

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Kota Surabaya

4.1.1 Letak Geografis dan Administratif

Kota Surabaya secara geografis terletak pada 07°21' Lintang Selatan dan 112°36' sampai dengan 112°54' Bujur Timur, dengan batas administrasi sebagai berikut:

Sebelah Utara	: Laut Jawa dan Selat Madura
Sebelah Timur	: Selat Madura
Sebelah Selatan	: Kabupaten Sidoarjo
Sebelah Barat	: Kabupaten Gresik

Kota Surabaya memiliki luas wilayah sebesar $\pm 33.451,14$ Ha. Secara administratif, Kota Surabaya terbagi dalam 31 Kecamatan yang meliputi Kecamatan Tegalsari, Genteng, Bubutan, Simokerto, Pabean Cantikan, Semampir, Krembangan, Kenjeran, Bulak, Tambaksari, Gubeng, Rungkut, Tenggiling Mejoyo, Gunung Anyar, Sukolilo, Mulyorejo, Sawahan, Wonokromo, Karangpilang, Dukuh Pakis, Wiyung, Wonocolo, Gayungan, Pukubangan, Tandes, Sukomanunggal, Asemrowo, Benowo, Pakal, Sambikerep, Lakarsantri dan 163 (seratus enam puluh tiga) Kelurahan.

4.1.2 Topografi

Topografi Kota Surabaya terletak pada ketinggian tanah antara 0 – 20 meter di atas permukaan laut, sedangkan pada daerah pantai memiliki ketinggian berkisar antara 1-3 meter di atas permukaan laut. Persebaran ketinggian tanah di Kota Surabaya 80,72 % di dominasi dataran rendah dengan ketinggian tanah sekitar 0 – 10 meter yang menyebar di bagian timur, utara, selatan dan pusat kota Surabaya. Sebesar 12,53 % wilayah lainnya berupa dataran dengan ketinggian berkisar antara 10 – 20 meter. Sementara sisanya 6,76 % berada pada ketinggian tanah 20 meter di atas permukaan laut yaitu pada bagian barat dan selatan Kota Surabaya yaitu Kecamatan Sawahan, Karangpilang, Benowo, Lakarsantri, dan Tandes. Sementara itu, jenis tanah yang terdapat di wilayah Kota Surabaya terdiri atas jenis tanah Alluvial dan Grumosol, pada jenis tanah Alluvial terdiri atas 3 karakteristik yaitu Alluvial Hidromorf, Alluvial Kelabu Tua dan Alluvial Kelabu.

4.1.3 Klimatologi

Kota Surabaya memiliki iklim yang sama seperti wilayah lain Indonesia yang berada di selatan garis katulistiwa. Iklim di Kota Surabaya dipengaruhi oleh perbedaan yang signifikan antara musim hujan dan kemarau. Berdasarkan data iklim Surabaya lima tahun terakhir (2010 - 2015), suhu rata-rata Kota Surabaya dalam satu tahun adalah 28,6 °C. Sementara kisaran suhu pada siang hari menunjukkan angka 31 - 32 °C. Data Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Juanda menyebutkan bahwa bulan Oktober, tercatat sebagai puncak bulan terpanas dalam satu tahun dengan suhu 36,7°C.

Rata-rata tingkat kelembapan dalam satu tahun pada musim hujan tiap bulannya mencapai 80 %, sementara di musim kemarau turun hingga 60 %. Data kelembapan minimum terdapat pada bulan September, yaitu 43%. Sedangkan pada kelembapan maksimum, yang memiliki nilai paling tinggi adalah di bulan Februari yang mencapai 97%.

Hujan terjadi hampir sepanjang tahun di iklim tropis. Curah hujan yang paling sedikit ada pada bulan September dengan nilai 23 mm. Curah hujan tinggi terdapat pada bulan Desember sampai April dengan rata-rata tiap bulannya mencapai 242 mm. Hujan yang terjadi di Kota Surabaya rata-rata berlangsung sekitar 14 - 20 hari. Sementara itu, lama penyinaran matahari di iklim tropis adalah sepanjang hari, meskipun terdapat bulan-bulan tertentu yang lama penyinaran matiharinya sedikit terganggu dengan adanya awan. Rata-rata penyinaran matahari tiap bulannya di Kota Surabaya yaitu sebesar 76,9%.

Kondisi angin tahunan bila dilihat dari kecepatan rata-rata tiap bulan dalam satu tahun menunjukkan angka 6 knot. Pada bulan April sampai November, arah angin berasal dari arah timur. Sedangkan pada bulan Desember sampai Maret, angin berhembus dari arah barat. Untuk data tekanan udara di Kota Surabaya tercatat rata-rata per tahun sebesar 1009,4 Mbs.

4.1.4 Penggunaan Lahan Eksisting

Penggunaan lahan Kota Surabaya didominasi oleh lahan terbangun yang berupa permukiman. Daerah permukiman yang berkembang pesat terdapat di Surabaya bagian Timur dan Barat. Sementara itu, kawasan Surabaya bagian tengah didominasi kegiatan perdagangan dan jasa. Pusat kota yang menjadi sentra kegiatan perdagangan dan jasa antara lain kawasan sekitar Jalan Basuki Rahmat dan Jalan Pemuda (Segitiga Emas Tunjungan) dan pusat perbelanjaan modern lainnya seperti BG Junction, Royal Plaza, ITC, Darmo Trade Center, Maspion Square, Plasa Marina. Perkembangan kegiatan perdagangan

dan jasa tidak hanya terjadi pada pusat kota modern, tetapi juga di kawasan kota lama yakni sekitar Kembang Jepun dan Jalan Karet yang menyimpan potensi bangunan kuno.

Kota Surabaya juga merupakan kota potensi industri. Berikut ini sebaran kawasan industri antara lain: terdapat pada wilayah Kecamatan Rungkut dan Gununganyar (PT. SIER), di Kecamatan Benowo (kawasan industri Tambak Osowilangun), di Kecamatan Tandes (kawasan Margomulyo industri), di Kecamatan Krembangan (kawasan industri Krembangan), di Kecamatan Asemrowo dan Sukomanunggal. Kawasan industri yang termasuk industri strategis adalah industri perkapalan (PT. PAL) yang terletak di Kecamatan Krembangan.

Tabel 4. 1 Penggunaan Lahan Kota Surabaya

No.	Penggunaan Lahan	Luas (Ha)	%
1	Perumahan	13184,14	39.89
2	Fasilitas Umum	1,129.66	3.42
3	Komersial	1,124.68	3.40
4	Industri	1,916.45	5.80
5	Jalan	2,558.54	7.74
6	Sungai	361.83	1.09
7	Tambak	4,561.26	13.80
8	RTH	6,706.64	20.29
9	Bozem dan Telaga	132.96	0.40
10	Militer	585.92	1.77
Total		33,048.00	100.00

Sumber: RTRW Kota Surabaya 2014

4.2 Intensitas Bangunan pada *Central Business District* (CBD) di Kawasan Tunjungan

Kawasan CBD Segitiga di Tunjungan termasuk ke dalam Unit Pengembangan Tunjungan yang terdiri dari 4 kecamatan yaitu Kecamatan Simokerto, Kecamatan Bubutan, Kecamatan Genteng, dan Kecamatan Tegalsari.

Batas wilayah UP. Tunjungan sebagai berikut:

Sebelah Utara : UP. Tanjung Perak dan UP. Tambak Wedi

Sebelah Selatan : UP. Wonokromo

Sebelah Barat : UP. Tambak Osowilangun dan UP. Wonokromo

Sebelah Timur : UP. Dharmahusada

Kawasan kajian memiliki beragam fungsi dan peran bagi dinamika pertumbuhan Kota Surabaya, karena di kawasan ini terdapat pusat perdagangan dan jasa khususnya di Jalan Bubutan, Jalan Basuki Rahmat, Jalan Praban dan Jalan Pasar Turi, sedangkan pusat permukiman antara lain di Jalan Kusuma Bangsa, Jalan Darmo, Jalan Demak, Jalan Embong Malang, Jalan Baluran serta Jalan Bubutan. Berdasarkan persebaran pusat-pusat

kegiatan yang ada pada kawasan kajian perencanaan yang sifatnya beragam maka bentuk guna lahan yang didominasi oleh *mixed use*, perdagangan dan jasa serta pemukiman ini memiliki peran sentral terutama bagi perekonomian di Kota Surabaya. Berdasarkan penggunaan lahannya maka kondisi tanah pada kawasan perencanaan merupakan tanah dengan daya dukung terhadap bangunan yang tinggi.

Penggunaan lahan pada kawasan Tunjungan didominasi kegiatan perdagangan dan jasa yang bersifat komersial skala regional di sepanjang koridor jalan utama seperti di Jalan Basuki Rahmat, Jalan Raya Darmo, Jalan Bubutan dan lain sebagainya. Kegiatan perdagangan dan jasa ini berupa ruko dan kompleks pertokoan, *showroom*, bank, perhotelan dan restoran/ kafe serta depot. Kegiatan-kegiatan tersebut umumnya merupakan kegiatan dengan skala pelayanan kota. Untuk kegiatan perdagangan skala kecil, wujudnya berupa toko, bengkel, dan Pedagang Kaki Lima (PKL).

4.2.1 Identifikasi Karakteristik Ketinggian Bangunan

Bangunan yang berada di kawasan Tunjungan memiliki ketinggian bangunan yang bervariasi dan didominasi bangunan lebih dari 4 lantai. Bangunan dengan ketinggian 2 hingga 10 lantai dapat dijumpai di kawasan CBD Tunjungan dan sekitarnya, antara lain: di Jalan Basuki Rahmat terdapat Plaza BRI, Hotel Bumi Surabaya, Plaza Mandiri, NRC, Graha Bumi Surabaya, Bank Jatim, Allianz Tower, Meritus, Menara Standard Chartered Bank, Graha HSBC dan Bank Maspion. Sementara itu, di Jalan Pemuda juga terdapat bangunan – bangunan tinggi diantaranya Trillium Office & Residence, Bank Mandiri, Bank Internasional Indonesia, PT Perusahaan Gas Negara dan Garden Palace Hotel. Pada kawasan Jalan Panglima Sudirman dan Raya Darmo terdapat bangunan tinggi diantaranya yaitu Graha Sudirman, Bank Danamon, Graha Bukopin, Bumi Mandiri Tower II, Intiland Tower, Bank BCA, Mercure Hotel dan Graha Bumi Putera.

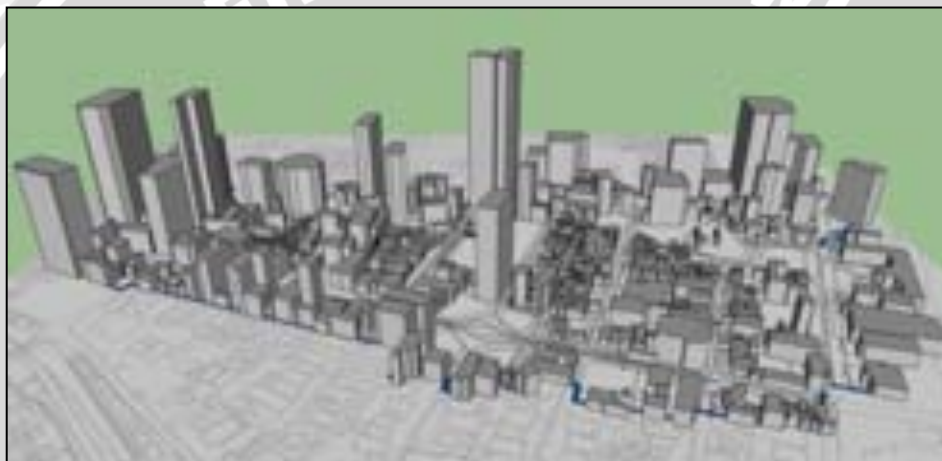


Gambar 4. 1 Bangunan dengan ketinggian lebih dari 8 lantai di Kawasan Tunjungan

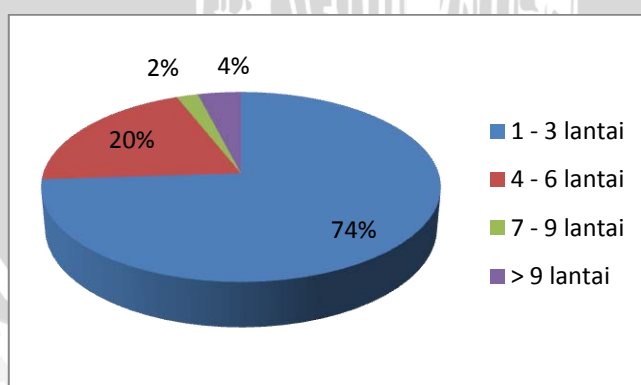
Berdasarkan RDTR Kota Surabaya Tahun 2011 UP Tunjungan, batasan ketinggian bangunan didasarkan pada pertimbangan estetika, keselamatan bangunan itu sendiri, dan pertimbangan kebutuhan ruang yang berkaitan dengan kemampuan daya dukung dan daya tampung lahan. Ketinggian bangunan di wilayah UP Tunjungan dikelompokkan menjadi 4 (empat), yaitu:

1. Ketinggian 1- 3 lantai
2. Ketinggian 4-6 lantai
3. Ketinggian 7-9 lantai
4. Ketinggian lebih dari 9 lantai

Berikut Gambar 4.2 yang menunjukkan klasifikasi ketinggian bangunan di kawasan Tunjungan.



Gambar 4. 2 3D ketinggian bangunan di kawasan Tunjungan
Sumber: Hasil Analisa, 2015



Gambar 4. 3 Prosentase ketinggian bangunan di kawasan Tunjungan
Sumber: Hasil Analisa, 2015

Pada Gambar 4.3 menunjukkan bahwa sebanyak 74% ketinggian bangunan pada kawasan Tunjungan merupakan gedung dengan ketinggian rendah yang didominasi

bangunan tiga lantai. Peruntukan ketinggian bangunan yang rendah adalah bangunan maksimum 3 (tiga) lantai, seperti: perkantoran dan permukiman. Selain itu, di Kawasan Tunjungan tedapat bangunan dengan ketinggian maksimum 24 lantai dimana bangunan tersebut termasuk dalam kategori bangunan tinggi dengan fungsi bangunan sebagai perkantoran dan apartemen.



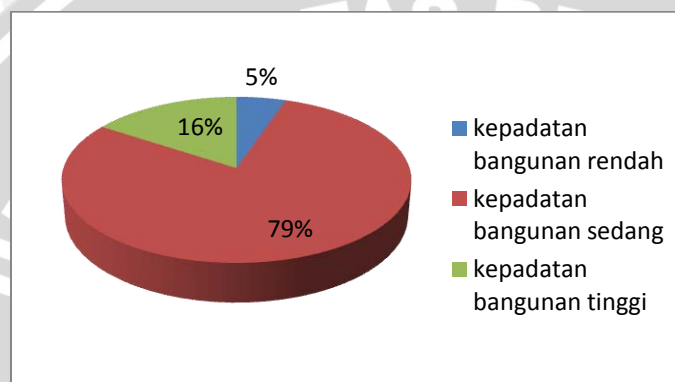


Gambar 4. 4 Persebaran Ketinggian Bangunan di Kawasan Tunjungan

4.2.2 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:

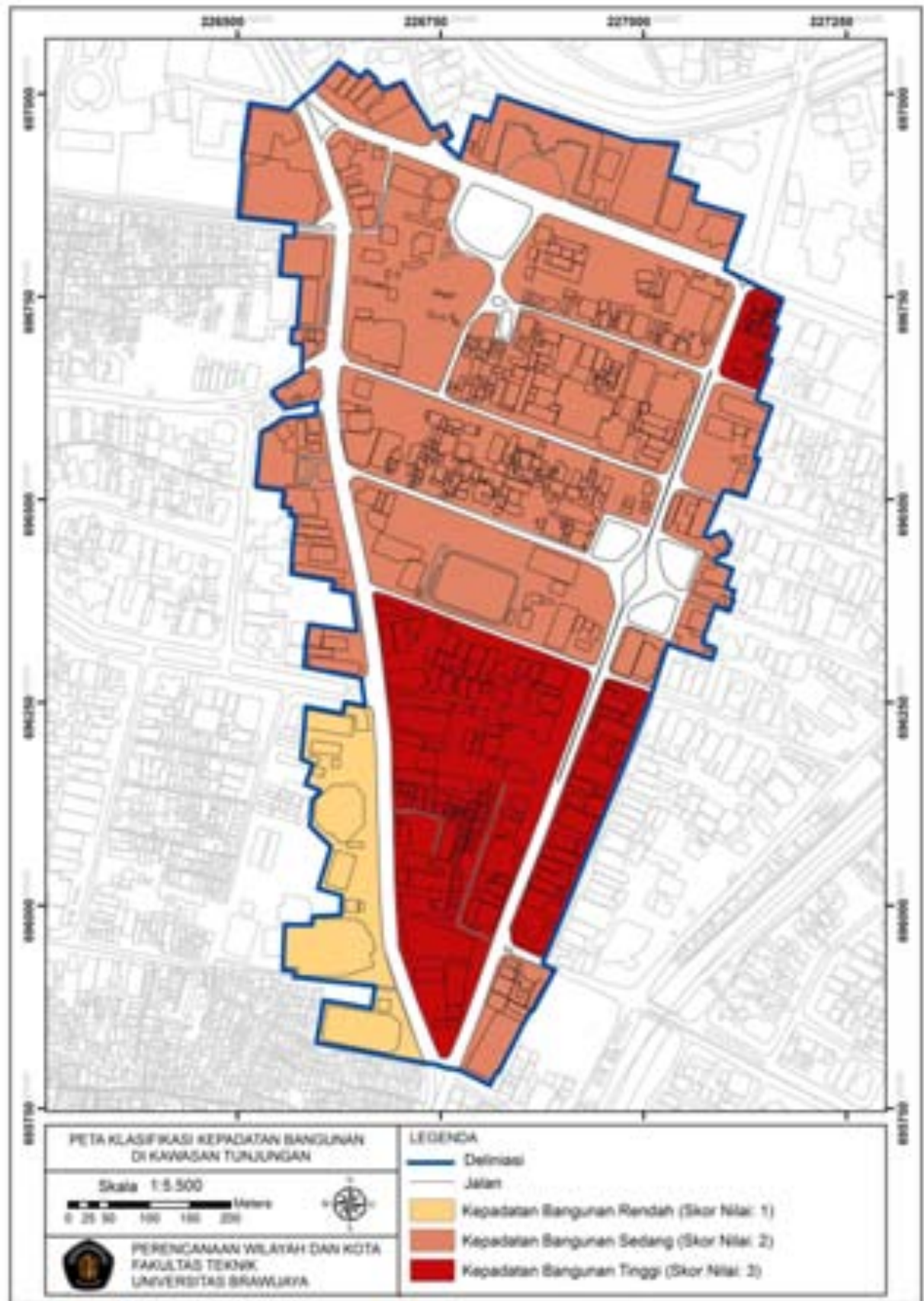
1. Kepadatan bangunan rendah (2 – 17 bangunan per hektar)
2. Kepadatan bangunan sedang (18 – 33 bangunan per hektar)
3. Kepadatan bangunan tinggi (34 – 49 bangunan per hektar)



Gambar 4. 5 Prosentase Kepadatan Bangunan di Kawasan Tunjungan

Sumber: Hasil Analisa, 2015

Pada Gambar 4.5 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*.

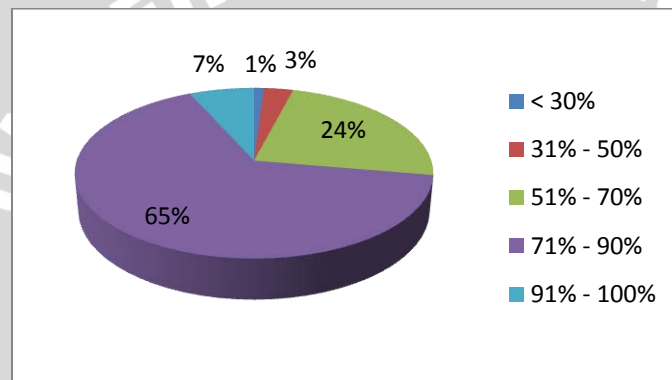


Gambar 4.6 Klasifikasi Kepadatan Bangunan di Kawasan Tunjungan

4.2.3 Identifikasi Karakteristik Koefisien Dasar Bangunan

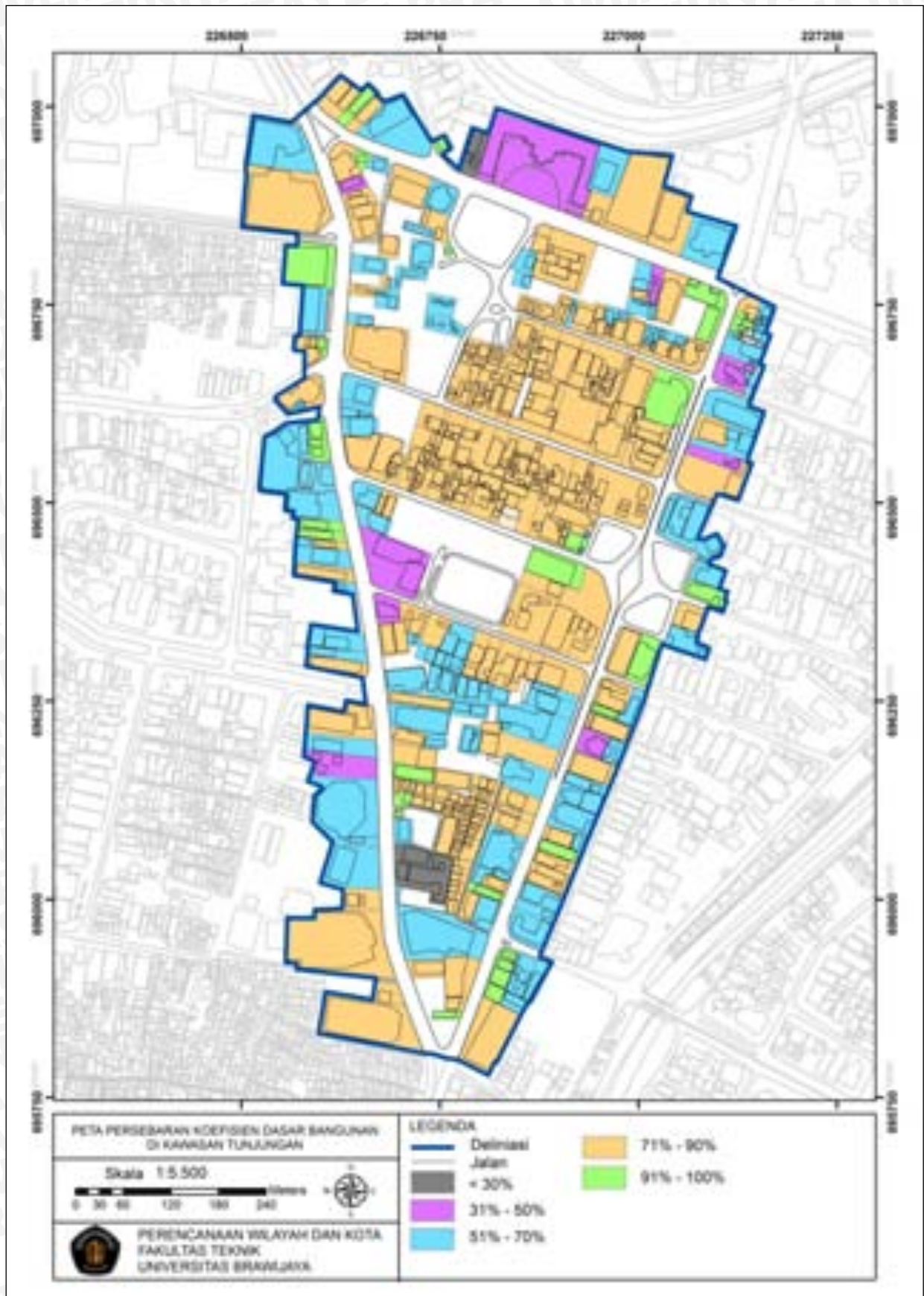
Koefisien dasar bangunan (KDB) merupakan perbandingan antara luas lahan dengan luas lantai dasar bangunan dikali 100%. Berdasarkan hasil survei primer yang telah dilakukan di kawasan Tunjungan, dapat dilihat untuk klasifikasi KDB mengacu pada RDTRK UP Tunjungan Kota Surabaya Tahun 2011 dimana variasi 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%
5. Bangunan dengan KDB < 30%



Gambar 4. 7 Prosentase Nilai KDB di Kawasan Tunjungan
Sumber: Hasil Analisa, 2015

Pada Gambar 4.7 menunjukkan bahwa kawasan Tunjungan terdiri dari bangunan beberapa variasi KDB. 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 dengan nilai 51 - 70 % memiliki jumlah sebanyak 24% yang merupakan bangunan dengan peruntukan sebagai fasilitas umum dan permukiman.



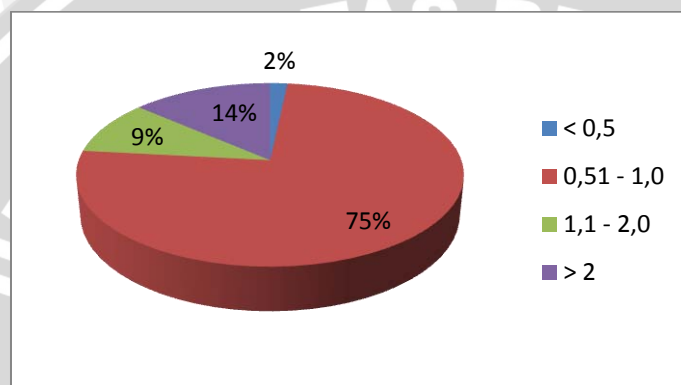
Gambar 4.8 Persebaran Koefisien Dasar Bangunan di Kawasan Tunjungan

4.2.4 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 4.9 Prosentase Nilai KLB di Kawasan Tunjungan
Sumber: Hasil Analisa, 2015

Berdasarkan Gambar 4.9, bangunan di kawasan Tunjungan masih memenuhi batasan KLB maksimal pada suatu kawasan yaitu sebanyak 75% memiliki nilai KLB $0,51 - 1,0$.



Gambar 4. 10 Persebaran KLB di Kawasan Tunjungan

4.3 Intensitas Bangunan pada *Central Business District (CBD)* di Kawasan Jembatan Merah

Kawasan Jembatan Merah merupakan bagian dari Unit Pengembangan Tanjung Perak yang terdiri dari 3 kecamatan yaitu Kecamatan Semampir, Kecamatan Pabean Cantikan dan Kecamatan Krembangan.

Adapun batas wilayah UP. Tanjung Perak adalah :

- Sebelah Utara : Selat Madura
- Sebelah Selatan : Kecamatan Bubutan dan Kecamatan Simokerto
- Sebelah Timur : Kecamatan Kenjeran
- Sebelah Barat : Kecamatan Asemrowo

Wilayah UP. Tanjung Perak sebagian besar merupakan dataran rendah dengan variasi ketinggian antara 0 – 25 meter. Pada wilayah penelitian yaitu kawasan Jembatan Merah sebagian besar merupakan bangunan kuno dengan fungsi peruntukan yaitu perdagangan dan jasa. Gaya arsitektur kolonial terutama untuk kegiatan yang berada di kawasan kota lama pada pukulan penjajahan, Kota Surabaya berperan sebagai basis kolonial Belanda dalam menjalankan pemerintahannya di Surabaya (pada masa kolonial, Tanjung Perak dan Surabaya Utara merupakan tempat strategis mereka dalam membangun pertahanan di Jawa Timur). Kegiatan di wilayah perencanaan yang sangat bervariasi ini merupakan potensi yang cukup besar dalam perkembangan perekonomian di kawasan utara Surabaya baik saat ini maupun masa mendatang, dimana keberadaannya dapat mempengaruhi perkembangan di kawasan sekitarnya.

4.3.1 Identifikasi Karakteristik Ketinggian bangunan

Pada UP. Tanjung Perak khususnya wilayah penelitian di Kelurahan Krembangan Selatan memiliki jumlah bangunan sebanyak 6.174 unit dengan luas wilayah terbangun 72,10 Ha. Bangunan di kawasan Jembatan Merah didominasi bangunan dengan ketinggian 1 - 2 lantai. Tinggi bangunan antara 1 - 2 lantai ini banyak ditemukan di kawasan permukiman dengan fungsi sebagai rumah tinggal.

Tinggi bangunan di wilayah penelitian sangat bervariasi, sehingga variasi ketinggian ini dapat dikelompokkan berdasarkan RDTR Kota Surabaya Tahun 2011 menjadi 5 (lima), yaitu:

1. Ketinggian 1- 3 lantai
2. Ketinggian 4-6 lantai
3. Ketinggian 7-9 lantai
4. Ketinggian lebih dari 9 lantai

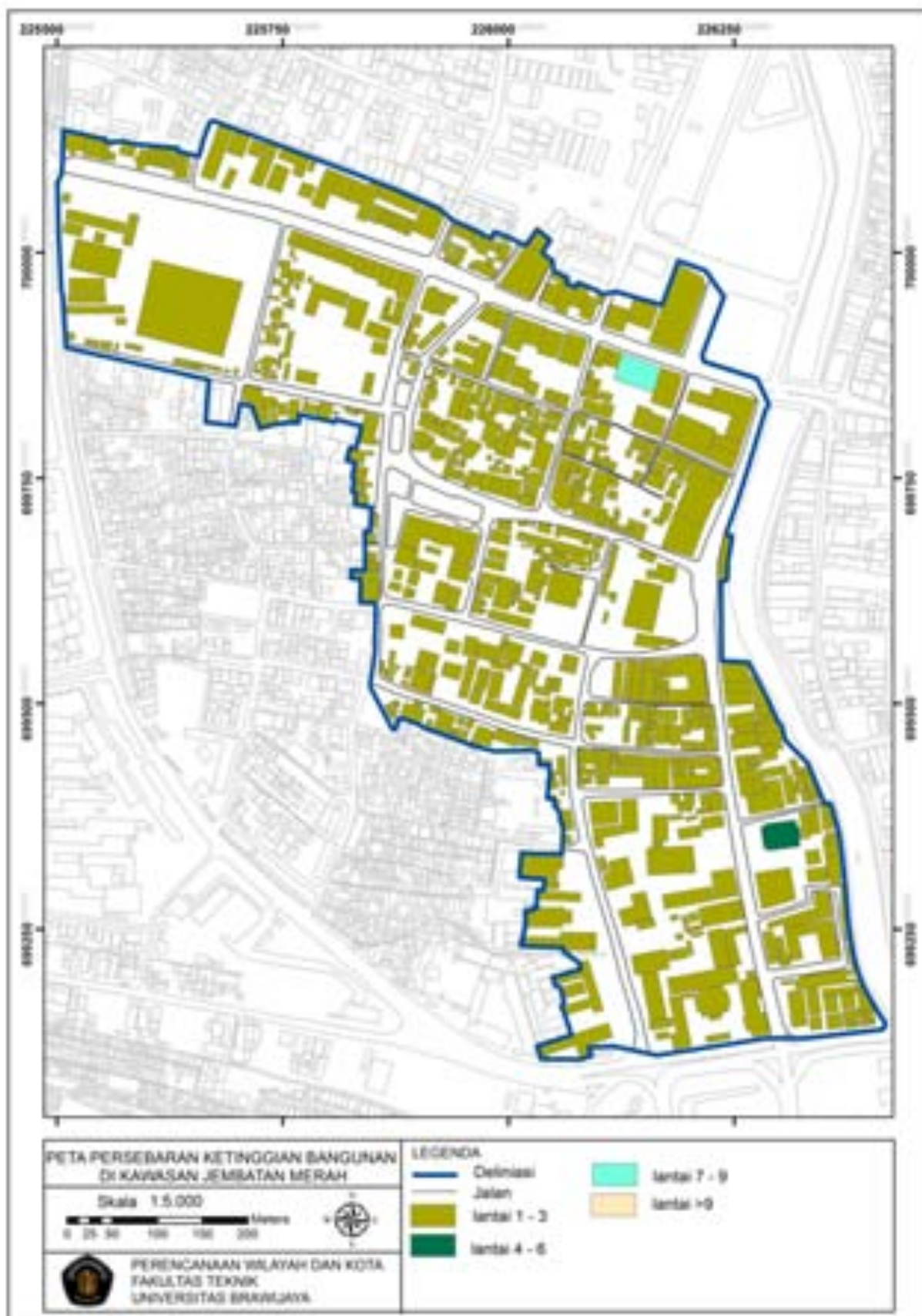


Gambar 4. 11 Bangunan rendah dengan ketinggian 1-2 lantai di kawasan Jembatan Merah



Gambar 4. 12 3D Ketinggian Bangunan di kawasan Jembatan Merah

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.

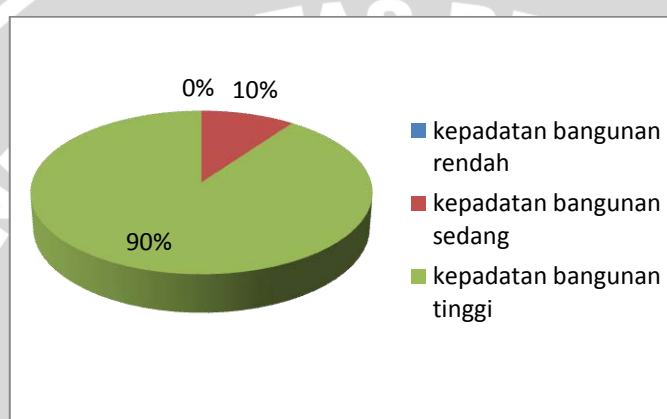


Gambar 4. 13 Persebaran Ketinggian Bangunan di Kawasan Jembatan Merah

4.3.2 Identifikasi Karakteristik Kepadatan Bangunan

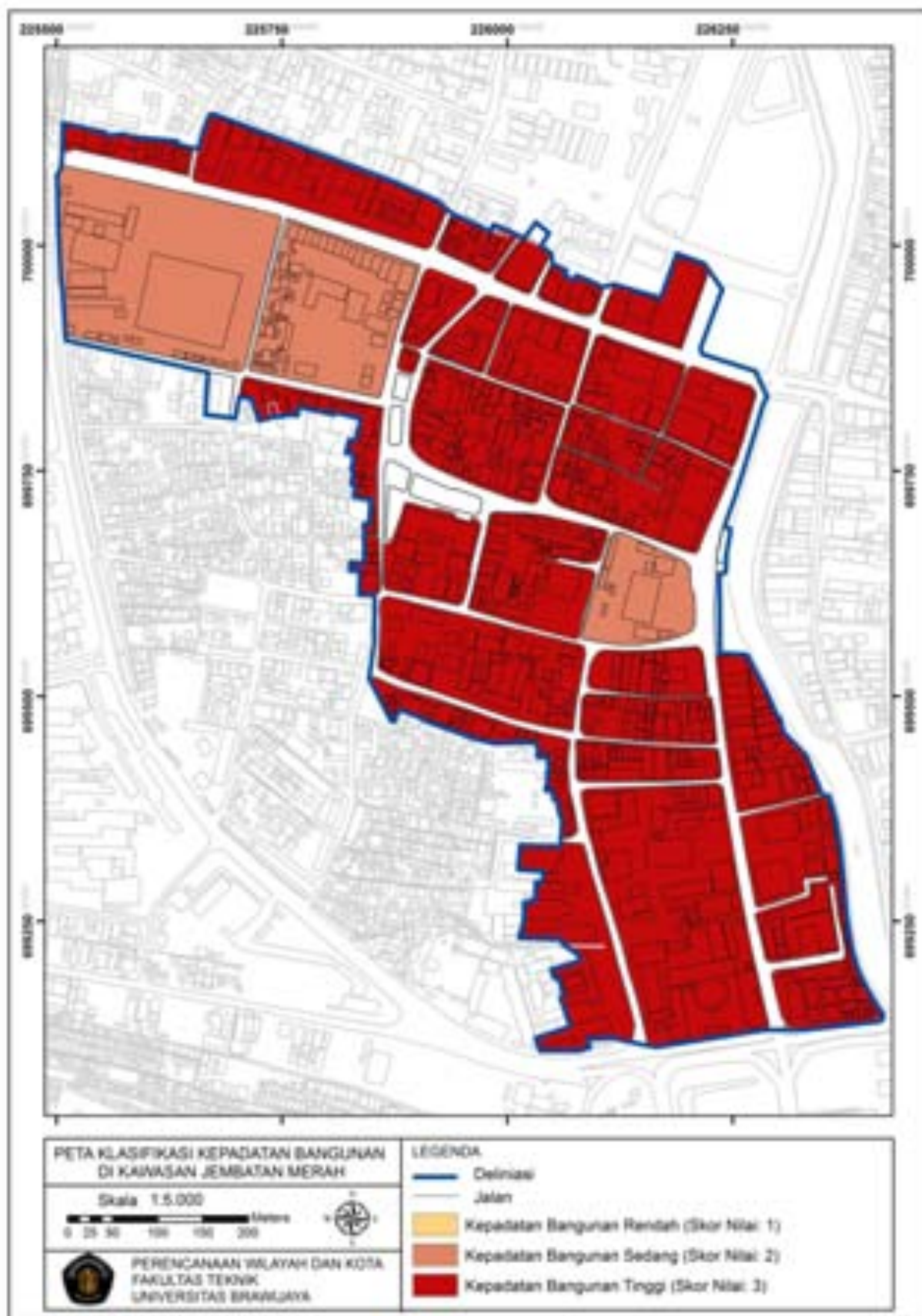
Sama halnya dengan kawasan Tunjungan, identifikasi kepadatan bangunan di Jembatan Merah dihitung dengan cara mengukur tiap masing-masing blok pada satu kawasan per hektar, kemudian dihitung jumlah bangunan untuk mendapatkan besarnya angka kepadatan bangunan. Berdasarkan perhitungan analisa pada kawasan 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); dan
3. Kepadatan bangunan tinggi (34 – 49 bangunan per hektar).



Gambar 4. 14 Prosentase Kepadatan Bangunan di Kawasan Jembatan Merah
Sumber: Hasil Analisa, 2015

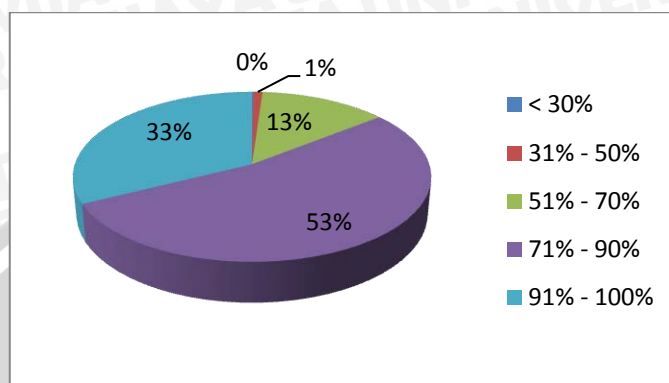
Berbeda dengan kawasan Tunjungan, kawasan Jembatan Merah memiliki kepadatan bangunan tinggi yang lebih banyak yakni dengan prosentase 90%. Kepadatan bangunan yang tinggi ditunjukkan dengan ketersediaan lahan yang semakin sedikit, sehingga bangunan pada tiap blok cenderung saling berdempetan, hingga tidak menyisakan garis sempadan bangunan.



Gambar 4. 15 Persebaran Kepadatan Bangunan di Kawasan Jembatan Merah

4.3.3 Identifikasi Karakteristik Koefisien Dasar Bangunan

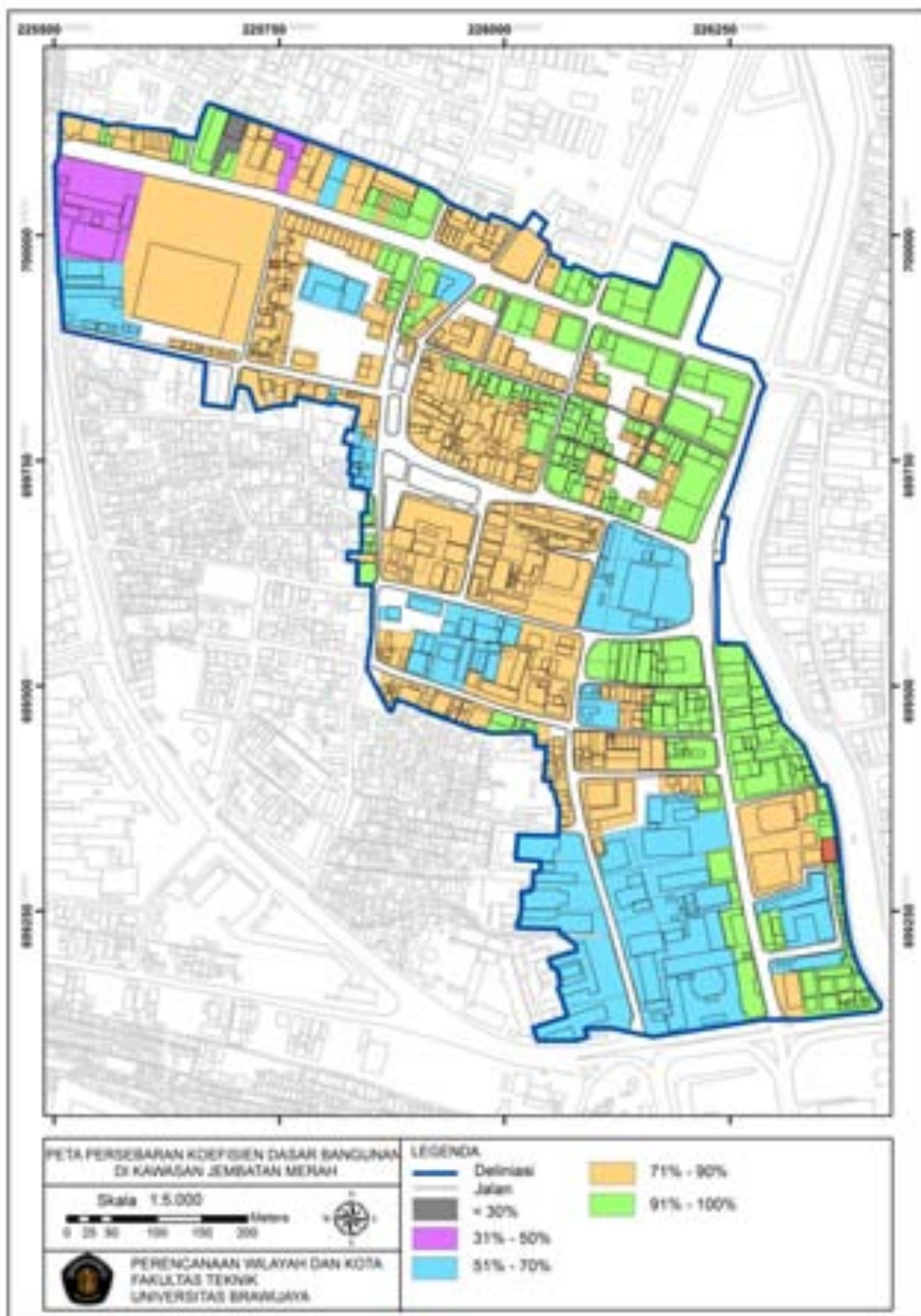
Koefisien dasar bangunan (KDB) merupakan perbandingan antara luas lahan dengan luas lantai dasar bangunan dengan luas kavling dikali 100%. Berikut ini hasil survei primer yang telah dilakukan di kawasan Jembatan Merah, dapat dilihat untuk KDB pada prosentase berikut.



Gambar 4. 16 Prosentase Nilai KDB di Kawasan Jembatan Merah
Sumber: Hasil Analisa, 2015

Secara keseluruhan kondisi KDB di kawasan Jembatan Merah memiliki nilai KDB antara 71 - 90 %. Berdasarkan Gambar 4.16 sebanyak 33% bangunan yang termasuk kategori KDB 91 – 100 % 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.

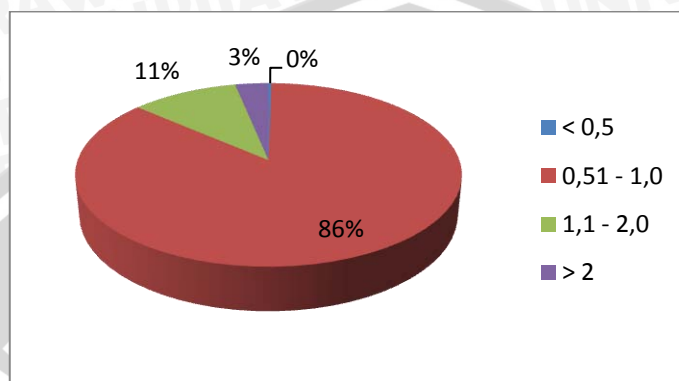
Perdagangan dan jasa yang menempati di Jalan Veteran – Rajawali dan sekitarnya memerlukan perlakuan khusus, karena bangunan-bangunan tersebut berada di kawasan bangunan kuno yang diusulkan untuk dipreservasi. KDB maksimum 60% melalui sistem blok ketinggiannya bisa mencapai 20 lantai (1.000%). Untuk non bangunan kuno direncanakan KDB maksimum 60% (untuk koridor) dengan ketinggian 2 – 6 lantai (120 – 360%) sedangkan untuk non koridor mempunyai KDB maksimum 50% dengan 1 – 2 lantai (60 – 120%).



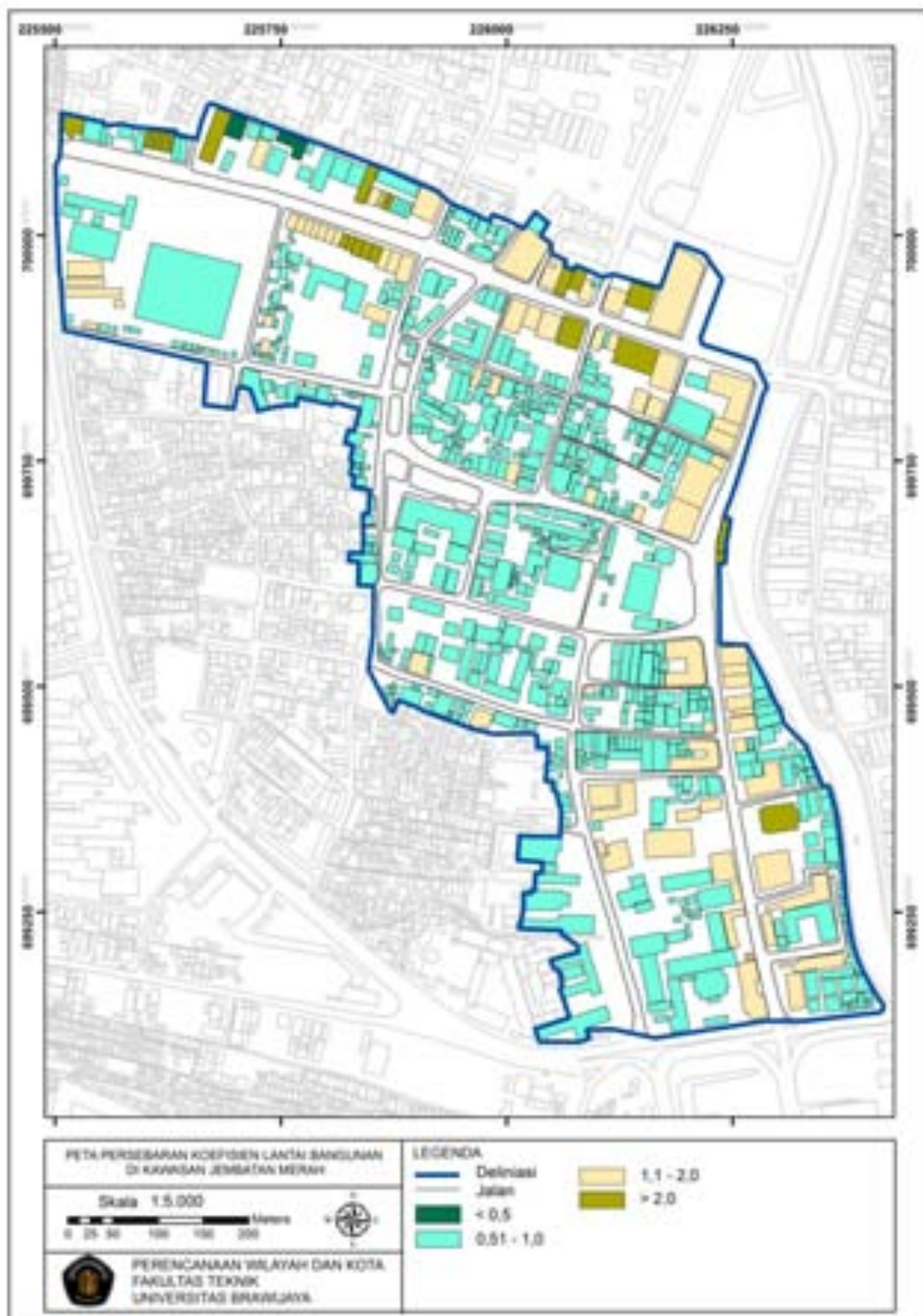
Gambar 4. 17 Persebaran Koefisien Dasar Bangunan di Kawasan Jembatan Merah

4.3.4 Identifikasi Karakteristik KLB

Nilai tertinggi KLB pada kawasan Jembatan Merah yaitu > 2 merupakan bangunan dengan peruntukan sebagai hotel dan jasa. Berdasarkan Gambar 4.16 bangunan di kawasan Jembatan Merah didominasi oleh bangunan rendah 1-2 lantai sehingga nilai KLB yang dihasilkan pada perhitungan merupakan KLB rendah dengan nilai 0,51 – 1,0.



Gambar 4. 18 Prosentase Nilai KLB di Kawasan Jembatan Merah
Sumber: Hasil Analisa, 2015



Gambar 4. 19 Persebaran KLB di Kawasan Jembatan Merah

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

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 blok 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 seperti pada Tabel 4.2 untuk memudahkan dalam menganalisis hasil simulasi.

Tabel 4. 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 4.2 diperoleh berdasakan 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 4. 3 Input Data Area pada Simulasi ENVI-met

Model parameter	Model value
Dimensi	150 x 150 x 25 bloks
Ukuran blok 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 blok dimana batasan blok 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.



Gambar 4. 20 a) Data ArcGIS kawasan Tunjungan dan b) Input data bangunan pada ENVI-met

Berdasarkan Gambar 4.20 area penelitian di kawasan Tunjungan memiliki luas 541.065 m^2 dan terdapat bangunan yang tertinggi yaitu Pullman Hotel dengan ketinggian 24 lantai. Untuk memudahkan simulasi maka permodelan pada kawasan Tunjungan dibagi blok sehingga diperoleh skala mikro. Selain itu, untuk memudahkan ketinggian (sumbu z) yang dibatasi 35 blok, maka ketinggian bangunan 1 lantai diasumsikan menjadi 5 meter. Dimensi awal wilayah penelitian di kawasan Tunjungan yaitu $300\text{m} \times 300\text{m} \times 120\text{m}$. Dari dimensi tersebut kemudian dirubah ke skala mikro ENVI-met sehingga menjadi $150 \times 150 \times 25$ blok dan dimensi tiap bloknya yaitu $dx=2$; $dy=2$; $dz=5$. Ketentuan tersebut juga berlaku di wilayah penelitian kawasan Jembatan Merah seperti pada Gambar 4.21.



Gambar 4. 21 a) Data ArcGIS kawasan Jembatan Merah dan b) Input data bangunan pada ENVI-met

Luas wilayah penelitian di kawasan Jembatan Merah adalah 445.564 m². Sama halnya dengan kawasan penelitian di Tunjungan, pembagian blok dilakukan berdasarkan koordinat ArcGIS. Sehingga diperoleh dimensi 300m x 300m x 30m dan diperkecil menjadi skala mikro pada ENVI-met yaitu 150 x 150 x 25. Parameter simulasi di kedua wilayah penelitian dibuat sama agar bisa membandingkan hasil simulasi. Simulasi dilakukan selama kurun tiga waktu dalam sehari antara lain: pukul 09:00, pukul 12:00, dan pukul 15:00 waktu Indonesia Bagian Barat.

4.4.1 Suhu udara

Suhu udara yang menjadi variabel penelitian terdiri dari 3 kondisi waktu yaitu pagi (pukul 09:00), siang (pukul 12:00) dan sore (pukul 15:00). Pada penelitian ini untuk input data ENVI-met dibatasi hanya data bangunan dan jenis permukaan berupa aspal yang diinput sebagai komponen yang sama pada dua wilayah. Suhu yang dihitung dalam hasil simulasi adalah suhu tiap blok.

A. Suhu udara pukul 09:00 WIB

Pada pagi hari sudut sinar matahari yang jatuh ke permukaan bangunan sebesar 30 derajat sehingga menghasilkan suhu yang lebih rendah dibandingkan siang hari. Persebaran suhu di kawasan Tunjungan dan kawasan Jembatan Merah pagi hari (pukul 09:00) memiliki rata-rata suhu yaitu 30,07°C (warna merah) dan 30,41°C (warna merah)

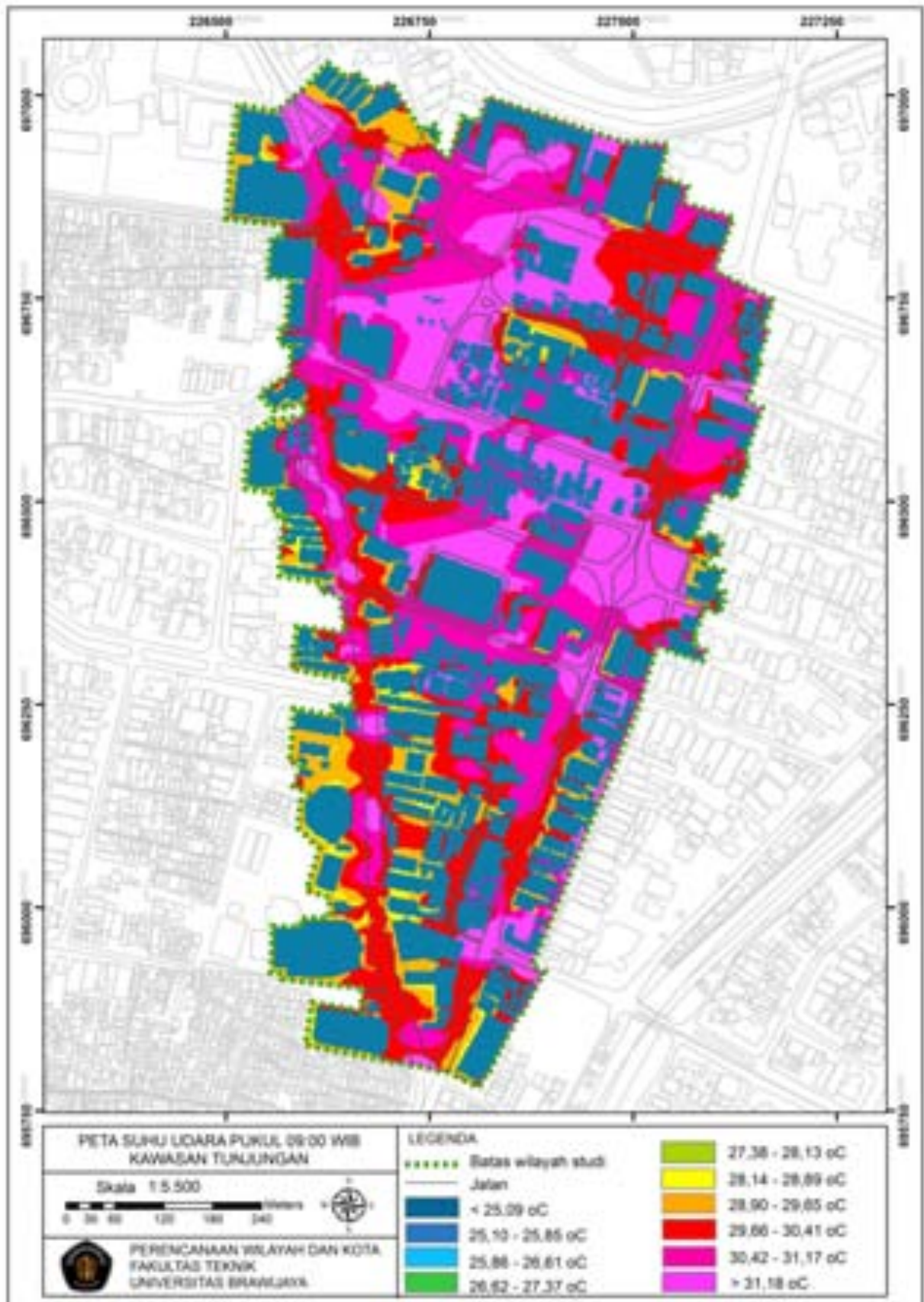
yang ditunjukkan pada Gambar 4.22 dan Gambar 4.23. Suhu terendah pada pagi hari memang tidak terlalu dingin untuk kawasan Kota Surabaya karena faktor ketinggian wilayah Kota Surabaya yang termasuk dataran rendah. Untuk mengetahui prosentasi luasan suhu yang tersebar di tiap kawasan maka digunakan rumus perhitungan sebagai berikut:

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

No	Parameter	Kawasan Tunjungan	Kawasan Jembatan Merah
1	Suhu warna kuning (28,14 – 28,89 °C)	76921 m ² (27%)	0 m ² (0%)
2	Suhu warna orange (28,90 – 29,65 °C)	94488 m ² (34%)	1066 m ² (1%)
3	Suhu warna merah (29,66 – 30,41 °C)	76657 m ² (27%)	41624 m ² (25%)
4	Suhu warna pink gelap (30,42 – 31,17 °C)	29830 m ² (11%)	46026 m ² (28%)
5	Suhu warna ungu (> 31,18°C)	2017 m ² (1%)	78256 m ² (47%)
6	Suhu rata-rata	29,20 °C	30,60 °C
7	Suhu minimum	28,22 °C	29,65 °C
8	Suhu maksimum	30,68 °C	31,71 °C
7	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 (Data Lampiran 2)

Berdasarkan Tabel 4.4 menunjukkan bahwa bangunan di kawasan Tunjungan memiliki suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan kawasan Jembatan Merah. Prosentase tertinggi kawasan Jembatan Merah ditunjukkan dengan suhu warna ungu dengan besaran suhu > 31,8 °C. Sedangkan pada kawasan Tunjungan prosentase tertinggi yakni sebesar 34% pada suhu warna orange, dimana warna orange menunjukkan bahwa kawasan Tunjungan pukul 09:00 WIB memiliki suhu dengan rentang 28,90 °C – 29,65 °C. Hasil simulasi ENVI-met juga menunjukkan bahwa kedua kawasan sama-sama tidak memiliki area dengan suhu yang nyaman berdasarkan SNI T 03-6572-2001. Sementara itu, 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 4. 22 Persebaran Suhu Udara Pukul 09:00 di Kawasan Tunjungan



Gambar 4. 23 Persebaran Suhu Udara Pukul 09:00 di Kawasan Jembatan Merah

B. Suhu udara pukul 12:00 WIB

Pada siang hari (pukul 12:00) suhu rata-rata di kawasan Tunjungan mencapai 30,20 °C sedangkan di kawasan Jembatan Merah mencapai 30,53 °C. Sementara kisaran suhu pada siang hari di Kota Surabaya sebesar 31 °C - 32 °C. Berikut Tabel 4.5 tentang prosentase suhu tiap wilayah studi pada siang hari pukul 12:00 WIB.

Tabel 4.5 Karakteristik suhu udara pukul 12:00 berdasarkan simulasi ENVI-met

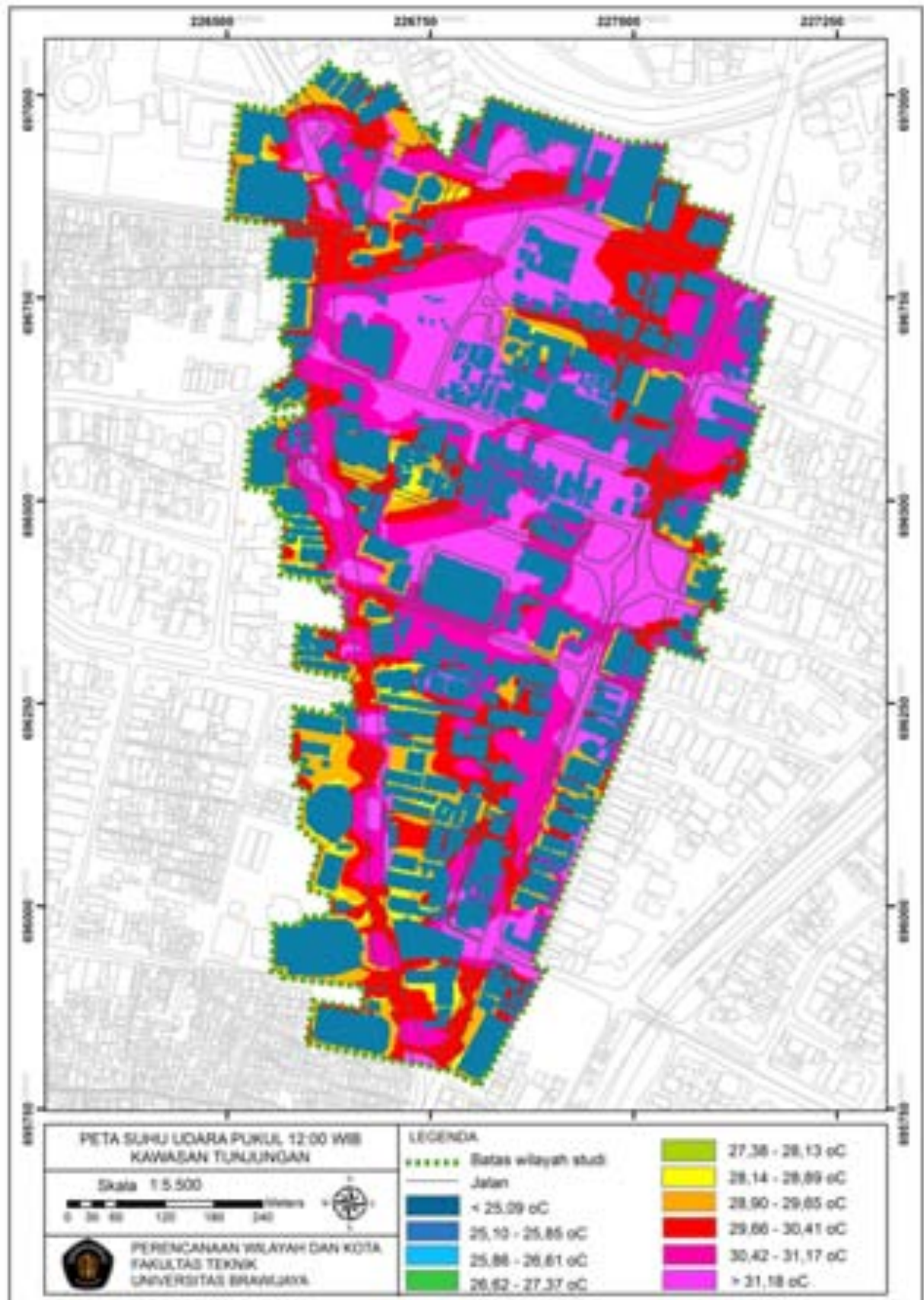
No	Parameter	Kawasan Tunjungan	Kawasan Jembatan Merah
1	Suhu warna kuning (28,14 – 28,89 °C)	1772 m ² (1%)	0 m ² (0 %)
2	Suhu warna orange (28,90 – 29,65 °C)	34725 m ² (22 %)	0 m ² (0%)
3	Suhu warna merah (29,66 – 30,41 °C)	67597 m ² (43%)	14907 m ² (12%)
4	Suhu warna pink gelap (30,42 – 31,17 °C)	35851 m ² (23 %)	21155 m ² (17%)
5	Suhu warna ungu (> 31,18°C)	15994 m ² (10%)	87705 m ² (71%)
6	Suhu rata-rata	29,43 °C	30,61 °C
7	Suhu minimum	28,22 °C	29,86 °C
8	Suhu maksimum	30,68 °C	31,71 °C
9	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 (Data Lampiran 3)

Berdasarkan Tabel 4.5, dari keseluruhan wilayah penelitian di Kawasan Tunjungan (Jalan Basuki Rahmat, Jalan Panglima Sudirman, dan Jalan Pemuda) diketahui suhu minimum sebesar 28,22 °C dan suhu maksimum 30,68 °C. Pada kawasan Jembatan Merah suhu minimum mencapai 29,86 lebih tinggi daripada kawasan Tunjungan, sedangkan suhu maksimum di kawasan Jembatan Merah 31,71 °C. Namun, jika dilihat dari prosentase suhu pada Tabel 4.5 kawasan Jembatan Merah mendominasi suhu lebih tinggi atau panas yaitu 71% dibandingkan dengan kawasan Tunjungan. Hal ini disebabkan, kawasan Jembatan Merah yang termasuk bagian UP Tanjung Perak terletak pada posisi yang lebih rendah daripada kawasan Tunjungan dan lebih banyak aktivitas kendaraan besar sehingga memicu panas disekitar bangunan. Suhu rata-rata siang hari di kawasan Tunjungan menunjukkan 29,43 °C lebih rendah dibandingkan kawasan Jembatan Merah dengan suhu rata-rata yaitu 30,61 °C. Sementara itu bila dibandingkan dengan standar SNI T 03-6572-2001, kawasan di Tunjungan maupun di Jembatan Merah tidak terdapat suhu nyaman karena suhu di kawasan Tunjungan lebih dari 27,1 °C. Berikut ini peta persebaran suhu

udara di kawasan Tunjungan dan kawasan Jembatan Merah pukul 12:00 WIB berdasarkan hasil simulasi ENVI-met.





Gambar 4. 24 Persebaran Suhu Udara Pukul 12:00 di Kawasan Tunjungan



Gambar 4. 25 Persebaran Suhu Udara Pukul 12:00 di Kawasan Jembatan Merah

C. Suhu udara pukul 15:00 WIB

Suhu sore hari pada pukul 15:00 di kawasan Tunjungan persebarannya lebih mendekati suhu pada pagi hari pukul 09:00 dengan suhu rata-rata mencapai 29,41 °C. Berbeda dengan kawasan Tunjungan, suhu rata-rata kawasan Jembatan Merah mencapai 30,52 °C. Berikut ini tabel karakteristik suhu udara pukul 15:00 pada dua wilayah *Central Bussiness District* di Kota Surabaya.

Tabel 4. 6 Karakteristik suhu udara pukul 15:00 berdasarkan simulasi ENVI-met

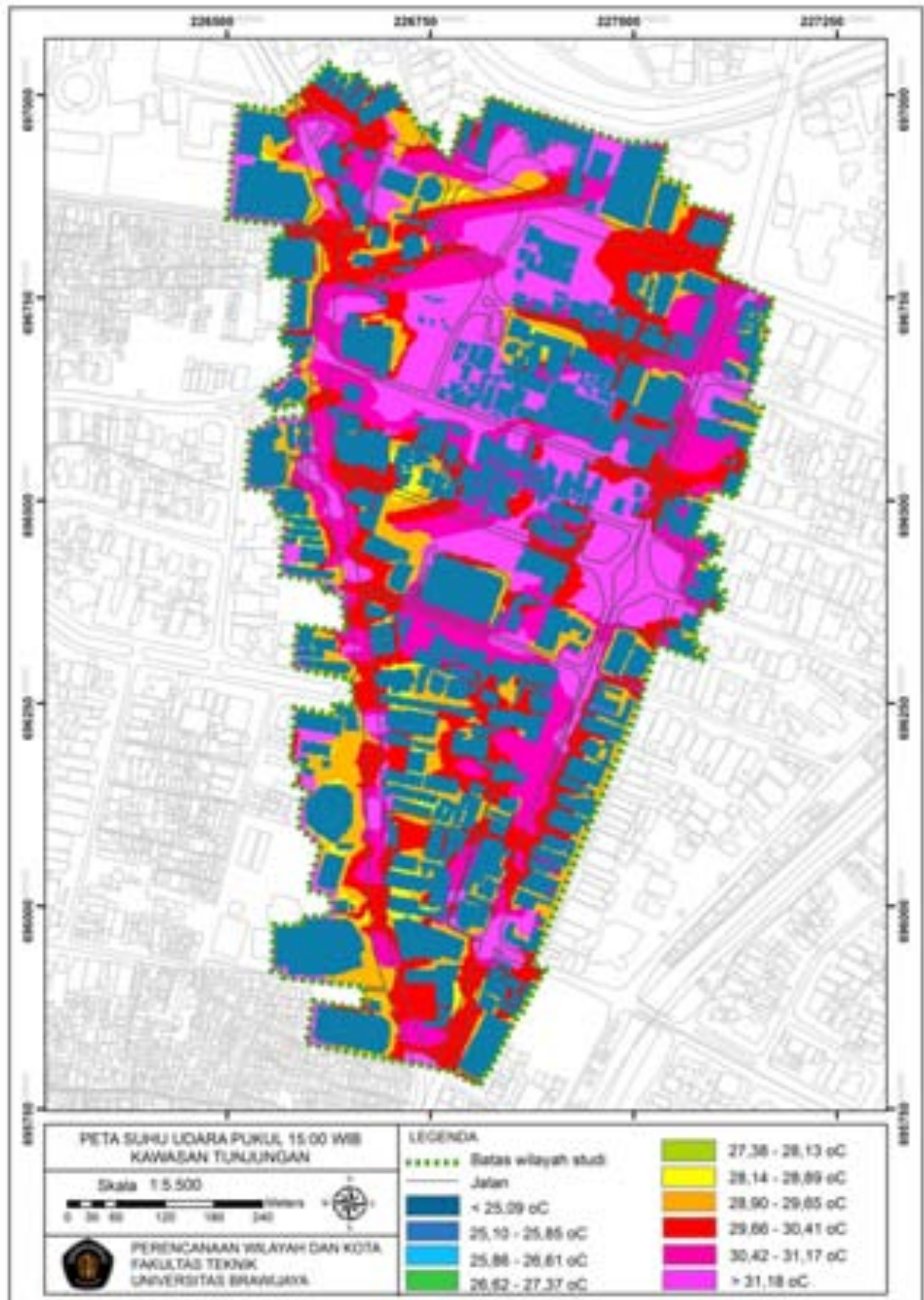
No	Parameter	Kawasan Tunjungan	Kawasan Jembatan Merah
1	Suhu warna kuning (28,14 – 28,89 °C)	2071 m ² (1%)	0 m ² (0%)
2	Suhu warna orange (28,90 – 29,65 °C)	73081 m ² (30%)	1066 m ² (1%)
3	Suhu warna merah (29,66 – 30,41 °C)	87973 m ² (36%)	28789 m ² (17%)
4	Suhu warna pink gelap (30,42 – 31,17 °C)	51728 m ² (21%)	46243 m ² (27%)
5	Suhu warna ungu (> 31,18°C)	29830 m ² (12%)	92750 m ² (55%)
6	Suhu rata-rata	29,41 °C	30,52 °C
7	Suhu minimum	28,30 °C	29,65 °C
8	Suhu maksimum	30,14°C	31,71 °C
9	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 (Data Lampiran 4)

Berdasarkan Tabel 4.6 menunjukkan suhu pada sore hari di kawasan Tunjungan lebih rendah daripada suhu di kawasan Jembatan Merah. Suhu maksimum pada sore hari di Kawasan Tunjungan mencapai 30,14 °C. Sedangkan pada kawasan Jembatan Merah memiliki suhu maksimum 31,71 °C. Namun suhu minimum kedua wilayah sangat berbeda jauh yaitu memiliki selisih suhu 1,35 °C. Sesuai dengan klasifikasi standar kenyamanan termal pada bangunan (SNI-T-14-1993-03 Tentang Tata Cara Perencanaan Teknis Konservasi Energi) maka suhu di kawasan Tunjungan dan kawasan Jembatan Merah pada sore hari tidak termasuk dalam kategori suhu nyaman yaitu suhu yang berada pada rentang 20,5 °C – 27,1 °C. Hal tersebut dikarenakan pada hasil simulasi ENVI-met suhu terendah kawasan hanya mencapai 28,30 °C. Pada penelitian ini, suhu tertinggi yang dihasilkan ENVI-met tidak setinggi suhu pada input data yakni sebesar 36,7 °C. Hal ini disebabkan suhu 36,7 °C merupakan hasil dari iklim makro atau suhu yang diperoleh dengan dimensi ketinggian lebih dari 100 m. Sementara iklim mikro merupakan suhu dengan dimensi ketinggian kurang dari 10 m yang dirasakan dari dalam ruangan maupun sekitar bangunan.

Berikut ini peta persebaran suhu udara di kawasan Tunjungan dan kawasan Jembatan Merah pukul 15:00 WIB berdasarkan hasil simulasi ENVI-met.





Gambar 4. 26 Persebaran Suhu Udara Pukul 15:00 di Kawasan Tunjungan



Gambar 4. 27 Persebaran Suhu Udara Pukul 15:00 di Kawasan Jembatan Merah

4.4.2 Kecepatan Angin

Secara umum, kecepatan angin terus bertambah seiring dengan pertambahan ketinggiannya. Selain itu semakin banyak halangan pada keadaan sekeliling (pohon, gedung, rumah, dan lainnya), maka ketinggian yang diperlukan angin untuk mencapai kecepatan maksimum juga semakin besar.

A. Kecepatan angin pukul 09:00 WIB

Berdasarkan data angin di Stasiun BMKG Juanda Surabaya pada tanggal 21 Oktober 2015, angin yang mengalir dominan dari arah timur ke barat dengan kecepatan 6 knots. Sementara itu, hasil simulasi di kawasan Tunjungan menunjukkan kecepatan rata-rata angin pada pukul 09:00 sebesar 1,31 m/s. Kecepatan rata-rata angin di kawasan Jembatan Merah lebih tinggi yaitu sebesar 1,58 m/s.

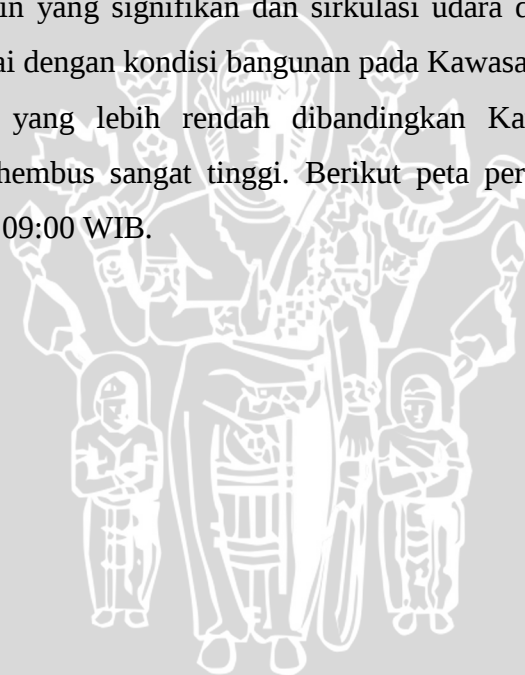
Tabel 4. 7 Karakteristik kecepatan angin pukul 09:00 berdasarkan simulasi ENVI-met

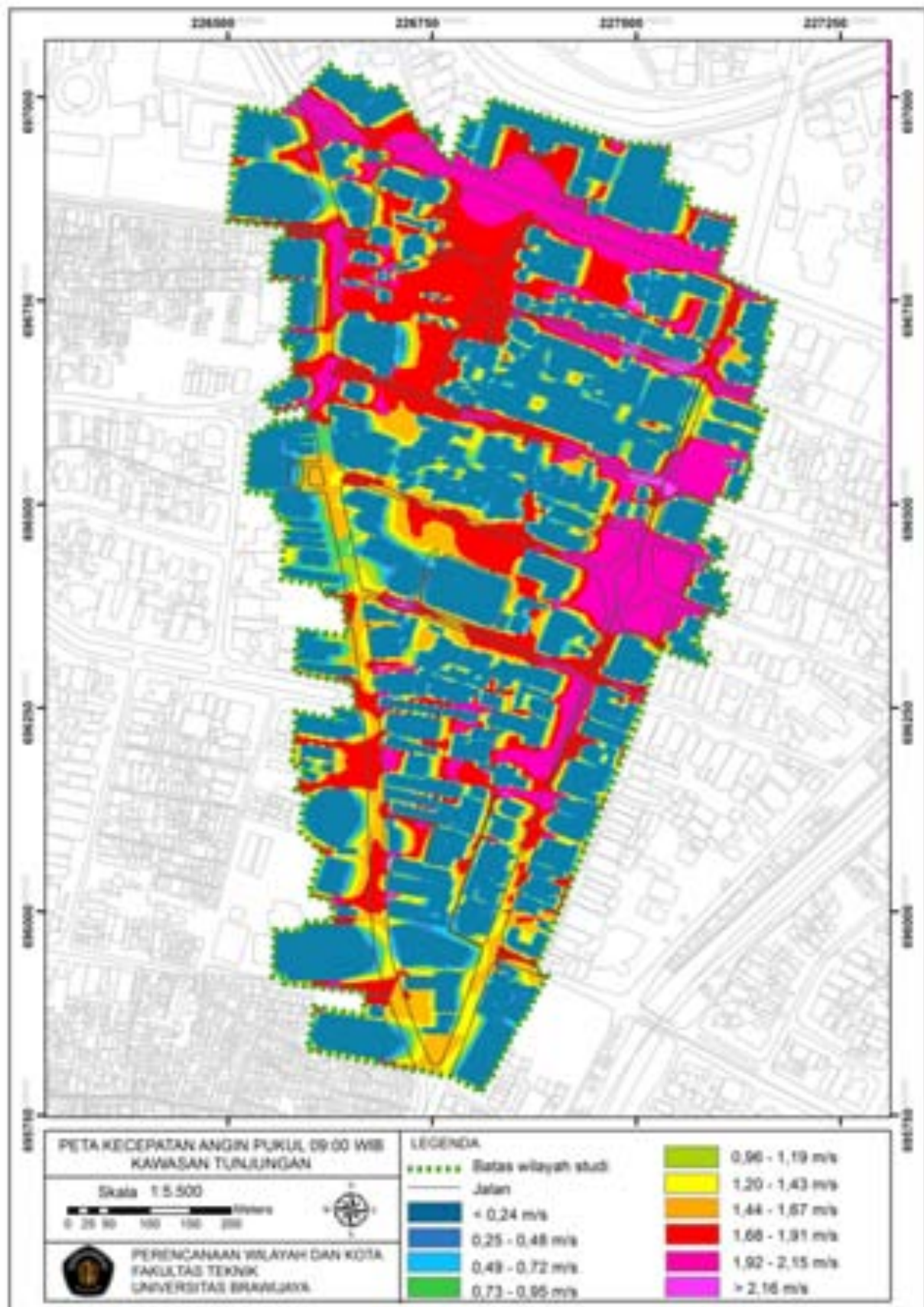
No	Parameter	Kawasan Tunjungan	Kawasan Jembatan Merah
1	Area biru tua (< 0,24 m/s)	687 m ² (1%)	0 m ² (0%)
2	Area biru tosca (0,25 – 0,48 m/s)	2980 m ² (3%)	648 m ² (1%)
3	Area biru muda (0,49 – 0,72 m/s)	4981 m ² (6%)	922 m ² (2%)
4	Area hijau tua (0,73 – 0,95 m/s)	7674 m ² (9%)	1367 m ² (3%)
5	Area hijau muda (0,96 – 1,19 m/s)	5906 m ² (7%)	1607 m ² (3%)
6	Area warna kuning (1,20 – 1,43 m/s)	18394 m ² (22%)	4731 m ² (9%)
7	Area warna orange (1,44 – 1,67 m/s)	13752 m ² (16 %)	31633 m ² (58%)
8	Area warna merah (1,68 – 1,91 m/s)	17215 m ² (20%)	5413 m ² (10%)
9	Area warna pink gelap (1,92 – 2,15 m/s)	13379 m ² (16%)	7869 m ² (15%)
10	Area warna ungu (> 2,16 m/s)	26 m ² (0%)	0 m ² (0%)
11	Kecepatan angin rata-rata	0,91 m/s	1,38 m/s
12	Kecepatan angin minimum	0,22 m/s	0,54 m/s
13	Kecepatan angin maksimum	1,83 m/s	1,96 m/s
12	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 (Data Lampiran 5)

Kecepatan angin maksimum pada kawasan Tunjungan teramati pada pukul 09:00 WIB yang bertiup dari arah timur ke barat dengan kecepatan angin sebesar 1,83 m/s. Sedangkan di kawasan Jembatan Merah kecepatan angin maksimum yang bertiup yaitu

sebesar 1,96 m/s. Berdasarkan teori Carmona (2003), pengaruh kecepatan angin maksimum yang dirasakan seseorang di dua wilayah penelitian pada pukul 09:00 tersebut masih termasuk dalam kategori angin ringan (1,6 m/s – 3,3 m/s). Efeknya yaitu angin ringan yang dapat membuat seseorang merasakan hembusan angin sepoi-sepoi pada bagian wajah. Kecepatan angin di kawasan Tunjungan lebih rendah daripada kecepatan angin di kawasan Jembatan Merah. Hal ini dapat ditunjukkan dengan besar kecepatan angin minimum yang bertiup di kawasan Tunjungan sebesar 0,22 m/s, sedangkan di kawasan Jembatan Merah kecepatan angin minimum mencapai 0,54 m/s. Kecepatan angin minimum pada dua wilayah studi termasuk kedalam kategori udara ringan/tenang dimana pengaruh angin tidak begitu tampak atau dirasakan manusia. Dalam hal ini, kecepatan angin dipengaruhi oleh ketinggian bangunan, dimana semakin tinggi bangunan maka angin yang berhembus di sekitar bangunan semakin sedikit. Begitu pula dengan bentuk bangunan yang lebar memiliki pergerakan angin yang signifikan dan sirkulasi udara di depan bangunan yang banyak. Hal tersebut sesuai dengan kondisi bangunan pada Kawasan Jembatan Merah dengan ketinggian bangunan yang lebih rendah dibandingkan Kawasan Tunjungan sehingga arus angin yang berhembus sangat tinggi. Berikut peta persebaran kecepatan angin pada wilayah studi pukul 09:00 WIB.





Gambar 4. 28 Persebaran Kecepatan Angin Pukul 09:00 di Kawasan Tunjungan



Gambar 4. 29 Persebaran Kecepatan Angin Pukul 09:00 di Kawasan Jembatan Merah

B. Kecepatan angin pukul 12:00 WIB

Hasil simulasi pada siang hari pukul 12:00 di kawasan Tunjungan menunjukkan kecepatan angin rata-rata sebesar 1,31 m/s. Sedangkan di kawasan Jembatan Merah rata-rata kecepatan angin yaitu 1,64 m/s. Kecepatan angin minimum di kawasan Tunjungan tercatat 0,54 m/s dan di kawasan Jembatan Merah sebesar 1,07 m/s. Kecepatan angin minimum pada pukul 12:00 sama dengan kecepatan angin pada pagi hari pukul 09:00 sehingga termasuk wilayah dengan kecepatan angin yang tenang. Sedangkan kecepatan angin maksimum yang bertiup dari arah timur ke barat menunjukkan kecepatan angin kawasan Tunjungan lebih tinggi daripada kawasan Jembatan Merah yaitu dengan selisih 0,27 m/s.

Tabel 4. 8 Karakteristik kecepatan angin pukul 12:00 berdasarkan simulasi ENVI-met

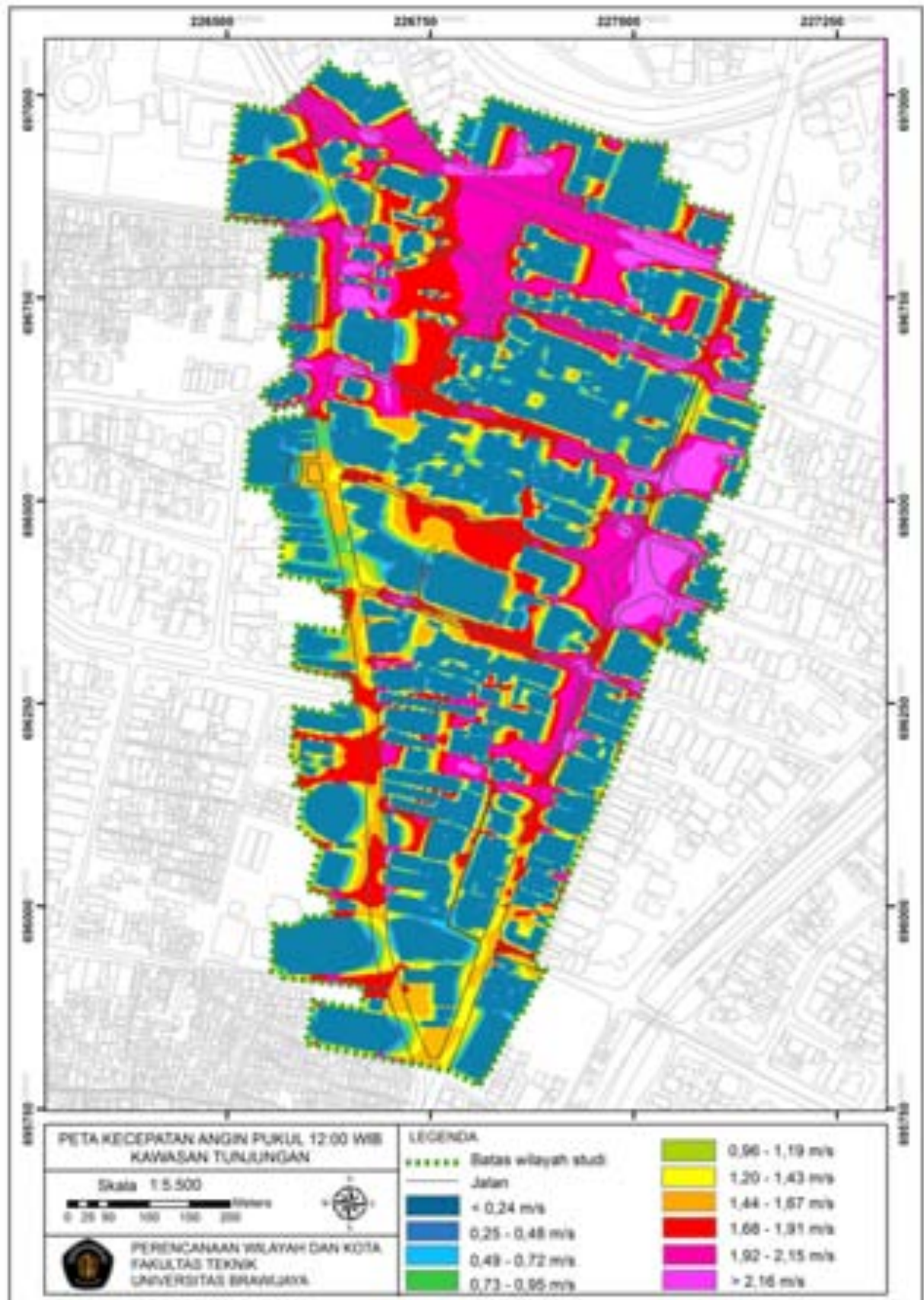
No	Parameter	Kawasan Tunjungan	Kawasan Jembatan Merah
1	Area biru tua (< 0,24 m/s)	634 m ² (1%)	0 m ² (0%)
2	Area biru tosca (0,25 – 0,48 m/s)	2958 m ² (3%)	427 m ² (1%)
3	Area biru muda (0,49 – 0,72 m/s)	5052 m ² (6%)	796 m ² (1%)
4	Area hijau tua (0,73 – 0,95 m/s)	14359 m ² (17%)	886 m ² (2%)
5	Area hijau muda (0,96 – 1,19 m/s)	5858 m ² (7%)	1016 m ² (2%)
6	Area warna kuning (1,20 – 1,43 m/s)	13916 m ² (16 %)	2917 m ² (5 %)
7	Area warna orange (1,44 – 1,67 m/s)	17859 m ² (21%)	4630 m ² (9%)
8	Area warna merah (1,68 – 1,91 m/s)	12378 m ² (15%)	25606 m ² (47%)
9	Area warna pink gelap (1,92 – 2,15 m/s)	7602 m ² (9%)	7428 m ² (14%)
10	Area warna ungu (> 2,16 m/s)	4360 m ² (5%)	10369 m ² (19%)
11	Kecepatan angin rata-rata	0,88 m/s	1,69 m/s
12	Kecepatan angin minimum	0,34 m/s	0,54 m/s
13	Kecepatan angin maksimum	2,01 m/s	2,15 m/s
12	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 (Data Lampiran 6)

Jika dilihat pada Tabel 4.8 prosentase tertinggi 47% menunjukkan bahwa pada pukul 12:00 WIB kawasan Jembatan Merah merupakan kawasan dengan kecepatan angin sebesar 1,68 – 1,91 m/s. Sedangkan pada kawasan Tunjungan prosentase tertinggi sebesar 21% menunjukkan bahwa kawasan Tunjungan pukul 12:00 WIB termasuk kedalam

kategori kecepatan angin dengan rentang 1,44 – 1,67 m/s. Berikut ini peta persebaran kecepatan angin di kawasan Tunjungan dan kawasan Jembatan Merah pukul 12:00 WIB. Berdasarkan klasifikasi Carmona (2003), rata-rata kecepatan angin di kawasan Tunjungan menunjukkan kecepatan angin tenang (0 – 1,5 m/s). Sedangkan di kawasan Jembatan Merah kecepatan angin rata-rata 1,64 m/s menunjukkan kecepatan angin ringan dengan efek sepoi-sepoi pada wajah.





Gambar 4. 30 Persebaran Kecepatan Angin Pukul 12:00 di Kawasan Tunjungan



Gambar 4. 31 Persebaran Kecepatan Angin Pukul 12:00 di Kawasan Jembatan Merah

C. Kecepatan angin pukul 15:00 WIB

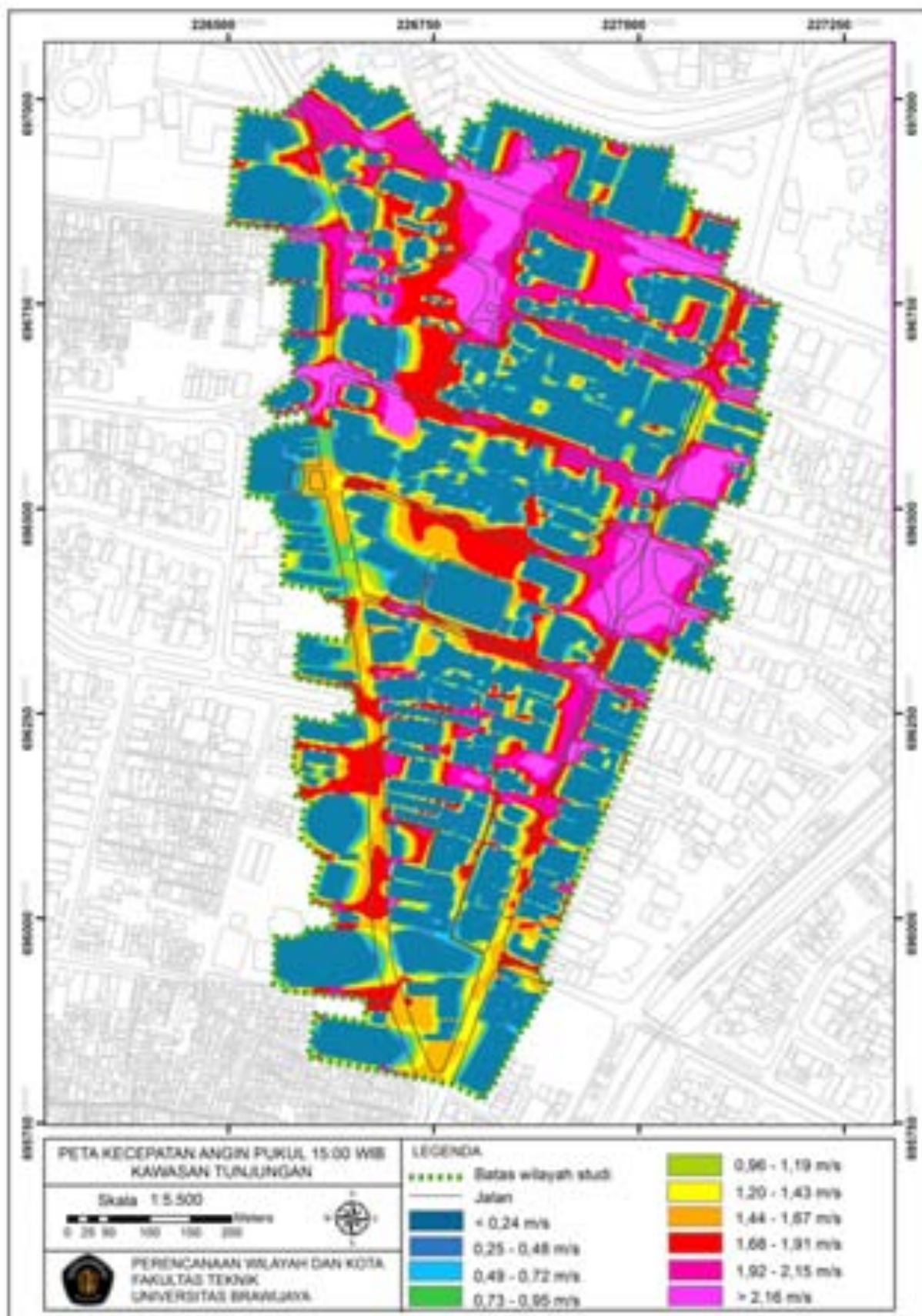
Selanjutnya, grafik kecepatan angin di kawasan Tunjungan maupun Jembatan Merah pada sore hari pukul 15.00 menunjukkan rata-rata kecepatan angin yang sama dengan kecepatan angin pada siang hari pukul 12:00. Pada kawasan Tunjungan kecepatan angin rata-rata mencapai 1,31 m/s dengan kondisi udara ringan atau angin tenang sehingga pengaruhnya tidak dirasakan oleh manusia. Sedangkan pada kawasan Jembatan Merah tercatat kecepatan angin rata-rata yaitu sebesar 1,64 m/s dengan situasi angin sepoi-sepoi.

Tabel 4. 9 Karakteristik kecepatan angin pukul 15:00 berdasarkan simulasi ENVI-met

No	Parameter	Kawasan Tunjungan	Kawasan Jembatan Merah
1	Area biru tua (< 0,24 m/s)	696 m ² (1%)	0 m ² (0%)
2	Area biru tosca (0,25 – 0,48 m/s)	2970 m ² (3%)	455 m ² (1%)
3	Area biru muda (0,49 – 0,72 m/s)	5066 m ² (6%)	789 m ² (1%)
4	Area hijau tua (0,73 – 0,95 m/s)	7648 m ² (9%)	909 m ² (2%)
5	Area hijau muda (0,96 – 1,19 m/s)	14160 m ² (17%)	1044 m ² (2%)
6	Area warna kuning (1,20 – 1,43 m/s)	13847 m ² (16 %)	3208 m ² (6 %)
7	Area warna orange (1,44 – 1,67 m/s)	17440 m ² (20%)	9652 m ² (18%)
8	Area warna merah (1,68 – 1,91 m/s)	10437 m ² (12%)	25966 m ² (48%)
9	Area warna pink gelap (1,92 – 2,15 m/s)	5975 m ² (7%)	7843 m ² (14%)
10	Area warna ungu (> 2,16 m/s)	6824 m ² (8%)	4391 m ² (8%)
11	Kecepatan angin rata-rata	0,89 m/s	1,53 m/s
12	Kecepatan angin minimum	0,30 m/s	0,54 m/s
13	Kecepatan angin maksimum	1,93 m/s	2,15 m/s
12	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 (Data Lampiran 7)

Berdasarkan Tabel 4.9, kawasan Jembatan merah memiliki kecepatan angin yang lebih tinggi dibandingkan kawasan Tunjungan. Kecepatan angin pada kawasan Tunjungan 20% termasuk area orange dengan rentang 1,44 – 1,67 m/s. Sedangkan prosentase kawasan Jembatan Merah sebanyak 48% termasuk kedalam klasifikasi kecepatan angin ringan dengan rentang 1,68 – 1,91 m/s. Sementara itu, berdasarkan pedoman SNI T 03-6572-2001, besar kecepatan angin pada sore hari di kedua wilayah penelitian tidak menunjukkan kondisi yang nyaman karena besar kecepatan angin yang lebih dari 0,25 m/s. Berikut ini peta yang menunjukkan persebaran kecepatan angin pukul 15:00 WIB.



Gambar 4. 32 Persebaran Kecepatan Angin Pukul 15:00 di Kawasan Tunjungan



Gambar 4. 33 Persebaran Kecepatan Angin Pukul 15:00 di Kawasan Jembatan Merah

4.4.3 Kelembapan udara

Pengukuran kelembapan udara juga sama halnya dengan pengukuran suhu udara dan kecepatan angin dimana kelembapan udara yang dihitung adalah kelembapan udara di pada tiap blok bangunan.

A. Kelembapan udara pukul 09:00 WIB

Berdasarkan hasil simulasi diperoleh rentang kelembapan udara di kawasan Tunjungan antara 80,76 % - 83,01%. Kelembapan udara di kawasan Tunjungan pada pagi hari (pukul 09:00) memiliki kelembapan relatif rata-rata sebesar 82,01 % dan pada kawasan Jembatan Merah sebesar 82,01%.

Tabel 4. 10 Karakteristik kelembapan udara pukul 09:00 berdasarkan simulasi ENVI-met

No	Parameter	Kawasan Tunjungan	Kawasan Jembatan Merah
1	Area biru tua (< 79,54 %)	22064 m ² (26%)	6781 m ² (12%)
2	Area biru tosca (79,55 – 81,36 %)	36729 m ² (43%)	29548 m ² (54%)
3	Area biru muda (81,37 – 83,18 %)	26375 m ² (31%)	17899 m ² (33%)
4	Kelembapan udara rata-rata	82 %	82,01 %
5	Kelembapan udara minimum	80,76%	79,78%
6	Kelembapan udara maksimum	83,01%	82,59%
7	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 (Data Lampiran 8)

Berdasarkan Tabel 4.10 prosentase tertinggi pada dua wilayah studi pukul 09:00 WIB menunjukkan kelembapan udara area biru tosca dengan rentang sebesar 79,55 – 81,36 43%. Angka kelembapan relatif di kawasan Tunjungan sebesar 82% dan kawasan Jembatan Merah memiliki angka relatif 82,01% Berikut ini peta tentang persebaran kelembapan udara pukul 09:00 pada dua wilayah studi.



Gambar 4. 34 Persebaran Kelembapan Udara Pukul 09:00 di Kawasan Tunjungan



Gambar 4. 35 Persebaran Kelembapan Udara Pukul 09:00 di Kawasan Jembatan Merah

B. Kelembapan udara pukul 12:00 WIB

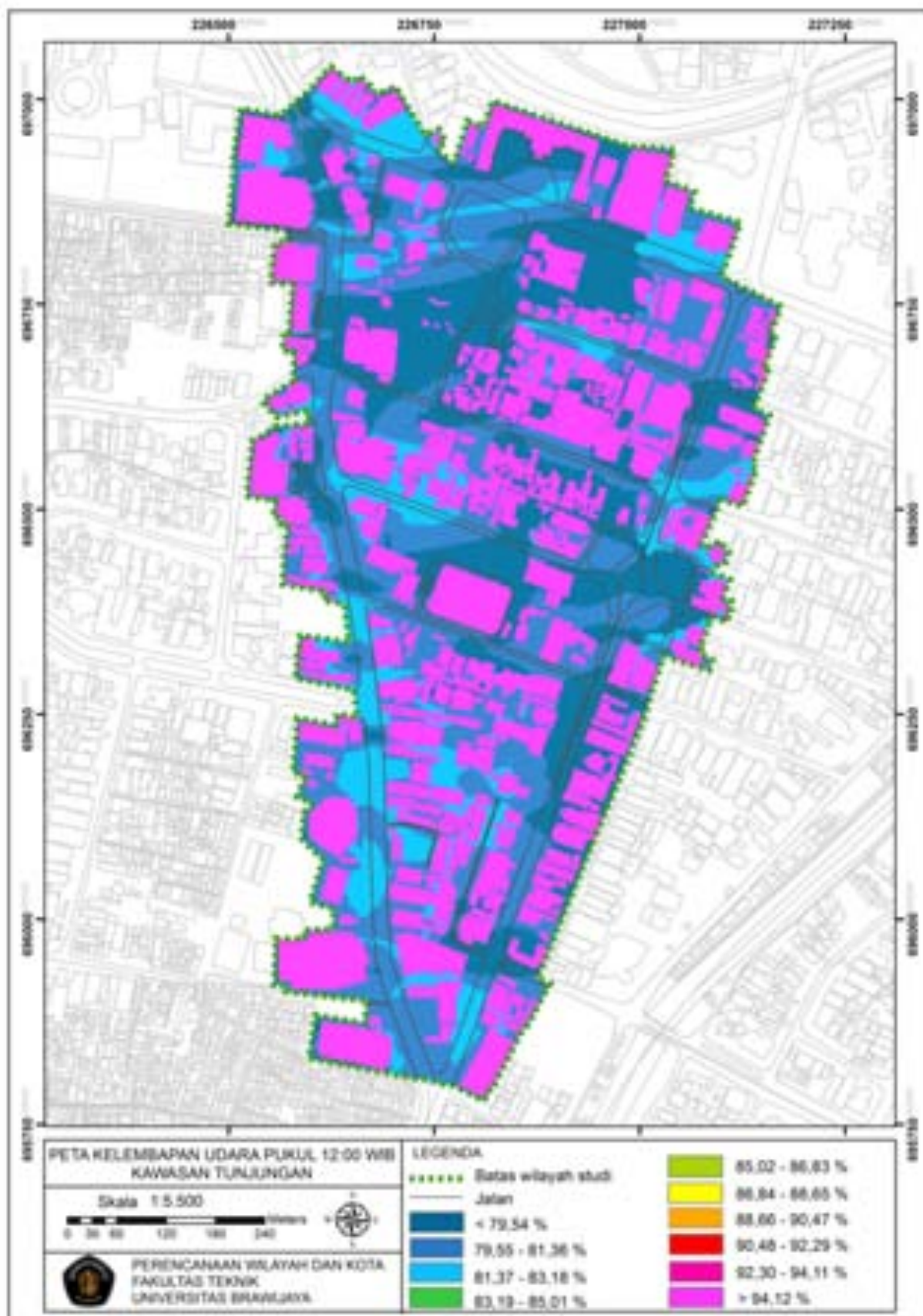
Kondisi siang hari (pukul 12:00 WIB) beberapa bangunan di kawasan Tunjungan maupun di kawasan Jembatan Merah mengalami penurunan angka kelembapan relatif. Hal ini dibuktikan dengan penurunan angka kelembapan relatif rata-rata Kawasan Tunjungan pada pukul 09:00 sebesar 82% menjadi 81,80% saat siang hari. Sama halnya dengan kawasan Tunjungan pada siang hari, kawasan Jembatan Merah juga mengalami penurunan kelembapan menjadi 80,67%. Penurunan angka kelembapan udara tersebut juga dipengaruhi oleh sinar matahari dan besar suhu udara sekitar bangunan.

Tabel 4. 11 Karakteristik kelembapan udara pukul 12:00 berdasarkan simulasi ENVI-met

No	Parameter	Kawasan Tunjungan	Kawasan Jembatan Merah
1	Area biru tua (< 79,54%)	2648 m ² (31%)	13426 m ² (25%)
2	Area biru tosca (79,55 – 81,36 %)	39247 m ² (46%)	25095 m ² (46%)
3	Area biru muda (81,37 – 83,18 %)	19434 m ² (23%)	15739 m ² (29%)
4	Kelembapan udara rata-rata	81,80%	80,67%
5	Kelembapan udara minimum	80,34 %	79,78%
6	Kelembapan udara maksimum	83,19%	82,59%
7	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 (Data Lampiran 9)

Berdasarkan Tabel 4.11, kedua wilayah studi menunjukkan kelembapan udara rata-rata yang sama dengan selisih 1,13%. Jika dibandingkan antara dua kawasan CBD pada siang hari kawasan Tunjungan memiliki prosentase kelembapan udara lebih tinggi dibandingkan dengan kawasan Jembatan Merah dengan selisih 0,6%. Berikut ini peta mengenai persebaran kelembapan udara pukul 12:00 WIB pada dua wilayah studi.



Gambar 4. 36 Persebaran Kelembapan Udara Pukul 12:00 di Kawasan Tunjungan



Gambar 4. 37 Persebaran Kelembapan Udara Pukul 12:00 di Kawasan Jembatan Merah

C. Kelembapan udara pukul 15:00 WIB

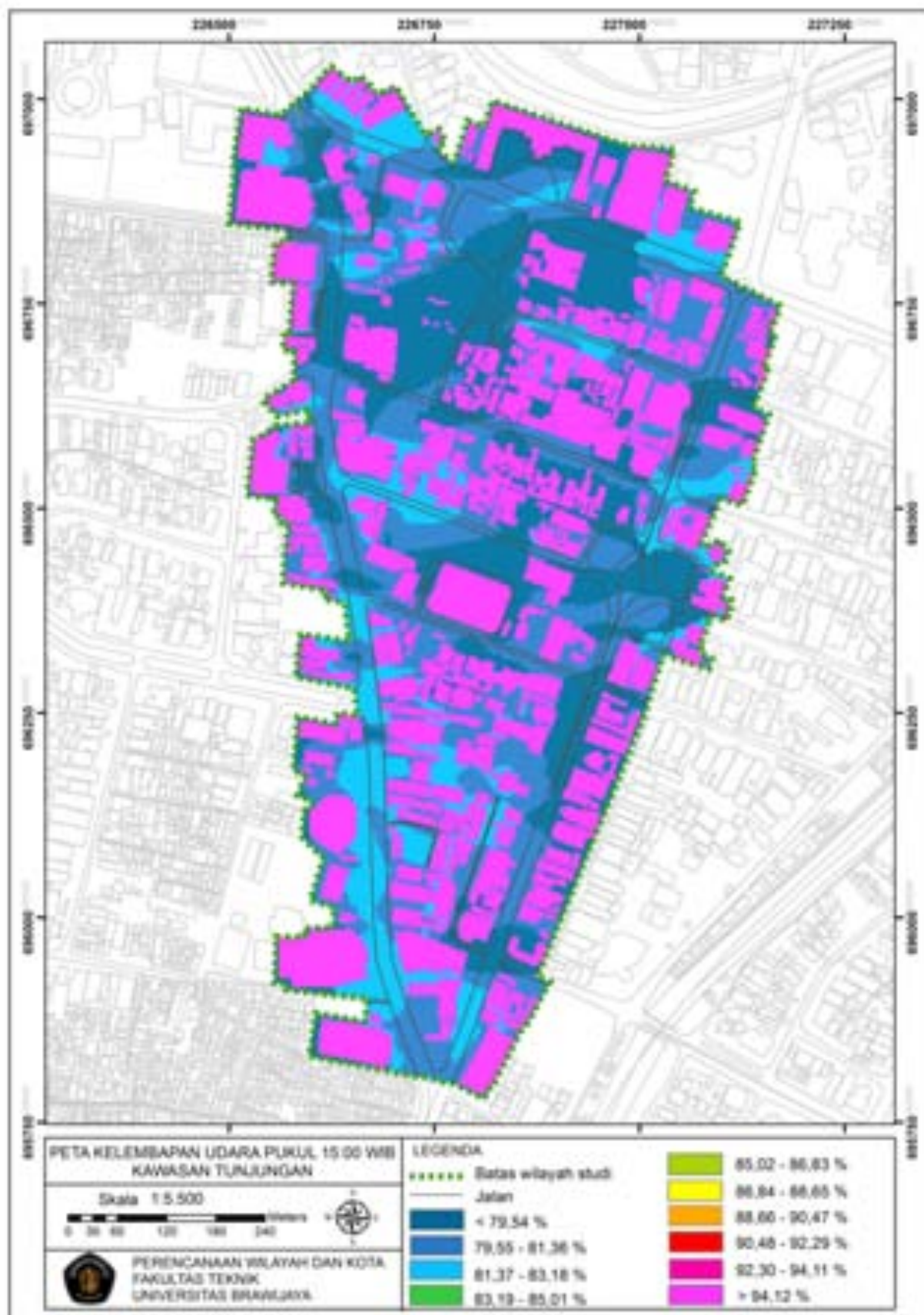
Selanjutnya hasil simulasi kelembapan relatif pada sore hari pukul 15:00 menunjukkan bahwa kelembapan relatif rata-rata di kawasan Tunjungan sama besarnya dengan kelembapan relatif rata-rata kawasan Tunjungan saat pukul 09:00 yaitu sebesar 82%. Sedangkan kelembapan relatif pada kawasan Jembatan Merah lebih rendah daripada kawasan Tunjungan yaitu sebesar 80,81 %. Hal tersebut sesuai dengan hasil analisa dalam bentuk grafik yang menjelaskan prosentase kelembapan udara pukul 15:00 WIB.

Tabel 4. 12 Karakteristik kelembapan udara pukul 15:00 berdasarkan simulasi ENVI-met

No	Parameter	Kawasan Tunjungan	Kawasan Jembatan Merah
1	Area biru tua (< 79,54%)	26055 m ² (31%)	11491 m ² (21%)
2	Area biru tosca (79,55 – 81,36 %)	36361 m ² (43%)	32793 m ² (60%)
3	Area biru muda (81,37 – 83,18 %)	22752 m ² (27%)	9976 m ² (18%)
4	Kelembapan udara rata-rata	82%	80,81%
5	Kelembapan udara minimum	80,77%	79,78%
6	Kelembapan udara maksimum	83,11%	82,59%
7	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 (Data Lampiran 10)

Pada Tabel 4.12 menunjukkan bahwa kelembapan udara kawasan Jembatan Merah 60% lebih tinggi dibandingkan dengan kawasan Tunjungan yang hanya mencapai 43% untuk kondisi kelembapan udara pada area biru tosca (79,55 – 81,36%). Angka kelembapan udara tersebut menunjukkan bahwa kawasan Jembatan Merah memiliki prosentase yang berbeda dengan kelembapan udara saat pagi dan siang hari. Sedangkan kawasan Tunjungan memiliki klasifikasi yang sama pada ketiga waktu pagi, siang, dan sore hari yaitu termasuk kelembapan udara pada area biru tosca dengan interval 79,55 – 81,36%. Berdasarkan standar yang berkaitan dengan kenyamanan termal manusia pedoman SNI T 14-1993-03 di Indonesia yaitu kelembapan udara relatif yang dianjurkan antara 50% - 80%, sehingga dari ketiga waktu kelembapan udara relatif di kedua kawasan CBD tidak termasuk kategori yang sesuai untuk aktivitas perkotaan. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada Tabel 4.13 mengenai perbandingan antara dua *Central Business District* di Kota Surabaya.



Gambar 4.38 Persebaran Kelembapan Udara Pukul 15:00 di Kawasan Tunjungan



Gambar 4. 39 Persebaran Kelembapan Udara Pukul 15:00 di Kawasan Jembatan Merah

Untuk lebih jelas mengenai perbandingan dua kawasan berikut tabel yang menjelaskan perbandingan dalam hal iklim mikro kawasan.

Tabel 4. 13 Perbandingan intensitas bangunan dan iklim mikro pada dua kawasan CBD

RATA-RATA		INTENSITAS BANGUNAN	
		Kawasan Tunjungan	Kawasan Jembatan Merah
		- Ketinggian bangunan > 3 lantai	- Ketinggian bangunan 1 – 3 lantai
		- Kepadatan bangunan sedang	- Kepadatan bangunan tinggi
		- KDB 71 – 90%	- KDB 71 – 90%
		- KLB 0,51 – 1,0	- KLB 0,51 – 1,0
Suhu udara	Pukul 09.00	29,20 °C	30,60 °C
	Pukul 12.00	29,43 °C	30,61 °C
	Pukul 15.00	29,41 °C	30,52 °C
Kelembapan udara	Pukul 09.00	82,00 %	82,00 %
	Pukul 12.00	81,80 %	80,67 %
	Pukul 15.00	80,81 %	82,00 %
Kecepatan angin	Pukul 09.00	0,91 m/s	1,38 m/s
	Pukul 12.00	0,88 m/s	1,69 m/s
	Pukul 15.00	0,89 m/s	1,53 m/s

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.

4.5 Pengaruh Intensitas Bangunan terhadap Kualitas Iklim Mikro Kawasan *Central Business District*

Analisis *crosstab* dilakukan untuk mengetahui korelasi antara variabel intensitas bangunan terhadap iklim mikro. Variabel intensitas bangunan yang diteliti yaitu terdiri dari ketinggian bangunan, kepadatan bangunan, koefisien dasar bangunan (KDB), dan koefisien lantai bangunan (KLB). Sementara itu, variabel iklim mikro terdiri dari suhu udara, kelembapan udara, dan kecepatan angin. Untuk melakukan analisis *crosstab* peneliti mengatur data dalam bentuk ordinal. Berikut tabel penjelasan data *crosstab*.

Tabel 4.14 Skala Ordinal Analisis *Crosstab*

Variabel	Skala Ordinal		
	1 = “Rendah”	2 = “Sedang”	3 = “Tinggi”
Koefisien Dasar Bangunan	< 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 – 1,0	1,1- 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%

Sumber: Hasil analisis, 2016

Berdasarkan Tabel 4.14 data rasio dirubah menjadi ordinal (Lampiran 11) kemudian dilakukan analisis *Crosstab* menggunakan *software* SPSS 16.0. Hasil analisis dilihat berdasarkan nilai *Chi-square (Asymp. Sig)* dan *Spearman Correlation* (kekuatan hubungan) apakah memenuhi hipotesis atau tidak. Berikut ini tabel klasifikasi interpretasi dari besarnya nilai korelasi antara variabel.

Tabel 4.15 Koefisien Korelasi dan Interpretasinya

Nilai Korelasi Sampel (r)	Interpretasi
0,00 – 0,199	Korelasi sangat rendah/sangat lemah
0,20 – 0,399	Korelasi rendah/lemah
0,40 – 0,599	Korelasi sedang
0,60 – 0,799	Korelasi kuat
0,80 – 1,000	Korelasi sangat kuat

Sumber: Sugiono (2004)

Setelah dilakukan uji analisis *Crosstab* menggunakan metode *Chi-square* dan memilih uji korelasi Spearman untuk jenis data ordinal maka diperoleh output analisis sebagai berikut.

Tabel 4. 16 Hasil Analisis Korelasi Intensitas Bangunan dengan Iklim Mikro

No.	Waktu Penelitian	Hubungan Antar Variabel	Signifiency (Ada / tidak hubungan)		Correlation	
			Asymp. Sig	Hubungan	Spearman Correlation	Interpretasi
1	Pukul 09:00	KDB dengan suhu udara	0,000	Ada	0,588	Korelasi sedang
2		KDB dengan kelembapan udara	0,006	Ada	-0,394	Korelasi lemah
3		KDB dengan kecepatan angin	0,002	Ada	0,385	Korelasi lemah
4		Ketinggian bangunan dengan suhu udara	0,000	Ada	-0,508	Korelasi sedang
5		Ketinggian bangunan dengan kelembapan udara	0,000	Ada	0,825	Korelasi sangat kuat
6		Ketinggian bangunan dengan kecepatan angin	0,000	Ada	-0,700	Korelasi kuat
7		Kepadatan bangunan dengan suhu udara	0,000	Ada	0,384	Korelasi lemah
8		Kepadatan bangunan dengan kelembapan udara	0,000	Ada	-0,381	Korelasi lemah
9		Kepadatan bangunan dengan kecepatan angin	0,000	Ada	0,418	Korelasi sedang
10		KLB dengan suhu udara	0,000	Ada	-0,517	Korelasi sedang
11		KLB dengan kelembapan udara	0,000	Ada	0,570	Korelasi sedang
12		KLB dengan kecepatan angin	0,000	Ada	-0,572	Korelasi sedang
13	Pukul 12:00	KDB dengan suhu udara	0,000	Ada	0,628	Korelasi kuat
14		KDB dengan kelembapan udara	0,001	Ada	-0,470	Korelasi sedang
15		KDB dengan kecepatan angin	0,014	Ada	0,317	Korelasi lemah
16		Ketinggian bangunan dengan suhu udara	0,000	Ada	-0,676	Korelasi kuat
17		Ketinggian bangunan dengan kelembapan udara	0,000	Ada	0,957	Korelasi sangat kuat
18		Ketinggian bangunan dengan kecepatan angin	0,000	Ada	-0,646	Korelasi kuat
19		Kepadatan bangunan dengan suhu udara	0,000	Ada	0,617	Korelasi kuat
20		Kepadatan bangunan dengan kelembapan udara	0,000	Ada	-0,520	Korelasi sedang
21		Kepadatan bangunan dengan kecepatan angin	0,000	Ada	0,468	Korelasi sedang
22		KLB dengan suhu udara	0,000	Ada	-0,618	Korelasi kuat
23		KLB dengan kelembapan udara	0,000	Ada	0,630	Korelasi kuat
24		KLB dengan kecepatan angin	0,000	Ada	-0,426	Korelasi sedang
25	Pukul 15:00	KDB dengan suhu udara	0,000	Ada	0,656	Korelasi kuat
26		KDB dengan kelembapan udara	0,002	Ada	-0,440	Korelasi sedang
27		KDB dengan kecepatan angin	0,074	Tidak ada	-	-
28		Ketinggian bangunan dengan suhu udara	0,000	Ada	-0,474	Korelasi sedang
29		Ketinggian bangunan dengan kelembapan udara	0,000	Ada	0,837	Korelasi sangat kuat
30		Ketinggian bangunan dengan kecepatan angin	0,000	Ada	-0,605	Korelasi kuat

No.	Waktu Penelitian	Hubungan Antar Variabel	Signifiency (Ada / tidak hubungan)		Correlation	
			Asymp. Sig	Hubungan	Spearman Correlation	Interpretasi
31		Kepadatan bangunan dengan suhu udara	0,001	Ada	0,436	Korelasi sedang
32		Kepadatan bangunan dengan kelembapan udara	0,000	Ada	-0,545	Korelasi sedang
33		Kepadatan bangunan dengan kecepatan angin	0,038	Ada	0,198	Korelasi sangat lemah
34		KLB dengan suhu udara	0,000	Ada	-0,439	Korelasi sedang
35		KLB dengan kelembapan udara	0,000	Ada	0,602	Korelasi kuat
36		KLB dengan kecepatan angin	0,002	Ada	-0,349	Korelasi lemah

Sumber: Hasil Analisis, 2016

Berikut pengambilan keputusan analisis *Crosstab* dari Tabel 4.16 :

- Bila *Asymp. Sig* > 0,05 → H_0 diterima atau sama dengan tidak ada hubungan antar variabel;
- Bila *Asymp. Sig* < 0,05 → H_0 ditolak atau sama dengan ada hubungan antar variabel.

Berdasarkan Tabel 4.16, analisis *Crosstab* memiliki hasil pengaruh yang berbeda di tiap waktunya. Pada pukul 09:00 WIB, variabel yang memiliki pengaruh kuat yaitu ketinggian bangunan, sedangkan variabel intensitas bangunan lainnya memiliki korelasi sedang dan lemah. Variabel ketinggian bangunan mempengaruhi kecepatan angin dengan nilai korelasi -0,700. Korelasi yang ditunjukkan bernilai negatif (-) sehingga memiliki hubungan linear yang berbanding terbalik, dimana semakin tinggi bangunan maka semakin kecil arus angin yang berhembus. Selain itu variabel ketinggian bangunan juga memiliki pengaruh sangat kuat yang mempengaruhi kelembapan udara dengan nilai korelasi 0,825. Berikut contoh tabel *Crosstab* yang menunjukkan prosentase hubungan tiap variabel.

Tabel 4. 17 Hasil *Crosstab* Ketinggian bangunan dengan kelembapan udara pukul 09.00 WIB

			Ketinggian_bangunan			Total
			rendah	sedang	tinggi	
kelembapan_9am	rendah	Count	56	0	0	56
		% of Total	74.7%	.0%	.0%	74.7%
	sedang	Count	6	7	0	13
		% of Total	8.0%	9.3%	.0%	17.3%
	tinggi	Count	0	0	6	6
		% of Total	.0%	.0%	8.0%	8.0%
Total	Count	62	7	6	75	
	% of Total	82.7%	9.3%	8.0%	100.0%	

Berdasarkan Tabel 4.17, hasil *crosstab* menunjukkan bahwa pada pukul 09.00 WIB ketinggian bangunan memiliki korelasi terhadap kelembapan udara dimana jumlah prosentase dapat diketahui pada tiap baris maupun kolom pada tabel *Crosstab*. Sebanyak 56 (74,7%) blok dengan ketinggian bangunan rendah menghasilkan kelembapan udara yang rendah. Sementara itu, ketinggian bangunan sedang yang berpengaruh terhadap kelembapan udara sedang berjumlah 7 blok (9,3%). Sedangkan jumlah blok dengan ketinggian bangunan tinggi hanya sebanyak 6 (8%) blok dengan kondisi kelembapan udara yang tinggi. Persebaran prosentase *crosstab* tersebut membentuk garis linear yang berbanding lurus dengan total 69 blok dari jumlah keseluruhan sampel 75 blok. Hal tersebut sesuai dengan hasil korelasi kekuatan hubungan yang menyatakan sangat kuat, dimana semakin tinggi bangunan maka kelembapan udara semakin meningkat.

Pada pukul 12:00 WIB, beberapa variabel intensitas bangunan memiliki korelasi yang kuat dan sangat kuat terhadap iklim mikro. Pada hasil analisis, diketahui variabel suhu udara dipengaruhi oleh semua unsur intensitas bangunan yakni KDB, KLB, ketinggian bangunan, dan kepadatan bangunan. Salah satunya, kepadatan bangunan yang mempengaruhi suhu udara dengan nilai korelasi 0,617 (korelasi kuat). Nilai korelasi positif (+) menunjukkan bahwa hubungan yang terbentuk linear berbanding lurus, sehingga dapat dikatakan bahwa semakin padat kawasan maka semakin tinggi suhu udara yang terbentuk di sekitar bangunan. Selain itu, pada pukul 12.00 juga diperoleh hasil korelasi antara KDB dengan kecepatan angin dengan nilai korelasi lemah yaitu 0,317.

Tabel 4. 18 Hasil *Crosstab* Ketinggian bangunan dengan kelembapan udara pukul 12.00 WIB

			Ketinggian_bangunan			Total
			rendah	sedang	tinggi	
Kelembapan udara_12pm	rendah	Count	62	1	0	63
		% of Total	82.7%	1.3%	.0%	84.0%
	sedang	Count	0	6	5	11
		% of Total	.0%	8.0%	6.7%	14.7%
	tinggi	Count	0	0	1	1
		% of Total	.0%	.0%	1.3%	1.3%
Total		Count	62	7	6	75
		% of Total	82.7%	9.3%	8.0%	100.0%

Berdasarkan Tabel 4.18, hasil *crosstab* menunjukkan bahwa pada pukul 12.00 WIB sebanyak 62 (82,7%) blok dengan ketinggian bangunan rendah menghasilkan kelembapan udara yang rendah. Sementara itu, ketinggian bangunan sedang yang berpengaruh terhadap kelembapan udara sedang berjumlah 6 blok (8%). Sedangkan jumlah blok dengan

ketinggian bangunan tinggi hanya sebanyak 1 (1,3%) blok dengan kondisi kelembapan udara yang tinggi. Persebaran prosentase *crosstab* tersebut membentuk garis linear yang berbanding lurus dengan total 69 blok dari jumlah keseluruhan sampel 75 blok. Hal tersebut sesuai dengan hasil korelasi kekuatan hubungan yang menyatakan sangat kuat, dimana semakin tinggi bangunan maka kelembapan udara semakin meningkat.

Pada pukul 15:00 juga dihasilkan beberapa variabel yang memiliki nilai korelasi kuat, antara lain variabel KDB dengan suhu udara (0,656), ketinggian bangunan dengan kecepatan angin (-0,605), dan KLB dengan kelembapan udara (0,602). Tidak hanya itu, ketinggian bangunan dengan kelembapan udara juga memiliki nilai korelasi sangat kuat dalam 3 kondisi waktu yang berbeda, dimana semakin tinggi bangunan maka kelembapan udara juga semakin meningkat. Sedangkan hasil analisis pada waktu sebelumnya yakni pukul 09.00 dan pukul 12.00 menunjukkan pengaruh KDB terhadap kecepatan angin yang lemah, sementara hal tersebut juga terjadi pada pukul 15.00 dimana variabel KDB sama sekali tidak memiliki pengaruh terhadap kecepatan angin.

Tabel 4. 19 Hasil *Crosstab* Ketinggian bangunan dengan kelembapan udara pukul 15.00 WIB

			Ketinggian_bangunan			Total
			rendah	sedang	tinggi	
Kelembapan udara_3pm	rendah	Count	60	2	0	62
		% of Total	80.0%	2.7%	.0%	82.7%
	sedang	Count	2	5	2	9
		% of Total	2.7%	6.7%	2.7%	12.0%
	tinggi	Count	0	0	4	4
		% of Total	.0%	.0%	5.3%	5.3%
Total		Count	62	7	6	75
		% of Total	82.7%	9.3%	8.0%	100.0%

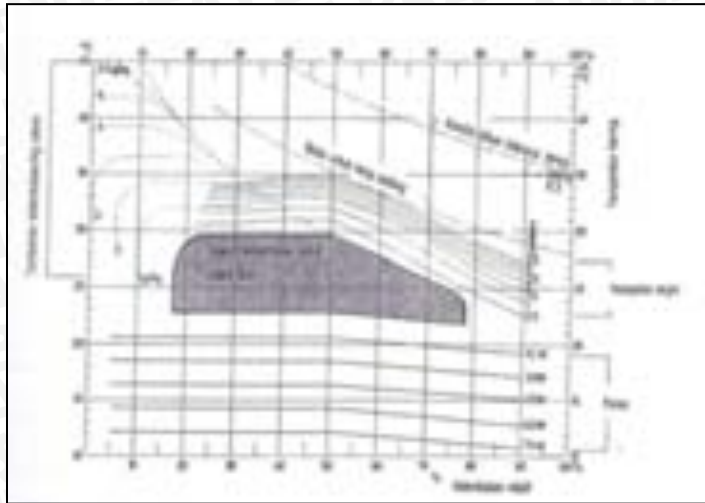
Berdasarkan Tabel 4.19, hasil *crosstab* menunjukkan bahwa pada pukul 15.00 WIB sebanyak 60 (80%) blok dengan ketinggian bangunan rendah menghasilkan kelembapan udara yang rendah. Sementara itu, ketinggian bangunan sedang yang berpengaruh terhadap kelembapan udara sedang berjumlah 5 blok (6,7%). Sedangkan jumlah blok dengan ketinggian bangunan tinggi hanya sebanyak 4 (5,3%) blok dengan kondisi kelembapan udara yang tinggi. Persebaran prosentase *crosstab* tersebut membentuk garis linear yang berbanding lurus dengan total 69 blok dari jumlah keseluruhan sampel 75 blok. Hal tersebut sesuai dengan hasil korelasi kekuatan hubungan yang menyatakan sangat kuat, dimana semakin tinggi bangunan maka kelembapan udara juga semakin meningkat.

Peneliti menduga kurang kuatnya suatu korelasi antara variabel iklim mikro dengan intensitas bangunan disebabkan adanya faktor lain yang mempengaruhi. Seperti pada penelitian sebelumnya (Utomo dan Utoyo, 1995) menyebutkan bahwa kenaikan suhu udara juga dipengaruhi oleh jumlah kendaraan, kondisi bangunan, jumlah tumbuhan. Pada kondisi eksisting, kawasan Jembatan Merah memiliki topografi yang lebih rendah dibandingkan dengan kawasan Tunjungan dan posisi kawasan yang dekat dengan kawasan pantai sehingga mempengaruhi kenaikan suhu udara. Faktor lainnya yaitu pada kawasan Jembatan Merah terdapat hambatan samping lebih besar jika dibandingkan dengan kawasan Tunjungan sehingga menyumbang emisi gas yang lebih besar. Berdasarkan data Dishub Kota Surabaya tahun 2014, jumlah laju harian rata-rata di kawasan Tunjungan sebesar 203.846 smp dan di kawasan Jembatan Merah sebanyak 262.679 smp. Jumlah kendaraan tersebut diduga menjadi penyebab berubahnya iklim mikro pada kedua wilayah studi yang menyebabkan polusi udara meningkat dan berdampak pada suhu sekitar bangunan.

Berdasarkan Tabel 4.16 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. Sementara itu, kepadatan bangunan juga mempengaruhi iklim mikro dimana semakin padat suatu kawasan maka rasio vegetasi dan rasio volume permukaan bangunan menurun. Ketersediaan vegetasi mempengaruhi kelembapan sekitar bangunan. Kelembapan tersebut diperoleh dari proses evapotranspirasi sehingga mempengaruhi suhu siang hari menjadi lebih rendah atau hangat.

4.6 Analisis Kenyamanan Termal

Analisis ini mengelompokkan hasil simulasi iklim mikro pada tiap blok mana yang memiliki karakteristik sama dan memiliki kenyamanan berdasarkan Diagram Kenyamanan Termal Olgyay.



Gambar 4. 40 Diagram Kenyamanan Termal menurut Olgyay
Sumber: Lippsmeier, 1994: 37

Menurut Satwiko (2004), zona nyaman (*comfort zone*) termal untuk tropis lembab dalam *bioclimatic chart* dapat dicapai pada kondisi suhu udara $24^{\circ}\text{C} - 26^{\circ}\text{C}$, sedangkan iklim tropis lembab di Indonesia mencapai rata-rata $27^{\circ}\text{C} - 32^{\circ}\text{C}$. Hal tersebut menyimpulkan bahwa hasil simulasi baik kawasan Tunjungan maupun kawasan Jembatan Merah sama-sama tidak memiliki zona nyaman karena suhu udara yang lebih dari 28°C . Akan tetapi, jika dianalisis berdasarkan diagram Olgyay menjelaskan bahwa kenyamanan termal tidak hanya diukur berdasarkan suhu udara saja, namun kecepatan angin dan kelembapan udara juga berpengaruh terhadap kenyamanan termal daerah. Berdasarkan Gambar 4.38, daerah yang diarsir hitam menunjukkan “*comfort Zone*” (daerah kenyamanan) pada kecepatan angin sama dengan 0 m/s . Sedangkan garis-garis di atas daerah kenyamanan (*comfort zone*), menunjukkan bahwa untuk mendapatkan kenyamanan termal pada temperatur yang diluar batas kenyamanan diperlukan kecepatan angin $0,5$ hingga $3,5\text{ m/s}$, artinya daerah kenyamanan dapat diperluas dengan penambahan gerakan udara. Untuk mempermudah menganalisis hasil simulasi maka kondisi kenyamanan termal dibagi menjadi tiga jenis kenyamanan.

Berikut kategori kenyamanan berdasarkan diagram Olgyay:

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

Berikut ini tabel analisa kenyamanan termal (Lampiran 14, 15 dan 16) sehingga diperoleh perbedaan zona kategori nyaman pada masing-masing waktu.

Tabel 4. 20 Hasil *Overlay* dan Kenyamanan Termal menurut Diagram Olgyay

Waktu	Blok dengan kategori iklim mikro nyaman	Tipologi blok dengan kondisi iklim mikro yang nyaman	Keterangan
Pukul 09:00 WIB	T1, T2, T4, T7, T9, T10, T11, T13, T14, T16, T17, T20, T21, T22, T23, T27, T30, T31, T33, T34, J9, dan J14	1. Ketinggian bangunan rendah, kepadatan sedang, KDB tinggi, dan KLB rendah; 2. Ketinggian bangunan rendah, kepadatan sedang, KDB sedang, dan KLB sedang; 3. Ketinggian bangunan rendah, kepadatan tinggi, KDB tinggi, dan KLB rendah; 4. Ketinggian bangunan rendah, kepadatan sedang, KDB tinggi, dan KLB tinggi; 5. Ketinggian bangunan rendah, kepadatan tinggi, KDB sedang, dan KLB tinggi; 6. Ketinggian bangunan rendah, kepadatan sedang, KDB sedang, dan KLB tinggi; 7. Ketinggian bangunan rendah, kepadatan tinggi, KDB sedang, dan KLB sedang; 8. Ketinggian bangunan rendah, kepadatan tinggi, KDB sedang, dan KLB rendah; 9. Ketinggian bangunan sedang, kepadatan sedang, KDB sedang, dan KLB tinggi; 10. Ketinggian bangunan sedang, kepadatan sedang, KDB tinggi, dan KLB tinggi; 11. Ketinggian bangunan sedang, kepadatan rendah, KDB sedang, dan KLB tinggi; 12. Ketinggian bangunan sedang, kepadatan tinggi, KDB sedang, dan KLB tinggi; 13. Ketinggian bangunan tinggi, kepadatan rendah, KDB sedang, dan KLB tinggi; 14. Ketinggian bangunan tinggi, kepadatan sedang, KDB sedang, dan KLB tinggi; 15. Ketinggian bangunan tinggi, kepadatan tinggi, KDB sedang, dan KLB tinggi; 16. Ketinggian bangunan tinggi, kepadatan rendah, KDB tinggi, dan KLB tinggi.	• 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 $> 30^{\circ}\text{C}$, 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. • Hal tersebut juga didukung dengan hasil kalibrasi yang menunjukkan bahwa pada pukul 09:00 di kawasan Tunjungan termasuk kategori nyaman, sedangkan kawasan Jembatan Merah termasuk kategori agak nyaman bagi masyarakat atau pejalan kaki dalam beraktivitas. (Lampiran 13)
Pukul 12:00 WIB	T16, T17, T18, T21, T22, T23, dan T33	1. Ketinggian bangunan rendah, kepadatan sedang, KDB sedang, dan KLB tinggi; 2. Ketinggian bangunan sedang, kepadatan sedang, KDB	• Pada pukul 12:00 WIB seluruh kawasan penelitian memiliki kenyamanan termal yang berkurang dibandingkan pada pukul 09:00 WIB.

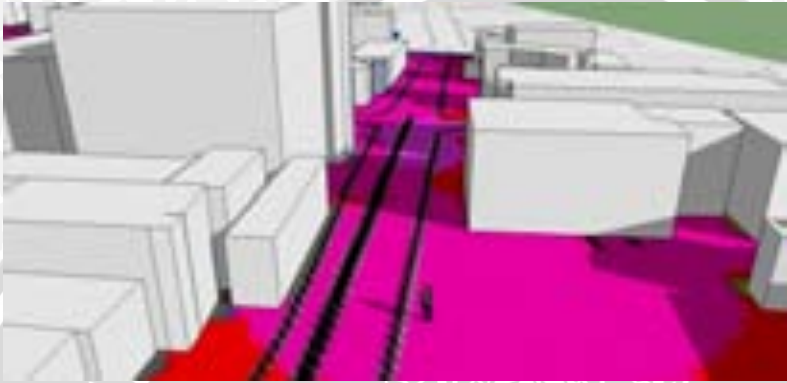
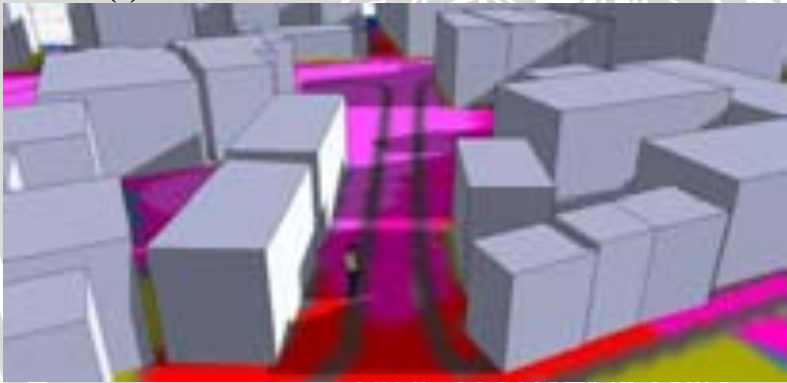
Waktu	Blok dengan kategori iklim mikro nyaman	Tipologi blok dengan kondisi iklim mikro yang nyaman	Keterangan
		sedang, dan KLB tinggi; 3. Ketinggian bangunan tinggi, kepadatan sedang, KDB sedang, dan KLB tinggi; 4. Ketinggian bangunan tinggi, kepadatan rendah, KDB sedang, dan KLB tinggi; 5. Ketinggian bangunan tinggi, kepadatan tinggi, KDB sedang, dan KLB tinggi; 6. Ketinggian bangunan tinggi, kepadatan rendah, KDB tinggi, dan KLB tinggi.	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. • Hal tersebut juga didukung dengan hasil kalibrasi yang menunjukkan bahwa pada pukul 12:00 di kawasan Tunjungan dan Kawasan Jembatan Merah termasuk kategori agak nyaman bagi masyarakat atau pejalan kaki saat beraktivitas. (Lampiran 13)
Pukul 15:00 WIB	T0, T1, T3, T4, T6, T7, T18, T21, T22, T23, T28, dan T33	1. Ketinggian bangunan rendah, kepadatan sedang, KDB tinggi, dan KLB rendah; 2. Ketinggian bangunan rendah, kepadatan sedang, KDB sedang, dan KLB rendah; 3. Ketinggian bangunan rendah, kepadatan sedang, KDB sedang, dan KLB sedang; 4. Ketinggian bangunan rendah, kepadatan tinggi, KDB rendah, dan KLB rendah; 5. Ketinggian bangunan sedang, kepadatan sedang, KDB sedang, dan KLB tinggi; 6. Ketinggian bangunan tinggi, kepadatan sedang, KDB sedang, dan KLB tinggi; 7. Ketinggian bangunan tinggi, kepadatan sedang, KDB sedang, dan KLB tinggi; 8. Ketinggian bangunan tinggi, kepadatan rendah, KDB sedang, dan KLB tinggi; 9. Ketinggian bangunan tinggi, kepadatan tinggi, KDB sedang, dan KLB tinggi; 10. Ketinggian bangunan tinggi, kepadatan rendah, KDB tinggi, dan KLB tinggi.	• 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. • Hal tersebut juga didukung dengan hasil kalibrasi yang menunjukkan bahwa pada pukul 15:00 di kawasan Tunjungan termasuk kategori nyaman, sedangkan kawasan Jembatan Merah termasuk kategori agak nyaman bagi masyarakat atau pejalan kaki dalam beraktivitas (Lampiran 13)

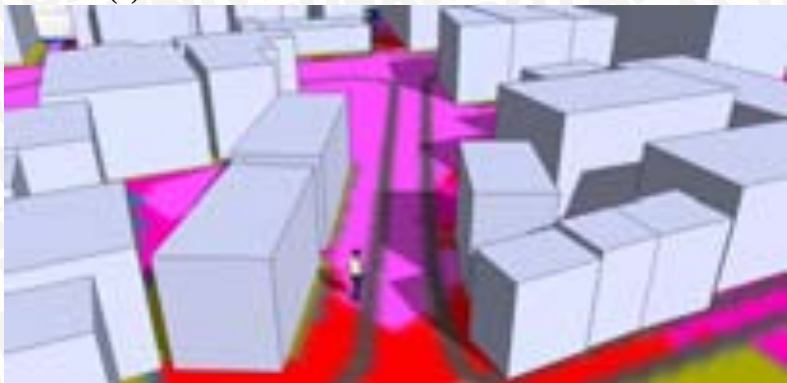
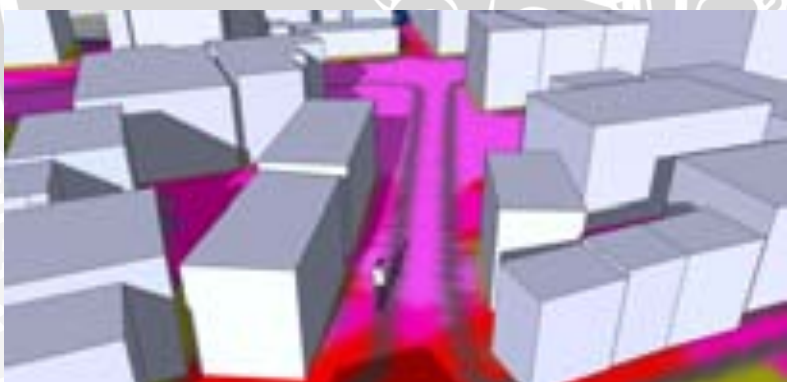
Sumber: Hasil Analisis, 2016

Berdasarkan hasil analisa Tabel 4.20, pada dua kawasan tidak terdapat kawasan dengan zona tidak nyaman. Hal itu disebabkan adanya pergerakan angin yang menjadikan kawasan lebih terasa sejuk. Pergerakan angin yang termasuk dalam zona nyaman yaitu angin dengan kecepatan 0,5 – 3,5 m/s, dimana angin tersebut memiliki pengaruh hembusan

angin tenang dan sepoi-sepoi. Berikut gambaran tiga dimensi (3D) pada dua kawasan untuk mengetahui lebih detail kenyamanan termal berdasarkan diagram Olgyay dan pembayangan sinar matahari.

Tabel 4. 21 Simulasi Intensitas Bangunan 3D Terhadap Kenyamanan Termal

Waktu	Gambar 3D	Keterangan
Kawasan Tunjungan pukul 09.00 WIB	• Gambar (a) 	➤ Zona Nyaman - Ketinggian bangunan sedang (4 – 6 lantai) - Kepadatan bangunan sedang - KDB sedang (51-70%) - KLB tinggi (>2) - Suhu udara 29,80 °C - Kelembapan udara 80,88 % - Kecepatan angin 0,90 m/s
Kawasan Jembatan Merah pukul 09.00 WIB	• Gambar (b) 	➤ Zona Nyaman - Ketinggian bangunan trendah (1-3 lantai) - Kepadatan bangunan tinggi - KDB tinggi (71-90%) - KLB rendah (0,51 – 1,0) - Suhu udara 29,88 °C - Kelembapan udara 80,66% - Kecepatan angin 1,44 m/s
Kawasan Tunjungan pukul 12.00 WIB	• Gambar (c) 	➤ Zona Agak Nyaman - Ketinggian bangunan sedang (4 – 6 lantai) - Kepadatan bangunan sedang - KDB sedang (51-70%) - KLB tinggi (>2) - Suhu udara 30,33 °C - Kelembapan udara 79,80% - Kecepatan angin 1,70 m/s

Waktu	Gambar 3D	Keterangan
Kawasan Jembatan Merah pukul 12.00 WIB	• Gambar (d) 	➤ Zona Agak Nyaman - Ketinggian bangunan rendah (1-3 lantai) - Kepadatan bangunan tinggi - KDB tinggi (71-90%) - KLB rendah (0,51 – 1,0) - Suhu udara 30,61 °C - Kelembapan udara 80,59% - Kecepatan angin 1,54 m/s
Kawasan Tunjungan pukul 15.00 WIB	• Gambar (e) 	➤ Zona Agak Nyaman - Ketinggian bangunan sedang (4 – 6 lantai) - Kepadatan bangunan sedang - KDB sedang (51-70%) - KLB tinggi (>2) - Suhu udara 30,00 °C - Kelembapan udara 80,65% - Kecepatan angin 1,65 m/s
Kawasan Jembatan Merah pukul 15.00 WIB	• Gambar (f) 	➤ Zona Agak Nyaman - Ketinggian bangunan trendah (1-3 lantai) - Kepadatan bangunan tinggi - KDB tinggi (71-90%) - KLB rendah (0,51 – 1,0) - Suhu udara 30,11 °C - Kelembapan udara 80,59% - Kecepatan angin 1,54 m/s

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 (Tabel 4.21),

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 a dan Gambar b), 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 c dan Gambar d), 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.

Sementara itu, jika dihubungkan dengan konsep *Compact city*, baik kawasan Tunjungan maupun kawasan Jembatan Merah belum memenuhi kriteria *compact city*. Adapun beberapa karakteristik *Compact City* jika dihubungkan dengan intensitas bangunan dan penggunaan lahan berdasarkan Neuman (2005 dalam buku *The Compact City Fallacy*) antara lain: kepadatan permukiman tinggi, guna lahan campuran, ukuran persil tanah yang relatif kecil, pembangunan perkotaan yang padat, pembangunan yang *contiguous* (beberapa persil atau struktur bisa dikosongkan atau dilarang dibangun atau sebagai area parkir), serta rasio ruang terbuka rendah. Dalam hal ini, kawasan Jembatan Merah memiliki kepadatan bangunan tinggi namun pembangunan masih dominan horizontal sehingga memakan banyak ruang. Sedangkan kawasan Tunjungan memiliki bangunan yang terbangun secara vertikal namun masih banyak ruang terbuka yang fungsinya belum optimal. Oleh karena itu, untuk menerapkan konsep *Compact City* yang dominan dengan pembangunan vertikal harus memperhatikan juga konsep hemat energi dan ramah lingkungan guna mengurangi efek *urban heat island* dan meningkatkan kualitas iklim mikro perkotaan.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

