

ANALISIS KENYAMANAN TERMIS KLIMATOLOGIS DI WILAYAH DKI JAKARTA DENGAN MENGGUNAKAN INDEKS PANAS (HUMIDEX)

ANALYSIS OF CLIMATOLOGICAL THERMAL COMFORT IN DKI JAKARTA USING HEAT INDEX (HUMIDEX)

Trinah Wati^{1,*} dan Riri Indriani Nasution²

¹Pusat Informasi Perubahan Iklim, BMKG, Jalan Angkasa I Nomor 2, Kemayoran, Jakarta Pusat

²Pusat Layanan Informasi Iklim Terapan, BMKG

*E-mail: trinah.wati@bmkgo.id

ARTICLE INFO

Article history

Received date:

9 March 2017

Received in revised form date:

9 June 2017

Accepted date:

9 June 2017

Available online date:

31 May 2018

Abstract

Interactions between human and environment about the influence of the physical atmosphere's state or weather on human is expressed in comfort level. The complex relationship between health and weather factors with human comfort is defined as biometeorological index. One of the biometeorological indices is heat index called as Humidex. Studies about Humidex in Jakarta were conducted using climate data stations of Indonesian Agency for Meteorology, Climatology and Geophysics (BMKG), namely air temperature, relative humidity and wind speed daily average during 1985 to 2012. The purpose of this study was to determine the level of thermal comfort using heat index Humidex in Jakarta and its climatological trends during 1985 to 2012. Comparative analysis between Humidex and the wind speed and also with the number of vehicles in Jakarta were conducted to determine their impact to the heat index in Jakarta. The results showed that the Humidex monthly average in Jakarta ranged between 36,1 °C and 39,5 °C. Humidex monthly pattern had two peaks with the first peak was on May and the second one was on November, while the lowest value was recorded on August and January. Humidex in Jakarta tended to increase between 0.05 °C and 0.08 °C with its coefficient of determination (R^2) was between 0.36 and 0.71. The effect of wind speed to Humidex was lowering the value of Humidex which increased the thermal comfort. Meanwhile, the number of vehicles showed a tendency to grow exponentially, which affected the further decline in thermal comfort level in Jakarta.

Keywords: Heat index, Humidex, Thermal comfort, Jakarta

Kata kunci:

Indeks panas
Humidex
Kenyamanan termis
DKI Jakarta

Abstrak

Interaksi antara manusia dengan lingkungan mengenai pengaruh keadaan lingkungan fisik atmosfer atau cuaca terhadap manusia dinyatakan dengan istilah kenyamanan. Hubungan kompleks antara faktor cuaca dengan kesehatan dan kenyamanan manusia diidentifikasi dengan indeks biometeorologi. Salah satu indeks biometeorologi adalah indeks panas yang dinamakan Humidex. Dalam penelitian ini dilakukan kajian indeks Humidex di wilayah DKI Jakarta dengan menggunakan data iklim stasiun Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), yaitu suhu udara, kelembapan relatif dan kecepatan angin rata-rata harian selama periode 1985 s.d. 2012. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kenyamanan termis dengan menggunakan indeks panas Humidex wilayah DKI Jakarta dan kecenderungannya secara klimatologis selama periode 1985 s.d. 2012. Analisis perbandingan Humidex dengan kecepatan angin dan jumlah kendaraan bermotor di DKI Jakarta dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap indeks panas di DKI Jakarta. Hasil menunjukkan rata-rata Humidex bulanan di wilayah DKI Jakarta berkisar antara 36,1 s.d. 39,5 °C. Pola Humidex bulanan memiliki dua puncak dengan puncak pertama pada bulan Mei dan puncak kedua pada bulan November, sedangkan nilai terendah terjadi pada bulan Agustus dan Januari. Terjadi kecenderungan peningkatan Humidex antara 0,05 s.d. 0,08 °C dengan koefisien determinansi (R^2) antara 0,36 s.d. 0,71. Hubungan antara kecepatan angin dengan Humidex adalah menurunkan nilai Humidex yang berdampak pada peningkatan rasa nyaman termis. Sedangkan jumlah kendaraan bermotor menunjukkan kecenderungan peningkatan secara eksponensial dan berpengaruh terhadap semakin menurunnya tingkat kenyamanan termis di DKI Jakarta.

©2018Widyariset. All rights reserved

PENDAHULUAN

Dalam interaksi manusia dengan lingkungan, pengaruh keadaan lingkungan fisik atmosfer atau cuaca terhadap manusia dinyatakan dengan istilah kenyamanan. Kondisi kenyamanan sangat bervariasi bagi setiap individu sehingga bersifat subjektif. Perasaan nyaman secara psikologis, fisiologis, dan sosiologis dapat dirasakan oleh seseorang. Kenyamanan psikologis adalah perasaan nyaman dengan penekanan secara subyektif, personal, dan pribadi. Kenyamanan fisiologis berkaitan dengan lingkungan alam sekitar, misalnya kondisi thermal/termis. Sedangkan kenyamanan sosiologis berkaitan dengan suasana hubungan dengan anggota keluarga, teman, dan masyarakat (Idayah 2010)

Suhu udara biasanya digunakan sebagai indikator kenyamanan termis yang kita rasakan ketika sedang beraktivitas fisik atau berolah raga. Akan tetapi, suhu hanya merupakan salah satu faktor. Faktor iklim lainnya yang berpengaruh adalah kelembapan udara yang dapat digunakan untuk melakukan penilaian mengenai kenyamanan yang dirasakan manusia. Kenyamanan termis terbatas pada kondisi udara tidak ekstrim (*moderate thermal environment*), dimana manusia masih dapat mengantisipasi dirinya terhadap perubahan suhu udara di sekitarnya. Dalam kondisi suhu yang tidak ekstrim terdapat daerah suhu dimana manusia tidak memerlukan usaha apapun, seperti halnya menggigil atau mengeluarkan keringat, dalam rangka

mempertahankan suhu tubuhnya agar tetap berkisar pada 37 °C. Daerah suhu inilah yang kemudian disebut dengan ‘suhu netral atau nyaman’ (Karyono 2001). Hubungan kompleks antara faktor cuaca dengan kesehatan dan kenyamanan manusia diidentifikasi dengan indeks biometeorologi. Contohnya adalah indeks panas yang berkaitan dengan manusia dan lingkungan antara lain: *Heat Discomfort Index*, *Humidex*, *The Weather Stress Index*, dan *The Universal Thermal Climate Index* (Spridonov et al., 2013).

Humidex pertama kali ditemukan oleh ahli cuaca di Kanada pada tahun 1960 (Lally and Watson 1960). Indeks ini menggambarkan bagaimana pengalaman yang dirasakan manusia terhadap kondisi cuaca panas dan lembap. Humidex menggabungkan suhu dan kelembapan udara menjadi suatu nilai indeks yang merefleksikan suhu yang dirasakan (Masterson and Richardson 1979; Schoen 2005). Humidex dikenal sebagai indeks panas untuk menghitung keterpaparan panas di Kanada (Ho et al. 2016; Burke et al. 2006; Gosling et al. 2014; Masterson and Richardson 1979). Humidex merupakan prediktor yang baik untuk pemodelan kenyamanan suhu ruangan *indoor* pada situasi iklim dengan kelembapan tinggi (Rana et al. 2013). Humidex menjadi salah satu indeks untuk menilai respon stres panas pada pekerja *outdoor* di lingkungan industri di Nepal (Pradhan et al. 2013).

Di Indonesia penelitian mengenai Humidex pernah dilakukan di lokasi Jabodetabek dengan menggunakan data iklim tiga jam-an selama periode 2002-2014 (Nasution 2016) untuk mengkaji kenaikan suhu di perkotaan dikaitkan dengan ketidaknyamanan masyarakat di kota dan di daerah sekitar kota. Dalam karya tulis ini dilakukan kajian mengenai indeks panas Humidex di wilayah DKI Jakarta dengan menggunakan data harian yang lebih

panjang, yaitu periode 1985 s.d. 2012. Analisis tingkat kenyamanan termis sebelumnya menggunakan indeks biometeorologi lainnya seperti *Temperature Humidity Index* (THI) di wilayah Jabodetabek (Effendy 2007) dan DKI Jakarta (Wati dan Fatkhuroyan 2017), *Discomfort Index* (DI) di kota Banjar Baru (Annisa et al. 2015), indeks *Predicted Mean Vote* (PMV) atau prediksi sensasi termis rata-rata oleh Karyono (2001) untuk mengukur suhu nyaman di Jakarta, dan indeks *Physiologically Equivalent Temperature* (PET) untuk mengukur kenyamanan termis di lokasi wisata Jakarta dan Bali (Koerniawan dan Gao 2015; Sugiarta dan Matzarakis 2014).

DKI Jakarta sebagai ibukota Indonesia telah mengalami peningkatan pembangunan kota yang sangat intensif. Perkembangan urbanisasi *megacity* Jakarta tentunya memengaruhi suhu udara akibat fenomena *urban heat island* (UHI) seperti terjadinya peningkatan suhu di pusat kota dan menurun ke arah sub-urban baik arah utara, selatan, barat maupun timur (Rushayati dan Hermawan 2013; Maru dan Ahmad 2015). Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui tingkat kenyamanan termis dengan menggunakan indeks panas Humidex wilayah DKI Jakarta dan kecenderungannya secara klimatologis selama periode 1985 s.d. 2012. Analisis perbandingan Humidex dengan kecepatan angin dan jumlah kendaraan bermotor di DKI Jakarta juga dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap indeks panas di DKI Jakarta.

METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data suhu dan kelembapan relatif rata-rata harian untuk menghitung Humidex dan data kecepatan angin sepuluh meter di lima stasiun, antara lain stasiun meteo-

rologi Cengkareng (Bandara Soekarno-Hatta), Kemayoran, Pondok Betung, Tanjung Priok, dan Halim Perdana Kusuma. Letak geografis dan posisi stasiun terdapat pada Tabel 1 dan Gambar 1 yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Sementara data jumlah kendaraan bermotor di DKI Jakarta tahun 1985 s.d. 2012 bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS).

DKI Jakarta terdiri atas lima kota dan satu kabupaten, stasiun penelitian mewakili masing-masing kota, stasiun Kemayoran untuk wilayah Jakarta Pusat, stasiun Tanjung Priok untuk wilayah Jakarta Utara, stasiun Halim untuk wilayah Jakarta Timur, stasiun Cengkareng untuk wilayah Jakarta Barat, dan stasiun Pondok Betung mewakili wilayah Jakarta Selatan, meskipun stasiun Cengkareng dan Pondok Betung secara administratif termasuk dalam wilayah provinsi Banten (Gambar 1).

Tabel 1. Letak geografis stasiun penelitian

No	Nama Stasiun	Lintang	Bujur	Elevasi (m)
1	Soekarno-Hatta Cengkareng	-6.11667	106.65000	8
2	Kemayoran	-6.18333	106.83333	4
3	Pondok Betung	-6.18333	106.83620	26
4	Tanjung Priok	-6.10000	106.86667	2
5	Halim Perdana Kusuma	-6.25000	106.90000	26

Humidex secara konseptual sama dengan *apparent temperature* (suhu yang dirasakan/diinterpretasikan), yang juga dikenal sebagai indeks panas. Humidex merupakan ukuran untuk ketidaknyamanan termis, asal mula nama indeks tersebut adalah indeks *Humiture* yang menggunakan data suhu dan kelembapan (Lally dan Watson 1960), lalu oleh *The*

Atmospheric Environment Service di Kanada indeks *Humiture* diadopsi menjadi indeks Humidex dengan satuan derajat Celsius (Tuller 1997). Humidex didefinisikan sebagai suhu pada udara yang relatif kering (tekanan uap kurang dari 10 hPa) yang memiliki pengaruh kenyamanan pada manusia yang sama dengan udara dengan suhu dan kelembapan yang diukur secara aktual maupun yang diramalkan (Charalampopoulos et al. 2013).



Gambar 1. Posisi stasiun penelitian di wilayah DKI Jakarta

Humidex menurut Masterson dan Richardson (1979) menghubungkan ketidaknyamanan termis di luar ruangan di wilayah Kanada dengan menggunakan dua parameter utama meteorologi, yaitu suhu udara dan kelembapan relatif. Formula yang digunakan berdasarkan pada dua hipotesis pada sistem termoregulasi tubuh manusia, yaitu:

- Suhu netral pada tubuh manusia didefinisikan sebagai kisaran suhu dimana subjek tanpa halangan terpapar udara yang tenang, keseimbangan panas tubuh manusia

tercapai dengan tanpa memerlukan usaha untuk mengakumulasi panas, yaitu antara 27 s.d. 30 °C;

- Tubuh manusia tidak mampu menangani akumulasi panas ketika suhu melebihi nilai minimum 32°C dan nilai kelembapan relatif lebih dari 75%.

Perhitungan Humidex menggunakan rumus sebagai berikut (Lally and Watson 1960; Masterson and Richardson 1979):

$$Humidex = T + \frac{5}{9} (e - 10) \tag{1}$$

$$e = 6,112 \times 10^{\left(\frac{7,5T}{237,7+T}\right)} \times \frac{RH}{100} \tag{2}$$

dengan:

Humidex = Indeks panas (°C)

T = Suhu udara rata-rata (°C)

RH = Kelembapan relatif rata-rata (%)

Interpretasi Humidex dengan sensasi panas terdapat pada Tabel 2 berdasarkan klasifikasi dari Spridonov et.al (2013). Data pengukuran suhu dan kelembapan berlokasi di *outdoor*, sehingga diasumsikan sensasi panas dari Humidex hasil perhitungan adalah untuk lingkungan *outdoor* (luar ruangan).

Perhitungan frekuensi Humidex harian sepanjang periode 1985-2012 dilakukan berdasarkan kategori interpretasi Humidex sesuai dengan Tabel 2 dengan menggunakan metode histogram. Analisis tren dalam penelitian ini dilakukan terhadap nilai Humidex rata-rata tahunan dengan menggunakan tren. Analisis tren digunakan untuk melihat pergerakan data yang menunjukkan arah perkembangan menuju ke satu titik (cenderung naik/turun) untuk periode lebih dari sepuluh tahun.

Analisis perbandingan Humidex dengan kecepatan angin dan jumlah kendara-

an bermotor di DKI Jakarta dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap indeks panas di DKI Jakarta. Analisis regresi merupakan salah satu metode untuk mengetahui hubungan sebab akibat antara dengan persamaan regresi linier sederhana sebagai berikut.

$$Y = aX + b \tag{3}$$

Y = variabel tidak bebas, yaitu Humidex

X = variabel bebas, yaitu jumlah kendaraan

a dan b = konstanta kemiringan (*slope*) dan intersep.

Tabel 2. Interpretasi Humidex dengan sensasi panas (Spridonov *et al.* 2013)

Kategori Interpretasi	Indeks Humidex	Keterangan
Nyaman	≤ 29 °C	
Perasaan sedikit tidak nyaman	30 – 34 °C	
Perasaan tidak nyaman	35 – 39 °C	Membatasi kegiatan fisik yang berat
Perasaan sangat tidak nyaman akibat panas hingga menimbulkan rasa tersengat akibat panas	40 – 45 °C	Melakukan kegiatan di area yang lebih dingin
Perasaan sangat tidak nyaman dan hampir dapat menyebabkan penyakit akibat serangan panas	46 – 53 °C	Menghentikan semua kegiatan fisik
Kematian akibat panas	≥ 54 °C	

Keeratan hubungan antara x dan y dinyatakan dengan koefisien korelasi (r) dari data contoh, dengan kisaran -1 < r < 1, perhitungan nilai r berdasarkan Persamaan 4. Keragaman total dari model ditunjukkan oleh besarnya koefisien determinasi (R²).

Determinasi merupakan kuadrat koefisien korelasi yang menyatakan proporsi keragaman total yang dijelaskan oleh peubah bebas. Nilai R^2 antara 0 – 1, semakin besar koefisien determinasi dan korelasi, model yang dihasilkan semakin baik. Untuk melihat nyata atau tidaknya hasil analisis tren digunakan nilai koefisien determinasi (R^2) yang menunjukkan kemampuan variabel bebas (X) dalam menjelaskan varian dari variabel tidak bebasnya (Y). Variabel X dalam analisis tren merupakan periode data (tahun) sedangkan variabel Y merupakan Humidex rata-rata tahunan. Perhitungan koefisien determinasi berdasarkan Persamaan 5.

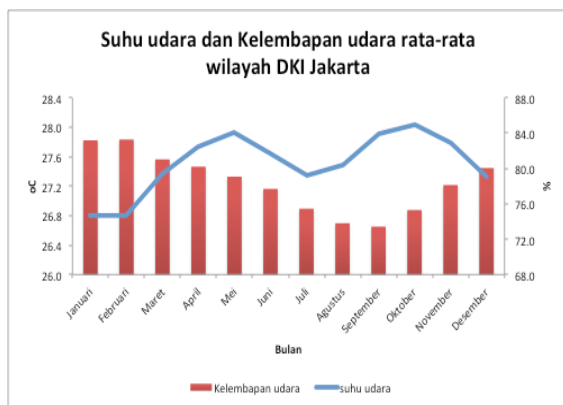
$$r = \frac{\sum(xy) - \sum x \sum y / n}{\left[\left(\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} \right) \left(\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} \right) \right]^{1/2}} \quad (4)$$

$$R^2 = b \frac{\sum xy - \sum x \sum y / n}{\sum y^2 - (\sum y)^2 / n} \quad (5)$$

Untuk mengetahui nyatanya hubungan antara x dan y digunakan uji t terhadap nilai korelasi pada taraf $\alpha = 0,01$.

$$t_{hit} = \frac{r\sqrt{n-k}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (6)$$

Dengan n = banyaknya data dan k = banyaknya peubah bebas. Hasil uji t hitung dibandingkan dengan t tabel dengan derajat bebas (db) = $n-k-1$.



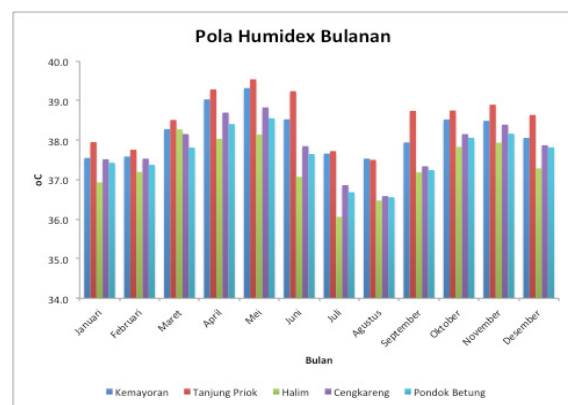
Gambar 2. Pola suhu dan kelembapan udara di wilayah DKI Jakarta

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data pengamatan periode 1985 s.d. 2012 diperoleh suhu udara rata-rata tahunan kelima stasiun penelitian menunjukkan rata-rata sebesar 27,5 °C, dengan nilai tertinggi pada bulan Oktober sebesar 28,0 °C dan terendah sebesar 26,8 °C pada bulan Januari dan Februari. Sedangkan kelembapan udara rata-rata sebesar 78,4%, dengan nilai tertinggi pada bulan Februari sebesar 83,3% dan terendah pada bulan September sebesar 73,4% seperti yang disajikan pada Gambar 2.

Hasil perhitungan Humidex secara bulanan disajikan dalam Gambar 3. Hasil menunjukkan rata-rata Humidex bulanan di wilayah DKI Jakarta berkisar antara 36,1 s.d. 39,5 °C. Pola Humidex bulanan memiliki dua puncak mengikuti pola suhu udara (Gambar 2) dengan puncak pertama pada bulan Mei dan kedua pada bulan November, sedangkan nilai terendah terjadi pada bulan Agustus dan Januari.

Nilai tertinggi umumnya terjadi pada bulan Mei dengan rata-rata sebesar 38,9 °C dan terendah pada bulan Agustus dengan rata-rata sebesar 36,9 °C, kecuali stasiun Halim memiliki nilai tertinggi pada bulan Maret dan terendah pada bulan Juli. Rata-rata tertinggi terjadi di Tanjung Priok di wilayah Jakarta Utara sedangkan terendah di Halim di wilayah Jakarta Timur.



Gambar 3. Pola Humidex rata-rata bulanan di wilayah DKI Jakarta

Nilai indeks panas Humidex menunjukkan besaran yang lebih tinggi dibandingkan suhu udara berdasarkan pengamatan stasiun meteorologi. Demikian juga dengan hasil perhitungan pada penelitian sebelumnya (Rana et al. 2013; Nasution 2016), nilai yang dirasakan oleh seseorang akibat suhu udara dan kelembaban yang menyebabkan panas yang diterima oleh seseorang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai suhu udara yang diukur.

Nasution (2016) melakukan perhitungan Humidex siang dan malam di lokasi Jabodetabek dengan menggunakan data iklim tiga jam-an selama periode 2002 s.d. 2014. Hasil menunjukkan Humidex pada malam hari lebih rendah dibandingkan siang hari dengan selisih antara 2 s.d. 4 °C.

Berdasarkan nilai Humidex rata-rata tahunan, kecenderungan nilai Humidex selama periode 1985 s.d. 2012 mengalami peningkatan seperti yang disajikan dalam Gambar 4. Tren peningkatan sebesar 0,08 °C selama 28 tahun di Kemayoran dan Pondok Betung dengan nilai koefisien determinasi sebesar 0,71 dan 0,64 atau sebesar 71% dan 64% dari proporsi data yang mengalami kecenderungan peningkatan tersebut. Peningkatan 0,05 °C terjadi di Tanjung Priok dan Halim dengan koefisien determinasi sebesar 0,36 dan 0,39 sedangkan di Cengkareng terjadi peningkatan sebesar 0,06 °C dengan nilai koefisien determinasi sebesar 0,37.

Menurut Siswanto et al. (2016), selama satu abad terakhir suhu rata-rata tahunan di Jakarta telah meningkat sebesar 1,6 °C dimana peningkatan tersebut melebihi kenaikan suhu rata-rata global. Peningkatan suhu maksimum harian lebih kuat dibandingkan peningkatan suhu rata-rata dan minimum, peningkatan suhu minimum semakin menguat selama 50 tahun terakhir. Data dalam penelitian tersebut menggunakan data pengamatan

di wilayah Jakarta (nomor kode stasiun 96745) yang sekarang berlokasi di Kemayoran dengan periode dari tahun 1866 s.d. 2010 dari lokasi sebelumnya, yaitu di Kwitang hingga pindah ke Kemayoran. Hal tersebut menunjukkan indeks panas di wilayah DKI Jakarta memiliki kecenderungan semakin meningkat.

Frekuensi kejadian sensasi panas harian di wilayah DKI Jakarta dengan kategori interpretasi menurut Spridonov et al. (2013) berdasarkan Humidex menunjukkan 74% termasuk dalam kategori “perasaan tidak nyaman” atau dengan frekuensi rata-rata sebanyak 270 hari per tahun, 24,1% atau sebanyak 88 hari per tahun termasuk dalam kategori “perasaan sangat tidak nyaman akibat panas” dan hanya 1,3% atau lima hari saja yang masuk dalam kategori “perasaan sedikit tidak nyaman”. Besarnya persentase interpretasi sensasi panas masing-masing stasiun disajikan pada Tabel 3. Persentase kategori sedikit tidak nyaman dan tidak nyaman tertinggi di Halim sebesar 2,2% (delapan hari per tahun) dan 85,5% (312 hari per tahun), sedangkan kategori sangat tidak nyaman paling tinggi di Tanjung Priok sebesar 36,2% (132 hari per tahun).

Kategori interpretasi sensasi panas tersebut dibuat di wilayah beriklim subtropis yang berbeda dengan iklim tropis di Jakarta, sehingga persepsi mengenai sensasi panas yang dirasakan manusia di lingkungan tropis berdasarkan Humidex membutuhkan penelitian lebih lanjut. Nasution (2016) menghubungkan Humidex dengan persepsi suhu yang dirasakan oleh masyarakat di Jabodetabek, hasil menunjukkan bahwa masyarakat dominan merasakan perasaan netral terhadap suhu udara yang dirasakan walau nilai Humidex pada masyarakat sudah menunjukkan adanya perasaan tidak nyaman akibat perasaan panas. Pengaruh kenaikan suhu dirasakan

tetap dapat diatasi dengan menyesuaikan kondisi terhadap kenaikan suhu udara.

Karyono (2001) melakukan penelitian mengenai standar kenyamanan termis berdasarkan standar Amerika [ANSI/ASHRAE 55-1992], hasilnya memperlihatkan angka yang lebih rendah dari hasil penelitian di wilayah DKI Jakarta. Standar ASHRAE dirumuskan dari hasil penelitian di negara beriklim sedang akan menghasilkan suhu nyaman yang cenderung lebih rendah bagi mereka yang tinggal di daerah panas atau tropis (karena manusia tropis telah melakukan proses adaptasi terhadap suhu udara luar yang lebih tinggi).

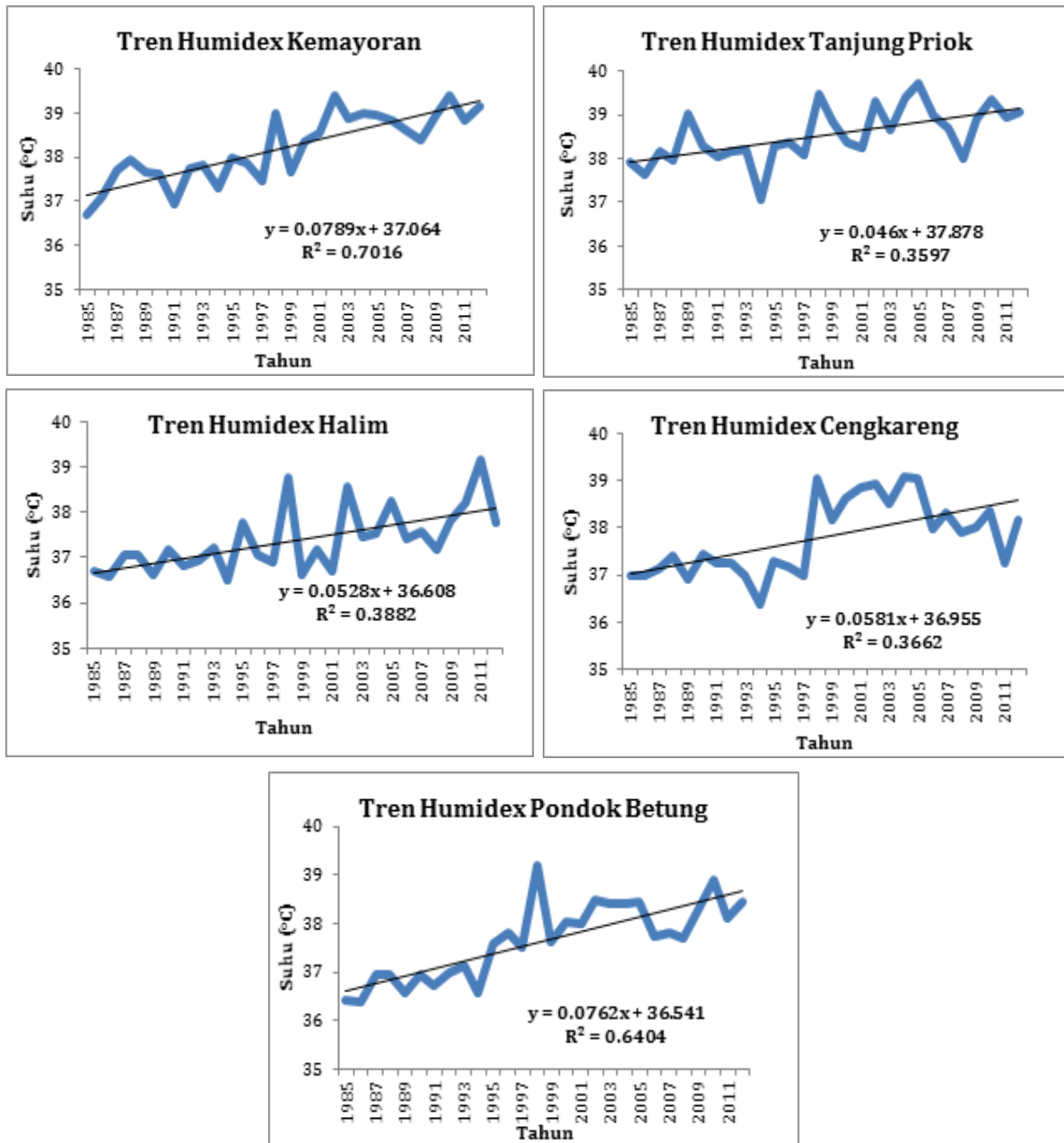
Hubungan Humidex dengan kecepatan angin rata-rata bulanan periode 1985 s.d. 2012 disajikan pada Gambar 5. Perbandingan pola kedua parameter secara klimatologis di wilayah DKI Jakarta menunjukkan bahwa pada bulan April saat kecepatan angin mengalami penurunan tampak Humidex meningkat, pola demikian juga sebaliknya pada bulan Juli Humidex mengalami penurunan ketika kecepatan angin meningkat.

Sangkertadi (2006) melakukan simulasi pengaruh kecepatan angin terhadap skala kenyamanan termis (indeks PMV, DI, maupun regresi Y), hasil menunjukkan di daerah beriklim tropis lembap, kecenderungan peningkatan kenyamanan termis terjadi melalui adanya hembusan angin yang langsung menyentuh kulit tubuh manusia. Melalui hembusan angin terjadi proses evaporasi/penguapan keringat yang

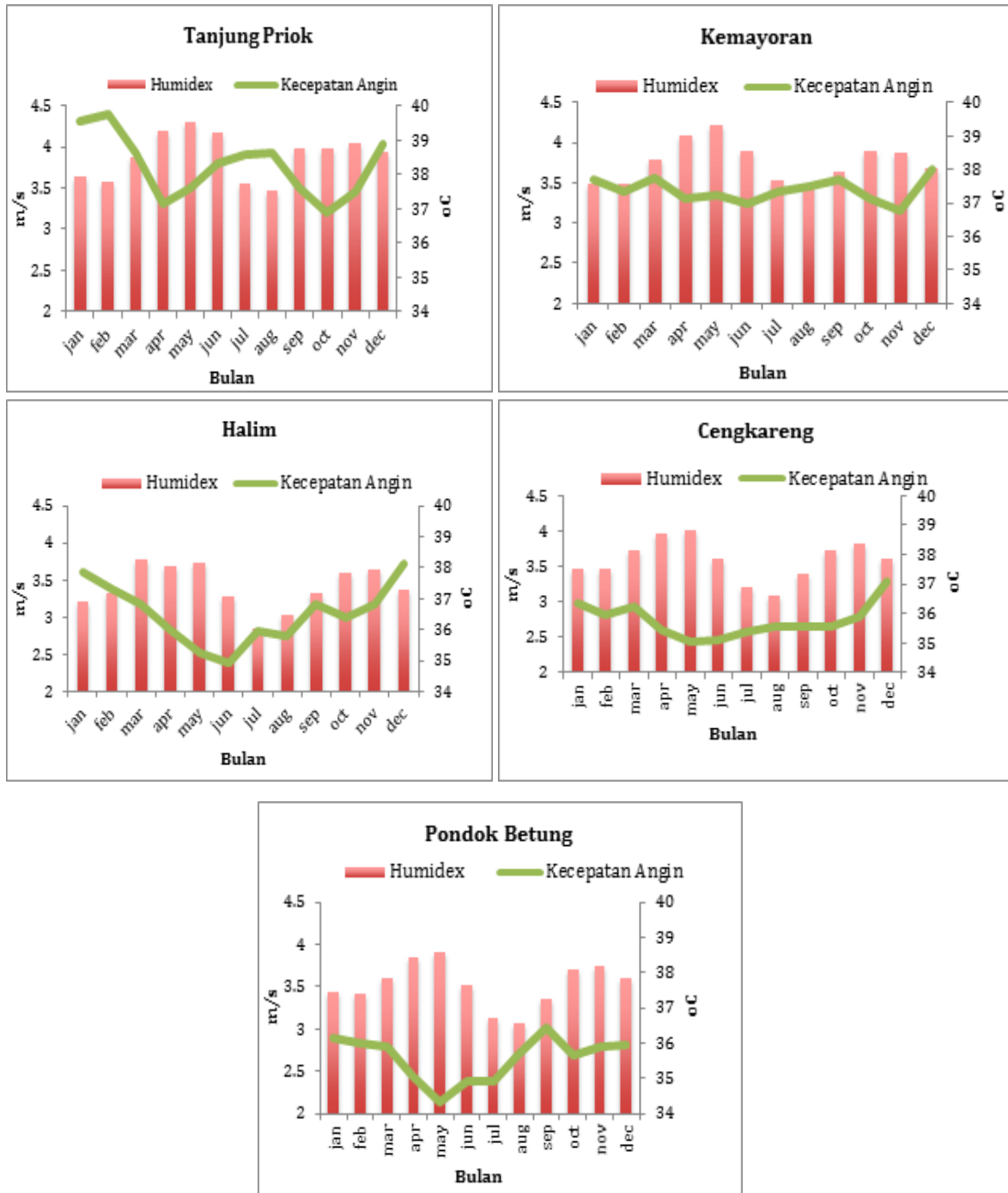
berdampak pada peningkatan rasa nyaman termis.

Dampak dari fenomena UHI yang paling dirasakan salah satunya adalah tingkat kenyamanan dan gangguan kesehatan akibat panas. Peningkatan panas di wilayah DKI Jakarta terjadi disebabkan salah satunya oleh peningkatan jumlah kendaraan. Secara tidak langsung peningkatan jumlah kendaraan di perkotaan menyumbang fenomena UHI melalui emisi gas rumah kaca (GRK) khususnya gas NO_x. Gas NO_x menangkap panas 300 kali lipat dibandingkan gas CO₂ (Effendy 2007). Menurut Sukana dan Naseh (1993) jumlah kendaraan di DKI Jakarta berpengaruh terhadap tingginya konsentrasi SO₂ dan NO_x. Transportasi di DKI Jakarta merupakan pengemisi GRK terbesar (Purnomohadi 1995; Adiningsih 1997) yang berdampak terhadap akumulasi panas dan fenomena UHI di DKI Jakarta.

Berdasarkan Gambar 7, selama periode 1985 s.d. 2012 jumlah kendaraan di DKI Jakarta mengalami peningkatan secara eksponensial dengan laju sebesar 9,3% dan koefisien determinasi R² 0,97 artinya 97% proporsi data menunjukkan kecenderungan peningkatan. Peningkatan jumlah kendaraan berdasarkan Gambar 7 meningkat pesat pada tahun 2003 hingga 2012. Untuk mengetahui hubungan antara Humidex dengan jumlah kendaraan dilakukan analisis regresi. Humidex rata-rata wilayah DKI Jakarta diregresikan dengan jumlah kendaraan menunjukkan hubungan regresi linier logaritma.



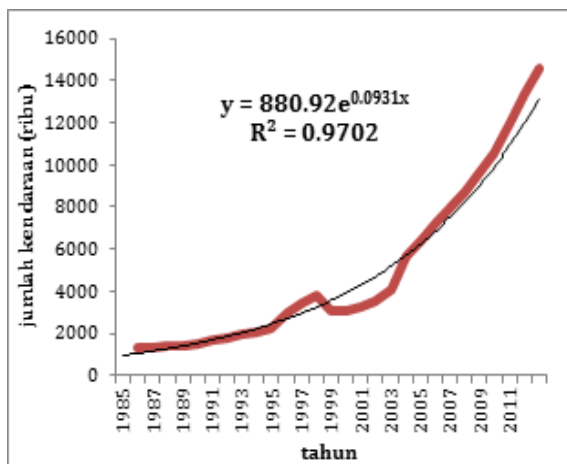
Gambar 4. Tren Humidex di wilayah DKI Jakarta



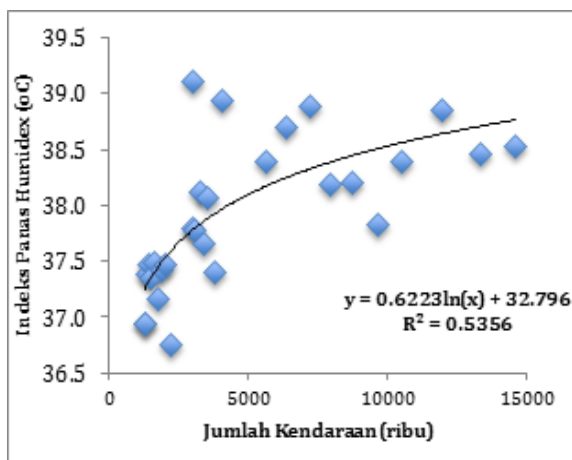
Gambar 5. Hubungan Humidex dengan Kecepatan Angin

Tabel 2. Frekuensi kejadian sensasi panas berdasarkan Interpretasi (Spridonov et al., 2013)

Kategori Interpretasi	Humidex	Persentase (%)					
		Kemayoran	Tanjung Priok	Halim	Cengkareng	Pondok Betung	Rata-rata
Nyaman	≤ 29°C	0.0	0.1	0.4	0.0	0.0	0.1
Perasaan sedikit tidak nyaman	30 - 34°C	0.5	1.0	2.2	1.1	1.5	1.3
Perasaan tidak nyaman	35 - 39°C	69.4	62.5	85.5	74.8	77.9	74.0
Perasaan sangat tidak nyaman akibat panas hingga menimbulkan rasa tersengat akibat panas	40 - 45°C	30.0	36.2	11.4	22.6	20.4	24.1
Perasaan sangat tidak nyaman dan hampir dapat menyebabkan penyakit akibat serangan panas	46 - 53°C	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
Kematian akibat panas	≥ 54°C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



Gambar 6. Tren jumlah kendaraan di DKI Jakarta (BPS 2015)



Gambar 7. Hubungan antara Humidex dengan jumlah kendaraan di DKI Jakarta

Korelasi antara Humidex dengan jumlah kendaraan di wilayah DKI Jakarta sebesar 0,732 dengan R^2 0,54. Hubungan regresi tersebut nyata dengan taraf 0,01 karena nilai t hitung sebesar 14,18 lebih besar dibandingkan t tabel 2,779. Persamaan menunjukkan peningkatan jumlah kendaraan yang pesat telah meningkatkan besaran indeks panas Humidex di wilayah DKI Jakarta dengan keragaman data 54% selama periode 1985 s.d. 2012.

KESIMPULAN

Humidex di wilayah DKI Jakarta selama tahun 1985 s.d. 2012 semakin meningkat menunjukkan bahwa sensasi panas wilayah DKI Jakarta semakin tidak nyaman yang menyebabkan secara fisik telah terpapar panas dan tingkat kenyamanan termis semakin menurun. Pengaruh angin dapat meningkatkan tingkat kenyamanan termis. Hal ini berdasarkan perbandingan pola Humidex dengan kecepatan angin, nilai Humidex meningkat pada saat kecepatan angin menurun, sebaliknya Humidex menurun pada saat kecepatan angin meningkat. Peningkatan jumlah kendaraan di wilayah DKI Jakarta merupakan salah satu faktor yang memengaruhi kecenderungan

an peningkatan Humidex dan penurunan tingkat kenyamanan termis.

SARAN

Diharapkan penelitian lebih lanjut untuk mengelaskan interpretasi sensasi panas antara manusia dengan indeks panas (Humidex) di wilayah beriklim tropis dan upaya adaptasi perlu dilakukan untuk mengurangi efek sensasi panas yang semakin meningkat di wilayah DKI Jakarta.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih pada BMKG atas fasilitas dan dukungan data iklim untuk penelitian mengenai interaksi iklim dengan lingkungan serta kepada BPS atas data yang digunakan dalam penelitian ini.

DAFTAR ACUAN

- Adiningsih, Erna Sri. 1997. "Perkembangan Perkotaan dan Dampaknya terhadap Kualitas Udara dan Iklim di Jakarta dan Sekitarnya." *Majalah Lapan* 68: 38–52.
- Annisa, Nova, Ahmad Kurnain, Eko Rini Indrayatie, and Setia Budi Peran. 2015. "Iklim Mikro dan Indeks Ketidaknyamanan Taman Kota di Kelurahan Komet Kota Banjarbaru Nova." *EnviroScienteeae* 11: 143–51.
- BPS, DKI JAKARTA. 2015. *Transportation Statistics of DKI Jakarta*.
- Burke, M, N Sipe, R Evans, and R Melli-font. 2006. "Climate, Geography and the Propensity to Walk: Environmental Factors and Walking Trip Rates in Brisbane." *Australasian Transport Research Forum (Atrf), 29Th, 2006, Gold Coast, Queensland, Australia, Vol 29*, 17P.
- Charalampopoulos, Ioannis, Ioannis Tsiros, Aikaterini Chronopoulou-Sereli, and Andreas Matzarakis. 2013. "Analysis of Thermal Bioclimate in Various Urban Configurations in Athens, Greece." *Urban Ecosystems* 16 (2): 217–33. doi:10.1007/s11252-012-0252-5.
- Effendy, Sobri. 2007. "Keterkaitan Ruang Terbuka Hijau Dengan Urban Heat Island Wilayah JABOTABEK." IPB (Bogor Agricultural University).
- Gosling, Simon N., Erin K. Bryce, P. Grady Dixon, Katharina M A Gabriel, Elaine Y. Gosling, Jonathan M. Hanes, David M. Hondula, et al. 2014. *A Glossary for Biometeorology. International Journal of Biometeorology*. Vol. 58. doi:10.1007/s00484-013-0729-9.
- Ho, Hung Chak, Anders Knudby, Yongming Xu, Matus Hodul, and Mehdi Aminipouri. 2016. "A Comparison of Urban Heat Islands Mapped Using Skin Temperature, Air Temperature, and Apparent Temperature (Humidex), for the Greater Vancouver Area." *Science of the Total Environment* 544. Elsevier B.V.: 929–38. doi:10.1016/j.scitotenv.2015.12.021.
- Idayah, TI. 2010. "Variasi Suhu dan Kelembaban Udara di Taman Suropati dan Sekitarnya." universitas Indonesia.
- Karyono, Tri Harso. 2001. "Penelitian Kenyamanan Termis di Jakarta sebagai Acuan Suhu Nyaman Manusia di Indonesia." *Dimensi Teknik Arsitektur* 29 (1): 24–33.
- Koerniawan, M Donny, and Weijun Gao. 2015. "Thermal Comfort Investigation in Three Hot-Humid Climate Theme Parks in Jakarta Thermal Comfort Investigation in Three Hot-Humid Climate Theme Parks in Jakarta." *American Journal of Environmental Sciences*, no. September. doi:10.3844/ofsp.10075.
- Lally, VE, and BF Watson. 1960. "Humiture Revisited." *Weatherwise* 13: 254–56.
- Maru, Rosmini, and Shaharuddin Ahmad. 2015. "The Relationship between Temperature Patterns and Urban

- Morfometri in the Jakarta City, Indonesia.” *Asian Journal of Atmospheric Environment* 9 (2): 128–36. doi:10.5572/ajae.2015.9.2.128.
- Masterson, J, and F.A Richardson. 1979. “‘Humidex.’ A Method of Quantifying Human Discomfort due to Excessive Heat and Humidity.”
- Nasution, Riri Indriani. 2016. “Pengaruh Kenaikan Suhu Udara terhadap Kenyamanan Tinggal di Perkotaan.”
- Pradhan, Bandana, Shailendra Shrestha, Ranjana Shrestha, Sadhana Pradhanang, Birendra Kayastha, and Pushkar Pradhan. 2013. “Assessing Climate Change and Heat Stress Responses in the Tarai Region of Nepal.” *Industrial Health* 51 (1): 101–12. doi:10.2486/ind-health.2012-0166.
- Purnomohadi, T. 1995. “Peran Ruang Terbuka Hijau dalam Pengendalian Kualitas Udara di DKI Jakarta.” IPB, Bogor.
- Rana, R, B Kusy, R Jurdak, J Wall, and W Hu. 2013. “Feasibility Analysis of Using Humidex as an Indoor Thermal Comfort Predictor.” *Energy and Buildings* 64: 17–25. doi:10.1016/j.enbuild.2013.04.019.
- Rushayati, Siti Badriyah, and Rachmad Hermawan. 2013. “Karakteristik Kondisi Urban Heat Island DKI Jakarta (Characteristics of Urban Heat Island Condition in DKI Jakarta).” *Media Konservasi* 18 (2): 96–100.
- Sangkertadi. 2006. “Peran Kecepatan Angin terhadap Peningkatan Kenyamanan Termis Manusia di Lingkungan Beriklim Tropis Lembab.” *Journal Manusia dan Lingkungan* I (2).
- Schoen, Carl. 2005. “A New Empirical Model of the Temperature-Humidity Index.” *Journal of Applied Meteorology* 44 no 9: 1413–20.
- Siswanto, Siswanto, Geert Jan van Oldenborgh, Gerard van der Schrier, Rudmer Jilderda, and Bart van den Hurk. 2016. “Temperature, Extreme Precipitation, and Diurnal Rainfall Changes in the Urbanized Jakarta City during the Past 130 Years.” *International Journal of Climatology* 36 (9): 3207–25. doi:10.1002/joc.4548.
- Spridonov, V., M. Curic, and O. Zafirovski. 2013. “Weather and Human Health.” *COBISS M.K.*
- Sugiartha, Nyoman, and Andreas Matzarakis. 2014. “Thermal Bioclimate for Tourism : Case Study of Kuta , Bali Province , Indonesia.” In *3rd International Conference on Engineering & Technology Development 2014*, 26–32. Faculty of Engineering and Faculty of Computer Science Bandar Lampung University.
- Sukana, Bambang, and Syahrudji Naseh. 1993. “Pencemaran Udara di OKI.” *Media Litbangkes* III (4): 6–12.
- Tuller, S E. 1997. “Climatic Controls of the Cool Human Thermal Sensation in a Summertime Onshore Wind.” *International Journal of Biometeorology* 41 (1): 26–33. doi:10.1007/s004840050050.
- Wati, Trinah, and Fatkhuroyan. 2017. “Analisis Tingkat Kenyamanan Di DKI Jakarta Berdasarkan Indeks THI (Temperature Humidity Index)” 15 (1): 57–63. doi:10.14710/jil.15.1.57-63.

