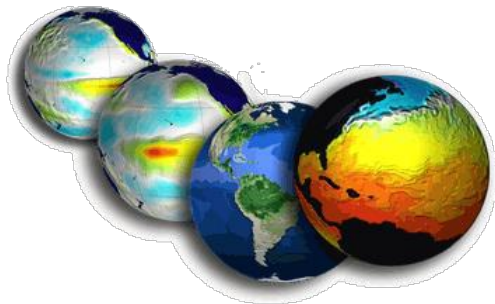




BMKG

# URBAN FARMING :

## SOLUSI MASALAH PERUBAHAN IKLIM DAN KUALITAS UDARA



**Herizal**  
**Kedeputan Bidang Klimatologi**  
**Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG)**

Disampaikan Pada Diskusi Pojok Iklim KLHK  
Jakarta, 11 April, 2019

*KLIMATOLOGI*

# OUTLINE

- ISPU dan Baku Mutu Udara Ambien
- Tren GRK dan Pemanasan Global
- Potret Kualitas Udara Dunia dan Indonesia
- Urbanisasi dan Polusi Udara
- Solusi untuk Mengurangi Pencemaran Udara
- Urban Farming

# ***ISPU DAN BAKU MUTU UDARA AMBIEN***

.....

# Indeks Standar Pencemaran Udara



ISPU adalah angka yang tidak mempunyai satuan yang menggambarkan kondisi kualitas udara ambien

ISPU mempunyai 5 kategori : Baik, Sedang, Tidak Sehat, sangat tidak sehat dan berbahaya

Parameter ISPU : PM10, CO, SO2, NO2 dan O3

Indeks	Kategori
1 - 50	Baik
51 - 100	Sedang
101 - 199	Tidak Sehat
200 - 299	Sangat Tidak Sehat
300 - lebih	Berbahaya

ISPU	24 Jam PM <sub>10</sub> µg/m <sup>3</sup>	8 Jam CO mg/m <sup>3</sup>	1 Jam O <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>
50	50	5	120
100	150	10	235
200	350	17	400
300	420	34	800
400	500	46	1000
500	600	57.5	1200



KLIMATOLOGI

# Baku Mutu Udara Nasional



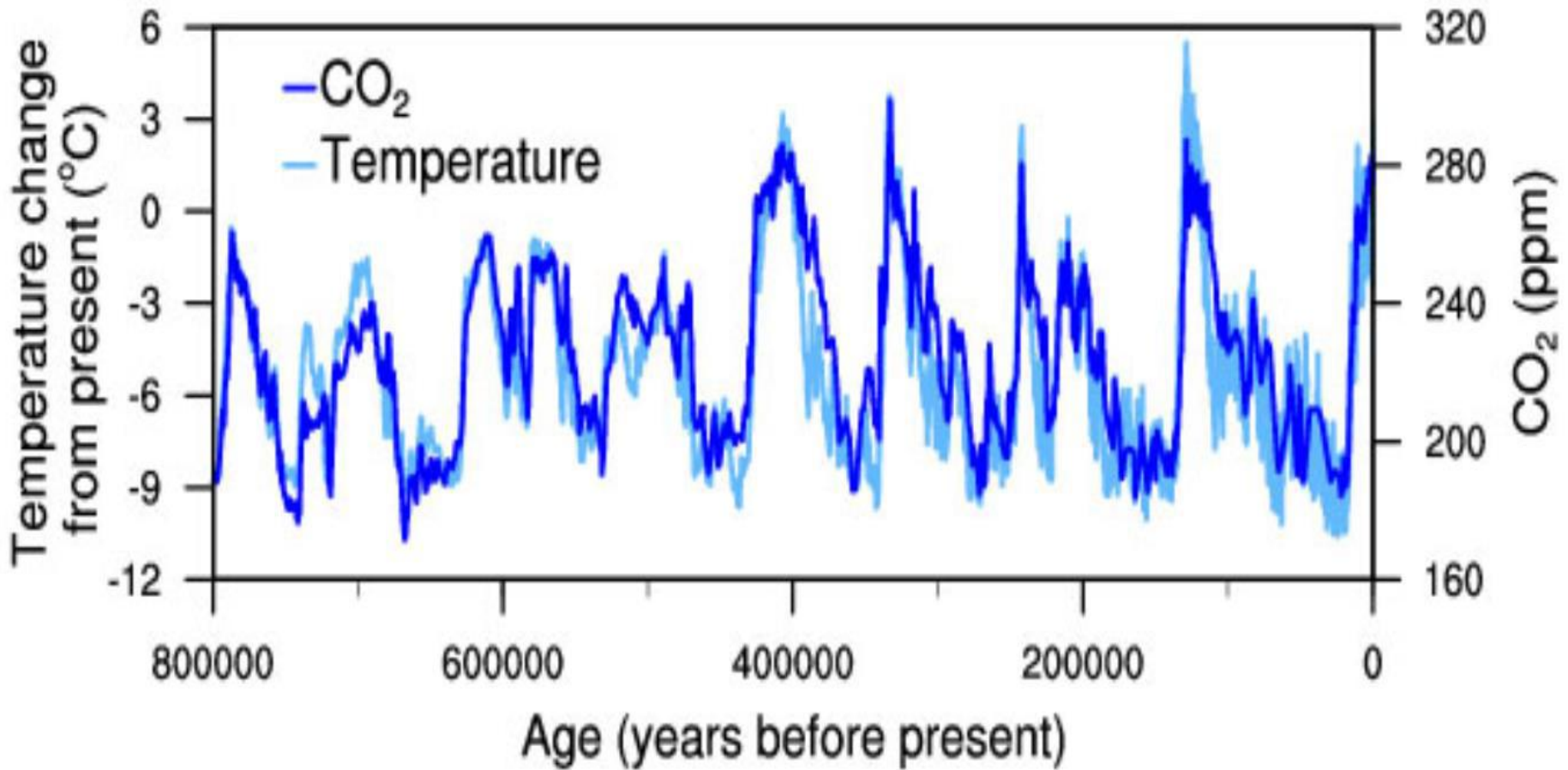
BAKU MUTU UDARA AMBIEN adalah batas maksimum parameter pencemaran udara ditenggang keberadaannya di udara.

Parameter BMUA : SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, HC, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, TSP, Pb, Debu Jatuh, Total Flouride, Flour Indeks, Klorin dan Klorin Dioksida dan Sulfat Indeks

No	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu
1	Aerosol PM <sub>10</sub>	24 jam	150 µg/m <sup>3</sup>
2	Karbon monoksida	1 jam 24 jam	30000 µg/m <sup>3</sup> 10000 µg/m <sup>3</sup>
3	Ozon Permukaan	1 jam 1 tahun	235 µg/m <sup>3</sup> 50 µg/m <sup>3</sup>

***TREN GRK DAN PEMANASAN GLOBAL .....***

# HUBUNGAN CO2 DAN TEMPERATUR



# GLOBAL TEMPERATURE & CARBON DIOXIDE



Global temperature anomalies averaged and adjusted to early industrial baseline (1881-1910)  
Source: NASA GISS, NOAA NCEP, ESRL

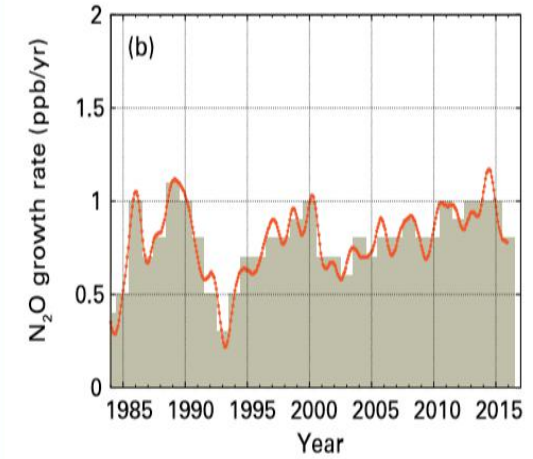
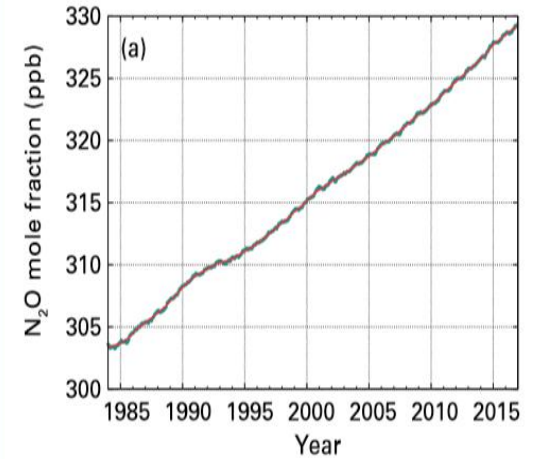
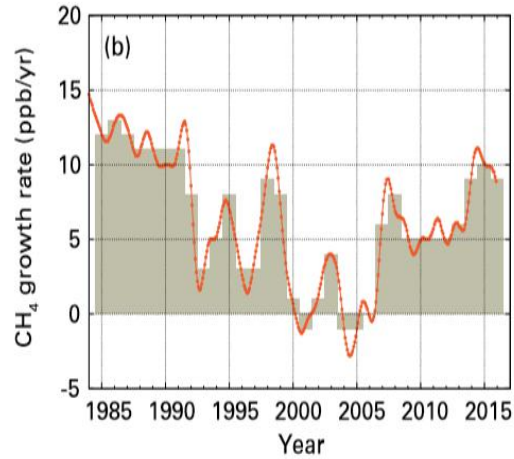
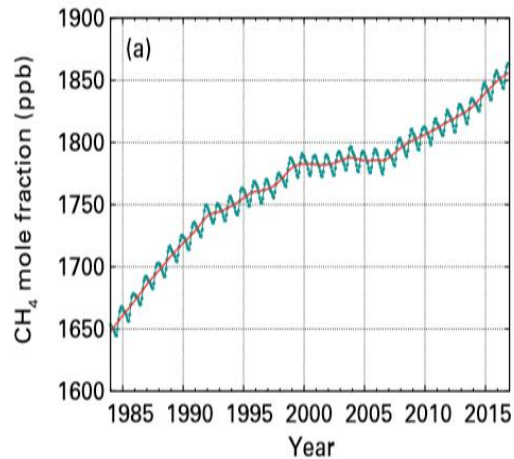
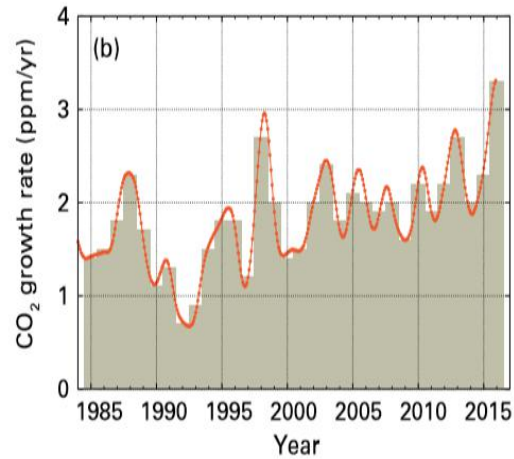
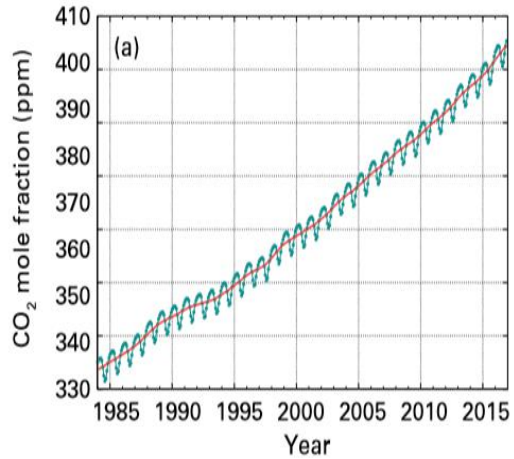
CLIMATE  CENTRAL



KLIMATOLOGI

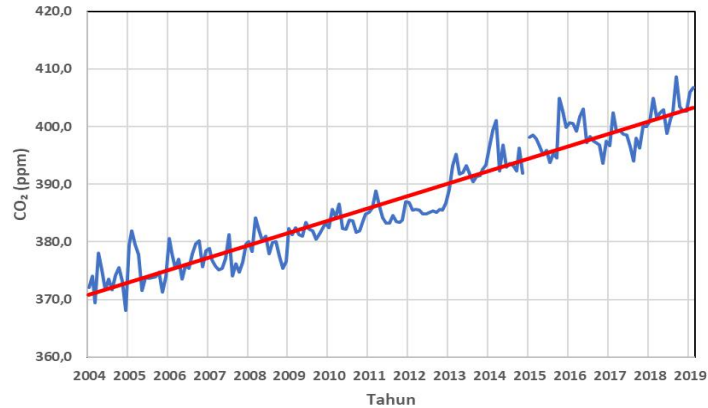


# TREN GRK GLOBAL

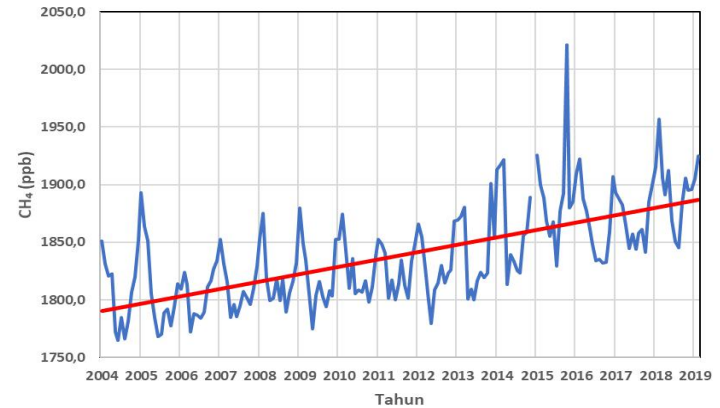


# TREN GRK INDONESIA

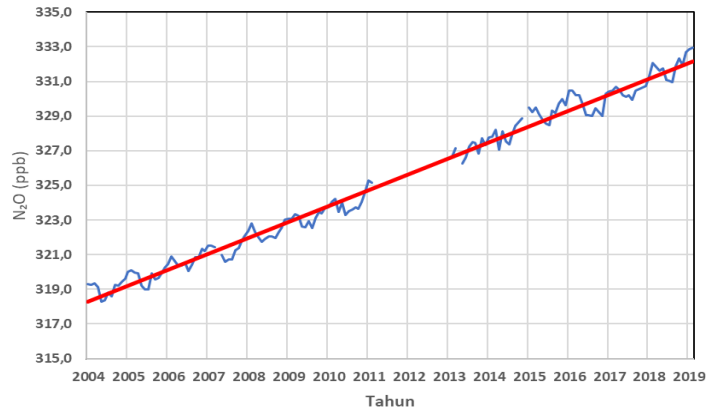
Tren CO<sub>2</sub> di GAW Bukit Kototabang, Indonesia



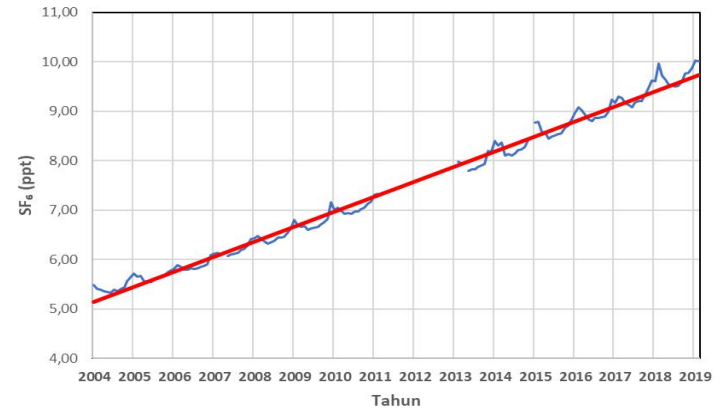
Tren CH<sub>4</sub> di GAW Bukit Kototabang, Indonesia



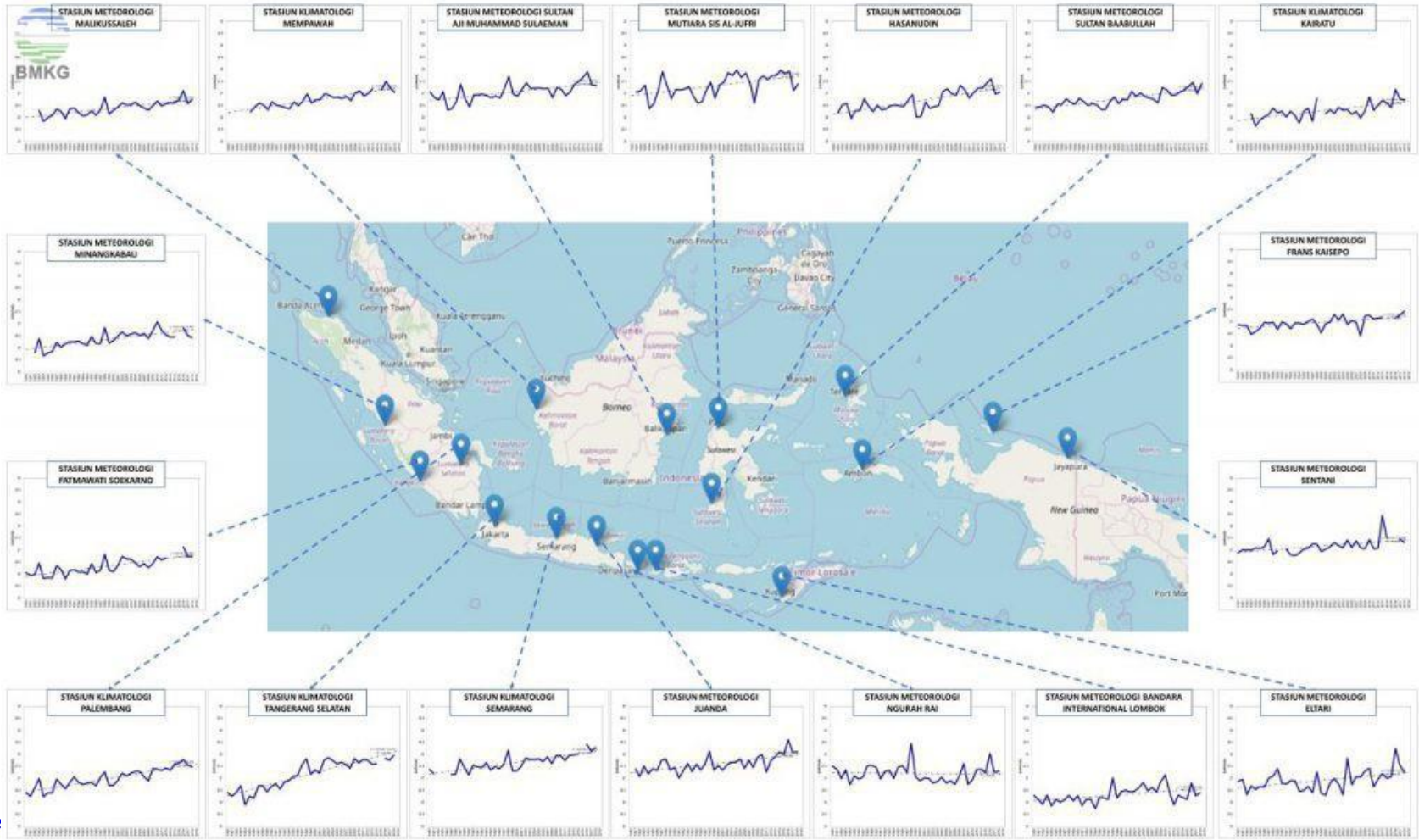
Tren N<sub>2</sub>O di GAW Bukit Kototabang, Indonesia



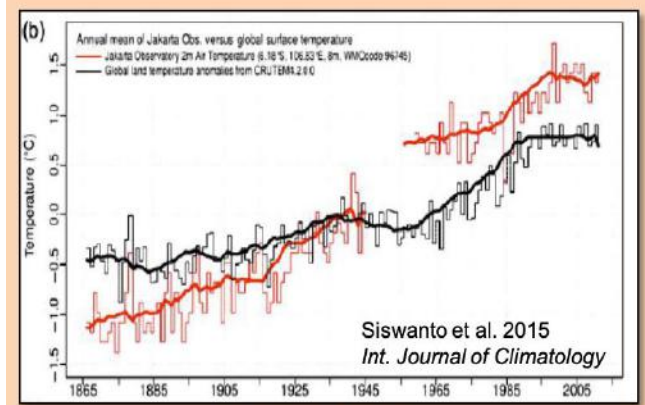
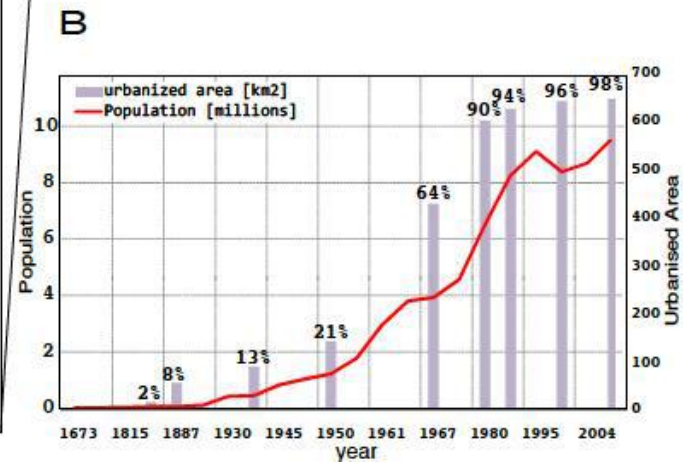
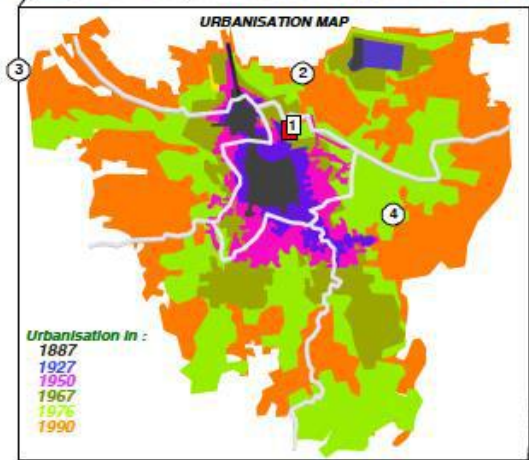
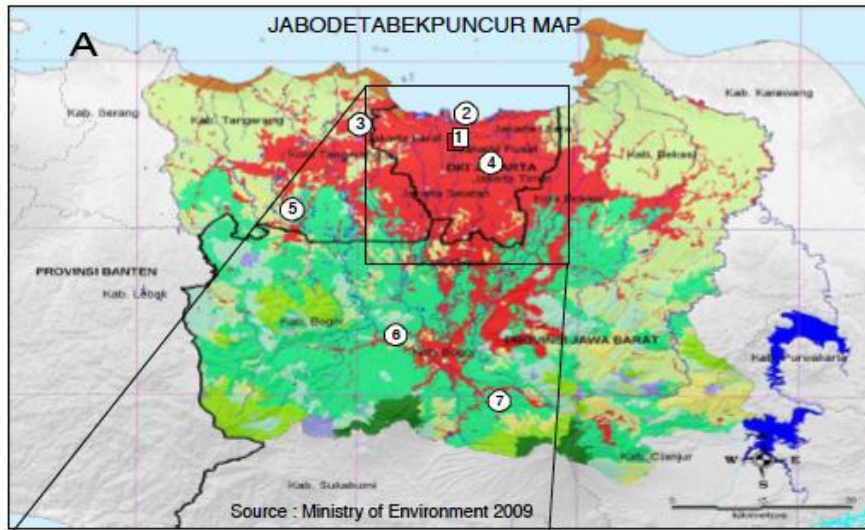
Tren SF<sub>6</sub> di GAW Bukit Kototabang, Indonesia



# TREN SUHU RATA RATA



# URBANISASI PEMANASAN KOTA GLOBAL WARMING



Suhu Jakarta  
vs  
Suhu Global Benua

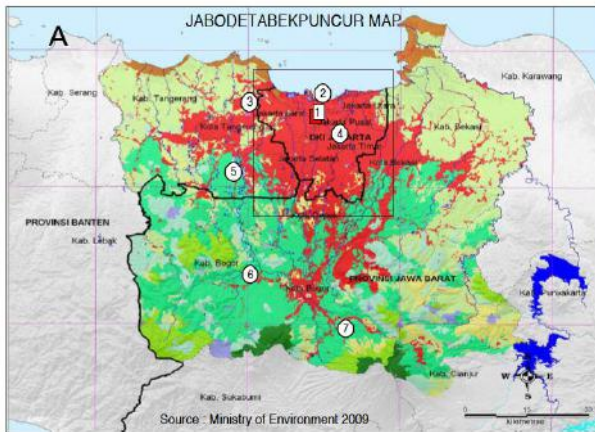
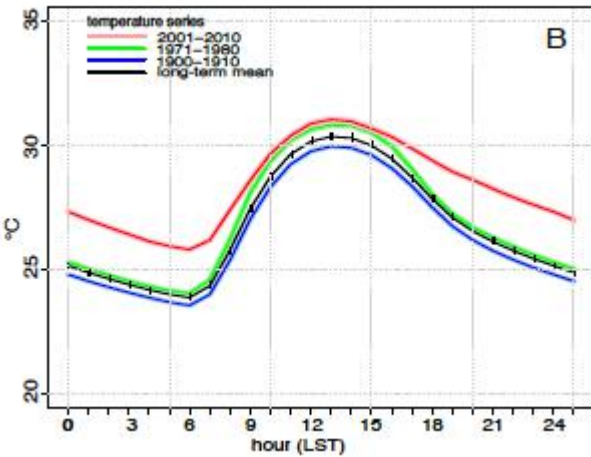
$$\Delta T_{Jakarta} = (1.4 \pm 0.06) \Delta T_{global\ land}$$


\*\*\* ( $\alpha < 0.001$ )

*laju perubahan secara lokal dapat dimungkinkan lebih cepat dan lebih kuat dibandingkan laju perubahan global.*

>> urbanisation? UHI?

# Perubahan Pemanasan Perkotaan





## TREN SUHU UDARA PERMUKAAN DI WILAYAH DKI JAKARTA DAN SEKITARNYA

Berdasarkan: Siwanto, S., van Oldenborgh, G. J., van der Schrier, G., Jilderda, R., & van den Hurk, B. J. J. M. (2016). Temperature, extreme precipitation, and diurnal rainfall changes in the urbanized Jakarta city during the past 130 years. *International Journal of Climatology*, 36(14), 3207-3225. DOI: 10.1002/joc.4548

### KENAIKAN SUHU UDARA

1866 - 2012  
Suhu di Jakarta telah meningkat seiring dengan proses urbanisasi yang cepat dan pemanasan global. Selama satu abad terakhir, suhu maksimum meningkat lebih kuat daripada suhu rata-rata dan suhu minimum dengan laju 2,12°C/100 tahun. Suhu maksimum harian rata-rata saat ini di Jakarta sekitar 32°C, sedikit lebih tinggi daripada daerah pedesaan di Citeko (suhu sudah disesuaikan untuk perbedaan ketinggian). Suhu minimum memiliki tren yang lebih rendah dalam 100 tahun, tetapi ditemukan kenaikan yang lebih tinggi pada 50 tahun terakhir dengan laju 0,42°C/10 tahun. (Siwanto, 2016)

**LEGEND**

- $T_{min}$  (°C/decade)
- $T_{max}$  (°C/decade)
- $T_m$  (°C/decade)

Tren suhu tahunan di Jakarta dan stasiun sekitarnya dalam periode 1980-2012. Bintang di atas grafik batang menunjukkan tingkat signifikansi untuk derajat kepercayaan  $p < 0.001$  (\*\*\*),  $p < 0.01$  (\*\*),  $p < 0.05$  (\*),  $p < 0.1$  (·).

### URBAN HEAT ISLAND


33°C  
29°C

Rural, Suburban Residential, Commercial, Downtown, Urban Residential, Park, Suburban Residential, rural farmland

"Udara perkotaan bisa beberapa derajat lebih panas daripada daerah pedesaan sekitarnya. Suhu udara yang lebih tinggi hasil dari efek panas perkotaan (Urban Heat Island, UHI) memaksa AC bekerja lebih keras dan mempercepat pembentukan kabut asap serta berkontribusi terhadap kualitas udara yang buruk."

Selama 30 tahun terakhir, perubahan yang paling mencolok adalah peningkatan suhu minimum di empat lokasi dekat Jakarta (Jakarta Obs., Tanjung Priok, Halim Perdana Kusuma, dan Soekarno-Hatta) dengan laju tren 0,3-0,75°C/decade. Laju ini jauh lebih cepat daripada pemanasan global dan jauh lebih cepat daripada laju kenaikan suhu maksimum harian.

Hasil pengukuran tersebut sesuai dengan teori efek panas perkotaan yang sudah diperkirakan dominan di pusat kota yang terus berkembang. Di daerah pedesaan, suhu minimum tidak meningkat dengan kuat seperti di Bogor dan stasiun lain yang terletak di daerah yang berpenduduk lebih rendah dibanding Jakarta. (Budianto dan Citeko)



**BADAN METEOROLOGI, KLIMATOLOGI, DAN GEOFISIKA**  
DEPUTI KLIMATOLOGI

# ***KUALITAS UDARA DUNIA DAN INDONESIA***

.....

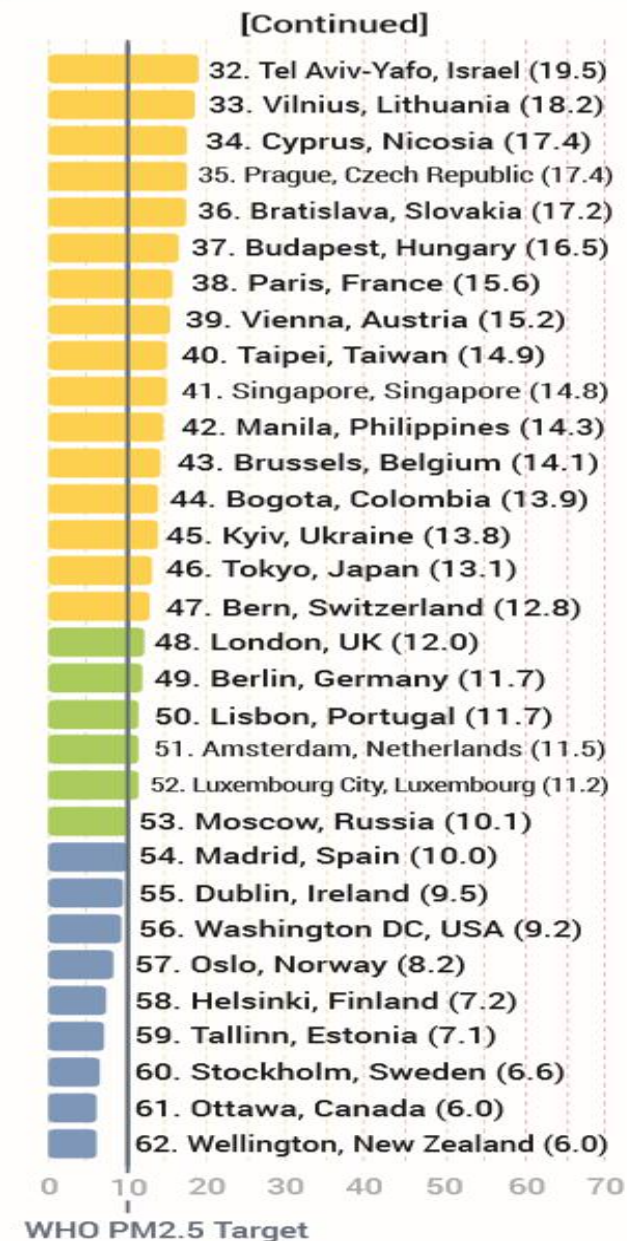
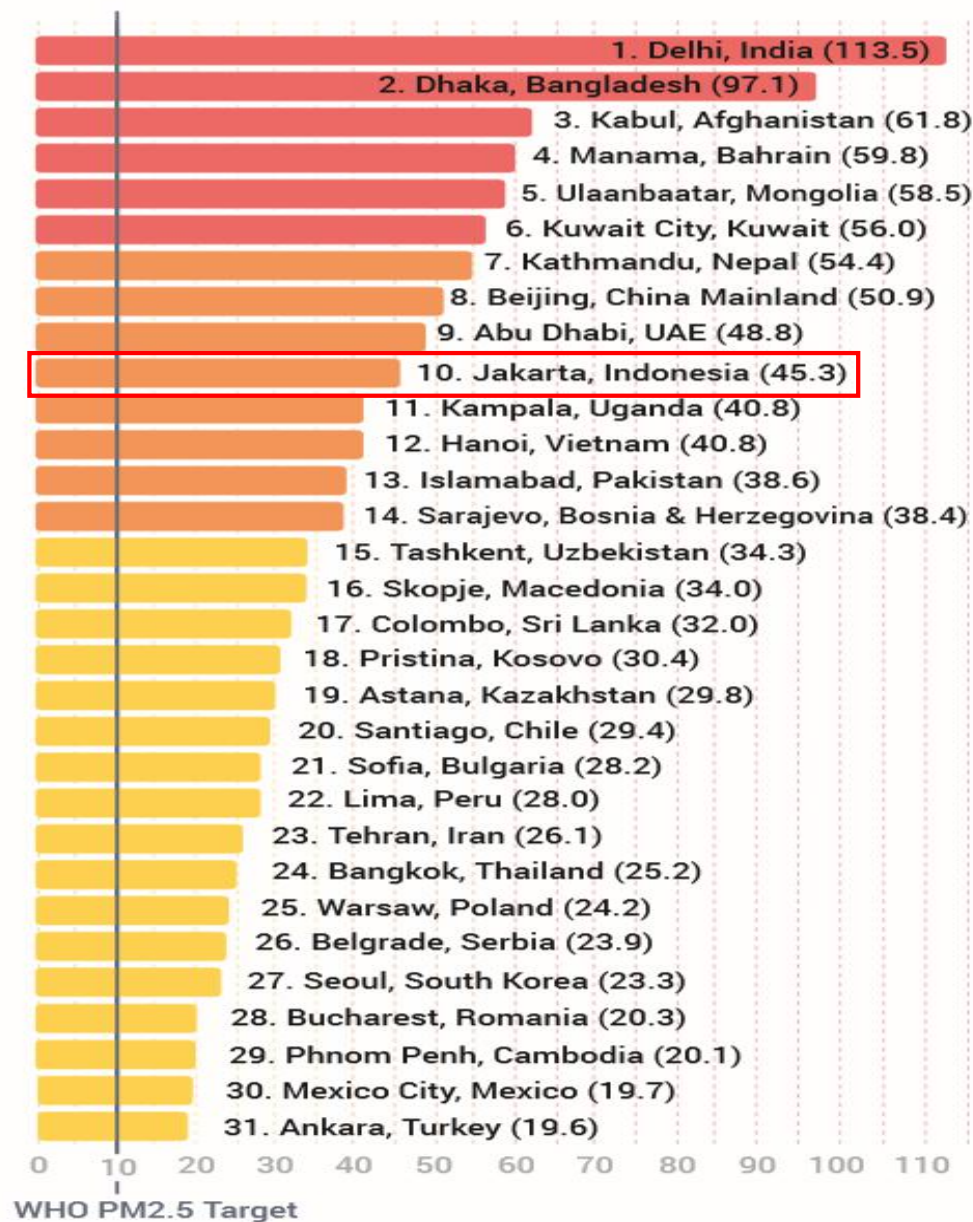
# World country/region ranking

Sorted by estimated average PM2.5 concentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

1	Bangladesh	97.1	26	Chile	24.9	51	Puerto Rico	13.7
2	Pakistan	74.3	27	South Korea	24.0	52	Belgium	13.5
3	India	72.5	28	Serbia	23.9	53	France	13.2
4	Afghanistan	61.8	29	Poland	22.3	54	Germany	13.1
5	Bahrain	59.8	30	Croatia	22.2	55	Japan	12.0
6	Mongolia	58.5	31	Turkey	21.9	56	Netherlands	11.7
7	Kuwait	56.0	32	Macau	21.2	57	Switzerland	11.6
8	Nepal	54.2	33	Mexico	20.3	58	Russia	11.4
9	United Arab Emirates	49.9	34	Czech Republic	20.2	59	Luxembourg	11.2
10	Nigeria	44.8	35	Hong Kong	20.2	60	Malta	11.0
11	Indonesia	42.0	36	Cambodia	20.1	61	United Kingdom	10.8
12	China Mainland	41.2	37	Romania	18.6	62	Spain	10.4
13	Bosnia & Herzegovina	40.9	38	Israel	18.6	63	Portugal	10.3
14	Uganda	40.8	39	Taiwan	18.5	64	Ireland	9.5
15	Macedonia	35.5	40	Slovakia	18.2	65	USA	9.1
16	Uzbekistan	34.3	41	Cyprus	17.6	66	Canada	7.9
17	Vietnam	32.9	42	Lithuania	17.5	67	New Zealand	7.7
18	Sri Lanka	32.0	43	Hungary	16.8	68	Norway	7.6
19	Kosovo	30.4	44	Brazil	16.3	69	Sweden	7.4
20	Kazakhstan	29.8	45	Austria	15.0	70	Estonia	7.2
21	Peru	28.0	46	Italy	14.9	71	Australia	6.8
22	Ethiopia	27.1	47	Singapore	14.8	72	Finland	6.6
23	Thailand	26.4	48	Philippines	14.6	73	Iceland	5.0
24	Bulgaria	25.8	49	Ukraine	14.0			
25	Iran	25.0	50	Colombia	13.9			

# World regional capital city ranking

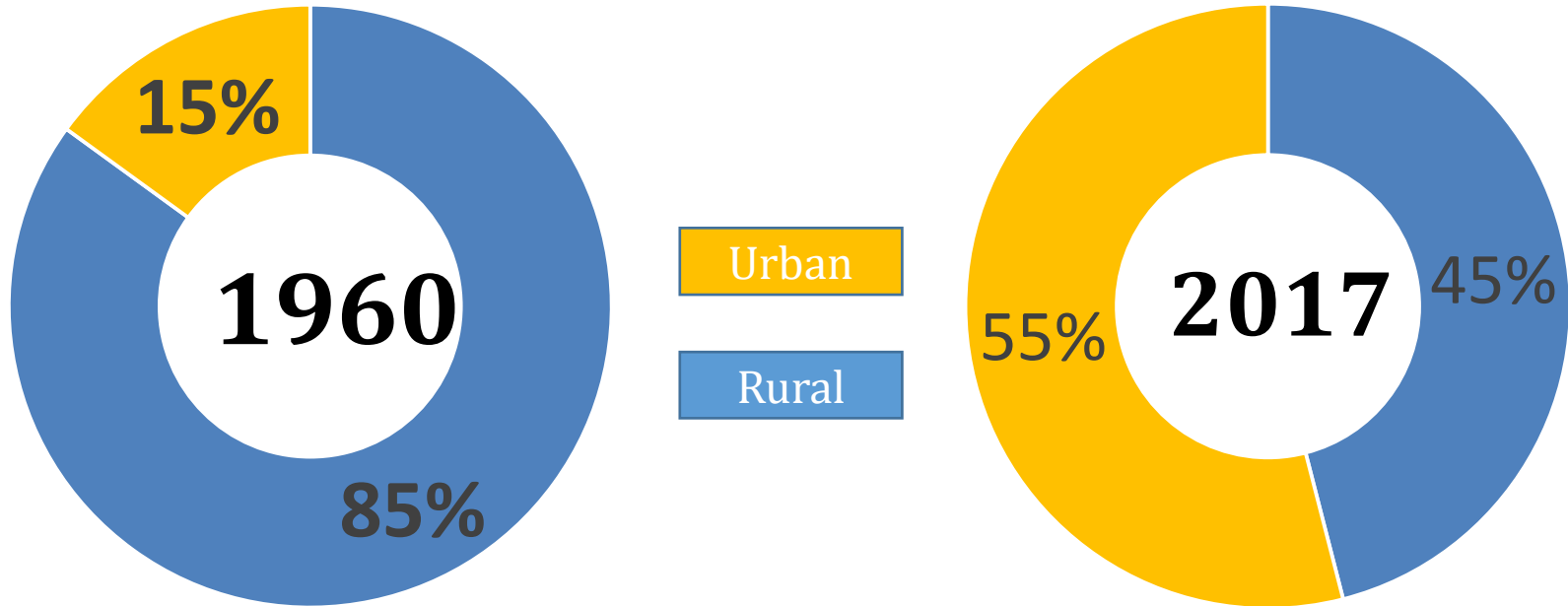
Sorted by average yearly PM2.5 concentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )





# URBANIZATION vs POLLUTION

## Demographic shift: urban vs rural



- Settlement mostly concentrated in cities
- **How to change the paradigm towards more sustainable livelihood ?**

Data: World Bank, 2018

Slide courtesy: Karnawati, 2017

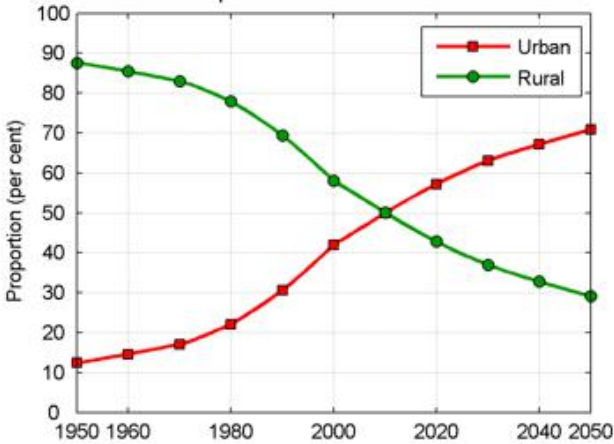




BMKG

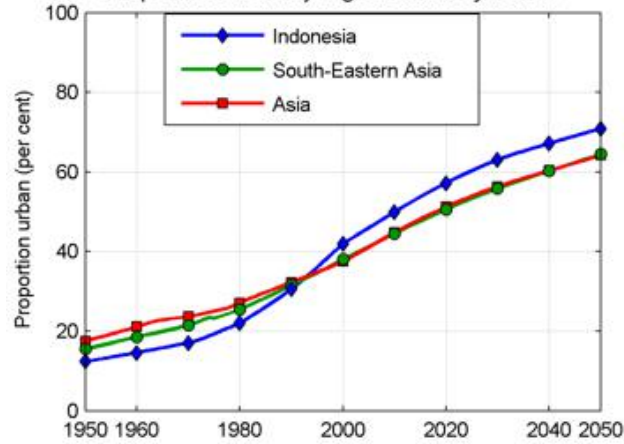
# URBANIZATION vs POLLUTION

Proportion urban and rural<sup>(1)</sup>



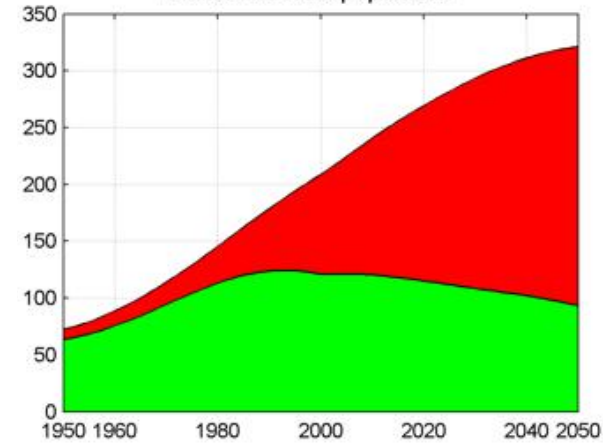
- 2010: urban population vs rural population: 50% - 50%
- Future: urban population > rural population

Proportion urban by region and major area<sup>(2)</sup>



- Proportion of urban population in Indonesia > Asia and South East Asia
- Rate of urbanization in Indonesia > rate of urbanization in Asia and South East Asia

Urban and rural population<sup>(4)</sup>



- Urban population (red) > rural population (green)
- Increased urbanization? Transformation from rural to urban (either villages to towns, or towns to cities), or other possibilities?

Figures: UN Populations, 2016

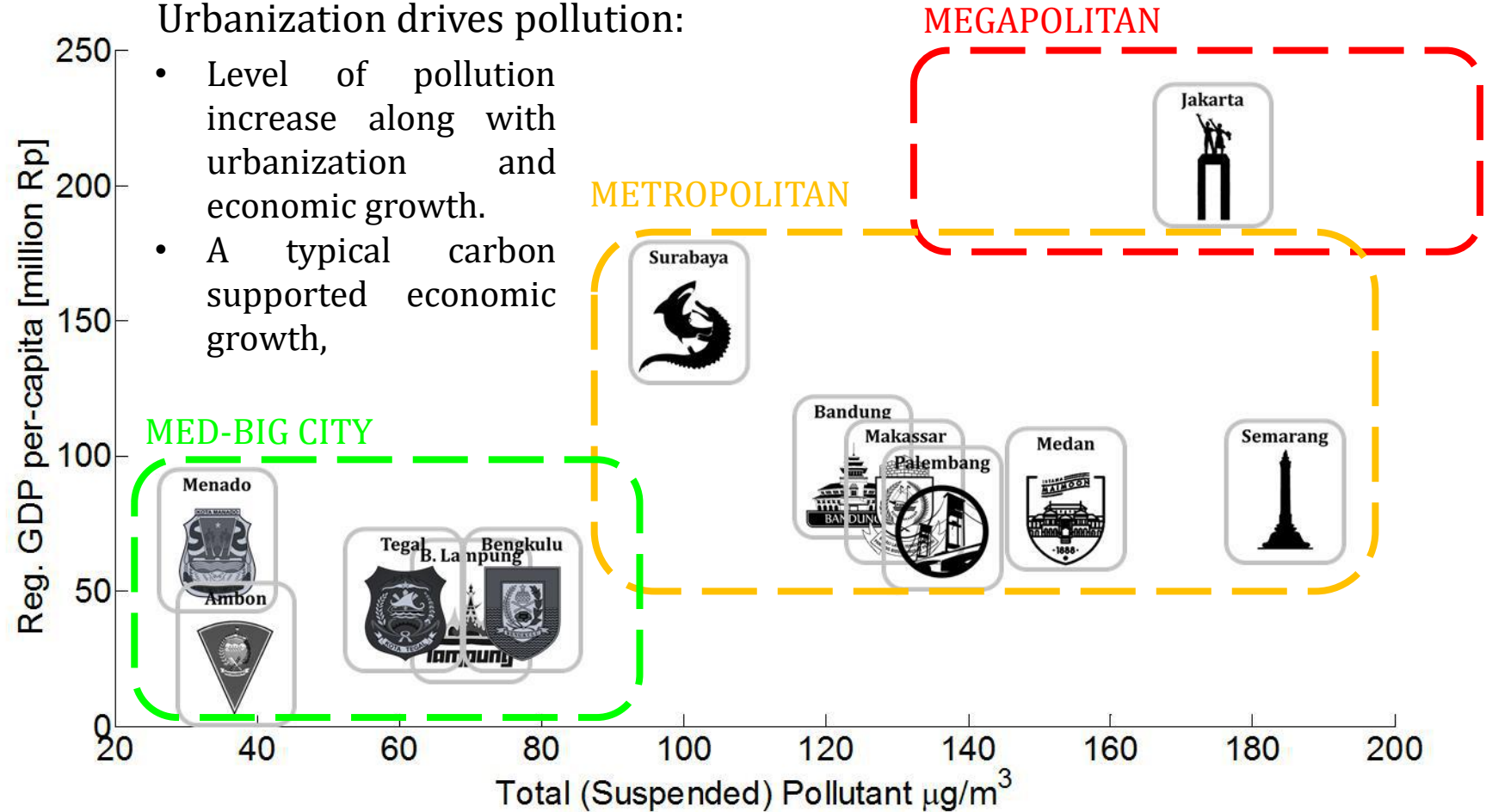
Slide courtesy: Karnawati, 2017



# URBANIZATION vs POLLUTION

Urbanization drives pollution:

- Level of pollution increase along with urbanization and economic growth.
- A typical carbon supported economic growth,

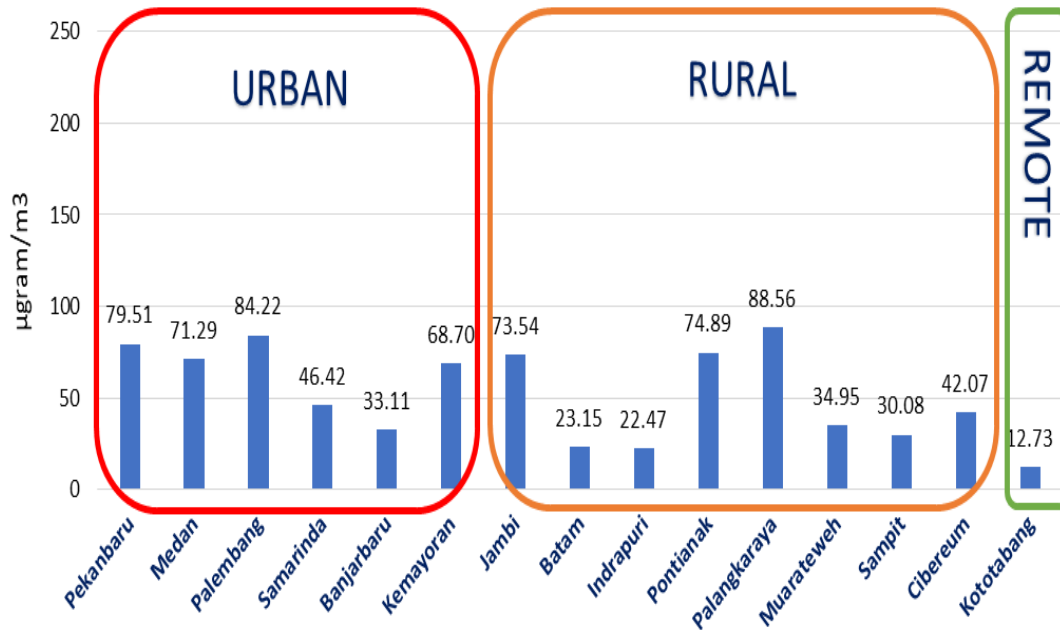


Data:  
 Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG, 2018)  
 Central Statistics Agency, (BPS, 2017)  
 Slide courtesy: Ardhastana 2017



# Particulate Matter 10 (PM<sub>10</sub>) di Indonesia

Rata-rata 6 Tahun (2013-2018) PM<sub>10</sub> Indonesia



Grafik berikut perbedaan rata-rata selama enam tahun terakhir dari PM<sub>10</sub> dibedakan berdasarkan daerah urban, rural, dan remote.

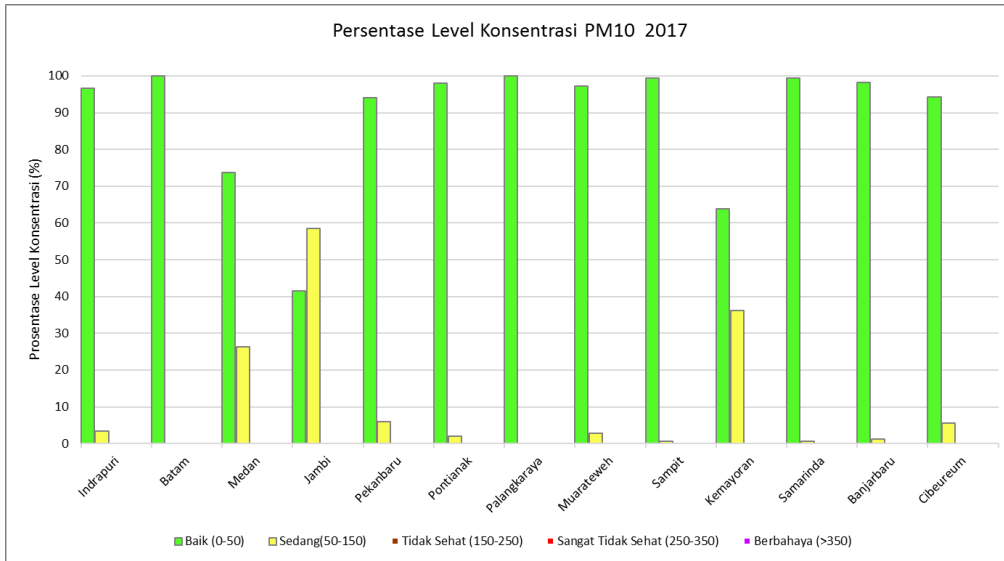
Secara umum, urban memiliki rata-rata konsentrasi tertinggi. Dan untuk daerah remote memiliki konsentrasi terkecil.

Hal tersebut tentu disebabkan dari jumlah sumber partikulat yang berada di daerah tersebut.

Daerah rural cukup besar juga konsentrasi PM<sub>10</sub> nya akibat dari efek kebakaran hutan.

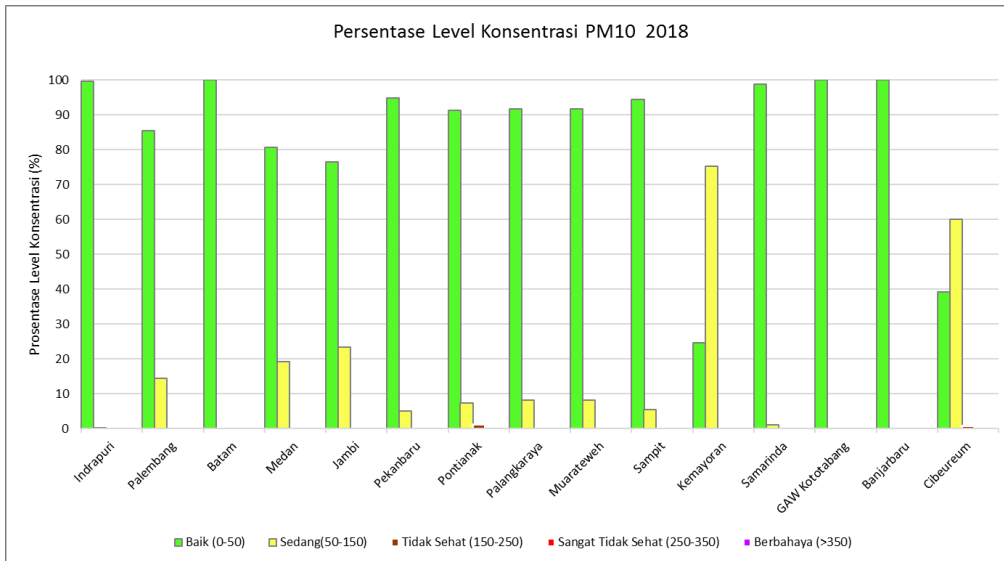


# Persentase Level Konsentrasi PM<sub>10</sub> 2017 dan 2018



Secara keseluruhan pada Tahun 2017 – 2018 menunjukkan PM<sub>10</sub> rata-rata harian di semua lokasi pengamatan dalam kategori **BAIK (0 – 50)**.

Ada beberapa lokasi yang menunjukkan konsentrasi PM<sub>10</sub> dalam kategori **SEDANG (50 – 150)** yaitu di Indrapuri, Medan, Jambi, Pekanbaru, Pontianak, Muarateweh, Kemayoran, Banjarbaru dan Cibeureum pada tahun 2017, sedangkan pada tahun 2018 terdapat di Palembang, Medan, Jambi, Pekanbaru, Pontianak, Palangkaraya, Muarateweh, Sampit, Kemayoran, Samarinda dan Cibeureum.



Untuk konsentrasi PM<sub>10</sub> Kategori **TIDAK SEHAT – BERBAHAYA**, prosentase kejadian kurang dari 2% (Pontianak, Banjarbaru).



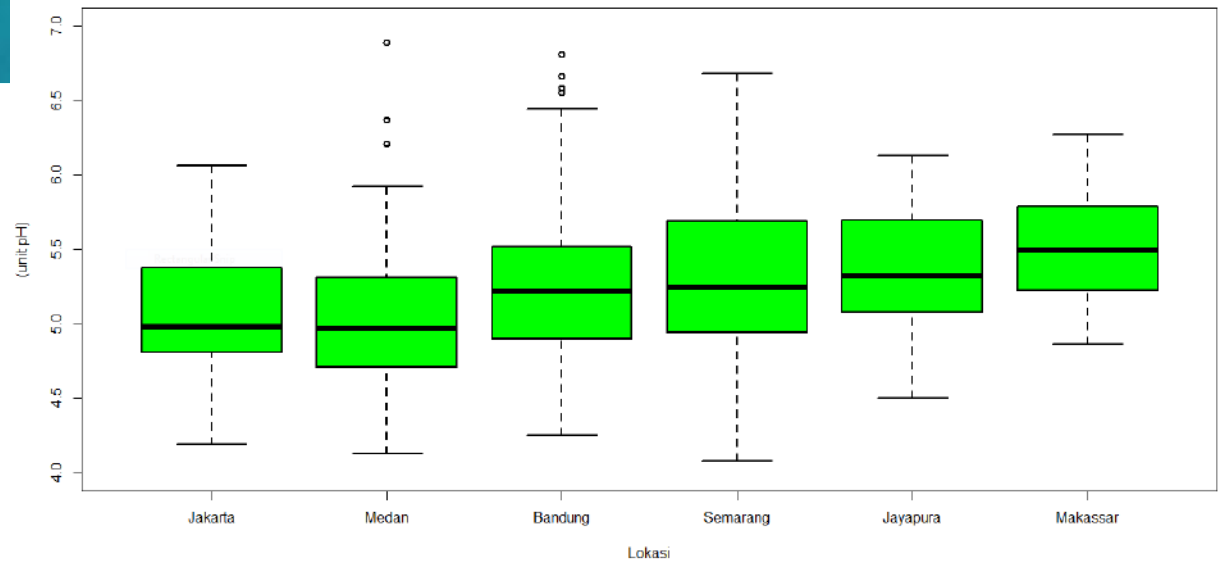
## pH Air Hujan Makassar



Air Hujan di Indonesia bersifat sedikit asam akibat faktor polusi udara dari gas  $\text{SO}_2$  dan  $\text{NO}_2$ . Namun demikian, pH air hujan tersebut akan berubah menjadi lebih baik atau mengarah “netral” jika telah “Bersentuhan dengan Tanah”, sehingga masih layak digunakan untuk *Urban Farming*



Boxplot Data pH Air Hujan



***SOLUSI MENGURANGI PENCEMARAN UDARA***

.....



# BIJAK TRANSPORTASI



KLIMATOLOGI

# ENERGI BARU DAN TERBARUKAN

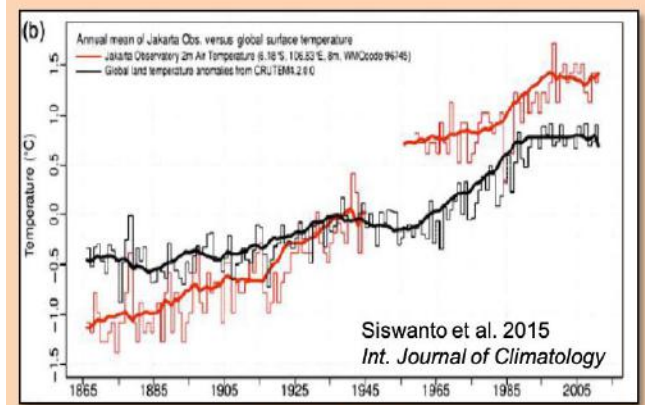
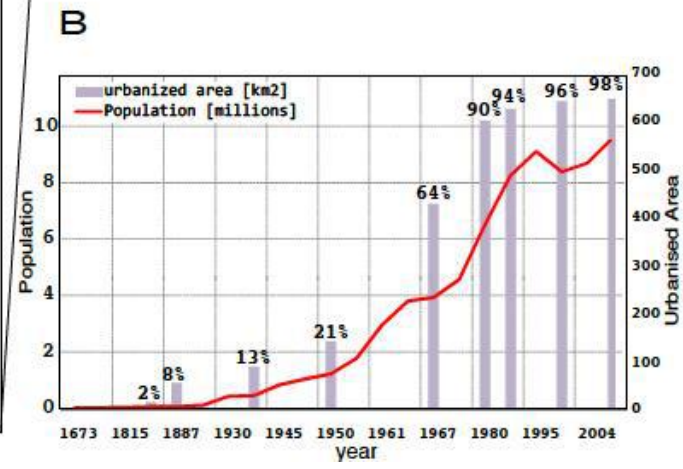
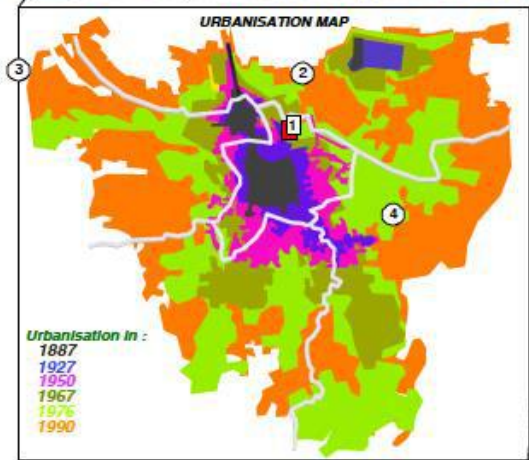
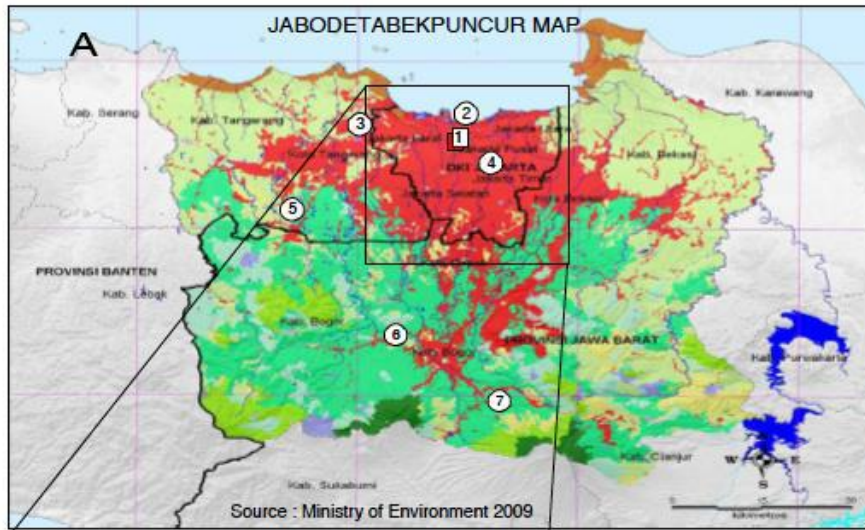


***URBAN FARMING .....***

# KOTA HIJAU



# URBANISASI PEMANASAN KOTA GLOBAL WARMING



Suhu Jakarta  
vs  
Suhu Global Benua

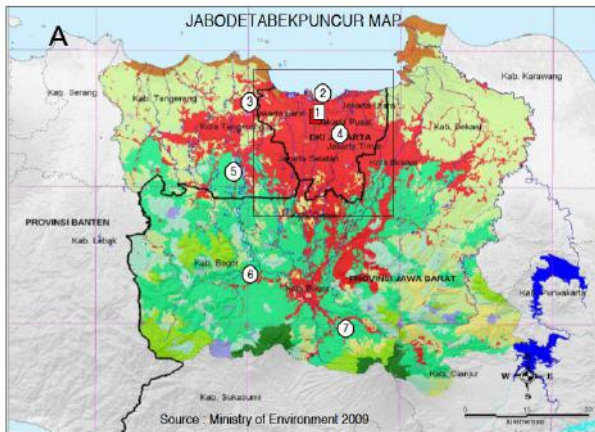
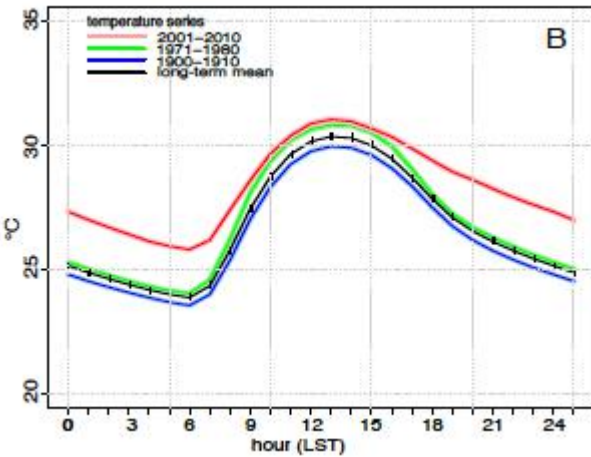
$$\Delta T_{Jakarta} = (1.4 \pm 0.06) \Delta T_{global\ land}$$


\*\*\* ( $\alpha < 0.001$ )

*laju perubahan secara lokal dapat dimungkinkan **lebih cepat dan lebih kuat** dibandingkan laju perubahan global.*

>> urbanisation? UHI?

# Perubahan Pemanasan Perkotaan





## TREN SUHU UDARA PERMUKAAN DI WILAYAH DKI JAKARTA DAN SEKITARNYA

Berdasarkan: Siwanto, S., van Oldenborgh, G. J., van der Schrier, G., Jilderda, R., & van den Hurk, B. J. J. M. (2016). Temperature, extreme precipitation, and diurnal rainfall changes in the urbanized Jakarta city during the past 130 years. *International Journal of Climatology*, 36(14), 3207-3225. DOI: 10.1002/joc.4548

### KENAIKAN SUHU UDARA

1866 - 2012  
Suhu di Jakarta telah meningkat seiring dengan proses urbanisasi yang cepat dan pemanasan global. Selama satu abad terakhir, suhu maksimum meningkat lebih kuat daripada suhu rata-rata dan suhu minimum dengan laju 2,12°C/100 tahun. Suhu maksimum harian rata-rata saat ini di Jakarta sekitar 32°C, sedikit lebih tinggi daripada daerah pedesaan di Citeko (suhu sudah disesuaikan untuk perbedaan ketinggian). Suhu minimum memiliki tren yang lebih rendah dalam 100 tahun, tetapi ditemukan kenaikan yang lebih tinggi pada 50 tahun terakhir dengan laju 0,42°C/10 tahun. (Siwanto, 2016)

**LEGEND**

- $T_{min}$  (°C/dekade)
- $T_{max}$  (°C/dekade)
- $T_{mean}$  (°C/dekade)

Tren suhu tahunan di Jakarta dan stasiun sekitarnya dalam periode 1980-2012. Bintang di atas grafik batang menunjukkan tingkat signifikansi untuk derajat kepercayaan  $p < 0.001$  (\*\*\*),  $p < 0.01$  (\*\*),  $p < 0.05$  (\*),  $p < 0.1$  (.).

### URBAN HEAT ISLAND


33°C  
29°C

Rural, Suburban Residential, Commercial, Downtown, Urban Residential, Park, Suburban Residential, rural farmland

"Udara perkotaan bisa beberapa derajat lebih panas daripada daerah pedesaan sekitarnya. Suhu udara yang lebih tinggi hasil dari efek panas perkotaan (Urban Heat Island, UHI) memaksa AC bekerja lebih keras dan mempercepat pembentukan kabut asap serta berkontribusi terhadap kualitas udara yang buruk."

Selama 30 tahun terakhir, perubahan yang paling mencolok adalah peningkatan suhu minimum di empat lokasi dekat Jakarta (Jakarta Obs., Tanjung Priok, Halim Perdana Kusuma, dan Soekarno-Hatta) dengan laju tren 0,3-0,75°C/dekade. Laju ini jauh lebih cepat daripada pemanasan global dan jauh lebih cepat daripada laju kenaikan suhu maksimum harian.

Hasil pengukuran tersebut sesuai dengan teori efek panas perkotaan yang sudah diperkirakan dominan di pusat kota yang terus berkembang. Di daerah pedesaan, suhu minimum tidak meningkat dengan kuat seperti di Bogor dan stasiun lain yang terletak di daerah yang berpenduduk lebih rendah dibanding Jakarta. (Budianto dan Citeko)



**BADAN METEOROLOGI, KLIMATOLOGI, DAN GEOFISIKA**  
DEPUTI KLIMATOLOGI



Terima Kasih  
Atas  
Perhatiannya



BMKG

KLIMATOLOGI