

# PENGARUH INTENSITAS BANGUNAN TERHADAP KUALITAS IKLIM MIKRO *CENTRAL BUSINESS DISTRICT* DI KOTA SURABAYA

(Studi Kasus Kawasan Tunjungan Dan Kawasan Jembatan Merah Kota Surabaya)

Aprilia Dwi Anggraeni, Chairul Maulidi, Wisnu Sasongko

Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota Fakultas Teknik Universitas Brawijaya  
Jalan Mayjen Haryono 167 Malang 65145 -Telp (0341)567886

Email: [apriildwiia@gmail.com](mailto:apriildwiia@gmail.com)

## ABSTRAK

Iklim mikro merupakan kondisi iklim yang mengkaji tentang gejala atmosfer skala kecil yang mempengaruhi suhu udara, kecepatan angin, dan kelembapan udara. Berkaitan dengan wilayah studi penelitian, sebagian besar pusat kota (CBD) di Kota Surabaya memiliki pola ruang kota yang terbagi menjadi pola ruang tradisional bekas kolonial Belanda di kawasan Jembatan Merah dan pusat kota (CBD) modern di kawasan Tunjungan. Pada penelitian ini dilakukan identifikasi intensitas bangunan mencakup karakteristik ketinggian bangunan, kepadatan bangunan, KDB, dan KLB dengan pembahasan melalui hasil survei primer. Sedangkan identifikasi kondisi iklim mikro pada dua CBD dilakukan dengan menggunakan program ENVI-met. Simulasi dilakukan berdasarkan pembagian blok tiap wilayah dengan jumlah sampel penelitian sebanyak 75 blok pada tiga kondisi waktu yaitu pagi (pukul 09:00), siang (pukul 12:00) dan sore (pukul 15:00). Sementara itu analisis pengaruh antar variabel dilakukan dengan menggunakan uji *Crosstab* dan *Spearman Correlation*. Hasil analisis korelasi antara intensitas bangunan dan iklim mikro menunjukkan adanya hubungan antar variabel dengan kekuatan hubungan lemah hingga sangat kuat. Hasil overlay menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara dua CBD, dimana Kawasan Tunjungan dengan pola ruang modern memiliki iklim mikro nyaman lebih banyak dibandingkan Kawasan Jembatan Merah yang memiliki pola CBD tradisional.

Kata kunci : intensitas bangunan, suhu udara, kelembapan udara, kecepatan angin, *Central Business District*

## ABSTRACT

*Microclimate is the climatic condition which studies about the small scale atmospheric phenomenon that affects air temperature, wind speed, and humidity. Related to the area of research in which most of the Central Business District (CBD) in Surabaya city has a corresponding pattern of urban space that is divided into the traditional configuration of the former Dutch colonial in Jembatan Merah area and modern downtown (CBD) in Tunjungan area. In this study, identifying the intensity of the building is conducted, including the characteristics of building height, building density, KDB and KLB with the discussion through a primary survey results. Whereas the identification of micro-climatic conditions in the two of CBD is conducted using ENVI-meth program. Simulation is conducted by the division of blocks each of the regions with the amount of research as much as 75 blocks on three conditions, those are in the morning (09:00), noon (12:00) and afternoon (15:00). Whereas the analyzes of the influence between variables is conducted by using the Crosstab test and Spearman Correlation. The results of the analysis of correlation between the intensity of buildings and microclimate indicate a relationship between variables with the intensity of the relationship from weak to very strong. Overlay result shows that there are differences between the two of CBD, where Tunjungan area with modern configuration have a comfortable micro-climate more than Jembatan Merah area that has a configuration of traditional CBD.*

*Keywords: building intensity, air temperature, humidity, wind speed, Central Business District*

## PENDAHULUAN

Perubahan iklim merupakan salah satu isu lingkungan yang mempengaruhi kehidupan di bumi. LAPAN (2002) mendefinisikan bahwa perubahan iklim merupakan perubahan rata-rata salah satu atau lebih elemen cuaca pada suatu daerah tertentu. Fenomena perubahan iklim tersebut diantaranya meliputi kenaikan suhu dan

permukaan laut serta beberapa fenomena alam lainnya yang terjadi di kawasan perkotaan maupun kawasan pinggiran. Menurut penelitian Mangiza (2011) perubahan iklim di wilayah perkotaan membawa dampak antara lain suhu yang lebih panas pada siang dan malam hari, peningkatan frekuensi angin, serta peningkatan gelombang dan permukaan air laut. Pada umumnya iklim dibagi menjadi dua yaitu iklim

makro dan iklim mikro. Iklim mikro merupakan iklim dalam ruang kecil yang dipengaruhi oleh beberapa unsur iklim antara lain suhu, kelembaban udara, angin, dan curah hujan pada suatu wilayah seluas beberapa kilometer persegi (Lakitan, 2002:47). Berdasarkan penelitian terkait iklim mikro yang dilakukan oleh Cahyani (1989) menunjukkan bahwa area yang didominasi oleh bangunan berdampak pada kenaikan suhu menjadi 33,4° C, sedangkan area dengan bangunan yang sedikit memiliki suhu 31,1° C. Selain itu, menurut Utomo (2009) pada waktu tertentu suhu udara dipengaruhi oleh jumlah kendaraan, kondisi bangunan, jumlah tumbuhan, dan angin. Iklim mikro juga dapat digunakan sebagai salah satu parameter perubahan dan pertumbuhan kota yang diyakini mempengaruhi kongnisi dan aktivitas penghuninya.

Secara dasar, menurut Carmona et al (2003) kawasan perkotaan mengacu pada layout (pola) *urban space* yang terbagi menjadi dua jenis yaitu pola tradisional dan modern. Morfologi perkotaan tradisional merupakan ruang kota dengan bagian konstituen dari bangunan sebagai blok perkotaan yang saling menyatu dan hanya terdapat sedikit ruang terbuka. Sedangkan morfologi modern merupakan konfigurasi ruang yang mendefinisikan bangunan yang berdiri bebas dimana bangunan terpisah dan terdapat ruang terbuka yang luas. Berkaitan dengan penelitian dan teori tersebut, peneliti menangkap kecenderungan yang sama mengenai wilayah penelitian dimana sebagian besar pusat kota (*Central Bussines District*) di Kota Surabaya memiliki pola *urban space* yang sesuai yaitu terbagi menjadi pola tradisional bekas kolonial Belanda dan pusat kota (CBD) dengan pola *urban space* modern.

Pola ruang di kawasan Jembatan Merah merupakan kawasan yang memiliki ciri-ciri ruang kota tradisional yang dicirikan oleh pola tatanan fisik bangunan yang rapat satu sama lain/ berdempetan tanpa jarak sama sekali dengan garis sempadan bangunannya = 0 (*close layout*) dan prosentase penggunaan lahannya diperkirakan mendekati angka 90% dari keseluruhan lahan kawasan. Sedangkan kondisi wilayah dengan fungsi pusat kota modern yang terbentuk pasca kemerdekaan di Kota Surabaya salah satunya terdapat pada kawasan Tunjungan dimana sebagai kawasan pemerintahan, perdagangan dan jasa, serta permukiman.

Penggunaan lahan di kawasan Tunjungan di dominasi pembangunan gedung ke arah vertikal sehingga menciptakan bangunan-bangunan pencakar langit dengan intensitas yang tinggi.

Berdasarkan kajian tersebut, tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kondisi iklim mikro dan intensitas bangunan pada dua *Central Bussines District* di Kota Surabaya yang berbeda yaitu kawasan Tunjungan dan kawasan Jembatan Merah. Hipotesa dalam penelitian ini bahwa kondisi bangunan yang berbeda pada pusat kota modern dan lama dapat berpengaruh terhadap iklim mikro perkotaan Surabaya sehingga dapat memperburuk kualitas kenyamanan aktivitas masyarakat dalam kawasan kota.

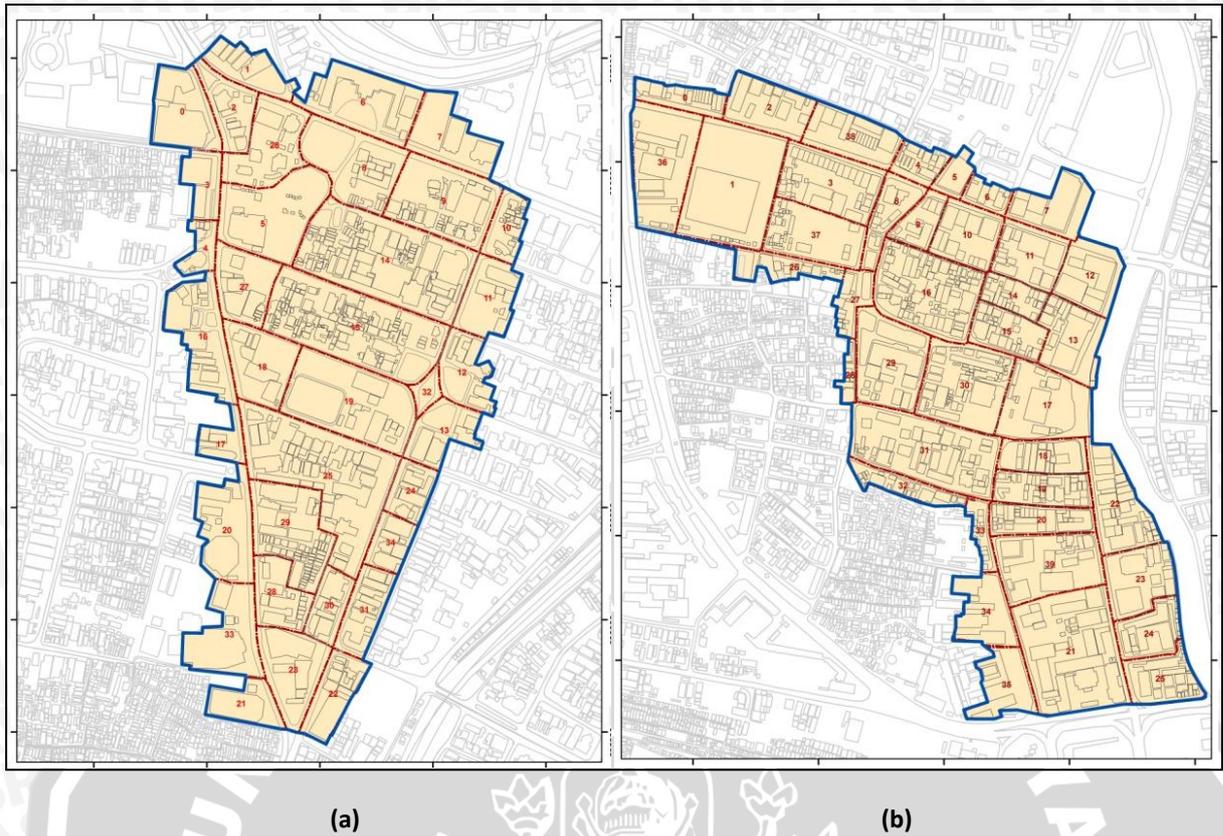
## METODE PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Wilayah studi merupakan dua pusat kota (*Central Bussines District*) di Kota Surabaya yang memiliki perbedaan pada bentuk dan struktur bangunan. Wilayah studi kawasan Tunjungan memiliki bentuk dan struktur bangunan modern sehingga memiliki intensitas bangunan yang berbeda pula dengan kawasan Jembatan Merah. Kawasan Jembatan Merah merupakan pusat kota di Surabaya yang terbentuk pada masa kolonial dan memiliki fungsi kota yang sama dengan kawasan Tunjungan yaitu pusat pemerintahan dan pelayanan umum, perkantoran, jasa serta perdagangan. Untuk mempermudah pembatasan kawasan studi, maka batas wilayah studi didasarkan pada batasan fisik jalan. Pada kawasan Tunjungan lokasi penelitian merupakan kawasan segitiga emas Tunjungan yang meliputi Jalan Pemuda, Jalan P.B. Sudirman, dan Jalan Basuki Rahmat. Sementara itu, batasan pada kawasan Jembatan Merah meliputi Jalan Rajawali, Jalan Veteran, Jalan Krembangan, Jalan Krembangan Makam, dan Jalan Kepanjen. Pemilihan dua wilayah studi *Central Bussines District* di Kota Surabaya menjadi pertimbangan tersendiri dimana selain untuk mengetahui hubungan intensitas bangunan terhadap kualitas iklim mikro, peneliti juga dapat mengetahui perbandingan kualitas iklim mikro pada kedua wilayah *Central Bussines District* yang berbeda (Gambar 1).

### Metode Penelitian

Penelitian yang berjudul Pengaruh Intensitas Bangunan terhadap Kualitas Iklim dilakukan dengan mengambil data secara primer



**Gambar 1.** Lokasi Penelitian dan pembagian sampel: a) Kawasan Tunjungan; b) Kawasan Jembatan Merah

dan sekunder. Survei primer dilakukan untuk mengambil data primer dengan cara wawancara, kuisisioner, dan observasi. Sedangkan survei sekunder dilakukan untuk mengambil data di instansi-instansi terkait dengan dokumen perencanaan, masterplan, dan kebijakan tata ruang.

Pengambilan sampel ditujukan untuk masing-masing kawasan *Central Business District* yang menjadi objek penelitian. Untuk mempermudah perhitungan maka kawasan penelitian dibagi menjadi beberapa blok dengan batasan blok berupa jalan, sehingga diperoleh jumlah blok yaitu 35 blok pada kawasan Tunjungan. Sedangkan kawasan CBD Jembatan Merah terbagi menjadi 40 blok. Jumlah sampel penelitian tersebut juga disesuaikan dengan jumlah minimal analisis yang akan digunakan yaitu analisis *Crosstab* minimal 30 sampel.

**Tahapan Penelitian**

Tahapan-tahapan analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah berawal dari identifikasi intensitas bangunan pada dua CBD. Sedangkan iklim mikro di analisis menggunakan permodelan ENVI-met dengan pembagian blok berdasarkan kondisi tiga waktu, antara lain: pagi

(pukul 09.00); siang (pukul 12:00); dan sore (pukul 15.00). Setelah itu dilakukan overlay dari hasil intensitas bangunan dengan iklim mikro.

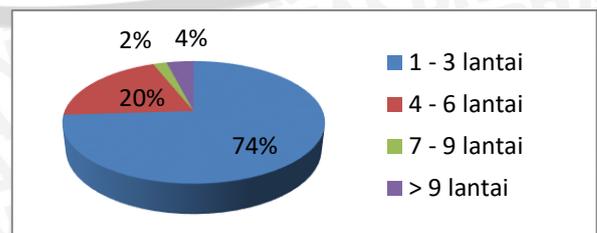
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Identifikasi Karakteristik Ketinggian Bangunan**

Berdasarkan Peraturan Rencana Detail Tata Ruang Kota Surabaya Tahun 2011 UP Tunjungan maka ketinggian bangunan dikelompokkan menjadi 5 klasifikasi, antara lain:

1. Ketinggian bangunan 1 – 3 lantai;
2. Ketinggian bangunan 4 – 6 lantai;
3. Ketinggian bangunan 7 – 9 lantai; dan
4. Ketinggian bangunan > 9 lantai;

Berikut prosentase yang menunjukkan klasifikasi ketinggian bangunan di kawasan Tunjungan (Gambar 2).



**Gambar 2.** Prosentase ketinggian bangunan di kawasan Tunjungan



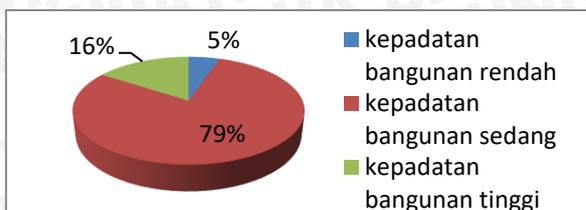
Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa sebanyak 74% ketinggian bangunan kawasan Tunjungan merupakan gedung dengan ketinggian rendah yang didominasi bangunan tiga lantai. Peruntukan ketinggian bangunan yang rendah adalah bangunan maksimum 4 lantai seperti: perkantoran dan permukiman. Selain itu, di Kawasan Tunjungan terdapat bangunan dengan ketinggian maksimum 24 lantai dimana bangunan tersebut termasuk dalam kategori bangunan tinggi dengan fungsi bangunan sebagai perkantoran dan apartemen.

Berdasarkan perhitungan analisa kawasan Jembatan Merah sebesar 100% didominasi bangunan rendah dengan ketinggian 1-3 lantai. Sementara bangunan dengan ketinggian lebih dari 3 lantai hanya berjumlah 2 bangunan. Tinggi bangunan antara 1 - 3 lantai didominasi untuk fungsi peruntukan bangunan sebagai perdagangan dan jasa seperti ruko dan bangunan perkantoran yang antara lain berada di sepanjang koridor Jalan Indrapura, Jalan Rajawali, Jalan Jembatan Merah, dan Jalan Veteran. Sedangkan tinggi bangunan diatas 3 lantai didominasi untuk fungsi peruntukan bangunan sebagai bangunan perdagangan dan jasa seperti Jembatan Merah Plaza, Ibis Hotel dan beberapa bangunan perkantoran lainnya di sepanjang koridor Jalan Rajawali.

#### Identifikasi Karakteristik Kepadatan Bangunan

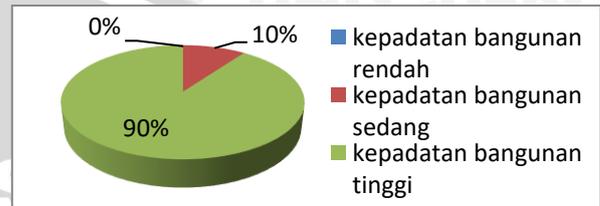
Identifikasi kepadatan bangunan dihitung dengan cara mengukur tiap masing-masing blok pada satu kawasan Tunjungan per hektar, kemudian dihitung jumlah bangunan untuk mendapatkan besarnya angka kepadatan bangunan. Berdasarkan perhitungan analisa pada kawasan penelitian diperoleh klasifikasi kepadatan bangunan antara lain:

1. Kepadatan bangunan rendah ( 2 – 17 bangunan per hektar)
2. Kepadatan bangunan sedang ( 18 – 33 bangunan per hektar)
3. Kepadatan bangunan tinggi ( 34 – 49 bangunan per hektar)



**Gambar 3.** Prosentase kepadatan bangunan di kawasan Tunjungan

Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa sebanyak 79% kawasan Tunjungan merupakan kawasan dengan kepadatan bangunan sedang. Tingkat kepadatan yang rendah pada Kawasan Tunjungan didukung oleh ketersediaan lahan yang masih luas. Selain itu, blok bangunan satu dengan bangunan yang lain tidak menyatu atau terlihat menonjol, sehingga tiap bangunan di Kawasan Tunjungan masih terpisah atau bangunan *free standing*.



**Gambar 4.** Prosentase kepadatan bangunan di kawasan Jembatan Merah

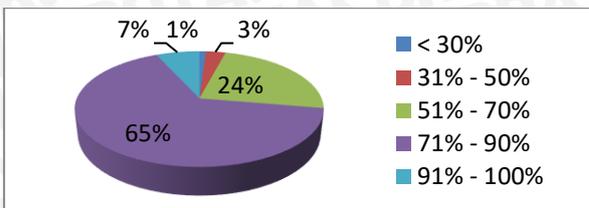
Berbeda dengan kawasan Tunjungan, kawasan Jembatan Merah memiliki kepadatan bangunan tinggi yang lebih banyak yakni dengan prosentase 90%. Kepadatan bangunan yang tinggi ditunjukkan dengan ketersediaan lahan yang semakin sedikit, sehingga bangunan pada tiap blok cenderung saling berdempetan, hingga tidak menyisakan garis sempadan bangunan. Hal tersebut berpengaruh terhadap penyediaan ruang terbuka dan sehingga mempengaruhi kualitas iklim mikro kawasan.

#### Identifikasi Karakteristik Koefisien Dasar Bangunan

Koefisien dasar bangunan (KDB) merupakan perbandingan antara luas lahan dengan luas lantai dasar bangunan dengan luas kavling dikali 100%. Berdasarkan hasil survei primer yang telah dilakukan di kawasan Tunjungan, dapat dilihat untuk klasifikasi KDB mengacu pada RDTRK UP Tunjungan Kota Surabaya Tahun 2011 dimana variasi KDB pada wilayah perencanaan terbagi menjadi berikut:

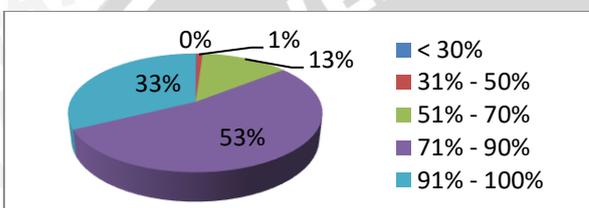
1. Bangunan dengan KDB 91% – 100%;
2. Bangunan dengan KDB 71% – 90%;
3. Bangunan dengan KDB 51% – 70%;
4. Bangunan dengan KDB 31% – 50%; dan
5. Bangunan dengan KDB <30%;

Berikut hasil prosentase yang menunjukkan bahwa bangunan pada kawasan Tunjungan memiliki variasi KDB tinggi dan sedang (Gambar 5).



**Gambar 5.**Prosentase nilai KDB di kawasan Tunjungan

KDB tinggi dengan nilai prosentase antara 71% - 90 % mendominasi sebagian besar lahan di kawasan Tunjungan. Peruntukan bangunan KDB tinggi sebagai kegiatan perdagangan dan jasa yang terdapat di koridor Jalan Basuki Rahmat, Jalan Pemuda, dan Jalan Panglima Sudirman. Sementara itu, KDB sedang dengan nilai 30% - 60 % merupakan bangunan dengan peruntukan sebagai fasilitas umum dan permukiman.



**Gambar 6.**Prosentase nilai KDB di kawasan Jembatan Merah

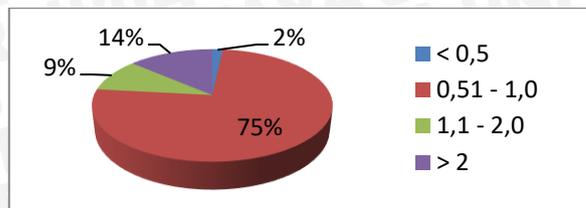
Secara keseluruhan kondisi KDB di kawasan Jembatan Merah memiliki nilai KDB antara 71% – 90 %. Berdasarkan Gambar 6. sebanyak 53% bangunan yang termasuk kategori KDB 71 – 90 % antara lain: kompleks perkantoran di sekitar Jalan Jembatan Merah, kompleks perkantoran Polwittabes Kota Surabaya di Jalan Sikatan, dan kegiatan permukiman padat di sekitar Jalan Krembangan.

**Identifikasi Karakteristik KLB**

KLB di wilayah studi dipengaruhi oleh luasan lantai keseluruhan dan luas lahan yang ada. Berdasarkan RDTR Kota Surabaya Tahun 2011, KLB di kawasan Tunjungan di klasifikasikan menjadi 4 antara lain:

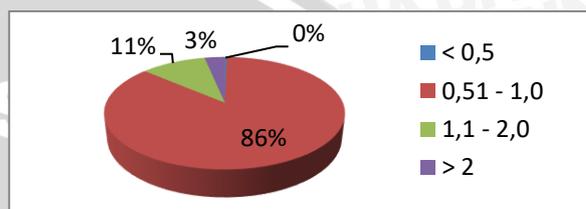
1. Blok peruntukan bangunan dengan KLB < 0,5
2. Blok peruntukan bangunan dengan KLB 0,51 – 1,0
3. Blok peruntukan bangunan dengan KLB 1,1 – 2,0
4. Blok peruntukan bangunan dengan KLB > 2

Berikut prosentase KLB pada kawasan Tunjungan (Gambar 7)



**Gambar 7.**Prosentase nilai KLB di kawasan Tunjungan

Berdasarkan Gambar 7 bangunan di kawasan Tunjungan masih memenuhi batasan KLB maksimal pada suatu kawasan yaitu sebesar 75% memiliki nilai KLB 0,51 – 1,0.



**Gambar 8.**Prosentase nilai KLB di kawasan Jembatan Merah

Berdasarkan Gambar 8 bangunan di kawasan Jembatan Merah didominasi oleh bangunan rendah 1-2 lantai sehingga nilai KLB yang dihasilkan pada perhitungan (Lampiran 1) merupakan KLB rendah dengan nilai 0,51 – 1,0

**Identifikasi Iklim Mikro di Central Business District Kota Surabaya**

Kondisi iklim mikro pada wilayah perencanaan tidak jauh berbeda dengan kondisi iklim makro Surabaya Pusat pada umumnya.

**Tabel 1. Iklim UP. Tanjung Perak**

Unsur Iklim	UP. Tanjung Perak
Suhu maksimum (°C)	33,8
Suhu rata-rata (°C)	27,8
Suhu Minimum (°C)	22,6
Kelembapan maksimum (%)	96
Kelembapan rata-rata (%)	75
Kelembapan minimum (%)	43
Lama penyinaran surya (%)	74
Kecepatan angin rata-rata (Knots)	4,6

Sumber: Stasiun Klimatologi Tanjung Perak

Kondisi iklim makro tersebut berbeda dengan kondisi iklim mikro yang ada di kawasan penelitian. Pada penelitian ini untuk menganalisis kondisi iklim mikro di *Central Business District* yaitu dengan menggunakan *software* ENVI-met 3.1 Beta 5. Simulasi dilakukan berdasarkan pembagian grid tiap wilayah yang disesuaikan dengan skala mikro. Terdapat dua kawasan CBD yang menjadi objek simulasi yaitu



kawasan Tunjungan dan kawasan Jembatan Merah. Penentuan tanggal simulasi di wilayah studi berdasarkan catatan suhu terpanas dalam satu tahun yaitu tanggal 21 Oktober 2015 dengan suhu mencapai 36,7 °C. Simulasi pada dua kawasan CBD yang berbeda menggunakan parameter yang sama untuk memudahkan hasil analisa simulasi (Tabel 2).

**Tabel 2. Input Data Konfigurasi Model ENVI-met**

Model parameter	Model value
Tanggal simulasi	21.10.2015
Waktu mulai	09:00
Durasi simulasi (jam)	6h ( 9am; 12pm; 3pm )
Temperatur udara (K)	310°K
Kecepatan angin (m/s)	3 m/s
Arah angin	270 (West)
Kelembapan relatif diatas 2 m (%)	60%

Input data pada Tabel 2 diperoleh berdasarkan data sekunder dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Stasiun Juanda. Input data tersebut digunakan sebagai input dasar untuk mengukur iklim mikro berupa suhu udara, kelembapan udara, dan menentukan kecepatan angin pada tanggal dan waktu yang telah ditentukan.

**Tabel 3. Input Data Area pada Simulasi ENVI-met**

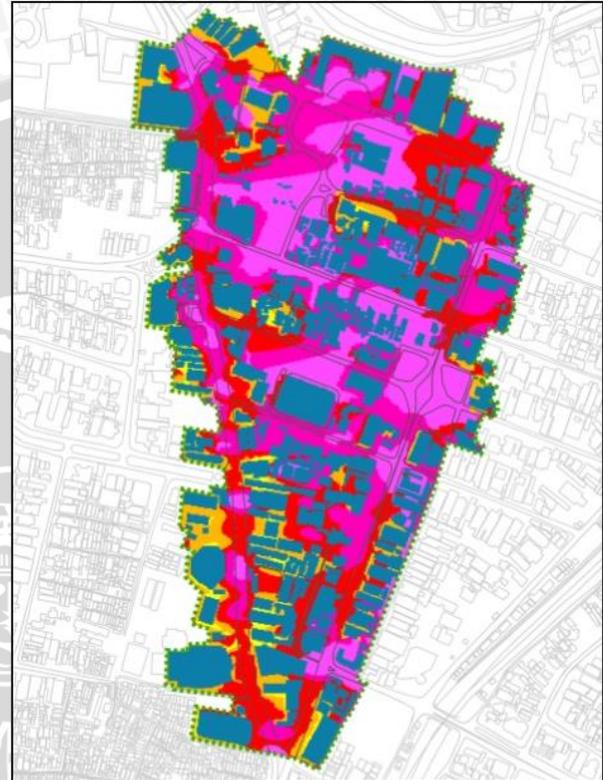
Model parameter	Model value
Dimensi	150 x 150 x 25 grids
Ukuran grid tiap baris (dalam meter)	dx=2; dy=2; dz=5
Lokasi 1	Kawasan CBD Tunjungan
Lokasi 2	Kawasan CBD Jembatan Merah

Area simulasi ENVI-met mengacu pada jumlah grid dimana batasan grid maksimal untuk tiap simulasi yaitu 250x250x30 dalam meter. ENVI-met merupakan *software* pengukuran iklim mikro dengan ketentuan skala mikro sehingga ketinggian bangunan (sumbu z) dalam area simulasi dibatasi maksimal 35 grid.

**Identifikasi Suhu Udara**

Terdapat tiga waktu pengamatan suhu udara yaitu pada pukul 09.00 WIB, pukul 12:00 WIB, dan pukul 15:00 WIB. Berikut ini salah satu hasil simulasi suhu udara pada pukul 09:00 WIB. Pada kawasan Tunjungan terdapat suhu minimum sebesar 28,22 °C dan suhu maksimum sebesar 30,68 °C. Sedangkan pada kawasan Jembatan Merah suhu minimum menunjukkan angka 29,65 °C dan suhu maksimum mencapai 31,71 °C. Dari dua wilayah tersebut dapat diketahui bahwa kawasan Jembatan Merah

memiliki suhu yang lebih tinggi dibandingkan kawasan Tunjungan dengan perbedaan suhu 1,40°C. Berikut ini peta persebaran suhu udara di kawasan Tunjungan dan kawasan Jembatan Merah pukul 09:00 WIB berdasarkan simulasi ENVI-met (Gambar 10 dan Gambar 11).



**Gambar 10.**Persebaran suhu udara pukul 09:00 di kawasan Tunjungan



**Gambar 11.**Persebaran suhu udara pukul 09:00 di kawasan Jembatan Merah

**Tabel 4. Karakteristik suhu udara pukul 09:00 berdasarkan simulasi ENVI-met**

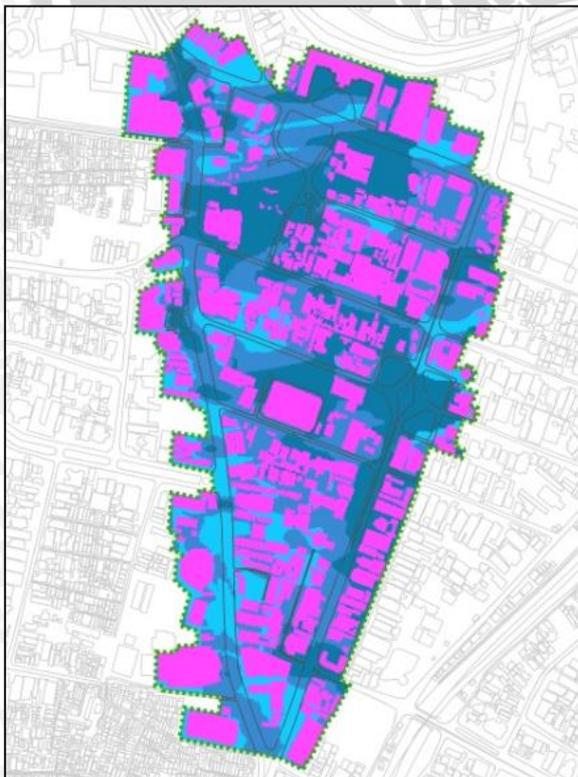
Parameter	Kawasan	Kawasan
	Tunjungan	Jembatan Merah
Suhu warna kuning (28,14 – 28,89 oC)	76921 m <sup>2</sup> (27%)	0 m <sup>2</sup> (0%)
Suhu warna orange (28,90 – 29,65 oC)	94488 m <sup>2</sup> (34%)	1066 m <sup>2</sup> (1%)
Suhu warna merah (29,66 – 30,41 oC)	76657 m <sup>2</sup> (27%)	41624 m <sup>2</sup> (25%)
Suhu warna pink gelap (30,42 – 31,17 oC)	29830 m <sup>2</sup> (11%)	46026 m <sup>2</sup> (28%)
Suhu warna ungu (> 31,18oC)	2017 m <sup>2</sup> (1%)	78256 m <sup>2</sup> (47%)
Suhu rata-rata	29,20 oC	30,60 oC
Suhu minimum	28,22 oC	29,65 oC
Suhu maksimum	30,68 oC	31,71 oC
Standar suhu udara (SNI T 03-6572-2001)		
• Suhu nyaman (20,5 – 27,1 °C)	Tidak ada	Tidak ada
• Suhu tidak nyaman (> 27,1°C)	Ada	Ada

Sumber: Hasil Analisis, 2016

**Identifikasi Kelembapan Udara**

Menurut Handoko (1995) kelembapan relatif udara dipengaruhi oleh suhu udara dan tidak berlaku sebaliknya.

Terdapat tiga waktu pengamatan kelembapan udara yaitu pada pukul 09.00 WIB, pukul 12:00 WIB, dan pukul 15:00 WIB. Berikut ini peta persebaran kelembapan udara pada pukul 09:00 WIB (Gambar 12 dan Gambar 13).

**Gambar 12.**Persebaran kelembapan udara pukul 09:00 di kawasan Tunjungan**Gambar 13.**Persebaran kelembapan udara pukul 09:00 di kawasan Jembatan Merah**Tabel 5. Karakteristik kelembapan udara pukul 09:00 berdasarkan simulasi ENVI-met**

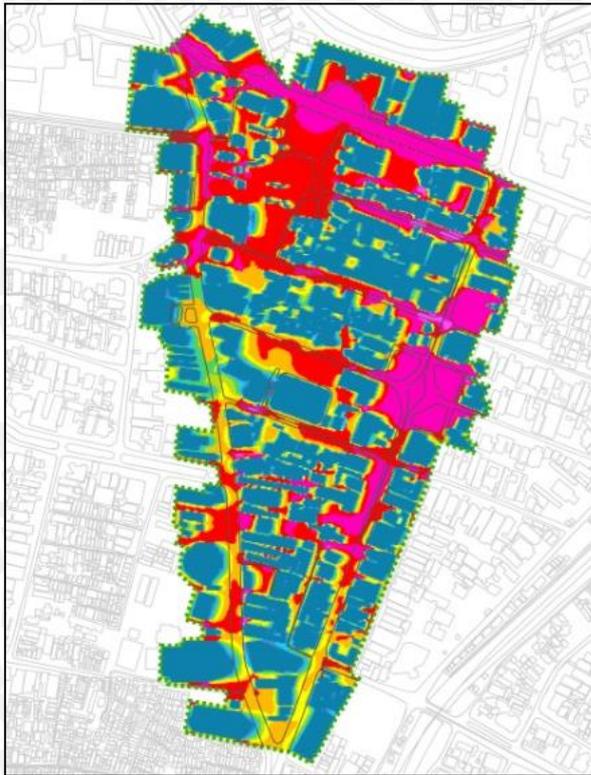
Parameter	Kawasan Tunjungan	Kawasan Jembatan Merah
Area biru tua (< 79,54 %)	22064 m <sup>2</sup> (26%)	6781 m <sup>2</sup> (12%)
Area biru toska (79,55 – 81,36 %)	36729 m <sup>2</sup> (43%)	29548 m <sup>2</sup> (54%)
Area biru muda (81,37 – 83,18 %)	26375 m <sup>2</sup> (31%)	17899 m <sup>2</sup> (33%)
Kelembapan udara rata-rata	82 %	82,01 %
Kelembapan udara minimum	80,76%	79,78%
Kelembapan udara maksimum	83,01%	82,59%
Standar Kenyamanan termal Indonesia SNI T 14-1993-03		
Kondisi nyaman (50 – 80 %)	Ada	Ada
kondisi tidak nyaman (< 50 %)	Ada	Ada

Sumber: Hasil Analisis, 2016

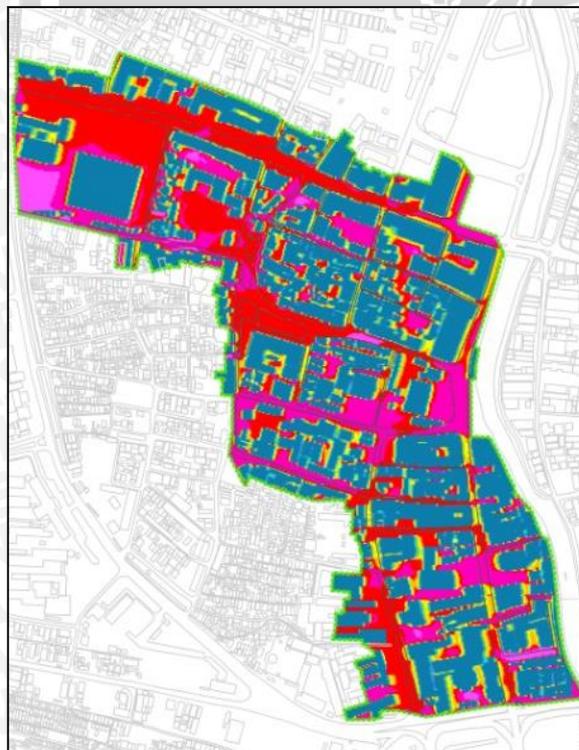
Nilai kelembapan udara relatif dipengaruhi berbagai faktor, diantaranya adalah tingkat ketersediaan bahan penguap, suhu udara, dan radiasi matahari.

**Identifikasi Kecepatan Angin**

Terdapat tiga waktu pengamatan kecepatan angin yaitu pada pukul 09.00 WIB, pukul 12:00 WIB, dan pukul 15:00 WIB. Berikut ini salah satu perhitungan kecepatan angin pada pukul 09:00 WIB.



**Gambar 14.**Persebaran kecepatan angin pukul 09:00 di kawasan Tunjungan



**Gambar 15.**Persebaran kecepatan angin pukul 09:00 di kawasan Jembatan Merah

Parameter	Kawasan Tunjungan	Kawasan Jembatan Merah
(< 0,24 m/s)		
Area biru tosca (0,25 – 0,48 m/s)	2980 m <sup>2</sup> (3%)	648 m <sup>2</sup> (1%)
Area biru muda (0,49 – 0,72 m/s)	4981 m <sup>2</sup> (6%)	922 m <sup>2</sup> (2%)
Area hijau tua (0,73 – 0,95 m/s)	7674 m <sup>2</sup> (9%)	1367 m <sup>2</sup> (3%)
Area hijau muda (0,96 – 1,19 m/s)	5906 m <sup>2</sup> (7%)	1607 m <sup>2</sup> (3%)
Area warna kuning (1,20 – 1,43 m/s)	18394 m <sup>2</sup> (22%)	4731 m <sup>2</sup> (9%)
Area warna orange (1,44 – 1,67 m/s)	13752 m <sup>2</sup> (16%)	31633 m <sup>2</sup> (58%)
Area warna merah (1,68 – 1,91 m/s)	17215 m <sup>2</sup> (20%)	5413 m <sup>2</sup> (10%)
Area warna pink gelap (1,92 – 2,15 m/s)	13379 m <sup>2</sup> (16%)	7869 m <sup>2</sup> (15%)
Area warna ungu (> 2,16 m/s)	26 m <sup>2</sup> (0%)	0 m <sup>2</sup> (0%)
Kecepatan angin rata-rata	0,91 m/s	1,38 m/s
Kecepatan angin minimum	0,22 m/s	0,54 m/s
Kecepatan angin maksimum	1,83 m/s	1,96 m/s
Standar kecepatan angin Carmona (2003)		
Kecepatan angin tenang (0 – 1,5 m/s)	Ada	Ada
Kecepatan angin ringan (1,6 – 3,3 m/s)	Ada	Ada

Sumber: Hasil Analisis, 2016

Dalam hal ini, jika dilihat secara keseluruhan, penurunan kelembapan berlangsung sejak pukul 09.00 hingga pukul 15.00 WIB dan mengalami anti klimaks pada pukul 12:00 WIB pada kawasan Jembatan Merah. Berdasarkan penelitian sebelumnya (Handoko, 1995), menyatakan bahwa hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain ketersediaan bahan penguap, suhu udara, dan radiasi matahari. Kelembapan udara relatif meningkat pada sore hari karena dengan menurunnya suhu udara, kapasitas menampung uap air semakin rendah yang mengakibatkan udara semakin cepat jenuh, sehingga memicu terjadinya kondensasi.

Selain itu, dalam penelitiannya Tjasjono (1999:18) menjelaskan bahwa ketiga unsur iklim mikro saling berkaitan dimana kelembapan udara menjadi penting saat suhu udara mendekati atau melampaui ambang batas daerah kenyamanan termal dan kelembapan udara mencapai lebih dari 70% atau kurang dari 30%. Oleh karena itu, untuk menganalisa kenyamanan termal pada kawasan studi maka dibutuhkan alat analisa kenyamanan termal yang dapat mengkaitkan pengaruh ketiga unsur iklim mikro dalam satu kondisi.

**Tabel 6.** Karakteristik kecepatan angin pukul 09:00 berdasarkan simulasi ENVI-met

Parameter	Kawasan Tunjungan	Kawasan Jembatan Merah
Area biru tua	687 m <sup>2</sup> (1%)	0 m <sup>2</sup> (0%)

### Analisis Korelasi Iklim Mikro Kawasan *Central Business District*

Analisis *crosstab* dilakukan untuk mengetahui korelasi antara variabel intensitas bangunan terhadap iklim mikro.

**Tabel 7. Skala Ordinal Analisis *Crosstab***

Variabel	Skala Ordinal		
	1 = "Rendah"	2 = "Sedang"	3 = "Tinggi"
KDB	< 30%	30% - 60%	60.% - 100%
Ketinggian bangunan	1- 4 lantai	5 - 8 lantai	>8 lantai
Kepadatan bangunan	2 - 17 unit/ha	18 - 33 unit/ha	34 - 49 unit/ha
KLB	0,3 - 0,5	0,51 - 2,0	>2,0
Suhu udara	28,13 °C - 29,14 °C	29,15 °C - 30,16 °C	30,17 °C - 31,18 °C
Kecepatan angin	0,22 - 0,86 m/s	0,87 - 1,51 m/s	1,52 - 2,16 m/s
Kelembapan udara	79,54 - 80,75 %	80,76 - 81,97 %	81,98 - 83,19%

Berdasarkan Tabel 7 data dirubah menjadi ordinal kemudian dilakukan analisis *Crosstab* menggunakan *software* SPSS 16.0. Hasil analisis dilihat berdasarkan nilai *Chi-square* dan *Contingency Coefficient* (kekuatan hubungan) apakah memenuhi hipotesis atau tidak. Berdasarkan analisis SPSS diketahui kesimpulan hasil korelasi pada dua kawasan bahwa intensitas bangunan berpengaruh terhadap ketiga unsur iklim mikro (suhu udara, kelembapan udara, dan kecepatan angin). Semakin tinggi suatu bangunan maka kecepatan angin yang dirasakan atau berhembus dibawah bangunan semakin rendah atau semakin tenang. Selain itu, semakin tinggi bangunan maka suhu udara yang dirasakan juga rendah. Hal tersebut sesuai dengan kondisi bangunan di kawasan Jembatan Merah yang cenderung ketinggian rendah sehingga intensitas sinar matahari yang diterima semakin banyak dan bangunan yang tertutupi oleh bangunan sekitarnya juga sedikit.

### Analisis Kenyamanan Termal

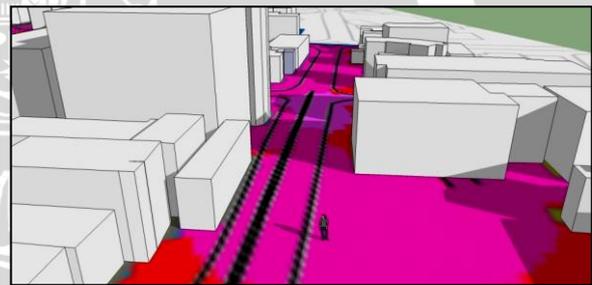
Berikut kategori kenyamanan berdasarkan diagram Olgay:

1. Nyaman : kondisi suhu rendah < 30 °C, memiliki kecepatan angin 0,5 - 3,5 m/s, dan kelembapan udara yang tinggi (60% - 80%)
2. Agak nyaman : kondisi suhu tinggi > 30 °C, memiliki kecepatan angin 0,5 - 3,5 m/s, dan kelembapan udara yang tinggi (60% - 80%)
3. Tidak nyaman : kondisi suhu tinggi > 30 °C, memiliki kecepatan angin < 0,5 m/s, dan kelembapan udara yang rendah < 60%

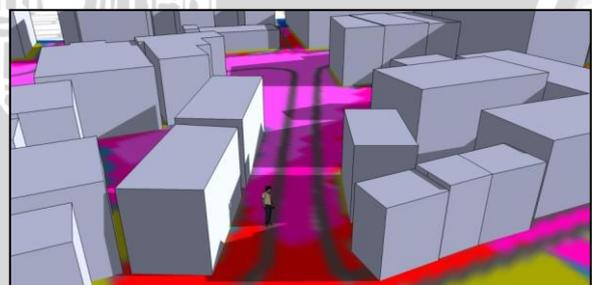
### Overlay intensitas bangunan dengan kenyamanan termal pukul 09:00 WIB

Pada pukul 09:00 WIB seluruh kawasan penelitian memiliki kenyamanan termal yang berbeda. Pada kawasan Tunjungan memiliki blok zona nyaman sebanyak 57%, sedangkan sisanya 43% merupakan zona agak nyaman. Pada zona agak nyaman tersebut, pejalan kaki masih merasakan kenyamanan walaupun suhu udara termasuk suhu tinggi yaitu > 30°C, hal itu disebabkan terbantu oleh pergerakan angin yang tinggi yaitu antara 0,5 - 3,5 m/s.

Sementara itu analisa pada kawasan Jembatan Merah, menunjukkan bahwa hanya sedikit kawasan yang termasuk kategori nyaman. Masyarakat maupun pejalan kaki cenderung merasakan iklim mikro dengan kategori agak nyaman, karena suhu udara di Kawasan Jembatan Merah cenderung lebih tinggi dibandingkan kawasan Tunjungan (Gambar 16 dan Gambar 17).



**Gambar 16.** Simulasi 3D Intensitas Bangunan terhadap Kenyamanan Termal pukul 09:00 di kawasan Tunjungan

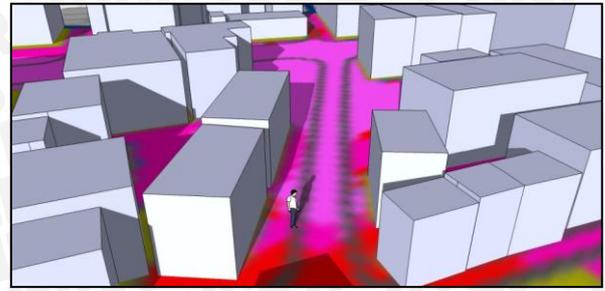


**Gambar 17.** Simulasi 3D Intensitas Bangunan terhadap Kenyamanan Termal pukul 09:00 di kawasan Jembatan Merah

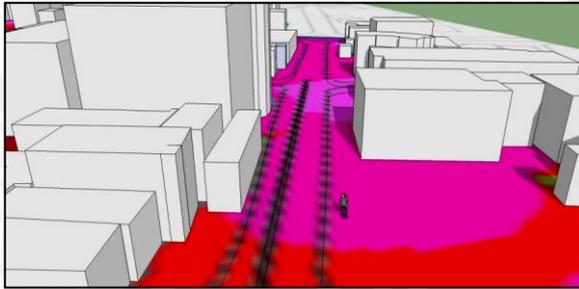
### Overlay intensitas bangunan dengan kenyamanan termal pukul 12:00 WIB

Pada pukul 12:00 WIB seluruh kawasan penelitian memiliki kenyamanan termal yang berkurang dibandingkan pada pukul 09:00 WIB. Pada kawasan Tunjungan memiliki area zona

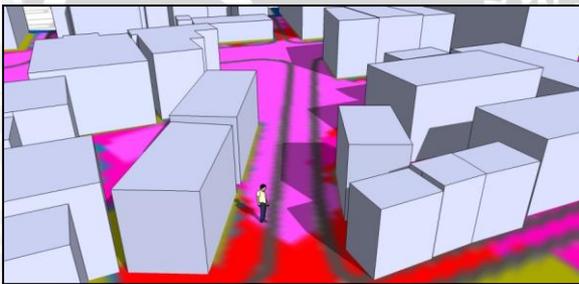
nyaman yang jumlahnya sedikit yaitu 20%, sedangkan sisanya 80% lebih besar merupakan zona agak nyaman. Sedangkan pada kawasan Jembatan Merah tidak terdapat area dengan kategori nyaman. Sehingga dalam rencana penataan ruang di kedua kawasan CBD dibutuhkan penambahan vegetasi untuk mengatasi ketidaknyamanan termal kawasan (Gambar 18 dan Gambar 19).



**Gambar 21.** Simulasi 3D Intensitas Bangunan terhadap Kenyamanan Termal pukul 15:00 di kawasan Jembatan Merah



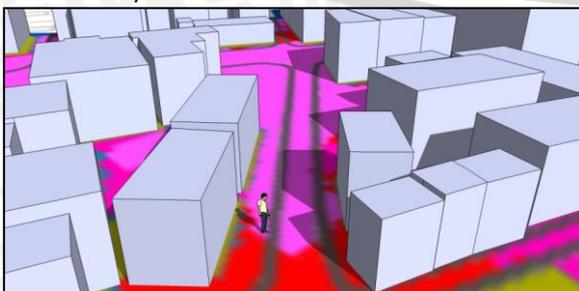
**Gambar 18.** Simulasi 3D Intensitas Bangunan terhadap Kenyamanan Termal pukul 12:00 di kawasan Tunjungan



**Gambar 19.** Simulasi 3D Intensitas Bangunan terhadap Kenyamanan Termal pukul 12:00 di kawasan Jembatan Merah

#### **Overlay intensitas bangunan dengan kenyamanan termal pukul 15:00 WIB**

Pada pukul 15:00 WIB seluruh kawasan penelitian mengalami peningkatan kenyamanan termal yang dibandingkan pada pukul 12:00 WIB. Pada kawasan Tunjungan memiliki area zona nyaman sebanyak 34%, sedangkan pada kawasan Jembatan Merah secara keseluruhan memiliki zona agak nyaman (Gambar 20 dan Gambar 21).



**Gambar 20.** Simulasi 3D Intensitas Bangunan terhadap Kenyamanan Termal pukul 15:00 di

Berdasarkan hasil analisis sebelumnya mengenai kenyamanan termal dibutuhkan solusi perancangan khusus agar suatu kawasan tetap dalam kondisi nyaman walaupun siang hari. Pada hasil penelitian tidak hanya dibutuhkan pergerakan angin sebagai penyejuk kawasan, namun juga dibutuhkan pemaksimalan peneduhan. Peneduhan dengan bangunan sulit dicapai karena posisi matahari tinggi sehingga ada waktu tertentu dimana pembayangan matahari menjadi maksimal. Berdasarkan simulasi 3D (Gambar 16 dan Gambar 18), diperoleh pembayangan maksimal yakni terjadi pada pagi dan sore hari. Sedangkan radiasi tertinggi rata-rata pada jam 11-12 siang.

Pada gambar simulasi, bangunan yang menjadi objek simulasi adalah bangunan yang terletak di sisi barat dan timur. Oleh karena itu, frekuensi pembayangan menghasilkan beberapa zona kenyamanan termal. Pada pukul 09.00 WIB (Gambar 16), radiasi matahari menyinari permukaan bangunan sehingga menaungi atau menahan panas bagian dalam tapak dan menghasilkan suhu udara yang rendah (zona nyaman). Sedangkan pada gambar simulasi 3D pada kawasan Tunjungan atau Kawasan Jembatan Merah pukul 12:00 WIB (Gambar 17), diketahui prosentase luas bayangan yang terbentuk hanya sedikit dan tidak maksimal, sehingga saran peneliti apabila ingin mencapai zona nyaman perlu didukung peneduhan dengan pohon pada ruang terbuka.

#### **KESIMPULAN DAN SARAN**

##### **Kesimpulan**

Dari hasil uji penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat perbedaan antara dua CBD, dimana kawasan Tunjungan memiliki zona dengan kategori nyaman lebih banyak dibandingkan kawasan Jembatan Merah.

2. Berdasarkan analisis korelasi diketahui bahwa keempat sub variabel intensitas bangunan (ketinggian bangunan, kepadatan bangunan, KDB, dan KLB) memiliki pengaruh terhadap suhu udara, kecepatan angin dan kelembapan udara. Adapun korelasi yang dihasilkan antara lain: semakin tinggi bangunan dan KLB maka semakin rendah suhu dan kecepatan angin, sedangkan semakin tinggi bangunan dan KLB maka semakin tinggi kelembapan udaranya. Selain itu, semakin tinggi KDB dan kepadatan suatu area bangunan maka semakin tinggi suhu udara dan kecepatan angin, namun jika kepadatan bangunan dan KDB rendah maka kondisi kelembapan udara yang meningkat.
3. Selain intensitas bangunan terdapat faktor lainnya yang mempengaruhi kenyamanan termal pada kawasan CBD antara lain: ketersediaan vegetasi, jumlah kendaraan, intensitas pencahayaan matahari, dan material bangunan.
4. Hasil *overlay* antara intensitas bangunan dan iklim mikro menghasilkan karakter morfologi kota pada *Central Business District* di Kota Surabaya. Berikut ini beberapa karakter morfologi kota yang menunjukkan zona nyaman antara lain:
  - a. Kawasan dengan ketinggian bangunan rendah, kepadatan bangunan sedang, KDB tinggi, dan KLB rendah;
  - b. Kawasan dengan ketinggian bangunan rendah, kepadatan bangunan sedang, KDB sedang, dan KLB sedang;
  - c. Kawasan dengan ketinggian bangunan rendah, kepadatan bangunan sedang, KDB tinggi, dan KLB tinggi;
  - b. penelitian iklim mikro dan intensitas bangunan dengan data empiris lapangan (survei primer) dan melibatkan pengaruh variabel material bangunan terhadap iklim mikro di *Central Business District*.
  - c. Unit penelitian tidak menggunakan grid karena batasan untuk mengetahui persebaran iklim mikro kurang jelas, sementara jika menggunakan blok dapat diketahui pengaruhnya berdasarkan batasan fisik jalan.
  - d. Program ENVI-met memiliki *fiture* sangat lengkap untuk mengukur iklim mikro secara tidak langsung, namun
- d. Kawasan dengan ketinggian bangunan rendah, kepadatan bangunan sedang, KDB sedang, dan KLB rendah;

### Saran

Dari hasil temuan analisis yang spesifik di atas, akan menjadi dasar pengajuan rekomendasi yang berguna sebagai titik tolak perancangan *Urban Design* di Kota Surabaya. Adapun hal-hal penting yang perlu diperhatikan adalah :

1. Pada kawasan Jembatan Merah perlu dilakukan ketetapan aturan intensitas bangunan dalam Rencana Tata Bangunan dan Lingkungan bagi bangunan baru maupun bangunan lama yang direnovasi, seperti peraturan KDB, garis sempadan, dan ketinggian bangunan guna memperbaiki kondisi iklim mikro kawasan.
2. Pada kawasan Jembatan Merah perlu dilakukan penambahan vegetasi untuk menurunkan suhu dan mengatur kecepatan angin agar tetap nyaman dirasakan pengguna jalan dan masyarakat sekitar.
3. Dalam penelitian "Pengaruh Intensitas Bangunan terhadap Kualitas Iklim Mikro *Central Business District* di Kota Surabaya", terdapat beberapa keterbatasan penelitian antara lain:
  - a. Sub variabel ketersediaan vegetasi dan material bangunan menjadi batasan yang tidak diamati dan tidak diperhitungkan dalam penelitian, karena bertujuan untuk memaksimalkan hasil penelitian yang valid serta meminimalisir waktu dan tenaga penelitian. Oleh karena itu, Penelitian ini dapat diteruskan dengan terdapat beberapa kekurangan dari program ENVI-met yaitu:
    - Pengukuran iklim mikro dibatasi luasannya sesuai dengan penggunaan ENVI-met dengan ukuran grid maksimal 250 m dan ketinggian bangunan maksimal 35 m. Hal tersebut menyulitkan peneliti jika wilayah yang diukur merupakan skala makro;
    - Kelemahan menggunakan metode grid dibandingkan dengan unit analisis yaitu metode grid mengikutsertakan luasan suhu atau iklim mikro yang tertutup bangunan

besar sehingga kurang akurat, akan tetapi memiliki kelebihan lebih menjelaskan secara makro mengenai kondisi iklim mikro kawasan.

- Tidak tersedia opsi menghitung luasan iklim mikro pada program ENVI-met sehingga jika dibutuhkan luasan suhu udara, kelembapan udara, atau kecepatan angin maka peneliti harus menghitung manual berdasarkan skala yang ada;
  - Peneliti harus memahami data turbulensi angin dan faktor-faktor lainnya yang mempengaruhi iklim mikro sehingga saat proses *running* tidak terjadi eror data.
4. Selain itu, dari temuan-temuan tersebut penelitian juga dapat dilanjutkan dengan studi yang berhubungan pada orientasi bangunan di dua kawasan CBD sehingga diketahui pengaruh area pembayangan matahari terhadap iklim mikro.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Cahyani, W. 1989. Studi Tentang Kepadatan Bangunan dan Kepadatan Ruang Terbuka Hijau (RTH) Pengaruhnya Terhadap Tinggi Rendahnya Temperatur Udara di Kotamadya Malang. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Malang: IKIP Malang.
- Carmona, Heath, OC, Tiesdell. 2003. *Public Places, urban spaces*. Architectural Press.
- Handoko. 1995. *Klimatologi Dasar*. Jakarta: PT. Dunia Pustaka Jaya
- Lakitan, Benyamin. 2002. *Dasar-Dasar Klimatologi*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional). 2002. Hasil litbang Pusat Analisis dan Informasi Kedirgantaraan: kajian kebijakan nasional keantariksaan. *Publikasi ilmiah LAPAN*.
- Mangiza, et al. 2011. *Cities and Climate Change (Global Report on Human Settlements 2011)*. United States: United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat).
- Tjasjono, Bayong. 1999. *Klimatologi Umum*. Bandung: Penerbit ITB.
- Utomo, Dwiyono Hari. 2009. *Meteorologi Klimatologi Dalam Studi Geografi*. Malang: UM Pres.
- Peraturan Rencana Detail Tata Ruang Kota Surabaya Tahun 2011 UP Tunjungan