

112-2016

ADAPTASI MASYARAKAT PERKOTAAN TERHADAP PERUBAHAN KUALITAS UDARA



Oleh :

Gusti Ayu Ketut Surtiari
Rusli Cahyadi
Rusida Yulianti
Laksmi Rachmawati
Toni Soetopo
Fadjri Alihar



LIPI

**Bidang Ekologi Manusia
PUSAT PENELITIAN KEPENDUDUKAN
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
(PPK-LIPI)
2012**



Sub Bagian Dokumentasi dan Informasi
Pusat Penelitian Ekonomi - LIPI

No. Induk : 112-2016
Tgl. terima : 09 OCT 2016
No Panggil :
Subjek :
Kode :
Sumber : Hadiah / Beli

KATA PENGANTAR

Buku yang berjudul “Adaptasi Masyarakat Perkotaan Terhadap Perubahan Kualitas Udara” disusun dari hasil penelitian anggota team studi perkotaan, Bidang Ekologi Manusia, Pusat Penelitian Kependudukan, LIPI pada tahun 2012 di Kota Semarang dan Kota Bandung. Penelitian ini merupakan penelitian tahap ketiga dari rencana lima tahun penelitian dengan tema besar Perubahan Iklim dan Keamanan Insani serta Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan.

Salah satu permasalahan utama yang dihadapi masyarakat perkotaan adalah terkait dengan kualitas udara, yaitu peningkatan suhu yang terus terjadi. Hal ini diakibatkan karena pembangunan fisik terus dilakukan sehingga lahan hijau semakin berkurang. Demikian juga dengan tingkat polusi akibat aktifitas manusia terus meningkat akibat penggunaan energi berbahan bakar fosil seperti penggunaan BBM untuk kendaraan. Sehingga suhu di wilayah pusat kota menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan sekitarnya. Fenomena ini dikenal dengan *urban heat island* atau pulau panas kota. Panas di wilayah perkotaan kemudian menjadi semakin parah karena adanya pengaruh pemanasan global yang menyebabkan terjadinya perubahan iklim. Variabilitas suhu yang ekstrim semakin menambah panas yang terjebak di lahan terbangun, dan kota pun menjadi bertambah panas.

Kota Semarang dan Kota Bandung merupakan dua kota yang telah dikaji memiliki kecenderungan peningkatan suhu dan fenomena UHI yang mempengaruhi kualitas udara secara signifikan. Akibat perubahan kualitas udara ini, masyarakat berupaya untuk meminimalisir dampak yang ditimbulkan dengan melakukan penyesuaian terus menerus dari berbagai pilihan yang ada hingga menjadi suatu tindakan adaptasi. Adaptasi yang dilakukan bervariasi di dua lokasi penelitian. Kedua lokasi penelitian ini memiliki karakteristik geografis yang berbeda yaitu Kota Semarang merupakan kota di kawasan pesisir dan Kota Bandung adalah kota di

kawasan cekungan di dataran tinggi. Pemilihan dua lokasi yang berbeda tersebut dimaksudkan untuk memperoleh hasil kajian yang lebih komprehensif. Dan ternyata hasil penelitian menunjukkan adanya kecenderungan pola adaptasi yang berbeda.

Terselesainya buku ini, tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang terkait seperti instansi pemerintah maupun swasta serta masyarakat di daerah penelitian yang telah memberikan ijin penelitian, serta dengan senang hati memberikan data dan informasi yang dibutuhkan. Untuk segala bantuan dan kerjasamanya kami mengucapkan terima kasih. Selain ucapan terima kasih kami juga layangkan kepada para peneliti dan staff pendukung serta teknis yang telah bekerja keras, dari perencanaan penelitian hingga selesainya penulisan laporan ini.

Buku ini tentunya masih terdapat kekurangan dan ketidaksempurnaan, baik dari segi substansi maupun dari sisi format meski para penulis dan teknis telah berusaha secara maksimal. Untuk itu kami penulis mengharap saran-saran yang membangun guna penyempurnaan laporan ini.

Jakarta, Desember, 2012

Penulis

ABSTRAK

Tujuan ✓

Metode ✓

Lokasi ✓

Hasil ?

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana masyarakat perkotaan beradaptasi terhadap perubahan kualitas udara. Perubahan kualitas udara di perkotaan dalam konteks ini merupakan akibat adanya dari peningkatan suhu udara sebagai dampak perubahan iklim dan juga pengaruh dari Urban Heat Island (UHI). Fenomena UHI timbul sebagai akibat, diantaranya, dari aktifitas industri, transportasi, berkurangnya kawasan hijau terbuka dan meningkatnya kawasan terbangun serta penggunaan alat-alat elektronik rumah tangga. Akibat dari UHI adalah suhu di wilayah perkotaan lebih tinggi jika dibandingkan dengan suhu di wilayah sekitarnya. Kondisi tersebut tentu saja dapat mempengaruhi kondisi kesehatan dan juga mengurangi kenyamanan masyarakat perkotaan. Gejala perubahan iklim diantaranya peningkatan temperatur udara global diindikasikan semakin memperparah dampak tersebut. Menghadapi permasalahan tersebut, masyarakat perkotaan berupaya melakukan tindakan adaptasi. Adaptasi yang dilakukan masyarakat perkotaan di satu sisi dapat mengakibatkan peningkatan penggunaan energi yang justru memperparah kualitas udara. Sebaliknya masyarakat perkotaan dapat membantu mengendalikan laju emisi tersebut melalui pola hidup yang ramah lingkungan. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui bagaimana masyarakat perkotaan khususnya yang telah mengalami gejala UHI beradaptasi. Penelitian di lakukan melalui survei terhadap 200 rumah tangga di Kota Semarang dan Kota Bandung. Selain pendekatan kuantitatif melalui survey, studi ini juga melakukan pendekatan kualitatif dengan kegiatan wawancara dengan informan kunci dan diskusi kelompok. Pemilihan lokasi penelitian di Kota Semarang dan Kota Bandung berdasarkan pada variasi topografi, yaitu Kota Semarang merupakan

kawasan pesisir dan Kota Bandung memiliki karakteristik pegunungan. Karakteristik tersebut mempengaruhi siklus udara di tingkat lokal.

Kata kunci : adaptasi, masyarakat perkotaan, perubahan iklim, kenaikan suhu, kualitas udara, *urban heat island*

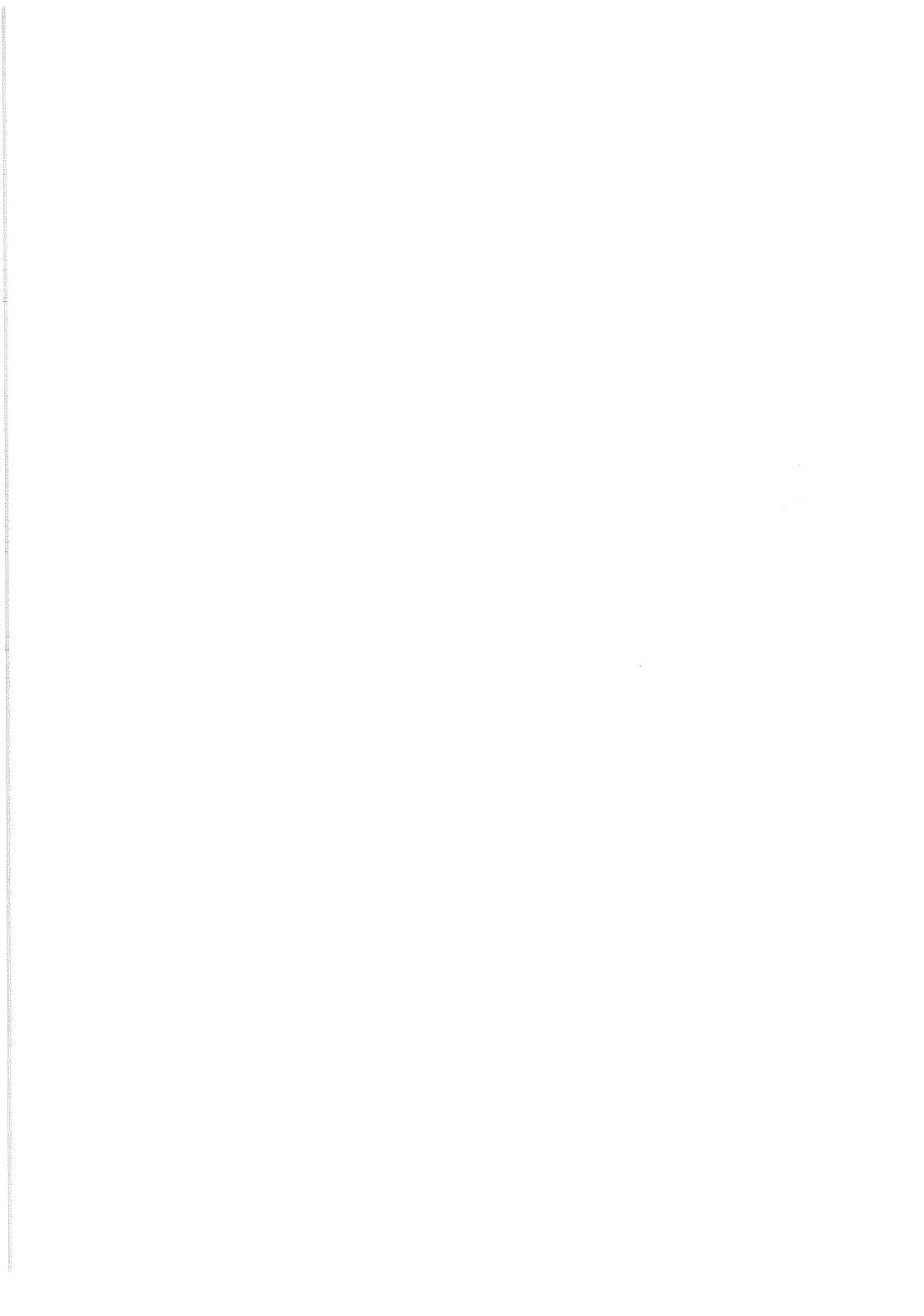
DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR GRAFIK	xiii
DAFTAR DIAGRAM	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah dan Pertanyaan Penelitian	6
1.3. Tujuan Penelitian	7
1.4. Kerangka Pemikiran	8
1.5. Metodologi	10
1.6. Roadmap Penelitian	15
1.7. Aspek Strategis	18
BAB II PERUBAHAN IKLIM DAN <i>URBAN HEAT ISLAND</i>: TINJAUAN TEORITIS DAN EMPIRIS	21
2.1. Perubahan Iklim	21
2.2. Adaptasi Terhadap Perubahan Kualitas Udara di Perkotaan	24
BAB III <i>URBAN HEAT ISLAND</i> : Penyebab dan Dampaknya di Kota Semarang dan Kota Bandung	33
3.1. Penduduk dan Urbanisasi	35
3.2. Perubahan Penggunaan Lahan	40
3.3. Perkembangan Transportasi	50
3.4. Kondisi Industri	58
3.5. Kondisi Geografis	59
BAB IV PERSEPSI MASYARAKAT TERHADAP PERUBAHAN SUHU	63
4.1. Perubahan Suhu dan UHI	65

4.2. Suhu dan Kenyamanan	70
4.3. Persepsi Masyarakat di Kota Semarang dan Kota Bandung	71
4.4. Dampak Perubahan Suhu	84
BAB V ADAPTASI MASYARAKAT TERHADAP PERUBAHAN KUALITAS UDARA : Konsumsi Energi dan Perubahan Perilaku Rumah Tangga	89
5.1. Rumah Tangga dan Konsumsi Listrik	93
5.2. Konsumsi Listrik di Tingkat Rumah Tangga	97
5.3. Pengelompokkan Penghasilan Rumah Tangga	102
5.4. Pengeluaran Listrik terhadap Total Pengeluaran RT berdasarkan Penghasilan RT	108
5.5. Pola Respon Rumah Tangga Terhadap Kenaikan Suhu Udara	110
BAB VI DARI ADAPTASI MENUJU MITIGASI : <i>GREEN BUILDING</i>	119
6.1 Adaptasi dan Mitigasi Mengurangi Dampak Pemanasan Perkotaan	121
6.2. Bangunan Ramah Lingkungan	125
BAB VII PENUTUP	133
7.1. Kesimpulan	133
7.2. Catatan Lanjutan	136
DAFTAR PUSTAKA	137

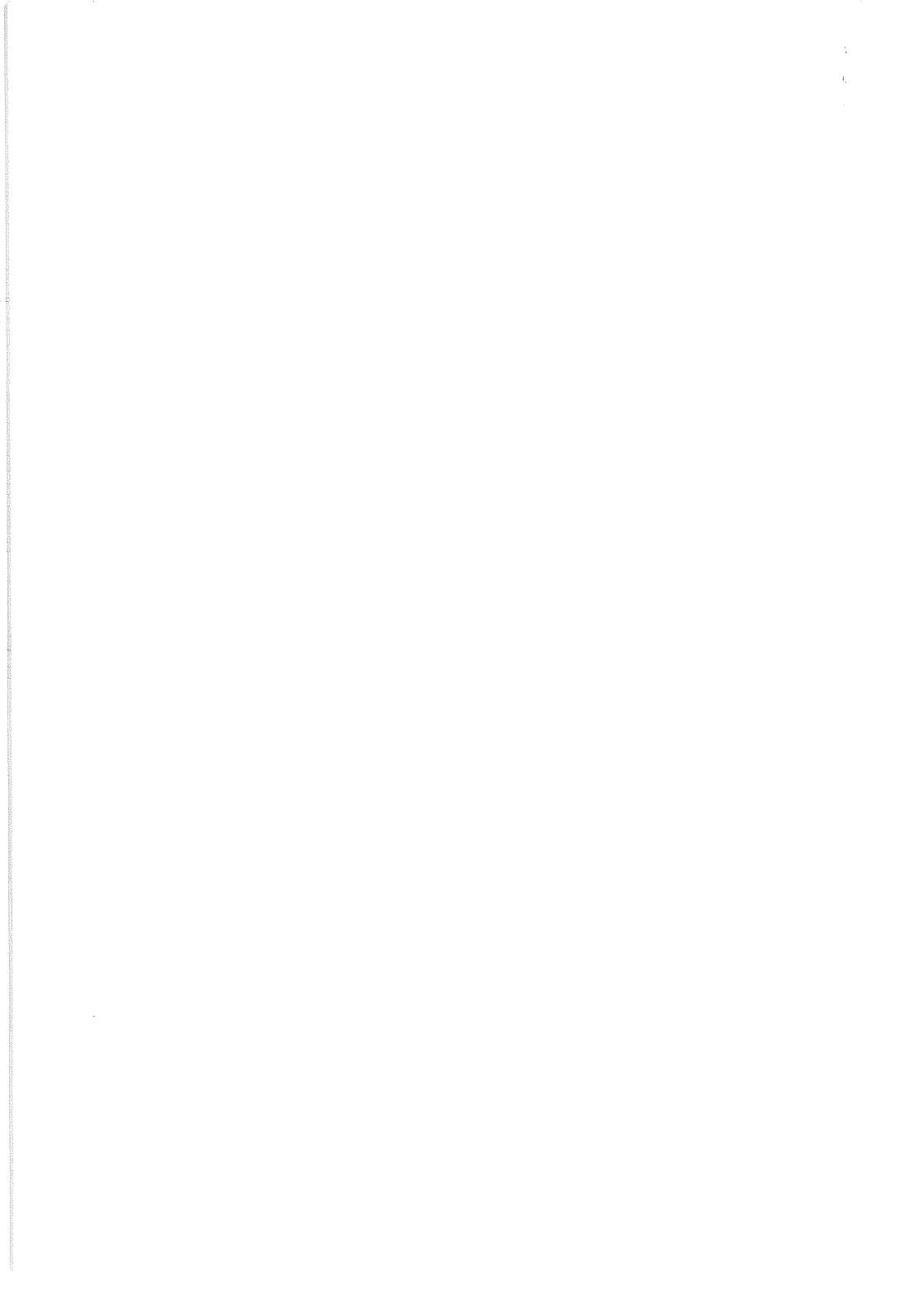
DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Tabel Parameter dan Variabel Penelitian	14
Tabel 3.1.	Jumlah Kendaraan di Kota Semarang, 2000-2006	54
Tabel 4.1.	Karakteristik Kota, Peningkatan Suhu, dan UHI	69
Tabel 4.2.	Jenis Tutupan Lahan di Kota Bandung tahun 2003 dan 2008	75
Tabel 5.1.	Persentase Jumlah Pelanggan Listrik dan Energi Terjual Tahun 2010	94
Tabel 5.2.	Persentase Rumah Tangga Menurut Besaran Daya Listrik	98
Tabel 5.3.	Persentase Rumah Tangga Menurut Besar Daya Awal dan Setelah Dinaikkan	99
Tabel 5.4.	Persentase Banyaknya Rumah Tangga Menurut Kepemilikan Peralatan Listrik di Kota Semarang dan Bandung	106
Tabel 5.5.	Persentase Banyaknya Rumah Tangga Menurut Pengeluaran Listrik Terhadap Total Pengeluaran	109
Tabel 5.6.	Persentase Banyaknya Rumah Tangga Tentang Cara Meningkatkan/Memperbaiki Sirkulasi Udara	111
Tabel 5.7.	Persentase Banyaknya Rumah Tangga Tentang Cara Hidup Hemat Energi	114
Tabel 5.8.	Perilaku Hemat Energi oleh RT Kota Semarang dan Bandung Terkait dengan Suhu/Kualitas Udara?	116
Tabel 5.9.	Persentase Banyaknya Rumah Tangga Semarang Tentang Cara Memperbaiki Sirkulasi Udara	117
Tabel 6.1.	Respons/Adaptasi yang Dilakukan oleh Rumah Tangga di Lokasi Penelitian	127



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Peningkatan Sebaran Suhu Udara di Semarang Tahun 1994-2002	4
Gambar 1.2.	Peningkatan Sebaran Suhu Udara di Bandung Tahun 1994-2002	4
Gambar 2.1.	<i>Urban Heat Island.</i>	23
Gambar 2.2.	Suhu Udara Berdasarkan Karakteristik Geografis	24
Gambar 3.1.	Peta Kepadatan Bangunan di Kecamatan Kiara Condong	37
Gambar 3.2.	Peta Kepadatan Bangunan di Kecamatan Cobleng	37
Gambar 3.3.	Peta Tutupan Lahan Kota Semarang	44
Gambar 3.4.	Peta Tutupan Lahan Kota Bandung	46
Gambar 3.5.	Peta Rencana Program jalan Tol Kota Bandung	53
Gambar 3.6.	Peta Sebaran Indeks Kenyamanan Kota Semarang	61



DAFTAR GRAFIK

Grafik 3.1.	Pertambahan Jumlah Penduduk Kota Bandung 2003-2010	35
Grafik 3.2.	Kepadatan Penduduk Kota Bandung	36
Grafik 3.3.	Pertambahan Jumlah Penduduk Kota Semarang 2004-2010	38
Grafik 3.4.	Perubahan Luasan Lahan Sawah di Kota Semarang	43
Grafik 3.5.	Perubahan Luasan Lahan Sawah di Kota Bandung	46
Grafik 3.6.	Suhu Udara Berdasarkan Jarak dari Pusat Vegetasi	47
Grafik 3.7.	Peningkatan Jumlah Kendaraan	51
Grafik 3.8.	Konsumsi BB Berdasarkan Sektor, 2000-2008	55
Grafik 3.9.	Rata-Rata Bulanan Konsentrasi Partikel Terlarut Di Udara Kota Semarang Dan Kota Bandung, 2008-2009	57
Grafik 3.9.	<i>Boxplot</i> Suhu Udara Berdasarkan Penggunaan Lahan di Kota Semarang, 2002	60
Grafik 4.1.	Suhu Rata-Rata di Kota Semarang dan Kota Bandung Tahun 2002-2010	72
Grafik 5.1.	Rata-Rata Konsumsi Listrik Tiap Pelanggan di Kota Semarang dan Bandung (dalam KWh)	96
Grafik 5.2.	Rata-Rata Konsumsi Listrik Tiap Pelanggan di Kota Semarang dan Bandung (dalam Rupiah)	97
Grafik 5.3.	Rata-Rata Pengeluaran untuk Konsumsi Listrik Rumah Tangga per Bulan (rupiah)	102
Grafik 5.4.	Persentase Rumah Tangga Menurut Kelompok Penghasilan per Bulan	104

Grafik 6.1 : Persentase Kecukupan Sirkulasi Udara pada Rumah Tangga di Lokasi Penelitian (n=200)	126
Grafik 6.2. Persentase Rumah Tangga di Lokasi Penelitian yang Melakukan Renovasi Rumah untuk Perbaikan Sirkulasi Udara (n=200)	123
Grafik 6.3. Persentase Kecukupan Pencahayaan pada Rumah Tangga di Lokasi Penelitian (n=200)	129
Grafik 6.4. Apakah ada Lampu yang Menyala Sepanjang Hari (n=200)	130
Grafik 6.5. Pengolahan Sampah di Tiap Rumah Tangga (n=200)	132

DAFTAR DIAGRAM

Diagram 2.1. Dampak <i>Urban Heat Island</i>	27
Diagram 2.2. Gambaran Mitigasi dan Adaptasi yang Ideal	28
Diagram 4.1. Persentase Responden Yang Menyatakan Bahwa Telah Terjadi Perubahan Kualitas Udara	81



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penelitian ini merupakan penelitian tahun ketiga dari lima tahun rangkaian penelitian dengan payung tema Perubahan Iklim dan Adaptasi untuk terwujudnya Keamanan Insani. Penelitian tahun pertama dilakukan sebagai dasar bagi penelitian pada tahun-tahun berikutnya. Hasil penelitian tahun pertama memperlihatkan adanya persoalan dampak perubahan iklim dan juga pengelolaan lingkungan terhadap ketersediaan sumber daya air dan kualitas udara. Hal ini sejalan dengan hasil kajian ISET (2010) yang menyebutkan bahwa persoalan dampak perubahan iklim di perkotaan adalah pada permasalahan air dan udara.

Dalam kaitannya dengan dampak perubahan iklim, maka muncul kondisi kerentanan dan upaya adaptasi yang dilakukan. Adaptasi yang dilakukan salah satunya ditentukan oleh kapasitas adaptasi seperti pengetahuan dan pemahaman tentang perubahan iklim dan perubahan lingkungan. Pada penelitian pertama menunjukkan hasil bahwa masyarakat belum memahami istilah perubahan iklim secara utuh, dan bahkan tidak melihat konteks perubahan iklim dalam menganalisis berbagai kejadian ekstrim yang mereka alami. Masyarakat cenderung melihat berbagai kejadian ekstrim masih dalam konteks yang sangat lokal yaitu merupakan akibat dari adanya pembangunan di sekitar permukiman mereka. Bahkan untuk kejadian curah hujan yang terus menerus tetap dianggap sebagai hal yang tidak biasa tetapi tidak terkait langsung dengan perubahan iklim. Namun, ada beberapa kelompok masyarakat mengetahui dan memahami istilah

perubahan iklim karena keikutsertaannya dalam pendampingan yang dilakukan oleh sebuah LSM lokal.

Selanjutnya hasil penelitian tahun kedua memperlihatkan bahwa perubahan ketersediaan air sudah terjadi khususnya dalam hal kualitas dan kuantitas sumber daya air. Karena keterbatasan kapasitas yang dimiliki, sebagian besar rumah tangga masih melakukan tindakan adaptasi yang hanya bersifat responsif atau spontan untuk mengurangi kerentanan dalam waktu yang singkat. Belum banyak yang mempertimbangkan risiko di masa mendatang. Adaptasi spontan yang mereka lakukan adalah dengan menghemat penggunaan air, mengganti sumber air. Jenis adaptasi yang bersifat antisipatif dapat diartikan adalah kegiatan menampung air hujan dan menggunakannya untuk air MCK khususnya. Adaptasi yang juga ditemui dalam penelitian adalah adaptasi di tingkat komunitas yaitu dengan melakukan pengelolaan air secara komunal.

Untuk melengkapi penelitian di kawasan perkotaan, maka pada tahun ketiga ini dilihat bagaimana adaptasi yang dilakukan masyarakat perkotaan terkait dengan perubahan kualitas udara. Kawasan perkotaan tidak terlepas dari permasalahan kualitas udara. Kualitas udara di perkotaan identik dengan kadar emisi yang tinggi. Dengan kepadatan penduduk serta aktivitas perekonomian yang tinggi, merupakan salah satu kunci utama penyebab peningkatan konsentrasi karbon di udara (UN-HABITAT 2008).

Aktivitas perekonomian yang tinggi tersebut menyebabkan penggunaan energi juga meningkat termasuk penggunaan energi oleh rumah tangga. Energi lainnya yang juga merupakan kontribusi dari perilaku anggota rumah tangga adalah penggunaan energi untuk transportasi yang memberikan sumbangan besar pada peningkatan jumlah emisi karbon di udara (Thambiran and Roseanne, 2011). Sumbangan emisi dari rumah tangga lainnya adalah dari limbah

rumah tangga khususnya sampah plastik dan bahan-bahan yang memerlukan waktu yang cukup lama untuk di diproses oleh alam.

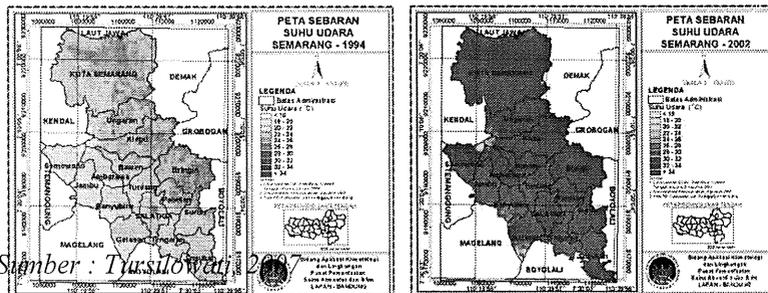
Sementara itu, ruang terbuka hijau juga semakin berkurang yang menyebabkan penyerapan gas carbon dioksida juga berkurang. Udara menjadi terasa lebih panas karena suhu meningkat. Secara harfiah, panas dan suhu berbeda, namun di kalangan masyarakat awam panas dapat diindentikkan sebagai suhu yang semakin meningkat.

Dalam penelitian ini, kualitas udara dan suhu diletakkan pada hubungan saling keterhubungan yang erat dan saling mempengaruhi. Perubahan suhu di udara akan mempengaruhi reaksi kimia polutan (Alapaty et al, 2012). Sebaliknya, Alapaty et al (2012) juga menjelaskan bahwa kandungan polutan di udara dapat memberikan efek meningkatkan dan menurunkan suhu udara.

Kota Semarang dan Kota Bandung merupakan dua kota diantara beberapa kota besar di Indonesia yang mengalami kenaikan suhu yang cukup tinggi sejak tahun 1990an yang dapat dilihat dari meningkatnya luasan kawasan *Urban Heat Island*¹(selanjutnya ditulis UHI). Dalam studi yang dilakukan oleh Tursilowati (2007), Kota Semarang merupakan kota yang memiliki pertambahan luasan UHI sebesar rata-rata 8,4 persen per tahun dan Kota Bandung mengalami pertambahan sebanyak 4,47 persen dalam kurun waktu 1994-2002. Suhu yang tinggi menyebar dengan cepat ke seluruh kota karena wilayah terbangun di perkotaan juga terus menyebar di seluruh bagian wilayah perkotaan.

¹ Urban Heat Island (UHI) adalah gambaran tingginya suhu di wilayah pusat perkotaan dibandingkan dengan di wilayah pinggiran sekitarnya.

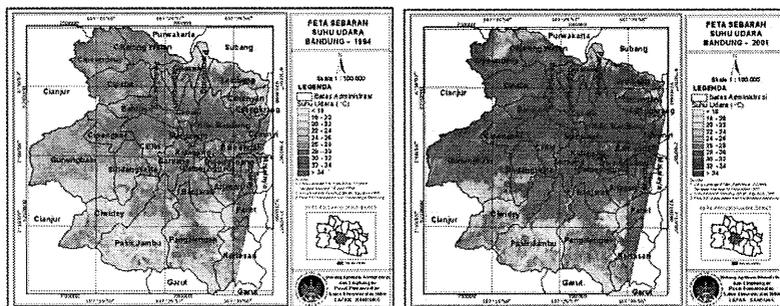
Gambar 1.1: Peningkatan Sebaran Suhu Udara di Semarang Tahun 1994-2002



Sumber : Tursilowati, 2008

Suhu udara lebih besar dari 34°C pada tahun 1994 di Kota Semarang hanya berada pada beberapa titik, namun pada tahun 2002, sudah hampir menutupi seluruh Kota Semarang dan bahkan Semarang secara umum (termasuk Kabupaten Semarang). Demikian juga dengan di Kota Bandung, peningkatan suhu di beberapa daerah di kawasan Kota Bandung terjadi secara pesat.

Gambar 1.2 : Peningkatan Sebaran Suhu Udara di Bandung Tahun 1994-2001



Sumber : Tursilowati, 2007

Dalam konteks perubahan iklim, fenomena UHI semakin meningkat karena panas yang diserap oleh kawasan terbangun di perkotaan menjadi lebih banyak. Kandungan polutan udara akhirnya meningkat dan memperburuk kualitas udara perkotaan. Di sisi lain, fenomena UHI juga berkontribusi terhadap peningkatan suhu permukaan global yang dapat memicu terjadinya perubahan iklim.

Melihat hubungan yang timbal balik tersebut, persoalannya adalah bagaimana masyarakat perkotaan yang terdapat di dalam kawasan UHI melakukan tindakan penyesuaian atau bagaimana beradaptasi², apakah akan semakin meningkatkan efek gas rumah kaca atau sebaliknya justru dapat membantu mengurangnya dengan cara menekan terjadinya fenomena UHI.

Dobie, dkk (2007) menyebutkan bahwa adaptasi yang dilakukan oleh masyarakat juga merupakan potensi tindakan mengurangi kerentanan di masa mendatang. Kelompok masyarakat pada umumnya berupaya untuk melakukan penyesuaian atau adaptasi sesuai dengan kapasitas yang dimiliki. Terkait dengan penyesuaian terhadap perubahan kualitas udara atau dalam istilah awamnya adalah udara menjadi bertambah panas, masyarakat cenderung melakukan tindakan untuk mencapai keadaan yang lebih nyaman.

² UNDP (2007) menyebutkan bahwa suhu yang tinggi dan disertai dengan kelembaban yang tinggi dapat menimbulkan kelelahan, adanya mutasi dari media penyebar penyakit yaitu mutasi pembiakan nyamuk. Daerah yang sebelumnya tidak rentan terhadap penyakit demam berdarah, menjadi rentan akibat terjadinya kenaikan suhu di wilayah tersebut. (OECD, 2010) menyebutkan peningkatan suhu mengakibatkan meningkatnya penyakit terkait dengan ISPA.

Koppe et al (2004) menyebutkan dampak dari kenaikan suhu global adalah munculnya gelombang panas atau heat waves yang banyak dialami di negara eropa. Heat waves ini telah mengakibatkan meningkatnya tingkat kesakitan dan kematian.

Untuk mencapai kenyamanan tersebut, kelompok masyarakat menengah merupakan kelompok yang cenderung lebih mudah untuk melakukan perubahan termasuk dalam pola hidupnya. OECD (2010) menyebutkan bahwa dengan terjadinya peningkatan suhu global, masyarakat cenderung meningkatkan penggunaan pendingin untuk menetralkan suhu ruangan. Di sisi lain, penyesuaian tersebut memicu peningkatan pelepasan emisi di udara yang dapat memperparah kualitas udara.

1.2. Perumusan Masalah dan Pertanyaan Penelitian

Perubahan kualitas udara di perkotaan yang ditandai dengan peningkatan suhu akibat akumulasi konsentrasi polutan di udara dan juga dampak perubahan iklim (peningkatan suhu global). Perubahan kualitas udara dalam konteks penelitian ini dilihat sebagai suatu perubahan dalam rentang waktu yang panjang, setidaknya hampir 30 tahun. Perubahan jangka panjang ini lah yang akan dilihat di bagaimana respon di level rumah tangga. Respon yang sudah dilakukan berulang kemudian dikategorikan sebagai sebuah tindakan adaptasi. Tindakan adaptasi di level rumah tangga di lakukan untuk mengurangi dampak negatifnya.

Jenis adaptasi terkait dengan perubahan kualitas udara secara kontekstual dapat menimbulkan dampak positif dan negatif bagi pemanasan global. Adaptasi yang berdampak negatif ditegaskan oleh OECD (2010) yang menyatakan bahwa untuk menghadapi suhu yang terus meningkat, masyarakat cenderung menggunakan alat pendingin seperti AC. Padahal alat pendingin tersebut berpotensi menghasilkan emisi gas rumah kaca serta akan semakin meningkatkan fenomena *Urban Heat Island*. Demikian juga dengan peningkatan penggunaan energi lainnya termasuk bahan bakar kendaraan bermotor akan semakin meningkatkan terjadinya pemanasan lokal dan global.

Di level rumah tangga, dampak yang ditimbulkan akan berbeda antara kelompok masyarakat tergantung seberapa besar kerentanan dan kapasitas adaptasi yang dimiliki. Oleh karena itu muncul pertanyaan :

- Apa saja dampak perubahan kualitas udara bagi kehidupan masyarakat perkotaan?
- Siapa saja yang rentan terhadap dampak tersebut?
- Apa tindakan adaptasi yang dilakukan masyarakat perkotaan terhadap perubahan kualitas udara tersebut?
- Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi adaptasi terhadap perubahan kualitas udara tersebut?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan umum dari 5 tahun rangkaian penelitian ini adalah untuk mengkaji strategi pemerintah dan masyarakat dalam pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan yang berkaitan dengan keamanan insani sebagai akibat dari perubahan iklim.

Tujuan umum tahun ketiga adalah mengkaji adaptasi masyarakat perkotaan terhadap perubahan kualitas udara. Sementara itu, tujuan khususnya adalah :

- Untuk mengetahui dampak perubahan kualitas udara khususnya kenaikan suhu udara akibat dari UHI dan juga dampak perubahan iklim pada kehidupan masyarakat perkotaan.
- Untuk mengetahui jenis adaptasi yang dilakukan masyarakat perkotaan terhadap perubahan kualitas udara khususnya peningkatan suhu udara.

- Untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi adaptasi terhadap perubahan kualitas udara khususnya peningkatan suhu udara.

1.4. Kerangka Pemikiran

Kualitas udara di perkotaan seringkali identik dengan tingginya tingkat polusi. Banyaknya jumlah bangunan tinggi menyebabkan panas di siang hari terserap lebih banyak dan tertahan lebih lama. Pada malam hari, panas baru dilepaskan kembali ke udara. Fenomena ini dikenal dengan istilah *Urban Heat Island* (UHI). Suhu udara di kawasan perkotaan menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan daerah di sekitarnya. Peningkatan UHI dipicu oleh banyaknya penggunaan energy yang menghasilkan emisi ke udara yang bersumber dari rumah tangga, industry dan transportasi.

Keadaan tersebut semakin diperparah dengan adanya dampak perubahan iklim yang ditandai dengan meningkatnya suhu global. Suhu global ini akan mempengaruhi kondisi suhu di tingkat lokal. Perubahan suhu di tingkat lokal selanjutnya akan mempengaruhi kualitas udara di daerah tersebut. Suhu yang tinggi, zat polutan yang ada di udara mengalami hambatan dalam reaksinya sehingga menyebabkan kualitas udara semakin memburuk.

Sehingga dikatakan wilayah perkotaan merupakan wilayah yang rentan terhadap perubahan suhu ini. Karena suhu yang tinggi dan kandungan polutan yang banyak menimbulkan dampak yang dapat membahayakan kehidupan manusia seperti pada kesehatan masyarakatnya. Seperti yang dikatakan oleh Patz dan Kovats (2002) bahwa kota merupakan titik pusat terjadinya dampak perubahan iklim khususnya dikaitkan dengan kesehatan.

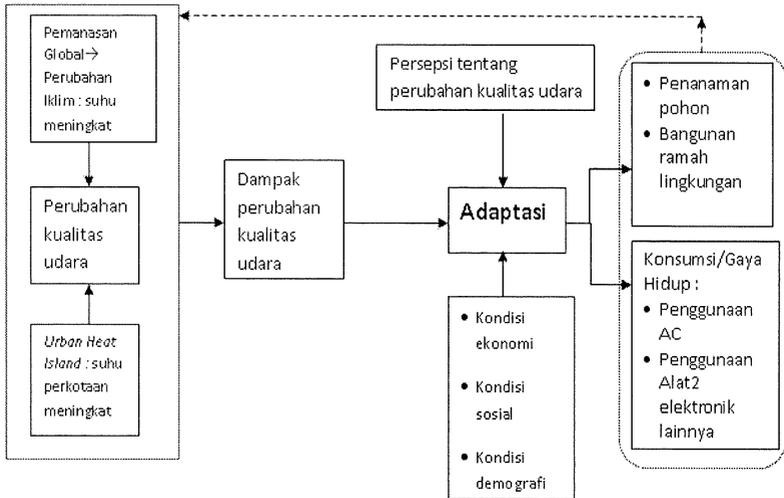
Adanya dampak tersebut, mendorong masyarakat untuk melakukan tindakan adaptasi. Adaptasi yang dilakukan secara umum

didasarkan pada persepsi terhadap perubahan kualitas udara dan dampaknya bagi mereka. Hal lain yang akan mempengaruhi keputusan melakukan adaptasi diantaranya latar belakang sosial ekonomi dan demografinya. Adaptasi yang dilakukan dapat menimbulkan dua hal yang selanjutnya akan dapat mempengaruhi kualitas udara itu sendiri. Tindakan adaptasi seperti meningkatnya penggunaan alat pendingin karena suhu semakin panas justru akan mengakibatkan peningkatan konsumsi energi dan meningkatkan kandungan emisi di udara. Sebaliknya, jika adaptasi yang dilakukan dapat mengurangi penggunaan energi maka, adaptasi tersebut akan membantu memperlambat laju peningkatan emisi karbon di udara dan dapat mengurangi dampak perubahan iklim selanjutnya.

Sementara itu, adaptasi yang dapat menetralkan suhu lingkungan yaitu mengurangi UHI atau peningkatan panas di tingkat lokal biasanya mengarah pada penyesuaian infrastruktur bangunan. Seperti penghijauan bangunan dan pekarangan untuk lingkungan rumah tangga dan penghijauan kawasan di sekitarnya atau mengarah pada infrastruktur permukiman yang ramah lingkungan. Hal ini termasuk di dalamnya melakukan pemilahan sampah organik dan non organik.

Berdasarkan kajian literatur dan studi empiris terkait dengan perubahan iklim dan perubahan kualitas udara, maka kerangka pemikiran dalam penelitian ini adalah seperti skema di bawah ini.

Skema 1 : Kerangka Pemikiran



1.5. Metodologi

1.5.1. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan dua metode penelitian yaitu metode penelitian kuantitatif dan kualitatif.

- Metode penelitian kuantitatif dilakukan melalui survei menggunakan daftar pertanyaan terstruktur dalam kuisioner. Survei dilakukan di dua lokasi terpilih yaitu di Kota Semarang dan Kota Bandung. Jumlah responden masing-masing 100 orang di Kota Semarang dan Kota Bandung. Responden adalah penduduk yang berlokasi di kawasan UHI hasil kajian Tursilowati (2007). Karakteristik responden bervariasi dalam hal tingkatan kondisi sosial ekonomi

- Metode kualitatif dilakukan dengan cara :
 - o Melakukan wawancara terbuka terhadap informan kunci yang dapat memberikan informasi mendalam tentang isu yang terkait dengan penelitian.
 - o Diskusi kelompok terfokus terhadap tiga kelompok masyarakat yaitu : Ibu rumah tangga dan kelompok kepala rumah tangga.
 - o Wawancara terhadap *stakeholders* terkait seperti Bappeda bagian pembangunan fisik yang menguasai tentang tata ruang, Dinas Perhubungan yang mengetahui perkembangan pemeriksaan emisi kendaraan, Dinas Kesehatan untuk mengetahui trend prevalensi penyakit terkait dengan pengaruh perubahan kualitas udara terhadap gangguan pernafasan, Badan lingkungan Hidup (BLH) dan LAPAN sebagai salah satu institusi yang banyak mengamati kondisi atmosfer.

1.5.2. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian di lakukan di Kota Semarang dan Kota Bandung. Dasar pertimbangan pemilihan , Kota Semarang adalah, kota ini akan dikaji secara komprehensif dalam lima tahun karena terletak di kawasan pesisir dan rentan terhadap dampak perubahan iklim.- Pemetaan kerentanan juga sudah dilakukan oleh ISET (2010) bekerjasama dengan pemerintah kota Semarang dan sudah diarahkan pada tindakan adaptasi. Penelitian Bidang Ekologi Manusia, dimaksudkan dapat mengisi dan melengkapi studi yang sudah dilakukan khususnya dari pendekatan kependudukannya.

Sementara itu, pemilihan Kota Bandung dilakukan khusus pada tahun ketiga penelitian (2012) karena Kota Bandung merupakan salah

satu kota yang berada di dataran tinggi dengan karakteristik suhu yang dingin. Namun, dalam perkembangannya, Kota Bandung sudah mengalami pembangunan yang pesat dan juga merupakan salah satu kawasan industri khususnya industri tekstil. Peningkatan suhu di Kota Bandung diasumsikan akan lebih dirasakan oleh masyarakatnya dibandingkan dengan masyarakat Kota Semarang yang memang sudah terbiasa dengan kondisi suhu yang lebih tinggi karena berlokasi di kawasan pesisir.

Oleh karena itu, penelitian tentang adaptasi terhadap perubahan kualitas udara akan dilaksanakan di daerah yang bervariasi secara geografis dan secara *scientific* sudah terbukti mengalami perubahan kualitas udara khususnya meningkatkan panas (UHI) dan meningkatnya suhu lokal. Tujuannya adalah agar dapat diketahui jenis tindakan adaptasi yang sudah dan akan dilakukan untuk mengatasi dampak yang dirasakan di masa mendatang berdasarkan kondisi saat ini.

Pertimbangan lain dalam memilih Kota Bandung adalah karakteristik geologis menunjukkan bahwa Kota Bandung terletak di sebuah cekungan yang dikenal dengan istilah Cekungan Bandung. Kondisi geologis tersebut mempengaruhi siklus udara dan kondisi suhu lokal. Di daerah cekungan, perputaran udara tidak seperti di kawasan pesisir. Udara di kawasan cekungan, mengalir pada sekitar kawasan saja, sedangkan jika di pesisir, udara dari daratan mengalir ke arah lautan. Hal ini penting diperhatikan karena polusi udara dapat meningkatkan kadar polutan di udara. Sebaliknya jika di cekungan, udara tidak mudah dialirkan dari satu wilayah ke wilayah lainnya, termasuk juga aliran polutan di udara.

Dampak yang dapat ditimbulkan adalah suhu udara di tingkat lokal akan semakin meningkat dan udara terasa lebih pekat dan dapat membahayakan kesehatan. UNDP (2007) menyatakan bahwa dampak

perubahan iklim yaitu peningkatan panas global salah satunya adalah pada sektor kesehatan.

1.5.3. Ruang Lingkup

Ruang Lingkup Substansi

Penelitian tahun pertama telah dilakukan dengan memfokuskan pada pemahaman masyarakat perkotaan terhadap perubahan iklim khususnya untuk isu air dan udara. Sedangkan penelitian tahun kedua difokuskan pada adaptasi terhadap adanya perubahan sumber daya air sebagai salah satu akibat dari perubahan iklim. Untuk mencapai tujuan dari penelitian dengan tema “Perubahan Iklim dan Keamanan Insani” khususnya di kawasan perkotaan maka pada tahun ketiga ini dikhususnya pada isu perubahan kondisi udara termasuk di dalamnya terkait dengan kualitas udara. Kajian dilakukan pada kelompok masyarakat perkotaan dengan kondisi sosial ekonomi yang bervariasi dari rendah hingga tinggi.

Ruang Lingkup Lokasi

Lokasi penelitian dilakukan di Kota Semarang dan Kota Bandung. Di Kota Semarang dipilih wilayah kelurahan yang terletak di daerah yang mewakili Semarang bawah, tengah dan atas. Demikian juga di Kota Bandung, dipilih kelurahan yang mewakili wilayah di daerah yang paling tinggi dan tengah. Perbedaan berdasarkan kategori tersebut diperlukan agar hasil yang diperoleh khususnya variasi dalam beradaptasi lebih komprehensif.

1.5.4. Data dan Informasi yang akan dikumpulkan

Untuk mencapai tujuan tersebut maka data dan informasi yang dikumpulkan terdiri dari keterangan seperti terlihat pada matriks tabel

dibawah ini. Data diperoleh baik dari hasil survei, wawancara mendalam dan juga dari data-data sekunder di instansi terkait serta dari hasil publikasi oleh BPS di masing-masing lokasi penelitian.

Tabel 1.1. Tabel Parameter dan Variabel Penelitian

Parameter	Variabel
Perubahan kualitas udara	<ul style="list-style-type: none"> - Data dan peta penggunaan lahan - Data perubahan suhu (perkembangan suhu) BMKG : <ul style="list-style-type: none"> o Suhu harian di Kota Semarang o Suhu harian di Kota Bandung - Rata-rata bulanan konsentrasi partikel terlarut di udara di Kota Semarang dan Kota Bandung - Data perubahan jumlah kendaraan di Kota Semarang dan Bandung - Data perubahan jumlah industri dari Dinas Perindustrian Kota Semarang dan Bandung
Kondisi Demografi	<ul style="list-style-type: none"> a. Jumlah ART b. Struktur umur
Kondisi Sosial	<ul style="list-style-type: none"> a. Pendidikan terakhir b. Keikutsertaan dalam kegiatan sosialisasi perubahan iklim atau kesehatan lingkungan Jenis pekerjaan
Kondisi Ekonomi	Pengeluaran Rumah Tangga: <ul style="list-style-type: none"> a. Pangan b. Non Pangan Pendapatan
Persepsi terhadap perubahan kualitas udara termasuk suhu udara lokal	Merasakan udara lebih panas Merasakan udara bertambah pekat (gerah, dll) Merasakan udara lebih kotor/bersih/segar

Konsumsi energi rumah tangga	<ul style="list-style-type: none"> a. Berapa daya listrik b. Biaya listrik c. Kapan menaikkan daya listrik d. Jarak rumah ke tempat kerja/sekolah/pasar dll e. Moda transportasi sehari-hari untuk ke kantor, sekolah, pasar f. Tempat pembuangan sampah (kemana membuang sampah, langsung dibuang atau diolah) atau memilah
Adaptasi yang dilakukan	<ul style="list-style-type: none"> a. Menggunakan AC (menambah jumlah) b. Melindungi saluran pernafasan menggunakan masker, payung, jika berada di luar ruangan, dll c. Lebih banyak berada di dalam rumah/ruangan d. Merubah konstruksi bangunan untuk meningkatkan sirkulasi udara e. Menanam pohon/tanaman untuk menambah keteduhan lingkungan f. Menghemat energi (listrik, bensin)

1.5.5. Metode Analisis

Analisis terhadap data yang dikumpulkan dianalisis secara deskripsi dan analisa hasil wawancara mendalam serta hasil diskusi kelompok terfokus. Analisa deskriptif dilakukan dengan tetap membedakan dua lokasi penelitian karena memiliki karakteristik geografis yang berbeda. Demikian juga tetap membedakan responden berdasarkan kondisi sosial ekonomi sebagai salah satu bentuk kapasitas adaptasi.

1.6. Roadmap Penelitian

Penelitian dengan judul Adaptasi Masyarakat Perkotaan Terhadap Perubahan Kualitas Udara merupakan tahapan ketiga dari lima tahapan penelitian sesuai dengan Renstra lima tahun Bidang

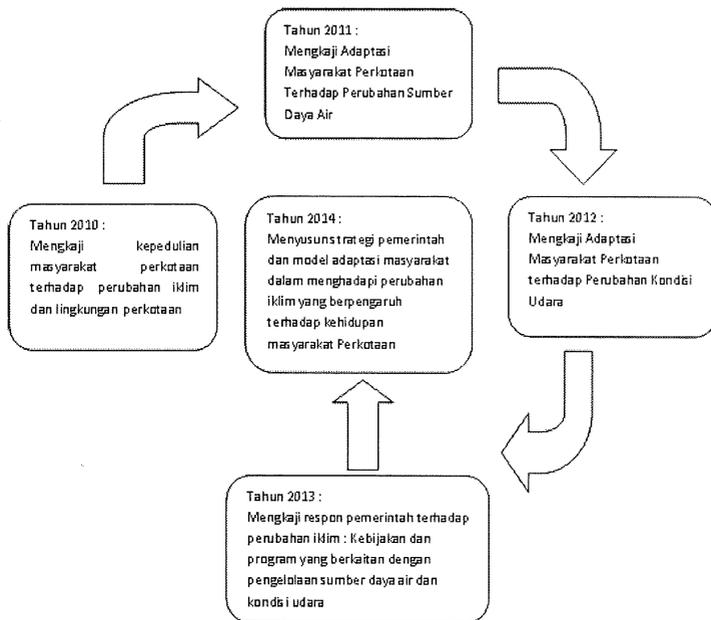
Ekologi Manusia. Tema besar penelitian ini adalah “Perubahan Iklim dan Keamanan Insani: Adaptasi Masyarakat dan Pemerintah dalam Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan”.

Tujuan umum kegiatan ini adalah mengkaji strategi pemerintah dan masyarakat dalam pengelolaan sumberdaya alam dan lingkungan yang berkaitan dengan keamanan insani sebagai akibat dari perubahan iklim. Sedangkan di tahun ketiga penelitian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui bagaimana masyarakat perkotaan beradaptasi dengan perubahan kondisi udara. Apakah adaptasi yang dilakukan justru berdampak pada memburuknya kualitas udara atau justru sebaliknya mengarah pada upaya mengurangi emisi gas rumah kaca.

Pada penelitian tahun pertama telah difokuskan pada upaya untuk mengkaji pemahaman penduduk perkotaan terhadap perubahan iklim dan lingkungan perkotaan. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa masyarakat perkotaan khususnya penduduk dengan kondisi sosial ekonomi rendah sebagian besar tidak benar-benar memahami kejadian perubahan iklim. Berbagai indikator dampak perubahan iklim khususnya terkait dengan air dan udara yang ditanyakan sebagian besar dianggap sebagai akibat dari adanya berbagai perubahan atau pembangunan di sekitar lingkungan mereka. Kecuali pada kelompok penduduk yang sudah pernah terlibat dalam kegiatan yang dilaksanakan oleh LSM lokal terkait dengan isu perubahan iklim. Seperti yang ada di Kota Semarang adalah LSM Bintari yang banyak bekerja di kawasan kelurahan Tugu.

Berdasarkan kajian pemahaman masyarakat perkotaan di tahun pertama, kemudian di tahun kedua dilakukan penelitian tentang adaptasi terhadap perubahan sumber daya air. Dalam penelitian tahun kedua tersebut diperkaya dengan adanya kajian kerentanan dan kapasitas adaptasi sehingga diketahui bagaimana pola-pola adaptasi yang dilakukan masyarakat perkotaan. Hal yang sama dilakukan pada

tahun ketiga tetapi berfokus pada isu kondisi udara. Dalam kajian adaptasi tersebut, hasil penelitian tahun pertama tentang pemahaman merupakan landasan awal dalam melakukan analisis. Hal tersebut dikarenakan hubungan antara pengetahuan dan tingkat kerentanan serta kapasitas adaptasi yang dimiliki sangat terkait erat dengan adaptasi yang akan dilakukan masyarakat dan juga pemerintah.



Penelitian tahun keempat akan berfokus pada respon pemerintah terhadap perubahan iklim. Pemerintah Indonesia pada dasarnya sudah merespon perubahan iklim dengan beberapa cara antara lain dengan meratifikasi Konvensi Kerangka PBB mengenai perubahan iklim lewat UU No. 6 tahun 1994, Protokol Kyoto lewat UU no. 17 tahun 2004, menyusun Rencana Aksi Nasional dalam Menghadapi Perubahan Iklim (2007), serta berperan aktif dalam

Konferensi Intergovernment Panel on Climate Change (IPCC) di Bali dan pada tahun 2009 turut serta dalam konferensi perubahan iklim di Copenhagen yang menyatakan kesanggupan pemerintah dalam mengurangi emisi hingga 26 persen. Akan tetapi respon yang bersifat *top down* ini akan dikritisi dengan temuan-temuan lapangan penelitian tahun pertama dan kedua yang bersifat *bottom up* sehingga akan menjadi sebuah strategi untuk menyusun kerangka adaptasi yang bersifat mengakomodir kepentingan serta persoalan pada tingkat lokal yang menjadi tujuan utama penelitian tahun kelima.

1.7. Aspek Strategis

Penelitian tentang adaptasi perubahan iklim terkait dengan perubahan kondisi udara masih sangat relevan dan penting untuk dilakukan. Hal ini disebabkan karena perubahan kondisi udara dan adaptasi yang dilakukan masyarakat saling terkait antara satu dengan yang lainnya. Penelitian serupa juga masih belum banyak ditemui khususnya di wilayah perkotaan di Indonesia. Isu perubahan iklim yang terkait dengan kualitas udara selama ini masih difokuskan pada upaya pengurangan emisi melalui program-program penghijauan yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan penyerapan CO₂ di udara. Sedangkan untuk wilayah perkotaan diarahkan pada upaya mengubah perilaku dengan melakukan berbagai penghematan energi.

Studi terkait dengan bagaimana masyarakat perkotaan beradaptasi untuk mengurangi resiko dampak perubahan iklim masih sangat penting dan relevan dilakukan khususnya di Kota Semarang. Hal ini disebabkan karena fenomena *Urban Heat Island* yang cenderung meningkat dan kenaikan suhu dalam rentang waktu 21 tahun terakhir cukup tinggi yaitu mencapai 3,4⁰C (Tauhid, 2008). Peningkatan dapat saja terus terjadi mengingat perkembangan sektor industri dan peningkatan kepadatan penduduk yang akan mendorong penggunaan energi, sedangkan tutupan lahan semakin berkurang. Oleh

karena itu sangat penting untuk melihat apakah adaptasi yang dimaksudkan untuk mengurangi resiko justru berdampak buruk bagi kondisi dan kualitas udara setempat.

Kota Semarang telah memulai untuk melakukan program adaptasi perubahan iklim yang dikaitkan dengan resiko bencana yang mungkin terjadi seperti banjir-rob, tanah longsor, kekeringan dan angin puting beliung. Penelitian ini diharapkan dapat memperkaya dan memberikan kontribusi berupa masukan akademis bagi berbagai program yang akan diterapkan oleh pemerintah Kota Semarang khusus di dalam aspek perubahan kualitas udara.

Lebih jauh, penelitian ini diharapkan akan digunakan oleh :

- Pembuat kebijakan di tingkat pusat terkait dengan isu adaptasi perubahan iklim khususnya di daerah perkotaan
- Pembuat kebijakan di tingkat provinsi dan juga Kota Semarang yang terdiri dari unsur pemerintah, perguruan tinggi dan LSM
- Masyarakat akademis yang tertarik pada masalah perubahan iklim dan dampaknya bagi masyarakat perkotaan

BAB II

PERUBAHAN IKLIM DAN *URBAN HEAT ISLAND*: TINJAUAN TEORITIS DAN EMPIRIS

2.1. Perubahan Iklim

Perubahan iklim merupakan suatu bagian dampak dari adanya pemanasan global. Suhu udara global meningkat secara signifikan. Perubahan ini berlangsung dalam rentang waktu tertentu sehingga dampak yang saat ini sudah mulai dirasakan belum merupakan akhir dari proses perubahan iklim tersebut. Oleh karena itu, dampak yang ditimbulkan seringkali disajikan dalam konsep skenario. Artinya, dibuat beberapa model untuk kondisi di masa mendatang dengan mendasarkan pada kondisi dan kecenderungan selama ini.

Dalam konteks udara, dampak perubahan iklim saat ini yang mudah diketahui adalah adanya pencairan es di kutub akibat panas yang sudah melebihi batas ambang ekosistemnya. Peningkatan suhu global itu sendiri tidak terlepas dari adanya dampak kegiatan yang diakibatkan oleh aktifitas manusia. Aktifitas tersebut menghasilkan polutan atau emisi di udara seperti industri, kendaraan bermotor atau juga akibat adanya penggunaan alat-alat yang membutuhkan banyak energi dan menghasilkan banyak buangan polutan. Kandungan polutan di udara kemudian dapat juga mempengaruhi suhu udara di tingkat lokal.

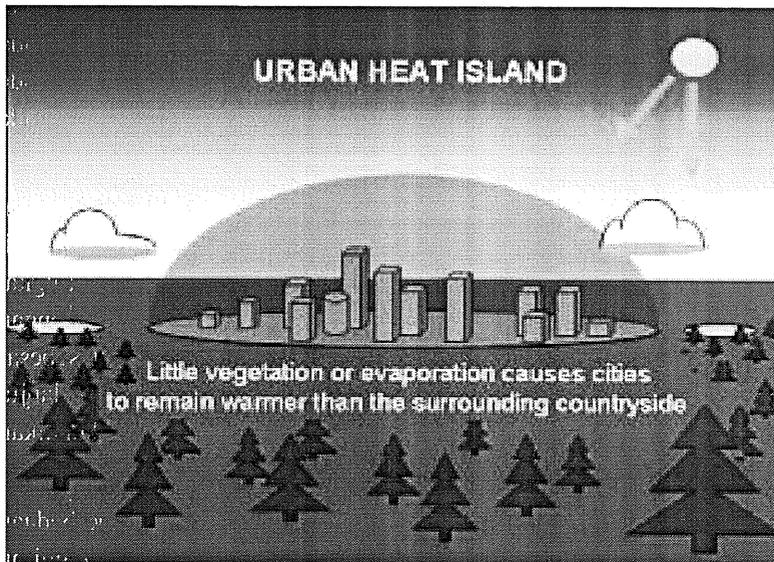
Meningkatnya kandungan emisi karbon di udara, telah mengakibatkan meningkatnya suhu udara hingga $0,74^{\circ}\text{C}$ dalam kurun waktu seratus tahun terakhir (1906-2005) (IPCC, 2007). Kenaikan suhu tersebut ditandai juga dengan pencairan es di kutub. Untuk wilayah Indonesia kenaikan suhu juga sudah mulai terlihat. Hulme

and Sheard (1999) yang membuat scenario iklim Indonesia menyebutkan bahwa sejak tahun 1900 rata-rata suhu sudah meningkat sebesar $0,3^{\circ}\text{C}$ per tahun. Selanjutnya disebutkan juga bahwa pada periode tahun 1990an tepatnya pada tahun 1998 merupakan periode terpanas dan hampir mencapai 1°C lebih tinggi dibandingkan pada periode tahun 1960-1990.

Pengukuran suhu juga dilakukan oleh BMKG dan memperlihatkan adanya kenaikan suhu udara di berbagai tempat di Indonesia walaupun hasilnya masih terdapat beragam tingkat kepercayaan. Menurut hasil perhitungan dan analisis BMKG dengan data pada tahun 1983-2003, ternyata terjadi kenaikan suhu sebesar $0,036^{\circ}\text{C} - 1,383^{\circ}\text{C}$ (Kompas, 31 Maret 2009). Lebih lanjut disebutkan bahwa khusus untuk kota-kota di Indonesia, kenaikan suhunya mencapai 1°C dalam 10 tahun.

Kenaikan suhu di wilayah perkotaan menunjukkan perbedaan yang signifikan jika dibandingkan dengan suhu di wilayah pinggiran karena adanya fenomena UHI. UHI merupakan salah satu fenomena iklim perkotaan (Koppe et al. 2004). UHI adalah suatu kondisi yang digambarkan seperti pulau udara permukaan panas yang terpusat di kawasan perkotaan dan di sekitarnya suhu udara lebih rendah (Koppe et al. 2004; Tursilawati, 2007). Perbedaan suhu tersebut akan berbeda-beda berdasarkan kondisi geografis kawasan kota (Koppe et al. 2004). Penyebab dari UHI adalah adanya banyak lahan terbangun di perkotaan yang menyerap panas lebih banyak dan menyimpannya lebih lama dibandingkan tanaman sehingga pelepasan panas ke udara juga terjadi lebih lama dan hingga malam hari. Akibatnya malam hari akan terasa lebih panas di perkotaan dibandingkan di sekitarnya.

Gambar 2.1. : *Urban Heat Island*.



Sumber : Tursilawati, 2007

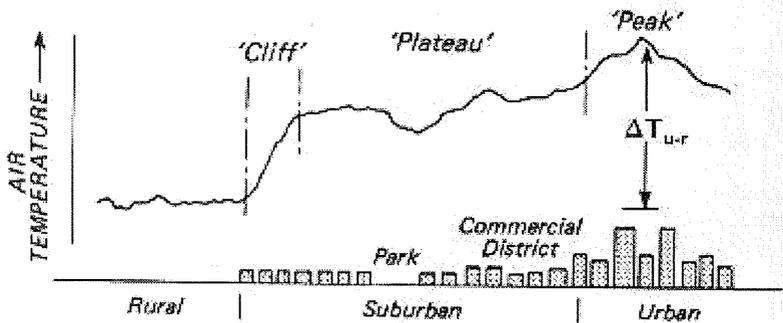
Pada gambar tersebut diatas memperlihatkan bahwa pusat kota atau pusat bangunan-bangunan, terlihat seperti sebuah pulau yang panas. Sehingga disebut dengan *urban heat island*. Puncak panas terlihat di pusat bangunan tinggi dan terlihat menurun di wilayah pinggiran.

Sebaliknya, adanya dampak perubahan iklim, menjadikan kondisi udara lebih buruk dari keadaan yang semestinya. Panas yang dihasilkan oleh kota ditambah dengan panas yang masuk ke bumi membuat kualitas udara semakin menurun. Pada kondisi tertentu, polutan di udara membutuhkan adanya suhu yang sesuai dan perputaran angin yang lancar. Polutan dapat terjebak lebih lama di udara lokal, dan membahayakan penduduk kota. Sebaliknya polutan yang sudah terjebak itupun dapat beresiko terurai menjadi materi yang

lebih membahayakan penduduk kota dan sekitarnya. Di pusat kota polutan pun lebih banyak di bandingkan dengan wilayah pinggiran.

Tren perbedaan suhu antara wilayah pusat kota dan pinggir kota serta daerah perdesaan dapat dilihat pada gambar 2.2. berikut. Perbedaan suhu terlihat sangat signifikan dimana puncak ketinggian suhu berada pada pusat kota dengan dominan bangunan beton.

Gambar 2.2. : Suhu Udara Berdasarkan Karakteritik Geografis



Sumber : Koppe et al, 2004

2.2. Adaptasi Terhadap Perubahan Kualitas Udara di Perkotaan

Adanya perubahan kualitas udara yang telah terjadi dan terus akan terjadi yang merupakan kombinasi antara penurunan kualitas lingkungan karena aktifitas manusia dan juga diperparah dengan dampak perubahan iklim, menyebabkan munculnya upaya respon untuk mengatasinya. Respon yang sudah dilakukan terus menerus dalam jangka waktu yang lama dan melewati pilihan-pilihan tertentu dapat dikatakan sebagai tindakan adaptasi. Adaptasi ini dilakukan untuk mengurangi tingkat kerentanan akibat dampak perubahan

kualitas udara khususnya peningkatan suhu udara. Berkurangnya tingkat kerentanan juga dipengaruhi oleh adanya kapasitas adaptasi.

Perbedaan kerentanan dan kapasitas adaptasi inilah yang kemudian menyebabkan adanya variasi jenis adaptasi yang dilakukan oleh setiap rumah tangga dan juga komunitas. Bahkan akan berbeda antara satu kawasan dengan kawasan yang lain. Hal ini juga disebabkan karena dampak dari perubahan kualitas udara dalam konteks perubahan iklim sangat bervariasi antar daerah satu dengan daerah yang lain.

Adaptasi menurut Smit, et al (dalam Smit & Wandel, 2006) adalah penyesuaian dalam sebuah karakteristik sistem tertentu yang dapat memperbesar kemampuan untuk mengatasi tekanan dari luar. Adaptasi juga merupakan tindakan untuk mengurangi kerentanan (Saterthwaite et al, 2009). Konsep adaptasi sangat terkait dengan kapasitas adaptasi, kerentanan, *resilience*, *exposure dan sensitivity*. Adaptasi merupakan manifestasi dari kapasitas adaptasi dan juga menggambarkan adanya pengurangan kerentanan (Smit & Wandel, 2006).

Adaptasi yang tepat adalah adaptasi yang mempertimbangkan tingkat kerentanan masyarakat setempat. Bahkan terdapat penelitian yang mengembangkan studi adaptasi yang berbasis pada komunitas dan budaya setempat (Ensor dan Berger, 2009). Dalam penelitiannya dikatakan bahwa budaya memegang peranan yang sangat penting dalam proses adaptasi. Di dalam budaya terdapat modal yaitu modal budaya, kreatifitas dan pandangan hidup masyarakat. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa betapa spesifiknya sebuah adaptasi.

Sifat adaptasi yang sangat spesifik dipengaruhi oleh kapasitas adaptasi yang juga sangat spesifik. Kapasitas adaptasi adalah kapasitas dari sistem atau individu maupun kelompok untuk melakukan tindakan yang dapat mengurangi kerugian ataupun dapat dengan

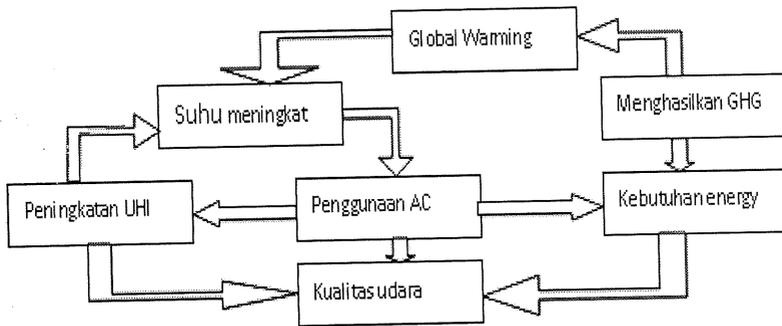
segera mengatasi dampak perubahan iklim (Satterhwaite, Huq, & Reid, 2009).

Adaptasi masyarakat perkotaan sangat penting dibahas karena kota sebagai tempat tinggal bagi masyarakatnya merupakan daerah yang memiliki resiko yang tinggi dari dampak perubahan iklim karena merupakan konsentrasi penduduk dan infrastruktur yang memiliki pengaruh ada kestabilan ekonomi, sosial dan politik (John Birkman, 2011). Demikian juga dengan isu adaptasi yang jarang dibahas dalam konteks perkotaan menjadikan isu adaptasi perkotaan menjadi sangat penting dilakukan. Selama ini, studi dan kajian adaptasi perubahan iklim lebih banyak dikaitkan pada konteks perdesaan. Karena dianggap wilayah pedesaan merupakan tempat bermukim bagi penduduk yang memiliki keterkaitan langsung dengan alam seperti petani dan nelayan. Dampak yang mereka alami langsung mempengaruhi keberlanjutan ekonomi rumah tangganya. Namun, tidak dapat diabaikan persoalan perkotaan. Perubahan iklim khususnya perubahan kualitas udara memberikan pengaruh yang cukup besar juga bagi masyarakat karena berpengaruh pada kesehatan.

Terkait dengan dampak perubahan iklim dalam konteks udara, selama ini seringkali dikaitkan dengan tindakan mitigasi yaitu kebijakan pengurangan emisi. Baik mitigasi maupun adaptasi sama-sama dimaksudkan untuk mengurangi resiko yang ditimbulkan dari dampak perubahan iklim. Namun, sebagian ahli menganggap perlunya adanya pemisahan dalam mengantisipasi perubahan iklim yaitu melakukan mitigasi atau adaptasi (Kirshen, Ruth, & Anderson, 2008). Mitigasi adalah tindakan yang meliputi penurunan emisi gas rumah kaca yang bertujuan untuk memperlambat laju perubahan iklim. Sedangkan adaptasi merupakan tindakan untuk mengatasi kejadian ekstrim seperti perubahan suhu yang semakin meningkat. Namun, pada akhirnya dalam adaptasi juga dapat berdampak pada upaya mitigasi.

Hubungan saling keterkaitan antara adaptasi yang dilakukan terhadap perubahan kualitas udara dan dampak yang ditimbulkan digambarkan sebagai sebuah siklus (diagram 2.1).

Diagram 2.1 : Dampak *Urban Heat Island*



Sumber : OECD, 2008 dalam OECD, 2010

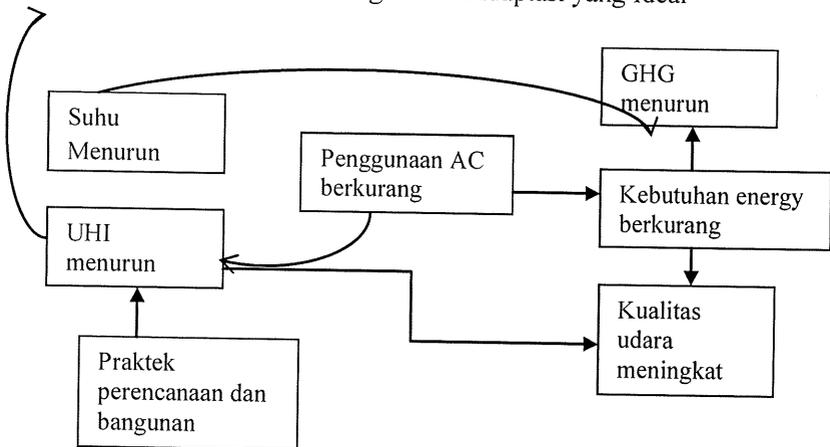
Pemanasan global merupakan akibat dari peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di udara. Jika ditelusuri ke belakang maka peningkatan emisi tersebut merupakan akibat dari berbagai aktifitas manusia yang dominan dalam penggunaan energi. Peningkatan konsentrasi gas rumah kaca diyakini meningkat secara berlipat ganda ketika terjadinya revolusi industri di negara eropa seratus tahun yang lalu. Saat ini juga terus meningkat karena sebagian besar belahan dunia sudah mulai didominasi oleh aktifitas perkotaan yang ditandai dengan pemanfaatan teknologi dengan penggunaan energy yang cukup tinggi.

Di sisi lain, suhu yang tinggi akan mendorong masyarakat untuk mengupayakan kondisi yang nyaman diantaranya adalah menggunakan *Air conditioning* atau AC. *Air conditioning* di sebagian besar masyarakat perkotaan sudah bukan merupakan barang mewah

yang sulit dijangkau. Kelompok masyarakat menengah khususnya sudah mulai mengupayakan penggunaan AC untuk membuat kondisi lingkungan rumah tinggalnya menjadi nyaman. Namun, AC inilah yang akan memicu terjadinya *Urban Heat Island* yang selanjutnya akan semakin meningkatkan suhu lokal dan juga menyebabkan kualitas udara semakin menurun.

Selain respon yang mengarah pada upaya mengurangi kerentanan melalui adaptasi, respon lainnya adalah berupa tindakan mitigasi. Dalam mitigasi, lebih banyak mempertimbangkan keadaan di masa mendatang melalui proyeksi. Hal ini dapat dilakukan melalui sebuah perencanaan pembangunan. Dalam OECD tahun 2008 (OECD, 2010) disebutkan bahwa dapat dilakukan sebuah tindakan yang akan mengubah siklus yang bersifat negatif seperti pada diagram 2.1 menjadi lebih positif baik melalui adaptasi maupun mitigasi (lihat diagram 2.2).

Diagram 2.2 : Gambaran Mitigasi dan Adaptasi yang Ideal



Sumber : OECD, 2008 dalam OECD, 2010

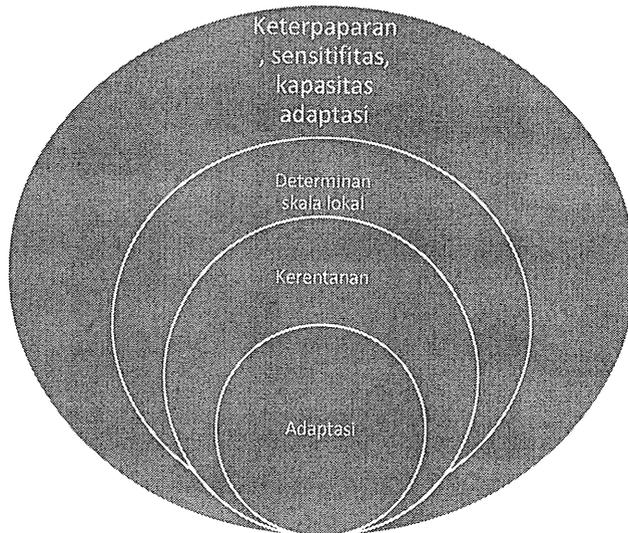
Salah satu jenis adaptasi yang secara tidak langsung akan berdampak pada upaya mitigasi adalah penghematan energi. Jenis adaptasi tersebut adalah adaptasi yang bersifat antisipatif dan terencana (Laporan TERI, TT). Kedua jenis adaptasi tersebut dimaksudkan untuk mengurangi resiko yang kemungkinan akan dialami oleh masyarakat. Salah satu contoh dikemukakan oleh Kirshen, Ruth, & Anderson (2008) yang menyebutkan bahwa pada musim panas kebutuhan akan energi menjadi meningkat hingga 20 persen khususnya untuk penggunaan AC. Dapat dibayangkan bahwa emisi atau energi sisa yang dihasilkan juga akan meningkat.

Untuk menghadapi perubahan iklim, masyarakat dan pemerintah mengupayakan tindakan penghematan energi terutama pada penghematan penggunaan AC. Tindakan tersebut direalisasikan dalam menerapkan program pengembangan infrastruktur yang ramah lingkungan. Bangunan ramah lingkungan ini ditandai dengan jumlah ventilasi yang memadai dimana sirkulasi udara menjadi sangat lancar sehingga di dalam ruangan udara nyaman. Dalam kondisi ruangan yang memiliki sirkulasi udara yang baik, maka penggunaan AC diharapkan akan semakin berkurang. Bangunan ramah lingkungan juga ditandai dengan adanya tanaman di masing-masing bangunan rumah.

Pada tingkat lokal khususnya pada rumah tangga, tindakan adaptasi yang mengarah pada perubahan struktur bangunan hanya bisa dilakukan untuk kelompok rumah tangga tertentu khususnya rumah tangga yang mampu. Sehingga pilihan-pilihan adaptasinya dapat dikatakan akan ditentukan oleh kondisi sosial ekonomi serta perilaku masyarakat (Mc Michael dalam Wolf, Lorenzoni, Few, dkk, 2009). Sangat variatifnya jenis adaptasi yang dilakukan juga terlihat dari hasil penelitian yang berbasis pada komunitas dan budaya setempat yang dilakukan oleh Ensor dan Berger (2009). Dalam penelitiannya dikatakan bahwa budaya memegang peranan yang sangat penting

dalam proses adaptasi. Di dalam budaya terdapat kreatifitas dan pandangan hidup masyarakat yang dapat disebut sebagai bagian dari kapasitas adaptasi. Kapasitas adaptasi adalah kapasitas dari sistem atau individu maupun kelompok untuk melakukan tindakan yang dapat mengurangi kerugian ataupun dapat dengan segera mengatasi dampak perubahan iklim (Satterhwaite, Huq, & Reid, 2009).

Pada tingkat masyarakat, kapasitas adaptasi dan tingkat kerentanan sangat menentukan jenis adaptasi yang akan dilakukan. Smit dan Wandel (2006) menekankan bahwa dalam menentukan adaptasi yang dilakukan, sangat penting untuk mengetahui dampak yang diakibatkan dari perubahan iklim. Dampak tersebut dapat diketahui dari tingkat kerentanan.



Sumber : Disederhanakan dari Model Hirarki Jaringan oleh Smit dan Wandel, 2006

Sementara itu, pentingnya adaptasi terhadap perubahan kondisi udara dikemukakan oleh Kovats dan Akhtar (2009). Disebutkan bahwa suhu di perkotaan terus meningkat seiring dengan meningkatnya kegiatan industri dan semakin berkurangnya lahan terbuka hijau. Dampak yang paling nyata terlihat selain masalah kenyamanan akibat suhu meningkat adalah pada masalah kesehatan penduduk. Temperatur yang tinggi dapat juga menjadi bencana kesehatan. Dan kelompok penduduk kota yang rentan adalah penduduk dengan kondisi sosial ekonomi menengah ke bawah (Kovats dan Akhtar, 2009) dan sifatnya sangat lokal spesifik.

Perbedaan strategi adaptasi di perkotaan antar negara dituliskan oleh Rogema (2009) diantaranya adalah adaptasi di Belanda, Inggris, Spanyol, Denmark dan Jepang. Salah satu bentuk pengembangan strategi adaptasi dilakukan oleh pemerintah Jepang dengan menyebut tindakan adaptasi sebagai suatu tindakan yang bijaksana atau disebut dengan *wise adaptation* (Rogema, 2009). Adaptasi ini dikatakan bijaksana karena mempertingkan aspek efektif dan efisien khususnya dikaitkan dengan teknologi serta kebijakan pemerintah. Adaptasi ini juga menggunakan perspektif sosial ekonomi. Dalam perspektif ekonomi dimasukkan unsur upaya pengembangan kapasitas adaptasi sehingga dapat mengurangi kerentanan.

Selain pentingnya aspek perspektif sosial ekonomi, ada satu hal yang juga sangat penting dalam proses adaptasi yaitu adanya pemahaman tentang perubahan iklim serta adaptasi itu sendiri. Dalam studi yang dilakukan (Wolf, Lorenzoni, Few, dkk, 2009) tentang konsep dan praktek yang menjadi hambatan dalam melakukan adaptasi ternyata masalah pemahaman masyarakat. Masyarakat tidak paham bahwa mereka rentan dan perlu melakukan strategi untuk mengurangi kerentanan tersebut. Studi tentang persepsi bahkan menunjukkan bahwa masyarakat tidak dapat menghubungkan bahaya yang mereka hadapi dengan perubahan iklim. Khususnya dengan

peningkatan suhu khususnya adanya gelombang panas, masyarakat tidak menganggap bahwa penyakit yang akan muncul merupakan akibat dari udara panas tersebut. Sehingga tidak dilakukan antisipasi yang memadai untuk mengurangi resiko. Tindakan yang dilakukan cenderung bersifat reaktif untuk mengurangi panas dan bukan bersifat antisipatif.

Penelitian kali ini, ditekankan pada kapasitas adaptasi yang dilihat dari kondisi sosial dan kondisi ekonomi masyarakat perkotaan serta latar belakang demografi. Kapasitas adaptasi juga dilihat dari persepsi masyarakat terkait dengan perubahan kualitas udara. Sementara itu, kerentanan masyarakat akibat dari perubahan kualitas udara adalah meningkatnya ketidaknyamanan karena suhu udara semakin meningkat dan polusi udara juga meningkat serta munculnya resiko penyakit diantaranya ISPA dan penyakit yang disebarkan melalui media nyamuk (DBD dan malaria).

BAB III

***URBAN HEAT ISLAND* : PENYEBAB DAN DAMPAKNYA DI KOTA SEMARANG DAN KOTA BANDUNG**

Urban Heat Island atau pulau panas kota merupakan suatu kondisi dimana suhu di pusat kota atau di pusat wilayah terbangun lebih tinggi dibandingkan dengan suhu di sekitarnya. Bangunan beton dan juga jalan raya menyerap panas lebih banyak dan menyimpannya lebih lama. Proses pelepasan panas terjadi lebih panjang bahkan hingga malam hari. Sehingga pada malam hari, udara di pusat kota akan terasa lebih panas dibandingkan daerah di sekitarnya. Panas yang dilepaskan juga akan tertahan di udara karena lapisan udara juga sudah semakin menebal akibat polusi udara. Panas yang tertahan tersebut kemudian semakin memicu peningkatan suhu udara mikro di kawasan tersebut. Taha (1997) mendeskripsikan bahwa pada kondisi udara perkotaan yang sudah terpolusi sebanyak 10 kali lipat maka suhu udara di lokasi tersebut akan meningkat sebesar 2^oC dibandingkan dengan pada kondisi udara yang bersih. Udara di perkotaan yang lebih pekat tersebut dibandingkan dengan kondisi udara di kawasan perdesaan yang masih didominasi oleh kawasan hijau dan minimnya aktifitas manusia yang menghasilkan polusi.

Peningkatan panas di wilayah perkotaan tidak terlepas dari tingginya tingkat urbanisasi dan industrialisasi (Memon, Leung dan Cunho, 2007). Urbanisasi atau proses meng-kota-nya suatu wilayah, selalu identik dengan penambahan jumlah penduduk dan aktifitas non pertanian yaitu industri. Perkembangan industri memicu peningkatan luasan kawasan terbangun seperti bangunan pabrik dan infrastruktur

pendukungnya. Aktifitas industri juga meningkatkan konsumsi energy dan menghasilkan polusi udara. Sementara itu, jumlah penduduk yang terus bertambah, khususnya di pusat-pusat pengembangan industri dan pusat pertumbuhan ekonomi. Pembangunan sarana dan prasarana permukiman dan fasilitas layanan publik juga akan terus terjadi untuk memenuhi kebutuhan penduduk yang terus meningkat.

Peningkatan aktifitas industri dan jumlah penduduk yang diikuti dengan meningkatkan jumlah konsumsi energi yang bersumber dari bahan bakar fosil. Beberapa bahan bakar fosil yang banyak digunakan diantaranya bensin dan batubara. Bensin banyak digunakan untuk bahan bakar transportasi sementara itu, batubara sebagian digunakan untuk kepentingan industri.

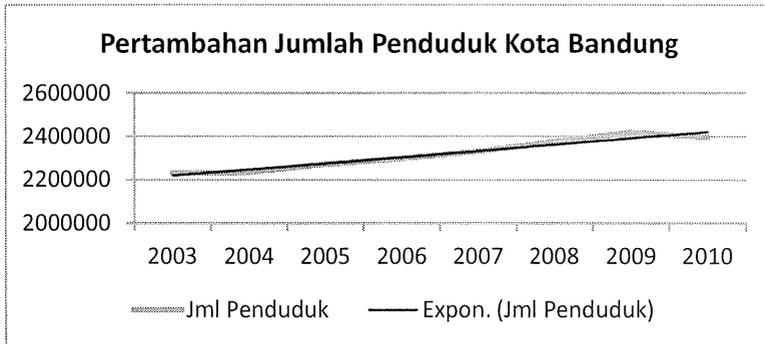
Kota Semarang dan Kota Bandung merupakan dua kota yang mengalami perkembangan kota yang cukup pesat. Kota Semarang dikenal sebagai kota kawasan industri. Banyak ditemui adanya kawasan industri khususnya di bagian utara yaitu dekat dengan pelabuhan Tanjung Perak. Pelabuhan di Kota Semarang merupakan salah satu pelabuhan besar sejak jaman Belanda. Aktifitas bongkar muat barang dan juga orang cukup padat. Kondisi tersebut menjadi daya tarik bagi migran untuk datang dan bermukim di Kota Semarang. Sementara itu, Kota Bandung merupakan kota yang dikenal sebagai kota yang memiliki nilai sejarah yang tinggi dan juga merupakan salah satu kawasan pusat industri tekstil dan kulit. Kota Bandung juga dikenal sebagai Kota Pendidikan sehingga perkembangan kota terjadi sangat signifikan.

3.1. Penduduk dan Urbanisasi

Urbanisasi dapat dikatakan sebagai proporsi penduduk yang tinggal di perkotaan dibandingkan dengan seluruh wilayah perkotaan. Kota Semarang dan Kota Bandung tercatat sebagai dua kota yang memiliki tingkat urbanisasi yang cukup tinggi. Urbanisasi dipicu oleh pertambahan jumlah penduduk akibat adanya kelahiran dan penduduk migran masuk. Akibatnya sebagian besar infrastuktur semakin meningkat melalui alih fungsi lahan pertanian atau lahan terbuka hijau menjadi kawasan permukiman.

Jumlah penduduk di Kota Bandung secara umum terlihat meningkat secara signifikan, dapat dilihat dari jumlah penduduk tahun 2003 sampai 2010. Namun, jika dilihat secara periodik, terlihat ada penurunan di tahun 2010 jika dibandingkan dengan jumlah pada tahun 2009. Jumlah penduduk yang terus meningkat juga diikuti dengan kepadatan penduduk yang semakin tinggi. Salah satu penyebab meningkatnya jumlah penduduk adalah adanya pendatang dari luar daerah. Di Kota Bandung, sebagian besar migran berasal dari daerah timur seperti Cirebon maupun Sumedang.

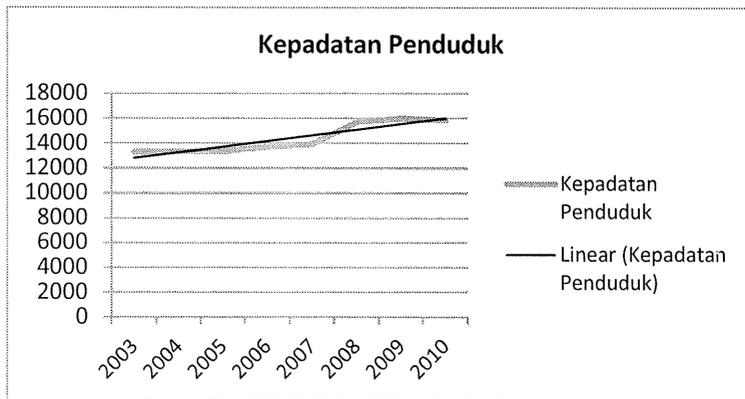
Grafik 3.1. Pertambahan Jumlah Penduduk Kota Bandung 2003-2010



Sumber : Kota Bandung Dalam Angka 2003 – 2010

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk di Kota Bandung, kepadatan penduduk juga terus meningkat secara signifikan. Kepadatan penduduk di Kota Bandung termasuk memiliki kepadatan penduduk yang tinggi seperti di Kota Jakarta. Kepadatan penduduk tertinggi dapat mencapai 15.000 jiwa per km². Peningkatan kepadatan penduduknya dapat dilihat pada grafik berikut ini.

Grafik 3.2. Kepadatan Penduduk Kota Bandung



Sumber : Kota Bandung Dalam Angka, 2010

Salah satu fenomena yang menarik di Kota Bandung adalah banyaknya penduduk asing yang bermukim sementara di Kota Bandung dimana setiap bulannya rata-rata-rata lebih dari 5.800 jiwa (<http://www.bandung.go.id/?fa=sekilas.detail&id=12>). Selain yang datang dan menetap setiap bulannya, penduduk warga asing yang menetap secara permanen ada sejumlah 2.511 jiwa.

Salah satu kawasan padat penduduk di Kota Bandung ditemui di kawasan Kiara Condong dan Kecamatan Coblong yang menjadi lokasi penelitian ini. Kepadatan pendudukpun identik dengan kepadatan bangunan. Karena jumlah penduduk yang banyak diikuti dengan meningkatnya jumlah bangunan baik bangunan rumah tinggal maupun

fasilitas pendukungnya. Kepadatan bangunan tersebut dapat dilihat pada gambar peta berikut ini. Salah satu penyebab padatnya penduduk di kawasan tersebut adalah adanya aktifitas industri kecil dan menengah.

Gambar 3.1. Peta Kepadatan Bangunan di Kecamatan Kiara Condong



Sumber : Kecamatan Kiara Condong <https://maps.google.co.id/>
diunduh 3 September 2012

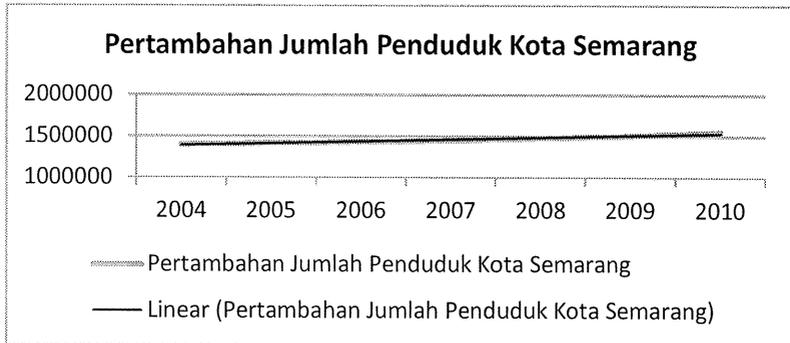
Gambar 3.2. Peta Kepadatan Bangunan di Kecamatan Cobleng



Sumber : Kecamatan Cobleng dalam <https://maps.google.co.id/>
diunduh tanggal 3 September 2012

Sebagaimana halnya dengan penambahan jumlah penduduk di Kota Bandung, Kota Semarang juga memiliki penambahan penduduk yang cukup signifikan. Dalam rentang waktu 2004-2010, penduduk bertambah lebih dari 1,5 juta jiwa. Luas dan kepadatan penduduk Kota Semarang menunjukkan peningkatan dari tahun ke tahun. Pada tahun 2005 jumlah penduduk kota Semarang adalah 1.406.479 jiwa. Jumlah ini meningkat signifikan jika dibandingkan dengan keadaan pada tahun 2001 yaitu jumlah penduduk masih 1.218.977 jiwa. Jika dilihat tingkat pertumbuhan penduduk pertahunnya, berfluktuasi dari lebih dari 1,5 persen pertahun turun menjadi 1 persen pertahun. Kemudian tingkat pertumbuhan penduduk yang tertinggi terjadi pada tahun 2009 sebesar 1,55 persen pertahun menurun menjadi 1,4 persen pertahun pada 2010.

Grafik 3.3. : Pertambahan Jumlah Penduduk Kota Semarang 2004-2010



Sumber : Kota Semarang Dalam Angka 2010

Pertambahan jumlah penduduk selalu identik dengan peningkatan kepadatan penduduk yang bermukim di satu luasan wilayah tertentu. Di Kota Semarang, pada tahun 2001 kepadatan

penduduk sudah mencapai 3.262 jiwa per km² kemudian meningkat menjadi 3.769 jiwa per km pada tahun 2005.

Bertambahnya jumlah penduduk dan kepadatan penduduk secara umum pada akhirnya menyebabkan semakin meluasnya wilayah perkotaan. Pertambahan jumlah penduduk yang utamanya berasal dari perpindahan penduduk dari desa, sebagian besar menempati daerah perkotaan, khususnya di kawasan permukiman kumuh. Jumlah mereka cukup besar dengan luasan wilayah yang terbatas. Selain itu, wilayah perkotaan semakin melebar akibat dari pembangunan yang terus dilakukan. Sehingga penduduk yang bermukim di perkotaan pun menjadi lebih besar proporsinya dibandingkan di daerah perdesaan. Bahkan untuk kota-kota besar seperti Bandung dan Semarang sebagian besar wilayahnya sudah menjadi perkotaan. Proporsi penduduk yang tinggal di perkotaan juga semakin meningkat. Besarnya jumlah penduduk yang tinggal di perkotaan disebut sebagai fenomena urbanisasi.

Satu hal yang juga penting ketika membahas masalah penduduk terkait perubahan kualitas udara adalah masalah struktur penduduk. Struktur penduduk kota Bandung menunjukkan dominasi pada kelompok umur dewasa muda yaitu 20-29 tahun. Jika dikaitkan dengan konsumsi energi, maka kelompok umur ini merupakan kelompok potensial untuk mengendalikan polutan dengan memilih gaya hidup yang ramah lingkungan. Struktur penduduk yang sama juga terlihat di Kota Semarang. Kelompok penduduk usia muda ini yang merupakan kelompok umur produktif identik sebagai kelompok yang berpotensi menghasilkan emisi di udara. Diantaranya dengan penggunaan barang-barang elektronik elektronik.

3.2. Perubahan Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan diantaranya adalah penggunaan untuk permukiman, industri dan juga jaringan jalan. Luas kawasan permukiman tahun demi tahun mengalami peningkatan. Seiring dengan pertambahan jumlah penduduk, perubahan penggunaan lahan semakin didominasi oleh penggunaan untuk permukiman yaitu perumahan maupun bangunan fasilitas lainnya. Kota Semarang selama ini dikenal sebagai kota industri yang besar di Pulau Jawa. Akibat adanya pusat industri, banyak penduduk yang datang dari luar daerah untuk bekerja di Kota Semarang. Pertambahan penduduk terus terjadi diikuti dengan bertambahnya jumlah bangunan. Alih fungsi lahan-pun banyak ditemui mulai dari kawasan pesisir hingga kawasan perbukitan atau dikenal sebagai wilayah Semarang Atas. Pembangunan kawasan permukiman di kawasan pesisir bervariasi dari permukiman mewah hingga permukiman kumuh.

Tingkat urbanisasi di Kota Bandung dan Kota Semarang sudah mendekati 100 persen yang ditandai dengan sudah mengkotanya daerah-daerah administrasi yang terkecil yaitu kelurahan. Di Kota Bandung seluruh wilayah sudah berstatus kelurahan. Hal ini berarti infrastruktur di dalamnya sudah menunjukkan kriteria kota. Persentasi lahan persawahan bahkan sudah berkurang signifikan seiring dengan alih fungsi lahan dari pertanian menjadi permukiman. Demikian halnya di Kota Semarang, yang terdiri dari 177 wilayah administrasi terkecil merupakan wilayah kelurahan. Sudah seluruh wilayah di Kota Semarang sudah merepresentasikan kawasan perkotaan.

Luas kawasan di Kota Bandung yang terbangun menjadi permukiman termasuk bangunan perkantoran mencapai 47,2 persen dari keseluruhan luas wilayah (BPS, 2010). Lahan untuk sawah masih tersisa 8 persen. Sisanya adalah berupa tegalan atau kebun dan lebih dari 30 persen merupakan lahan yang sudah dimiliki oleh perorangan

maupun stakeholder tetapi tidak dimanfaatkan. Persentase kawasan terbangun di Kota Bandung ternyata lebih besar dibandingkan dengan di Kota Semarang yang hanya 38 persen. Sisanya adalah tegalan dan juga 11 persen merupakan lahan sawah. Ada sebagian kecil wilayah khususnya yang di pesisir pantai dimanfaatkan untuk tambak ikan.

Luas wilayah kota semarang adalah 373,70 km², terdiri dari 10,59 persen tanah sawah pada tahun 2005 (BPS 2005) dan sisanya yaitu 89,41 persen merupakan tanah bukan sawah. Pada tahun 2005 dari persentase luas lahan bukan sawah yang ada, sebesar 42,17 persen merupakan lahan yang dijadikan sebagai bangunan dengan pekarangannya yang sudah dimiliki oleh perorangan maupun pengusaha atau investor tetapi tidak dimanfaatkan. Perubahan terbesar dari lahan sawah menjadi non sawah terlihat signifikan pada rentang tahun 2001-2006 yaitu 29 persen penurunannya atau lahan sawah berkurang 114,21 hektar (BPS, 2005).

Karakteristik Kota Semarang yang secara geografis beragam mulai dari pesisir pantai hingga pegunungan mengakibatkan pembangunan kawasan permukiman tidak merata. Wilayah Kota Semarang bagian utara atau di kawasan perbukitan banyak dibangun untuk perumahan namun, ada beberapa kawasan yang masih berupa tegalan karena struktur tanahnya labil³. Sangat tidak memungkinkan untuk membangun kawasan permukiman pada lahan yang labil tersebut.

Sementara itu, di Kota Bandung berdasarkan sejarahnya memang dominan dijadikan sebagai kawasan permukiman. Saat ini pun, pembangunan Kota Bandung bahkan sudah merambah hingga

³ Lahan yang labil dapat ditemui di Kelurahan Sukorejo khususnya RW 6 dimana tanah dapat bergerak hingga lebih dari 5 meter.

kawasan dataran tinggi yang merupakan kawasan yang berfungsi sebagai daerah resapan.

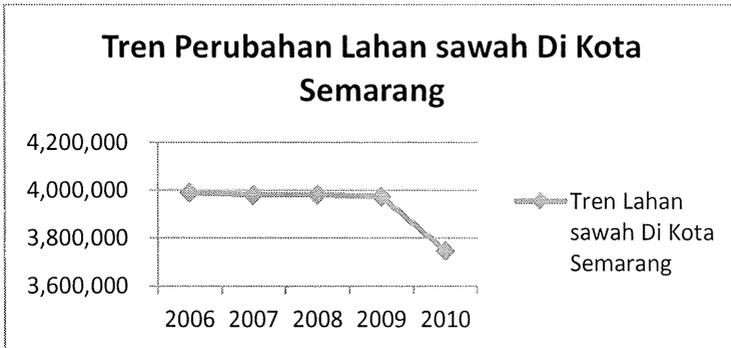
Pada awal perkembangannya, konsentrasi kegiatan ada di sekitar kawasan Dago yang merupakan kawasan dataran tinggi yang juga berlokasi dekat dengan Jakarta. Sampai akhirnya kawasan hijau menjadi berkurang. Kemudian, aktifitas pembangunan mulai merata di berbagai tempat dan bergeser ke arah timur yaitu di sekitar kawasan gedebage. Pembangunan di Kota Bandung semakin meningkat sejak dibangunnya jalan toll yang mempersingkat waktu tempuh dari Jakarta ke Kota Bandung.

Pada tahun 1980an ketika arah pembangunan kota ke wilayah timur, kawasan gedebage mulai dikembangkan sebagai kawasan mandiri. Salah satu tujuan pengembangan wilayah gedebage adalah karena alasan pengendalian pembangunan di wilayah utara yang merupakan daerah resapan. Kawasan Gedebage selanjutnya diharapkan dapat memberikan fasilitas layanan primer bagi masyarakatnya. Oleh karena itu pengembangan kawasan gedebage dilakukan secara menyeluruh, diantaranya dengan memperluas jaringan transportasi yang sudah ada.

Dampak pembangunan tersebut diatas yang sudah dapat dipastikan adalah meningkatnya alih fungsi lahan pertanian menjadi non pertanian. Sebelumnya, kawasan gedebage masih didominasi oleh lahan sawah, kemudian beralihfungsi menjadi kawasan bangunan fasilitas perkotaan.

Perubahan penggunaan lahan akibat alih fungsi dari lahan pertanian menjadi non pertanian di Kota Semarang dan Kota Bandung terjadi cukup signifikan dalam rentang waktu 2006-2010. Seperti terlihat pada tabel 3.4. berikut ini.

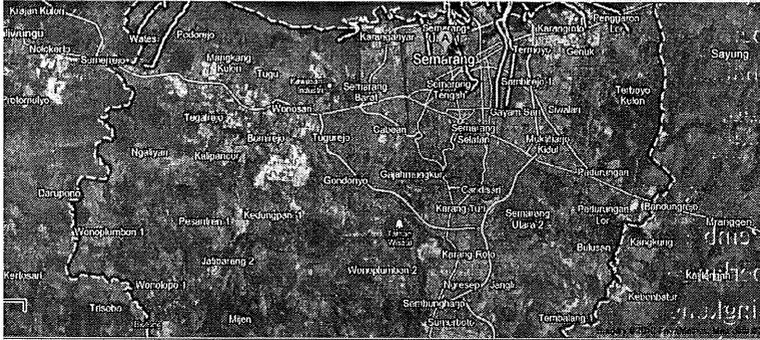
Grafik 3.4. : Perubahan Luasan Lahan Sawah di Kota Semarang



Sumber : Kota Semarang Dalam Angka 2010

Lahan sawah di Kota Semarang menurun secara signifikan khususnya pada rentang tahun 2009-2010. Hal ini disebabkan karena pembangunan perumahan banyak terjadi bahkan hingga di wilayah Semarang Atas, seperti kawasan Tembalang. Kawasan Semarang Atas, selama ini sebagian besar masih merupakan kawasan lahan hijau yang dipenuhi dengan pepohonan, namun saat ini sudah banyak dibangun kawasan perumahan baik oleh pengembang maupun secara swadaya. Peningkatan pembangunan permukiman di bagian atas seiring dengan adanya universitas negeri yang menyebabkan meningkatnya aktifitas perekonomian dan menyebabkan meningkatnya jumlah pendatang. Jumlah penduduk yang terus meningkat membutuhkan lahan lebih banyak untuk fasilitas permukiman. Dominannya kawasan terbangun di Kota Semarang, dapat dilihat pada peta berikut ini.

Gambar 3.3. : Peta Tutupan Lahan Kota Semarang



Sumber : <https://maps.google.co.id/> diunduh tanggal 3 September 2012

Pada gambar peta tersebut diatas, terlihat bahwa kawasan Kota Semarang khususnya di sekitar daratan rendah memiliki tutupan lahan yang sudah sangat sedikit. Berbeda halnya dengan di bagian dataran tinggi atai Semarang atas masih ditemui adanya tutupan lahan yang cukup banyak. Hal ini disebabkan karena Semarang bawah lebih bnayak aktifitas ekonomi seperti adanya pusat pemerintahan dan juga kawasan industri yang dilengkapi dengan pelabuhan.

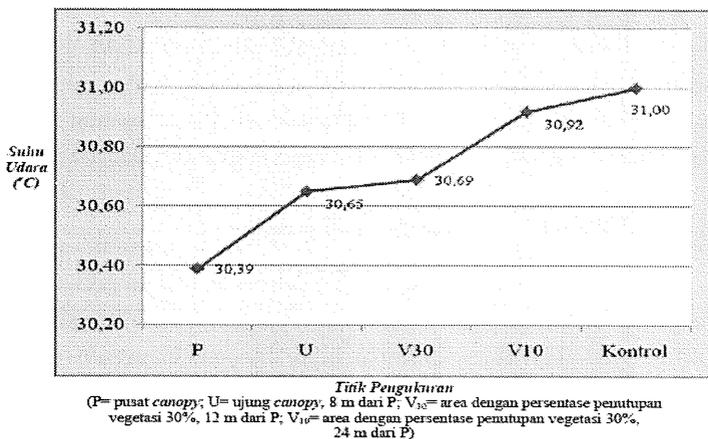
Sepertinya hal di Kota Semarang, penurunan lahan pertanian menjadi non pertanian juga terjadi signifikan dalam rentang waktu tahun 2002 sampai 2010. Penurunan ini terus terjadi karena semakin banyaknya pembangunan fisik yang dilakukan. Kawasan pertanian seperti yang terdapat Kota Bandung bagian atas sudah masif diubah menjadi kawasan wisata. Demikian juga di Kota Bandung bagian tengah dan bagian timur sudah mulai banyak dialihfungsikan juga untuk permukiman dan fasilitas publik lainnya. Penurunan lahan sawah dan kawasan hijau tersebut mempengaruhi kondisi udara di Kota Bandung secara umum. Banyak masyarakat merasakan ketika bangunan mulai banyak bermunculan, udara menjadi lebih panas.

Alih fungsi lahan di Kota Bandung, ternyata memberi dampak tidak hanya bagi masyarakat tetapi juga bagi lokasi tempat peneropongan bintang Bosscha. Akibat banyaknya cahaya lampu pada malam hari, telah mengganggu pengamatan (<http://www.fisikanet.lipi.go.id/utama.cgi?cetakforum&berita&1113608411&5>).

Selain pembangunan di Kota Bandung secara umum, Pembangunan di Kota Bandung khususnya di bagian utara yang terus berlangsung, sebenarnya akan memberi konsekuensi pada kerusakan lingkungan seperti banjir dan tanah longsor. Dataran tinggi yang berfungsi sebagai daerah penyangga saat ini sudah banyak yang terbangun. Berbagai upaya telah dilakukan oleh pemerintah Provinsi Jawa barat khususnya untuk melindungi kawasan Bandung Utara, diantaranya dengan menerbitkan Perda No. 1 tahun 2008 tentang pengendalian dan pemanfaatan ruang kawasan bandung utara. Perda tersebut dilengkapi dengan petunjuk pelaksanaan Perda melalui peraturan Gubernur No. 1 Tahun 2009 (<http://www.bplhdjabar.go.id/index.php/bidang-tata-kelola/subid-penyelarasan-dan-evaluasi/327-alih-fungsi-lahan-mengganggu-keberadaan-boscha> diunduh tanggal 29 November 2012). Hal ini dilakukan untuk dapat mengurangi kerusakan lingkungan secara masif. Walaupun pada kenyataannya, pembangunan terus dilakukan. Bahkan alih fungsi bangunan rumah semakin dengan dengan pusat vegetasi, suhu akan menjadi semakin menurun.

Alih fungsi lahan dari pertanian ke non pertanian ini berarti mengurangi jumlah luasan kawasan hijau. Kawasan ruang terbuka hijau yang terdiri dari tegakan pepohonan sangat berguna untuk menetralkan suhu udara perkotaan. Hal ini ditegaskan oleh Tauhid (2008) melakukan penelitian tentang pengaruh vegetasi terhadap suhu di siang hari tepatnya di kawasan simpang lima Kota Semarang menyimpulkan bahwa terlihat Peranan vegetasi ini juga tidak terlepas jenis pohon yang ditanam, luasan penanaman pohon dan lokasi ruang terbuka hijau juga harus sesuai.

Grafik 3.6. : Suhu Udara Berdasarkan Jarak dari Pusat Vegetasi di Kota Semarang



Sumber : Tauhid, 2008

Khusus di Kota Bandung pada tahun 2002 tercatat ada 439 taman dimana pada tahun 2002 terdapat tambahan 123 taman. Luasan taman tersebut juga terlihat mengalami penurunan antara tahun 2002 hingga 2003 yaitu dari lebih dari satu juta hektar menjadi 800 hektar pada tahun 2003 (Kantor Litbang dan PPSDAL-UNPAD, 2003). Luas taman kota ini belumlah dapat dianggap sebagai luasan yang

memadai. Mengingat luas dan kepadatan penduduk Kota Bandung, luas taman kota yang ada belum dapat dikatakan memadai, namun bahkan masih kurang dan bahkan belum mencapai lima persen (Kantor Litbang dan PPSDAL-UNPAD, 2003).

Program lainnya untuk mendukung peningkatan lahan ruang terbuka hijau adalah dengan melakukan program penanaman pohon. Berdasarkan wawancara dengan narasumber kunci di Badan Lingkungan Hidup Kota Bandung, disebutkan bahwa pada tahun 2004 dicanangkan penanaman pohon 200 ribu pohon pertahun. Dalam jangka waktu lima tahun pohon yang sudah ditanam mencapai 1.300.000 pohon. Bahkan ditetapkan juga pencanangan *Great City Forest* yaitu kegiatan yang dilakukan bersamaan kegiatan konferensi anak dan remaja tahun 2011. Lokasi tersebut, kemudian ditetapkan sebagai taman kota yang terletak di dekat SABUGA. Taman kota tersebut ditanami dua ribu pohon pada areal seluas kurang lebih 11 hektar namun, lahan yang ditanami hanya dua hektar. Taman kota lainnya ada di Tegal Lega yang merupakan penanaman 125 pohon oleh perwakilan dari negara-negara asia afrika.

Luasan ruang terbuka hijau yang memadai, sangat penting untuk menetralsir polusi udara. Suatu kota bahkan memiliki kewajiban untuk menyediakan ruang terbuka hijau hingga 30 persen dari luas keseluruhan wilayahnya. Sehingga, berbagai upaya dilakukan untuk memenuhi target 30 persen sebagaimana yang ditetapkan oleh pemerintah pusat melalui UU No 26 tahun 2007. Salah satu program yang ada di Kota Bandung adalah inisiasi program penghijauan kota melalui kegiatan *vertikultur* dan *urban farming*.

Salah satu contoh kegiatan *urban farming* dilakukan di sekitar bantaran sungai Cikapundung tepatnya di sekitar kawasan lahan terbuka milik Institut Teknologi Bandung (ITB). Walaupun kegiatan tersebut merupakan inisiatif lokal dari masyarakat kelompok ibu-ibu,

namun mendapat dukungan dari pemerintah khususnya wakil walikota Kota Bandung. Pada saat penelitian dilakukan, kelompok masyarakat masih dalam tahap pemeliharaan dan belum sampai tahap panen. Jenis tanaman yang ditanam diantaranya adalah cabai dan juga bunga sedap malam. Pengelolaan lahan dilakukan secara mandiri dengan menyusun pembagian tugas menyiram.

Ketersediaan ruang terbuka hijau, sebenarnya tidak hanya untuk kepentingan keindahan semata, tetapi juga mengandung manfaat ekonomi dan juga sosial. Seperti di Kota Bandung yang disebutkan pada bagian sebelumnya yaitu ada fungsi untuk kawasan pertanian kota, maka adanya ruang terbuka hijau dapat menjadi ruang untuk kegiatan sosial. Jika, di Kota Bandung, sebagian lahannya sudah dimanfaatkan untuk kepentingan ekonomi dan sosial, maka di Kota Semarang, ruang terbuka hijau belum dapat memenuhi kebutuhan masyarakat (kp.semarangkota.go.id/content.php?query=upaya_taman_kota diunduh 30 November 2012), khususnya jika mendasarkan pada aspek luas, dimensi dan juga persebarannya.

Sebagaimana halnya di Kota Bandung, Pemerintah Kota Semarang juga berupaya untuk meningkatkan kegiatan yang mengarah pada peningkatan ruang terbuka hijau. Pada tahun 2012 Bappeda Kota Semarang menginisiasi pembentukan Kota Semarang sebagai Kota Hijau. Pada kegiatan tersebut pemerintah mencoba menggandeng komunitas hijau (*green community*). Kegiatan ini merupakan tindak lanjut dari kebijakan penetapan luasan ruang terbuka hijau tersebut bersama tiga kota dan 13 kabupaten lainnya di Provinsi Jawa Tengah (<http://dotsemarang.blogdetik.com/index.php/2012/05/24/semarang-kota-hijau/> diunduh tanggal 30 November 2012). Diharapkan dengan adanya kebijakan dari pemerintah kota, maka pencapaian target luasan ruang terbuka hijau sebanyak 30 persen dapat terealisasi.

Beberapa taman yang ada saat ini di Kota Semarang dimanfaatkan sebagai tempat rekreasi yang banyak dikunjungi oleh masyarakat kota. Fungsi taman kota tidak hanya sebagai tempat rekreasi tetapi juga sebagai penetralisir polutan. Sehingga polutan yang dihasilkan dari kendaraan bermotor dapat diminimalisir dampaknya.

Jika dilihat berdasarkan potensi dan kualitas lahan ruang terbuka hijau, hasil kajian Yuda Prawira dkk (2005) menyebutkan bahwa lahan di Kota Bandung Utara lebih dari 60 persen merupakan lahan yang potensial menjadi kritis dan 24,94 persen merupakan lahan yang termasuk dalam kategori agak kritis. Sementara itu yang tidak kritis hanya sekitar 7 persen. Lahan yang termasuk kritis tersebut sebagian besar merupakan kawasan pertanian dengan lokasi pada lahan yang memiliki kemiringan yang bervariasi.

Dengan kondisi lahan seperti itu, maka menjadi sulit bagi terwujudnya iklim mikro yang ideal. Jumlah tegakan pohon yang masih kurang, belum bisa menjadi pelindung bagi kota untuk terhindar dari zat pencemar udara, apalagi dalam kondisi perkembangan sarana dan prasarana transportasi yang sangat pesat.

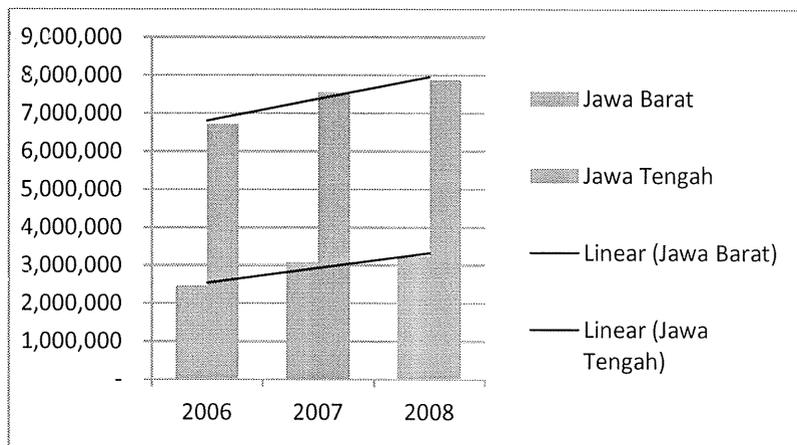
3.3. Perkembangan Transportasi

Pertambahan jumlah penduduk selalu diikuti dengan pertambahan jumlah kendaraan. Pertambahan jumlah kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar fosil merupakan salah satu penyumbang emisi di udara. Banyaknya jumlah kendaraan selain ditentukan oleh jumlah penduduk juga ditentukan oleh kemudahan akses untuk memiliki kendaraan bermotor. Saat ini, akses untuk mendapatkan kendaraan bermotor sangat mudah dengan persyaratan ringan bahkan bagi kelompok penduduk menengah ke bawah. Seperti banyak ditemui di berbagai daerah dan kota di Indonesia, untuk

mendapatkan kendaraan bermotor saat ini hanya dengan memberikan uang muka sebesar 500 ribu rupiah atau tidak lebih dari satu juta rupiah. Demikian juga dengan kendaraan roda empat saat ini banyak dipromosikan untuk dapat dimiliki dengan uang muka tidak lebih dari 10 persen. Kemudahan ini sangat beresiko memperburuk kondisi udara dan juga kemacetan lalu lintas.

Secara umum, pada tingkat Provinsi Jawa Barat dan Jawa Tengah menunjukkan terjadi peningkatan jumlah kendaraan yang signifikan pada rentang waktu 2006-2008.

Grafik 3.7. : Peningkatan Jumlah Kendaraan



Sumber : Provinsi Jawa Tengah dan Jawa Barat Dalam Angka, 2008

Pertambahan jumlah kendaraan di Kota Bandung tidak terlepas dari pertambahan jumlah penduduk seperti yang disebut di atas dan juga meningkatnya fasilitas jalan raya yang juga mendorong peningkatan pembelian kendaraan bermotor. Selain itu, meningkatnya perkembangan sektor jasa sebagai akibat peningkatan sektor pariwisata mendorong semakin meningkatnya kepemilikan kendaraan pribadi. Kendaraan pribadi banyak yang disewakan untuk wisatawan

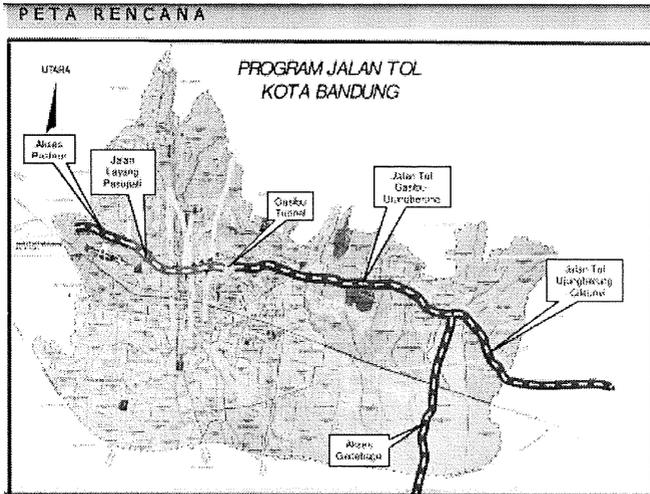
yang datang dari berbagai daerah dan bahkan sebagian besar wisatawan berasal dari Malaysia. Wisatawan dari Malaysia banyak yang datang ke Bandung khusus wisata berbelanja.

Peningkatan jumlah kendaraan di Kota Bandung terjadi secara signifikan pada akhir pekan dan pada hari libur. Jumlah pertambahan kendaraan tersebut bahkan dapat mencapai 200 ribu kendaraan setiap minggunya. Tingginya arus kendaraan memasuki Kota Bandung ini didukung oleh infrastruktur jalan toll Jakarta-Bandung. Jalan toll ini telah mengubah pola arus mobilitas dari Jakarta-Bandung yang sebelumnya banyak dilakukan dengan menggunakan kereta api kemudian beralih menggunakan kendaraan pribadi. Akses melalui jalan toll dapat ditempuh lebih singkat dibandingkan dengan menggunakan kereta api. Akibatnya pada hari libur justru Kota Bandung mengalami kemacetan yang cukup parah.

Penduduk Jakarta banyak yang memanfaatkan hari libur mereka untuk rekreasi di Kota Bandung yang dikenal sebagai kota dengan udara yang dingin. Dengan kendaraan pribadi mereka hanya dapat mencapai Kota Bandung dengan waktu dua jam dengan melewati jalan toll perbeuleuyi.

Peningkatan jumlah kendaraan saat ini akan terus meningkat signifikan. Hal ini terlihat dari rencana pembangunan beberapa ruas jalan toll di Kota Bandung (Gambar 3.5). Pembangunan jalan toll, di satu sisi dapat mengurangi kemacetan, namun di sisi lain, akan berdampak pada terus meningkatnya jumlah kendaraan yang akan berdampak buruk bagi kualitas udara. Berikut ini adalah rencana pembangunan jalan toll di Kota Bandung yang juga menjangkau wilayah pengembangan Gedebage.

Gambar 3.5. : Peta Rencana Program Jalan Tol Kota Bandung



Sejalan dengan kondisi di Kota Bandung, penambahan jumlah kendaraan di Kota Semarang juga terlihat meningkat yang ditandai dengan semakin meningkatnya kemacetan di berbagai titik di ruas jalan utama. Pertambahan jumlah kendaraan pribadi sangat terkait dengan ketersediaan dan kelayakan kendaraan umum. Pada saat kendaraan umum tidak mampu mengakomodasi kebutuhan mobilisasi masyarakat, maka pilihan kepemilikan kendaraan pribadi akan meningkat. Nugroho (2008), menyebutkan bahwa pertumbuhan kendaraan umum lebih kecil dari pertumbuhan kendaraan pribadi. Pertumbuhan kendaraan umum bahkan menunjukkan adanya penurunan yang signifikan yang ditandai dengan pertumbuhan yang minus yaitu minus 5,94 persen. Sementara itu pertumbuhan kendaraan pribadi adalah dua persen.

Tabel 3.1. : Jumlah Kendaraan di Kota Semarang, 2000-2006

Tahun	Angkutan Umum Penumpang				Kendaraan Pribadi			
	Bus	Mikrolet	Jumlah	% pertumbuhan	Mobil	Motor	Jumlah	% pertumbuhan
2000	244	2148	2392	-	19405	82490	101895	-
2001	193	2213	2406	0.59%	21344	86970	108314	6.30%
2002	207	1686	1893	-21.32%	21565	87494	109059	0.69%
2003	471	1743	2214	16.96%	23813	98345	122158	12.01%
2004	584	1827	2411	8.90%	26406	10477	131183	7.39%
2005	530	708	1238	-48.65%	20582	93073	113655	-13.36%
2006	543	719	1262	1.94%	21697	93088	114785	0.99%

Sumber : Nugroho, Agung, 2008

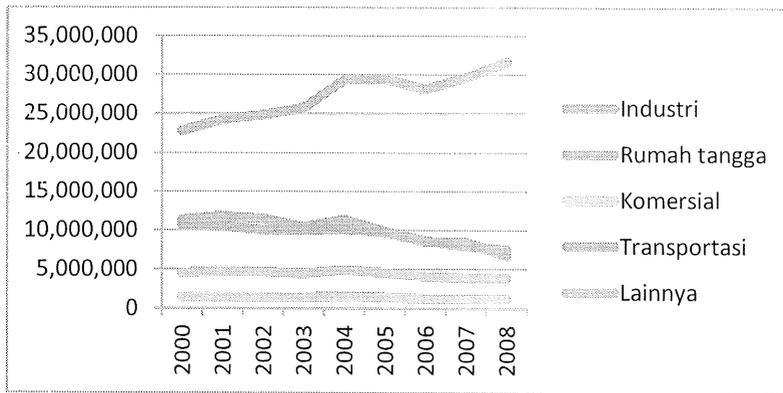
Pada tabel diatas terlihat bahwa pertumbuhan pada tahun 2005-2006 untuk kendaraan pribadi meningkat secara signifikan yaitu dari pertumbuhan minus menjadi positif hampir satu persen. Peningkatan signifikan juga terjadi pada rentang tahun 2003-2004. Peningkatan hingga tahun 2011 pun terus terjadi secara signifikan. Kebijakan pembelian modil dengan harga terjangkau dan bisa dibeli dengan kredit ringan mendorong kelompok menengah memilih kendaraan pribadi untuk sarana transportasi utama. Hal ini juga disebabkan karena peremajaan angkutan umum tidak dilakukan secara sungguh-sungguh sehingga masih belum dapat menjadi pilihan utama masyarakat perkotaan. Kondisi kendaraan umum tidak saja tidak nyaman namun juga ada resiko keamanan yang harus dipertimbangkan bagi penumpang.

Pada saat harga BBM meningkat, sudah mulai banyak yang mempertimbangkan alternatif untuk mengurangi penggunaan kendaraan pribadi, khususnya bagi kelompok masyarakat menengah. Namun, faktor kenyamanan yang tidak disediakan pada moda transportasi umum menyebabkan pilihan untuk menggunakan kendaraan pribadi tetap tinggi.

Berdasarkan hasil survei, sebagian besar atau 60,4 persen menggunakan kendaraan pribadi mereka untuk ke tempat kerja atau

untuk keperluan lainnya di dalam kota. Responden yang menjawab menggunakan angkutan umum hanya 18,8 persen dan lainnya menyatakan menggunakan kendaraan pribadi dan kendaraan umum secara bergantian. Jika dilihat rata-rata jarak tempuh yang dilalui, maka terlihat jarak tersebut tidak terlalu jauh yaitu hanya rata-rata 5,5 km untuk kedua lokasi penelitian. Namun, dari hasil wawancara mendalam diketahui bahwa jarak tempuh itu tidak merepresentasikan waktu yang juga harus ditempuh. Kota Semarang dan Kota Bandung merupakan dua kota yang juga memiliki kepadatan kendaraan yang tinggi sehingga kemacetan terjadi pada jam-jam tertentu yang dapat memperpanjang waktu tempuh. Banyak diantara penduduk yang bekerja melewati perbatasan kota/ kabupaten.

Grafik 3.8. : Konsumsi BB Berdasarkan Sektor, 2000-2008



Sumber : BPS, 2008

Melihat peningkatan jumlah penggunaan kendaraan pribadi pada penelitian ini, maka permasalahan transportasi menjadi salah satu faktor yang berkontribusi pada peningkatan emisi di udara. Peningkatan jumlah penggunaan kendaraan pribadi berarti konsumsi BBM juga akan meningkat. Secara umum di Indonesia, diketahui bahwa sektor transportasi merupakan pengguna energi terbesar

bahkan dibandingkan dengan konsumsi di sektor industri. Hasil pembakaran mesin kendaraan bermotor ini menghasilkan emisi yang dapat menambah jumlah emisi di udara dan dapat mengakibatkan terjebaknya panas di lapisan udara.

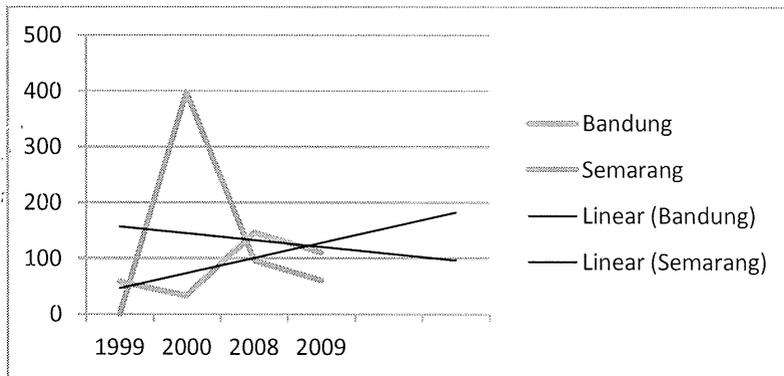
Pada grafik diatas terlihat bahwa pemakaian BBM antara kepentingan rumah tangga dan industri menunjukkan kecenderungan yang sama dan jumlahnya juga mendekati kesamaan. Adanya tren penurunan yang terjadi pada tahun 2004 hingga 2008 tidak terlepas dari adanya kebijakan kenaikan harga BBM. Sehingga pada saat itu sebagian besar masyarakat khususnya masyarakat menengah ke bawah mulai melakukan penghematan konsumsi BBM untuk rumah tangganya. Demikian juga dengan mulai ditetapkannya kebijakan penggantian minyak tanah menjadi gas untuk kepentingan rumah tangga. Gas selain digunakan untuk memasak juga digunakan untuk keperluan instalasi pemasangan alat pengatur air panas disebagian rumah di Kota Bandung.

Pada saat ditetapkannya kebijakan konversi minyak tanah menjadi gas, persoalan yang banyak terjadi adalah munculnya kelangkaan bahan bakar tersebut. Masyarakat khususnya kelompok menengah ke bawah harus bersaing untuk mendapatkannya. Sehingga penurunan penggunaan bahan bakar pun signifikan terjadi.

Dari penggunaan bahan bakar minyak bumi, polutan yang dihasilkan adalah carbon monoksida. Polutan ini merupakan zat pencemar di udara yang paling banyak. Ada kendaraan yang tidak pernah atau jarang dilakukan perawatan terhadap mesinnya, maka pembakaran BBM lebih banyak akan menghasilkan karbon monoksida. Untuk menghasilkan zat pencemar udara ini, pemerintah daerah sudah berupaya melakukan uji emisi. Namun pada kenyataanya belum semua kendaraan teruji kandungan emisi yang dihasilkan. Untuk angkutan umum, menurut narasumber di Dinas

Perhubungan Kota Bandung, uji emisinya harus 100 persen. Jika belum mencapai persyaratan tersebut, maka kendaraannya perlu diperbaiki lagi dan kemudian diuji lagi emisinya sampai memenuhi persyaratan.

Grafik 3.9. : Rata-rata bulanan konsentrasi partikel terlarut di udara Kota Semarang dan Kota Bandung, 2008-2009



Sumber : BPS, 2009

Di lingkungan kantor pemerintahan kota, semua kendaraan dinas dan kendaraan pribadi yang dimiliki oleh pegawai di seluruh SKPD, sudah harus memiliki stiker lulus uji emisi. Namun ini masih merupakan sebuah anjuran dimana sanksi yang seharusnya diberikan belum bisa dilakukan secara terus menerus. Pada tahun 1997-2000 kegiatan uji emisi marak dilakukan oleh masyarakat, tetapi tidak berkelanjutan. Hal ini disebabkan karena belum adanya sanksi yang tegas bagi kendaraan yang tidak melakukan uji emisi. Ketiadaan sanksi menjadi celah bagi pemilik kendaraan untuk tidak melakukan uji emisi. Padahal manfaat yang diperoleh dari uji emisi ini sangat besar, yaitu dapat mengendalikan laju pertumbuhan karbon di udara. Kandungan polutan di udara akibat dari pelepasan emisi oleh aktifitas manusia.

Pada grafik 3.9 terlihat bahwa kecenderungan peningkatan jumlah polutan di Kota Bandung lebih tinggi jika dibandingkan dengan di Kota Semarang. Ada beberapa fakta yang dapat mendukung, yaitu perkembangan Kota Bandung yang berperan sebagai industri tekstil terus meningkat demikian juga dengan industri pariwisatanya. Kepadatan lalu lintas yang terus bertambah dari hari demi hari menandakan semakin banyaknya aktifitas ekonomi. Dampaknya kemudian terlihat pada polusi udara yang ditimbulkannya juga semakin meningkat. Sementara itu, di Kota Semarang terdapat fenomena penurunan aktifitas industri. Diantaranya, jenis industri tekstil sebagian sudah tidak beroperasi akibat adanya krisis ekonomi global yang berpengaruh pada kegiatan ekspor. Beberapa pabrik menghentikan aktifitasnya, dan sebagian lagi hanya sekedar melakukan efisiensi.

Alasan lain meningkatnya kandungan polutan udara di Kota Bandung adalah adanya kecenderungan pabrik-pabrik di Kota Bandung mengubah bahan bakar mereka dari bahan bakar minyak menjadi bahan bakar dari batubara. Perubahan jenis bahan bakar mulai banyak dilakukan ketika harga bahan bakar minyak bumi semakin mahal. Sementara itu, polutan yang dihasilkan dari proses pembakaran batubara lebih banyak dibandingkan dengan hasil pembakaran bahan bakar minyak bumi.

3.4. Kondisi Industri

Kota Bandung dan Kota Semarang merupakan dua kota yang memiliki karakteristik kota industri. Kota Semarang identik dengan industri besar sementara itu di Kota Bandung identik dengan industri menengah dan industri kecil seperti industri kerajinan. Kota Bandung memiliki jenis industri yang dominan di bidang tekstil seperti kaos dan sablon. Perkembangan industri tekstil dan sablon ini berlokasi di kawasan Suci (Jalan Surapati), kawasan Cibaduyut, Rajut Binongjati,

dan kawasan Cigondewah. Industri tekstil merupakan salah satu industri andalan dan menjadikan Kota Bandung sebagai *trend setter mode*. Bahkan Negara Malaysia dan Singapura banyak yang ke Bandung untuk berbelanja barang-barang tekstil.

Terkait dengan penggunaan jenis bahan bakar berdasarkan jenis industri, maka terlihat bahwa penggunaan jenis bahan bakar berupa gas banyak digunakan utamanya oleh industri pengolahan besar dan sedang untuk kelompok industri pengolahan barang dan bahan galian. Berikutnya adalah industri pengolahan logam dan diikuti dengan industri pengolahan makanan.

Sementara itu, penggunaan bahan bakar batubara banyak digunakan di dalam aktifitas industri pengolahan besar dan sedang untuk pengolahan barang-barang dari logam dan juga industri pengolahan besar dan kecil (BPS Kota Bandung, 2010). Aktifitas industri-industri besar tersebut sebagian besar terkonsentrasi di daerah pinggiran kota. Dalam perencanaan tata kota, kawasan industri ini sudah mulai diarahkan ke arah pinggir kota. Hal ini dilakukan untuk mengurangi dampak buruk pencemaran udara yang diakibatkan dari aktifitas industri ini.

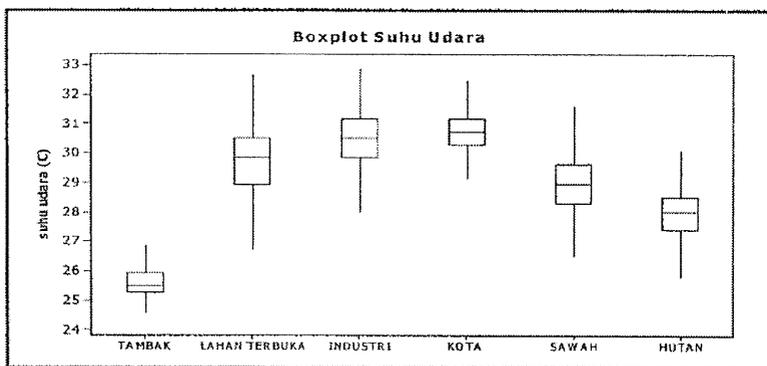
3.5. Kondisi Geografis

Faktor lainnya yang mempengaruhi peningkatan suhu di tingkat lokal adalah kondisi geografis. Kota Bandung merupakan kawasan yang berada di posisi cekungan. Pada saat terjadi peningkatan polusi udara, suhu atau panas akan meningkat lebih cepat di wilayah tersebut dan panas tertahan lebih lama. Sehingga pada saat terjadi peningkatan masyarakat Kota Bandung merasakan udara menjadi lebih panas. Berbeda halnya dengan Kota Semarang yang merupakan kawasan pesisir, masyarakat sudah terbiasa dengan udara panas. Suhu yang telah meningkat signifikan berdasarkan catatan data series BMKG

2000-2010 (diolah team peneliti, 2012) masih dianggap sebagai sesuatu yang keadaan biasa saja dan dianggap tidak terlalu ekstrim dampaknya bagi kenyamanan mereka (http://www.fisikanet.lipi.go.id/utama.cgi?cetakforum&berita_&1113608411&5).

Kontribusi industri dalam menghasilkan panas yang berpengaruh pada iklim lokal terlihat dari hasil kajian yang dilakukan oleh Eka Wardhani (2006) di Kota Semarang. Hasil kajiannya dengan jelas memperlihatkan bahwa suhu di kawasan industri lebih tinggi dibandingkan di kawasan lahan persawahan, tambak dan hutan. Tingginya suhu yang disebabkan oleh aktifitas industri juga sebanding dengan peningkatan suhu di kawasan pusat kota atau kawasan terbangun yang dominan bangunan beton dan juga aspal jalan raya.

Grafik 3.9. : Boxplot Suhu Udara Berdasarkan Penggunaan Lahan di Kota Semarang, 2002

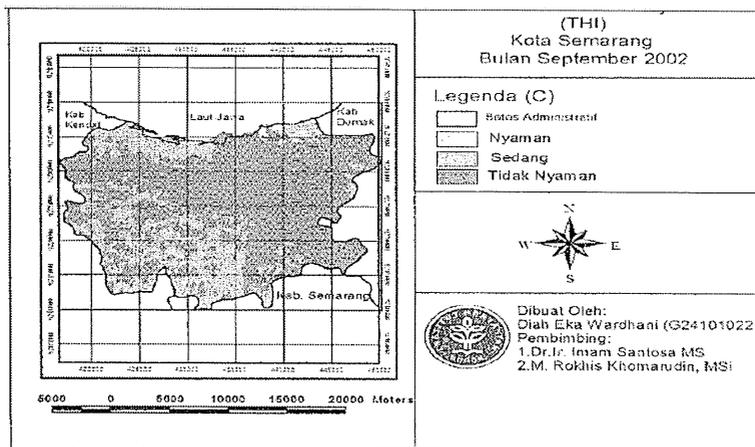


Sumber : Eka Wardhani, 2006

Akibat dari suhu yang tinggi di kawasan tersebut, mengakibatkan ketidaknyamanan bagi masyarakat setempat yang diukur berdasarkan indeks kenyamanan. Indeks kenyamanan ini didasarkan pada ukuran suhu tertentu yang dianggap masih toleran

bagi tubuh manusia. Tubuh manusia membutuhkan iklim ideal pada suhu berkisar pada 27°C. Sementara itu, di Kota Semarang, suhu berkisar pada minimum 23°C dan maksimum 33°C dengan situasi pada saat-saat tertentu dapat jauh melebihi suhu tersebut. Akibatnya, berdasarkan hasil kajian Eka Wardhani, hampir seluruh kota Semarang khususnya di sekitar pusat kota dan kawasan industri memiliki indeks kenyamanan yang rendah atau termasuk dalam kategori tidak nyaman. Jika dilihat pada peta berikut ini, hampir seluruh kota memiliki indeks kenyamanan yang rendah. Pada sebagian Kota Semarang masih memiliki indeks kenyamanan yang tinggi misalnya di daerah yang masih memiliki banyak pohon, dan merupakan daerah diluar pusat industri dan di luar pusat kota.

Gambar 3.6. : Peta Sebaran Indeks Kenyamanan Kota Semarang



Sumber : Eka Wardhani, 2006

Bagian Timur Kota Semarang merupakan kawasan yang merupakan konsentrasi pusat industri. Pada wilayah pesisir yang berbatasan langsung dengan laut terlihat gradasi warna gelap yang berarti indeks kenyamanannya masih baik. Hal ini disebabkan karena

faktor geografis pesisir memiliki karakteristik perputaran udara yang baik. Udara dan juga polutannya di pusat kota akan teralirkan ke arah laut dan menjadikan udara di sekitarnya tidak terlalu pekat oleh kandungan zat-zat polutan. Sehingga indeks kenyamanannya masih dalam batas toleransi.

BAB IV

PERSEPSI MASYARAKAT TERHADAP PERUBAHAN SUHU

Tingkat polusi udara di kota-kota besar Asia pada umumnya telah melampaui standar yang ditetapkan oleh WHO, pada kasus partikel debu dan asap statusnya bahkan telah lebih dari dua kali lipat rata-rata dunia (WHO, 2002; 2005). Berbagai studi menunjukkan bahwa buruknya kualitas udara di perkotaan saat ini kian diperparah oleh gejala peningkatan suhu muka bumi secara global. Gejala yang sejak lama menjadi fokus studi di wilayah perkotaan adalah *urban heat island* (UHI). Dengan semakin menguatnya isu perubahan iklim (peningkatan suhu global), maka gejala UHI menjadi semakin penting untuk dicermati. Salah satu komponen yang merasakan langsung gejala tersebut adalah penduduk wilayah perkotaan, terutama mereka yang tinggal di wilayah permukiman kumuh. Karena kondisi lingkungannya (keterbatasan ruang terbuka hijau), kepadatan penduduk (rumah berdempet, tanpa ventilasi) serta kondisi ekonomi yang menyebabkan mereka tidak mampu merekayasa kondisi *micro climate* lingkungan mereka. Akibatnya, penduduk wilayah kota semacam ini menjadi pihak yang merasakan dampak yang paling langsung dari gejala UHI.

Pemahaman yang mendalam akan persepsi dan sikap masyarakat tentang kualitas udara merupakan suatu hal yang penting dalam upaya pelibatan mereka untuk mengurangi dampak maupun sumber polusi (Saksena, 2007). Latar belakang dan karakteristik sosial-budaya dan ekonomi masyarakat yang menghuni sebuah komunitas berbeda-beda yang berimplikasi pada persepsi dan sikap mereka. Studi tentang persepsi dan pemahaman masyarakat terkait

polusi dan kualitas udara menurut Saksena (2007) masih relatif jarang. Padahal, pemahaman akan persepsi masyarakat sangat penting dalam upaya pelibatan mereka dalam kegiatan mitigasi maupun adaptasi terhadap peningkatan suhu. Ditengah perubahan teknologi dan pengembangan model manajemen lingkungan yang baru, pelibatan masyarakat menjadi suatu hal yang tak terhindarkan. Pentingnya melibatkan masyarakat diantaranya terkait dengan upaya mitigasi maupun adaptasi terhadap peningkatan suhu yang bukan mustahil memperparah keadaan. Terkait perkembangan teknologi, semakin mudahnya alat-alat teknologi untuk mempermudah kehidupan maupun merekayasa suhu lingkungan *indoor* disatu sisi akan kian meningkatkan ancaman terhadap peningkatan suhu di wilayah perkotaan.

Bagi kalangan akademisi dan peneliti tentu dengan mudah menentukan berbagai parameter tentang perubahan kualitas udara. Namun ketika masalah tersebut dihadapkan dengan realita kehidupan masyarakat akan ditemukan berbagai anomali yang bertolak belakang dengan teori-teori yang ada. Oleh karenanya pemahaman tentang perubahan kualitas udara harus berangkat dari pengalaman kognitif sekelompok masyarakat yang hidup dalam sebuah komunitas.

Lokasi penelitian ini adalah dua buah kota yang berbeda secara fisik maupun sosio-kultural. Pertama, kota Semarang terletak dilembah sebuah delta yang sangat luas di utara pulau Jawa. Semarang merupakan kota terpadat dengan berbagai aktivitas sosial ekonomi di daerah pantura. Daerah tersebut mempunyai karakteristik yang sangat unik karena terletak di di dataran alluvial yang sangat labil, sehingga daratannya cenderung mengalami penurunan setiap tahunnya. Sebagai akibatnya kotanya selalu mengalami permasalahan yang berkaitan dengan banjir (rob) dan air bersih karena adanya intrusi air laut (lihat PPK, 2011).

Kedua, kota Bandung merupakan daerah dengan iklim pegunungan karena terletak di dataran tinggi. Namun hawa pegunungan tersebut tidak lagi menjadi aura kota Bandung dan sekarang berganti dengan kekumuhan dan kemacetan. Bandung seperti halnya Semarang merupakan kota yang tumbuh dan menjelma menjadi kota metropolitan yang sarat dengan berbagai aktivitas, terutama dari segi ekonomi. Sekarang Bandung menjadi kota sekunder bagi daerah sekitarnya khususnya bagi penduduk Jakarta yang selalu membanjir setiap akhir pekan.

Kota Semarang dan Bandung merupakan dua buah kota yang sangat kontras jika dilihat dari fisiografi maupun klimatologi. Namun kekontrasan tersebut sekarang berubah menjadi sebuah persamaan yaitu kedua kota tersebut telah mengalami gejala yang disebut sebagai *urban heat island/UHI* (Tursilowati, 2011). Tulisan ini mencoba mendeskripsikan pemahaman dan persepsi masyarakat terkait dengan perubahan kualitas udara yang terjadi di lingkungan mereka. Tulisan ini juga mencoba untuk mengelaborasi berbagai *coping mechanism* yang dilakukan oleh masyarakat dalam menghadapi perubahan tersebut. Tulisan ini pada dasarnya adalah studi kasus (Semarang dan Bandung), namun demikian hingga tingkatan tertentu berbagai temuan terkait persepsi dan *coping mechanism* hingga tingkatan tertentu bisa digeneralisasi (setidaknya mewakili) kota-kota lain di Indonesia.

4.1. Perubahan Suhu dan UHI

Tingkat polusi udara di kota-kota besar Asia pada umumnya telah melampaui standar yang ditetapkan oleh WHO, pada kasus partikel debu dan asap statusnya bahkan telah lebih dari dua kali lipat rata-rata dunia (WHO, 2002; 2005). Berbagai studi menunjukkan bahwa buruknya kualitas udara di perkotaan saat ini kian diperparah oleh gejala peningkatan suhu muka bumi secara global. Gejala yang sejak lama menjadi focus studi di wilayah perkotaan adalah *urban*

heat island (UHI). Dengan semakin menguatnya isu perubahan iklim (peningkatan suhu global), maka gejala UHI menjadi semakin penting untuk dicermati. Salah satu komponen yang merasakan langsung gejala tersebut adalah penduduk wilayah perkotaan, terutama mereka yang tinggal di wilayah permukiman kumuh. Karena kondisi lingkungannya (keterbatasan ruang terbuka hijau), kepadatan penduduk (rumah berdempet, tanpa ventilasi) serta kondisi ekonomi yang menyebabkan mereka tidak mampu merekayasa kondisi *micro climate* lingkungan mereka. Akibatnya, penduduk wilayah kota semacam ini menjadi pihak yang merasakan dampak yang paling langsung dari gejala UHI.

Berbagai studi menunjukkan bahwa polusi udara (menurunnya kualitas udara di wilayah perkotaan di Asia disebabkan karena 4 faktor utama yaitu:

1. Demografi (pertambahan jumlah penduduk) serta urbanisasi (konsentrasi penduduk di wilayah perkotaan)
2. Kemajuan ekonomi, yang menyebabkan terjadinya industrialisasi
3. Konsumsi energy. Peningkatan kondisi ekonomi penduduk, gaya hidup serta gejala industrialisasi telah menyebabkan kian meningkatnya konsumsi energy.
4. Motorisasi. Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor, terutama di wilayah perkotaan.

Keempat factor tersebut saling terkait satu sama lain, membentuk rantai yang saling mempengaruhi. Konsentrasi penduduk di suatu wilayah akan meningkatkan kebutuhan akan sandang, pangan dan papan yang pada gilirannya akan meningkatkan konsumsi energy.

Empat factor penyebab tersebut kemudian berperan dalam memperburuk factor penekan terjadinya polusi udara yaitu emisi polutan dan meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca (GRK).

Keadaan kemudian kian diperburuk dengan gejala *transboundary air pollution*.

Dalam kaitannya dengan gejala *transboundary air pollution*, maka diskusi tentang geografi, topografi serta meteorologi menjadi isu yang mengemuka. Lokasi sebuah kota secara geografis dan topografis akan mempengaruhi proses-proses meteorology yang terjadi dalam konteks *micro climate*. Isu inilah yang diwakili oleh kota Bandung sebagai salah satu lokasi penelitian. Perubahan drastik dan dalam waktu cepat yang terjadi dengan suhu udara di kota Bandung terkait dengan hal tersebut.

Lokasi sebuah kota secara geografis menentukan kondisi persebaran/pengaliran udara yang pada gilirannya mempengaruhi kondisi meteorologikal setempat. Dalam kajian-kajian tentang UHI, kota dengan letak geografis seperti Bandung, suhu kota sering mengalami stagnasi pada saat suhu (seharusnya) sudah turun. Stagnasi suhu terjadi karena lemahnya kecepatan angin, kecilnya pertukaran udara antara lembah (kota) dengan wilayah sekitarnya. Suhu yang tinggi dan iklim yang panas disatu sisi dengan polusi dari kendaraan, industri serta rumah tangga menyebabkan kota menjadi semacam kotak tertutup dimana unsur-unsur polutan saling bereaksi.

Beberapa kota memiliki karakteristik angin tertentu karena topografi lokal. Kota yang dikelilingi oleh gunung pada siang hari udara mengalir menuju ke wilayah gunung yang lebih hangat yang kemudian membentuk formasi awan dan menghasilkan hujan. Namun pada malam hari sistemnya berbalik, suhu yang turun di lembah (kota) menyebabkan munculnya polusi pada tingkat lokal.

Faktor lain yang menyebabkan terjadinya peningkatan suhu lokal di wilayah perkotaan adalah luas wilayah terbangun dibandingkan dengan wilayah yang masih ditutupi vegetasi tumbuhan. Salah satu konsep penting dalam menilai peningkatan suhu di wilayah

perkotaan adalah *albedo*. *Albedo* adalah perbandingan antara radiasi surya yang dipantulkan dengan radiasi yang datang. Semua jenis tutupan baik tanaman maupun bangunan memiliki nilai *albedo*. Nilai *albedo* tanaman jauh lebih tinggi dibandingkan dengan bangunan. Suhu dari permukaan bangunan yang gelap dan kering jika terkena sinar matahari langsung bisa mencapai 88°C, sementara permukaan tanah yang lembab dan dinaungi oleh pepohonan hanya mencapai 18°C (Gartland, 2008:). Ini berarti bahwa bangunan lebih banyak menyerap radiasi matahari. Artinya semakin luas wilayah terbangun (baik karena bangunan, jalan maupun semen) maka akan semakin besar kemungkinan peningkatan suhu lokal. Berbagai studi kemudian berupaya menunjukkan pentingnya memperbanyak ruang terbuka hijau sebagai salah satu cara untuk mengurangi peningkatan suhu lokal maupun mengurangi gejala *urban heat island* (Rushayati, dkk., 2011).

Dari uraian diatas dapat dikatakan bahwa terdapat beberapa factor yang mempengaruhi perubahan suhu dan gejala UHI di wilayah perkotaan. Secara umum, factor tersebut disimpulkan dalam Tabel 4.1.

Dalam kaitannya dengan bangunan, studi-studi yang mengaitkan antara suhu dalam konteks kota (baik indoor maupun outdoor) menunjukkan dua kecenderungan yaitu menguatnya kampanye untuk membuat bangunan yang ramah lingkungan/*green building* (lihat tulisan Infrastruktur Ramah Lingkungan dalam laporan ini) dan upaya menemukan kembali *local wisdom* pada bangunan-bangunan vernakular (Kato & Hiyama eds, 2012; Roaf, dkk., 2005). Pada kedua kecenderungan tersebut isu terpenting adalah terkait dengan penggunaan *air conditioning* (AC) sebagai instrumen penting untuk mengatasi suhu yang panas.

Tabel 4.1.: Karakteristik Kota, Peningkatan Suhu, dan UHI

Karakteristik Kota yang berkontribusi terhadap Peningkatan Suhu dan munculnya gejala UHI	Dampaknya terhadap Keseimbangan Energi
Kurangnya Vegetasi/tanaman	Mengurangi evaporasi
Meluasnya permukaan impermeabel.	Mengurangi evaporasi
Meningkatnya fungsi difusifitas material perkotaan	Meningkatkan penyimpanan panas
Rendahnya sifat refleksitas sinar matahari pada material perkotaan	Meningkatnya radiasi
Geometri (bentuk) kota yang memerangkap panas	Meningkatnya radiasi
Geometri (bentuk) kota yang memperlambat kecepatan angin	Mengurangi proses <i>convection</i>
Meningkatnya polusi udara	Meningkatnya radiasi
Meningkatnya penggunaan energi	Meningkatnya suhu antropogenik

Sumber: Gartland, 2008: 16

Menguatnya kampanye *green building* terkait dengan masifnya penggunaan AC di wilayah perkotaan saat ini. Di Singapura misalnya pada tahun 1960-an ketika apartemen/rumah susun mulai dibangun atau bahkan di Indonesia pada tahun 1980-an awal, tidak ada penggunaan AC di bangunan-bangunan tersebut. Saat ini di Singapura tidak ada lagi bangunan tinggi yang tidak menggunakan AC (Roaf, dkk., 2005: 221), demikian pula di rumah susun yang ada di Jakarta hampir semuanya telah menambahkan AC sebagai salah satu alat kenyamanan. Sementara dalam kaitannya dengan kearifan lokal dalam bangunan vernakular terkait dengan desain bangunan yang menyesuaikan dengan kondisi lokal. Ciri utama bangunan vernakular adalah memperhatikan aliran udara. Di negara-negara tropis, hingga saat ini masih bisa ditemukan rumah atau bangunan bertingkat yang

tidak menggunakan AC. Penggunaan bukaan (jendela yang lebar), rumah di atas tiang, penggunaan material dinding yang menjamin keluar masuknya udara dan lain-lain merupakan solusi yang telah lama ditemukan pada bangunan vernakular.

4.2. Suhu dan Kenyamanan

Beberapa studi menunjukkan bahwa suhu berhubungan dengan tingkat kenyamanan (Kato & Hiyama Eds., 2012). Secara lebih spesifik tingkat kenyamanan terkait suhu juga harus diperhatikan dalam konteks yang lebih spesifik yaitu *outdoor* dan *indoor*. Pada kategori *outdoor* berbagai studi menunjukkan bahwa lokasi menentukan tingkat kenyamanan, apakah di taman, di jalan atau di *square*. Secara umum, bisa disimpulkan bahwa persepsi penduduk terhadap suhu dan tingkat kenyamanan dipengaruhi oleh kondisi *regional* dan *seasonal*. Penduduk yang tinggal pada lokasi geografis berbeda memiliki ekspektasi yang berbeda terhadap suhu dan kenyamanan demikian pula dengan musim. Pada musim yang berbeda penduduk memiliki ekspektasi yang berbeda pula terhadap suhu dan kenyamanan.

Dalam konteks *indoor*, kondisi lingkungan wilayah perkotaan membawa penduduknya kepada dua pilihan yang bertolak belakang antara aspek kenyamanan dengan kesehatan. Untuk alasan kesehatan, kualitas udara, suhu dan tingkat kebisingan menyebabkan bangunan (rumah) harus didesain dalam bentuk tertutup, dengan bukaan yang minimal. Bukaan yang minimal pada gilirannya meningkatkan penggunaan kaca untuk “menyambung” bagian *indoor* dengan *outdoor*. Untuk mempertahankan kenyamanan dalam ruangan yang tertutup semacam itu, maka penyejuk ruangan menjadi satu-satunya pilihan yang masuk akal. Pilihan lain untuk meningkatkan kenyamanan adalah dengan memperbanyak tanaman. Namun dengan kondisi lahan yang terbatas, pilihan ini bisa dikatakan mustahil bagi

sebagian besar warga kota, apalagi mereka yang tinggal di pemukiman kumuh.

Upaya untuk mempertahankan kenyamanan inilah yang pada akhirnya akan semakin memperbesar penggunaan energi yang mendorong semakin buruknya kualitas udara dan suhu. Lingkaran setan kenyamanan dan kesehatan inilah yang kemudian coba diatasi melalui pengembangan teknologi yang lebih ramah lingkungan (menggunakan lebih sedikit energi dan menghasilkan lebih sedikit polutan), perluasan ruang terbuka hijau di tingkat komunitas dan kota serta konsep *vertical urban farming/greening*.

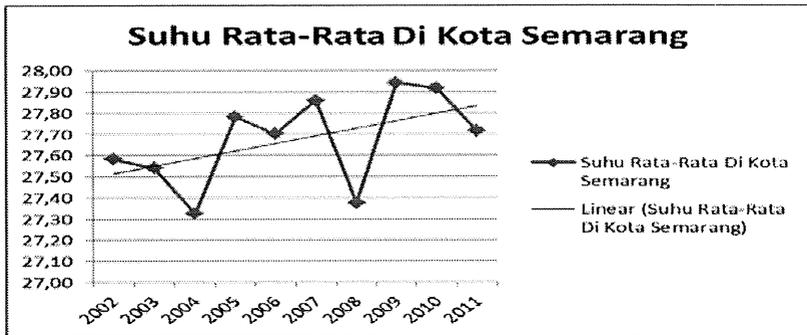
4.3. Persepsi Masyarakat di Kota Semarang dan Kota Bandung

Sebagaimana sudah disebutkan di atas bahwa salah satu fenomena dari perubahan iklim adalah adanya variabilitas suhu udara yaitu kecenderungannya adalah meningkat. Pada tahun 1993-2002, peningkatan suhu dan juga persebarannya sudah disebutkan dalam hasil penelitian Tursilowati (2007). Sementara itu, kecenderungan kenaikan suhu ternyata juga terus terjadi dalam rentang waktu selanjutnya yaitu tahun 2002 sampai tahun 2010 seperti terlihat pada grafik berikut ini.

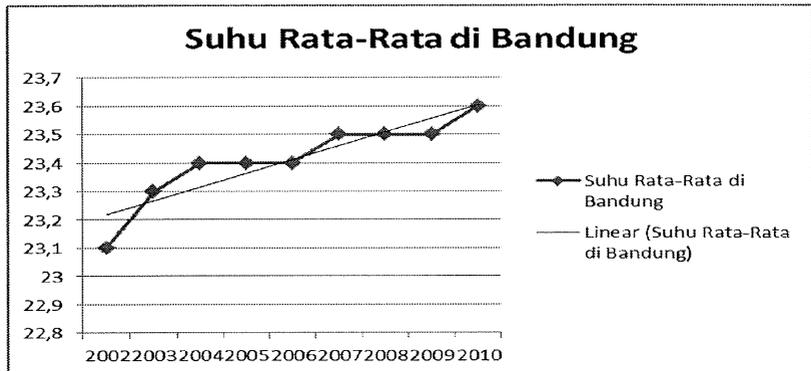
Karakteristik geografis Kota Semarang dan Kota Bandung sangat berbeda, dimana Kota Semarang identik dengan suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan suhu di Kota Bandung. Kota Semarang memiliki suhu rata-rata 27^oC dan Kota Bandung suhu rata-ratanya berkisar pada suhu 23^oC. Fluktuasi suhu di Kota Semarang juga lebih variatif dibandingkan dengan di Kota Bandung. Suhu yang signifikan meningkat di Kota Bandung tidak terlepas dari masifnya alih fungsi lahan bahkan di dataran tinggi yang merupakan kawasan perbukitan dengan fungsi sebagai resapan. Berkurangnya kawasan hijau maka akan secara langsung meningkatkan panas di kota tersebut.

Sementara itu di Kota Semarang berdasarkan sejarahnya sudah merupakan kota industri dan kota pelabuhan yang identik dengan dominannya kawasan terbangun dan berlokasi di kawasan pesisir Laut Jawa.

Grafik 4.1 : Suhu Rata-Rata di Kota Semarang dan Kota Bandung Tahun 2002-2010



Sumber : Data BMKG, 2012



Sumber : BPS. Kota Bandung Dalam Angka Tahun 2002-2010

Meningkatnya suhu udara sebagaimana yang tercatat melalui data BMKG, ternyata memang dirasakan oleh sebagian responden di

dua kota. Responden baik di Kota Semarang maupun Kota Bandung lebih dari 90 persen menyatakan bahwa telah terjadi perubahan suhu di kota mereka (lihat grafik 7). Secara spesifik responden menyatakan bahwa sekitar sepuluh tahun yang lalu mereka tidak pernah menggunakan kipas angin. Namun sekarang pemakaian kipas angin menjadi fenomena yang umum di kalangan menengah kebawah untuk mengurangi tingginya suhu udara. Hal ini kiranya merupakan cerminan pemukiman penduduk yang semakin padat dan kumuh yang mengakibatkan sirkulasi udara tidak berjalan sebagai mana mestinya.

Selain terasa lebih gerah, hasil survei di Kota Bandung menyebutkan bahwa udara pun terasa lebih berasap, dan kotor serta bau. Udara yang lebih kotor dan berasap disebutkan oleh responden akibat dari semakin banyaknya kendaraan di dalam kota dan sekitarnya. Udara kotor yang dialami oleh masyarakat Kota Bandung juga dibarengi dengan banyaknya debu di jalanan. Sehingga banyak ada kecenderungan masyarakat yang keluar rumah menggunakan masker. Padahal lima tahun yang lalu pun belum banyak ada tren menggunakan masker baik bagi pejalan kaki maupun bagi pengendara kendaraan bermotor. Udara yang kotor dan berasap itu membuat pernafasan menjadi tambah sesak, padahal dulu Kota Bandung dikenal memiliki udara yang segar. Sehingga dijadikan sebagai tujuan untuk beristirahat di akhir pekan bagi warga Jakarta dan sekitarnya.

Faktor yang paling banyak mempengaruhi terjadinya perubahan suhu udara di kota-kota besar di Indonesia diantaranya industri, efek rumah kaca dan kendaraan bermotor. Ketiga komponen tersebut saling berlomba menjadi sumber pencemaran yang berakibat meningkatnya suhu udara, khususnya di daerah perkotaan. Semuanya ini merupakan kebijakan yang salah dari masa lalu yang hanya mengejar pertumbuhan. Keunggulan teknologi canggih dengan menggunakan mesin menggantikan teknologi padat karya yang menggunakan tenaga manusia. Sebagai akibatnya sebagian besar penduduk desa

berbondong-bondong ke daerah perkotaan untuk mencari pekerjaan. Pertambahan jumlah penduduk berdampak pada semakin banyaknya wilayah terbangun yang berkontribusi terhadap peningkatan suhu lokal.

Akibat urbanisasi tersebut kota semakin bertambah padat seperti yang terlihat pada kota-kota besar di Indonesia, khususnya di Jawa. Dua diantara kota tersebut adalah kota Semarang dan Bandung yang saat ini jumlah penduduknya semakin meningkat dan padat. Jumlah penduduk Semarang pada tahun 2011 sebesar 1,5 juta jiwa dan Bandung sebesar 2,5 juta jiwa (Monografi Kota Semarang 2011 dan Bandung 2011). Bahkan Semarang termasuk diantara 10 kota terpadat di Indonesia. Pertambahan jumlah penduduk di kota Semarang berimplikasi pada semakin luasnya wilayah terbangun.

Wilayah terbangun di kota Semarang hingga pada tahun 2006 sebesar 35,58%, bertambah dari 27,52% pada tahun 2001. Hasil analisis penutupan lahan yang dilakukan oleh Rushayati, dkk., (2011) dengan menggunakan citra landsat tahun 2003 dan tahun 2008 untuk kota Bandung diketahui bahwa beberapa jenis penutupan lahan mengalami peningkatan diantaranya adalah lahan terbuka, permukiman, industri dan tanah terbuka. Sedangkan beberapa jenis penutupan lahan yang berkurang adalah hutan, kebun campur dan sawah. Angka yang sangat mengejutkan ditunjukkan oleh Rushayati dkk (2011) terkait dengan pertambahan jumlah wilayah terbangun dari 9% pada tahun 2003 menjadi 22% pada tahun 2008. Pada tahun 2010 luas wilayah terbangun bahkan telah mencapai 25% ([http://metropolitan.jabarprov. go.id/ourWorks/Bandung-Raya](http://metropolitan.jabarprov.go.id/ourWorks/Bandung-Raya)).

Tabel 4.2. : Jenis Tutupan Lahan di Kota Bandung tahun 2003 dan 2008

Jenis Penutupan Lahan	2003 (Ha)	2008 (Ha)
Hutan	59893.82	30454.1
Lahan Pertanian	96841.14	93709.87
Lahan Terbangun	15950.97	36688.95
Lahan Terbuka	3552.73	8524.09
Total	176238.66	169377.01

Sumber: Rushayati, 2011

Baik di Semarang maupun Bandung terdapat pemukiman kumuh. Kepadatan penduduk Kota Semarang pada tahun 2011 sebesar 4.100 jiwa per kilometer persegi. Daerah yang paling padat adalah kecamatan Semarang Selatan sebesar 14.000 jiwa per kilometer persegi, kecamatan Candisari (12.000 jiwa per kilometer persegi), kecamatan Semarang Tengah (11.800 jiwa per kilometer persegi) dan kecamatan Semarang Utara (11.600 jiwa per kilometerpersegi). Keempat kecamatan tersebut merupakan pusat perekonomian di Kota Semarang.

Daerah-daerah dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi cenderung menimbulkan pemukiman kumuh. Beberapa karakteristik pemukiman kumuh antara lain adalah ketersediaan air bersih yang masih terbatas, sistem drainase buruk, kepadatan penduduk 100 per satu hektar serta tidak memiliki jarak antara rumah yang satu dengan rumah yang lain. Di Semarang terdapat sekitar 42 pemukiman kumuh yang sebagian besar menempati bantaran kali Seroja. Pemukiman kumuh tersebut telah ada puluhan tahun yang lalu. Penduduk pemukiman kumuh merupakan penduduk yang paling merasakan dampak buruk perubahan lingkungan yang terjadi. Dalam kaitannya

dengan peningkatan suhu, penduduk di pemukiman kumuh telah merasakan hal ini jauh sebelum isu ini mengemuka. Dengan luas bangunan yang ditempati, jumlah penghuni tiap bangunan, rapatnya jarak antar bangunan serta kurangnya ruang terbuka dan tanaman, pemukiman kumuh identik dengan suhu yang tinggi.

Terbatasnya daya dukung lingkungan merupakan faktor utama yang menyebabkan sebuah daerah menjadi kumuh. Daya dukung lingkungan tidak mampu lagi menampung berbagai kegiatan penduduk tidak hanya dari segi tempat tinggal, melainkan juga dari segi ekonomi. Industri-industri yang berada pada lahan terbatas merupakan sumber utama pencemaran lingkungan, baik fisik maupun udara. Limbah industri berupa CO maupun CO₂ yang dibuang cenderung tidak terkontrol dan ini merupakan salah penyebab meningkatnya temperatur udara.

Anglomerasi penduduk di pemukiman padat biasanya dihuni oleh mereka-mereka dengan tingkat ekonomi kelas bawah. Mereka terpaksa bertempat tinggal di pemukiman padat karena relatif murah dan kemungkinan dekat dengan tempat pekerjaan. Karakteristik penduduknya kebanyakan bekerja di sektor ekonomi marjinal, seperti di sektor informal. Faktor pendapatan rendah telah mengakibatkan mereka terpaksa tinggal di daerah-daerah yang sudah melampaui daya dukung lingkungan.

Suhu atau temperatur udara merupakan sebuah fenomena alam yang langsung bersentuhan dengan peradaban umat manusia. Masyarakat dengan cepat mengetahui terjadinya sebuah perubahan temperatur yang ekstrim, seperti musim kemarau dan penghujan yang berkepanjangan. Pengalaman kognitif tersebut telah memberikan sebuah pembelajaran bagi masyarakat untuk memahami perubahan-perubahan yang terjadi di alam sekitarnya.

Rata-rata masyarakat yang berdomisili di kota Semarang dan Bandung mengetahui telah terjadi perubahan suhu udara. Hanya saja masyarakat kota Bandung sedikit lebih banyak merasakan perubahan suhu tersebut. Hal ini kiranya mudah dipahami karena kota Bandung yang dulunya beriklim hawa pegunungan tiba-tiba mengalami perubahan temperatur secara drastis. Hal ini tentunya secara alami dengan bahasa tubuhnya mereka dengan mudah mengetahui apa yang terjadi di sekitarnya.

Bandung saat ini dikenal merupakan salah satu kota yang paling padat setelah Jakarta. Kepadatan penduduk kota Bandung terlihat cukup tinggi mencapai 14.000 jiwa per kilometer persegi. Daerah yang paling padat penduduknya di kota Bandung adalah kecamatan Bojongloa Kaler sebesar 39.000 jiwa per kilometer persegi. Memperhatikan tingkat kepadatannya yang sangat tinggi dapat dipastikan kecamatan Bojongloa Kaler sangat kumuh. Hal ini mengingat luas daerah tersebut hanya 3 kilometer persegi. Di kota Bandung terdapat sekitar 194 pemukiman kumuh. Diantara pemukiman kumuh tersebut terdapat 29 pemukiman dengan katagori tinggi, 88 pemukiman dengan katagori sedang dan 77 pemukiman dengan katagori rendah.

Saat ini kota Bandung mengalami perkembangan yang pesat sekali sejalan dengan tumbuhnya pemukiman baru yang cenderung tidak ramah lingkungan. Banyak sekali gunung-gunung di daerah sekitar Bandung yang dulunya kaya dengan hutan untuk menyerap Carbon Monoksida (CO) sekarang menjadi gundul dan berubah menjadi komplek perumahan kalangan elit. Beberapa kecamatan di Bandung menurut Rushayati, dkk., (2011) yaitu Kecamatan Margahayu, Margaasih, Dayeuhkolot, Baleendah, Bojongsoang, Rancaekek, Cilenyi, Pameung- peuk dan Majalaya, merupakan kecamatan dengan rata-rata suhu yang lebih tinggi.

Hutan walaupun dalam kawasan yang kecil kiranya sangat bermakna bagi sebuah kota karena berfungsi sebagai paru-parunya. Sekarang pemerintah kota, khususnya kota Jakarta selalu merancang dan membangun hutan kota sebagai Ruang Terbuka Hijau (RTH). RTH tersebut merupakan pengejawantahan menghadapi perubahan iklim agar kota menjadi lebih hijau dan dapat mengurangi polusi udara yang cenderung semakin kotor. RTH juga diharapkan menjadi daerah resapan air.

Besarnya luas RTH berdampak positif terhadap menurunnya temperatur udara dan berdampak terhadap perbaikan kualitas udara pada suatu daerah, demikian pula sebaliknya (Rushayati, dkk., 2011; Wardhani, 2006). Daerah-daerah yang mempunyai luas RTH yang kecil cenderung mengalami peningkatan temperatur dan kualitas udara udaranya semakin buruk. Hal ini terutama disebabkan karena semakin sedikitnya pohon-pohon yang ada di RTH yang menyerap CO maupun CO₂. Kota-kota yang telah memiliki RTH telah menerapkan peraturan yang sangat ketat tentang penebangan pohon-pohon, walaupun hanya satu batang pohon sekalipun.

Saat ini secara kasat mata berbagai apartemen bertumbuhan di kota Bandung, namun semuanya untuk kalangan menengah keatas. Artinya pembangunan apartemen tersebut merupakan trend tumbuhnya kota sebagai kota modern, namun tidak menyelesaikan persoalan yang ada di daerah perkotaan secara keseluruhan. Sementara di daerah bagian lain kota Bandung bertebaran pemukiman dengan kepadatan yang sangat tinggi dengan menempati beberapa daerah bantaran sungai. Kota-kota yang lahannya cenderung semakin terbatas seharusnya membangun rumah-rumah susun untuk menampung penduduk dari pemukiman padat.

Kondisi seperti inilah yang mengakibatkan terjadinya perubahan suhu udara, khususnya di daerah pemukiman padat. Hal ini tercermin

dari persepsi masyarakat kota Semarang dan Bandung yang lebih dari 90%nya menyatakan bahwa telah terjadi perubahan suhu di kota mereka (lihat diagram 2.1). Semuanya menyatakan bahwa suhu saat ini lebih panas dibandingkan dengan 10 tahun yang lalu. Di Bandung, 99% menyatakan bahwa perubahan suhu telah terjadi, lebih tinggi daripada di Semarang yang “hanya” 93%. Pernyataan lebih panas disampaikan oleh responden di Bandung melalui tiga variasi jawaban yaitu “sekarang lebih panas”, “dulu lebih dingin” dan “sekarang lebih hangat”. Beberapa jawaban yang masuk dalam kategori lebih panas menunjukkan pengalaman yang spesifik. Diantaranya adalah jawaban bahwa “kalau subuh dan malam hari lebih panas” dan “lebih panas di jalan”. Sementara dalam kategori dulu lebih dingin terdapat jawaban, “dulu pagi masih ada embun/kabut”.

Di Semarang, dari total yang menyatakan telah terjadi perubahan suhu, secara umum menyatakan bahwa sekarang ini suhu lebih panas. Variasi jawaban responden lebih sedikit dibandingkan dengan Bandung. Hanya ada dua kategori jawaban untuk menyatakan suhu lebih panas yaitu lebih panas (95%) dan lebih panas lagi (5%). Menariknya, dalam kategori lebih panas lagi terdapat jawaban spesifik yang menyatakan “jauh lebih panas”, “panas banget” dan “lebih parah”.

Mencermati jawaban responden di Semarang dan Bandung terkait dengan telah terjadinya perubahan suhu terlihat kesejajarannya dengan data makro perubahan suhu yang terjadi di kedua kota. Perubahan suhu di Semarang telah terjadi sejak kurun waktu yang lebih panjang, dengan kenaikan suhu yang relatif lebih landai. Sementara di kota Bandung, perubahan suhu terjadi dalam kurun waktu yang sangat singkat dengan kenaikan yang relatif tinggi. Perubahan ini dirasakan oleh hampir semua penduduk karena sifatnya yang “mendadak” dan cepat. Studi Rushayati (2011) yang telah

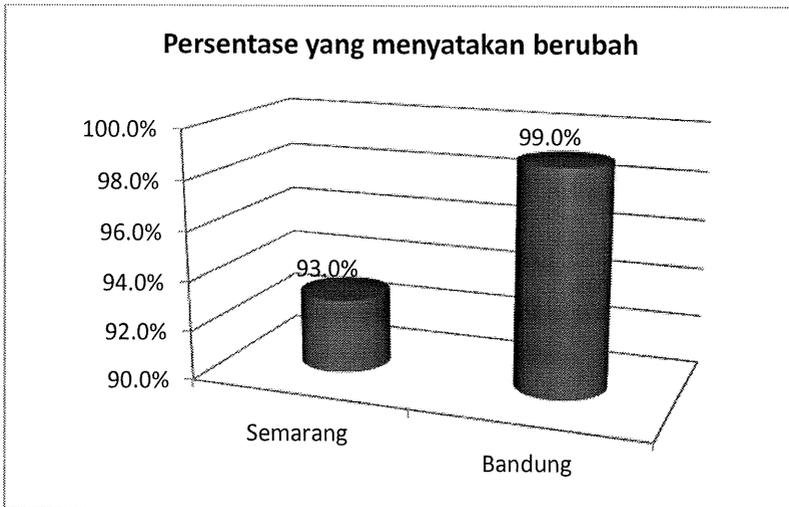
dikutip diatas, relevan dengan persepsi penduduk yang tercermin dalam variasi jawaban.

Perubahan yang cepat dalam waktu yang relatif singkat tercermin dalam jawaban responden di Kota Bandung yang lebih variatif. Variasi jawaban untuk kategori lebih panas menunjukkan kedekatan pengalaman responden dengan apa yang terjadi dengan lingkungan mereka. Demikian pula jawaban spesifik yang merujuk pada waktu (subuh), maupun kejadian (embun atau kabut) menunjukkan bahwa responden dengan teliti memperhatikan perubahan yang terjadi.

Sebaliknya di Semarang, kategori jawaban mengacu pada satu jawaban yang sama yaitu lebih panas tanpa ada variasi yang menunjukkan kondisi dimasa lalu (apakah lebih dingin?). Variasi hanya muncul pada kategori jawaban yang menyatakan panas yang sangat. Penduduk Semarang, tampaknya telah mulai beradaptasi terhadap perubahan suhu yang terjadi yang tercermin dari lebih sedikitnya penduduk yang menyatakan kondisi saat ini lebih panas dari sebelumnya (ada 7% yang menyatakan sama saja dibandingkan 1% di Bandung) serta ketiadaan variasi jawaban yang merujuk pada pengamatan yang cermat terhadap perubahan yang terjadi disekitar mereka. Rendahnya pengamatan cenderung terjadi karena apa yang terjadi sudah diterima sebagai hal yang biasa.

Meskipun studi ini tidak menunjukkan apakah peningkatan suhu yang diacu oleh responden merupakan suhu di dalam atau di luar rumah rumah ataupun suhu di jalan atau di taman, namun demikian sebagai bentuk pemahaman masyarakat akan perubahan yang terjadi pada lingkungan mereka, apa yang ditunjukkan oleh responden di Semarang dan Bandung dapat menjadi acuan bagi upaya-upaya pengurangan dampak peningkatan suhu.

Diagram 4.1.: Persentase Responden Yang Menyatakan Bahwa Telah Terjadi Perubahan Kualitas Udara



Sumber : Hasil Survei PPK-LIPI, 2012

Salah satu narasumber di Kota Bandung mengatakan bahwa jika sekitar sepuluh tahun yang lalu, udara masih terasa sangat dingin bahkan pada malam hari sangat dingin. Kondisi itu mengharuskan mereka memakai jaket. Namun pada saat penelitian dilakukan dikatakan udara jauh lebih panas. Udara siang hari terasa lebih gerah dan responden menyebutnya dengan istilah “sangat panas, padahal dulu dingin”. Perubahan lainnya adalah dulu di Kota Bandung pada pagi hari selalu ada embun, namun sekarang embun di pagi hari sudah tidak ada lagi. Bahkan pada malam hari udara terasa panas sehingga kalau tidur hari memakai alat pendingin. Di beberapa rumah khususnya rumah yang baru, sudah banyak dipasang AC, padahal di Kota Bandung dulu tidak banyak yang memakai alat pendingin seperti AC. Berdasarkan hasil survei, diperoleh informasi bahwa penyebab udara terasa semakin panas adalah berkurangnya jumlah pohon karena banyak yang ditebang dan banyaknya kendaraan bermotor. Mereka

dapat menyebutkan suhu menjadi semakin tinggi. Suhu yang semakin tinggi disebut dengan bahasa awam “udara tambah panas” juga dipahami sebagai akibat banyaknya penggunaan alat-alat elektronik. Banyaknya alat-alat elektronik menyebabkan penggunaan energy semakin meningkat dan polusi yang dihasilkan juga besar.

Pada penelitian Cahyadi dkk (2010) diperoleh informasi bahwa di Kota Semarang, walaupun suhu meningkat yang mengakibatkan udara terasa lebih panas, namun di sebagian kecil wilayah yaitu di kawasan pesisir ternyata masyarakat tidak merasakan panas. Bahkan mereka menyebut udara saat ini lebih sejuk dibandingkan sepuluh tahun yang lalu. Hal ini disebabkan karena mereka tinggal di pinggir pantai yang direklamasi. Sehingga jarak antara rumah dengan laut menjadi lebih jauh di bandingkan sebelum ada reklamasi. Kemudian, di daerah yang direklamasi ditumbuhi tanaman yang menimbulkan efek sejuk pada lingkungan sekitarnya. Sehingga udara menjadi lebih sejuk dibandingkan dengan sebelum di reklamasi.

Dalam upaya untuk mengatasi peningkatan suhu , penduduk kota Semarang dan Bandung mengembangkan serangkaian tindakan penyesuaian. Di Semarang responden secara umum memilih menggunakan kipas angin untuk mengusir hawa panas, sementara di Bandung lebih memilih menggunakan AC. Besar penggunaan AC di Bandung dapat dipahami dalam konteks suhu awal yang mereka rasakan dengan apa yang saat ini mereka rasakan. Peningkatan suhu yang cepat dan dalam waktu singkat menyebabkan responden di Bandung berupaya mengembalikan tingkat kenyamanan ke level yang sudah biasa mereka alami-. Untuk tujuan tersebut maka AC menjadi salah satu pilihan yang paling rasional. Aspek lain terkait dengan penggunaan AC di Bandung adalah tingkat perekenomian penduduk Bandung yang secara rata-rata lebih tinggi. Pemakaian kipas angin menjadi fenomena yang umum di kalangan menengah kebawah untuk mengurangi tingginya suhu udara di sekitar rumah tinggal.

Terlepas dari tingginya penggunaan AC dan kipas, responden di kedua kota, memahami bahwa ada kaitan antara perilaku hemat energi dengan suhu dalam jangka waktu yang panjang dan dalam perspektif kumulatif. Sebagai alternatif penggunaan AC dan kipas angin, responden menyatakan tentang pentingnya membuka jendela dan pintu serta menanam pohon untuk mengurangi dampak kumulatif penggunaan AC dan kipas (energi).

Selain itu, terkait dengan bangunan rumah, responden juga menyatakan tentang pentingnya penyesuaian terhadap berbagai bentuk bangunan rumahnya. Salah satunya dengan memperbanyak lubang angin agar sirkulasi udara semakin bersih. Tindakan untuk menyesuaikan bangunan rumah yang ramah lingkungan memang tidak mudah untuk dilakukan semua orang. Karena ada faktor tambahan biaya yang tidak sedikit. Salah satu narasumber menyatakan, bangunan yang ramah lingkungan harus di rencanakan sejak awal pembangunan. Padahal jika bangunan sudah ada dan berada di dalam kawasan padat penduduk akan lebih sulit untuk dibangun kembali dengan sirkulasi udara yang baik.

Mengingat kondisi perumahan di pemukiman padat tidak teratur kemungkinan sirkulasi udara tidak akan berjalan karena tertahan diantara rumah-rumah masyarakat. Masyarakat kalangan bawah di kota Bandung dan Semarang tetap mengandalkan kipas angin untuk mengurangi dampak meningkatnya temperatur udara. Perlu dipahami bahwa kipas angin tersebut tidak banyak membantu berjalannya sirkulasi udara dengan baik karena temperatur udaranya selalu menunjukkan peningkatan. Pembuatan ruang-ruang hijau seperti RTH harus lebih ditingkatkan agar pemukiman masyarakat, khususnya pemukiman padat dapat bersimbiose dengan tumbuhan yang ditanam disekitarnya.

4.4. Dampak Perubahan Suhu

Ketika suhu udara meningkat, maka berbagai gas polutan yang ada di dalam udara akan bereaksi menghasilkan gas-gas yang lebih berbahaya. Kondisi ini akan diperparah apabila kota secara geografis berada pada wilayah berbentuk lembah dan dikelilingi oleh gunung. Pada malam hari ketika suhu di wilayah pegunungan mulai mendingin, kota yang masih panas (karena perangkap panas), menyebabkan udara pegunungan berbalik membawa dan menekan gas-gas berbahaya yang berada dilapisan atas atmosfer turun ke permukaan. Hasilnya adalah asbut (asap dan kabut)/*smog* yang mengancam mereka yang beraktifitas di luar rumah.

Saat ini diberbagai belahan bumi, jumlah orang yang sakit karena dampak polusi udara semakin meningkat. Di Amerika, menurut *Union of Concerned Scientists* (2011), jutaan orang telah mengalami penyakit terkait pernapasan seperti asma dan kesulitan bernapas. Selain menyebabkan biaya tinggi untuk perawatan kesehatan, peningkatan suhu menimbulkan pengeluaran baru seiring dengan peningkatan penggunaan energi, seperti yang tercermin dari perilaku responden untuk mengatasi panas yang semakin tinggi.

Persoalan lain di daerah pemukiman padat adalah sanitasi, terutama pembuangan limbah rumah tangga. Banyak air sumur warga yang tercemar karena berdekatan dengan septiktank. Seharusnya jarak antara sumur dan septiktank sekitar 20 meter. Namun fenomena yang ada menunjukkan banyak diantara kelompok masyarakat yang tidak mengindahkan jarak tersebut karena rumah yang dibangun antara satu dengan rumah yang lain telah menyatu tanpa ada jarak lagi. Dampak dari sanitasi yang buruk tersebut telah mengakibatkan warga di pemukiman padat sangat rentan jika terjadi wabah penyakit menular seperti muntaber.

Dampak lain dari pemukiman penduduk yang padat adalah banyaknya energi listrik yang terbuang secara besar-besaran. Hal ini diakibatkan karena masyarakat seakan berlomba-lomba menggunakan pendingin udara dan kipas angin untuk meredam panas suhu udara. Padahal penggunaan alat pendingin udara tersebut banyak sekali memboroskan energi dan menimbulkan polusi. Pemakaian listrik yang berlebihan cenderung meningkatkan emisi sulfur dioksida, carbonmonoksida, nitrous dioksid dan carbon dioksid (Gulf Medical University, 2012). Beragam gas tersebut mempunyai kontribusi yang besar sekali terhadap pemanasan global yang didalamnya juga termasuk perubahan temperatur.

Dari data spasial yang dikeluarkan LAPAN (2004) terlihat ada penambahan luas UHI di kota Semarang. Perluasan UHI tersebut tampak suhu udara kota Semarang antara 30-35 derajat celcius yang tampak pada kawasan terbangun dan industri yang jumlahnya mencapai 12.174 Ha. Dari berbagai hasil analisa foto satelit diketahui adanya perluasan wilayah pemukiman dan industri di kota Semarang. Tidak ada perbedaan suhu udara pada siang hari dan malam hari. Bahkan kadang suhu udara pada malam hari lebih panas, sehingga meningkatkan konsumsi listrik untuk pendingin ruangan. Semuanya ini berdampak terhadap efek rumah kaca yang dihasilkan pembangkit listrik.

Namun faktor lain yang mengakibatkan perubahan suhu udara di kota-kota besar di Indonesia adalah jumlah kendaraan. Saat ini semua kendaraan sudah dilengkapi dengan peralatan untuk mengurangi polusi udara. Namun polusi udara yang berasal dari kendaraan tetap saja tinggi karena jumlah kendaraan yang bertambah banyak. Jumlah penjualan kendaraan baik roda empat maupun roda dua di Indonesia setiapnya selalu meningkat. Sebagai akibatnya dimana-mana terjadi kemacetan yang membuat suhu udara

semakin tinggi dan sama sekali tidak bersahabat dengan kesehatan karena udaranya semakin kotor.

Selama satu dekade diterapkannya hari bebas kendaraan bermotor (HBKB) berdampak terhadap penurunan pencemaran udara di Jakarta. Namun dalam dua tahun terakhir pencemaran udara di Jakarta mengalami peningkatan yang cukup tajam (Kompas, 2012). Salah satu penyebabnya adalah peningkatan populasi kendaraan yang dramatis selama periode tahun 2010-2012.

Pada tahun 2001 partikel debu di Jakarta mencapai lebih dari 100 mikrogram per meter kubik atau sudah berada di atas ambang batas normal. Kemudian pada tahun 2010 partikel debunya menurun menjadi 40-50 mikrogram per meter kubik. Namun pada tahun 2012 partikel debu tersebut kembali naik menjadi 60 mikrogram per meter kubik. Salah satu penyebabnya adalah tingginya emisi gas buang kendaraan bermotor (Kompas, 2012).

Dari keterangan yang diperoleh dari bagian DLLAJR kantor Dinas Perhubungan Kota Semarang bahwa tidak semua kendaraan roda empat diadakan uji kelayakan. Hanya kendaraan atau angkutan umum yang dilakukan uji kelayakan. Uji kelayakan tersebut dilakukan untuk mengetahui layak tidak sebuah kendaraan umum beroperasi. Seharusnya kendaraan pribadi yang jumlahnya lebih banyak juga dilakukan uji kelayakan. Banyak sekali kendaraan pribadi yang tidak layak beroperasi karena gas buangan terlalu besar dan berpotensi meningkatkan polusi di Kota Semarang.

Polusi udara yang semakin tinggi telah menimbulkan berbagai jenis penyakit (Sari Kovat and Rais Akhtar 2009). Dijelaskan bahwa meningkatkan suhu udara dapat meningkatkan jumlah dan tingkat kematian. Dampak meningkatnya suhu udara telah mengakibatkan sistem pernafasan dan jantung terganggu dan ini dapat mengakibatkan kematian pada penduduk lanjut usia dan anak-anak. Meningkatnya

suhu udara juga dapat mengakibatkan gangguan pernafasan dan penyakit paru-paru.

Banyak sekali usaha yang telah dilakukan untuk memperbaiki kualitas udara agar tidak menjadi masalah bagi kesehatan manusia. Pertama, menaikkan pajak kendaraan, khususnya kendaraan roda empat secara progresif. Mereka yang akan membeli kendaraan roda empat untuk kedua kalinya dikenakan pajak berganda. Namun tindakan tersebut ternyata sama sekali tidak berpengaruh secara signifikan. Hal ini terbukti jumlah penjualan kendaraan roda empat pada tahun 2012 hampir mendekati 1 juta unit (Kompas, 2012). Padahal tahun 2011 jumlah kendaraan yang terjual hanya sekitar 800 ribu unit.

Kedua, perlu tindakan secara sistematis mengurangi kendaraan bermotor roda dua atau sepeda motor. Sepeda motor tersebut merupakan sumber polusi udara di perkotaan karena jumlahnya hampir lima kali lipat daripada jumlah kendaraan roda empat. Menjamurnya sepeda motor karena adanya kemudahan kredit yang diberikan oleh penjual kepada konsumen. Saat ini dengan uang muka hanya 500 ribu rupiah seseorang dengan mudah memiliki sepeda motor. Seyogyanya ruang sepeda motor semakin dipersempit dengan jalan memperbanyak larangan penggunaan jalan-jalan tertentu yang tidak boleh dilalui kendaraan tersebut.

Ketiga, menggalakkan sistem transportasi masal yang dapat mengangkut dalam jumlah yang besar. Saat ini hanya kota Jakarta yang baru memiliki jenis transportasi masal yaitu bus way. Namun keberadaan bus way tersebut belum secara optimal menjadi solusi untuk mengurangi kemacetan karena jumlah armadanya yang masih terbatas. Sebagai akibatnya masyarakat tetap menggunakan kendaraan pribadi untuk berangkat ke tempat kerja.

Keempat, peningkatan perluasan RTH untuk mengurangi polusi di kota sekaligus mengurangi tingkat kepanasan di kota (UHI). Perluasan RTH tersebut tidak hanya dilakukan di taman-taman, melainkan juga merangsang penduduk untuk menanam pohon di sekitar pekarangan rumahnya. Penduduk yang secara sukarela menanam pohon di sekitar rumahnya perlu diberikan semacam penghargaan berupa insentif.

Kelima, untuk mengurangi polusi udara dapat dilakukan dengan jalan memberlakukannya HBKB secara ketat. Pesan yang disampaikan melalui HBKB tersebut dapat menyadarkan masyarakat betapa buruknya kualitas udara, khususnya di kota-kota besar di Jawa. Kedepan untuk mengurangi emis gas buang kendaraan bermotor kiranya perlu dipikirkan metode jalan berbayar (*road pricing*). Artinya setiap kendaraan yang melalui jalan-jalan tertentu pada suatu daerah diwajibkan membayar kompensasi terhadap gas buangan yang dikeluarkan oleh kendaraannya. Semua ini tentu memerlukan sosialisasi kepada masyarakat agar ide jalan berbayar tersebut tidak menjadi kontra produktif.

BAB V

ADAPTASI MASYARAKAT TERHADAP PERUBAHAN KUALITAS UDARA :

Konsumsi Energi dan Perubahan Perilaku di Tingkat Rumah Tangga

Energi memainkan peran yang sangat penting dalam kehidupan masyarakat karena energi merupakan parameter yang penting bagi pembangunan dan pertumbuhan ekonomi suatu negara. Hampir semua sektor kehidupan masyarakat, seperti rumah tangga, industri, transportasi, jasa tidak dapat dipisahkan dari kebutuhan energi. Pada sektor rumah tangga, energi berfungsi dalam berbagai kebutuhan antara lain untuk penerangan, memasak, pemanas, pendingin dan berbagai kebutuhan rumah tangga lain. Kebutuhan energi memiliki keterkaitan yang sangat erat dengan perkembangan ekonomi dan pertumbuhan penduduk. Keterbatasan ketersediaan energi menjadi problematik dan kelangsungan hidup bagi masyarakat di seluruh dunia, termasuk Indonesia. Dengan keterbatasan sumberdaya alam, dimana cadangan energi semakin menipis, terutama bahan bakar minyak, membuat semua negara mengoptimalkan cadangan energi untuk kepentingan masyarakat secara efisien sesuai dengan kebutuhan.

Kebutuhan energi (listrik dan BBM) rumah tangga di Indonesia cukup besar. Berdasarkan hasil penelitian IPB (2010), pada tahun 1990 sektor rumah tangga mengkonsumsi 56,5 % dari total energi final yang semakin menurun, pada tahun 2005 konsumsi energi rumah tangga menjadi 36,5 %. Penurunan tersebut menurut hasil penelitian IPB (2010) disebabkan karena pertumbuhan sektor industri dan

transportasi yang sangat pesat, bukan disebabkan penurunan konsumsi energi rumah tangga. Menurut Nuryanti (2007) pada tahun 2005 sektor rumah tangga mengkonsumsi energi final sekitar 315,10 juta SBM, yang meliputi energi komersial sebesar 87,8 juta SBM dan sisanya sebesar 227,3 berupa energi non komersial. Adapun energi yang mendominasi pemakaian energi untuk kebutuhan rumah tangga adalah kayu bakar, minyak tanah, gas dan listrik.

Pada rumah tangga, yang sering muncul dan terkait dengan konsumsi energi adalah terjadinya disparitas (perbedaan) dalam konsumsi energi antara kelompok masyarakat bawah (miskin) dengan kelompok masyarakat mampu (kaya). Selain itu juga terdapat perbedaan aksesibilitas terhadap sumber energi baik antara dua kelompok masyarakat di atas maupun antara daerah/wilayah perkotaan dan pedesaan. Konsumsi energi pada rumah tangga yang paling menonjol adalah konsumsi energi non komersial, terutama kayu bakar, Konsumsi energi kayu bakar yang sangat besar khususnya di pedesaan, karena harganya yang sangat murah bahkan tidak membeli, tetapi mencari di sekitar rumah atau desa, sementara energi komersial aksesibilitasnya sangat terbatas dan daya beli masyarakat desa rendah.

Badan Pusat Statistik 2006 (dalam Nuryanti, 2007) konsumsi energi rumah tangga dapat dikelompokkan menjadi lima kelompok berdasarkan besarnya pendapatan sebagai berikut :

Kelompok A : Penghasilan < Garis Kemiskinan (GK)

Kelompok B : 100%-124,99% = 1,00-1,2499 GK

Kelompok C : 125%-149,99% = 1,25-1,4999 GK

Kelompok D : 1,50% dari GK – 20,01 % penduduk terkaya

Kelompok E : 20 % penduduk terkaya

Sementara itu, ESDM (2006) memperlihatkan besaran konsumsi energi menurut kelompok rumah tangga berdasarkan

pengelompokan BPS di atas dapat di lihat dalam (Nuryanti 2007 : 175) dengan catatan GK (Garis Kemiskinan) didasarkan atas batasan GK yang ditentukan oleh pemerintah (misalnya GK ditetapkan Rp. 152.874,- perkaita per bulan/2006).

Berdasarkan pengelompokan di atas terlihat bahwa kelompok A,B dan C merupakan kelompok rumah tangga menengah ke bawah dengan konsumsi energi yang di dominasi oleh sebagian besar energi non komersial dan sebagian konsumsi energi komersial (LPG, listrik, minyak tanah dan bbm). Sementara itu, kelompok D dan E merupakan kelompok rumah tangga kaya yang sebagian besar mengkonsumsi LPG, listrik, minyak tanah dan bbm lainnya, karena rumah tangga tersebut mampu membeli dan memiliki akses yang cukup besar untuk menggunakan energi di atas.

Kebutuhan konsumsi energi besarnya kemungkinan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain : 1. *Faktor ekonomi*, rumah tangga akan memilih energi yang akan digunakan, rumah tangga ekonomi rendah (miskin) akan memilih energi sesuai dengan daya beli (non komersial); 2. *Faktor infrastruktur*, keterbatasan infrastruktur akan menghambat rumah tangga mampu di pedesaan/daerah terpencil untuk mengkonsumsi energi komersial (LPG, listrik), sehingga rumah tangga (masyarakat) mengandalkan energi non komersial dan 3. *Faktor Pola Pikir*, faktor ini juga akan menghambat dalam mengkonsumsi energi komersial sehingga sebagian besar rumah tangga akan memanfaatkan energi murah (non komersial). Selain itu, konsumsi energi rumah tangga di perkotaan maupun perdesaan sangat dipengaruhi oleh pendapatan/penghasilan rumah tangga. Pengeluaran konsumsi energi rumah tangga kelas menengah ke bawah sebagian besar untuk energi listrik, bahan bakar, dan air bersih. Sementara itu, rumah tangga dengan pendapatan tinggi (kaya) akan mengkonsumsi energi komersial dengan proporsi yang cukup tinggi. Hal tersebut selain praktis, kemampuan daya beli

kelompok masyarakat tersebut cukup tinggi dan akses terhadap infrastruktur cukup memadai, terutama masyarakat di perkotaan.

Dalam beberapa dekade di wilayah perkotaan Indonesia telah terjadi perubahan iklim yang cukup signifikan, sehingga mengakibatkan udara menjadi semakin panas (pulau panas perkotaan). Perubahan suhu (suhu udara meningkat) akan mengurangi kenyamanan (Adiningsih, 1994) yang dirasakan langsung oleh manusia yang akan mengakibatkan ketidaknyamanan kehidupan manusia di perumahan dan rumah tangga. Akibat ketidaknyamanan dan kenaikan suhu udara banyak orang menghindari suhu panas di dalam rumah dengan berbagai cara dan usaha serta menyesuaikan dengan lingkungan. Usaha yang dilakukan orang di kawasan permukiman diantaranya dengan melakukan penyesuaian atau adaptasi agar supaya kondisi dalam rumah dan kehidupannya tetap nyaman. Adaptasi atau mungkin penyesuaian yang dilakukan oleh Rumah Tangga dan masyarakat umumnya diantaranya dengan memasang Air Conditioning (AC), kipas angin, merekonstruksi rumah dengan memperbanyak saluran udara atau meninggikan atap rumah agar supaya dapat memperlancar sirkulasi udara.

Kajian dalam tulisan ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana respon RT terhadap konsumsi energi listrik sebagai akibat perubahan suhu dan kualitas udara di kota Semarang dan Bandung. Adapun pendekatan penelitian melalui pendekatan kuantitatif dan kualitatif dengan metode pengumpulan data menggunakan kuesioner (pertanyaan terstruktur). Sedangkan analisis dilakukan dengan deskriptif analisis dengan tabulasi silang sesuai dengan variabel dan tujuan penelitian.

5.1. Rumah Tangga dan Konsumsi listrik

Konsumsi energi listrik rumah tangga baik di perkotaan maupun perdesaan terdiri dari jenis pelanggan listrik. Di perkotaan maupun di perdesaa pelanggan energi listrik pada umumnya didominasi pelanggan rumah tangga. Sementara itu di perkotaan selain didominasi pelanggan rumah tangga juga terdapat jenis pelanggan bisnis dan industri serta untuk kegiatan sosial. Jenis pelanggan energi listrik di kota Semarang maupun kota Bandung berdasarkan hasil penelitian 2012 didominasi pelanggan rumah tangga dengan energi listrik terjual mencapai sekitar 38 persen. Sementara itu, energi terjual jumlahnya cukup besar adalah kalangan industri dan bisnis, meskipun pelanggan jumlahnya relatif kecil. Untuk menggerakkan mesin-mesin industri dalam proses produksi memerlukan energi listrik cukup besar. Hasil penelitian di kota Semarang dan Bandung memperlihatkan bahwa kawasan industri di dua kota tersebut memerlukan energi listrik yang sangat besar masing masing sebesar 33 persen dan 37 persen, agar supaya proses produksi dapat berjalan dengan baik. Selanjutnya pelanggan yang memerlukan energi listrik yang cukup besar adalah usaha bisnis. Usaha bisnis seperti supermarket, hotel pada umumnya berkembang di kota besar. Jenis usaha tersebut, untuk menjalankan operasionalnya memerlukan energi listrik yang cukup besar, seperti menjalankan AC di hotel maupun supermarket. Jenis pelanggan sosial dan publik pada umumnya meliputi rumah ibadah, sarana dan prasana umum dan sekolah dengan jumlah pelanggan yang relatif kecil dan kebutuhan energi listrik juga tidak terlalu besar. Untuk mengetahui jenis dan jumlah pelanggan serta energi listrik yang terjual kepada pelanggan dapat dilihat dalam tabel 5.1 sebagai berikut :

Tabel 5.1. Persentase Jumlah Pelanggan Listrik dan Energi Terjual Tahun 2010

Jenis pelanggan	Semarang		Bandung	
	% jumlah pelanggan	% energi terjual	% jumlah pelanggan	% energi terjual
Sosial	2,4	3,0	1,3	4,1
Rumah tangga	92,1	38,3	91,4	38,8
Bisnis	4,7	22,8	6,5	15,3
Publik	0,7	2,6	0,4	4,2
Industri	0,1	33,3	0,4	37,5
Total	1.079.663	34.927.300 MWh	612.704	294.926.604 MWh

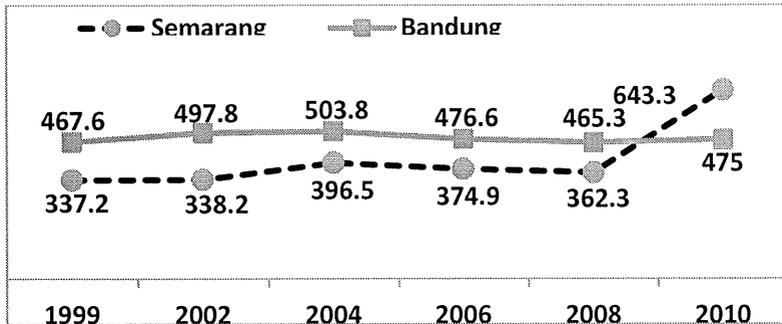
Sumber: PT PLN dalam Kota Semarang dan Kota Bandung Dalam Angka Tahun 2011

Untuk mengetahui besaran energi listrik yang terjual dapat dengan mengetahui rata-rata per Kwh konsumsi energi listrik menurut jenis pelanggan di kota Semarang dan Bandung terlihat dalam gambar 5.1. Setiap jenis pelanggan tentunya tidak sama kebutuhan rata-rata Kwh untuk konsumsi energi listrik. Kebutuhan rata-rata energi listrik jenis pelanggan Industri dan bisnis per Kwh pada umumnya lebih tinggi dibandingkan dengan kebutuhan energi listrik Rumah Tangga maupun sosial (rumah ibadah) dan publik (listrik penerangan jalan). Hal itu karena pelanggan industri dan bisnis memerlukan energi listrik yang sangat tinggi untuk menggerakkan peralatan industri.

Rata-rata konsumsi energi listrik tiap pelanggan di kota Semarang dan Kota Bandung sejak tahun 1999-2010 menunjukkan kecenderungan peningkatan, dengan peningkatan yang cukup tinggi di kota Semarang tahun 2008-2010. Peningkatan rata-rata konsumsi

energi listrik menurut jenis pelanggan, karena di kota Semarang membangun kawasan industri di Tanjung Emas dan perluasan kawasan permukiman sehingga memerlukan energi listrik sangat tinggi. Pengembangan kawasan industri dan permukiman ke Semarang Selatan dan Tengah menjadi salah satu pemicu semakin tingginya kebutuhan energi listrik. Selain itu, banyak rumah tangga di kota Semarang yang menambah daya listrik, sebagai bentuk antisipasi penggunaan peralatan listrik yang memerlukan daya listrik yang tinggi, seperti AC. Menurut data survei rumah tangga yang pernah meningkatkan daya listrik di Kota Semarang sekitar 26,7%, sedangkan di Kota Bandung rumah tangga yang meningkatkan daya listrik sebesar 24,2%. Sementara itu, konsumsi listrik tiap pelanggan di kota Bandung tahun 1999-2010 tidak menunjukkan peningkatan yang mencolok. Hal tersebut karena sejak tahun 2000 an kawasan industri di kota Bandung pindah ke wilayah pinggiran di Kabupaten Bandung dan Sumedang. Sedangkan rata-rata konsumsi listrik rumah tangga relatif tidak bertambah dari tahun ke tahun, meskipun ada pembangunan kawasan perumahan, terutama di kawasan Dago. Rata-rata konsumsi listrik yang meningkat adalah jenis pelanggan yang bergerak di bidang bisnis, hal itu karena dalam 10 tahun terakhir banyak berkembang usaha bisnis antara lain mal, rumah makan, outlet pakaian dan usaha hotel.

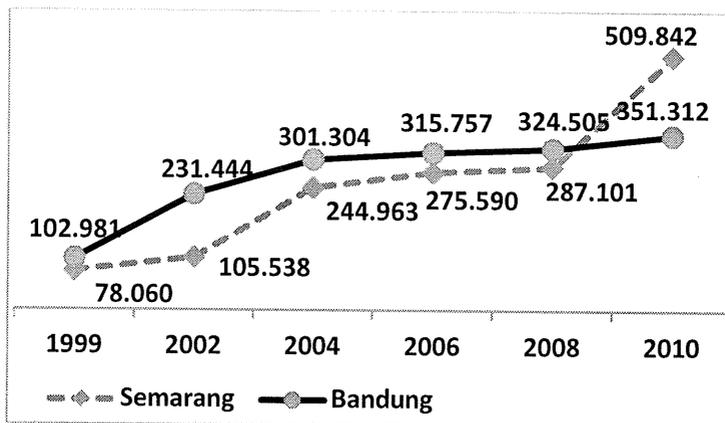
Grafik 5.1. Rata-Rata Konsumsi Listrik Tiap Pelanggan di Kota Semarang dan Bandung (dalam KWh)⁴



Sejalan dengan rata-rata konsumsi listrik per Kwh setiap pelanggan, jumlah konsumsi listrik akan berpengaruh terhadap besaran pengeluaran rumah tangga. Pengeluaran konsumsi listrik di Kota Semarang yang tertinggi mencapai Rp. 509.842,- dan yang terendah sebesar Rp. 78.060,-. Sementara di kota Bandung pengeluaran antara jenis pelanggan perbedaannya relatif tidak terlalu besar, yang tertinggi Rp. 351.312,-, sedangkan terendah sebesar Rp. 102.981,-. Perbedaan pengeluaran menurut jenis pelanggan sangat dipengaruhi oleh daya listrik dan lama jam operasi energi listrik setiap pelanggan sebagaimana terlihat dalam gambar di bawah.

⁴ PT PLN dalam Kota Semarang dan Kota Bandung Dalam Angka Tahun 2002, 2004, 2006, dan 2011.

Grafik 5.2. Rata-Rata si Listrik Tiap Pelanggan di Kota Semarang dan Bandung (dalam Rupiah)⁵ Konsum



5.2. Konsumsi Listrik di Tingkat Rumah Tangga

Sebagaimana dikemukakan di atas besaran pengeluaran konsumsi energi listrik berdasarkan jenis pelanggan sangat dipengaruhi oleh daya listrik. Begitu pula pengeluaran setiap rumah tangga juga dipengaruhi oleh besaran daya listrik yang dimiliki rumah tangga. Rumah tangga di Kota Semarang dan Bandung memiliki daya listrik yang sangat bervariasi mulai 450 Watt-10.000 Watt. Di kota Semarang jumlah rumah tangga memiliki daya listrik antara 450-900 Watt sangat besar mencapai 93,1 % dan sisanya sebesar 1300 Watt. Sementara di kota Bandung rumah tangga memiliki daya listrik yang lebih bervariasi. Rumah tangga yang memiliki daya listrik 450-900 Watt sebesar 54 persen, yang memiliki daya 1300-2200 Watt mencapai 42,5 persen, sedangkan rumah tangga yang memiliki daya

⁵ Ibid.

listrik di atas 4000 Watt sekitar 3 persen. Disparitas daya listrik antara rumah tangga di Semarang dan Bandung karena rumah tangga yang menjadi responden dua lokasi tersebut (obyek penelitian) berbeda. Di kota Bandung rumah tangga rpsonden merupakan rumah tangga dengan status sosial menengah ke atas, sementara di kota Semarang sebaliknya, terdiri dari rumah tangga dengan status sosial menengah ke bawah.

Tabel 5.2. Persentase Rumah Tangga Menurut Besaran Daya Listrik

Daya listrik (Watt)	450	900	1300	2200	4000	10000	Total
Semarang	43,6	49,5	6,9	0,0	0,0	0,0	100
Bandung	4,0	50,5	25,3	17,2	2,0	1,0	100

Sumber: *Survei Rumah Tangga PPK LIPI 2012*

Dalam beberapa tahun terakhir, di kota Semarang dan Bandung terjadi perubahan cuaca (iklim) yang menunjukkan bahwa udara menjadi semakin panas sebagai dampak perubahan klim global sehingga kawasan perkotaan menjadi semakin panas. (lihat Bab 3). Untuk mengantisipasi terjadinya perubahan iklim tersebut agar supaya udara dalam rumah tetap nyaman sebagian rumah tangga menambah beberapa peralatan listrik seperti AC dan kipas angin. Untuk kebutuhan listrik dan antisipasi penggunaan peralatan listrik memerlukan daya listrik yang tinggi sehingga sebagian rumah tangga menambah daya listrik sesuai dengan kebutuhan. Selain itu penambahan daya listrik dalam rumah tangga karena adanya kegiatan bisnis dalam rumah. Besaran penambahan daya listrik setiap rumah tangga dapat dilihat dalam tabel 5.3 sebagai berikut :

Tabel 5.3. Persentase Rumah Tangga Menurut Besar Daya Awal dan Setelah Dinaikkan

Besar Daya Awal	Besar daya setelah dinaikkan (Watt)						
	Semarang		Bandung				
	900	1300	900	1300	2200	4000	10000
450	81,5	7,4	37,5	4,2	-	-	-
900	-	11,1	-	29,2	4,2	4,2	-
1300	-	-	-	-	12,5	-	4,2
2200	-	-	-	-	-	4,2	-

Sumber: Survei Rumah Tangga PPK LIPI 2012

Berdasarkan tabel di atas memperlihatkan di kota Semarang sebagian besar rumah tangga menambah daya listrik semula 450 Watt menjadi 900 Watt, sedangkan sisanya menambah daya dari 450 Watt menjadi 900 dan yang semula 900 Watt menjadi 1300 Watt. Sementara itu di kota Bandung penambahan daya listrik besarnya lebih bervariasi dan yang terbesar rumah tangga yang semula memiliki daya 450 menjadi 900 Watt dan 900 Watt menjadi 1300 Watt. Selain itu sebagian rumah tangga menambah daya listriknya antara 4000 Watt sampai 10.000 Watt. Adapun alasan rumah tangga di Kota Semarang menaikkan daya listrik karena daya listrik tidak mampu menahan beban daya, karena meningkatnya konsumsi listrik sebagai semakin bertambahnya penggunaan perabotan elektronik, seperti penggunaan AC, Kipas Angin, Penanak Nasi dan Kulkas.

Penambahan penggunaan perabotan listrik, terutama kipas angin dan AC, kemungkinan rumah tangga menyesuaikan dengan panas udara yang cukup tinggi agar supaya tetap nyaman. Sedangkan Kota Bandung alasan rumah tangga menaikkan daya listrik, karena untuk

menaikkan daya listrik PLN membebaskan biaya penambahan daya listrik. Selain itu juga karena bertambahnya penggunaan peralatan elektronik baik untuk keperluan rumah tangga (AC, Kipas Angin) dan untuk keperluan usaha/bisnis rumah tangga. Penambahan daya listrik untuk penambahan peralatan elektronik di atas, karena Bandung udaranya mulai panas sebenarnya sejak Galunggung meletus pada tahun 1982. Kawasan Dago Utara dan wilayah Coblong banyak bukit dipangkas dan pohon ditebang untuk pembangunan perumahan dan jalan menuju kawasan Bukit Dago sehingga udara semakin panas. Sedangkan kawasan Kiaracondong merupakan kawasan permukiman padat, rumah berhimpitan, penduduk padat serta banyak usaha perumahan.

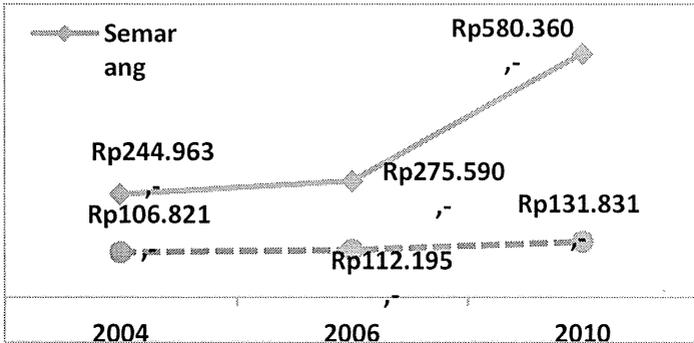
Seorang tokoh masyarakat di kawasan Dago Timur yang diwawancarai mengemukakan “dulu, sebelum tahun 1990 kalau tidur pakai celana panjang/training dan kaos kaki dan berselimut, sekarang tidur pakai celana pendek dan kaos oblong ditambah kipas angin. Begitu pula hasil wawancara dengan sopir di terminal Dago “sekarang Bandung udaranya panas, kalau tidur kadang-kadang hanya pakai kaos oblong dan celana pendek dan kadang-kadang dengan kipas angin karena nyamuknya banyak, ya kalau tahun 1980 an kota Bandung masih sangat dingin/sejuk, kalau pergi jalan ke Dago biasanya pakai jaket. Jumlah rumah tangga yang menambah daya listrik, karena penambahan penggunaan peralatan listrik di berdasarkan hasil survei di Kota Semarang sekitar 26,7% rumah tangga sedangkan di Kota Bandung sebesar 24,2% dari total rumah tangga yang di survei.

Adanya penambahan daya listrik, tentunya akan menambah jumlah pengeluaran rumah tangga per bulan sesuai dengan besar penambahan daya listrik setiap rumah tangga. Berdasarkan data pengeluaran untuk kebutuhan listrik setiap rumah tangga berbeda satu dengan lainnya. Pengeluaran untuk kebutuhan listrik di kota Semarang

meningkat cukup tinggi tahun 2010 dibandingkan dengan tahun 2004. Hal itu kemungkinan rumah tangga menyesuaikan diri dengan bertambahnya penggunaan peralatan listrik (AC dan Kipas Angin) agar supaya dalam rumah tetap sejuk guna mengurangi semakin panasnya udara di kota Semarang. Selain itu terdapat sebagian masyarakat, terutama di daerah pinggiran pantai yang mengusahakan air tanah dalam dengan pompa “jet pump”, sehingga memerlukan daya listrik tinggi yang selanjutnya berdampak pada pengeluaran listrik bagi rumah tangga yang mengusahakan air tanah dalam.

Sementara di kota Bandung pengeluaran rumah tangga pada tahun 2010 tidak terlalu mencolok dibandingkan dengan tahun 2004. Hal tersebut kemungkinan rumah tangga yang menjadi responden merupakan kelompok sosial menengah kebawah, hal tersebut terlihat dari lokasi permukiman yang merupakan kawasan permukiman padat, dengan jarak rumah satu dengan lain yang berdekatan serta penduduk yang sangat padat. Meskipun saat ini masyarakat kota Bandung banyak melakukan usaha bisnis rumahan, namun tidak memperlihatkan peningkatan pengeluaran rumah tangga untuk konsumsi listrik. Tidak terlihatnya rumah yang mengkonsumsi listrik yang tinggi, karena responden (rumah tangga) tidak memiliki usaha rumahan. Berdasarkan data pengeluaran konsumsi listrik rumah tangga di Semarang dan Bandung dapat dilihat dalam gambar di bawah sebagai berikut :

Grafik 5.3. Rata-rata Pengeluaran untuk Konsumsi Listrik Rumah Tangga per Bulan (rupiah)⁶



5.3. Pengelompokan Penghasilan Rumah Tangga

Pendapatan rumah tangga dapat dilihat dari dua aspek yaitu pendapatan rumah tangga dan pengeluaran rumah tangga. Sementara untuk mengetahui rumah tangga dikatakan miskin dapat dilihat pendapatan dengan garis kemiskinan di suatu wilayah/kota.

Menurut BPS (dalam Nuryanti, 2007) mendefinisikan terdapat 5 kelompok rumah tangga miskin menurut garis kemiskinan (GK) berdasarkan besarnya penghasilan, yaitu:

1. Kelompok A: Penghasilan < Garis Kemiskinan (GK)
2. Kelompok B: 100% - 124,99% dari GK = 1,00 – 1,2499 GK
3. Kelompok C: 125% - 149,99% dari GK = 1,25 – 1,4999 GK
4. Kelompok D: 150% dari GK – 20,01% penduduk terkaya
5. Kelompok E: > = 20% penduduk terkaya

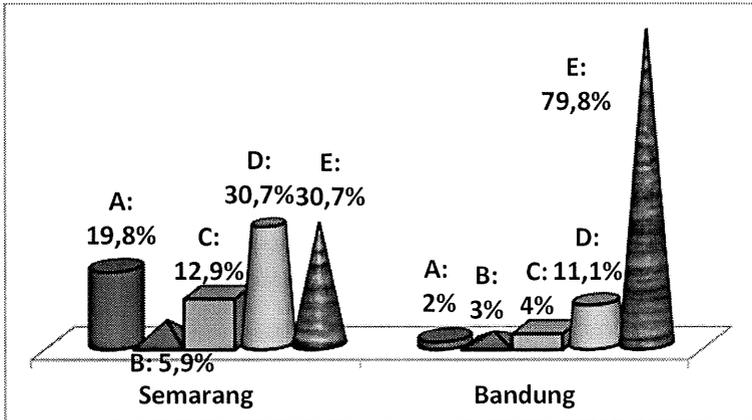
⁶ PT PLN dalam Kota Semarang dan Kota Bandung Dalam Angka Tahun 2004, 2006, dan 2011.

Kelompok A, B dan C lazim disebut golongan menengah ke bawah, sedangkan Kelompok D dan E lazim disebut golongan menengah ke atas.

Berdasarkan data untuk daerah Kota Bandung batas garis kemiskinan tahun 2012 (Maret) sebesar Rp **239.189**, naik 4,72 persen dibandingkan pada tahun 2011 (BPS). Sementara itu batas Garis Kemiskinan Kota Semarang pada tahun 2012 sebesar **Rp. 234.799,-** , naik sekitar 5,56 persen dibandingkan tahun 2011 sebesar Rp. 222.430,- per kapita per bulan. Sedangkan batas Garis Kemiskinan Jawa Tengah pada tahun 2012 sebesar Rp. 222.327,- per kapita per bulan.

Berdasarkan hasil survei di dua kota Semarang dan Bandung menunjukkan bahwa penghasilan di Kota Semarang rumah tangga yang memiliki penghasilan di bawah garis kemiskinan cukup tinggi sekitar 19 persen dibandingkan dengan kota Bandung yang relatif kecil sekitar 2 persen. Sementara rumah tangga dengan kelompok D dan E di kota Semarang persentasenya relatif sama, artinya kelompok rumah tangga yang menjadi obyek penelitian memiliki tingkat sosial ekonomi menengah ke bawah. Sebaliknya rumah tangga di kota Bandung yang memiliki penghasilan yang masuk golongan E (kaya) cukup tinggi yang mencapai sekitar 80 persen. Hal itu kemungkinan rumah tangga yang menjadi responden sebagian besar orang kaya, sementara kelompok menengah ke bawah (A,B,C) jumlahnya relatif kecil sehingga terlihat bahwa penghasilan rumah tangga di kota Bandung pada umumnya di atas batas garis kemiskinan sebagaimana tergambar dalam gambar di bawah.

Grafik 5.4. Persentase Rumah Tangga Menurut Kelompok Penghasilan per Bulan⁷



Apabila penghasilan rumah tangga dikaitkan dengan konsumsi energi listrik dan batas garis kemiskinan, memperlihatkan bahwa di kota Semarang rumah tangga dengan penghasilan pada kelompok A,B,C, D dan E mengeluarkan anggaran untuk konsumsi energi listrik rata-rata lebih tinggi dibandingkan dengan rumah tangga di Bandung baik pada tahun 2004 maupun 2010. Sedangkan pengeluaran untuk konsumsi energi listrik dibandingkan dengan batas garis kemiskinan memperlihatkan bahwa pengeluaran rumah tangga di kota Semarang lebih tinggi dibandingkan batas garis kemiskinan (GK) kota Semarang tahun 2012 sebesar Rp **234.799,-**. (pengeluaran energi listrik Rp. 244.962-Rp.580.360,-) Pengeluaran energi listrik (2004-2010) ini sangat besar dibandingkan penghasilan rumah tangga di kota Semarang (lihat gambar 4.4).

⁷Survei Rumah Tangga PPK LIPI Tahun 2012 di Kota Semarang dan Bandung.

Menurut peneliti ini sangat aneh karena pengeluaran untuk energi listrik, padahal rumah tangga juga harus mengeluarkan anggaran untuk kebutuhan makan, sekolah dan kebutuhan lain. Tingginya anggaran untuk energi listrik kemungkinan karena pemakaian peralatan listrik yang bervariasi antara lain AC dan menggunakan pompa air yang cukup tinggi memakai daya listrik. Sebaliknya rumah tangga di kota Bandung mengeluarkan anggaran untuk listrik 2004-2010 relatif kecil, sekitar 10 persen dibandingkan dengan penghasilan rumah tangga. Bahkan pengeluaran untuk listrik jauh di bawah batas garis kemiskinan kota Bandung sebesar Rp 239.189,- (pengeluaran listrik 2004-2010 Rp.106.821-131.831). Pengeluaran untuk energi listrik yang relatif kecil, kemungkinan dipengaruhi pola hidup masyarakat, tingkat pendidikan, bahwa mereka menyadari pentingnya melakukan penghematan pemakaian listrik.

Penghematan listrik dilakukan misalnya dengan mematikan listrik pada siang hari, penggunaan peralatan listrik secara terbatas atau mungkin sebagian besar rumah tangga untuk konsumsi air melalui PDAM atau sumber mata air yang disalurkan ke berbagai rumah (kasus di Bukit Dago Timur), tidak menggunakan pompa air yang menggunakan energi listrik cukup tinggi. Namun demikian berdasarkan data di kota Bandung yang menggunakan peralatan listrik dengan daya tinggi, pompa air/jet pump cukup tinggi sebesar 51 persen, dibandingkan dengan penggunaan peralatan pompa air di Semarang sekitar 16 persen, tetapi rata-rata pengeluaran rumah tangga untuk energi listrik di Semarang lebih tinggi dibandingkan di Bandung, meskipun penghasilan rumah tangga Semarang lebih rendah dibandingkan dengan kota Bandung.

Pengeluaran anggaran energi listrik pada umumnya dipengaruhi oleh pemilikan peralatan listrik dan penghasilan rumah tangga. Semakin banyak memiliki dan menggunakan peralatan listrik

tentu akan banyak menggunakan daya listrik yang cukup tinggi dan anggaran yang dikeluarkan juga semakin besar yang dapat mencapai 10-15 persen dari total penghasilan. Hasil survei di kota Semarang dan Bandung tahun 2012 penggunaan peralatan listrik berdasarkan tingkat penghasilan sebagaimana terlihat dalam tabel 5.4 di bawah :

Tabel 5.4. Persentase Banyaknya Rumah Tangga Menurut Kepemilikan Peralatan Listrik di Kota Semarang dan Bandung

Kota	Peralatan listrik	Kelompok Rumah Tangga Berdasarkan Penghasilan per Bulan					Total
		A	B	C	D	E	
Semarang	TV	19,8	5,9	11,9	29,7	29,7	97,0
	Radio/tape	5,0	2,0	2,0	7,9	13,9	30,7
	Kipas angin	17,8	5,9	11,9	29,7	30,7	96,0
	Setrika	16,8	5,0	10,9	27,7	27,7	88,1
	Dispenser	4,0	-	1,0	5,9	11,9	22,8
	Ricecooker	14,9	5,9	6,9	24,8	20,8	73,3
	Lemari es	7,9	3,0	5,9	15,8	26,7	59,4
	Mesin cuci	1,0	-	-	3,0	19,8	23,8
	AC	-	-	-	-	1,0	1,0
	Komputer/laptop	2,0	-	1,0	2,0	12,9	17,8
	Kompor/oven listrik	-	-	-	-	-	-
	Microwave	-	-	-	-	-	-
	Water heater mandi	-	-	-	-	-	-
	Pompa air/jet pump	5,0	1,0	1,0	6,9	16,8	30,7

Bandung	TV	2,0	3,0	4,0	11,1	79,8	100,0
	Radio/tape	1,0	2,0	-	6,1	49,5	58,6
	Kipas angin	1,0	2,0	1,0	8,1	52,5	64,6
	Setrika	2,0	3,0	4,0	11,1	77,8	98,0
	Dispenser	1,0	1,0	-	6,1	62,6	70,7
	Ricecooker	2,0	2,0	4,0	8,1	71,7	87,9
	Lemari es	-	2,0	3,0	10,1	74,7	89,9
	Mesin cuci	-	1,0	-	5,1	54,5	60,6
	AC	-	-	-	1,0	5,1	6,1
	Komputer/laptop	-	-	-	4,0	57,6	61,6
	Kompor/oven listrik	-	-	-	-	4,0	4,0
	Microwave	-	-	-	1,0	7,1	8,1
	Water heater mandi	-	-	-	1,0	4,0	5,1
	Pompa air/jet pump	1,0	-	3,0	8,1	51,5	63,6

Sumber: Survei Rumah Tangga PPK LIPI 2012

Rumah tangga di Kota Semarang dan Bandung berdasarkan kelompok penghasilan A, B, C, D dan E pada umumnya memiliki dan menggunakan peralatan elektronik untuk kebutuhan sehari-hari seperti TV, Radio/Tape Recorder, Setrika, Dispencer dan Rice Cooker, Kipas Angin, Kulkas, Mesin Cuci dan Laptop/komputer. Rumah Tangga yang memiliki peralatan listrik tersebut sebagian besar dimiliki rumah tangga yang memiliki penghasilan kelompok penghasilan D dan E baik di kota Semarang maupun kota Bandung. Hal tersebut wajar karena rumah tangga penghasilan yang cukup tinggi mampu membeli berbagai peralatan listrik/elektronik guna menunjang kehidupan sehari-hari.

Sebagai contoh laptop/komputer untuk bekerja, dan rice cooker dan microwave untuk memasak/menghangatkan makanan. Sementara itu rumah tangga yang memiliki peralatan listrik, khusus Kipas angin atau AC mempunyai fungsi agar supaya rumah tetap nyaman dan

tidak panas, umumnya dimiliki rumah tangga yang berpenghasilan menengah ke atas. Di kota Semarang rumah tangga yang memiliki AC dan kipas angin masing-masing sebesar 1 persen dan 30,7 persen dari kelompok rumah tangga yang berpenghasilan tinggi, sedangkan rumah tangga miskin sekitar 17 persen memiliki kipas angin. Selanjutnya di Kota Bandung yang memiliki kipas angin sekitar 52 persen dan AC 5 persen yang berasal dari kelompok yang berpenghasilan tinggi (E).

Hal yang menarik rumah tangga mampu di kota Bandung sebagian besar kelompok penghasilan D dan E memiliki peralatan listrik berupa laptop, mesin cuci, setrika listrik, lemari es, dispenser, ricecooker jumlahnya di atas 50 persen. Hal tersebut menunjukkan bahwa masyarakat kota Bandung sudah menyadari bahwa sejak beberapa waktu udara sudah mulai panas sehingga masyarakat merasa perlu memakaikipas angin atau AC. Selain itu, masyarakat kota Bandung juga menyadari menggunakan laptop/komputer atau TV untuk mengakses informasi agar supaya tidak tertinggal dengan berbagai informasi. Masyarakat menggunakan peralatan listrik lain, kemungkinan untuk memudahkan dalam kegiatan rumah tangga, karena tingginya kegiatan yang dilakukan setiap anggota rumah tangga, misalnya bekerja atau sekolah. Namun demikian peralatan listrik tersebut di atas ditemukan dalam rumah tangga yang berpenghasilan rendah (miskin), karena masyarakat dengan penghasilan rendah (A, B) tidak mampu membeli peralatan listrik seperti di atas yang harganya cukup mahal.

5.4. Pengeluaran listrik terhadap total pengeluaran RT berdasarkan Penghasilan RT

Pemilikan dan penggunaan jumlah peralatan listrik sangat tergantung pada penghasilan rumah tangga yang selanjutnya mempengaruhi pengeluaran total dalam rumah tangga. Semakin banyak dan jenis peralatan yang dimiliki dan digunakan rumah tangga

semakin besar pengeluaran untuk listrik terhadap total pengeluaran rumah tangga setiap bulan. Pengeluaran listrik di kota Semarang dan Bandung berdasarkan kelomok penghasilan dapat dilihat pada tabel di bawah sebagai berikut :

Tabel 5.5. Persentase Banyaknya Rumah Tangga Menurut Pengeluaran Listrik Terhadap Total Pengeluaran

Kota	Pengeluaran Listrik terhadap Total Pengeluaran	Kelompok Rumah Tangga Berdasarkan Penghasilan per Bulan					Total
		A	B	C	D	E	
Se marang	0% - < 5%	1,0	1,0	1,0	3,0	9,9	15,8
	5% - < 10%	10,9	3,0	4,0	21,8	13,9	53,5
	10% - < 15%	5,9	1,0	4,0	4,0	5,9	20,8
	15-<20%	2,0	1,0	3,0	1,0	-	6,9
	20-<25	-	-	1,0	1,0	1,0	3,0
Bandung	0% - < 5%	-	-	1,0	-	25,3	26,3
	5% - < 10%	-	2,0	3,0	5,1	37,4	47,5
	10% - < 15%	2,0	1,0	-	6,1	8,1	17,2
	15-<20%	-	-	-	-	8,1	8,1
	35% - < 40%	-	-	-	-	1,0	1,0

Sumber: Survei Rumah Tangga PPK LIPI 2012

Pengeluaran listrik terhadap total pengeluaran rumah tangga di kota Semarang yang terbanyak antara 5-10 persen dilakukan kelompok rumah tangga yang berpenghasilan A, D dan E. Begitu pula di kota Bandung pengeluaran listrik dengan persentase 5-10 persen dilakukan oleh rumah tangga dengan penghasilan tinggi (E), sementara yang mengeluarkan 0-5 persen dari rumah tangga penghasilan tinggi

juga cukup besar mencapai 25 persen. Pengeluaran rumah tangga untuk listrik antara 15-20 persen di Semarang dan Bandung masing-masing 5 dan 8 persen dari kelompok penghasilan tinggi (E). Pengeluaran yang cukup tinggi dari total pengeluaran rumah tangga, karena penggunaan peralatan listrik yang menyedot daya listrik tinggi, seperti AC, pompa air, setrika listrik, sehingga wajar rumah tangga tersebut harus mengeluarkan anggaran yang cukup tinggi untuk mempertahankan dan menyesuaikan kenyamanan dan memenuhi kemudahan dalam aktivitas rumah tangga lainnya.

5.5. Pola Respon Rumah Tangga Terhadap Kenaikan Suhu Udara

Respon atau penyesuaian diri rumah tangga dan masyarakat untuk menetralkan suhu (tetap menjaga kenyamanan) terhadap kenaikan suhu udara sangat bervariasi, tergantung dari kapasitas rumah tangga dan masyarakat dalam menggunakan jumlah peralatan listrik dan penghasilan rumah tangga sebulan. Selain itu, pengetahuan masyarakat dalam menetralkan atau menyesuaikan diri dengan udara panas agar supaya dalam rumah tetap nyaman dapat dilakukan sesuai dengan kemampuan masing – masing rumah tangga sebagaimana terlihat di bawah.

Tabel 5.6. Persentase Banyaknya Rumah Tangga Tentang Cara Meningkatkan/Memperbaiki Sirkulasi Udara Berdasarkan Penghasilan Per Bulan

Kota	Cara Meningkatkan/ Memperbaiki Sirkulasi	Kelompok Rumah Tangga Berdasarkan Penghasilan per Bulan					Total
		A	B	C	D	E	
Semarang	Memakai kipas angin	17,8	5,9	10,9	29,7	29,7	94,0
	Menanam pohon/tanaman di depan rumah	1,0	-	2,0	1,0	1,0	5,0
	Menambah luas halaman	1,0	-	-	-	-	1,0
Bandung	Memasang AC	-	-	-	1,0	4,8	5,8
	Memakai kipas angin	2,1	2,1	1,0	5,2	30,6	41,0
	Menanam pohon/tanaman di depan rumah	-	1,0	-	-	22,7	23,7
	Memperbanyak pintu/jendela serta membukanya	-	-	3,1	4,1	18,8	26,0
	Menambah luas halaman	-	-	-	-	3,5	3,5

Sumber: Survei Rumah Tangga PPK LIPI 2012

Data di atas memperlihatkan bahwa untuk menyesuaikan atau respon rumah tangga atas kenaikan suhu udara di kota Semarang adalah memakai energi listrik yaitu menggunakan kipas angin yang dilakukan oleh kelompok penghasilan bawah maupun atas (A,B,C,D,E), sementara rumah tangga yang merespon kenaikan suhu udara dengan menanam pohon relatif kecil sekitar 1-2 persen. Sedangkan rumah tangga di kota Bandung untuk menyesuaikan diri

dengan udara panas lebih bervariasi. Hal ini kemungkinan dipengaruhi oleh tingkat pendidikan, pengetahuan dan kesadaran masyarakat pentingnya melakukan penghijauan di sekitar rumah dan perkampungan . Selain itu, adanya kepedulian pemerintah (pejabat pemerintah kota Bandung, Kecamatan atau kelurahan yang bersedia mendatangi permukiman padat untuk secara bersama melakukan penanaman pohon tanah-tanah yang kosong dan tidak dimanfaatkan (lahan tidur) disekitar permukiman dan perguruan tinggi (ITB) yang memberitakan kesempatan menanam pohon di lahan milik kampus.

Rumah tangga dan masyarakat selain menggunakan kipas angin dan AC, juga menanam pohon di depan rumah, termasuk tanaman pot (lahan sempit), sehingga pohon-pohon tersebut dapat menjadi pelindung dan menyerap CO₂ yang selanjutnya berguna menjaga kenyamanan lingkungan rumah. Selain itu, rumah tangga juga menambah/memperlebar ventilasi udara, menambah jendela serta membuka pintu depan pada siang hari Rumah tangga yang memakai energi listrik berupa kipas angin, AC maupun menanam pohon sebagai pohon pelindung merupakan rumah tangga yang berpenghasilan menengah ke atas (D,E), sedangkan yang merubah dan memperbanyak ventilasi udara merupakan kelompok penghasiln tinggi (E). Upaya merubah ventilasi udara maupun membuka pintu pada siang hari agar supaya terjadi sirkulasi udara sehingga tetap di dalam rumah tetap nyaman. Penggunaan energi listrik(kipas angin, AC), menanam pohon maupun menambah ventilasi udara berdasarkan data di atas dilakukan oleh rumah tangga yang memiliki penghasilan tinggi (E) sebesar 26 persen. Kelompok ini menyadari untuk menghemat energi mereka sebagian merubah sirkulasi udara dengan menambah ventilasi sehingga terjadi sirkulasi udara dengan baik agar supaya udara tetap nyaman, meskipun udara diluar lebih panas.

Rumah tangga dan masyarakat umumnya untuk pergi ke tempat kerja, mengantar anak sekolah, berbelanja ke pasar, selain menggunakan transportasi umum (angkutan kota, bus, sepeda motor) juga menggunakan kendaraan pribadi. Sebagaimana kita ketahui transportasi umum diberbagai kota, termasuk kota Semarang dan Bandung, meskipun udara panas, pada umumnya tidak menggunakan pendingin (AC), sehingga orang naik kendaraan umum merasa panas dan tidak nyaman. Oleh karena itu, yang memiliki penghasilan tinggi pada umumnya memiliki mobil pribadi yang dilengkapi AC untuk pergi kerja, berbelanja maupun keperluan lain . Hal ini sudah menjadi kebiasaan dan pola hidup masyarakat perkotaan, apabila bepergian menggunakan mobil pribadi menggunakan Ac, agar supaya tidak cepat lelah dan sepanjang perjalanan tetap nyaman, meskipun udara sangat panas. Masyarakat kota Semarang dan Bandung berdasarkan observasi, apabila bepergian menggunakan mobil pribadi cenderung menggunakan AC, untuk menjaga agar supaya tetap nyaman dan tidak lelah. Perilaku masyarakat tersebut sudah menjadi budaya perilaku masyarakat perkotaan, dalam rangka adaptasi atau menyesuaikan diri dengan perubahan suhu udara yang semakin panas di perkotaan. Sebagai contoh kota Jakarta, Surabaya, Semarang dan Bandung, sebagian besar masyarakat, apabila naik mobil pribadi cenderung menggunakan AC.

Rumah tangga dan masyarakat di perkotaan (Semarang dan Bandung) berdasarkan hasil penelitian cenderung semakin banyak memiliki dan menggunakan peralatan listrik. Pemilikan dan penggunaan peralatan listrik yang semakin banyak, tentunya semakin besar anggaran yang dikeluarkan oleh rumah tangga untuk membayar energi listrik, baik yang dilakukan rumah tangga miskin maupun rumah tangga kaya. Untuk menghemat anggaran pengeluaran energi listrik setiap rumah tangga tentu harus melakukan berbagai usaha agar supaya rumah tangga dapat menghemat pemakaian energi listrik.

Untuk mengetahui usaha rumah tangga menghemat energi dapat dilihat dalam tabel di bawah.

Tabel 5.7. Persentase Banyaknya Rumah Tangga Tentang Cara Hidup Hemat Energi

Kota	Cara Hidup Hemat Energi	Kelompok Rumah Tangga Berdasarkan Penghasilan per Bulan					Total
		A	B	C	D	E	
Semarang	Mematikan lampu yang tidak digunakan	8,8	2,5	5,4	14,2	11,4	42,3
	Memakai lampu hemat energi	1,6	-	1,2	3,3	5,8	11,9
	Mematikan elektronik yang tidak digunakan	5,8	2,5	5,4	8,0	8,1	29,8
	Membeli alat elektronik hemat listrik	0,1	-	0,3	2,3	2,9	5,6
	Memakai transportasi umum	0,1	-	0,3	0,7	1,2	2,3
	Bersepeda/berjalan kaki	3,1	-	0,5	1,6	1,1	6,3
	Merawat kendaraan pribadi (servis berkala, uji emisi)	0,4	-	-	0,9	0,5	1,8
Bandung	Mematikan lampu yang tidak digunakan	2,0	2,2	4,1	7,7	33,9	49,9
	Memakai lampu hemat energi	-	0,2	-	0,4	11,8	12,4
	Mematikan elektronik yang tidak digunakan	-	0,2	-	1,2	19,1	20,5
	Membeli alat elektronik hemat listrik	-	-	-	0,4	2,5	2,9
	Memakai transportasi umum	-	0,2	-	-	3,2	3,4
	Bersepeda/berjalan kaki	-	0,2	-	0,4	4,5	5,1
	Merawat kendaraan pribadi (servis berkala, uji emisi)	-	-	-	0,3	5,5	5,8

Sumber: Survei Rumah Tangga PPK LIPI 2012

Upaya menghemat energi listrik setiap rumah tangga berbeda antara satu dengan lainnya. Cara menghemat listrik dalam rumah tangga dipengaruhi oleh lokasi, kondisi dan luas rumah dan penghasilan rumah tangga. Menurut hasil survei cara rumah tangga di kota Semarang dan Bandung untuk menghemat energi listrik caranya relatif sama yaitu mematikan lampu yang tidak digunakan baik pada

siang hari maupun malam hari. Selain itu, mematikan peralatan elektronik yang tidak digunakan serta menggunakan lampu hemat energi. Kelihatan bahwa rumah tanggadan masyarakat di dua kota tersebut telah menyadari pentingnya melakukan penghematan energi listrik dengan mematikan peralatan elektronik. Rumah tangga yang melakukan penghematan energi sebagian besar dilakukan oleh rumah tangga yang memiliki penghasilan mengengah ke atas. Hal tersebut wajar saja, karena kelompok rumah tangga tersebut cenderung memiliki pengetahuan tentang penghematan listrik yang lebih baik, karena memiliki akses terhadap informasi yang berkaitan dengan pentingnya melakukan hemat energi, memiliki tingkat pendidikan yang lebih baik, dan kemungkinan sudah menjadi kebiasaan masyarakat.

Sementara untuk menghemat anggaran untuk kebutuhan transportasi semua rumah tangga baik yang berpenghasilan tinggi maupun rendah memilih menggunakan transportasi umum. Pemilihan transportasi umum karena menghemat biaya, apabila menggunakan mobil pribadi tentunya akan mengeluarkan biaya yang cukup besar untuk membeli BBM dan biaya perawatan mobil yang tidak murah. Selain menggunakan sebagian masyarakat untuk menghemat energi dan anggaran antara lain naik sepeda atau sepeda motor untuk pergi sekolah atau ke kantor serta berbelanja.

Perilaku rumah tangga dan masyarakat berkaitan dengan hemat energi yang terkait dengan perubahan suhu udara seperti yang terlihat dalam tabel 4.7 di kota Semarang sebanyak 92 persen dan di Bandung sebesar 74.7 persen. Tingginya RT di kota Semarang yang melakukan upaya menghemat energi, karena mereka menyadari bahwa melakukan hemat energi akan mempengaruhi pengeluaran rumah tangga, karena daya energi listrik dapat dikurang semaksimal mungkin agar menjadi kecil, sehingga anggaran untuk energi listrik juga menjadi kecil. Sementara di kota Bandung sebagian rumah tangga tidak melakukan penghematan energi, hal itu kemungkinan karena

sebagian rumah tangga, memiliki AC, pompa air memiliki usaha/bisnis rumah tangga sehingga tetap memerlukan energi listrik yang cukup tinggi. Oleh karena itu, RT yang memiliki usaha bisnis cenderung tidak melakukan usaha penghematan energi listrik. Untuk mengetahui perilaku rumah tangga melakukan hemat energi dapat dilihat dalam tabel 4.8 di bawah :

Tabel 5.8. Perilaku Hemat Energi oleh RT Kota Semarang dan Bandung Terkait dengan Suhu/Kualitas Udara?

	Perilaku Hemat Energi Terkait dengan Suhu Udara		Perilaku Hemat Energi Terkait dengan Kualitas Udara	
	Semarang	Bandung	Semarang	Bandung
Ya	92,1%	74,7%	78,2%	69,7%
Tidak	7,9%	25,3%	21,8%	30,3%

Sumber: Survei Rumah Tangga PPK LIPI 2012

Perilaku rumah tangga dan masyarakat hemat energi yang berkaitan dengan kualitas udara di kota Semarang lebih baik dibandingkan dengan kota Bandung. Upaya yang dilakukan rumah tangga diantaranya adalah menanam pohon di sekitar halaman rumah, hal itu karena pohon-pohon dapat menyerap CO₂ , meneduhi sekitar rumah sehingga itu merupakan cara menhemat energi listrik melalui penanaman pohon. Sebaliknya di beberapa lokasi kota Bandung, sebagian pohon ditebang, karena untuk pembangunan infrastruktur seperti jalan raya (kasus kawasan Bukit Dago Timur) sehingga udara tetap menjadi panas, yang menyebabkan rumah tangga tidak melakukan penghematan energi, tetap menggunakan AC atau kipas angin untuk menyesuaikan/adaptasi dengan udara yang panas.

Untuk menghadapi dan menyesuaikan perubahan suhu udara, selain menggunakan peralatan listrik, seperti memakai kipas angin, AC, menanam pohon di depan rumah atau melakukan renovasi rumah dengan menambah ventilasi, dan meninggikan bangunan rumah. Rumah tangga di kota Semarang dan Bandung berdasarkan hasil survei sebagian besar tidak pernah melakukan renovasi rumah untuk adaptasi/ menyesuaikan dengan udara panas baik rumah tangga berpenghasilan rendah maupun tinggi. Untuk mengetahui banyaknya rumah tangga di dua kota mengenai cara memperbaiki sirkulasi udara dapat dilihat tabel 4.9 di bawah

Tabel 5.9. Persentase Banyaknya Rumah Tangga Semarang Tentang Cara Memperbaiki Sirkulasi Udara

Kota	Cara Memperbaiki Sirkulasi Udara	Kelompok Rumah Tangga Berdasarkan Penghasilan per Bulan					Total
		A	B	C	D	E	
Semarang	Pernah merenovasi rumah	3,0	-	-	1,0	3,0	6,9
	Tidak pernah merenovasi rumah	16,8	5,9	12,9	29,7	27,7	93,1
Bandung	Pernah merenovasi rumah	-	-	-	2,0	25,3	27,3
	Tidak pernah merenovasi rumah	2,0	3,0	4,0	9,1	54,5	72,7

Sumber: Survei Rumah Tangga PPK LIPI 2012

Di kota Bandung, terdapat sebagian rumah tangga yang melakukan adaptasi/menyesuaikan diri terkait dengan perubahan suhu udara dengan melakukan renovasi rumah yang jumlahnya mencapai

27 persen yang berasal dari golongan rumah tangga golongan berpenghasilan tinggi (D dan E), sementara di kota Semarang jumlahnya relatif kecil. Rumah tangga yang mampu melakukan adaptasi/menyesuaikan diri pada umumnya dengan alasan untuk memperbaiki sirkulasi udara agar supaya terjadi perubahan udara dan dalam dalam rumah tetap nyaman. Sementara itu, rumah tangga yang tidak melakukan adaptasi/ meyesuaikan diri dengan perubahan udara antar lain dengan alasan ventilasi udara sudah mencukupi, lokasi untuk menambah ventilasi udara tidak tersedia dan jarak antara satu rumah dengan rumah lain terlalu sempit (berdempetan) sehingga tidak memungkinkan melakukan renovasi.

BAB VI

DARI ADAPTASI MENUJU MITIGASI : GREEN BUILDING

Perubahan iklim secara signifikan akan berdampak langsung pada wilayah perkotaan terkait dengan kerentanan dan jumlah penduduk yang padat di kota-kota besar. Kerentanan penduduk perkotaan terutama terkait dengan gejala yang disebut sebagai “kotanisasi kemiskinan”. Kemiskinan yang tadinya identik dengan wilayah pedesaan saat ini mulai berpindah ke wilayah perkotaan yang tercermin dari tren peningkatan jumlah penduduk miskin di perkotaan. Kerentanan juga terkait dengan aspek ekonomi dan sosial budaya penduduk miskin perkotaan, diantaranya tingkat pendapatan dan pendidikan yang rendah serta ikatan kultural dengan lingkungan sekitarnya yang rendah. Dari segi jumlah dan kepadatan, jumlah yang besar dan kepadatan yang tinggi menyebabkan jumlah orang yang mungkin terkena resiko secara bersamaan ataupun kumulatif menjadi sangat besar (lihat misalnya Hewitt (1997 dikutip dalam Bankoff, 2003).

Pada konteks kota, risiko perubahan iklim disebutkan dapat terjadi pada berbagai sektor. Perubahan iklim dapat menyebabkan kota kesulitan memenuhi kebutuhan dasar penghuninya. Perubahan iklim bisa mempengaruhi persediaan air, distribusi barang dan jasa, penyediaan energi. Pada tataran lokal, perubahan iklim bahkan bisa mengganggu perekonomian, memisahkan penduduk dari aset dan kehidupan mereka seperti yang tercermin pada mereka yang mengalami migrasi (Afifi & Jager, 2010; Kolmannskog, 2008).

Namun selama ini, menurut Hunt dan Wetkiss (2011: 13) studi perubahan iklim yang dilakukan di perkotaan lebih terkait dengan kenaikan muka air laut, kesehatan dan air. Studi-studi yang terkait dengan masalah energi, transportasi dan infrastruktur belum mendapat

banyak perhatian. Besar kemungkinan hal ini terkait dengan waktu dampak yang dirasakan oleh penduduk perkotaan.

Secara umum, masalah yang terkait dengan polusi dan kualitas udara lebih banyak disebabkan karena beban kota yang semakin berat berupa penambahan jumlah penduduk sebagai dampak urbanisasi. Urbanisasi yang tidak terkelola dengan baik secara beruntun memberi dampak bagi kondisi fisik kota dan sebaliknya berdampak negatif bagi penduduk. Peningkatan jumlah penduduk, mau tidak mau meningkatkan tekanan pada lahan perkotaan berupa peningkatan peruntukan lahan untuk wilayah permukiman dan industri. Peningkatan peruntukan lahan untuk kegiatan penduduk ini membuat penurunan wilayah lahan hijau yang secara signifikan mempengaruhi kondisi ekologis perkotaan yang pada akhirnya memicu perubahan kualitas dan peningkatan suhu udara. Tekanan terhadap lingkungan akan semakin buruk manakala kota tidak membuat perencanaan terkait penggunaan dan perubahan penggunaan lahan dengan baik. Rencana tata ruang kota yang kerap kali tidak dijadikan sebagai patokan pengembangan wilayah dan campur aduknya peruntukan wilayah kota menyebabkan pergerakan penduduk (transportasi) bersifat saling-silang dan memboroskan sumberdaya energi.

Kondisi ini diperburuk dengan meningkatnya intensitas pemakaian energi berupa pendingin udara (AC) untuk perumahan dan perkantoran yang berada di kawasan perkotaan. Dalam konteks Indonesia dan negara-negara tropis lainnya, seiring dengan pertumbuhan kota kenyamanan secara termal membuat penduduk kota semakin bergantung pada penyejuk ruangan untuk mendapatkan suhu optimum yang memenuhi standar kenyamanan. Di negara-negara maju, seperenam dari total penggunaan listrik adalah untuk mendinginkan ruangan (AC) (Hoverter, 2012). Di sisi lain, polusi udara yang disebabkan oleh transportasi dan industri turut memperburuk kualitas udara di perkotaan dan berkontribusi positif meningkatkan suhu udara. Walaupun di beberapa kota telah dupayakan pemindahan daerah industri ke pinggiran kota, namun kota masih tetap terbebani. Kegiatan antropogenik ini dianggap makin berhubungan dengan kondisi yang disebut dengan fenomena *Urban*

Heat Islands (UHI) yang menempatkan kawasan kota menjadi lebih tinggi tenperturnya dibandingkan dengan kawasan di sekitarnya. Perubahan suhu dan kualitas udara tidak hanya mempengaruhi kenyamanan penduduk untuk tinggal di daerah perkotaan, namun lebih lanjut juga berdampak pada kesehatan.

Adanya perubahan lingkungan ini, mendorong munculnya tindakan berupa respon yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak kenaikan suhu dan penurunan kualitas udara. Kegiatan adaptasi yang dilakukan dapat secara langsung maupun tidak langsung terkait pula dengan kegiatan mitigasi perubahan iklim karena terkait dengan infrastruktur hijau (*green infrastructure*). Secara umum, infrastruktur hijau tidak hanya terkait dengan bahan dan bentuk bangunan yang ramah lingkungan, tapi juga mencakup ruang terbuka hijau sebagai salah satu infrastruktur kota.

6.1. Adaptasi dan Mitigasi Mengurangi Dampak Pemanasan Perkotaan

Adaptasi merupakan sebuah tindakan yang dilakukan untuk mengurangi kerentanan (Smit dan Wandel, 2006) dan biasanya dilakukan secara terus menerus ketika sudah ada dampak yang dialami masyarakat. Sementara itu, mitigasi cenderung bersifat antisipasi jangka panjang terhadap suatu fenomena yang diperkirakan akan terjadi di masa yang akan datang berdasarkan prediksi saat ini. Pada dasarnya adaptasi yang bersifat jangka panjang sudah mengarah pada tindakan mitigasi.

Dalam konteks adaptasi dan mitigasi, banyak cara yang ditawarkan oleh para pihak untuk mengurangi pemanasan di wilayah perkotaan. Pada skala kota Hoverter (2012) misalnya, menawarkan penggunaan atau pemanfaatan teknologi berupa Cool roof, Cool pavement, Green roof, serta memperbanyak Urban forest. Sementara untuk skala bangunan (individual) beberapa upaya telah diidentifikasi diantara heat gain reduction, effective thermal mass, ventilation

strategy, active cooling dan enable future adaptability (<http://www.dbp.org.uk/adaptingbuildings.htm>).

Berubahnya landscape kota membuat terjadi perubahan secara signifikan dari kehidupan masyarakat. Pertumbuhan sarana dan fasilitas kota (untuk memenuhi kebutuhan yang tercipta karena pertambahan penduduk) membuat luas lahan terbangun semakin bertambah. Jika pada awalnya sebuah kota masih mampu mempertahankan keberadaan wilayah dengan fungsi yang didominasi oleh vegetasi seperti hutan, maupun ruang hijau maka seiring dengan waktu dan kebutuhan wilayah kota semakin didominasi oleh wilayah terbangun. Wilayah terbangun kota pada umumnya menjadi “alat” penyerap dan penyimpan panas. Wilayah terbangun kota juga pada umumnya terbuat dari bahan-bahan yang bersifat *impermeable* sehingga suhu permukaan tetap tinggi. Kondisi ini diperburuk dengan dampak dari perubahan iklim yang dianggap berkontribusi positif pada peningkatan suhu. Beberapa respons yang dianggap sebagai perilaku adaptasi sebenarnya hanya upaya mengurangi kenaikan suhu untuk jangka pendek dan sebenarnya makin memperburuk situasi.

Pemilihan pemakaian pendingin udara (AC), dianggap sebagai perilaku adaptasi atas kenaikan suhu. Secara tidak langsung telah terjadi perubahan gaya hidup, dari masyarakat yang semula tidak pernah memakai pendingin ruangan, sekarang menjadi makin tergantung dan merasa adanya keharusan untuk memakai pendingin udara untuk kenyamanan. Hal yang sering dilupakan oleh para penggunaan AC adalah, suhu lebih nyaman yang didapatkan di dalam ruangan (*indoor*) pada saat bersamaan meningkatkan suhu diluar ruangan (*outdoor*), karena panas yang dihasilkan oleh penggunaan energi untuk merubah suhu dalam ruangan akan dibuang ke luar.

Meningkatnya penggunaan pendingin udara terkait pula dengan perbaikan prasarana jalan, meningkatnya jumlah kendaraan yang menyebabkan semakin meningkatnya jumlah partikulat (termasuk debu) di udara. Brownie, dkk., (1999) yang melakukan penelitian di Semarang menyatakan bahwa meningkatnya jumlah *Total Suspended Particulate* (TSP) berkaitan erat dengan keberadaan jalur transportasi (jalan) utama. Studi lain yang dilakukan oleh Tiwary

& Colls (2010: 54) menunjukkan bahwa lamanya suatu partikulat berada di udara tergantung ukurannya. Partikel yang ukurannya kurang dari 10 μm mengalami proses sedimentasi yang lama melalui pengaruh gravitasi. Partikel dengan ukuran tersebut bisa sehari-hari sebelum disapu oleh hujan atau terdorong ke tanaman.

Di lain sisi berkurangnya jumlah pohon menyebabkan fungsi pengendapan partikulat udara oleh pepohonan semakin berkurang. Berkurangnya jumlah pepohonan di wilayah perkotaan tergambar dari pengurangan lahan dengan vegetasi (hutan, sawah maupun ruang terbuka hijau) menjadi lahan terbangun. Semarang dan Bandung menunjukkan penambahan jumlah lahan terbangun yang signifikan dari tahun ke tahun. Perubahan gaya hidup ini juga berkorelasi dengan upaya efisiensi pemakaian pendingin udara seperti dengan mengurangi jumlah ventilasi. Pengurangan ventilasi pada akhirnya dimaksudkan juga untuk mengurangi debu yang masuk ke dalam rumah. Namun demikian, karena sirkulasi udara menjadi terhambat, maka kualitas udara di dalam ruangan juga makin buruk. Selain itu juga, dilihat dari emisi yang dikeluarkan, ketergantungan pada pendingin ruangan pada akhirnya memperbesar emisi dari pemakaian energi listrik.

Green Infrastructure (Infrastruktur hijau) didefinisikan sebagai upaya penciptaan secara integratif infrastruktur yang mampu mendukung pertumbuhan ekonomi tanpa melupakan kemampuannya mempertahankan keberlanjutan secara ekologis, atau dalam definisi Van der Ryn dan Cowan (1996) disebutkan akan pentingnya hubungan dengan habitat. Bahkan Van der Ryn dan Cowan (1996) menyebutkan pula bahwa apabila infrastruktur secara pro aktif direncanakan untuk dikembangkan akan mampu menyediakan sebuah kerangka pembangunan yang menghubungkan antara pertumbuhan ekonomi, konservasi alam dan pada akhirnya mempromosikan kesehatan lingkungan.

Secara umum, *green infrastructure* dapat berbentuk ruang terbuka hijau (berupa taman kota maupun taman-taman rumah tangga-akhir-akhir ini muncul dengan inisiatif *vertical garden* atau pun *roof garden*), *reserves* (tempat penampungan air berupa situ-situ atau

metode lain untuk memanen air hujan), efisiensi pemakaian energi dalam bangunan dan juga pemakaian bahan-bahan ramah lingkungan. Perilaku ini pada akhirnya dikaitkan dengan perilaku bersih dan sehat di lingkungan masing-masing.

Tabel dibawah ini memperlihatkan beberapa hal terkait dengan pemanasan perkotaan yang terkait dengan fenomena UHI dan kegiatan-kegiatan mitigasi yang dapat dilakukan untuk mengurangi efeknya.

Table 1 Causes of urban warming and examples of mitigation strategies

Urban heat island causes	Mitigation strategy
<p>Increased surface area</p> <p>Large vertical faces</p> <p>Reduced sky view factor</p> <p>Increased absorption of shortwave (solar) radiation</p> <p>Decreased longwave (terrestrial) radiation loss</p> <p>Decreased total turbulent heat transport</p> <p>Reduced wind speeds</p>	<p>High reflection building and road materials, high reflection paints for vehicles</p> <p>Spacing of buildings</p> <p>Variability of building heights</p>
<p>Surface materials</p> <p>Thermal characteristics</p> <p>Higher heat capacities</p> <p>Higher conductivities</p> <p>Increased surface heat storage</p>	<p>Reduce surface temperatures (changing albedo and emissivity)</p> <p>Improved roof insulation</p>
<p>Moisture characteristics</p> <p>Urban areas have larger areas that are impervious</p> <p>Shed water more rapidly – changes the hydrograph</p> <p>Increased runoff with a more rapid peak</p> <p>Decreased evapotranspiration (latent heat flux, Q_L)</p>	<p>Porous pavement</p> <p>Neighbourhood detention ponds and wetlands which collect stormwater</p> <p>Increase greenspace fraction</p> <p>Greenroofs, greenwalls</p>
<p>Additional supply of energy – anthropogenic heat flux – Q_A</p> <p>Electricity and combustion of fossil fuels; heating and cooling systems, machinery, vehicles.</p> <p>3-D geometry of buildings – canyon geometry</p>	<p>Reduced solar loading internally, reduce need for active cooling (shades on windows, change materials)</p> <p>District heating and cooling systems</p> <p>Combined heat and power systems</p> <p>High reflection paint on vehicles to reduce temperature</p>
<p>Air pollution</p> <p>Human activities lead to ejection of pollutants and dust into the atmosphere</p> <p>Increased longwave radiation from the sky</p> <p>Greater absorption and re-emission ('greenhouse effect')</p>	<p>District heating and cooling systems</p> <p>Combined heat and power or cogeneration systems</p>

6.2. Bangunan Ramah Lingkungan

Dari hasil studi lapangan di Bandung, stakeholder pemerintah menyebutkan bahwa konsep *green infrastructure* masih dalam taraf wacana, itu pun tidak semua stakeholder telah memiliki pemahaman yang sama tentang istilah ini. Untuk sebagian kalangan, konsep ini masih dianggap sebagai sebuah konsep yang dianggap baru dan dianggap mahal untuk diimplementasikan pada tingkat administratif kota. Pemilihan bahan bangunan yang ramah lingkungan dianggap akan berdampak pada mahalnya biaya pembangunan.

a. Sirkulasi Udara

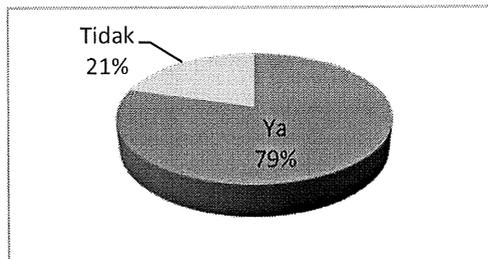
Apabila di sebuah rumah memiliki banyak lubang angin, permasalahan terkait suhu udara yang dirasakan didalam rumah dapat diselesaikan tanpa ada penambahan alat pendingin udara. Beberapa inisiatif yang dapat dilakukan diantaranya adalah membangun lubang angin tambahan atau membangun pintu dengan menyisakan celah dibawah sehingga dapat memperbaiki sirkulasi udara. Menurut salah seorang responden yang diwawancarai di Kota Bandung, sebenarnya membangun pintu dengan memberi celah dibawahnya dapat mendinginkan rumah karena terdapat perbaikan sirkulasi udara. Udara dapat dengan leluasa bergerak keluar masuk dari celah yang ada di bawah pintu tersebut. Tentu saja pembuatan celah ini harus mempertimbangkan juga keamanan rumah.

Inisiatif lain yang dilakukan di beberapa rumah adalah meninggikan atap rumah sehingga, relatif udara yang ada didalam rumah lebih dingin daripada yang dirasakan di luar rumah. Inisiatif seperti ini banyak ditemui di daerah tempat survei dilaksanakan. Walaupun pada saat siang hari dengan kondisi suhu cukup panas, namun saat masuk ke dalam rumah terasa cukup dingin. Kondisi ini membuat, secara umum upaya adaptasi masyarakat menjadi minim-

diantaranya dengan menambah pemakaian kipas angin saja-karena difungsikan diantaranya untuk mengurangi nyamuk di malam hari.

Hasil survei tahun 2012 di Kota Bandung dan Semarang pada 200 rumah tangga memperlihatkan bahwa 79 persen dari responden masih merasa sirkulasi udara yang dimiliki di rumahnya masih mencukupi. Hampir seperlima dari jumlah responden (21 persen) menganggap sirkulasi di rumah mereka tidak mencukupi. Namun secara langsung tidak terkait antara anggapan kecukupan sirkulasi udara dengan upaya untuk memperbaiki sirkulasi udara secara langsung.

Grafik 6.1 : Persentase Kecukupan Sirkulasi Udara pada Rumah Tangga di Lokasi Penelitian (n=200)



Sumber: Data Primer Hasil Survei PPK LIPI 2012

Berdasarkan catatan pada saat wawancara, rumah yang tidak cukup ventilasinya akan terasa lebih gerah dibandingkan yang memiliki ventilasi yang cukup dengan sirkulasi udara yang lancar. Pada bangunan rumah yang tidak cukup ventilasi, udara tidak terasa tidak ada di dalam ruangan. Sehingga perlu diimbangi dengan alat elektronik yang dapat mengimbangi kondisi yang ada.

Pemakaian kipas angin menjadi response/ adaptasi yang dianggap paling ideal untuk kondisi responden. Hal ini terbukti 63,8 persen responden memakai kipas angin untuk mengurangi suhu udara panas yang dirasakan. Pilihan perilaku ini merupakan hal yang paling dapat diterima mengingat harga kipas angin yang jauh lebih murah dibandingkan dengan harga pendingin ruangan (AC) yang hanya dilakukan oleh 2 persen dari responden. Perilaku lain yang dianggap signifikan adalah upaya sederhana yaitu membuka pintu atau jendela, yang dilakukan oleh 9,7 persen responden. Hal ini terkait dengan sulitnya menambah lubang angin/sirkulasi udara di rumah-rumah responden. Relatif pilihan adaptasi yang dilakukan oleh penduduk masih bersifat jangka pendek/ sementara.

Tabel 6.1. : Respons/Adaptasi yang Dilakukan oleh Rumah Tangga di Lokasi Penelitian

Tindakan yang dilakukan	Persentase
Pasang AC	2,0
Pakai kipas angin	63,8
membuka jendela/pintu	9,7
Tanam pohon/memperbanyak tanaman/bunga didepan rumah	9,2
Menambah luas halaman	0,5
memperbaiki sirkulasi udara	2,0
tidak melakukan apa-apa	0,5
Kombinasi	12,2

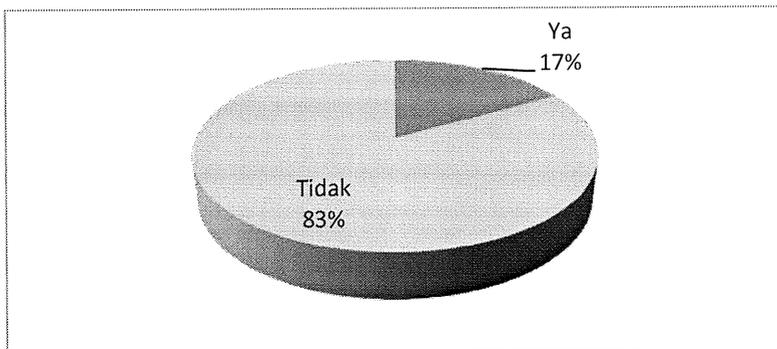
Sumber: Data Primer Hasil Survei PPK LIPI 2012

Sementara itu, yang terkait dengan respons yang lebih jangka panjang belum terlihat signifikan. Hanya 2 persen dari responden yang melakukan upaya perbaikan sirkulasi udara. Sedangkan responden

yang mencoba menanam tanaman di sekitar rumahnya terdapat 9, 2 persen. Sedangkan untuk pilihan kombinasi sebanyak 12, 2 persen berupa kombinasi pilihan-pilihan yang ada, dan kebanyakan tetap mencantumkan pemakaian kipas angin sebagai satu kombinasi pilihan untuk rumah tangga mereka.

Terkait dengan upaya penciptaan bangunan ramah lingkungan, 83 persen dari responden menyebutkan bahwa tidak ada upaya dari mereka untuk merenovasi rumah terkait dengan perbaikan sirkulasi udara, hanya 17 persen yang pernah memperbaiki rumah untuk memperbaiki sirkulasi udara. Selain terkait dengan kondisi ekonomi, hal ini juga terkait dengan padatnya tingkat hunian penduduk sehingga sulit untuk menambah sirkulasi udara. Beberapa rumah tersambung tanpa memiliki halaman sama sekali, sehingga sulit menambah lubang angin untuk memperbaiki sirkulasi udara.

Grafik 6.2. : Persentase Rumah Tangga di Lokasi Penelitian yang Melakukan Renovasi Rumah untuk Perbaikan Sirkulasi Udara (n=200)

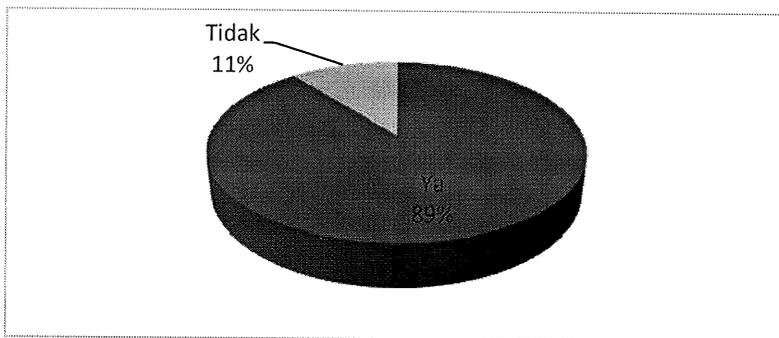


Sumber: Data Primer Hasil Survei PPK LIPI 2012

b. Pencahayaan

Terkait dengan upaya penciptaan green infrastruktur, pencahayaan menjadi salah satu faktor penting yang diperhitungkan. Hal ini terkait dengan pemanfaatan energi yang ada. Dari hasil survei 2012 tercatat 11 persen dari responden yang merasa pencahayaan di rumah mereka tidak mencukupi. Namun demikian saat ditanya “apakah ada lampu yang menyala sepanjang hari di rumah tersebut?” terdapat 26 persen responden yang menjawab ya. Hal ini tentu terkait pula dengan bentuk rumah, terkadang ruangan tertentu seperti kamar mandi memang membutuhkan lampu yang harus dinyalakan saat masuk kedalamnya. Namun demikian, untuk lampu yang menyala sepanjang hari bisa disebabkan memang bentuk dan letak ruangan yang memang memerlukan tambahan pencahayaan dari lampu. Ketidakefisiensi pemakaian energi lampu seperti ini dapat dikurangi dengan penambahan kaca atau jendela, namun demikian seperti penjelasan diatas, keterbatasan ruang membuat penambahan kaca/jendela tidak dapat dilakukan.

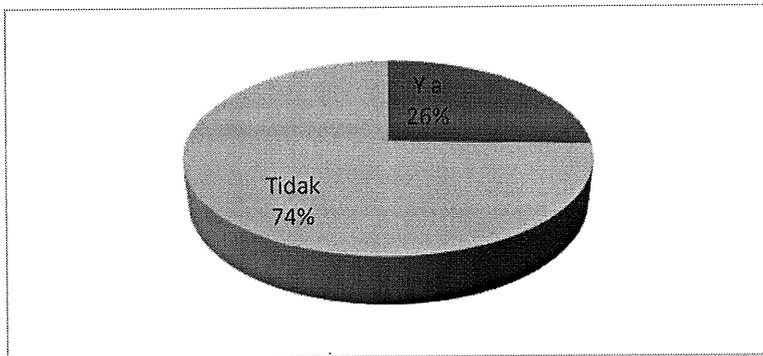
Grafik 6.3.: Persentase Kecukupan Pencahayaan pada Rumah Tangga di Lokasi Penelitian (n=200)



Sumber: Data Primer Hasil Survei PPK LIPI 2012

Kondisi rumah yang dianggap memiliki ventilasi, ditegaskan dengan tidak menyalakan alat penerangan pada siang hari. Penegasan ini diketahui pada saat melakukan wawancara melalui survei rumah tangga. Interviewer mencatat bagaimana kondisi rumah responden melalui pengamatan langsung. Untuk responden yang menyatakan tidak cukup ventilasi, rumah terlihat gelap dan mereka harus menyalakan lampu walaupun pada siang hari. Ini merupakan tambahan penggunaan energi rumah tangga.

Grafik 6.4: Apakah ada Lampu yang Menyala Sepanjang Hari (n=200)



Sumber: Data Primer Hasil Survei PPK LIPI 2012

Rumah yang memiliki keterbatasan pencahayaan sebagian besar ditemukan pada rumah padat penduduk dengan bentuk bangunan yang sangat rapat. Sehingga jendela yang dibuatpun tidak terkena sinar matahari.

c. Penhijauan di Sekitar Rumah

Penhijauan di sekitar rumah, walau tidak dalam skala besar seperti taman kota, dianggap mampu memperbaiki kondisi lingkungan. Dalam artikelnya, Cameron dkk (2012) menyebutkan

bahwa *domestic garden*- taman yang ada di sekitar rumah memainkan peran yang penting dalam mengurangi dampak negatif dari kenaikan temperatur tanpa menambah pemakaian energi. Taman seperti ini mampu mendinginkan udara disekitarnya dan membawa manfaat secara langsung pada suhu udara dan kualitas udara.

Dari 200 responden yang diwawancarai, 9,2 persen dari responden (tabel 6.1.) beradaptasi dengan menanami sekitar rumahnya, baik dengan tanaman hias maupun buah-buahan. Kondisi ini relatif rendah mengingat adaptasi yang dilakukan oleh responden relatif bersifat jangka pendek (dengan pemakaian kipas angin dan AC) dan belum bersifat jangka panjang.

Gambaran sebagian kecil kelompok masyarakat di Kota Bandung yang sudah memiliki kesadaran untuk menanami sekitar rumahnya ditemui di sebuah kawasan padat penduduk di bantaran sungai cikapundung. Berbagai jenis tanaman dipajang di depan rumah dengan menggunakan pot, karena lahan yang terbatas. Bahkan kesadaran untuk menghijaukan lingkungan mereka kemudian berkembang menjadi sebuah kegiatan *urban farming* di piggir sungai cikapundung.

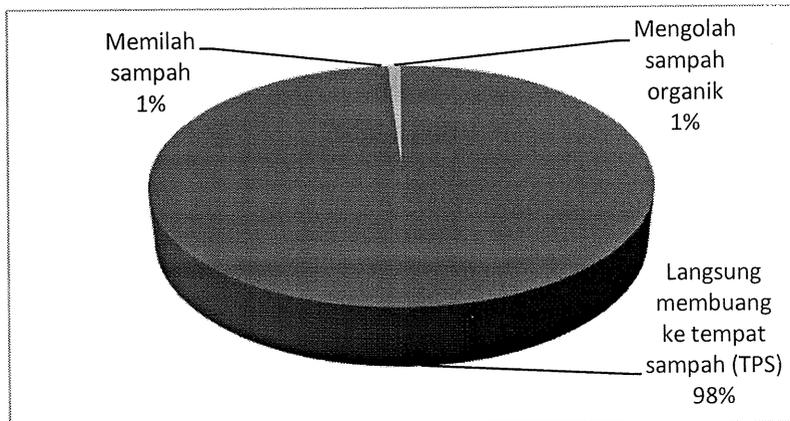
Box 1 : Inisiatif Penghijauan Kota melalui urban farming

Kegiatan *urban farming* dilakukan dengan menanam tanaman yang berguna seperti sayur dan bunga. Tanaman di tanam di lahan yang merupakan milik dari ITB. Mereka mendapat ijin untuk mengelola lahan di sekitarnya. Kegiatan ini mendapatkan dukungan dari Wakil Walikota, dimana program ini juga merupakan program yang dikembangkan di Kota Bandung terkait dengan upaya meningkatkan ruang terbuka hijau. Atas inisiatif yang konsisten dari kelompok ibu-ibu ini, mereka sudah diwawancarai oleh radio lokal untuk dapat menjadi inspirasi bagi masyarakat lainnya dalam melestarikan lingkungan.

d. Pemilahan sampah

Idealnya untuk mengurangi dampak emisi gas kaca, dalam setiap rumah tangga melakukan upaya pemilahan sampah. Sehingga sampah yang masih dapat dimanfaatkan dapat didaur ulang. Namun demikian, dari hasil survei terlihat bahwa 98 persen responden secara langsung membuang sampah ke tempat sampah/tempat pembuangan sementara (TPS). Hanya 1 persen dari responden yang memilah sampah dan 1 persen yang mengolah sampah organik. Banyak faktor yang mungkin terkait dengan kondisi ini, diantaranya kurang tersosialisasinya upaya pengolahan sampah di rumah tangga. Sampah masih dianggap hal yang tidak terlalu penting untuk diperhatikan dalam upaya penciptaan lingkungan yang lebih baik. Adanya anggapan bahwa semakin cepat sampah dibuang dari rumah berarti rumah akan semakin bersih.

Grafik 6.5. : Pengolahan Sampah di Tiap Rumah Tangga (n=200)



Sumber: Data Primer Hasil Survei PPK LIPI 2012

BAB VII

PENUTUP

7.1. Kesimpulan

Perubahan kualitas udara di perkotaan merupakan persoalan yang kompleks. Faktor antropogenik cukup kuat mempengaruhi perubahan tersebut. Tingkat urbanisasi yang tinggi, kegiatan industri dan transportasi merupakan penyumbang emisi ke udara di wilayah perkotaan. Suhu udara perkotaan menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan di sekitarnya. Khususnya pada suhu pada malam hari dan fenomena tersebut dikenal dengan istilah *Urban Heat Island* (UHI). Wilayah perkotaan yang mengalami UHI dampaknya adalah suhu udara meningkat dan dalam istilah masyarakat awam disebut dengan udara bertambah panas. Kondisi tersebut kemudian diperparah dengan adanya dampak perubahan iklim berupa peningkatan suhu pada skala regional dan juga pada skala lokal.

Perubahan iklim dan fenomena UHI memiliki hubungan saling mempengaruhi. Fenomena UHI dapat mengakibatkan suhu meningkat karena panas terserap dan dipancarkan kembali ke udara lebih lama. Selanjutnya, adanya dampak perubahan iklim yaitu peningkatan suhu global akan menyebabkan panas yang terpancar ke bumi akan lebih besar dan akan terserap dalam jumlah besar juga dan dapat memperburuk dampak UHI.

Dampak dari perubahan kualitas udara yang dirasakan secara langsung oleh penduduk di perkotaan adalah pada kesehatan dan kenyamanan. Isu kesehatan tidak dibahas di dalam penelitian ini, tetapi hanya menekankan pada aspek kenyamanan. Perubahan kualitas udara telah menyebabkan ketidaknyamanan dalam kehidupan sehari-

hari yang kemudian membutuhkan adanya tindakan penyesuaian atau adaptasi.

Adaptasi itu sendiri tidak dapat terlepas dari aspek pemahaman terhadap perubahan kualitas udara yang terjadi. Dari hasil penelitian terlihat bahwa perubahan iklim belum secara langsung dijadikan satu-satunya alasan perubahan kualitas udara. Tetapi mereka lebih mudah mengkaitkannya dengan kegiatan pembangunan fisik atau aktifitas manusia. Pertambahan jumlah pembangunan fisik dianggap sebagai penyebab utama, namun di sisi lain muncul pertanyaan terkait dengan ekstrimnya perubahan kualitas udara di sekitar mereka khususnya yang terkait dengan udara yang semakin panas. Kota Bandung yang dulu dikenal sebagai daerah yang sangat dingin, saat ini di sudah mulai terasa panas dan tidak nyaman.

Adaptasi masyarakat perkotaan secara umum masih cenderung mengarah pada upaya mengurangi dampak saat ini saja. Seperti kecenderungan menggunakan alat pendingin ruangan baik itu kipas angin maupun AC. Dominannya penggunaan kipas angin disebabkan karena harga yang lebih terjangkau, namun menunjukkan bahwa masyarakat secara reaktif merespon perubahan yang terjadi. Sementara itu, penggunaan pendingin ruangan AC lebih dominan di lakukan pada rumah tangga yang berpenghasilan paling tinggi.

Namun, hal yang menarik adalah di Kota Bandung di satu sisi sebagian responden menggunakan AC untuk menetralkan udara yang semakin panas, di sisi lain upaya untuk melakukan tindakan yang ramah lingkungan juga sudah mulai dilakukan. Salah satu diantaranya adalah dengan menambah jumlah tanaman di sekitar tempat tinggal atau dengan mempertimbangkan sirkulasi udara di dalam rumah.

Jika dikaitkan dengan kondisi sosial ekonominya, maka kelompok rumah tangga yang berupaya melakukan tindakan adaptasi yang ramah lingkungan adalah kelompok rumah tangga yang lebih

tinggi status sosial ekonominya. Namun, dalam skala komunitas, kelompok masyarakat di kawasan permukiman bantar sungai cikapundung dapat melakukan inisiatif untuk melakukan program *urban farming*.

Dalam hal transportasi, rumah tangga yang harus menempuh perjalanan baik jauh maupun dekat masih dominan memilih menggunakan kendaraan pribadi dibandingkan dengan kendaraan umum. Hal ini tidak terlepas dari kondisi transportasi di kedua lokasi penelitian yang masih belum memadai dan belum memberikan kenyamanan bagi penumpangnya. Padahal, penggunaan kendaraan pribadi dapat menambah dampak UHI dan pemanasan global. Berdasarkan keadaan tersebut, maka dalam upaya mengurangi kecenderungan penurunan kualitas udara dapat dilakukan dengan memperkuat sosialisasi dan peningkatan pemahaman di setiap lapisan masyarakat. Hal itu dapat dicapai melalui peningkatan peranan pemerintah untuk terus menggalakkan kebijakan yang ramah lingkungan melalui penyediaan infrastruktur yang mendukung masyarakat dalam berperilaku ramah lingkungan. Diantaranya adalah mendorong pengembangan bangunan rumah yang ramah lingkungan dengan mengutamakan sirkulasi udara dan untuk persoalan klasik transportasi tetap diperlukan adanya pengaturan kendaraan dan menyediakan sarana transportasi yang memadai.

Adaptasi jika dilihat dalam konteks yang lebih jangka panjang, maka sudah beririsan dengan upaya mitigasi. Sehingga dalam penelitian ini, adaptasi menuju mitigasi menjadi salah satu pembahasan. Adaptasi pada tingkat komunitas mengarah pada upaya mitigasi, seperti kegiatan *urban farming* di kawasan bantar sungai cikapundung. Kesadaran penduduk di sekitar untuk menghijaukan lingkungan akibat udara semakin bertambah panas memunculkan ide untuk menanam tanaman yang memberikan manfaat ekonomi. Selain itu, kelestarian lingkungan juga akan terwujud karena penanaman di

sekitar bantar sungai sama dengan menghijaukan lingkungan yang lebih besar dari lingkungan rumah mereka.

7.2. Catatan Lanjutan

Pemerintah sebagai institusi yang berkewajiban untuk melindungi masrakatnya, perlu menerapkan kebijakan yang mengarah pada peningkatan kesaradan masyarakat untuk mempertimbangkan melakukan kegiatan yang ramah lingkungan. Dukungan ini perlu karena adaptasi yang lebih terencana perlu ada dukungan dari pemerintah untuk keberlanjutan di masa mendatang.

Satu catatan penting untuk kelanjutan studi adalah perlunya dilakukan kajian lanjutan yang khusus menganalisis bagaimana perilaku individu di dalam rumah maupun di luar rumah seperti di tempat kerja atau tempat lainnya. Sehingga benar-benar diketahui kesadaran dan pemahaman masyarakat tentang pentingnya mengendalikan emisi gas rumah kaca. Karena perubahan iklim merupakan proses yang panjang maka jenis adaptasi yang dilakukan pun akan bersifat dinamis sesuai dengan seberapa besar keterpaparan yang terjadi dan bagaimana kapasitas mayarakat maupun individu untuk mengatasinya.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS Jawa Barat. 2012. <http://jabar.bps.go.id>.
- BPS Jawa Tengah. 2012. <http://jateng.bps.go.id>.
- BPS Kota Bandung. 2002. Kota Bandung Dalam Angka Tahun 2002. Bandung.
- BPS Kota Bandung. 2006. Kota Bandung Dalam Angka Tahun 2006. Bandung.
- BPS Kota Bandung. 2004. Kota Bandung Dalam Angka Tahun 2004. Bandung.
- BPS Kota Bandung. 2011. Kota Bandung Dalam Angka Tahun 2010. Bandung.
- BPS Kota Semarang. 2002. Kota Semarang Dalam Angka Tahun 2002. Semarang.
- BPS Kota Semarang. 2004. Kota Semarang Dalam Angka Tahun 2004. Semarang.
- BPS Kota Semarang. 2006. Kota Semarang Dalam Angka Tahun 2006. Semarang.
- BPS Kota Semarang. 2011. Kota Semarang Dalam Angka Tahun 2010. Semarang.
- David Dodman and David Satterthwaite (ed). 2009. *Adapting Cities to Climate Change*. London : Sterling VA.
- Diah Eka Wardhani. 2006. *Pengkajian suhu Udara dan Indeks Kenyamanan dalam Hubungannya*. Tugas Akhir. Tidak Diterbitkan

- Dobie, Phillip., Shapiro, Barry., Webb, Patrick., and Winslow, Mark. 2007. *How Do Poor People Adapt to Weather Variability and Natural Disaster Today?*. HDR 2007/2008. UNDP
- Ensor, J. dan Berger, Rachel. (2009). Community-Based Adaptation And Culture In Theory and Practice. In N. W. Adger, I. Lorenzoni, & K. L. O'Brien, *Adapting To Climate Change : Thresholds, Values, Governance* (pp. 227-239). UK: Cambrige University Press.
- Hester R.E. & R.M. Harrison. 2009. Air Quality in Urban Environments. *Issues in Environmental Science and Technology*. The Royal Society of Chemistry. RSC Publishing.
- Hulme, Mike and Sheard, Nicola, 1999, *Climate Change Scenarios for Indonesia*, Climatic Research Unit, Norwich, UK
- IPCC. 2007. *Impact, Adaptation, and Vulnerability. Working Group II Report*. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson (eds). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- ISET, ACCCRN, Mercycorps, URDI, CCROM. 2010. *Kajian Kerentanan dan Adaptasi Terhadap Perubahan Iklim di Kota Semarang*. Laporan Akhir.
- Kementrian Lingkungan Hidup. 2007. *Rencana Aksi Nasional Perubahan dalam Menghadapi Perubahan Iklim*. Jakarta: Kementrian Lingkungan Hidup.
- Kirshen, P., Ruth, M., & Anderson, W. (2008). Interdependencies of Urban Climate Change Impacts and Adaptation Strategies : A Case Study of Metropolitan Boston, USA. *Climate Change* , 105-122.

- Kompas. 2012. “Tren Pencemaran Udara Kembali Naik”. Kompas, 22 September 2012.
- Kovats, S. a. (2009). Climate, Climate Change and Human Health in Asia Cities. In J. Bicknell, D. Dodman, & D. Satterwaite, *Adapting Cities to Climate Change : Understansing and Addressing the Development Challenges* (pp. 159-173). UK and USA: Earthscan.
- Koppe, Christina., Kovatz, Sari., Jendritzky, Gerd., Bettina, Menne. 2004. Heat Waves : Risk and Response. *Health and Global Environmental Change. Series 2*. WHO
- Laras Tursilowati. 2011. “Pulau Panas Perkotaan Akibat Perubahan Tata Guna dan Penutup Lahan di Bandung dan Bogor”. *Prosiding Seminar Nasional Pemanasan Global dan Perubahan Global: Fakta, Mitigasi, dan Adaptasi*.
- Lisa Gartland. 2008. *Heat Islands: Understanding And Mitigating Heat In Urban Areas*. Earthscan.
- Nuryanti, S.S.H. 2007. Analisis Karakteristik Konsumsi Energi Pada Sektor Rumah Tangga di Indonesia. *Seminar Nasional III SDM Teknologi Nuklir Yogyakarta, 21-22 November 2007*. ISSN 1978-0176.
- OECD. 2010. *Cities and Climate Change*. OECD Publishing.
- Roggema, R. (2009). *Adaptation to Climate Change : A Spatial Challenge*. Springer.
- Sangkertadi. 2002. “Memperediksi Pola Perubahan Temperatur Dalam Rumah Tropis Lembab Dengan Menggunakan Model Analogi Elektrik Satu Dimensi”. *Dimensi. Teknik Arsitektur, Vol. 30:70-78*

- Satterthwaite, David., Huq, Saleemul., et al. 2009. Adapting to Climate Change in Urban Areas : The Possibilities and Constraints in Low- and Middle –Income Nations. Dalam Buku Adapting Cities to Climate Change : Understanding and Addressing the Development Challenges. Jane Bicknell, David Dodman and David Satterthwaite (eds). Earthscan Climate. London
- Schwela, Dieter; Gary Haq; Cornie Huizenga; Wha-Jin Han; Herbert Fabian; and May Ajero. 2006. *Urban Air Pollution in Asian Cities: Status, Challenges and Management*. Earthscan.
- Shinsuke Kato & Kyosuke Hiyama (Editors). 2012. *Ventilating Cities: Air-flow Criteria for Healthy and Comfortable Urban Living*. Springer
- Siti Badriyah Rushayati, Hadi S. Alikodra, Endes N. Dahlan, dan Herry Purnomo. 2011. Pengembangan Ruang Terbuka Hijau Berdasarkan Distribusi Suhu Permukaan Di Kabupaten Bandung. Dalam **Forum Geografi, Vol. 25, No. 1, Juli 2011: 17 - 26**
- Smit, B., & Wandel, J. (2006). Adaptation, Adaptive Capacity and Vulnerability. *Global Environmental Change* , 282-292.
- Sumeet Saksena. 2007. Public Perception of Urban Air Pollution with a Focus on Developing Countries. *East-West Center Working Papers; Environmental Change, Vulnerability, and Governance Series*. No. 65, Oktober 2007.
- Sue Roaf; David Crichton; and Fergus Nicol. 2005. *Adapting Buildings and Cities for Climate Change: A 21st century survival guide*. Architectural Press is an imprint of Elsevier.

- TERI (The Energy Resources Institute). TT. *Adaptation to Climate Change in The Context of Sustainable Development, A Background Paper dalam Workshop Climate Change and Sustainable Development*. New Delhi 7-8 April.
- UNDP. 2007. *Sisi Lain Perubahan Iklim : Mengapa Indonesia Harus beradaptasi untuk Melindungi Rakyat Miskinnya*. UNDP Indonesia.
- Union of Concerned Scientists. 2011. *Climate Change and Your health: Rising Temperatures, Worsening Ozone Pollution*.
- Wolf, J., Lorenzoni, I., Few, R., & all, e. (2009). Conceptual And Practical Barriers To Adaptation : Vulnerability And Responces To Heat Waves in The UK. In N. W. Adger, I. Lorenzoni, & K. L. O'Brien, *Adaptating To Climate Change : Thresholds, Values, Governance* (pp. 181-196). UK: Cambridge University Press.

