

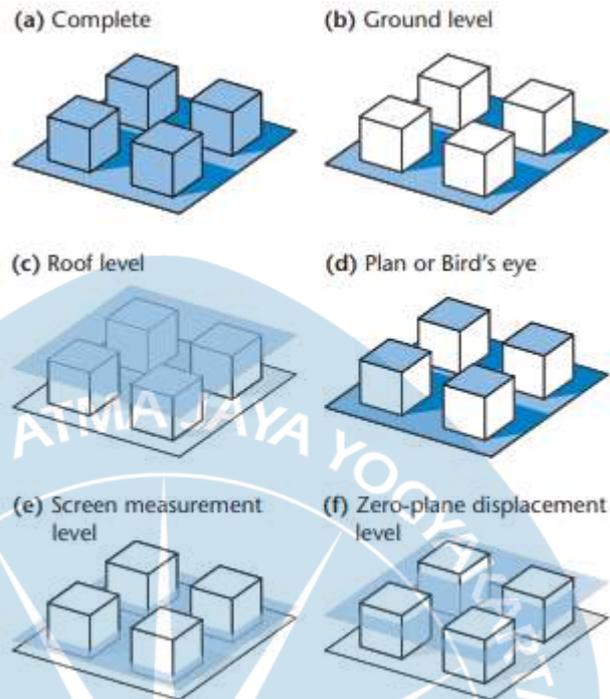
## BAB 2 KAJIAN TEORI

### 2.1 Pengertian *Urban Heat Island*

Fenomena *Urban Heat Island* melanda kawasan perkotaan yang ditandai dengan peningkatan suhu di permukaan, di bawah permukaan, atau udara dibandingkan daerah pedesaan yang belum berkembang (Kotharkar, 2020). Fenomena *Urban Heat Island* dipengaruhi oleh aktivitas manusia yang kemudian direspon oleh kondisi iklim mikro sehingga mengubah kondisi termal lingkungan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Herart (2018), *Urban Heat Island* terbukti menurunkan kenyamanan termal dan kesehatan di kalangan penduduk perkotaan. Beberapa indikator yang digunakan untuk mengukur *Urban Heat Island* yaitu perbedaan suhu dan radiasi termal. Perbedaan suhu antara perkotaan dan pedesaan merupakan faktor yang dipakai untuk menganalisis besarnya kondisi *Urban Heat Island* (UHI). Semakin tinggi perbedaan suhu, semakin tinggi efek *Urban Heat Island* (UHI). Faktor paparan sinar matahari atau radiasi termal mencerminkan seberapa besar suatu kawasan menyerap panas matahari dan kemudian memancarkannya kembali ke atmosfer.

### 2.2 Metodologi Pengamatan Lapisan Permukaan Perkotaan

Karakteristik dari lapisan batas perkotaan ditentukan dari kondisi sebenarnya permukaan Bumi melalui proses penyerapan, refleksi dan emisi radiasi, perubahan energi dan massa, intersepsi curah hujan dan polutan udara, dan pembelokan aliran udara serta perlambatan angin. Hal ini membuat permukaan tanah mengendalikan pertukaran energi, massa, dan momentum sehingga mengalami iklim yang sangat ekstrim dan menciptakan variabilitas iklim mikro terbesar (rentang nilai tertinggi dari satu tempat ke tempat lain dan siang hingga malam).



Gambar 2.1 Ilustrasi Identifikasi Potensi Sistem Permukaan Perkotaan

Sumber: (Oke, 2017)

Metode identifikasi dan kuantitatif perkotaan didefinisikan pada enam gambaran cara potensi sistem permukaan perkotaan dan atmosfer (lihat gambar 2.1) berupa

- **Ideal dengan citra 3 dimensi permukaan** memberikan gambaran dengan semua detail melalui penyederhanaan model dari hasil pengukuran yang kompleks, terutama perkotaan,
- **Permukaan Tanah** dihasilkan berdasarkan pandangan pengamat yang menganggap permukaan sama sehingga unsur-unsur yang menonjol tidak didefinisikan termasuk kepadatan unsur-unsur yang ada secara nyata,
- **Tampilan atap** mendefinisikan kondisi permukaan atas unsur tanpa melihat unsur spasial yang kompleks di bawahnya sehingga pertimbangan model hanya pada bagian atas saja,
- **Denah atau sudut pandang mata burung (bird eye view)** menggambarkan model dari atas ke bawah secara vertikal sehingga permukaan vertikal seperti dinding dan ketinggian unsur tidak dapat terlihat,

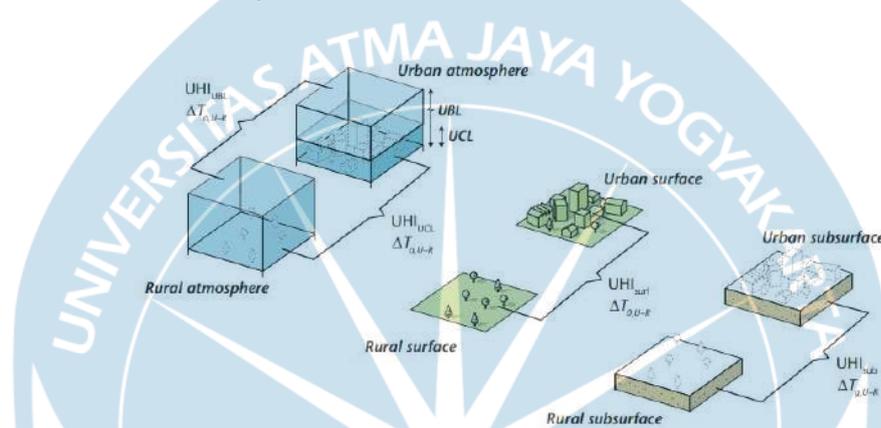
- **Tingkat ketinggian pengukuran** mengacu pada ketinggian layar cuaca yang biasa digunakan untuk observasi badan klimatologi dan meteorologi pada 1,5 meter hingga 2 meter di atas permukaan tanah,
- **Sudut pandang bidang nol** didasarkan pada metode mikrometeorologi ketika menangani pertukaran vegetasi dan hutan yang memiliki lapisan kanopi dengan perhitungan dasar pada profil vertikal entitas atmosfer seperti angin di atas kanopi. Saat melakukan ekstrapolasi profil ke bawah hingga tanah, ketinggian dipindahkan dari permukaan tanah yang didefinisikan secara matematis sebagai sumber pertukaran bagi entitas yang dianalisis (panas, kelembapan, momentum) di atas kanopi.

### **2.3 Lapisan Kajian *Urban Heat Island***

Fenomena *Urban Heat Island* dikaji berdasarkan skala dan proses yang ditimbulkan pada masing-masing lapisan. Terdapat dua arah dimensi skala yang digunakan untuk melihat proses antar unsur yang terdapat pada masing-masing dimensi. Semakin besar skala dimensinya, unsur yang terlibat semakin banyak dan proses yang terjadi semakin kompleks. Masing-masing dimensi memiliki lapisan tersendiri yang mengklasifikasikan jenis proses *Urban Heat Island*, yaitu skala vertikal dan skala horizontal.

### 2.3.1 Tipe Lapisan Vertikal

*Urban Heat Island* merupakan perbedaan suhu antara wilayah perkotaan dan daerah yang mengelilinginya. Menurut Oke (1995), *Urban Heat Island* dapat diklasifikasikan berdasarkan perbedaan laju pendinginan dan pemanasan perkotaan dan pedesaan. Perubahan laju ini disebabkan oleh perubahan keseimbangan energi permukaan (Surface Energy Balance). Jenis lapisan *Urban Heat Island* yaitu:



Gambar 2.2 Tipe Lapisan Vertikal *Urban Heat Island* berdasarkan Perbedaan Suhu ( $\Delta T$ )

Sumber: (Oke, 2017)

- **Subsurface *Urban Heat Island* ( $UHI_{sub}$ )**  
Perbedaan antara pola suhu di bawah permukaan tanah perkotaan. Subsurface meliputi tanah perkotaan dan pedesaan dan bagian bawah fabrikasi bangunan.
- **Surface *Urban Heat Island* ( $UHI_{surf}$ )**  
Perbedaan suhu pada permukaan langsung dari atmosfer ruang luar dengan material padat perkotaan dan ekuivalen udara pedesaan sampai permukaan tanah.
- **Canopy Layer *Urban Heat Island* ( $UHI_{ucl}$ )**  
Perbedaan antara suhu udara yang terdapat pada lapisan kanopi perkotaan (Urban Canopy Layer), lapisan antara permukaan perkotaan dan

ketinggian atap, dan ketinggian yang sesuai di lapisan dekat permukaan area pedesaan.

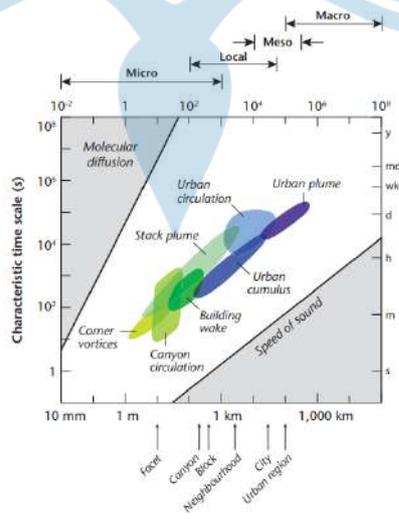
- **Boundry Layer *Urban Heat Island* ( $UHI_{ubl}$ )**

Perbedaan suhu udara di permukaan atas lapisan kanopi perkotaan dengan bagian atas lapisan batas perkotaan (Urban Boundary Layer), dan ketinggian yang sama dengan lapisan batas atmosfer (Atmosphere Boundary Layer) disekeliling daerah pedesaan.

Fenomena atmosferik yang diklasifikasikan secara vertikal dibedakan berdasar perbedaan intensitas radiasi matahari yang mengendalikan iklim dan panas antropogenik pada siang dan malam hari sehingga terjadi perbedaan pada ketinggian dan ketebalan lapisan pembentuk karakteristik iklim.

### 2.3.2 Tipe Lapisan Horizontal

Skala spasial secara horizontal merupakan bentuk klasifikasi iklim. Iklim dibagi menjadi empat bagian (lihat gambar 2.3) yang terbentuk dari serangkaian proses pada keadaan fisik lingkungan atmosferik pada rentang waktu yang panjang, yaitu skala makro, meso, lokal, dan mikro.



Gambar 2.3 Iklim skala ruang dan waktu horizontal dengan fenomena angin/ awan yang menyertai

Sumber Oke

Sebagian besar fenomena iklim perkotaan terletak pada skala mikro, lokal, dan meso. Karakteristik fenomena iklim pada atmosfer bergantung pada rentang waktu dan skala dimensi ruang. Pada skala dimensi ruang yang besar dan dalam waktu yang lama, terdapat pergerakan sistem iklim yang masif seperti urban plume. Sebaliknya, skala dimensi ruang yang kecil dan waktu yang pendek gerakan pusaran turbulen semakin kecil. Oleh karena itu, batasan skala dimensi memiliki pengaruh terhadap kondisi iklim pada rentang waktu tertentu karena adanya proses atmosferik yang bergantung terhadap pergerakan angin dan dampak perkerasan perkotaan.

#### **2.4 Faktor *Urban Heat Island***

Permukaan perkotaan tersusun dari beberapa material pada yang berpotensi meningkatkan fenomena *Urban Heat Island* apabila tidak dikelola dengan strategi yang tepat. Menurut Khan, A., Akbari, H., Fiorito, F., Mithun, S., & Niyogi, D (2022), penyebab tertinggi meningkatnya pemanasan di inti kota adalah material permukaan kota yang terdiri material kedap air, penahan panas, dan albedo rendah, serta kurangnya vegetasi dan permukaan air. Kondisi perkotaan dengan kepadatan antar bangunan-bangunan tinggi yang rapat dan lorong jalan yang sempit mengurangi ruang untuk keluarnya radiasi gelombang panjang dan menurunkan kecepatan angin. Meningkatnya kebutuhan rumah tangga yang menciptakan pemanasan antropogenik, konsumsi energi yang tinggi, emisi gas rumah kaca, dan polusi udara dapat memperparah kondisi perkotaan yang memanas. Selain itu, asap industri dan pembakaran bahan bakar fosil dapat mengubah konsentrasi aerosol di atmosfer yang menciptakan kabut asap di lapisan bawah atmosfer. Kondisi kabut asap ini mempengaruhi intensitas radiasi matahari global dan suhu permukaan pada siang hari.

Menurut Yang dan Chen (2016), penyebab meningkatnya pemanasan pada ruang kota secara umum dirumuskan dalam enam variabel

morfologis pembentuk iklim lokal/ mikro yang berbasis pada kerangka kerja “Beban Termal”, seperti

1. Bentuk/ kepadatan bangunan dengan indikator derajat keterbukaan atau *Sky View Factor* ( $SVF = \psi_{sky}$ )
2. Tutupan lahan berdasarkan kedekatan air (perviousness) melalui indikator rasio tutupan lahan ( $\lambda_p$ )
3. Penyejukan vegetasi dengan indikator rasio area hijau ( $\lambda_g$ )

Kerangka kerja “Potensi Dinamis/Penyejukan” meliputi:

1. Kedekatan dengan penyimpanan panas ( $\lambda_{hs}$ )
2. Potensi ventilasi angin ( $af(z)$ )
3. Panas antropogenik dengan indikator lalu lintas kendaraan ( $\lambda_t$ )

#### **2.4.1 Derajat Keterbukaan ( $SVF = \psi_{sky}$ )**

Unsur morfologi permukaan ruang luar yang menggambarkan pertukaran radiasi gelombang panjang antara langit dan elemen permukaan ruang luar pada suatu titik di permukaan tanah (Johnson dan Watson, 1984). Rentang yang dipakai skala 0 sampai 1, dengan nilai  $SVF = 0$  diartikan derajat keterbukaan minimal, dan nilai  $SVF = 1$  diartikan derajat keterbukaan maksimal. Derajat keterbukaan mempengaruhi radiasi netto ( $Q^*$ ) melalui efek pembayangan dan nilai kalor tersimpan ( $\Delta Q_s$ ) melalui pembatasan melepas radiasi gelombang panjang ke atmosfer.

#### **2.4.2 Rasio Tutupan Lahan ( $\lambda_p$ )**

Rasio tutupan lahan adalah rasio ruang luar yang tertutup lapisan berpori dengan luas permukaan total dengan radius 50m dari titik acuan. Nilai rasio tutupan lahan digunakan dalam mengukur besarnya panas radiasi matahari yang diserap permukaan tidak berpori pada siang hari dan panas yang dilepaskan pada malam hari. Variabel ini menentukan keseimbangan termal lingkungan di sekitarnya terutama melalui radiasi netto ( $Q^*$ ) dan evaporasi ( $Q_E$ ).

Material secara radiatif memiliki sifat mentransmisikan ( $\Psi\lambda$ ), memantulkan ( $\alpha\lambda$ ), dan menyerap ( $\zeta\lambda$ ) radiasi, sehingga dapat dihubungkan dengan persamaan:  $\Psi\lambda + \alpha\lambda + \zeta\lambda = 0$ . Nilai albedo pada material yang mengatur termal lingkungan merupakan properti radiatif permukaan yang memiliki kemampuan memantulkan radiasi gelombang pendek, dan material dengan kemampuan memantulkan radiasi gelombang panjang disebut emisivitas permukaan ( $\epsilon\lambda$ ). Sehingga persamaan untuk material opaque ( $\Psi\lambda = 0$ ) dan bukan benda hitam dapat ditulis  $\alpha\lambda = 1 - \zeta\lambda = 1 - \epsilon\lambda$  (Oke, 2002: 13).

Rasio tutupan lahan juga ditentukan oleh property uap air (kelembapan). Properti uap air adalah permeabilities dan kemampuan tutupan lahan untuk menyimpan (uap) air. Permukaan dengan permeabilitas tinggi berpotensi menyerap air lebih banyak yang dapat menurunkan suhu udara di sekitarnya melalui penguapan oleh radiasi matahari pada siang hari. Proses ini disebut penyejukan evaporatif (Lin dkk., 2013). Lahan yang dapat menjadi tempat menyimpan air merupakan unsur penting dalam penyejukan evaporatif melalui ketersediaan (uap) air.

### 2.4.3 Rasio Area Hijau ( $\lambda_g$ )

Rasio area hijau merupakan presentase luas area hijau yang dapat mempengaruhi iklim mikro melalui evaptranspirasi (QE) dan efek pembayangan ( $Q^*$ ) terhadap luas area keseluruhan sebagai fungsi kepadatan daun (Yang dan Chen, 2016). Vegetasi berperan penting pada keseimbangan termal melalui evaporasi yang terjadi pada proses fotosintesis dan respirasi secara simultan menggunakan klorofil dan stomata pada daun (Oke, 2002).

Menurut Oke (2002), signifikansi klimatik stomata didasarkan pada karakteristik spesies, kondisi kesehatan, dan permukaan yang aktif dan letaknya. Leaf Area Index (LAI) yang diukur berdasarkan luas daun keseluruhan vegetasi dapat digunakan untuk menggambarkan jumlah dan jenis stomata, serta klorofil pada daun.

#### 2.4.4 Kedekatan dengan Penyimpan Panas ( $\lambda_{hs}$ )

Nilai efektivitas penyimpanan panas didasarkan pada jarak titik acuan ke penyimpanan panas, bentuk, ukuran, dan sudut titik acuan terhadap arah angin (Yang dan Chen, 2016). Kemampuan material menyimpan panas ditentukan oleh properti termal benda, yaitu

- Kapasitas panas (C): kemampuan material menyimpan panas yang ditentukan dalam bentuk perubahan suhu yang dihasilkan dari pengumpulan atau pelepasan panas yang diukur dengan satuan  $J/m^3 \cdot ^\circ C$ . Kapasitas panas berpengaruh pada suhu permukaan material melalui kemampuan menyimpan panasnya ( $(\Delta Q_s)$ )
- Konduktivitas panas (k): kemampuan material menghantarkan panas secara konduktif yang diukur dengan satuan  $W/m \cdot ^\circ C$ .
- Difusivitas panas (K): Kemampuan material menyebarkan efek termal dengan satuan  $m^2/s$ . Besarnya efek termal yang didifusikan setara dengan kemampuan konduksi panas dan berbanding terbalik dengan kapasitas panas.
- *Thermal admittance* atau penerimaan panas ( $\mu$ ): Kemampuan permukaan material menerima atau melepaskan panas ketika terjadi perubahan suhu oleh perubahan aliran panas yang terjadi. Penerimaan panas ditunjukkan dengan satuan  $J/m^2 \cdot s^{1/2} \cdot K$ .

Panas yang diterima pada material permukaan menentukan besarnya laju aliran panas turbulen dengan persamaan  $Q_H + Q_E$  (Memon dkk., 2008).

#### 2.4.5 Potensi Ventilasi Angin ( $af(z)$ )

Potensi ventilasi angin pada ruang terbuka dapat diukur berdasarkan luas permukaan frontal untuk setiap luasan permukaan horizontal, serta setiap penambahan tinggi menggambarkan kekuatan tarik sebagai fungsi dari bangunan (*Frontal Area Index*: FAI) (Yang dan Chen, 2016). Pada konteks keseimbangan ruang luar, FAI berpengaruh pada aliran panas turbulen sensible ( $Q_H$ ).

Pada kondisi lanskap dengan sedikit bangunan, kekasaran fasad atau aerodynamic roughness length ( $z_0$ ) dan displacement height ( $z_d$ ) lebih cocok digunakan dalam menentukan modifikasi kecepatan angin (Oke, dkk., 2017). Nilai  $z_0$  ditentukan berdasarkan ukuran *eddy* (aliran udara yang berputar) pada permukaan atau menggunakan nilai tipikal. Nilai  $z_d$  merupakan aliran udara secara vertikal yang disebabkan oleh keberadaan penghalang. Nilai  $z_0$  dan  $z_d$  digunakan dalam menentukan kecepatan angin rata-rata secara horisontal pada ketinggian  $z$ .

#### **2.4.6 Kepadatan Lalu-lintas Kendaraan ( $\lambda t$ )**

Panas antropogenik ( $Q_F$ ) dihasilkan dari aktivitas manusia yang bersumber dari kendaraan ( $Q_V$ ), bangunan ( $Q_B$ ), dan metabolisme populasi ( $Q_M$ ). Pada ruang kota kawasan tropis lembab, panas antropogenik bersumber dari sistem penyejukan udara buatan (AC) dan emisi oleh kendaraan. Pada skala pejalan kaki panas dari lalu lintas kendaraan berpengaruh penting pada kondisi termal. (Yan dkk., 2014). Kepadatan lalu lintas kendaraan ( $\lambda t$ ) digunakan untuk mengukur efek peningkatan panas oleh kepadatan lalu lintas kendaraan.

#### **2.5 Local Climate Zone (LCZ)**

Iklim lokal sangat memperhitungkan kondisi alam yang terjadi pada zona tertentu, seperti angin, suhu, dan kelembapan. Kondisi alam ini merupakan unsur pengendali terpenting pada suatu zona sehingga menjadi dasar dalam klasifikasi aspek iklim skala mikro dan lokal. Klasifikasi Zona Iklim Lokal dibagi berdasarkan potensi dalam memodifikasi iklim permukaan lokal karena tipe susunannya, tutupan lahan, struktur dan metabolisme. Pada tabel 2.1 klasifikasi Zona Iklim Lokal atau Local Climate Zone (LCZ) dijabarkan melalui masing-masing sifat yang menggambarkan kemampuan imperme (imperme ability), kekerasan

(*roughness*), perilaku termal (*thermal behavior*), serta penggunaan energi dan air (*use of energy and water*).

Tabel 2.1 Klasifikasi *Local Climate Change* dan Karakteristiknya

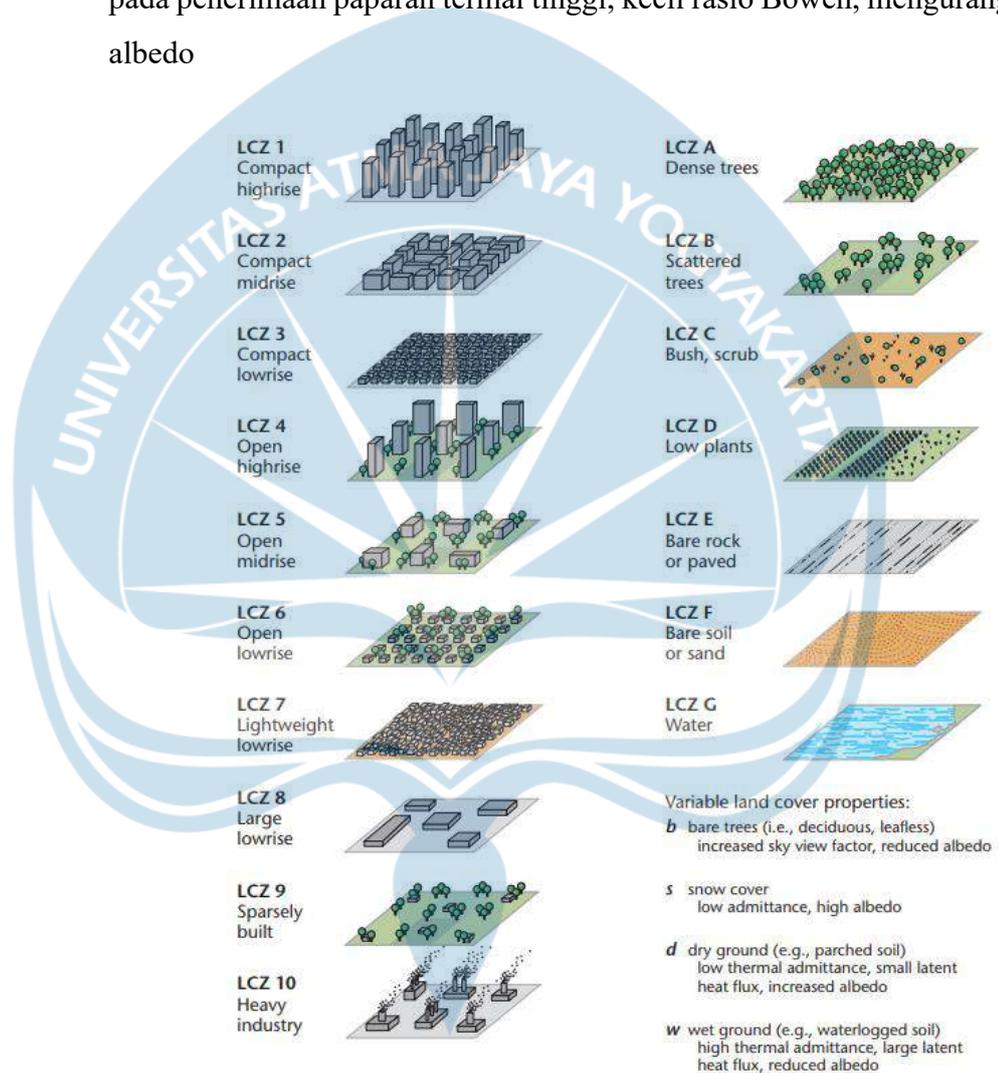
Local Climate Zone	Building plan fraction <sup>(1)</sup> , $\lambda_b$ (%)	Impervious plan fraction <sup>(2)</sup> , $\lambda_i$ (%)	Canyon aspect ratio <sup>(3)</sup> , $\lambda_s = H/W$	Sky view factor, $\psi_{sky}$	Mean height of roughness elements, $z_H$ (m)	Thermal admittance <sup>(4)</sup> of system, $\mu$ ( $J m^{-2} s^{-1/2} K^{-1}$ )	Anthropogenic heat flux density <sup>(5)</sup> , $Q_F$ ( $W m^{-2}$ )
<b>LCZ 1</b> Compact high-rise	40–60	40–60	> 2	0.2–0.4	> 25	1,500–1,800	50–300
<b>LCZ 2</b> Compact midrise	40–70	30–50	0.75–2	0.3–0.6	10–25	1,500–2,200	< 75
<b>LCZ 3</b> Compact lowrise	40–70	20–50	0.75–1.5	0.2–0.6	3–10	1,200–1,800	< 75
<b>LCZ 4</b> Open high-rise	20–40	30–40	0.75–1.25	0.5–0.7	> 25	1,400–1,800	< 50
<b>LCZ 5</b> Open midrise	20–40	30–50	0.3–0.75	0.5–0.8	10–25	1,400–2,000	< 25
<b>LCZ 6</b> Open lowrise	20–40	20–50	0.3–0.75	0.6–0.9	3–10	1,200–1,800	< 25
<b>LCZ 7</b> Lightweight lowrise	60–90	< 20	1–2	0.2–0.5	2–4	800–1,500	< 35
<b>LCZ 8</b> Large lowrise	30–50	40–50	0.1–0.3	> 0.7	3–10	1,200–1,800	< 50
<b>LCZ 9</b> Sparsely built	10–20	< 20	0.1–0.25	> 0.8	3–10	1,000–1,800	< 10
<b>LCZ 10</b> Heavy industry	20–30	20–40	0.2–0.5	0.6–0.9	5–15	1,000–2,500	> 300

Sumber: Oke (2017)

Klasifikasi LCZ digambarkan pada unsur pembentuk permukaan yang bervariasi (lihat gambar 2.4) dengan empat variabel tutupan lahan yang berubah secara signifikan dengan pola cuaca sinoptik, praktik pertanian, dan/ atau siklus musiman:

- **Pohon Gundul (b)**, seperti pohon gugur, tidak berdaun (misalnya musim dingin), yang berpengaruh pada meningkatnya faktor tutupan awan, dikurangi albedo
- **Lapisan Salju (s)**, seperti tutupan salju dengan kedalaman >10cm. Penerimaan paparan sinar rendah, albedo tinggi

- **Lahan Kering (d)**, seperti tanah kering pecah-pecah, yang berpengaruh pada penerimaan paparan termal rendah, besar rasio Bowen, peningkatan albedo
- **Lahan Basah (w)**, seperti tanah yang tergenang air, yang berpengaruh pada penerimaan paparan termal tinggi, kecil rasio Bowen, mengurangi albedo



Gambar 2.4 Klasifikasi Zona Iklim Lokal berdasarkan kemampuan penyerapan untuk mengubah iklim lokal

Sumber: Stewart dan Oke (2012)

Penggunaan metode LCZ didasarkan pada kondisi karakter, budaya, dan ekonomi dengan penentuan kriteria objektif melalui foto udara, teknik pengindraan jarak jauh, dan peta pengukuran struktur secara langsung,

seperti rasio aspek lorong jalan ( $H=W$ ) yang menentukan aliran udara, pembayangan matahari, besaran *Urban Heat Island*, dan permeabilitas permukaan yang berkaitan dengan ketersediaan kelembapan permukaan.

## 2.6 Ruang Terbuka Hijau

Ruang terbuka publik adalah ruang dengan aksesibilitas tinggi. Semua kalangan dapat memakai ruang ini untuk melaksanakan aktivitas dan menciptakan interaksi. Dalam konteks perkotaan, ruang terbuka publik digunakan sebagai tempat yang dimanfaatkan untuk menambah area hijau melalui penataan vegetasi yang disebut Ruang Terbuka Hijau (RTH). Ruang terbuka hijau adalah bagian dari penataan kota yang difungsikan sebagai kawasan lindung (Chafid, 2004). Kawasan hijau kota meliputi taman kota, hutan kota, kawasan olahraga, dan kawasan hijau pekarangan.

Menurut UU Nomor 26 tahun 2007 mengenai Penataan Ruang merupakan area yang memanjang atau jalur ataupun mengelompok yang aksesnya terbuka sebagai tempat tumbuh tanaman secara tidak sengaja maupun ditanam. Keberadaan ruang terbuka hijau adalah unsur penting untuk membentuk lingkungan kota yang nyaman dan sehat. Dengan memanfaatkan keberadaan tanaman, ruang terbuka hijau juga difungsikan sebagai kawasan resapan air sehingga menciptakan keseimbangan lingkungan alam dan lingkungan binaan yang bermanfaat. Berdasarkan UU Nomor 26 tahun 2007, rencana penyediaan dan pemanfaatan RTH minimal sebesar 30% dari luas wilayah kota. Pertimbangan ini ditujukan agar keseimbangan ekosistem kota lebih terjamin terkait sistem air dan iklim mikro.

Menurut James (2010), Ruang terbuka hijau memiliki kecenderungan menurun dari segi kuantitas ruang. Di kota besar seperti Jakarta, Surabaya, Medan, dan Bandung, luas ruang terbuka hijau berkurang dari 35% menjadi 10% dari awal tahun 1970-an. Hal ini dikarenakan banyak ruang terbuka hijau yang dialihfungsikan sebagai infrastruktur perkotaan dan kawasan pemukiman baru.

## 2.7 Lanskap

Menurut Denier (2015), lanskap merupakan suatu sistem dan ekologi yang terdiri dari ekosistem alam dan ekosistem buatan yang dipengaruhi oleh kegiatan ekologi, historis, politik, ekonomi, dan budaya yang berbeda. Pada penelitian yang dilakukan Tafahomi dan Nadi (2021), penataan lanskap dengan pertimbangan *hardscape* dan *softscape* yang proporsi menambah kenyamanan ruang terbuka hijau sebagai area berkumpul, interaksi sosial, dan menanam tanaman herbal.

### 2.7.1 *Softscape*

Pada dasarnya, penataan lanskap perlu mempertimbangkan *softscape* dan *hardscape*. *Softscape* meliputi beberapa elemen seperti tanaman dan tanah. Material *softscape* memiliki berbagai manfaat yang berkaitan dengan peningkatan kualitas dan suhu udara ruang, seperti pepohonan, rumput, dan tanaman. Vegetasi dapat digunakan untuk mengurangi radiasi termal dari sinar matahari sehingga suhu permukaan tanah tidak meningkat. Hal ini membuat kondisi lahan lebih teduh dengan suhu lebih rendah dibandingkan suhu lahan yang terpapar langsung sinar matahari.

### 2.7.2 Struktur Vegetasi

Dalam setiap Ruang Terbuka Hijau (RTH), peran vegetasi sangat penting pada iklim mikro sebagai perlindungan radiasi matahari dan pengurangan suhu udara. Vegetasi dapat dikelompokkan berdasarkan strukturnya yaitu pohon, semak, dan rumput. Pada ketiga kategori vegetasi didapati perbedaan nilai suhu dan kelembapan pada pengujian yang dilakukan oleh Ainy (2012). Suhu udara yang meningkat pada rumput lebih tinggi dibandingkan dengan pohon yang lebih rendah. Namun, rumput menyebabkan kelembapan lebih rendah dibandingkan dengan pohon. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pohon adalah struktur vegetasi yang efektif dibandingkan rumput dan semak. Berdasarkan perhitungan hasil

pengukuran *Thermal Humidity Index* (THI), vegetasi pohon dapat mengurangi suhu udara sebesar  $0,86 - 5,15^{\circ}$  C lebih besar dibandingkan rumput dan semak.

### 2.7.3 *Hardscape*

Material *hardscape* meliputi, tiang, pagar, dinding beton, dan paving. Faktor *hardscape* sangat penting untuk menjaga kondisi suhu permukaan tanah. Pemilihan material juga perlu mempertimbangkan faktor ketersediaan, harga, kekuatan, material (*durable*) dan nilai estetika produksi. Pemilihan material *hardscape* perlu mempertimbangkan nilai serap dan pantulan terhadap radiasi matahari, sehingga panas yang diterima tidak menambah suhu permukaan lahan.

## 2.8 Simulasi Penghawaan Kawasan

Simulasi merupakan suatu metode riset terkontrol yang kaitannya nyata dengan tujuan mempelajari interaksi dinamis suatu pengaturan (Wang, 2002). Simulasi penghawaan berarti proses penggabungan faktor interaksi lingkungan untuk mengetahui kondisi penghawaan suatu tempat tertentu yang berkaitan dengan iklim dan termal. Dengan begitu, simulasi penghawaan kawasan mencakup ruang yang lebih besar sehingga faktor lingkungan yang berinteraksi dengan variabel penelitian akan lebih luas.

Dalam pelaksanaan simulasi penghawaan, terdapat tiga proses yang perlu dijalankan oleh peneliti, yaitu

- Pengukuran empirik

Menyusun data-data pendukung simulasi melalui observasi lapangan dan pengukuran langsung yang bertujuan mengetahui kondisi iklim mikro dan analisis iklim mikro eksisting menggunakan alat terkait.

- Simulasi menggunakan aplikasi

Aplikasi yang digunakan untuk simulasi dapat menunjang pengolahan data eksisting dan kondisi termal terkait penghawaan, salah satunya aplikasi ENVI-met.

- Simulasi optimasi menggunakan aplikasi

Simulasi optimasi bertujuan memberikan strategi yang berguna bagi kondisi penghawaan berdasarkan hasil simulasi eksisting. Simulasi optimasi juga sebagai respon dan perbaikan terhadap evaluasi kondisi eksisting melalui komparasi hasil dan percobaan.

## 2.9 ENVI-Met

ENVI-Met adalah sistem program simulasi yang merupakan model iklim mikro tiga dimensi untuk keperluan simulasi jenis muka bidang, tanaman, dan interaksi udara di lingkungan perkotaan dengan resolusi khas 0,5 – 1,0 m di dalam ruang selama 10 detik pada waktunya. Sistem kerja Envi-MET berdasarkan hukum dasar dinamika fluida dan termodinamika. Model simulasi meliputi aliran di sekitar dan di antara bangunan, proses pertukaran panas dan uap di permukaan tanah dan dinding, turbulensi, pertukaran parameter vegetasi, bioklimatologi, dan partikel disperse ([www.envi-met.com](http://www.envi-met.com)).