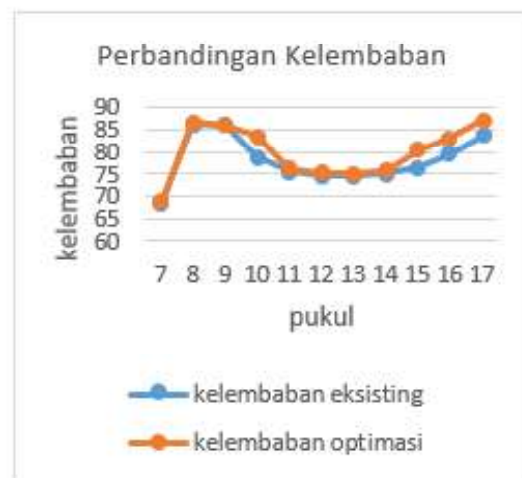
Gambar 15: Perbandingan suhu antara kondisi eksisting dengan simulasi Optimasi  
Sumber: analisis penulis

Sama halnya dengan nilai MRT, hasil simulasi optimasi dengan desain tata vegetasi baru, adanya tata vegetasi baru mengakibatkan koridor memiliki presentase suhu rendah lebih merata di sepanjang koridor. Penataan vegetasi dengan karakteristik tinggi 10m - 15m dan kerapatan tajuk sedang berpola pada salah satu sisi jalan dengan jarak penanaman yang saling bersinggungan mampu menurunkan nilai MRT karena tajuk antar pohon rapat, sehingga meningkatkan penutupan terhadap radiasi matahari. Penataan pada satu sisi meninggalkan area jalan tidak ternaungi pembayangan vegetasi, ketika matahari bergerak sepanjang tahun maka berpotensi menyumbang panas pada kawasan.

Kejadian sebaliknya terjadi pada kelembaban koridor, sebab dengan desain tata vegetasi yang baru terjadi peningkatan kelembaban koridor. Kondisi ini ditandai dengan persentase lebih besar daripada simulasi eksisting yaitu sekitar 0,1 - 3%, karena pada keadaan eksisting sebelumnya tidak ada vegetasi merata, sehingga dengan penambahan jumlah vegetasi terbukti ada kenaikan kelembaban kawasan. Kondisi terjadi proses evapotranspirasi vegetasi semakin meningkat, sehingga uap air dalam udara meningkat.

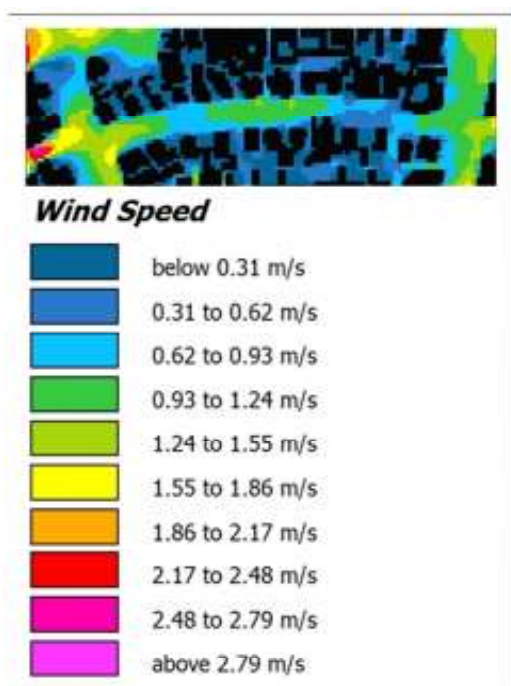


Gambar 16: simulasi kelembaban optimasi  
Sumber: analisis penulis



Gambar 17: Perbandingan suhu antara kondisi eksisting dengan simulasi Optimasi  
Sumber: analisis penulis





Gambar 18: simulasi kelembaban optimasi  
Sumber: analisis penulis



Gambar 19: Perbandingan suhu antara kondisi eksisting dengan simulasi Optimasi  
Sumber: analisis penulis

Adanya tata vegetasi ternyata kecepatan angin di dalam koridor berkurang, disebabkan oleh tajuk vegetasi yang rapat satu sama lain, sehingga memecah kecepatan angin. Meskipun demikian, kecepatan angin yang dihasilkan berada pada batas nyaman, dikaitkan dengan kenyamanan termal kawasan. Konsekuensinya, kecepatan angin yang

menurun, justru meningkatkan kelembaban sebab uap air yang terbawa angin semakin sedikit.

## SIMPULAN DAN REKOMENDASI

### Kesimpulan

Dari analisis dan pembahasan, ditarik kesimpulan pada kondisi eksisting koridor jalan secara umum kondisi kenyamanan termal koridor jalan Supadi belum optimal, ditandai dari nilai variabel kenyamanan termal yang belum sesuai standard yang ada. Indikasi terlihat pada nilai temperatur dan nilai kelembaban relative yang lebih tinggi dari standard yang ada (SNI T14-1993-03).

Dari Simulasi optimasi yang dilakukan diketahui, desain tata vegetasi meningkatkan kenyamanan termal, diketahui dengan penurunan suhu kawasan sebesar  $0,32^{\circ}$ - $1,16^{\circ}$  C pada koridor, di sisi lain dengan adanya vegetasi terutama berjenis pohon menaikkan kelembaban sebesar  $0,12$ - $3,84\%$ . Tajuk vegetasi dapat merefleksikan radiasi matahari, mengabsorpsi dan mentransmisi radiasi matahari digunakan dalam proses biologis internal vegetasi mampu mengurangi radiasi matahari sampai ke permukaan koridor dan menurunkan nilai MRT sebesar  $0,1^{\circ}$  -  $36,68^{\circ}$ C.

Penataan vegetasi kawasan untuk estetika juga perlu ditinjau dari segi fungsi dan manfaat yang diperoleh. Hendaknya penataan vegetasi sesuai kondisi eksisting kawasan atau bahkan memperbaiki. Selain itu di Indonesia, khususnya di Yogyakarta yang beriklim tropis yang mempunyai karakteristik panas dan lembab, penataan vegetasi pada kawasan membantu peningkatan kenyamanan berkegiatan di ruang luar, sehingga aspek iklim dan keadaan geografis menjadi pelengkap dasar penataan vegetasi dalam suatu kawasan.

Dari simulasi optimasi yang dilakukan, penambahan vegetasi berpengaruh pada iklim mikro koridor Kotabaru. Dari simulasi optimasi yang dilakukan, diketahui vegetasi pohon lebih efektif dalam menurunkan suhu kawasan daripada vegetasi *groundcover*. Pohon memiliki tajuk yang mampu menutupi area di bawahnya dan memiliki tingkat evapotranspirasi yang tinggi. Pohon juga efektif

dalam memantulkan kembali radiasi matahari, menyerap radiasi matahari untuk proses fisiologis dan membantu memecah serta mengarahkan angin. Persentase tajuk berpengaruh terhadap penurunan suhu kawasan, pohon dengan tajuk padat (lebih dari 70% penutupan bayangan) lebih efektif menurunkan suhu daripada pohon dengan tajuk sedang (40%-70%) dan tajuk ringan (kurang dari 40%).

Kondisi ini terjadi karena semakin padat tajuk pohon bayangan yang dihasilkan semakin besar, sehingga permukaan tanah lebih sedikit terkena radiasi matahari dan sedikit menyerapnya. Sebaliknya, semakin padat tajuk, proses evapotranspirasi semakin besar, sehingga meningkatkan kelembaban. Semakin padat tajuk juga menghambat pergerakan angin yang melewati vegetasi, sehingga kecepatan angin berkurang.

Dari simulasi optimasi yang dilakukan terbukti ketinggian pohon memberi pengaruh terhadap iklim mikro. Semakin tinggi pohon, tinggi batang bebas cabang (tbfc) semakin tinggi, sehingga angin mudah melewati vegetasi, berakibat kecepatan tidak berkurang dan justru bertambah.

### Rekomendasi

Perlu pemanfaatan dan penegakan peraturan bangunan yang terkait, khususnya pada lahan privat. Dari data diketahui Koefisien Dasar Bangunan (KDB) pada sampel model kawasan Kotabaru adalah 80%, maka memiliki 20% lahan terbuka yang dimanfaatkan untuk penataan vegetasi.

Vegetasi yang direkomendasikan adalah penutupan permukaan tanah dengan vegetasi *groundcover* karena menurunkan penyerapan radiasi matahari dibandingkan dengan material seperti *concreteblock* dan aspal serta memiliki warna gelap. Karakteristik pohon yang digunakan pada lahan privat disarankan pohon dengan karakteristik tinggi 10m - 15m bertajuk ringan atau sedang. Pohon yang memiliki karakteristik tidak masif dan mendominasi lahan, diharapkan tidak menutupi karakteristik kawasan Kotabaru selain memberi ruang penampakan bentuk bangunan yang asli (kolonial).

Pada koridor perlu dilakukan penataan vegetasi menggunakan vegetasi 1 jalur pada jalan raya karena koridor avenue memiliki jalur jalan dengan ukuran terbatas. Penataan vegetasi 1 lajur perlu diletakkan pada sisi pedestrian dekat ruang jalan, pada kondisi ini tercipta ruang antara pagar dengan pohon dan batang pohon yang berjajar membentuk garis di tepi jalan yang mempertegas ruang jalan serta sebagai pengaman terhadap pejalan kaki. Akibat lain, secara visual memberi kesan yang lebih formal.

Letak jalur berada pada sisi utara, supaya vegetasi membelokkan arah angin dari koridor boulevard karena memiliki kondisi searah dengan pergerakan angin maupun angin dari atas dan sela-sela bangunan yang menuju dan melewati koridor. Disarankan digunakan vegetasi berkarakteristik tinggi 10m -15m bertajuk sedang dan jarak tanam saling menyinggung antar tajuk. Tata vegetasi selain untuk meningkatkan kenyamanan pejalan kaki, juga mampu menutupi permukaan tanah dengan pembayangan pada jalan raya. Akibatnya, material jalan raya yang terbuat dari aspal ternaungi dan penyerapan radiasi matahari oleh aspal semakin berkurang.

### DAFTAR RUJUKAN

- Boukhabla, Moufida. Alkama Djamel. Impact of Vegetation on Thermal Conditions Outside, Thermal Modeling of Urban Microclimate, Case study: The Street of the Republic, Biskra. Energy Procedia 18 (2012) 73 – 84. Elsevier
- Grey, G.W. dan F.I. Deneke. 1978. *Urban Forestry*. John Wiley and Sons.
- Groat, L dan Wang, D. (2002), *Architectural Research Method*, John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Suginingsih. 2008. *Bahan Ajar Silvika*. Jurusan Budidaya Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada.