



## Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi *Urban Heat Island* Di Surabaya, Indonesia

Ayu Candra Kurniati<sup>1</sup>, Vilas Nitivattananon<sup>2</sup>, Haryo Sulistyarso<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa jurusan Management Pembangunan Kota, FTSP-ITS Surabaya

<sup>2</sup>Staf Pengajar Program Urban Environmental Management, SERD-AIT Thailand

<sup>3</sup>Staf Pengajar Program Studi Management Pembangunan Koya, FTSP-ITS Surabaya

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

### ABSTRAK

Meningkatnya populasi dan pembangunan kota telah meningkatkan penggunaan energi yang pada akhirnya mempengaruhi kualitas lingkungan perkotaan. Akibatnya, terjadi penurunan penyediaan ruang terbuka hijau dan peningkatan polusi udara. Lebih lanjut, hal itu menimbulkan fenomena UHI yang mempengaruhi masyarakat perkotaan di berbagai bidang. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kondisi eksisting dari fenomena UHI di Surabaya, Indonesia.

Metode penelitian kualitatif digunakan dalam penelitian ini, dengan mempergunakan analisis deskriptif dan analisis DPSIR. Dokumen dan data-data statistik terkait dengan faktor *man-made* dan alam dipergunakan dalam tahapan analisis. Faktor *man-made* terdiri dari beberapa variable penelitian, seperti penyediaan ruang terbuka hijau, penggunaan energi, penggunaan aspal dan paving. Sementara itu, faktor alam adalah temperatur maksimum-minimum dan *cooling degree days*. Faktor-faktor dalam penelitian ini berasal dari hasil kajian dan elaborasi pustaka dan penelitian terdahulu.

Hasil dari penelitian ini adalah urbanisasi merupakan *driving force*, penyediaan ruang terbuka hijau dan emisi dari efek rumah kaca adalah *pressure*, terdapat perbedaan temperature sebesar 1.4°C antara daerah perkotaan dengan daerah pinggiran adalah *state*, peningkatan penggunaan energi adalah dampak dari UHI dan *response* adalah peraturan, rencana, program dan regulasi yang telah dilakukan pemerintah untuk mengurangi dan mengatasi UHI di Surabaya. Identifikasi kondisi ekisting UHI penting dilakukan untuk efisiensi dan efektifitas dalam mengatasi permasalahan lingkungan. Terlebih lagi, mengelola dan mengatasi permasalahan lingkungan perkotaan adalah hal yang penting untuk melaksanakan pembangunan berkelanjutan. Hasil dari penelitian ini dapat dipergunakan sebagai dasar studi untuk penelitian lanjutan dengan pemahaman yang lebih mendalam dan untuk mengatasi UHI di Surabaya dan kota lainnya.

*Kata kunci: analisis DPSIR, man-made factors, penggunaan energy, ruang terbuka hijau, UHI.*

### Pendahuluan

Saat ini penduduk di bumi 2% nya mendiami daerah perkotaan dan mengalami peningkatan dalam ukuran dan kerumitannya. Urbanisasi dan aktivitas manusia merupakan penyumbang terbesar dalam penggunaan energi (Madlener & Sunak, 2011). Peningkatan penggunaan energi akan menimbulkan peningkatan suhu dikarenakan struktur perkotaan (gedung-gedung bertingkat, material bangunan, ukuran kota dan effect rumah kaca). Lebih jauh lagi, hal ini menimbulkan fenomena *Urban Heat Island*, dimana meningkatkan temperature udara di daerah dengan kepadatan penduduk tinggi (Gago & Roldan, 2013). Menurut Prilandita (2009) UHI adalah adanya perbedaan suhu udara antara kawasan *urban* dan *rural*. “ *Urban Heat Island* mempengaruhi penduduk perkotaan dalam berbagai aspek, berakibat pada kesehatan dan kenyamanan, biaya penggunaan energi, kualitas udara, jarak pandang, ketersediaan dan kualitas air bersih, *ecological services*, rekreasi dan seluruh kualitas hidup manusia (Prilandita, 2009).

Kebanyakan dari penelitian terdahulu dengan topik kenaikan suhu perkotaan akan mengambil *Urban Heat Island (UHI)* sebagai fokus utama (Prilandita, 2009 and Fariz, 2012). Penelitian-penelitian terdahulu mengidentifikasi karakteristik UHI dengan memfokuskan hanya pada satu faktor (Borbora et al, 2013; Das, et al, 2013; Lau, et al, 2004. Sementara itu,



penelitian lain meneliti banyak faktor yang mempengaruhi UHI (Okeil, 2010; Gago, 2013; Wong, 2011; Prilandita, 2009). Demikian juga langkah-langkah untuk beradaptasi dan memitigasi UHI (Yamamoto, 2006; Gago, 2013; Santamouris, 2013; Maula, 2009). Lebih lanjut lagi, efek dari UHI telah diteliti oleh Prilandita, 2009.

Berdasarkan kajian teori yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa beberapa peneliti menganalisis faktor-faktor penyebab UHI tidak berdasarkan pada karakteristik kota. Dan lagi, banyak dari adaptasi dan mitigasi yang dilakukan untuk mengurangi UHI hanya berupa teknik-teknik baru dengan mempergunakan teknologi baru daripada mengidentifikasi dan meningkatkan respon dan kebijakan dari pemerintahan lokal. Berdasarkan latar belakang dan rasional (alasan) penelitian, penelitian ini akan mengidentifikasi kondisi UHI di perkotaan, untuk mengetahui seberapa parah dampak dari UHI di Surabaya. Penelitian ini mengidentifikasi kondisi UHI dalam beberapa tahapan, yaitu mengidentifikasi kondisi dari perubahan iklim di Surabaya, mengidentifikasi kondisi dari fenomena UHI di Surabaya dan menganalisis penyebab dan dampak dari UHI di Surabaya.

## Metodologi

Penelitian ini akan mengeksplorasi kondisi eksisting UHI dengan mempergunakan metode qualitative yang terdiri dari analisis deskriptif dan analisis DPSIR. Analisis deskriptif dipergunakan untuk mengetahui kondisi iklim dan suhu udara kota Surabaya, sedangkan analisis DPSIR dipergunakan untuk mengetahui penyebab dan akibat dari UHI di Surabaya. Peningkatan suhu udara dan pembangunan perkotaan adalah *driving force* dari beberapa dampak yang ditimbulkan. Beberapa faktor yang mempengaruhi *impact* dari UHI adalah *pressure* yang telah diperoleh dari kajian pustaka dan penelitian terdahulu, sedangkan *response* akan diperoleh dari document review dan melalui interview dari beberapa instansi terkait. Data yang diperlukan adalah dokumen pembangunan kota, data-data statistik dan dokumen-dokumen yang memuat rencana strategy kota. Analisis DPSIR terdiri dari Driving force-Pressure-State-Impact-Response. *Drivng force* adalah pemacu UHI, sedangkan *pressure* adalah dampak langsung terhadap lingkungan yang berasal dari *driving force*. *State* adalah kondisi eksisting dari UHI di Surabaya, sedangkan *impact* adalah dampak dari UHI yang berdampak pada kehidupan sosial ekonomi, yang berpengaruh pada pendekatan pembangunan berkelanjutan. Dalam penelitian ini, respon berasal dari document review dan pendapat dari instansi terkait untuk beradaptasi dan memitigasi UHI di Surabaya.

Kerangka penelitian disusun berdasarkan kajian pustaka dan tujuan penelitian, yang digambarkan pada Gambar 1. Mengidentifikasi kondisi karakteristik UHI di Surabaya dengan mempergunakan intensitas UHI sebagai alat ukur, yang terdiri dari CDD (*cooling degree days*) dan temperatur maksimal-minimum ((Witlinger, 2001, Eenete et al, 2012, Velazquez-Lozada et al, 2006 and Memonet al , 2007). Penggunaan intensitas UHI berdasarkan pada pertimbangan keterbatasan waktu dan ketersediaan data. Lebih jauh lagi, faktor CDD dan temperatur maksimal-minimum adalah faktor tidak langsung untuk mengukur UHI. Metode pengumpulan data untuk tujuan penelitian ini dengan mempergunakan survey primer dan sekunder. Data primer diperoleh dengan melakukan observasi untuk mengobservasi kondisi UHI dan interview untuk mengetahui respon dari instansi terkait untuk mengatasi UHI, sedangkan data sekunder diperoleh dengan mempergunakan dokumen dan statistik data, seperti tren temperatur di perkotaan, peta landuse, data demografi, data kualitas udara, dokumen transportasi, dokumen pembangunan kota (RTRW dan RDTRK) dan dokumen rencana strategi untuk mengurangi atau mengatasi UHI. Kedua jenis data tersebut memiliki periode waktu selama 20 tahun.

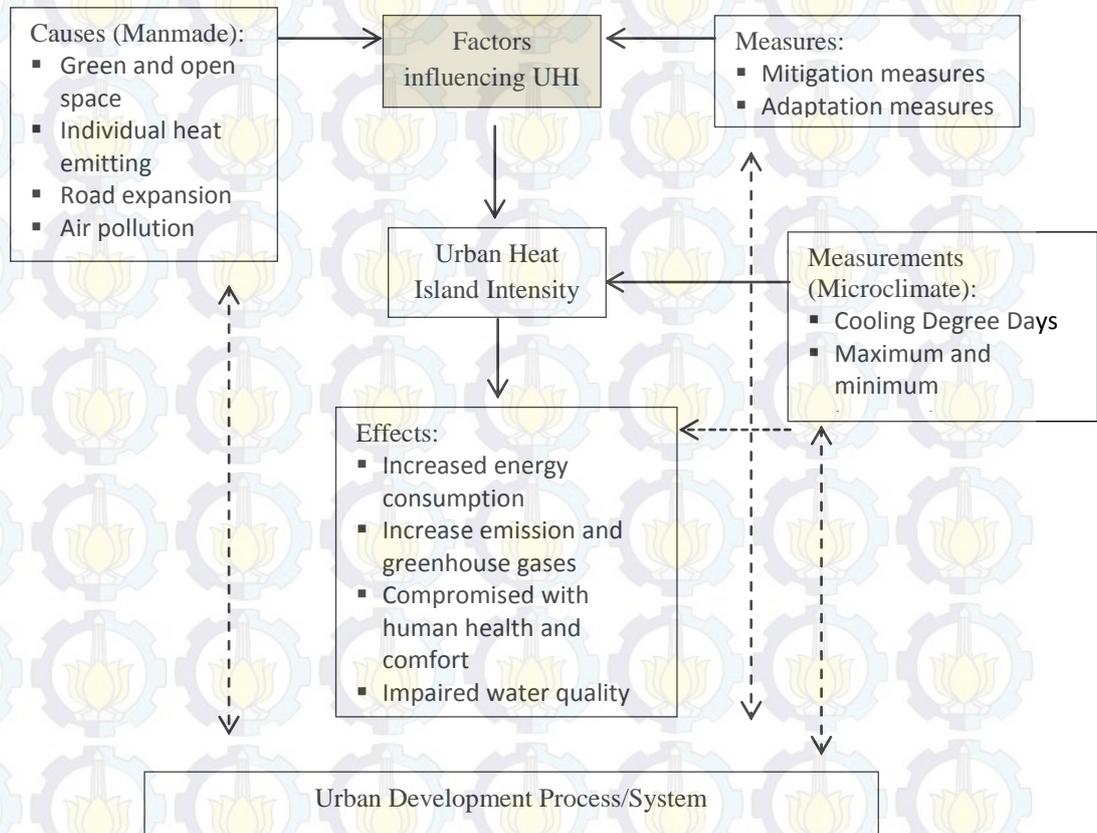
## Hasil dan Pembahasan

### Kondisi Iklim di Surabaya

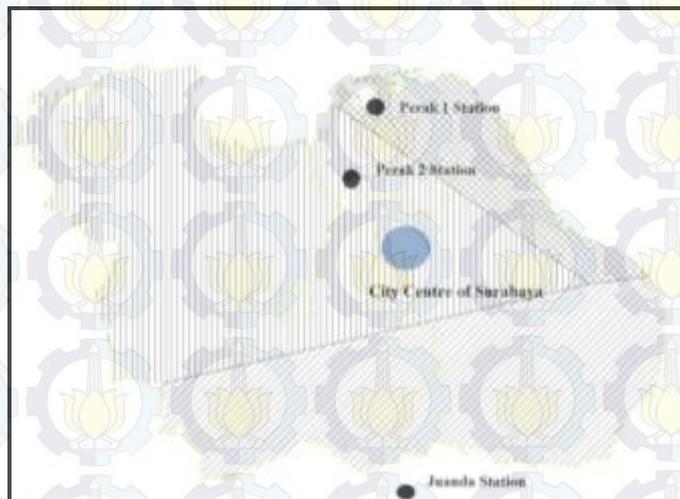
Surabaya seperti kota-kota lain yang berada di Indonesia, terletak pada garis ekuator selatan yang menjadikannya memiliki dua tipe musim dan memiliki iklim tropis, yaitu musim penghujan dan musim panas, dimana terdapat perbedaan yang signifikan diantara kedua musim tersebut. Musim penghujan terjadi selama November sampai April, sedangkan musim panas terjadi selama Mei sampai Oktober.



Surabaya memiliki tiga stasiun cuaca (Gambar 2). Stasiun Juanda yang terletak di Kabupaten Sidoarjo dan Stasiun Perak 1 dan 2 yang terletak di bagian utara kota Surabaya. Ketiga stasiun tersebut mencakup seluruh kota Surabaya. Pertama, stasiun Juanda dengan wilayah pelayanan hampir seluruh bagian selatan kota. Kedua, stasiun Perak 2 dengan wilayah pelayanan hampir seluruh bagian barat dan tengah kota. Terakhir, stasiun Perak 1 dengan wilayah pelayanan hampir bagian utara dan timur kota Surabaya.



Gambar 1. Kerangka Penelitian



Gambar 2. Wilayah Pelayanan Tiga Stasiun Cuaca Kota Surabaya

Gambar 3 menunjukkan temperatur maksimum dan minimum di kota Surabaya yang mengalami peningkatan sejak 20 tahun yang lalu. Peningkatan telah terjadi walaupun tidak terlalu signifikan. Untuk temperatur maksimal telah terjadi peningkatan sebesar 0.5-1<sup>0</sup>C,



sedangkan untuk temperatur minimum telah terjadi peningkatan sebesar 0.6-1.06°C. Trend tersebut telah mengidentifikasi adanya kenaikan temperatur sebesar 1°C selama 20 tahun di kota Surabaya.

### Fenomena UHI di Surabaya

#### **Temperatur maksimum dan minimum**

Berdasarkan RTRW kota Surabaya 2005-2015 dan peta penggunaan lahan kota Surabaya, dapat disimpulkan bahwa area pelayanan stasiun Perak 2 adalah wilayah perkotaan dengan karakteristik tingginya pembangunan, luasnya area terbangun, tingginya keanekaragaman jenis penggunaan lahan, seperti industry, pelabuhan, permukiman, militer dan kegiatan perdagangan jasa. Terlebih lagi fungsi dari wilayah pelayanan di Perak 2 adalah pusat komersial dan jasa, permukiman, industry dan merupakan CBD kota Surabaya. Sementara itu stasiun cuaca lainnya, yaitu Perak 1 dan stasiun cuaca Juanda yang merupakan wilayah perdesaan/pinggiran memiliki area terbangun yang lebih sedikit dan tingkat pembangunan yang lebih rendah dibandingkan dengan Perak 2. Hal ini mempengaruhi temperatur udara di masing-masing area pelayanan stasiun cuaca, yang pada akhirnya akan mempengaruhi penggunaan energi listrik untuk mendinginkan bangunan yang akan mempengaruhi kondisi UHI di wilayah tersebut, yang dimana berdasarkan kajian pustaka, pengertian UHI adalah perbedaan temperatur antara wilayah perkotaan dengan wilayah perdesaan/pinggiran.

Terdapat perbedaan suhu udara diantara ketiga stasiun. Dapat terlihat bahwa terdapat perbedaan suhu udara sebesar 1.4°C antara Perak 2 sebagai wilayah perkotaan dan stasiun Juanda sebagai wilayah pinggiran/perdesaan. Sementara itu, terdapat perbedaan suhu udara sebesar 1.5°C antara Perak 2 dengan Perak 1 (Gambar 3). Hasil temuan lainnya adalah adanya kenaikan suhu minimum di kota Surabaya sebesar 1°C selama 20 tahun terakhir. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa wilayah dengan tingkat pembangunan rendah lebih sejuk daripada wilayah dengan tingkat pembangunan tinggi.



Sumber: [www.tuitempo.net](http://www.tuitempo.net)

**Gambar 3.** Temperatur Maksimum dan Minimum di Kota Surabaya, 1993-2013

Berdasarkan variabel temperatur maksimum dan minimum, dapat disimpulkan bahwa fenomena UHI terjadi di kota Surabaya. Adanya perbedaan temperatur diantara tiga stasiun, stasiun Perak 2 yang menggambarkan wilayah perkotaan, sedangkan Perak 1 dan stasiun Juanda menggambarkan wilayah perdesaan atau pinggiran. Temuan ini sesuai dengan Fariz (2002) yang mengatakan bahwa berdasarkan temperatur maksimum dan minimum, area utama yang mengalami UHI adalah UP Tunjungan dan UP Dharmawangsa, yang termasuk dalam wilayah pelayanan Perak 2.

Perbedaan satu derajat celsius mungkin terdengar hanya jumlah yang sedikit, namun hal ini merupakan kondisi yang tidak biasa bagi sejarah bumi. Catatan iklim bumi yang berada di cincin pohon, inti es dan batu karang (Adminitrasi luar angkasa dan penerbangan nasional, 2012) menunjukkan bahwa rata-rata temperatur global selalu stabil dalam jangka waktu yang cukup lama. Perbedaan sekecil apapun akan mempengaruhi lingkungan. IPCC (2007) mengatakan bahwa dengan kenaikan temperatur sebesar 1°C akan berdampak bagi kenaikan ketinggian banjir dan rata-rata kematian yang disebabkan oleh banjir, kekeringan dan kenaikan suhu udara.

### Cooling Degree Days (CDD)

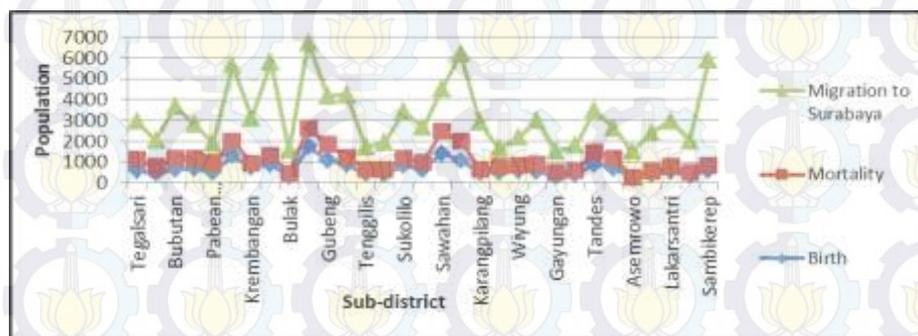
CDD merupakan kondisi dimana suatu ruangan membutuhkan pendingin udara untuk mendinginkan ruangan. Nilai CDD terbesar adalah Perak 2 dengan 344. Sementara itu, Perak 1 memiliki nilai CDD sebesar 333 dan Juanda dengan nilai CDD terendah dengan 309 CDD. Dapat disimpulkan bahwa wilayah perdesaan/pinggiran yang digambarkan oleh stasiun Juanda memiliki tingkat kenyamanan tertinggi berdasarkan penggunaan energi untuk mendinginkan ruangan yang paling rendah dibandingkan kedua stasiun lainnya. Sementara itu, wilayah perkotaan dengan tingkat pembangunan tinggi memiliki nilai CDD tertinggi yang digambarkan oleh Perak 2. Hal ini mengidentifikasi bahwa Perak 2 membutuhkan penggunaan air conditioner yang lebih tinggi dibandingkan kedua stasiun lainnya. Nilai CDD yang lebih tinggi juga mengidentifikasi tingginya temperatur udara di wilayah tersebut.

### Analisis DPSIR untuk UHI fenomena

#### **Driving force untuk fenomena UHI**

Gambar 4 menunjukkan trend dari aktivitas urbanisasi, kematian dan kelahiran dari 31 kecamatan di Surabaya. Gambar tersebut dapat mengidentifikasi sumber-sumber pertambahan jumlah penduduk di Kota Surabaya. Lebih jauh lagi, dari gambar tersebut dapat terlihat bahwa pada tahun 2010, sumber penambahan penduduk terbesar berasal dari aktivitas urbanisasi (masyarakat bermigrasi menuju kota Surabaya). Sementara itu, aktivitas kelahiran merupakan aktivitas terendah dalam menyumbang penduduk Surabaya. Dapat disimpulkan bahwa urbanisasi merupakan sumber terbesar dalam peningkatan jumlah penduduk di kota Surabaya.

Meningkatnya jumlah populasi akan mempengaruhi penggunaan lahan dan akan mempengaruhi hilangnya atau berkurangnya ruang terbuka hijau, padahal vegetasi dapat menghalangi radiasi dan memproduksi bayangan yang dapat mengurangi pengeluaran panas. Pengurangan dan fragmentasi dari adanya area vegetasi seperti taman kota, tidak hanya mengurangi keuntungan yang ada, namun juga menghambat pendinginan udara yang disebabkan oleh sirkulasi udara secara horizontal yang ditimbulkan dari perbedaan temperature antara kota yang memiliki banyak area vegetasi dan kota dengan pembangunan tinggi. Urbanisasi sebagai pemicu kenaikan penduduk di Surabaya akan membebani kapasitas kota, dimana akan berdampak pada semakin sempitnya jarak antar bangunan yang mempengaruhi kecepatan dan arah angin serta sinar radiasi yang terperangkap oleh struktur dan ketinggian bangunan, yang pada akhirnya akan meningkatkan UHI di Surabaya.



Sumber: Laksono, 2012

Gambar 4. Sumber-sumber Kenaikan Jumlah Penduduk Kota Surabaya, 2010

#### **Pressure untuk fenomena UHI**

##### Penyediaan ruang terbuka hijau

Pertumbuhan penduduk yang secara linier terus meningkat selama 20 tahun ini menyebabkan perubahan penggunaan lahan dari ruang terbuka hijau menjadi kawasan terbangun. Padahal, menjaga ketersediaan ruang terbuka hijau penting untuk menjaga keseimbangan temperatur udara, menyerap polusi udara dan mengurangi panas antropogenik (panas yang ditimbulkan oleh aktivitas manusia).



**Tabel 1.** Area RTH Kota Surabaya 2009

Jenis ruang terbuka hijau	Area (ha)
Taman/jalur hijau kota	1,314,888
Stadion/lapangan olah raga	1,304,170
Makam	1,296,155
Verifikasi (penyerahan asset RTH)	-
<b>Total Jumlah</b>	<b>3,915,213.00</b>

Sumber: Pemerintahan Kota Surabaya, 2010

**Tabel 2.** Area RTH Kota Surabaya 2013

Jenis RTH	Tempat-kecamatan	Area (ha)
Taman/jalur hijau kota	Surabaya bagian tengah	167,710.78
	Surabaya bagian utara	81,699.98
	Surabaya bagian selatan	134,705.43
	Surabaya bagian timur	485,703.75
	Surabaya bagian barat	166,426.66
Stadion/lapangan olah raga	Surabaya	383,200
Makam	Surabaya	1,575,100
Verifikasi (penyerahan asset RTH)	Surabaya	1,172,700
<b>Total Jumlah</b>		<b>4,167,246.60</b>

Sumber: DKP Kota Surabaya, 2014

Berdasarkan table diatas, pada tahun 2009 jumlah RTH di kota Surabaya mencapai 3,915,213 ha sedangkan pada tahun 2013 jumlah RTH mencapai 4,167,46.6 ha. Dapat disimpulkan bahwa hingga tahun 2013, penyediaan RTH di Surabaya mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan selama tahun 2010, pemerintah kota Surabaya telah mengimplementasikan strategi untuk menyediakan lebih banyak RTH dengan mengubah ruang terbuka atau lahan kosong menjadi ruang terbuka hijau, mengoptimalkan dan membangun taman-taman, verifikasi lahan, penggunaan area pom bensin untuk penanaman pohon, dan lain sebagainya. Strategi ini merupakan upaya untuk menciptakan kota Surabaya menjadi liveable city dan sesuai dengan visi kota untuk menjadikan Surabaya hijau.

*Driving force* memberikan tekanan langsung pada lingkungan, seperti berkurangnya penyediaan RTH. Berdasar pada Undang-Undang No 26 tahun 2007 tentang Perencanaan Ruang mengatakan bahwa setiap kota/wilayah harus menyediakan minimum 30% dari total wilayah untuk RTH. Pembagiannya adalah 20% untuk RTH publik dan 10% untuk RTH privat. Sampai dengan tahun 2013 penyediaan RTH di kota Surabaya adalah 4,167 ha sedangkan standard yang ada sesuai undang-undang adalah 6,609.6 ha, mengingat luas kota Surabaya adalah 33,048 ha. Berdasarkan perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa penyediaan RTH di Kota Surabaya perlu untuk ditingkatkan.

### **Peningkatan emisi carbon dari efek gas rumah kaca**

Surabaya menghadapi peningkatan penggunaan energi listrik dan penggunaan bahan bakar fosil sesuai dengan peningkatan penggunaan kendaraan bermotor yang pada akhirnya akan meningkatkan emisi karbon dan efek rumah kaca. Kondisi ini akan meningkatkan UHI di Surabaya. Penelitian ini mempergunakan “gas rumah kaca kalkulator ekuivalensi” untuk menerjemahkan data penggunaan energi dan emisi karbon yang berasal dari gas rumah kaca.

Selama 20 tahun terakhir, peningkatan karbon dari penggunaan energi listrik adalah 4,146,358 metric tons karbon sedangkan dari kendaraan bermotor adalah 10,889,529 metric tons of karbon. Diasumsikan bahwa dampak tersebut mempengaruhi ketinggian temperatur yang



secara langsung dapat meningkatkan level ozone yang ada. Basis level ozone terbentuk ketika NOx dan *volatile organic compounds* (VOCs) bereaksi pada kondisi panas dan terdapat sinar matahari. Jika semua variable yang lain dalam kondisi dan level yang sama, seperti level dari emisi gas yang telah ada sebelumnya di udara, kecepatan angin dan sinar matahari, maka akan lebih banyak tingkat ozone di bumi yang terbentuk. Hal ini sesuai dengan kondisi lingkungan yang semakin panas dan terik.

#### ***State dari UHI***

##### **Temperatur maksimum dan minimum**

Terdapat perbedaan temperatur maksimum dan minimum yang cukup signifikan diantara tiga stasiun cuaca di kota Surabaya. Stasiun Perak 2 yang merupakan wilayah perkotaan memiliki perbedaan temperatur maksimum sebesar 0.11°C dibandingkan dengan stasiun Perak 1 dan sebesar 1.35°C dibandingkan dengan stasiun Juanda. Sementara itu, untuk temperatur minimum perbedaan yang ada adalah 0.51°C antara Perak 2 dengan Perak 1 dan 0.80°C antara Perak 2 dengan stasiun Juanda. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa telah terjadi fenomena UHI di Kota Surabaya dengan perbedaan temperatur antara wilayah perkotaan dan perdesaan dengan perbedaan 1°C. Gambar 8 menunjukkan temperatur maksimum dan minimum tiga stasiun cuaca di kota Surabaya.

Berdasarkan Gambar 5, terjadi penurunan temperatur maksimum selama bulan April sampai Agustus dan kenaikan temperatur selama bulan September sampai Oktober, dengan temperatur tertinggi pada bulan Oktober. Sementara itu, terjadi penurunan temperatur minimum selama bulan Mei sampai September dan kenaikan temperatur selama bulan Agustus sampai Oktober, dengan temperatur tertinggi pada bulan Oktober. Dapat disimpulkan bahwa pada musim panas terjadi kenaikan temperatur dan pada musim hujan terjadi penurunan temperatur.

##### **Cooling Degree Days (CDD)**

Penelitian ini menggambarkan kondisi eksisting dari CDD berdasarkan pencatatan bulanan dan harian temperatur udara di kota Surabaya. CDD adalah penggunaan energi listrik yang dipergunakan untuk mendinginkan bangunan, yang disebabkan oleh panas antropogenik (kenaikan temperatur yang disebabkan aktivitas manusia).

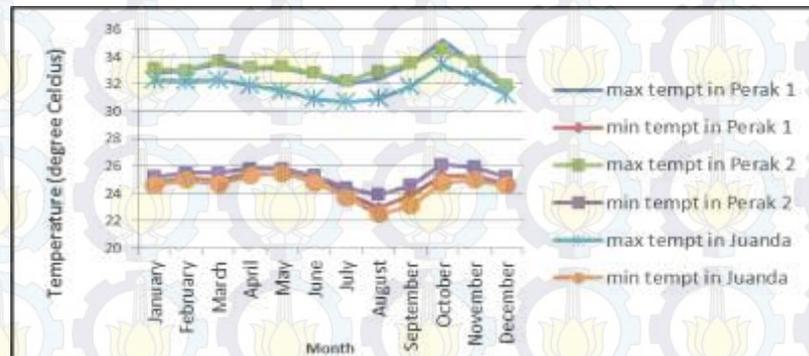
Berdasarkan hasil yang ada menunjukkan bahwa pada tahun 2013 Perak 2 memiliki nilai rata-rata CDD tertinggi sebesar 322, sedangkan Perak 1 dan stasiun cuaca Juanda sebesar 322 dan 299 CDD. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa tempat tinggal dengan tingkat kenyamanan tertinggi adalah area yang tercakup di stasiun cuaca Juanda dengan nilai CDD terendah. Hal ini juga mengidentifikasi bahwa area pelayanan yang terdapat di stasiun Juanda mempergunakan energi listrik untuk mendinginkan bangunan lebih rendah sehingga memiliki nilai UHI yang lebih rendah dibandingkan kedua stasiun cuaca lainnya. Lebih jauh lagi, hal ini dapat mengidentifikasi bahwa pemerintah Surabaya harus menyediakan 953 CDD untuk mendinginkan bangunan.

##### **Impact dari UHI**

Penggunaan energi listrik di kota Surabaya terus meningkat selama 20 tahun, yang dipengaruhi oleh kenaikan temperatur udara, meskipun juga terdapat faktor-faktor lain yang mempengaruhi kenaikan penggunaan energi listrik di Surabaya. Penggunaan energi listrik dalam penelitian ini mencakup pada penggunaan energi listrik untuk mendinginkan bangunan. Perhitungan yang dipergunakan untuk menghitung penggunaan energi listrik di kota Surabaya dengan mempergunakan perhitungan sederhana yang diperoleh dari total penggunaan energi dan nilai CDD (EPA, 2012).

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa penggunaan energi menjadi semakin tidak efisien selama 20 tahun ini. Terjadi peningkatan sebesar 5.86 B kWh sejak 1993

sampai 2013. Terlebih lagi, pada tahun 2013 pemerintah kota Surabaya harus menyediakan 8 B kWh untuk mendinginkan bangunan. Pada akhirnya, peningkatan CDD mempengaruhi peningkatan penggunaan energi listrik yang pada akhirnya akan meningkatkan UHI di Surabaya.



Sumber: [www.tutiempo.net](http://www.tutiempo.net)

Gambar 5. Temperatur Maksimum dan Minimum di Tiga Stasiun Cuaca Kota Surabaya 2013

### Response terhadap UHI

Respon dalam penelitian ini mengacu pada upaya adaptasi dan mitigasi yang dilakukan pemerintah Surabaya untuk mengurangi atau mengatasi permasalahan UHI di Surabaya. Mengingat bahwa tidak terdapat penanganan langsung untuk mengatasi UHI, maka strategi-strategi yang berkaitan dengan UHI akan tetap dipergunakan. Saat ini pemerintah Kota Surabaya telah mengimplementasikan beberapa strategi seperti kebijakan, peraturan daerah, undang-undang atau program untuk mengatasi permasalahan UHI, seperti penjelasan berikut:

- Program penghijauan

Peningkatan area untuk ruang terbuka hijau di Surabaya dilakukan dengan cara merestorasi fungsi area sebagai RTH dengan melarang/membatasi pembangunan dan perluasan pom bensin. Sampai saat ini terdapat beberapa pom bensin yang telah dirubah fungsinya menjadi RTH dikarenakan tidak memiliki izin ataupun tidak sesuai dengan ketentuan penggunaan lahan, seperti di jalan Dr Soetomo, Raya Gubeng, Ahmad Yani, dan Ngangel Jaya Tengah. Selain itu, program lainnya adalah program Penanaman Sejuta Pohon. Untuk mengimplementasi program ini setiap stakeholders (pemerintah, masyarakat maupun pihak swasta) memiliki kewajiban untuk berperan aktif dengan menyumbangkan 1 pohon bagi masing-masing individu maupun instansi. Program ini tidak dapat diganti dengan pembayaran uang.

- Mengurangi emisi CO<sub>2</sub> pada sektor transportasi

Berdasarkan Kebijakan Daerah No 6 Tahun 2002 disebutkan bahwa diperlukan pengujian kendaraan bermotor untuk memenuhi standar emisi kendaraan bermotor (Dinas Bina Marga, 2005)

- Peraturan kota terkait perlindungan pohon

Peraturan ini adalah peraturan nasional yang dilakukan pertama kalinya di Surabaya. Peraturan ini mengatakan bahwa penggantian penanaman pohon akan dilakukan untuk tindakan pengerusakan atau penebangan pohon dengan pergantian setidaknya menanam 10 pohon dengan karakteristik yang sama dengan yang ditebang/dirusak dan ditanam berdekatan dengan lokasi pohon semula. Pemasangan papan iklan atau pengumuman pada pohon juga dilarang (DKP, 2010).

- Zoning Code

Peraturan ini mencakup fungsi dari suatu area, ketinggian dan massa bangunan, kepadatan penduduk, dan ketentuan parkir. Zoning code dapat mengatasi permasalahan UHI dengan cara yang beranekaragam, seperti ketentuan penyediaan tempat parkir dengan menggunakan paving untuk mengurangi penyerapan panas matahari (Dinas PU, 2005)

- Standar green building



Standar ini adalah peraturan/kebijakan untuk bangunan-bangunan baru untuk memenuhi ketentuan green building yang telah diatur oleh green building council (Dinas PU Surabaya, 2005)

- **Building codes**

Ketentuan building codes dipergunakan untuk struktur, perubahan dan perbaikan untuk bangunan dan konstruksi lainnya. Contohnya, pemerintah lokal dapat mengikutsertakan cool roof dalam standar building codes untuk penghematan penggunaan energi listrik (Bappeko Surabaya, 2005)

- **Procurement**

*Procurement* yang dilakukan pemerintah Surabaya adalah dengan mempergunakan teknologi untuk mengatasi UHI, seperti dengan menggunakan *cool roof* untuk bangunan. Langkah ini telah dilakukan di gedung-gedung pemerintahan, sarana pendidikan dan sarana-sarana umum di kota Surabaya (Dinas PU Surabaya, 2010)

UHI bukan merupakan permasalahan yang baru di Indonesia, khususnya di kota Surabaya. Sayangnya, pemahaman akan UHI masih kurang mendalam. Hal ini terlihat dari pengertian UHI yang hanya diartikan sebagai kenaikan suhu udara di perkotaan, padahal arti yang sesungguhnya adalah perbedaan suhu udara antara wilayah perkotaan dan perdesaan/pinggiran. Selain itu, bagi wilayah perkotaan permasalahan ini bukan masalah yang utama, bukan seperti masalah tentang kemiskinan, sanitasi, penyediaan transportasi massal, atau kurangnya fasilitas dan infrastruktur yang menjadi focus utama bagi pemerintahan kota. Terlebih lagi pembangunan yang dilakukan tidak mempertimbangkan faktor UHI, atau mempertimbangkan namun hanya mengenai kenaikan suhu. Hal ini akan berpengaruh pada kurang efektif dan effisennya pembangunan berdasarkan pendekatan pembangunan berkelanjutan yang dilakukan.

Menciptakan kota yang mengacu pada pembangunan berkelanjutan memiliki arti bahwa pembangunan harus mengacu atau memperhatikan tidak hanya dari segi social dan keuntungan ekonomi namun juga dari segi lingkungan. Mengetahui kondisi eksisting dan mengidentifikasi pemicu, penyebab, dampak serta respon yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan lingkungan merupakan langkah yang tepat untuk menciptakan pembangunan berkelanjutan dan mengatasi permasalahan lingkungan yang ada. UHI sebagai salah satu fenomena permasalahan lingkungan khususnya pada kota-kota dengan jumlah penduduk tinggi harus diatasi demi menciptakan kota dengan standar kelayakan hidup yang tinggi.

### **Kesimpulan**

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, urbanisasi merupakan pemicu adanya peningkatan jumlah penduduk di Surabaya. Mengingat bahwa fungsi utama kota Surabaya adalah di bidang komersial dan jasa serta industry, sehingga menarik banyak orang untuk datang dan beraktivitas di Surabaya. Urbanisasi menyebabkan berkurangnya ketersediaan RTH dan meningkatkannya konsumsi energi listrik dimana pada akhirnya akan meningkatkan polusi udara dan efek rumah kaca.

Berdasarkan kondisi eksisting, UHI di wilayah perkotaan memiliki perbedaan temperatur 1.4°C dibandingkan dengan wilayah perdesaan. Mengingat kota Surabaya adalah kota dengan tingkat pembangunan tinggi dengan tidak adanya perbedaan yang significant antara wilayah perkotaan dengan wilayah perdesaan/pinggiran maka hal ini mempengaruhi pada tidak adanya perbedaan UHI yang cukup significant diantara perkotaan dan perdesaan. Dampak dari UHI di Surabaya adalah peningkatan penggunaan energi untuk mendinginkan bangunan. Berdasarkan kondisi UHI di Surabaya, pemerintah kota telah melakukan beberapa cara untuk beradaptasi dan memitigasi UHI baik secara langsung maupun tidak langsung, seperti penggunaan building dan zone code, procurement, pengurangan CO<sub>2</sub>, proteksi terhadap pohon, penggunaan green building, dan program penghijauan.

Menciptakan kota yang berwawasan lingkungan dengan mengacu pada pembangunan berkelanjutan dapat dilakukan dengan pendekatan environmental friendly di segala bidang pembangunan. Mempertimbangkan kondisi iklim dan fenomena UHI untuk pembangunan kota dapat meningkatkan ketahanan kota terhadap perubahan iklim, meningkatkan pembangunan berkelanjutan dan menciptakan kota berbasis lingkungan.



## Tinjauan Pustaka

- Borbora J, Das A. (2013). Summertime Urban Heat Heat Island Study for Guwahati City, India. *Sustainable Cities and Society*, 45, 145-151
- Fariz, I (2012). Relationship between Green Space Area and Urban Temperature in Surabaya Indonesia. Institute of Tenth November, Indonesia
- Gago EJ, Roldan J, Pacheco-Torres S, Ordonez J. (2013). The City and Urban Heat Island: A Review of Strategies to Mitigate Adverse Effects. *Renewable and Sustainable Energy*, 25, 749-758
- Laksono, H. (2012). Attractiveness Migration based on People Preference in Surabaya. Institute of Technology Tenth November. Indonesia
- Madlener R, and Sunak Y. (2011). Impact of Urbanization on Urban Structure and Energy Demand: What Can We Learn for Urban Planning and Urbanization Management?. *Sustainable Cities and Society*, 1, 45-53
- Memon, A, R., Leung, Y, C, D., and Chunho, L. (2007). A review on The Generation, Determination and Mitigation of Urban Heat Island. *Environmental Science*, 20, 120-128
- Prilandita, N. (2009). Perceptions and Responses To Warming In An Urban Environment: A Case Study of Bandung City, Indonesia. Asian Institute of Technology.
- Santamouris, M. (2013). Using Cool Pavements as A Mitigation Strategy To Fight Urban Heat Island-A Review of The Actual Developments. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 26, 224-240
- Surabaya Municipality. (2000). Area of Green Space Data Record 2000-2013. Surabaya: Cleanliness and Landscape Agency
- Surabaya Municipality. (2005). Daily Average Traffic Data 2005-2012. Surabaya: Transportation Agency
- Surabaya Municipality. (2000). Area of Green Space Data Record 2000-2013. Surabaya: Cleanliness and Landscape Agency
- Surabaya Municipality. (2005). Daily Average Traffic Data 2005-2012. Surabaya: Transportation Agency
- Surabaya PDA. (2005). City Regulation No 3/2007 in terms of Regional Planning of Surabaya . Surabaya: Planning and Development Agency of Surabaya City
- Tutiempo Network, S.L . World Weather. Madrid. Spain. Available at : <http://www.tutiempo.net/en/>
- Velazquez-Lozada, A., Gonzales, J.E. and Winter, A. (2006). Urban Heat Island Effect for San Juan, Puerto Rico. *Atmospheric Environment*, 40, 1731-1741
- Wong, NH, Jusuf, S.K, Syafii, N.I (2011). Evaluation of The Impact of The surrounding Urban Morphology on Building Energy Consumption. *Solar Energy*, 85, 57-71
- Yamamoto, Y. (2006). Measures to Mitigate Urban Heat Island. In *Science and Technology Trends* No 18, January 2006