



Analisis *Heat Stress* saat Kondisi *El – Niño*, *La – Niña*, dan Netral di Wilayah Jakarta dan Sekitarnya Periode 1993 – 2018

Muhamad Fajri Zulkiflar^{1*}, Santy Wulandari¹, Rista Hernandi Virgianto²

¹Stasiun Pemantau Atmosfer Global Lore Lindu Bariri, Palu, 94231

²Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Tangerang Selatan, 15221

*Email: muhamad.zulkiflar@bmgk.go.id

Naskah Masuk: 13 Februari 2020 | Naskah Diterima: 07 April 2020 | Naskah Terbit: 01 Juni 2020

Abstrak. Daerah Jakarta dan sekitarnya merupakan daerah yang memiliki suhu permukaan yang tinggi karena total emisi CO₂ yang tinggi. Emisi CO₂ yang tinggi akan menyebabkan suhu permukaan meningkat akibat fenomena gas rumah kaca. Peningkatan suhu akan berdampak juga pada meningkatnya *heat stress* yang akan membahayakan jika tidak ada langkah yang diambil untuk pencegahannya. Faktor *El Niño – Southern Oscillation* (ENSO) juga dinilai berpengaruh dalam hal nilai *heat stress*. Menghitung *heat stress* di Jakarta dan sekitarnya dapat dilakukan dengan metode Indeks Suhu Bola Basah (ISBB). Data diperoleh dari enam titik stasiun di Jakarta dan sekitarnya tahun 1993 – 2018 yang terdiri dari suhu dan kelembaban udara harian serta menggunakan data *Oceanic Niño Index* (ONI) untuk penentuan periode ENSO. Hasil menunjukkan bahwa nilai ISBB tertinggi pada umumnya berada pada empat daerah yaitu Tanjung Priok, Kemayoran, Cengkareng dan Tangerang Selatan dengan nilai ISBB 30.0 – 32.5 (kategori *heat stress* meningkat – berbahaya), sedangkan dua daerah lainnya yaitu Curug dan Dramaga Bogor, nilai ISBB berkisar pada 28.5 – 30.0 (kategori *heat stress* meningkat). Kategori ISBB paling berbahaya berada di Tanjung priok pada bulan April saat *El – Niño* dengan 71% (58) hari berada pada kategori berbahaya, sedangkan Kategori ISBB paling tidak ada *heat stress* berada di Dramaga pada bulan Agustus saat netral dengan 17.7% (66) hari berada pada kategori tidak ada *heat stress*. Saat *El – Niño* nilai ISBB lebih tinggi dibandingkan dengan pada saat netral dan *La-Niña* serta mempunyai nilai ekstrim minimum dan maksimum yang lebih tinggi dibandingkan pada saat netral dan *La – Niña*.

Kata kunci : Jakarta dan Sekitarnya, Indeks Suhu Bola Basah, *heat stress*, ENSO

Abstract. Jakarta and its surroundings areas that have high surface temperatures due to high total CO₂ emissions. High CO₂ emissions will cause surface temperatures to increase due to the phenomenon of greenhouse gases. An increase in temperature will also have an impact on increasing *heat stress* which will be dangerous if no steps are taken for prevention. The *El Niño – Southern Oscillation* (ENSO) factor is also considered influential in terms of the value of *heat stress*. Calculating *heat stress* in Jakarta and surrounding areas can be done by the Wet-Bulb Globe Temperature Index (WBGT) method. Data was obtained from six station points in Jakarta and surrounding areas in 1993 – 2018 consisting of daily air temperature and humidity and using *Oceanic Niño Index* (ONI) data to determine the ENSO period. The results show that the highest WBGT were identified in four regions, Tanjung priok, Kemayoran, Cengkareng and South Tangerang with ISBB values of 30 – 32.5 (the *heat stress* increases to dangerous levels), while for the other two, Curug and Dramaga Bogor have WBGT values at 28.5 – 30 (heat stress increases). The most dangerous WBGT category was in Tanjung priok in April during *El – Niño* with 71% (58) days were in the dangerous category, while the WBGT category had the least *heat stress* at Dramaga in August when it was neutral with 17.7% (66) days were in the no *heat stress* category. When *El-Niño* ISBB was higher than when it is neutral and *La-Niña* and has higher minimum and maximum extreme values than when it is neutral and *La – Niña*.

Keywords : Jakarta and its surroundings, Wet-Bulb Globe Temperature Index, *heat stress*, ENSO

Pendahuluan

Total emisi CO₂ di wilayah DKI Jakarta sangat tinggi yang menyebabkan dan mempengaruhi keseimbangan energi. Gas CO₂ memiliki sifat mengabsorpsi radiasi gelombang panjang yang dipancarkan permukaan bumi sehingga radiasi tersebut terperangkap di troposfer. Kondisi ini menyebabkan terjadinya efek rumah kaca dan peningkatan suhu udara yang dicirikan dengan suhu udara di perkotaan lebih tinggi dibandingkan dengan area sekitarnya. Hal ini menunjukkan bahwa dengan tingkat emisi CO₂ yang mencapai 84,95% menyebabkan terjadinya *urban heat island* (UHI) yang mempunyai efek lanjut suhu permukaan yang tinggi mencapai lebih dari 34°C terjadi di dalam kota dan menurun mengarah ke daerah sub – urban [1]. Suhu permukaan yang tinggi terjadi pada area dengan tingkat pembangunan tinggi dan akan menyebabkan dampak lain yaitu *heat stress*. Pembangunan fisik kota yang terus meningkat, pesatnya pertumbuhan penduduk, serta berbagai aktivitas kota akan menyebabkan berkurangnya ruang terbuka hijau (RTH). Berkurangnya RTH akan menyebabkan penurunan kualitas lingkungan hidup yang menyebabkan rusaknya ekosistem secara alami. RTH menyediakan vegetasi hijau yang mempengaruhi keadaan atmosfer setempat dan mampu merubah suhu serta kelembaban udara dan kecepatan angin. Jika RTH berkurang akan menyebabkan *heat stress* yang tinggi [2]

Secara umum, *heat stress* atau tekanan panas dapat diartikan kondisi dimana tubuh tidak dapat mengatur suhu tubuh dan mendinginkan sendiri secara sempurna [3]. Faktor penyebab *heat stress* adalah suhu lingkungan yang tinggi, pergerakan udara yang terbatas, kerja fisik yang berat dan terpapar langsung dengan panas mesin/matahari [3]. Pengukuran suhu lingkungan dilakukan dengan mengukur beberapa komponen yang terdiri dari suhu kering, suhu basah alami, dan suhu radiant. Selain itu juga perlu dilakukan pengukuran terhadap kelembaban udara relatif dan kecepatan angin. Temperatur lingkungan umumnya dinyatakan dengan indeks *Wet Bulb Globe Temperature* (WBGT) atau dikenal juga dengan Indeks Suhu Bola Basah (ISBB) [4].

Peningkatan *heat stress* pada saat siang hari di musim panas akan memperburuk ketidaknyamanan termal manusia, selain itu kontribusi efek urban pada tren suhu saat ini menunjukkan bahwa kenaikan suhu lebih besar dari pada perubahan iklim global [5]. Pengukuran ada tidaknya *heat stress* bisa ditentukan melalui Indeks Suhu Basah dan Bola (ISBB) yang merupakan indeks *heat stress* yang paling sering digunakan dan ditemukan lebih dari 60 tahun yang lalu [6]. Pada penelitian sebelumnya mengemukakan bahwa ISBB berhasil dan sukses meng – kontrol untuk mengendalikan wabah penyakit panas atau *heat illness* di tempat pelatihan Angkatan Darat dan Angkatan Laut Amerika Serikat [7]. Langkah – langkah pengendalian berdasarkan pengukuran suhu udara dan kelembaban yang diterapkan pada semua peserta pelatihan, terbukti bisa menangkal *heat illness* dengan efektif namun menyebabkan kerugian yang lain yaitu waktu latihan para prajurit menjadi berkurang bahkan hilang.

Indeks ISBB adalah standar dari *International Organization for Standardization* (ISO) untuk mengukur kenyamanan termal dan saat ini digunakan oleh sejumlah badan di dunia termasuk militer di Amerika Serikat dan Inggris, insinyur sipil, asosiasi olahraga (terutama Australia), dan Biro Meteorologi Australia. Meskipun perkembangannya dari demografi yang sempit (dikembangkan dari tentara militer laki – laki yang berpakaian militer lengkap), namun telah terbukti memiliki beberapa penerapannya di seluruh dunia walaupun tetap ada batasannya. ISBB adalah satu – satunya indeks panas yang diketahui ambang batas langsung ke tingkat aktivitas fisik [8].

Dampak *El Niño – Southern Oscillation* (ENSO), khususnya fenomena *El – Niño* dan *La – Niña* juga semakin meningkatkan dan menurunkan efek UHI. Peristiwa *El – Niño* dan *La – Niña* mengakibatkan kejadian ekstrim yang berbeda dari biasanya berkaitan dengan faktor meteorologi yang tidak seimbang. Kondisi meteorologi yang tidak seimbang berdampak pada peningkatan atau penurunan suhu yang menyebabkan *heat island* atau *cooling island*, terutama di daerah yang mengalami pengurangan RTH [9]. Oleh karena itu perlu adanya analisis *heat stress* di Jakarta dan sekitarnya serta

mengetahui kaitannya dengan ENSO sebagai langkah awal agar dampak dari *heat stress* tidak semakin parah.

Metode Penelitian

Lokasi yang menjadi wilayah penelitian adalah enam titik stasiun BMKG yang tersebar di Jakarta dan sekitarnya yaitu Tanjung priok, Kemayoran, Cengkareng, Tangerang Selatan, Curug, serta Bogor. Berdasarkan *Land use*, Tanjung Priok adalah daerah dekat pantai dan merupakan daerah dermaga serta terdapat banyak pabrik. Kemayoran merupakan daerah padat penduduk yang berisikan banyak perkantoran. Cengkareng merupakan daerah bandara yang padat karena merupakan Bandara Internasional. Tangerang Selatan merupakan daerah padat penduduk. Curug merupakan daerah Bandara yang tidak terlalu padat. Bogor merupakan daerah yang tidak terlalu padat penduduk. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data indeks ENSO yaitu *Oceanic Nino Index* (ONI) untuk menunjukkan kejadian kondisi *El – Niño*, *La – Niña*, dan netral, data suhu dan kelembaban udara harian FKLIM71 selama 26 tahun dari tahun 1993 – 2018.

Nilai estimasi ISBB dapat dihitung dengan menggunakan rumus [10] sebagai berikut:

$$ISBB = 0.567 \times Ta + 0.393 \times e + 3.94 \tag{1}$$

dengan: ISBB = Indeks Suhu Bola Basah
 Ta = Suhu udara (°C)
 e = Tekanan uap air aktual (hPa)

Untuk mencari e atau tekanan uap air aktual dapat dihitung dengan mencari dahulu tekanan uap air jenuh (e_s) dengan rumus dari [11]:

$$e_s = 6.11 \times 10^{\frac{7.5 \times T}{237.7 + T}}, \tag{2}$$

dengan: e_s = Tekanan uap air jenuh
 T = Suhu udara (°C)

Selanjutnya, setelah mendapatkan nilai tekanan uap air jenuh, didapatkan persamaan rumus RH dengan tekanan uap air jenuh dan tekanan uap air aktual sebagai berikut:

$$RH = \frac{e}{e_s} \times 100 \tag{3}$$

dengan: e_s = Tekanan uap air jenuh
 e = Tekanan uap air aktual (°C)
 RH = Kelembaban udara relatif (%)

Dari persamaan diatas maka didapatkan persamaan untuk mencari nilai tekanan uap air sebagai berikut:

$$e = \frac{RH \times e_s}{100}, \tag{4}$$

Tabel 1. Kategori nilai ISBB berdasarkan *heat stress*

ISBB (°C)	Kategori
<27.7	Tidak ada <i>heat stress</i> (<i>absence</i>)
27.7-32.2	<i>Heat stress</i> meningkat (<i>increase</i>)
>32.2	<i>Heat stress</i> berbahaya (<i>danger</i>)

Tabel 1 diatas menjelaskan mengenai kategori nilai ISBB berdasarkan tekanan panas (*heat stress*) yang terjadi [12]. Penentuan kejadian ENSO bisa dilihat dengan nilai ONInya. Tahun kejadian *El –*



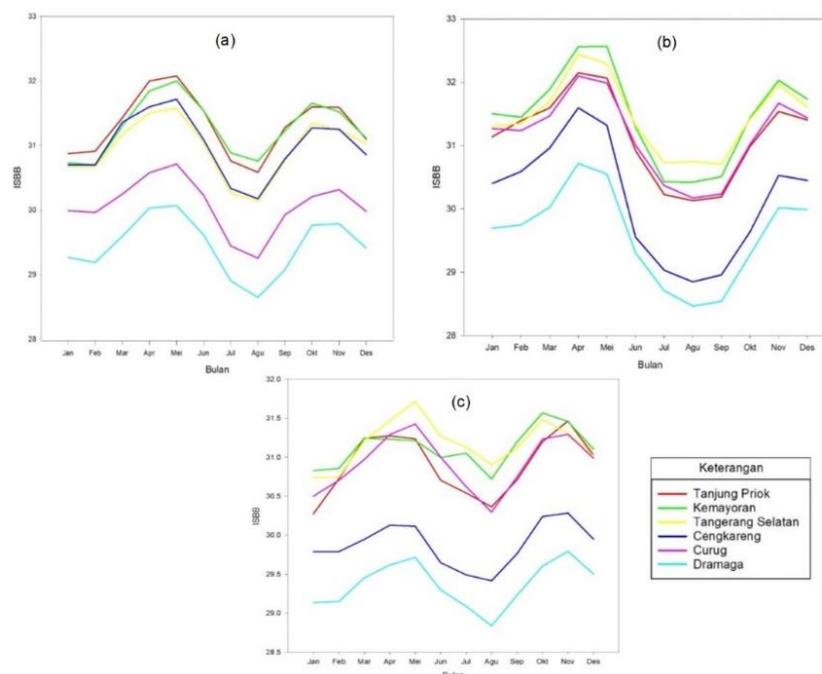
Niño dan *La – Niña* ditentukan berdasarkan banyaknya kemunculan ONI yang nilainya signifikan (lebih besar dari +0.5 atau lebih kecil dari -0.5). Jika ONI lebih dari 0.5 berlangsung selama paling kurang 5 bulan maka tahun *El – Niño*. Jika ONI kurang dari -0.5 berlangsung selama paling kurang lima bulan maka tahun *La – Niña*, sedangkan jika ONI diantara -0.5 dan +0.5 maka dinyatakan sebagai tahun netral [13]. Namun, pada penelitian ini periode netral adalah semua periode dari tahun 1993 – 2018 yang bukan merupakan kejadian ENSO menurut perhitungan ONI. Dari Pernyataan tersebut, maka terdapat beberapa Kejadian periode *El – Niño* dan periode *La – Niña* dari tahun 1993 – 2018 sebagai berikut:

Tabel 2. Periode Kejadian *El – Niño* dan *La – Niña*

No	<i>El-Niño</i>	<i>La-Niña</i>
1	September 1994 s/d Maret 1995	Agustus 1995 s/d Maret 1996
2	Mei 1997 s/d Mei 1998	Juli 1998 s/d Februari 2001
3	Juni 2002 s/d Februari 2003	November 2005 s/d Maret 2006
4	Juli 2004 s/d Februari 2005	Juli 2007 s/d Juni 2008
5	September 2006 s/d Januari 2007	November 2008 s/d Maret 2009
6	Juli 2009 s/d Maret 2010	Juni 2010 s/d Mei 2011
7	November 2014 s/d Mei 2016	Juli 2011 s/d Maret 2012
8	-	Agustus 2016 s/d Desember 2016
9	-	Oktober 2017 s/d Maret 2018

Kemudian, data suhu dan kelembaban udara yang merupakan data harian, dibagi sesuai dengan periode *El – Niño*, *La – Niña*, dan netral. Selanjutnya dari data harian tersebut dihitung nilai ISBB harian sesuai dengan periode kejadiannya. Nilai ISBB harian ini kemudian dirata – ratakan menjadi nilai ISBB bulanan periode *El – Niño*, *La – Niña* dan netral.

Hasil dan Pembahasan



Gambar 1. Grafik Nilai ISBB saat kejadian (a) Netral (b) *El – Niño*, (c) *La – Niña*

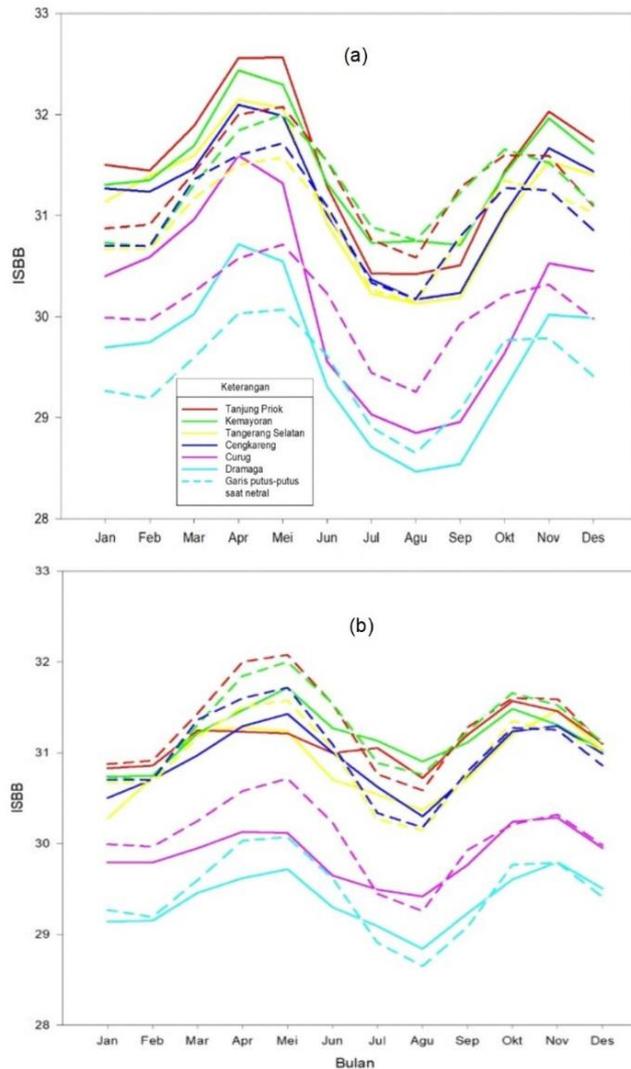
Dilihat dari Gambar 1(a) nilai ISBB pada saat netral tertinggi berada di wilayah Tanjung Priok kecuali pada bulan Juli dan Agustus nilai ISBB tinggi di wilayah Kemayoran. Nilai ISBB saat kejadian *El – Niño* dilihat dari Gambar 1(b) berada di wilayah Kemayoran kecuali pada bulan Juli, Agustus, dan September nilai ISBB tinggi di wilayah Tangerang Selatan. Selain itu, pada Gambar 1(c) nilai ISBB tertinggi saat kejadian *La – Niña* berada di wilayah Kemayoran pada bulan Januari, Februari, Maret, Oktober, November, dan Desember, Wilayah Tangerang Selatan pada bulan April sampai September. Nilai ISBB terendah dari 6 titik pengamatan adalah wilayah Dramaga Bogor di semua kejadian yaitu netral, *El – Niño* dan *La – Niña*.

Pada Umumnya nilai ISBB yang tinggi berada di wilayah Tanjung Priok, Kemayoran, dan Tangerang Selatan. Hal ini jika dilihat dari *Land use*, ketiga wilayah tersebut merupakan wilayah padat penduduk yang mempunyai sedikit Ruang Terbuka Hijau (RTH). Daerah Cengkareng dan Curug yang merupakan daerah Bandara mempunyai nilai ISBB yang relatif tinggi namun tidak setinggi 3 daerah yang telah disebutkan. Hal ini berdasarkan *Land use* walaupun tidak berada di daerah padat penduduk, wilayahnya merupakan lapangan terbuka dan *Railway* yang sedikit terdapat RTH. Saat kejadian *La – Niña* dan *El – Niño* nilai ISBB di Curug lebih tinggi dibandingkan dengan Cengkareng, sedangkan saat kejadian netral nilai ISBB di Curug lebih rendah dibandingkan Cengkareng. Daerah Dramaga Bogor merupakan daerah yang paling rendah nilai ISBB dibandingkan dengan 5 daerah lainnya. Berdasarkan *Land use*, daerah Dramaga Bogor merupakan daerah yang jarang penduduk dan disekitar titik pengamatan masih banyak terdapat RTH.

Berdasarkan temporalnya, secara umum nilai ISBB tertinggi saat kejadian netral, *El – Niño*, dan *La – Niña* berada pada bulan Maret, April, dan Mei (MAM) dan September, Oktober, November (SON). Nilai ISBB terendah saat kejadian netral *El – Niño*, dan *La – Niña* berada pada bulan Juni, Juli, Agustus (JJA) dan Desember, Januari, Februari (DJF). Jika dihubungkan dengan pola musim di Indonesia, terutama di Pulau Jawa yang umumnya termasuk dalam pola curah hujan monsunial. Nilai ISBB tinggi pada saat musim peralihan yaitu periode MAM dan SON serta rendah pada saat puncak musim hujan periode DJF dan puncak musim kemarau periode JJA. suhu permukaan yang tinggi merupakan fenomena yang umumnya berlangsung ketika masa pancaroba atau peralihan antara dua musim di negara – negara tropis, termasuk Indonesia. Ada beberapa faktor nilai ISBB tinggi di periode MAM dan SON serta rendah di periode JJA dan DJF. Pertama, posisi matahari berada tepat di atas wilayah Indonesia bagian selatan. Karena itu, suhu udara di wilayah setempat terasa lebih panas dari pada biasanya. Kedua, minimnya tutupan awan. Ketiga, hembusan angin yang membawa efek pendinginan dari kawasan beriklim subtropik sudah berhenti.

Gambar 2(a) merupakan perbandingan nilai ISBB saat kejadian *El – Niño* dibandingkan dengan kejadian netral. Saat kejadian *El – Niño* nilai ekstrim maksimal dan nilai ekstrim minimumnya lebih tinggi dibandingkan kejadian netral. Artinya, perbedaan nilai paling tinggi dan nilai paling rendah saat *El – Niño* lebih besar dibandingkan dengan kejadian netralnya. Hal ini membuktikan bahwa peristiwa *El – Niño* dapat memperbesar nilai ekstrim ISBB baik itu nilai tertingginya maupun nilai terendahnya. Peristiwa *El – Niño* akan lebih ekstrim dan menurunkan nilai ISBB dibandingkan netral pada bulan Juni – November. Sebaliknya, Peristiwa *El – Niño* justru menaikkan nilai ISBB pada bulan Desember – Mei. Jika dilihat berdasarkan analisis musim tipe monsunial, peristiwa *El – Niño* akan menurunkan nilai ISBB pada musim kemarau dan justru menaikkan nilai ISBB pada musim hujan. Hal ini disebabkan karena peristiwa *El – Niño* pada musim hujan akan berdampak pada curah hujan yang berkurang sehingga tutupan awan menjadi lebih sedikit. Tutupan awan yang lebih sedikit akan berdampak pada suhu permukaan yang lebih tinggi sehingga nilai ISBB akan meningkat. Sebaliknya, jika *El – Niño* terjadi pada musim kemarau, maka akan tidak terlalu berdampak banyak karena pada musim kemarau saat tidak banyak pertumbuhan awan dan tutupan awan. Gambar 2(b) merupakan perbandingan nilai ISBB saat kejadian *La – Niña* dibandingkan dengan kejadian netral. Tidak seperti perbandingan nilai ekstrim saat *El – Niño* dengan netral, saat kejadian *La – Niña* nilai ekstrim maksimal dan nilai ekstrim minimumnya tidak terlihat jelas perbedaan yang paling signifikan antara *La – Niña* atau netralnya. Peristiwa *La – Niña* akan lebih ekstrim dan menurunkan nilai ISBB

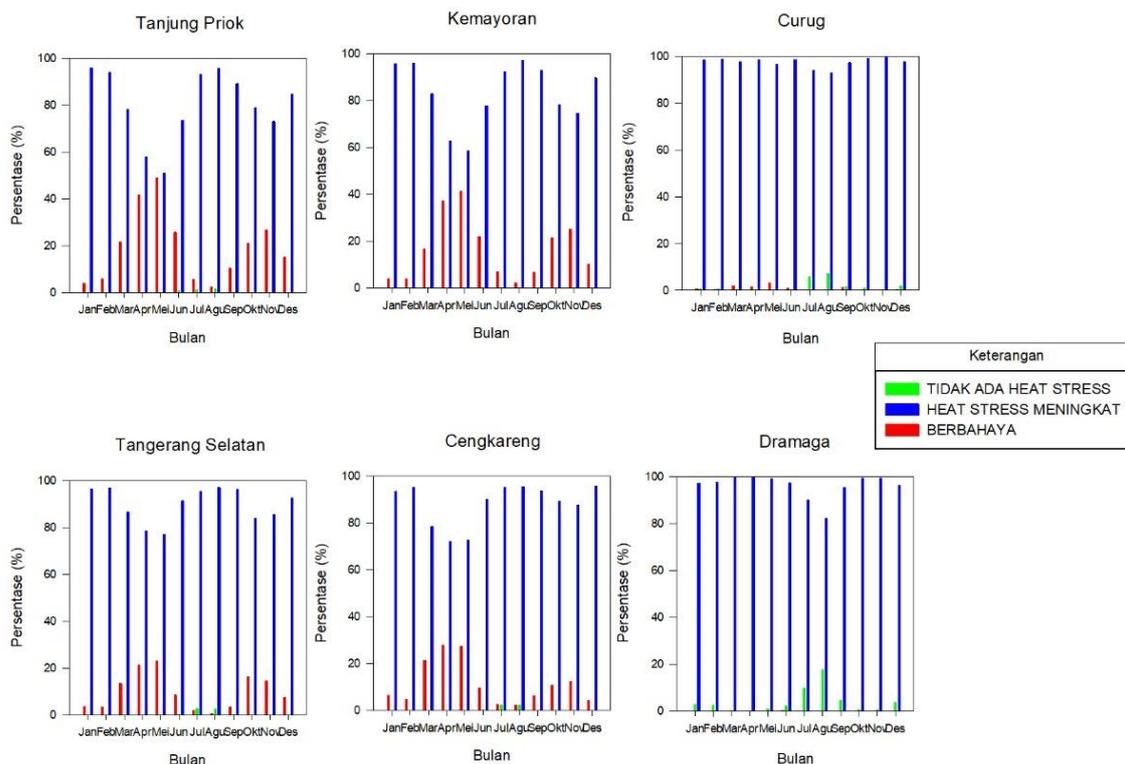
dibandingkan netral pada bulan Desember Sampai Mei. Sebaliknya, peristiwa *La – Niña* justru menaikkan nilai ISBB pada bulan Juni – Desember. Jika dilihat berdasarkan analisis musim tipe monsunal, peristiwa *La – Niña* akan menurunkan nilai ISBB pada musim hujan dan justru menaikkan nilai ISBB pada kemarau.



Gambar 2. Grafik perbandingan nilai ISBB (a) saat *El – Niño* dengan netral, (b) saat *La – Niña* dengan netral

Hal ini disebabkan karena peristiwa *La – Niña* pada musim kemarau, maka akan berdampak banyak terhadap intensitas hujan yang semakin sering dan dapat menyebabkan kemarau basah. Kemarau basah akan menyebabkan tutupan awan bertambah, dan nilai ISBB akan menurun dibandingkan saat netral. Dari penjelasan diatas, maka jika peristiwa *El – Niño* terjadi pada musim kemarau akan menurunkan nilai ISBB dibandingkan dengan netralnya dan jika peristiwa *El – Niño* terjadi pada musim hujan akan menaikkan nilai ISBB dibandingkan dengan netralnya. Sebaliknya, jika peristiwa *La – Niña* terjadi pada musim kemarau akan menaikkan nilai ISBB dibandingkan dengan netralnya dan jika peristiwa *La – Niña* terjadi pada musim hujan akan menurunkan nilai ISBB dibandingkan dengan netralnya. Hal ini diduga karena pada saat kejadian *El – Niño* dan *La – Niña* faktor meteorologi tidak seimbang dibandingkan dengan netralnya sehingga dapat menaikkan dan menurunkan nilai heat stress atau ISBB.

KATEGORI ISBB DI ENAM TITIK PADA SAAT NETRAL



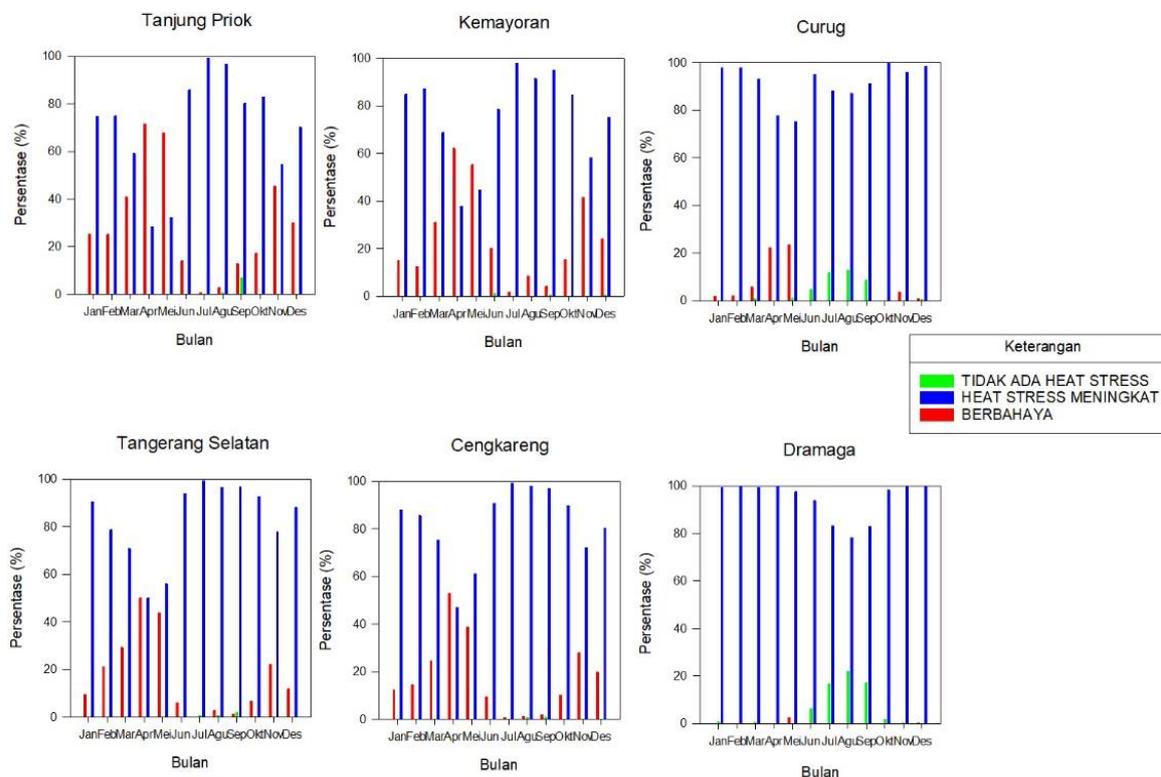
Gambar 3. Grafik Persentase Kategori ISBB Saat Netral

Gambar 3 menunjukkan kategori ISBB di daerah Tanjung Priok, Kemayoran, Tangerang Selatan, Cengkareng, Curug, dan Dramaga pada saat netral. Terlihat bahwa kategori di empat daerah yaitu Tanjung Priok, Kemayoran, Tangerang Selatan, dan Cengkareng didominasi pada kategori *heat stress* meningkat sampai dengan berbahaya dengan hampir tidak ada yang berada pada kategori tidak ada *heat stress*. Selanjutnya, pada dua daerah lainnya yaitu Curug dan Dramaga didominasi pada kategori *heat stress* meningkat dengan hampir tidak ada yang masuk pada kategori berbahaya. Nilai ISBB yang paling berbahaya saat netral dari semua titik berada di daerah Tanjung Priok pada bulan Mei yaitu 48.9% (269 hari) berada pada kategori berbahaya, 51.1% (281 hari) berada pada kategori *heat stress* meningkat dan tidak ada kategori tidak ada *heat stress*. Sedangkan nilai ISBB yang paling aman dari *heat stress* saat netral berada di daerah Dramaga Bogor pada bulan Agustus yaitu 17.7% (66 hari) kategori tidak ada *heat stress*, 82.3% (306 hari) kategori *heat stress* meningkat, dan tidak ada kategori berbahaya.

Gambar 4 menunjukkan kategori ISBB di daerah Tanjung Priok, Kemayoran, Tangerang Selatan, Cengkareng, Curug, dan Dramaga pada saat *El – Niño*. Terlihat bahwa kategori di empat daerah yaitu Tanjung Priok, Kemayoran, Tangerang Selatan, dan Cengkareng didominasi pada kategori *heat stress* meningkat sampai dengan berbahaya dengan hampir tidak ada yang berada pada kategori tidak ada *heat stress*. Selanjutnya, pada dua daerah lainnya yaitu Curug dan Dramaga didominasi pada kategori *heat stress* meningkat dengan hampir tidak ada yang masuk pada kategori berbahaya. Nilai ISBB yang paling berbahaya saat *El – Niño* dari semua titik berada di daerah Tanjung Priok pada bulan April dengan 71.6% (58 hari) berada pada kategori berbahaya, 28.4% (23 hari) berada pada kategori *heat stress* meningkat dan tidak ada kategori tidak ada *heat stress*. Sedangkan nilai ISBB yang paling aman dari *heat stress* saat *El – Niño* berada di daerah Dramaga Bogor pada bulan Agustus dengan 21.9% (34 hari) kategori tidak ada *heat stress*, 78.1% (121 hari) kategori *heat stress* meningkat, dan tidak ada kategori berbahaya.



KATEGORI ISBB DI ENAM TITIK PADA SAAT *EL-NINO*

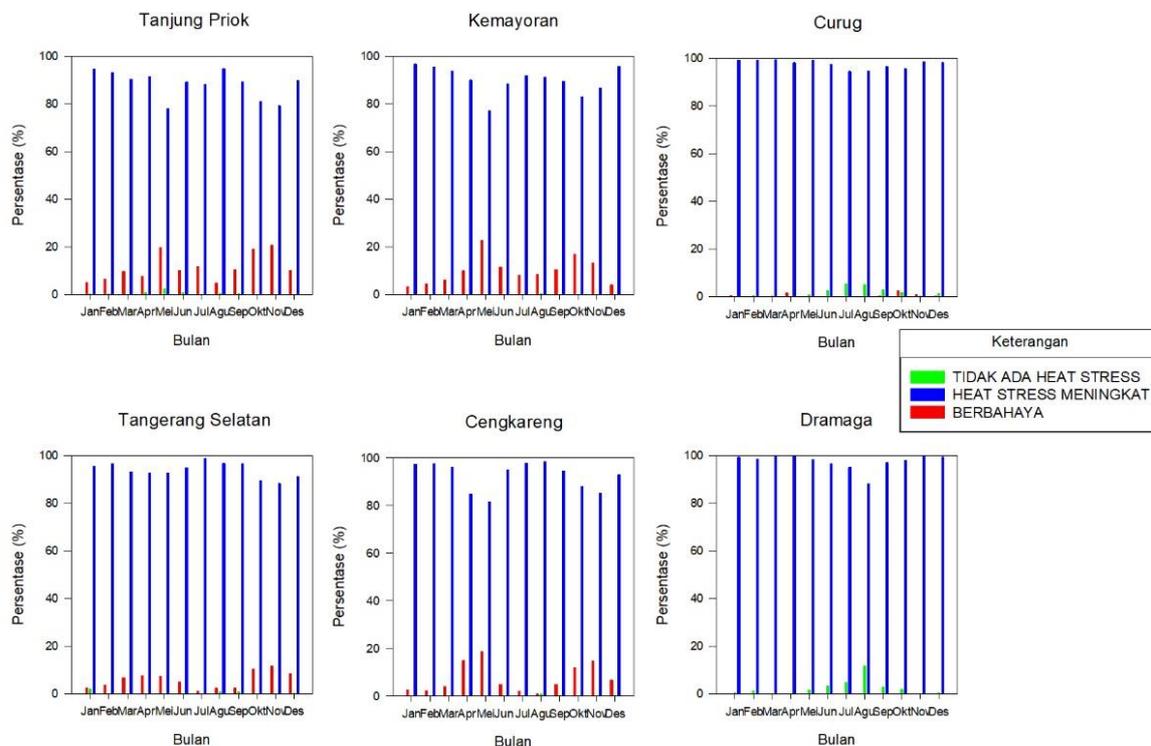


Gambar 4. Grafik Persentase Kategori ISBB Saat *El – Niño*

Gambar 5 menunjukkan kategori ISBB di daerah Tanjung Priok, Kemayoran, Tangerang Selatan, Cengkareng, Curug, dan Dramaga pada saat *La – Niña*. Terlihat bahwa kategori di empat daerah yaitu Tanjung Priok, Kemayoran, Tangerang Selatan, dan Cengkareng didominasi pada kategori *heat stress* meningkat sampai dengan berbahaya dengan hampir tidak ada yang berada pada kategori tidak ada *heat stress*. Selanjutnya, pada dua daerah lainnya yaitu Curug dan Dramaga didominasi pada kategori *heat stress* meningkat dengan hampir tidak ada yang masuk pada kategori berbahaya. Nilai ISBB yang paling berbahaya saat *La – Niña* dari semua titik berada di daerah Kemayoran pada bulan Mei 22.8% (28 hari) berada pada kategori berbahaya, 77.2% (95 hari) berada pada kategori *heat stress* meningkat, dan tidak ada kategori tidak ada *heat stress*. Sedangkan nilai ISBB yang paling aman dari *heat stress* saat *La – Niña* berada di daerah Dramaga Bogor pada bulan Agustus dengan 11.7% (29 hari) kategori tidak ada *heat stress*, 88.3% (219 hari) kategori *heat stress* meningkat, dan tidak ada kategori berbahaya. Dari penjelasan diatas, nilai ISBB yang paling tinggi di semua titik berada di daerah Tanjung Priok dan Kemayoran. Hal ini dikarenakan di daerah Tanjung Priok merupakan daerah dermaga dan daerah pabrik yang tidak ada ruang terbuka hijau (RTH). Kemayoran merupakan daerah perkantoran yang padat penduduk dan sedikit RTH sehingga kedua daerah ini memiliki nilai *heat stress* yang paling tinggi. Nilai ISBB yang paling rendah di semua titik berada di daerah Dramaga Bogor.



KATEGORI ISBB DI ENAM TITIK PADA SAAT LA-NINA



Gambar 5. Grafik Persentase Kategori ISBB Saat *La – Niña*

Hal ini dikarenakan daerah Dramaga merupakan daerah yang tidak padat penduduk dan mempunyai banyak RTH sehingga nilai *heat stress* lebih rendah dibandingkan daerah lain. Untuk analisis temporal, nilai *heat stress* tinggi pada bulan April dan Maret dan rendah pada bulan Agustus. Hal ini dikarenakan pada pergerakan semu matahari, karena pada bulan Maret – April matahari berada tepat diatas khatulistiwa sehingga radiasi matahari yang diterima maksimal dan dapat menaikkan *heat stress*.

Kesimpulan

Nilai ISBB berada pada rentang 30.0 sampai dengan 32.5 atau berada pada kategori *heat stress* meningkat sampai dengan berbahaya di Tanjung priok, Kemayoran, Tangerang Selatan, dan Cengkareng, serta berada pada rentang 28.5 sampai dengan 31.2 di daerah Curug dan Dramaga Bogor atau berada pada kategori *heat stress* meningkat. Nilai ISBB tinggi saat periode bulan Maret, April, dan Mei (MAM) serta September, Oktober, dan November (SON) atau pada saat musim peralihan/pancaroba, serta rendah saat periode bulan Juni, Juli, Agustus (JJA) dan Desember, Januari, Februari (DJF) atau saat puncak musim hujan dan kemarau. Peristiwa *El – Niño* saat kejadian musim kemarau akan menurunkan *heat stress*, sedangkan peristiwa *El – Niño* saat kejadian musim hujan akan menaikkan *heat stress*. Sebaliknya, Peristiwa *La – Niña* saat kejadian musim kemarau akan menaikkan *heat stress*, sedangkan peristiwa *La – Niña* saat kejadian musim hujan akan menurunkan *heat stress*. Hal ini dikarenakan saat kejadian ENSO faktor meteorologi tidak seimbang sehingga menyebabkan naik turunnya nilai *heat stress*.



Daftar Pustaka

- [1] S. B. Rushayati dan R. Hermawan, “Characteristics of urban heat island condition in DKI Jakarta,” in *Forum Geografi*, 2013, vol. 27, no. 2, pp. 111–118.
- [2] A. M. Zubair, “Pengaruh Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau Terhadap Iklim Mikro Di Kota Makassar,” 2017.
- [3] D. Dewi, “Hubungan Tekanan Panas dengan Tekanan Darah pada Karyawan di Unit Fermentasi PT. Indo Acidatama. Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar.” Thesis]. Surakarta: Program Studi DIV Fakultas Kedokteran Universitas ..., 2011.
- [4] A. R. Tualeka, “Factors Related To Subjective Complaint of Heat Pressures in Employees Basement Mtc Karebosi Makassar,” *Age (Omaha)*., vol. 15, no. 19, p. 15.
- [5] H. Ben Shalom, O. Potchter, dan H. Tsoar, “The effect of the urban heat island and global warming on thermal discomfort in a desert city—the case of Beer Sheva, Israel,” in *Seventh International Conference on Urban Climate, Yokohama, Japan, 2009*, vol. 29.
- [6] K. W. Oleson *et al.*, “Interactions between urbanization, heat stress, and climate change,” *Clim. Change*, vol. 129, no. 3–4, pp. 525–541, 2015.
- [7] G. M. Budd, “Wet-bulb globe temperature (WBGT)—its history and its limitations,” *J. Sci. Med. Sport*, vol. 11, no. 1, pp. 20–32, 2008.
- [8] K. M. Willett dan S. Sherwood, “Exceedance of heat index thresholds for 15 regions under a warming climate using the wet-bulb globe temperature,” *Int. J. Climatol.*, vol. 32, no. 2, pp. 161–177, 2012.
- [9] R. Maru, I. I. Baharuddin, S. Zhiddiq, dan B. Amal Arfan, “Trend Analysis of Urban Heat Island Phenomenon in the City of Makassar, South Sulawesi, Indonesia using Landsat,” *Asian J. Appl. Sci.*, vol. 3, no. 5, 2015.
- [10] G.-J. Steeneveld, S. Koopmans, B. G. Heusinkveld, L. W. A. Van Hove, dan A. A. M. Holtslag, “Quantifying urban heat island effects and human comfort for cities of variable size and urban morphology in the Netherlands,” *J. Geophys. Res. Atmos.*, vol. 116, no. D20, 2011.
- [11] T. Tim, B., dan Hall, “Vapor Pressure Calculator,” NOAA, 2018. [Online]. Available: https://www.weather.gov/epz/wxcalc_vaporpressure. [Diakses pada Desember 2018].
- [12] T. M. Giannaros dan D. Melas, “Study of the urban heat island in a coastal Mediterranean City: The case study of Thessaloniki, Greece,” *Atmos. Res.*, vol. 118, pp. 103–120, 2012.
- [13] B. Huang, M. L’Heureux, Z. Hu, dan H. Zhang, “Ranking the strongest ENSO events while incorporating SST uncertainty,” *Geophys. Res. Lett.*, vol. 43, no. 17, pp. 9165–9172, 2016.

