

# Kajian Tingkat Kenyamanan Berdasarkan Suhu Udara, Kelembapan OLR (*Outgoing Longwave Radiation*) dan Angin

<sup>a,b</sup>Syarifah Nadya Soraya, <sup>a</sup>Muhammad Ishak Jumarang, <sup>a</sup>Muliadi

<sup>a</sup>Prodi Fisika, FMIPA Universitas Tanjungpura, Pontianak

<sup>b</sup>Stamar Pontianak, BMKG, Pontianak

Email : [nyadya00@gmail.com](mailto:nyadya00@gmail.com)

## Abstrak

Kajian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kenyamanan berdasarkan temperatur dan kelembapan di wilayah Paloh, Siantan dan Ketapang. Mengidentifikasi faktor-faktor eksternal yang mempengaruhi tingkat kenyamanan seperti *Outgoing Longwave Radiation* (OLR) dan kecepatan angin dengan metode *Heat Indeks* yang menggunakan rumus *multiple* regresi antara suhu udara dan kelembapan serta menganalisis korelasi pengaruh OLR dan kecepatan angin terhadap tingkat kenyamanan. Hasil analisis kajian ini diketahui bahwa berdasarkan nilai Temperatur dan Kelembapan serta nilai *Heat Index* (HI) yang termasuk dalam kategori "Panas" terjadi hanya pada bulan Mei di Paloh, Siantan dan Ketapang. Korelasi antara nilai HI dan OLR di Paloh sebesar 0,59 di Siantan sebesar 0,49 dan di Ketapang sebesar -0,15. Sedangkan korelasi antara HI dan kecepatan angin di Paloh sebesar 0,01 di Siantan sebesar -0,67 dan di Ketapang sebesar -0,53. Hal ini menunjukkan bahwa di Paloh faktor yang paling berpengaruh terhadap nilai HI adalah OLR, sedangkan di Siantan dan Ketapang faktor yang paling mempengaruhi nilai HI adalah kecepatan angin.

**Kata Kunci :** *Heat Index, kecepatan angin, suhu udara, kelembapan OLR.*

## Abstract

*This study aims to determine comfortability index based on temperature and humidity in Paloh, Siantan, and Ketapang. Identifying external factors that influenced the comfortability index such as OLR and wind speed with Heat Indeks method uses a multiple regression formula between air temperature and humidity and analyzes the correlation of OLR effect and wind speed on comfort levels. The result of this study is that based on temperature and humidity, heat index value in "hot" category only occur on May in Paloh, Siantan, and Ketapang. Correlation between HI and OLR in Paloh is 0.59, 0.49 in Siantan and 0.15 in Ketapang, meanwhile the correlation between HI and windspeed in Paloh is 0.01, -0.67 in Siantan and -0.53 in Ketapang. It stated that the most influenced factor to HI in Paloh is OLR, while in Siantan and Ketapang the most factor that influenced HI is windspeed.*

**Keywords :** *Heat Index, wind speed, temperature, relative humidity OLR.*

## 1. Latar Belakang

Unsur-unsur iklim terdiri atas suhu, penerimaan radiasi matahari, kecepatan angin, dan keawanan. Di antara unsur-unsur tersebut, suhu udara merupakan unsur yang perubahannya dapat dirasakan secara langsung. Perubahan suhu udara yang terjadi ini semakin meningkat dari hari ke hari dan akhirnya akan mempengaruhi kenyamanan manusia. Fenomena meningkatnya suhu rata-rata di suatu daerah yang berasal dari proses pembakaran, sisa pembuangan gas kendaraan bermotor, aktivitas manusia maupun jenis bahan bangunan tertentu dapat mengakibatkan berkurangnya rasa tingkat kenyamanan di suatu daerah.

Berdasarkan penelitian Wati dan Fatkhuroyan (2017) tentang tingkat kenyamanan termal menggunakan indeks THI menyatakan bahwa bahwa semakin ke pusat kota semakin besar presentase ketidaknyamanannya [1]. Penelitian

Wati dan Nasution (2018) menghubungkan indeks panas termis dengan jumlah kendaraan bermotor di megacity DKI Jakarta menyatakan bahwa peningkatan jumlah kendaraan bermotor yang pesat meningkatkan indeks panas Humidex [2]. Penelitian lainnya dari Maru dkk (2015) menganalisis tingkat kenyamanan di kota Makassar yang mulai menurun bagi penduduk kota dengan observasi terhadap suhu rata-rata yang dilakukan pada siang dan malam hari [3]. Rahim dkk (2016) meneliti tingkat kenyamanan di Makassar dengan melihat karakteristik temperatur yang menghasilkan zona kenyamanan termal tidak dapat dipenuhi pada bulan Juli-Oktober karena suhu dapat mencapai  $>33^{\circ}\text{C}$ [4].

Dari hasil penelitian, *Temperature Heat* (Indeks Kenyamanan) merupakan suatu indeks digunakan untuk menetapkan efek dari kondisi panas pada kenyamanan manusia yang menggabungkan antara unsur suhu dan

kelembapan. Maka dilakukan penelitian serupa, yaitu membandingkan *heat index* dengan beberapa parameter meteorologi seperti OLR, kecepatan angin, dan radiasi matahari di wilayah Kalimantan Barat.

## 2. Metodologi

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

### a. Data Temperatur

Data temperatur yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pengamatan (observasi) temperatur bulanan wilayah Paloh, Siantan dan Ketapang dengan periode penelitian tahun 1994-2013.

### b. Data Kelembapan

Data kelembapan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pengamatan (observasi) kelembapan bulanan wilayah Paloh, Siantan dan Ketapang dengan periode penelitian tahun 1994-2013.

### c. Data *Outgoing Longwave Radiation (OLR)*

Data OLR yang digunakan dalam penelitian ini adalah data OLR dari NOAA/NCEP wilayah Paloh, Siantan dan Ketapang dengan periode penelitian 1994-2013 [5] yang diolah dengan menggunakan perangkat lunak *GrADS*.

### d. Data Vektor Angin

Data vektor angin dalam penelitian ini adalah data angin zonal dan meridional tahun 1994-2013 dari NOAA/NCEP wilayah Indonesia dan Kalimantan Barat yang diolah dengan menggunakan perangkat lunak *cdo* dan *GrADS*.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Heat Index*. Metode ini menggunakan rumus *multiple* regresi antar suhu udara dalam derajat *Fahrenheit* (°F) dengan kelembapan (%). Rumus perhitungan dengan metode *heat index* adalah sebagai berikut:

$$HI = c1 + c2 T + c3 R + c4 TR + c5 T^2 + c6 R^2 + c7 T^2R + c8 TR^2 + c9 T^2R^2 \quad (6)$$

dengan:

$$\begin{aligned} c1 &= -42,379 & c6 &= -5,481717 \times 10^{-2} \\ c2 &= 2,04901523 & c7 &= 1,22874 \times 10^{-3} \\ c3 &= 10,1433127 & c8 &= 8,5282 \times 10^{-4} \\ c4 &= -0,22475541 & c9 &= -1,99 \times 10^{-6} \\ c5 &= -6,83783 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

keterangan:

HI = *Heat Index* (°F)

T = Temperatur udara (°F)

R = Kelembapan udara (%)

Klasifikasi Heat Indeks (HI) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Heat Indeks (HI)

<i>Heat Index</i> (°C)	Klasifikasi
23-26	Hangat/ <i>Warm</i>
27-32	Sangat Hangat/ <i>Very Warm</i>
32-41	Panas/ <i>Hot</i>
41-54	Sangat Panas/ <i>Very Hot</i>
≥54	Panas/ <i>Extreamly Hot</i>

Penelitian ini diawali dengan studi literatur dari berbagai sumber mengenai tema penelitian ini serta menyiapkan data suhu, kelembapan dan OLR di Paloh, Siantan dan Ketapang tahun 1994 s.d 2013. Kemudian mencari nilai *Heat Index* dengan menggunakan Persamaan 1. Hasil yang diperoleh kemudian dibuat dalam bentuk grafik *indeks* panas tiap bulan dari tahun 1994 s.d 2013 sehingga dapat dianalisa *trend indeks* panasnya. Hasil perhitungan tersebut dapat dikategorikan untuk menentukan tingkat kenyamanan berdasarkan parameter suhu dan kelembapan terhadap manusia.

Proses selanjutnya adalah mencari korelasi antara nilai *Heat Index* dengan nilai *Outgoing Longwave Radiation (OLR)*. Nilai korelasi antara kedua variabel tersebut menunjukkan kekuatan hubungan antara keduanya. Hal tersebut dapat dilihat pada grafik rata-rata *Heat Index* dan OLR di wilayah Paloh, Siantan dan Ketapang. Persamaan korelasi adalah sebagai berikut [7]:

$$R = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{\{n \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

Dengan X variabel bebas dan Y variabel tak bebas. Nilai korelasi (R) berkisar antara 1 sampai -1, nilai semakin mendekati 1 berarti pasangan data variabel X dan variabel Y memiliki korelasi linear positif yang kuat/erat. Nilai mendekati -1 berarti hubungan antara dua variabel memiliki korelasi linear negatif yang kuat/erat. Sebaliknya nilai mendekati 0 berarti hubungan antara dua variabel semakin lemah atau kemungkinan tidak berkorelasi. Nilai positif menunjukkan hubungan searah (X naik maka Y naik) dan nilai negatif menunjukkan hubungan terbalik (X naik maka Y turun).

Sementara itu data angin zonal dan meridional tahun 1994 s.d 2013 diolah dengan menggunakan perangkat lunak *cdo* dan *GrADS*. Data kecepatan angin zonal dan meridional tahun 1994 s.d 2013 bulanan digunakan untuk menghitung kecepatan vektor angin sehingga dapat diamati karakter arah pergerakan angin di wilayah penelitian.

Selanjutnya dilakukan analisis grafik rata-rata HI dan OLR serta karakter kecepatan angin dan HI. Dari analisis yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan tingkat kenyamanan dengan melihat

hubungan antara suhu dan kelembapan di sekitarnya serta pengelompokannya dan juga hubungan HI dan OLR yang mempengaruhi tingkat kenyamanan di wilayah pesisir utara dan selatan khatulistiwa.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Analisis Suhu Udara

Suhu adalah derajat panas suatu benda. Faktor yang mempengaruhi suhu udara antara lain topografi, ketinggian tempat, angin, panas laten, penutup tanah, tipe tanah dan sudut datang sinar matahari (8).

Tabel 2 merupakan rata-rata nilai suhu udara tahun 1994 s.d 2013 di Paloh, Siantan dan Ketapang. Di wilayah Ketapang secara umum suhu udaranya lebih tinggi dibandingkan dengan Paloh dan Siantan. Hal tersebut dipengaruhi oleh lokasi Ketapang yang didominasi oleh air karena dekat dengan laut, dimana air mempunyai panas jenis lebih besar sehingga dapat menyimpan panas dengan baik.

Untuk wilayah Paloh dan Siantan, fluktuasi suhu udara dipengaruhi oleh sudut datang sinar matahari. Pada bulan Maret dan September, suhu udara di Siantan lebih tinggi dari Paloh karena matahari tepat berada di *equator*, sedangkan pada bulan Juni suhu di Paloh lebih tinggi dari Siantan karena matahari berada di belahan bumi utara.

Tabel 2. Rata-rata Suhu Udara Bulanan Tahun 1994 s.d 2013

No.	Bulan	Titik Pengamatan		
		Paloh	Siantan	Ketapang
1	Januari	25,7	26,4	27,1
2	Februari	25,8	26,4	27,2
3	Maret	26,4	26,8	27,3
4	April	27,0	27,1	27,3
5	Mei	27,5	27,5	27,7
6	Juni	27,2	27,2	27,3
7	Juli	26,9	26,8	28,0
8	Agustus	26,9	26,9	26,8
9	September	26,7	26,7	28,1
10	Oktober	26,6	26,7	26,9
11	November	26,4	26,7	26,9
12	Desember	26,1	26,6	26,8

#### 3.2 Analisis Kelembapan Udara

Kelembapan udara digunakan untuk menyatakan banyaknya kandungan uap air dalam udara [9]. Kelembapan dipengaruhi oleh uap air yang berasal dari berbagai sumber antara lain dari penguapan laut, sungai, danau, tumbuh-tumbuhan maupun makhluk hidup lainnya. Banyaknya uap air di udara tergantung dari beberapa faktor antara lain ketersediaan air dalam sumber uap, suhu, tekanan udara dan angin. Kelembapan udara dipengaruhi oleh suhu udara dan tidak berlaku sebaliknya.

Tabel 3. Rata-rata nilai kelembapan bulanan tahun 1994 s.d 2013

No.	Bulan	Titik Pengamatan		
		Paloh	Siantan	Ketapang
1	Januari	97	95	86
2	Februari	97	95	85
3	Maret	97	96	86
4	April	95	95	87
5	Mei	95	94	85
6	Juni	95	94	85
7	Juli	95	95	84
8	Agustus	95	94	83
9	September	95	95	84
10	Oktober	95	94	86
11	November	95	94	87
12	Desember	96	94	88

Tabel 3 merupakan rata-rata nilai kelembapan udara tahun 1994 s.d 2013 di Paloh, Siantan dan Ketapang. Di wilayah Paloh, kelembapan udara pada bulan April s.d Juni relatif sama, di wilayah Siantan pada bulan Oktober s.d Desember yang relatif sama, sedangkan di wilayah ketapang kelembapan bervariasi di setiap bulannya dan selalu lebih rendah dari Paloh dan Siantan. Hal ini dipengaruhi oleh uap air didalam udara, dipengaruhi oleh suhu, tekanan udara dan angin. Untuk wilayah Paloh dan Siantan, fluktuasi kelembapannya sangat kecil.

#### 3.3 Analisis Indeks Kenyamanan (*Heat Index*)

*Indeks* kenyamanan temperatur dan kelembapan udara digunakan untuk mengetahui cekaman panas. Bagi individu kondisi kenyamanan sering bersifat subyektif. Beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat kenyamanan adalah kondisi iklim/cuaca, aktivitas fisik, pakaian dan makanan (10).

Faktor iklim yang mempengaruhi kenyamanan manusia adalah temperatur udara, radiasi matahari, curah hujan dan kelembapan atau kombinasi dari unsur tersebut (11). Iklim yang ideal bagi kenyamanan manusia dengan suhu kurang lebih 27°C dan kelembapan udara 40-75%. Dengan melihat kisaran suhu dan kelembapan di wilayah penelitian yang mempunyai suhu udara rata-rata antara 25-28°C dan kelembapan udara rata-rata antara 83-97 °C, maka dapat dikategorikan sebagai iklim yang tidak ideal bagi kenyamanan manusia.

Kenyamanan merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan pengaruh keadaan lingkungan fisik atmosfer atau iklim terhadap manusia. Kenyamanan merupakan kondisi yang sangat bervariasi antar individu sehingga sering bersifat subyektif.

Tabel 4 Rata-rata nilai *Heat Index* (HI) bulanan tahun 1994 s.d 2013

No.	Bulan	Titik Pengamatan		
		Paloh	Siantan	Ketapang
1	Januari	27,4	29,4	30,5
2	Februari	27,7	29,5	30,7
3	Maret	29,5	30,7	31,1
4	April	31,5	31,6	31,2
5	Mei	33,0	32,7	32,0
6	Juni	31,9	31,9	30,9
7	Juli	31,0	30,6	29,5
8	Agustus	31,1	30,8	29,5
9	September	30,4	30,5	30,0
10	Oktober	30,0	30,2	29,9
11	November	29,6	30,3	30,1
12	Desember	28,6	29,9	29,9

Tabel 4 merupakan rata-rata nilai *Indeks kenyamanan (Heat Index)* dari suhu dan kelembapan tahun 1994 s.d 2013 di Paloh, Siantan dan Ketapang. Menurut Tabel 3, secara umum dinilai sudah tidak nyaman yaitu pada klasifikasi "Sangat Hangat". Walaupun demikian keadaan tersebut tidak berlaku untuk semua orang karena dengan kondisi seperti ini ada juga yang merasa nyaman. Kemudian pada bulan Mei di Paloh, Siantan dan Ketapang termasuk dalam klasifikasi "Panas" yang dapat menyebabkan kram panas atau kelelahan apabila terjadi kontak yang terlalu lama dalam aktifitas fisik.

Tabel 5. Rata - rata Nilai Total *Outgoing Longwave Radiation* (OLR) Bulanan Tahun 1994 s.d 2013

No.	Bulan	Titik Pengamatan		
		Paloh	Siantan	Ketapang
1	Januari	428,0	432,0	433,0
2	Februari	431,0	433,0	434,0
3	Maret	438,0	436,0	437,0
4	April	443,0	438,0	439,0
5	Mei	446,0	440,0	448,0
6	Juni	445,0	439,0	442,0
7	Juli	443,0	437,0	438,0
8	Agustus	444,0	438,0	439,0
9	September	440,0	436,0	440,0
10	Oktpber	438,0	434,0	437,0
11	November	437,0	434,0	435,0
12	Desember	432,0	432,0	432,0

Berdasarkan Tabel 5 dapat diketahui bahwa pada bulan Mei di wilayah Paloh, Siantan dan Ketapang rata-rata total OLR bulanan menunjukkan nilai yang paling tinggi diantara bulan-bulan lainnya. Hal ini yang mempengaruhi tingginya nilai *Heat Index* (HI) pada bulan tersebut karena HI merupakan indeks tingkat kenyamanan yang dipengaruhi oleh faktor antara lain radiasi gelombang panjang. Tingginya nilai radiasi akan mempengaruhi suhu udara yang menjadi salah satu parameter dalam perhitungan HI. Oleh karena itu, semakin tinggi radiasi gelombang panjang maka semakin mempengaruhi tingkat kenyamanan.

### 3.4 Korelasi HI dan OLR

Korelasi HI dan OLR di wilayah Paloh sebesar 0,594, wilayah Siantan korelasi HI dan OLR sebesar 0,49 dan untuk wilayah Ketapang korelasi HI dan OLR sebesar - 0,15.

Idealnya korelasi antara HI dan OLR negatif. Tetapi hasil yang didapat menunjukkan sebaliknya untuk wilayah Paloh dan Siantan. Hal ini akibat dari kondisi wilayah dan fisis atmosfer yang mempengaruhi wilayah tersebut.

### 3.5 Analisis Rata-rata HI dan OLR

Secara umum *trend* perubahan antara HI dan OLR berbanding terbalik. Pada saat OLR tinggi mengindikasikan cuaca cerah dan terdapat sedikit tutupan awan. Maka permukaan semakin panas akibat radiasi gelombang pendek dari matahari, sedangkan pada saat OLR rendah mengindikasikan terdapat banyak tutupan awan. Radiasi gelombang panjang yang dilepaskan kembali oleh permukaan akan terperangkap oleh awan-awan tersebut sehingga memacu tingkat penguapan yang dapat mengakibatkan hujan.

### 3.6 Pengaruh Kecepatan Angin Terhadap Tingkat Kenyamanan

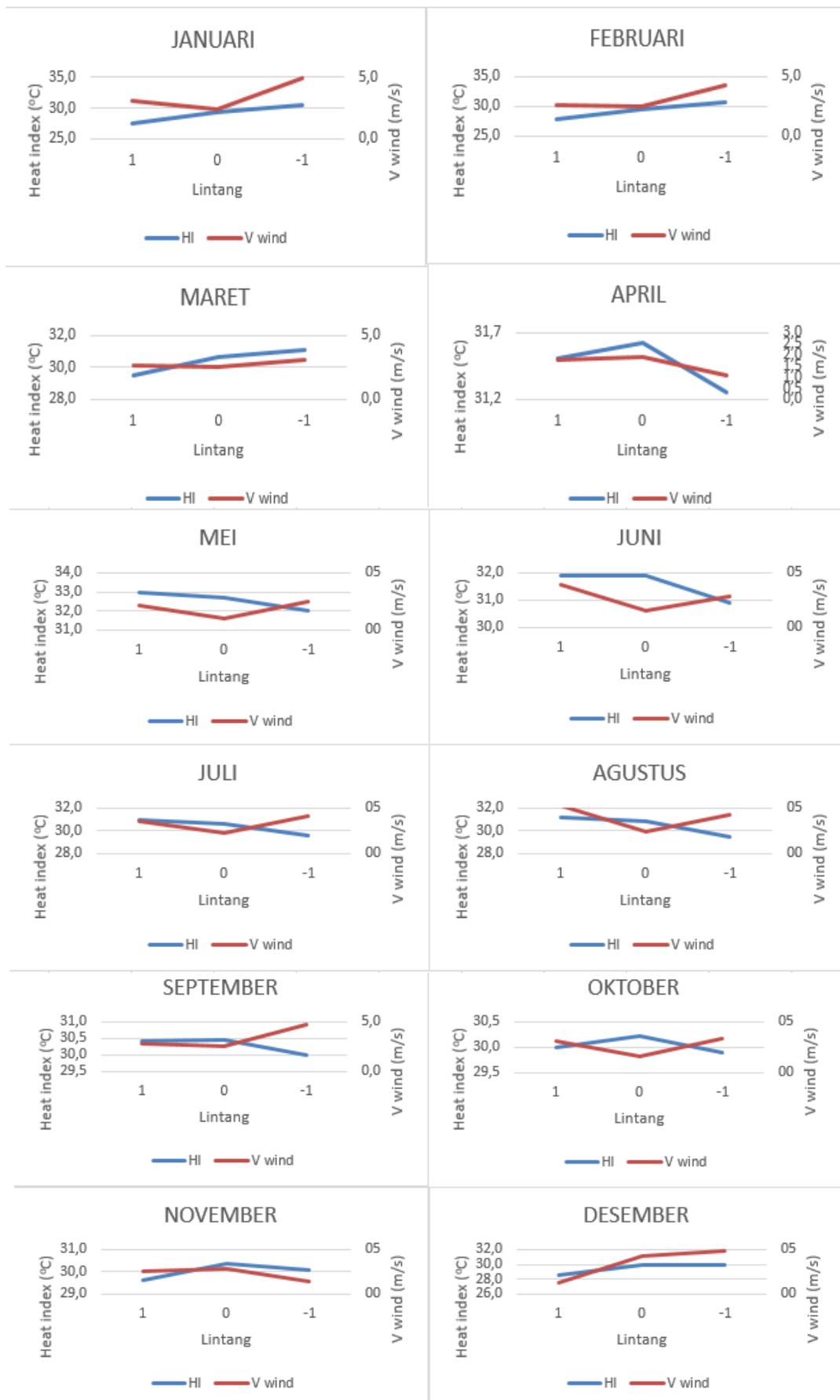
Kecepatan angin merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi nilai HI. Idealnya semakin besar kecepatan angin maka semakin kecil nilai HI dan sebaliknya. Gambar 1 menunjukkan hubungan antara Heat Index (HI) dan kecepatan angin. Penelitian ini menggunakan kecepatan angin vektor. Adapun grafik yang menggambarkan hubungan kedua variabel tersebut menggunakan simbol angka 1 untuk wilayah Paloh (terletak pada 1°LU), angka 0 untuk wilayah Siantan (terletak pada 0°), dan angka -1 untuk wilayah Ketapang (terletak pada 1°LS).

Secara umum hubungan antara HI dan kecepatan angin berbanding terbalik. Pada bulan Mei kecepatan angin di Siantan merupakan kecepatan angin terendah kedua setelah bulan April. Hal ini mendukung pada saat bulan Mei untuk wilayah Paloh, Siantan dan Ketapang HI masuk dalam kategori "Panas".

### 3.7 Korelasi Antara Kecepatan Angin Dan HI

Korelasi kecepatan angin dan HI di Paloh sebesar 0,0112, untuk wilayah Siantan korelasinya sebesar -0,671, sedangkan untuk wilayah Ketapang korelasinya sebesar -0,534.

Idealnya korelasi antara kecepatan angin dan HI negatif. Untuk wilayah Siantan dan Ketapang menunjukkan korelasi linear negatif. Semakin kecil kecepatan angin maka semakin tinggi nilai HI dan sebaliknya, sedangkan untuk wilayah Paloh menunjukkan korelasi linear positif namun sangat lemah. Hal ini akibat dari kondisi wilayah dan fisis atmosfer yang mempengaruhi wilayah tersebut.



Gambar 1. Grafik kecepatan angin dan *Heat Indeks* bulanan tahun 1994 s.d 2013

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data dan analisis yang telah penulis lakukan, dapat disimpulkan bahwa berdasarkan analisis HI secara umum di wilayah Paloh, Siantan dan Ketapang berada pada tingkat kenyamanan dengan klasifikasi "Sangat Hangat", kecuali pada bulan Mei dengan klasifikasi "Panas". Pada analisis radiasi matahari di bulan Mei, rata-rata total radiasi matahari bulanan menunjukkan nilai tertinggi diantara bulan-bulan lainnya. OLR merupakan salah satu faktor eksternal yang mempengaruhi nilai HI serta tingkat kenyamanan di wilayah Paloh dominan dipengaruhi oleh nilai OLR. Faktor kecepatan angin dominan mempengaruhi tingkat kenyamanan di wilayah Siantan dan Ketapang.

#### Daftar Pustaka

- [1] Wati, T. & Fatkhuroyan. 2017. Analisis Tingkat Kenyamanan Di DKI Jakarta Berdasarkan Indeks THI (*Temperature Humidity Index*). *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Vol 15. Hlm. 57 - 63.
- [2] Wati, T. & Nasution, R.I. 2018. Analisis Kenyamanan Termis Klimatologis di Wilayah DKI Jakarta dengan Menggunakan Indeks Panas (*Humidex*). *Widyariset*. Vol 4. Hlm. 88-102
- [3] Maru, et al., 2015. Trend Analysis of Urban Heat Island Phenomenon in the city of Makassar, South Sulawesi, Indonesia using Lansat. *Asian Online Journal*. Vol 3. Hlm. 477-484
- [4] Rahim, et al., 2016. Karakteristik Data Temperatur Udara dan Kenyamanan Termal di Makassar. *Temu Ilmiah Ikatan Peneliti Lingkungan Binaan Indonesia*. 2016. Hlm. 75-78
- [5] <https://psl.noaa.gov/data/composites/day/> (diakses 16 Desember 2015)
- [6] Lans, P. Rothfus. 1990. "*The Heat Index 'Equation'(or, More Than You Ever Wanted to Know About Heat Index)*", Scientific Services Division (NWS Southern Region Headquarters).
- [7] Istiarini, R., dan Sukanti. 2012. Pengaruh Sertifikasi Guru dan Motivasi Kerja Guru Terhadap Kinerja Guru SMA Negeri 1 Sentolo Kabupaten Kulon Progo Tahun 2012. *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia*. 10:98-113.
- [8] Tjasyono, B. 1996. *Klimatologi Terapan*. Bandung: Pionir Jaya
- [9] Retnawati, and Ihwan, Andi, and Jumarang, Muh Ishak, Estimasi Keadaan Cuaca Di Kota Pontianak Menggunakan Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Algoritma *Hopfield*, *POSITRON*, Vol VIII, No. 02, Hal. 43-46, 2013.
- [10] Sani, I. 2004. Tingkat Kenyamanan Udara Jakarta. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika* Vol 5. Hlm.20 - 24.
- [11] Steadman, R.G., 1979. The assessment of sultriness. Part I: A temperature-humidity index based on human physiology and clothing science. *J. Appl.Meteor.*, 18, 861-873.