

# KAJIAN AWAL UJI STATISTIK PERBANDINGAN SUHU UDARA DARI PERALATAN PENGAMATAN OTOMATIS DAN MANUAL

## PRELIMINARY STATISTICAL ASSESSMENT OF TEMPERATURE DATA OBTAINED FROM PARALLEL AUTOMATIC AND MANUAL OBSERVATION

**Kharisma Aprilina, Tri Astuti Nuraini, Ardhasena Sopaheluwakan**  
Pusat Penelitian dan Pengembangan BMKG, Jl. Angkasa I No, 2 Jakarta Pusat 10720  
E-mail: kharisma.aprilina@bmkg.go.id

Naskah masuk: 27 Januari 2017; Naskah diperbaiki: 14 November 2017; Naskah diterima: 17 November 2017

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan secara statistik hasil pengukuran suhu udara menggunakan peralatan otomatis (Automatic Weather Station/AWS) dengan hasil pengukuran suhu udara secara manual atau sinoptik. Data yang diuji adalah data per-tiga-jam-an yang berasal dari data AWS dan data sinoptik dari 12 (dua belas) stasiun milik Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) yaitu Bengkulu, Dabo Singkep, Gunung Sitoli, Lhokseumawe, Meulaboh, Ranai, Rengat, Sibolga, Tanjung Pandan, Tarakan, Tarempa, dan Tegal dari bulan Februari-Juni 2016. Uji normalitas menggunakan metode Anderson-Darling dan Shapiro-Wilk menghasilkan kesimpulan bahwa data AWS dan data sinoptik dari seluruh stasiun yang diujikan tidak berdistribusi normal pada taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$ . Uji homogenitas varians menggunakan uji Levene menghasilkan keputusan bahwa kedua data di stasiun Bengkulu, Dabo Singkep, Gunung Sitoli, Lhokseumawe, dan Rengat mempunyai varians yang homogen pada taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$ , sedangkan kedua data di stasiun Meulaboh, Ranai, Sibolga, Tanjung Pandan, Tarakan, Tarempa, dan Tegal variansi datanya tidak homogen pada taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$ . Uji beda statistik menggunakan metode Wilcoxon-Mann-Whitney menghasilkan keputusan bahwa antara data AWS dan data sinoptik tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$  pada semua stasiun kecuali stasiun Lhokseumawe dan Ranai.

**Kata kunci:** suhu udara, uji normalitas, uji homogenitas, uji beda statistik, uji non parametrik.

### ABSTRACT

*This study aims to determine the statistical differences between measurements of air temperature using automatic instrument (Automatic Weather Station/AWS) and air temperature measurements using manual instrument. The data that is used in this study are three-hourly data collected from February to June 2016 in 12 (twelve) synoptic stations of the Indonesian Agency for Meteorology Climatology and Geophysics (BMKG), which are Bengkulu, Dabo Singkep, Gunung Sitoli, Lhokseumawe, Meulaboh, Ranai, Rengat, Sibolga, Tanjung Pandan, Tarakan, Tarempa, and Tegal. Normality tests performed using the Anderson-Darling and Shapiro-Wilk methods conclude that AWS data and synoptic data from all stations are not normally distributed with a significance level of  $\alpha = 0.05$ . Meanwhile, homogeneity test using the Levene's test concludes that both types of data in Bengkulu, Dabo Singkep, Gunung Sitoli, Lhokseumawe, and Rengat are homogeneous in their variance at the significance level  $\alpha = 0.05$ , while in Meulaboh, Ranai, Sibolga, Tanjung Pandan, Tarakan, Tarempa, and Tegal the two types of data are not homogeneous in their variance with a significance level of  $\alpha = 0.05$ . Test of statistical significance, which is performed using the non-parametric Wilcoxon-Mann-Whitney test, concludes that there is no significant difference (with a significance level of  $\alpha = 0.05$ ) between the AWS data and synoptic data for all stations, except for Lhokseumawe and Ranai stations.*

**Keywords:** air temperature, normality test, homogeneity test, test of statistical significance, non parametric test.

## 1. Pendahuluan

Suhu udara adalah salah satu unsur cuaca/iklim yang utama [1], oleh karena itu pengukuran suhu udara penting dilakukan untuk mendapatkan data suhu udara yang akurat. Data mengenai kondisi atmosfer

yang akurat diperlukan untuk mendukung berbagai sektor kehidupan manusia seperti misalnya dalam bidang pertanian, informasi suhu dapat digunakan dalam pengendalian penyakit tanaman [2]. Pengukuran suhu udara pada stasiun pengamatan cuaca hanya memperoleh satu nilai yang menyatakan

nilai sesaat suhu atmosfer. Pada umumnya suhu maksimum terjadi pada tengah hari, biasanya antara jam 12.00-14.00 waktu lokal dan suhu minimum terjadi antara pukul 06.00 waktu lokal dan sekitar matahari terbit. Pada umumnya suhu udara harian rata-rata dapat dihitung dengan menjumlah suhu maksimum dan suhu minimum lalu dibagi dua [1]. Namun untuk keperluan penghitungan rata-rata suhu udara harian dari peralatan manual secara sinoptik (pengamatan meteorologi permukaan yang dilaksanakan secara bersamaan di seluruh wilayah dunia pada jam yang sudah ditetapkan secara konvensional berdasarkan standar waktu internasional yaitu pada pukul 00.00, 03.00, dan 06.00 UTC [3]), Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) menggunakan data suhu udara hasil pengukuran pada pukul 07.00 ( $T_{07}$ ), 13.00 ( $T_{13}$ ), dan 18.00 ( $T_{18}$ ) waktu setempat [4-5]. Data hasil pengukuran tersebut kemudian dihitung menggunakan formula yang disebut sebagai Formula Operasional BMKG [4] yang mempunyai persamaan sebagai berikut:

$$\langle T \rangle = a T_{07} + b T_{13} + c T_{18}$$

Dimana:

$\langle T \rangle$  : rata-rata suhu udara harian,  
 $a, b, c$  : kumpulan nilai koefisien (KNK),  
 $T_{07}$  : suhu udara pukul 07.00 waktu setempat,  
 $T_{13}$  : suhu udara pukul 13.00 waktu setempat,  
 $T_{18}$  : suhu udara pukul 18.00 waktu setempat,  
 dengan KNK berturut-turut bernilai  $a, b, c = \frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4}$  [5].

Dalam rangka memenuhi ketentuan *World Meteorological Organization* (WMO) mengenai penerapan *WMO Integrated Global Observation System* (WIGOS) tahun 2040 [6], maka BMKG berupaya untuk memenuhi ketentuan tersebut dengan standarisasi yang dimulai dengan pemasangan peralatan pengukuran otomatis dalam hal ini adalah pemasangan *Automatic Weather Station* (AWS) di seluruh stasiun yang dimiliki oleh BMKG di seluruh Indonesia. Hal ini diperlukan untuk mendapatkan data unsur meteorologi/ klimatologi yang lebih akurat dan *reliable*, namun masih diperlukan suatu upaya verifikasi awal dengan membandingkan data unsur meteorologi/klimatologi hasil pengukuran menggunakan peralatan otomatis dengan pengukuran yang telah dijalankan sebelumnya yang dilakukan secara manual.

Penelitian ini merupakan kajian awal dalam rangka mengkaji penerapan otomatisasi alat pengukuran suhu udara oleh BMKG. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan secara statistik hasil pengukuran suhu udara menggunakan alat AWS dengan pengukuran suhu udara secara manual.

## 2. Metode Penelitian

Data yang akan diuji adalah data AWS dan data manual dari 12 stasiun BMKG yang telah ditetapkan sebagai stasiun uji coba awal otomatisasi peralatan meteorologi yaitu Bengkulu, Dabo Singkep, Gunung Sitoli, Lhokseumawe, Meulaboh, Ranai, Rengat, Sibolga, Tanjung Pandan, Tarakan, Tarempa, dan Tegal. Panjang data yang tersedia adalah data per-3 jam dari data AWS dan data pengamatan manual secara sinoptik dari bulan Februari 2016 sampai dengan bulan Juni 2016. Lokasi Stasiun BMKG yang diujikan dalam penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 1.

Tahapan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Membuat statistik deskriptif dari masing-masing data suhu udara baik data otomatis maupun data manual dari setiap stasiun BMKG yang diujikan.
- Melakukan uji normalitas baik terhadap data AWS maupun data pengukuran manual dari setiap Stasiun. Uji normalitas yang digunakan adalah Uji Anderson-Darling dan Uji Shapiro-Wilk, kedua uji ini dipilih karena merupakan uji normalitas yang mempunyai performa yang baik bila dibandingkan dengan uji normalitas lainnya berdasarkan hasil simulasi Monte Carlo pada penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya [7-8]. Pada penelitian ini kedua uji normalitas tersebut dijalankan dalam Program R. Hipotesis yang digunakan untuk melakukan kedua uji normalitas tersebut adalah:  
 $H_0$  = Sebaran data mengikuti distribusi normal,  
 $H_1$  = Sebaran data berdistribusi tidak normal,  
 Dengan tingkat signifikansi  $\alpha = 0,05$  maka  $H_0$  diterima bila nilai- $p > 0,05$  dan sebaliknya [7-8].
- Membuat histogram baik terhadap data AWS dan data manual untuk melihat bentuk distribusi data, apabila data tidak normal dapat ditentukan jenis transformasi yang dapat dilakukan.
- Melakukan transformasi data jika data berdistribusi tidak normal, apabila setelah dilakukan transformasi namun data tetap berdistribusi tidak normal, maka uji beda statistik akan dilanjutkan dengan uji non parametrik.
- Melakukan uji homogenitas, uji homogenitas digunakan untuk mengetahui apabila variansi-variansi pada populasi sama atau homogeny [9]. Uji homogenitas yang dilakukan pada penelitian ini adalah menggunakan uji F [10] apabila data berdistribusi normal dan uji Levene's apabila data tidak berdistribusi normal [11], kedua uji homogenitas ini dijalankan pada Program R. Kriteria untuk pengujiannya adalah variansi populasi yang diteliti dinyatakan homogen jika nilai probabilitasnya (nilai- $p$ ) lebih besar daripada  $\alpha = 0,05$ .
- Melakukan uji beda statistik, yaitu menggunakan uji parametrik independent sample t-test apabila data berdistribusi normal [12] dan menggunakan uji non parametrik Wilcoxon-Mann-Whitney apabila data berdistribusi tidak normal [12-13],

kedua jenis uji tersebut dijalankan dalam Program R.

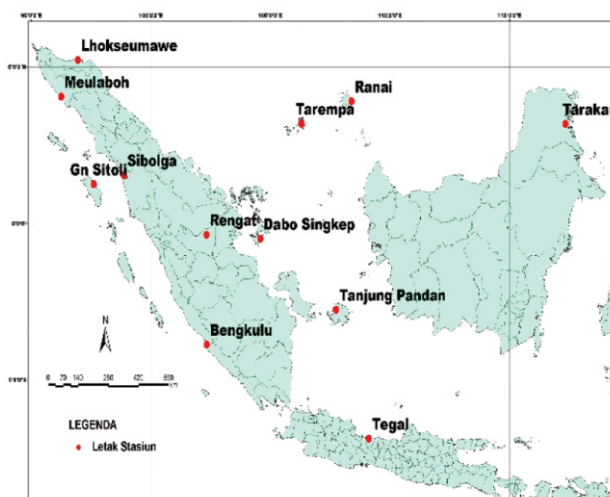
Hipotesa pengambilan kesimpulan dari kedua uji beda statistik diatas adalah sebagai berikut:

Ho: Tidak ada perbedaan antara hasil pengukuran

AWS dengan pengukuran manual. Ho:  $\mu_1 = \mu_2$ .

Hi: Terdapat perbedaan antara hasil pengukuran AWS dengan pengukuran manual. Hi:  $\mu_1 \neq \mu_2$ .

Dengan tingkat signifikansi  $\alpha = 0,05$  maka  $H_0$  diterima bila nilai-p > 0,05 dan sebaliknya.



Gambar 1. Lokasi Stasiun BMKG yang diujikan

Tabel. 1 Statistik deskriptif data suhu udara dari stasiun yang diujikan

| No | Stasiun        | Sumber data | N    | Missing value | Paired data | Mean  | Med  | Mod  | SD   | Min  | Max  |
|----|----------------|-------------|------|---------------|-------------|-------|------|------|------|------|------|
| 1  | Bengkulu       | AWS         | 942  | 266           | 925         | 27,64 | 26,5 | 25   | 2,87 | 22,6 | 35,0 |
|    |                | Manual      | 1183 | 25            |             | 27,74 | 26,9 | 25   | 2,72 | 22,6 | 36,3 |
| 2  | Dabo Singkep   | AWS         | 891  | 317           | 888         | 27,74 | 27,1 | 26,4 | 2,50 | 21,8 | 34,2 |
|    |                | Manual      | 1205 | 3             |             | 27,78 | 27,2 | 27,2 | 2,33 | 21,7 | 34,2 |
| 3  | Gunung Sitoli  | AWS         | 830  | 378           | 825         | 27,87 | 27,3 | 25,1 | 2,82 | 22,2 | 34,6 |
|    |                | Manual      | 1200 | 8             |             | 27,65 | 27   | 26,4 | 2,74 | 18,6 | 36,2 |
| 4  | Lhokseumawe    | AWS         | 742  | 466           | 739         | 27,58 | 27,1 | 24,7 | 2,97 | 21   | 34   |
|    |                | Manual      | 1203 | 5             |             | 28,05 | 27,8 | 25,6 | 2,91 | 21   | 34,4 |
| 5  | Meulaboh       | AWS         | 1076 | 132           | 1073        | 27,73 | 26,7 | 24,6 | 3,15 | 21   | 35   |
|    |                | Manual      | 1204 | 4             |             | 27,64 | 27,2 | 24,6 | 2,75 | 21   | 33,8 |
| 6  | Ranai          | AWS         | 643  | 114           | 633         | 29,69 | 29,4 | 28   | 2,56 | 23,4 | 35,4 |
|    |                | Manual      | 745  | 10            |             | 29,01 | 29,2 | 28,4 | 2,09 | 23,6 | 33,4 |
| 7  | Rengat         | AWS         | 993  | 215           | 992         | 27,66 | 26,5 | 25,4 | 3,30 | 22,5 | 35,9 |
|    |                | Manual      | 1207 | 1             |             | 27,71 | 27   | 26   | 2,95 | 22,6 | 34,6 |
| 8  | Sibolga        | AWS         | 1065 | 143           | 1061        | 27,39 | 26   | 25,1 | 3,54 | 21,7 | 36,3 |
|    |                | Manual      | 1204 | 4             |             | 27,32 | 26,4 | 24,8 | 3,23 | 18   | 35   |
| 9  | Tanjung Pandan | AWS         | 1108 | 100           | 1096        | 25,86 | 25,8 | 24,9 | 2,72 | 22,8 | 35,2 |
|    |                | Manual      | 1194 | 14            |             | 26,85 | 26   | 25,2 | 2,38 | 22,8 | 33,6 |
| 10 | Tarakan        | AWS         | 1109 | 99            | 1090        | 28,27 | 28   | 28,2 | 2,26 | 22,8 | 33,9 |
|    |                | Manual      | 1189 | 19            |             | 28,29 | 28   | 28   | 2,09 | 23   | 33,3 |
| 11 | Tarempa        | AWS         | 1097 | 111           | 1086        | 28,48 | 27,8 | 27,5 | 2,33 | 23,5 | 36,1 |
|    |                | Manual      | 1197 | 11            |             | 28,37 | 27,8 | 27,2 | 2,04 | 23,7 | 35   |
| 12 | Tegal          | AWS         | 1121 | 87            | 1112        | 28,59 | 27,9 | 27,9 | 2,58 | 24   | 35,3 |
|    |                | Manual      | 1198 | 10            |             | 28,52 | 28,2 | 27   | 2,39 | 24   | 34,5 |

Keterangan:

Med: Median data

Min : Nilai minimum data

Mod: Modus data

Max: Nilai maksimum data

SD : Standar Deviasi

### 3. Hasil dan Pembahasan

**Statistik Deskriptif.** Tabel 1 memperlihatkan statistik deskriptif dari data otomatis dan manual yang menunjukkan bahwa ketersediaan data (N) dari data manual seluruh stasiun yang diujikan lebih besar daripada ketersediaan data dari pengukuran peralatan otomatis (AWS), namun Standar Deviasi (SD) dari data hasil pengukuran manual di seluruh stasiun yang diujikan mempunyai nilai yang lebih rendah daripada SD dari data hasil pengukuran peralatan otomatis dari seluruh stasiun yang diujikan. Tabel 1 juga menunjukkan *missing value* yang berasal dari data AWS dari seluruh stasiun yang diujikan juga lebih banyak daripada *missing value* yang berasal dari pengukuran manual. Data *missing value* paling banyak berasal dari data pengukuran otomatis di stasiun Lhokseumawe sebanyak 466 data. Panjang data setiap stasiun yang diujikan yaitu sebanyak 1208 data yang tersedia yang berasal dari pengukuran jam 00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, dan 21 UTC selama bulan Februari-Juni 2016 (5 bulan) kecuali stasiun Ranai yang mempunyai panjang data sebanyak 755 data karena stasiun tersebut hanya mempunyai jam operasional selama 12 jam. Data suhu minimum terendah tercatat dari pengukuran secara manual di Stasiun Sibolga yaitu 18 derajat Celcius, sedangkan

data suhu maksimum tertinggi tercatat dari pengukuran AWS stasiun Sibolga serta dari pengukuran secara manual di stasiun Bengkulu yaitu sebesar 36,2 derajat Celcius. Selanjutnya dilakukan uji normalitas untuk melihat normal atau tidaknya distribusi dari data tersebut. *Paired* data pada Tabel 1 adalah berisi jumlah data suhu udara yang berpasangan (antara data manual dan data otomatis) yang valid untuk dilakukan uji statistika lanjutan.

**Uji Normalitas.** Tabel uji normalitas disajikan pada Tabel 2. Hasil uji normalitas dengan menggunakan metode Anderson-Darling dan Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa nilai-p data suhu udara baik yang berasal dari pengukuran secara manual maupun yang berasal dari pengukuran secara otomatis/AWS dari seluruh stasiun yang diujikan mempunyai nilai-p lebih kecil dari  $\alpha = 0,05$ , yang berarti bahwa  $H_0$  ditolak. Dengan kata lain hasil nilai-p dari kedua metode uji normalitas tersebut menghasilkan keputusan bahwa seluruh data suhu udara dari pengukuran manual dan otomatis dari seluruh stasiun yang diujikan dalam penelitian ini tidak berdistribusi normal pada taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$ . Selain dari hasil uji normalitas, normal atau tidaknya distribusi data juga dapat dilihat dari histogram data yang diujikan.

**Tabel. 2 Uji normalitas data suhu udara dari stasiun yang diujikan**

| No | Stasiun        | Sumber data | Anderson-Darling |                    |             | Shapiro-Wilk |                    |             |
|----|----------------|-------------|------------------|--------------------|-------------|--------------|--------------------|-------------|
|    |                |             | Nilai-p          | $\alpha = 0,05$    | Keputusan   | Nilai-p      | $\alpha = 0,05$    | Keputusan   |
| 1  | Bengkulu       | AWS         | 0,000            | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ | 0,000        | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ |
|    |                | Manual      | 0,000            | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ | 0,000        | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ |
| 2  | Dabo Singkep   | AWS         | 0,000            | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ | 0,000        | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ |
|    |                | Manual      | 0,000            | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ | 0,000        | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ |
| 3  | Gunung Sitoli  | AWS         | 0,000            | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ | 0,000        | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ |
|    |                | Manual      | 0,000            | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ | 0,000        | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ |
| 4  | Lhokseumawe    | AWS         | 0,000            | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ | 0,000        | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ |
|    |                | Manual      | 0,000            | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ | 0,000        | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ |
| 5  | Meulaboh       | AWS         | 0,000            | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ | 0,000        | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ |
|    |                | Manual      | 0,000            | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ | 0,000        | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ |
| 6  | Ranai          | AWS         | 0,000            | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ | 0,000        | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ |
|    |                | Manual      | 0,000            | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ | 0,000        | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ |
| 7  | Rengat         | AWS         | 0,000            | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ | 0,000        | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ |
|    |                | Manual      | 0,000            | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ | 0,000        | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ |
| 8  | Sibolga        | AWS         | 0,000            | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ | 0,000        | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ |
|    |                | Manual      | 0,000            | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ | 0,000        | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ |
| 9  | Tanjung Pandan | AWS         | 0,000            | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ | 0,000        | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ |
|    |                | Manual      | 0,000            | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ | 0,000        | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ |
| 10 | Tarakan        | AWS         | 0,000            | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ | 0,000        | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ |
|    |                | Manual      | 0,000            | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ | 0,000        | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ |
| 11 | Tarempa        | AWS         | 0,000            | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ | 0,000        | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ |
|    |                | Manual      | 0,000            | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ | 0,000        | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ |
| 12 | Tegal          | AWS         | 0,000            | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ | 0,000        | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ |
|    |                | Manual      | 0,000            | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ | 0,000        | P-value < $\alpha$ | Tolak $H_0$ |

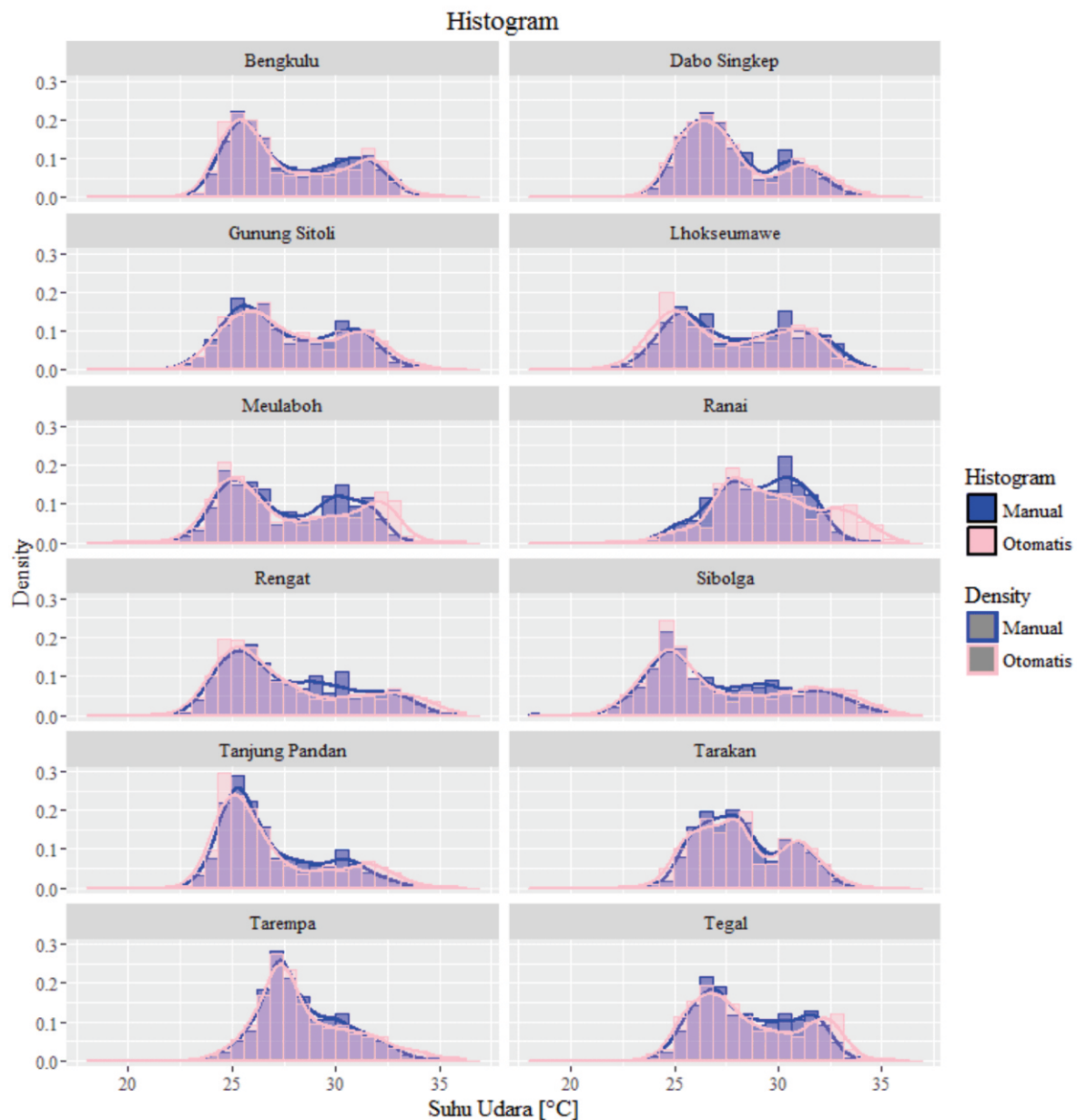
**Histogram.** Histogram dapat digunakan untuk mengungkapkan distribusi data, terutama bentuk distribusi data (*shape*) serta *outlier* dari data tersebut [14]. Pada Gambar 2 dapat dilihat bentuk histogram untuk data manual menyerupai bentuk histogram data otomatis yaitu di stasiun Bengkulu, Dabo Singkep, Gunung Sitoli, Lhokseumawe, Sibolga, Tanjung Pandan, Tarakan, Tarempa, dan Tegal. Walaupun mempunyai bentuk histogram yang hampir sama namun tetap diperlukan uji beda statistik untuk membandingkan kedua data secara statistik.

Bentuk histogram untuk semua stasiun kecuali stasiun Tarempa baik dari data manual dan otomatis berbentuk pola bimodal, dimana pola bimodal ini mempunyai dua puncak. Dua puncak ini diduga berasal dari dua modus data yang diduga masing-masing berasal dari pengukuran siang hari dan pengukuran malam hari atau modus data malam dan modus data siang yang perlu dikaji lebih lanjut. Sedangkan distribusi histogram untuk stasiun Tarempa cenderung berbentuk *skewed right / skewed positive* atau menjulur ke kanan, bentuk ini didapat karena nilai modus data lebih kecil dari nilai median dan nilai mean dari data tersebut, data yang ditampilkan pada Gambar 2 juga menunjukkan bahwa distribusi data suhu udara pada seluruh stasiun yang diujikan pada penelitian ini tidak memenuhi asumsi histogram dengan distribusi normal yang seharusnya cenderung berbentuk seperti lonceng/*bell-shaped*.

**Transformasi Data.** Transformasi data yang telah dicoba dilakukan (kuadrat, arcsin, logaritma, *inverse* dan *square root*) terhadap data stasiun dengan pola distribusi bimodal, tidak dapat membantu mengubah distribusi data pola bimodal menjadi distribusi normal seperti halnya yang telah dicoba dilakukan dalam penelitian Syakur [15]. Begitu pula dengan stasiun Tarempa setelah dicoba untuk melakukan transformasi logaritma sesuai dengan yang

disarankan dalam penelitian sebelumnya [16], namun tetap tidak mampu mengubah distribusi yang berbentuk *skewed positive* menjadi distribusi normal. Oleh karena data yang akan diujikan tidak dapat ditransformasi dan tidak memenuhi kriteria pengujian statistik parametrik, maka uji homogenitas dan uji beda statistik selanjutnya dilakukan dengan uji Levene dan uji beda statistik non parametrik dengan metode Wilcoxon-Mann-Whitney.

**Uji Homogenitas.** Uji homogenitas pada penelitian seperti yang disajikan pada Tabel 3 dilakukan dengan menggunakan uji Levene dimana uji Levene ini dapat digunakan untuk memverifikasi asumsi apakah beberapa data yang berpasangan mempunyai variansi yang sama. Uji Levene dapat digunakan untuk memeriksa homogenitas data yang berdistribusi tidak normal [11], sedangkan uji F khusus untuk memeriksa homogenitas data yang berdistribusi normal [10], oleh karena itu uji homogenitas yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan uji Levene. Hasil yang diperoleh dari uji Levene dengan melihat nilai signifikansi pada kolom nilai-p Tabel 3, apabila nilai-p  $> 0,05$ , maka  $H_0$  diterima yang berarti bahwa data yang berpasangan tersebut (data suhu udara pengukuran otomatis dan manual) mempunyai variansi yang homogen. Pada Tabel 3 kolom nilai-p dapat dilihat data suhu udara baik yang berasal dari pengukuran otomatis dan manual yang dinyatakan mempunyai variansi yang homogen pada taraf signifikansi 5% adalah stasiun Bengkulu, Dabo Singkep, Gunung Sitoli, Lhokseumawe, dan Rengat karena nilai-p stasiun tersebut diatas  $0,05$  (nilai-p  $> \alpha$ ) atau  $H_0$  diterima. Sedangkan data suhu udara baik yang berasal dari pengukuran otomatis dan manual pada stasiun Meulaboh, Ranai, Sibolga, Tanjung Pandan, Tarakan, Tarempa, dan Tegal variansi datanya tidak homogen pada taraf signifikansi 5% karena nilai-p stasiun tersebut dibawah  $0,05$  (nilai-p  $< \alpha$ ) atau  $H_0$  ditolak.



**Gambar 2. Histogram data manual dan otomatis yang dijalankan dalam Program R**

**Tabel. 3 Uji homogenitas data suhu udara dari stasiun yang diujikan**

| No | Stasiun        | Levene's Test |                    |                          |
|----|----------------|---------------|--------------------|--------------------------|
|    |                | Nilai-p       | $\alpha = 0,05$    | Keputusan                |
| 1  | Bengkulu       | 0,349         | P-value > $\alpha$ | Terima Ho (Homogen)      |
| 2  | Dabo Singkep   | 0,136         | P-value > $\alpha$ | Terima Ho (Homogen)      |
| 3  | Gunung Sitoli  | 0,457         | P-value > $\alpha$ | Terima Ho (Homogen)      |
| 4  | Lhokseumawe    | 0,282         | P-value > $\alpha$ | Terima Ho (Homogen)      |
| 5  | Meulaboh       | 0,000         | P-value < $\alpha$ | Tolak Ho (Tidak Homogen) |
| 6  | Ranai          | 0,000         | P-value < $\alpha$ | Tolak Ho (Tidak Homogen) |
| 7  | Rengat         | 0,059         | P-value > $\alpha$ | Terima Ho (Homogen)      |
| 8  | Sibolga        | 0,009         | P-value < $\alpha$ | Tolak Ho (Tidak Homogen) |
| 9  | Tanjung Pandan | 0,012         | P-value < $\alpha$ | Tolak Ho (Tidak Homogen) |
| 10 | Tarakan        | 0,005         | P-value < $\alpha$ | Tolak Ho (Tidak Homogen) |
| 11 | Tarempa        | 0,006         | P-value < $\alpha$ | Tolak Ho (Tidak Homogen) |
| 12 | Tegal          | 0,002         | P-value < $\alpha$ | Tolak Ho (Tidak Homogen) |

**Tabel. 4 Uji beda statistik antara data AWS dan data manual dari stasiun yang diujikan**

| No | Stasiun        | Wilcoxon-Mann-Whitney test |                    |           |
|----|----------------|----------------------------|--------------------|-----------|
|    |                | Nilai-p                    | $\alpha = 0,05$    | Keputusan |
| 1  | Bengkulu       | 0,1927                     | P-value > $\alpha$ | Terima Ho |
| 2  | Dabo Singkep   | 0,8728                     | P-value > $\alpha$ | Terima Ho |
| 3  | Gunung Sitoli  | 0,0927                     | P-value > $\alpha$ | Terima Ho |
| 4  | Lhokseumawe    | 0,0002                     | P-value < $\alpha$ | Tolak Ho  |
| 5  | Meulaboh       | 0,7321                     | P-value > $\alpha$ | Terima Ho |
| 6  | Ranai          | 0,0000                     | P-value < $\alpha$ | Tolak Ho  |
| 7  | Rengat         | 0,1784                     | P-value > $\alpha$ | Terima Ho |
| 8  | Sibolga        | 0,7616                     | P-value > $\alpha$ | Terima Ho |
| 9  | Tanjung Pandan | 0,1018                     | P-value > $\alpha$ | Terima Ho |
| 10 | Tarakan        | 0,5888                     | P-value > $\alpha$ | Terima Ho |
| 11 | Tarempa        | 0,9829                     | P-value > $\alpha$ | Terima Ho |
| 12 | Tegal          | 0,9471                     | P-value > $\alpha$ | Terima Ho |

**Uji Beda Statistik.** Oleh karena uji prasyarat statistik yang dilakukan sebelumnya yaitu uji normalitas dan uji homogenitas menghasilkan keputusan bahwa semua data yang diujikan tidak memenuhi asumsi untuk dilakukan uji beda statistik parametrik, sehingga uji beda statistik dilakukan dengan uji statistik non parametrik. Uji statistik non parametrik yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji Wilcoxon-Mann-Whitney yang dapat digunakan untuk membandingkan dua kelompok data saling bebas/*independent* yang tidak mengikuti asumsi distribusi normal [17]. Berdasarkan hipotesis uji, Ho diterima apabila nilai-p lebih besar dari  $\alpha = 0,05$  dan Ho ditolak apabila Nilai-p lebih kecil dari  $\alpha = 0,05$ . Sehingga pada Tabel 4, data suhu udara dari pengukuran manual tidak berbeda secara signifikan dengan data suhu udara dari pengukuran otomatis pada tingkat signifikansi 5% (Ho diterima) terjadi pada stasiun Bengkulu, Dabo Singkep, Gunung Sitoli, Meulaboh, Rengat, Sibolga, Tanjung Pandan, Tarakan, Tarempa, dan Tegal. Sedangkan data suhu udara dari pengukuran manual dan otomatis di stasiun Lhokseumawe dan Ranai berbeda pada tingkat signifikansi 5% (Ho ditolak). Walaupun kajian awal uji beda statistik untuk beberapa stasiun yang akan diterapkan otomatisasi peralatan pengukuran unsur meteorologi ini telah dilakukan, namun masih perlu dikaji lebih lanjut mengenai selisih suhu udara antara peralatan otomatis dengan pengukuran manual yang diperbolehkan, sesuai dengan ketentuan yang diatur oleh WMO untuk dilakukan penelitian selanjutnya.

### 3. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Ketersediaan data (N) dari data pengukuran suhu udara secara manual lebih besar daripada ketersediaan data pengukuran suhu udara otomatis (AWS). Statistik deskriptif juga menunjukkan *missing value* dari data pengukuran suhu udara pengukuran manual lebih sedikit dibandingkan dengan *missing value* data

pengukuran suhu udara otomatis, selain itu standar deviasi (SD) dari data pengukuran manual juga lebih rendah daripada standar deviasi dari data pengukuran otomatis.

- Dilihat dari histogram dan uji normalitas data suhu udara baik dari data pengukuran manual dan otomatis menunjukkan semua data suhu udara dari semua stasiun yang diujikan dalam penelitian ini tidak berdistribusi normal pada taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$ .
- Uji homogenitas menunjukkan bahwa data suhu udara dari pengukuran manual dan otomatis mempunyai variansi yang homogen pada taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$  di stasiun Bengkulu, Dabo Singkep, Gunung Sitoli, Lhokseumawe, dan Rengat. Sedangkan di stasiun Meulaboh, Ranai, Sibolga, Tanjung Pandan, Tarakan, Tarempa, dan Tegal kedua data mempunyai variansi yang tidak homogen pada taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$ .
- Uji beda statistik menunjukkan kedua data suhu udara yang berasal dari pengukuran manual dan otomatis di stasiun Bengkulu, Dabo Singkep, Gunung Sitoli, Meulaboh, Sibolga, Tanjung Pandan, Tarakan, Tarempa, dan Tegal tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$ , namun di stasiun Lhokseumawe dan Ranai kedua data berbeda nyata pada taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$ .

### Saran

Dari histogram data pengukuran manual dan otomatis (AWS) dapat dilihat bahwa data mempunyai pola bimodal dimana dari pola bimodal ini masih dapat dilakukan pemisahan berdasarkan data yang membentuk dua modus yang diduga berasal dari modus data pengukuran siang hari dan modus data pengukuran malam hari, sehingga diperlukan kajian lebih lanjut mengenai uji statistik terpisah untuk data pengukuran siang dan malam hari baik dari data pengukuran manual maupun otomatis. Selain itu diperlukan kajian lebih lanjut mengenai interval selisih yang diperbolehkan antara data manual dan

otomatis yang sesuai dengan ketentuan yang diatur oleh WMO.

## Daftar Pustaka

- [1] B. Tasyono. *Klimatologi*. Bandung: Penerbit ITB, 2004.
- [2] M. Taufik, Sarawa, A. Hasan, dan K. Amelia, "Analisis Pengaruh Suhu dan Kelembapan Terhadap Perkembangan Penyakit Tobacco Mosaic Virus Pada Tanaman Cabai," *Jurnal Agroteknos*, vol.3 no.2, hal. 94-100, 2013.
- [3] Kepala Badan Meteorologi dan Geofisika. Peraturan Kepala Badan Meteorologi dan Geofisika No. 38/KT.104/KB/BMG-06 tentang Tata Cara Tetap Pelaksanaan Pengamatan, Penyandian, Pelaporan dan Pengarsipan Data Meteorologi Permukaan, Jakarta: Badan Meteorologi dan Geofisika. 2006
- [4] Arsali, O.C. Satya, Supardi, dan I. Purna, "Penentuan Koefisien Untuk Perhitungan Suhu Udara Rata-rata Harian Data Stasiun Klimatologi Palembang," *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, vol. 16 no. 1, hal. 37-45, 2015.
- [5] Kepala Badan Meteorologi dan Geofisika. Peraturan Kepala Badan Meteorologi dan Geofisika No. SK.32/TL.202/KB/BMG-2006 tentang Tata Cara Tetap Pelaksanaan Pengamatan dan Pelaporan Data Iklim dan Agroklimat, Jakarta: Badan Meteorologi dan Geofisika. 2006.
- [6] BMKG. "Rakornas 2016: Otomatisasi Peralatan Tingkatkan Kualitas Data MKG." Internet:<http://www.bmkg.go.id/berita/?p=rakornas-2016-otomatisasi-peralatan-tingkatkan-kualitas-data-mkg&lang=ID>, diakses 27 Maret 2017.
- [7] N.M. Razali and Y.B. Wah, "Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov- Smirnov, Lilliefors, and Anderson-Darling tests," *Journal of Statistical Modeling and Analytics*, vol.2 no. 1, pp. 21-33, 2011.
- [8] M.A. Oktaviani dan H.B. Notobroto, "Perbandingan Tingkat Konsistensi Normalitas Distribusi Metode Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors, Shapiro-Wilk dan Skewness Kurtosis," *Jurnal Biometrika dan Kependudukan*, vol. 3 no. 2, hal. 127-135, 2014.
- [9] D. Sharma and B.M.G. Kibria. "On some test statistics for testing homogeneity of variances: a comparative study," *Journal of Statistical Computation and Simulation*, pp. 1-20, 2012.
- [10] J. Kaur, "Techniques Used in Hypothesis Testing in Research Methodology – A Review," *International Journal of Science and Research (IJSR)*, vol. 4 Issue. 5, pp. 362-365, 2015.
- [11] D.W. Nordstokke and S.M. Colp, "Investigating the robustness of the nonparametric Levene test with more than two groups," *Psicologica*, vol. 35, pp. 361-383, 2014.
- [12] I. Rosyadi, "Keefektifan Model Pembelajaran Course Review Horay Terhadap Aktivitas dan Hasil Belajar PKN," *Journal of Elementary Education (JEE)*, vol. 2 no. 2, pp. 45-50, 2013.
- [13] M.P. Fay and M.A. Proschan, "Wilcoxon-Mann-Whitney or t-test? On assumptions for hypothesis tests and multiple interpretations of decision rules," *Statistics Surveys*, vol. 4, pp. 1-39, 2010.
- [14] J.J. Kaplan, J.G. Gabrosek, P. Curtiss, and C. Malone, "Investigating student understanding of histograms," *Journal of Statistics Education*, vol. 22 no. 2, pp. 1-30, 2014.
- [15] A. Syakur, "Pengaruh Beban Kognitif Pembelajaran Multimedia dan Pengetahuan Awal Terhadap Hasil Belajar Keterampilan Aplikasi Pengolah Angka." Disertasi, Program Pascasarjana: Universitas Negeri Malang, 2015.
- [16] A. Pratiwi, "Pendugaan Total Populasi Pada Peubah Dengan Sebaran Lognormal (Studi Kasus: Data Susenas 2007 Pengeluaran Rumah Tangga Kota Bogor)." Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam: Institut Pertanian Bogor, 2012.
- [17] G. Shan, "New Nonparametric Rank Based Tests for Paired Data," *Open Journal of Statistics*, vol. 4, pp. 495-503, 2014.