

Implementasi Uji Mann Whitney Data Pengamatan *Automatic Weather Station* (AWS) Digi dan Pengamatan Manual di Stasiun Meteorologi Bandar Udara Internasional Juanda Tahun 2021-2022

Ines Halida Hanum Sumbri¹, Abdullah Ahmad Dzikrullah¹

¹ Program Studi Statistika, Universitas Islam Indonesia, Jalan Kaliurang KM 14,5, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, 55584, Indonesia

*Corresponding author: adzikrullah@uii.ac.id



P-ISSN: 2986-4178
E-ISSN: 2988-4004

Riwayat Artikel

Dikirim: 21 Agustus 2023
Direvisi: 26 Januari 2023
Diterima: 20 Februari 2024

ABSTRAK

Aspek transportasi udara pada masa kini menjadi pilihan yang tepat bagi beberapa orang untuk menempuh jarak yang jauh maupun dekat dengan waktu yang efisien. Menurut publikasi BPS, Bandar Udara Internasional Juanda masuk ke dalam tiga besar bandara tersibuk nasional berdasarkan jumlah penumpangnya di tahun 2023. Berdasarkan aspek tersebut, kebutuhan akan adanya informasi yang akurat mengenai parameter meteorologi sangat membantu pilot dalam melakukan penerbangan. Pada analisis ini, akan membandingkan data pengamatan meteorologi yang diukur dengan alat AWS Digi dan pengukuran manual yang berasal dari BMKGSoft. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode Mann Whitney dan didapatkan hasil bahwa median pada parameter tekanan udara dan rata-rata suhu udara memiliki nilai yang sama, sedangkan pada parameter kelembapan udara rata-rata dan rata-rata kecepatan angin memiliki nilai median yang berbeda dengan pengamatan manual. Selain itu, pengujian akurasi mengenai data pengamatan otomatis dengan data pengamatan manual dihitung dengan RMSE (*Root Mean Square Error*), didapatkan nilai RMSE untuk variabel tekanan udara sebesar 0,5, rata-rata suhu udara sebesar 0,7, rata-rata kecepatan angin sebesar 2,7, dan yang terakhir adalah rata-rata kelembapan udara sebesar 6,2. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa pengamatan otomatis belum sepenuhnya bisa menggantikan pengamatan manual dan perlu pengecekan atau pemeliharaan berkala dalam menjalankan proses pengamatan otomatis melalui instrumen tersebut terutama pada beberapa komponen alat ukur yang memiliki tingkat akurasi sedang.

Kata Kunci: Pengamatan Meteorologi, Bandar Udara Internasional Juanda, Uji Mann Whitney, RMSE

ABSTRACT

The aspect of air transportation today is the right choice for some people to cover long and short distances with efficient time. According to BPS publications, Juanda International Airport is among the top three busiest airports nationwide based on the number of passengers in 2023. Based on this aspect, the need for accurate information about meteorological parameters is very helpful for pilots in carrying out flights. In this analysis, we will compare meteorological observation data measured by the AWS Digi tool and manual measurements derived from BMKGSoft. Tests were carried out using the Mann Whitney method and the results showed that the median of the air pressure and average air temperature parameters had the same value, while the average air humidity and average wind speed parameters had different median values from manual observations. In addition, accuracy testing regarding automatic observation data with manual observation data is calculated by RMSE (Root Mean Square Error), the RMSE value for the air pressure variable is 0.5, the average air temperature is 0.7, the average wind speed is 2.7, and the last is the average air humidity of 6.2. So it can be concluded that automatic observation has not been able to fully replace manual observation and needs periodic checking or maintenance in carrying out the automatic observation process through these instruments, especially on some components of measuring instruments that have a moderate level of accuracy.

Keywords: *Meteorological Observations, Juanda International Airport, Mann Whitney Test, RMSE*

1. Pendahuluan

Pengamatan paralel merujuk pada dua pengamatan suatu parameter dalam satu periode waktu menggunakan instrumen yang berbeda [1]. Data pengamatan paralel digunakan dalam bidang meteorologi untuk memverifikasi data pengamatan cuaca yang diambil menggunakan instrumen yang berbeda, seperti AWS dan pengamatan manual di stasiun meteorologi [2]. AWS Digitalisasi adalah alat pengukur cuaca otomatis yang terdiri dari beberapa instrumen meteorologi yang dipasang secara terpadu dan secara otomatis mencatat dan menyimpan data-data meteorologi serta ditampilkan pada layar [3]. Alat ini memungkinkan pengukuran berbagai parameter cuaca seperti tekanan udara, curah hujan, suhu, radiasi matahari, kelembapan, arah angin dan kecepatan, serta faktor-faktor lain yang relevan [4].

Laporan validasi data pengamatan otomatis pada AWS Digi dan pengamatan manual di semua stasiun meteorologi bandara sangat penting untuk dilakukan karena pengamatan cuaca merupakan bagian krusial dari sistem transportasi udara. Validasi menjadi bagian yang vital dalam upaya untuk meningkatkan kualitas mutu data [5]. Informasi cuaca yang akurat dan tepat waktu sangat dibutuhkan oleh maskapai penerbangan, petugas lalu lintas udara, dan pengelola bandara untuk memastikan keselamatan penerbangan.

Penelitian sebelumnya mengenai analisis bias data pengamatan data paralel di Stasiun Klimatologi Mempawah Barat menunjukkan bahwa data homogen, namun tingkat kesalahan yang diukur oleh RMSE pada variabel suhu menunjukkan tingkat akurasi yang belum optimal. Oleh karena itu, pengamatan otomatis belum sepenuhnya dapat menggantikan pengamatan manual yang tetap diperlukan untuk memastikan kualitas data yang lebih baik dan andal. [2].

Penerapan metode Mann Whitney didasari oleh tujuan penelitian yaitu untuk membandingkan dua kelompok sampel yang tidak tergantung satu sama lain, seperti contohnya penelitian yang bertujuan untuk mengevaluasi dampak vaksinasi terhadap jumlah kasus pasien yang terinfeksi Covid-19 sebelum dan setelah pelaksanaan vaksinasi. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan yang signifikan antara jumlah kasus sebelum dan sesudah pelaksanaan vaksinasi. Keunggulan metode ini yaitu memiliki ketahanan terhadap asumsi distribusi data dan dapat diterapkan pada data yang tidak mengikuti distribusi normal [6]. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memastikan data pengamatan cuaca di Stasiun Meteorologi Bandara Juanda memiliki kualitas yang lebih baik dan memberikan panduan bagi pengguna AWS Digi dalam melakukan pengamatan cuaca yang andal dan akurat.

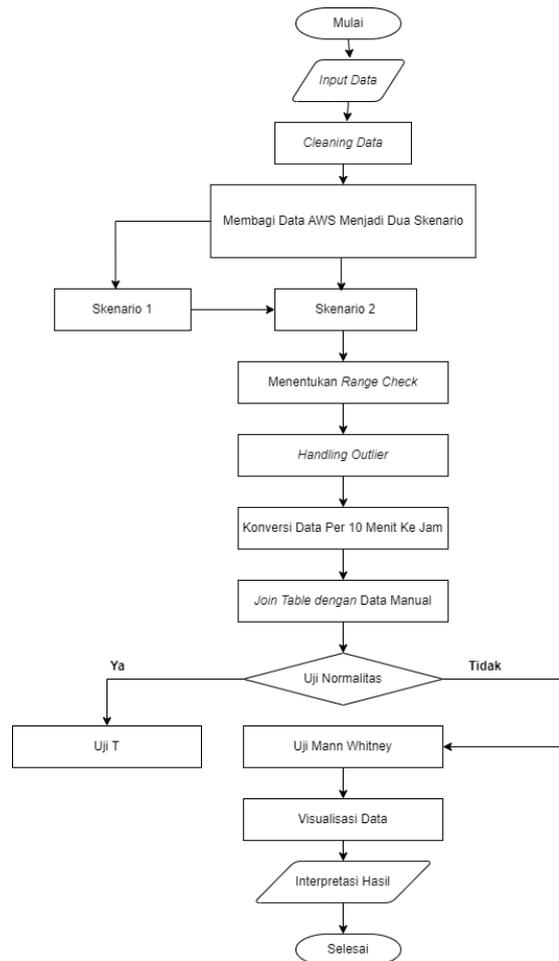
2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Indonesia tepatnya di Gedung E Lantai 6 Pusat Database pada tanggal 16 Januari 2023 sampai dengan tanggal 17 Februari 2023. Dua sumber data yang digunakan yaitu data pengamatan manual yang diperoleh dari BMKGSoft dan data pengamatan otomatis diperoleh dari AWS Digi Stasiun Meteorologi Bandara Juanda Surabaya Tahun 2021-2022.

Tabel 1 Definisi Variabel

Parameter	Nama Variabel	Keterangan	Satuan
<i>Air Pressure</i>	pp_air	tekanan udara	(mbar)
<i>Average Relative Humidity</i>	rh_avg	rata-rata kelembapan relatif	(%RH)
<i>Average Wind Speed</i>	ws_avg	rata-rata kecepatan angin	(knot)
<i>Average Air Temperature</i>	tt_air_avg	rata-rata suhu udara	(°C)

Beberapa langkah yang dilakukan dalam mengerjakan penelitian ini antara lain:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Deskripsi Langkah Pengerjaan

Pada bagian ini, akan dijelaskan mengenai tahapan dalam memulai pengerjaan studi kasus sebagai berikut.

1. Membagi data menjadi dua skenario, berikut rinciannya:
 - a. Menggunakan data aktual: Data aktual yang digunakan merupakan data hasil pengamatan otomatis AWS Digi Bandara Juanda, Surabaya. Data ini telah direduksi nilai yang terlihat tidak normal seperti nilai negatif dan 9999 yang berarti NA (*not available*) karena alat rusak. Selain itu, digunakan pula ukuran standar batas nilai interval masing-masing parameter sesuai kondisi umum yang terjadi di Indonesia.

Tabel 2 Interval Parameter AWS Digi Indonesia

Parameter	Nilai Min	Nilai Maks
pp_air	800	1050
rh_avg	5	100
ws_avg	0	10
tt_air_avg	5	45

Sumber: Pusat Klimatologi

Berdasarkan **Tabel 2**, didapatkan informasi mengenai batas-batas pengukuran yang menjadi acuan oleh Pusat Klimatologi Indonesia yaitu nilai minimum dan maksimum dari empat parameter yang berkaitan dengan tekanan udara, kelembaban rata-rata, kecepatan angin rata-rata, dan suhu udara rata-rata di Indonesia.

- b. Data aktual – *outlier*: Kedua, menggunakan data aktual telah dikurangi dengan pencilan (*outlier*). Data aktual yang digunakan merupakan data hasil dari skenario nomor 1 di atas yang hasilnya akan digunakan sebagai acuan untuk mengecek masing-masing interval tiap parameter. Perbedaan antara Q_1 dan Q_3 adalah *interquartile range* (IQR), yang mencerminkan sebaran *dataset* di sekitar median [7].

$$I_{QR} = Q_3 - Q_1 \tag{1}$$

$$\text{Batas bawah} = Q_1 - (1.5 \times I_{QR}) \tag{2}$$

$$\text{Batas atas} = Q_3 + (1.5 \times I_{QR}) \tag{3}$$

Berikut merupakan hasil *range check*.

Tabel 3 Hasil *Range check* Data Pengamatan Otomatis

Parameter	Q_1	Q_2	Q_3	IQR	Range
pp_air	1007,5	1008,9	1010,1	2,6	$1003,6 < x < 1014$
rh_avg	66	78	87	21	$34,5 < x < 100$
ws_avg	2	3,3	5,2	3,2	$0 < x < 10$
tt_air_avg	25,8	27,8	30,1	4,4	$19,2 < x < 36,8$

Keterangan:

Untuk **Tabel 3** berwarna biru memiliki ketetapan dalam nilai maksimum dan minimum. Jadi, walaupun memiliki batas bawah yang bernilai negatif, tidak dapat dijadikan acuan dalam menentukan *range check*.

2. Melakukan *cleaning data*. Pada tahap ini, data aktual dari pengamatan otomatis dilakukan *cleaning* dengan cara menyaring data berdasarkan interval yang ada pada **Tabel 2**. Selain itu, nilai negatif, *missing value* yang ditandai dengan angka 9999 juga dapat dihapus terlebih dahulu.
3. Menentukan *range check*. Seperti prinsip yang ada dalam skenario kedua, data aktual yang sudah dibersihkan kemudian dilakukan *range check* dengan cara membuat statistika deskriptif dari masing-masing parameter untuk menemukan titik kuartil 1, 2, dan 3 sebagai acuan dalam menentukan *Inter Quartile Range* (IQR).
4. Handling *outlier*. Interval kuartil yang telah didapatkan dari langkah ketiga, selanjutnya akan dibuat menjadi acuan untuk menentukan batas atas (*suspect* atas) dan batas bawah (*suspect* bawah).
5. Konversi Data Per Jam. Data pengamatan otomatis dari AWS terukur tiap 10 menit sekali. Pada kali ini, data yang diambil adalah data per satuan jam, hanya diambil data tepat pada jam 00.00, 01.00, dan seterusnya. Untuk satuan jam pada alat ini adalah menggunakan UTC (*Coordinated Universal Time*). Menurut laman datetime360.com, Waktu Indonesia Barat (WIB) memiliki perbedaan waktu tujuh jam lebih awal. Jadi, satuan jam yang tertera pada ini harus ditambah 7 jam jika ingin mendefinisikannya dalam satuan waktu WIB.
6. Melakukan *join table*. Syarat pengujian data berpasangan adalah memiliki jumlah yang sama. Adanya data yang hilang di beberapa tempat menjadi salah satu permasalahan yang harus diperbaiki. Dengan menggunakan *join table*, data tersebut memiliki jumlah yang sama tepat di tangga, dan waktu yang sama.
7. Melakukan pengujian. Untuk mengetahui apakah ada perbedaan di antara data pengamatan manual dan data pengamatan otomatis, perlu diadakannya pengujian.

Pertama, dilakukan pengujian normalitas untuk mengetahui bentuk dari distribusi yang ada pada data tersebut. Setelah uji normalitas dilakukan dan diperoleh hasil bahwa data tersebut tidak berdistribusi normal, langkah selanjutnya yang dilakukan adalah menggunakan metode statistika nonparametrik, yaitu uji Mann Whitney untuk menguji sampel data dua pengamatan independen tersebut.

8. Membuat visualisasi. Tampilan dari beberapa grafik diperlukan untuk mengetahui secara visual perbandingan dari data tersebut. Visualisasi ini menggunakan beberapa bantuan *software* pemrograman Python, R, dan Minitab.
9. Interpretasi hasil analisis. Setelah beberapa pengujian dan visualisasi dilakukan, selanjutnya adalah melakukan interpretasi serta penarikan kesimpulan terhadap hasil penelitian.

3.2. Ketersediaan Data

Berikut merupakan data pengamatan otomatis yang tersedia berdasarkan parameter dalam satuan waktu 10 menit dan per jam.

Tabel 4 Hasil Analisis Berdasarkan Parameter Per 10 Menit

Parameter	Skenario 1 (%)	Skenario 2 (%)
pp_air	94,65	94,65
rh_avg	94,65	94,65
ws_avg	94,65	94,65
tt_air_avg	94,65	94,65

Berdasarkan **Tabel 4**, dapat terlihat bahwa rata-rata ketersediaan data pengamatan otomatis per 10 menit berada di atas 90%. Hal ini menunjukkan hal yang baik. Selanjutnya, adalah ketersediaan data ketika telah dikonversi menjadi per jam.

Tabel 5 Hasil Analisis Berdasarkan Parameter Per Jam

Parameter	Skenario 1 (%)	Skenario 2 (%)
pp_air	93,66	81
rh_avg	93,66	93,5
ws_avg	93,66	91,5
tt_air_avg	93,66	93

Berdasarkan **Tabel 5**, setelah data pengamatan otomatis tersebut dikelompokkan berdasarkan jam, terlihat bahwa dalam skenario 1 tidak terdapat perbedaan yang terlalu signifikan, data hanya berkurang $< 2\%$ dari data aktual pengamatan. Sedangkan dengan menggunakan skenario kedua, terutama pada variabel pp_air terdapat perbedaan ketersediaan data yang cukup signifikan sekitar $< 14\%$.

3.3. Statistika Deskriptif

Statistik deskriptif digunakan untuk menganalisis data dengan cara menggambarkan data yang telah dikumpulkan tanpa tujuan untuk membuat kesimpulan secara general [8]. Berikut merupakan hasil dari ringkasan statistik berdasarkan masing-masing skenario untuk data pengamatan otomatis.

Tabel 6 Ringkasan Statistik Data Aktual Pengamatan Otomatis

Data Aktual						
Parameter	Min	1 st Qu	Median	Mean	3 rd Qu	Max
pp_air	0	1006,8	1008,6	920,4	1010	9999
rh_avg	18	66	78	92,25	87	9999
ws_avg	0	2	3,3	19,77	5,2	9999
tt_air_avg	6	25,8	27,9	44,23	30,2	9999

Pada **Tabel 6**, diperoleh nilai kuartil 1, kuartil 2, dan nilai kuartil 3 yang berdekatan. Namun, masih jauh dengan nilai rata-ratanya karena masih memiliki pencilan.

Tabel 7 Ringkasan Statistik Skenario 1 Data Pengamatan Otomatis

Skenario 1							
Parameter	Min	1 st Qu	Median	Mean	3 rd Qu	Max	NA
pp_air	800,5	1007,5	1008,9	1007,1	1010,1	1014,4	10791
rh_avg	18	66	78	76,21	87	99	169
ws_avg	0	2	3,3	4	5,2	46,7	489
tt_air_avg	6	25,8	27,8	27,99	30,2	36,4	172

Pada **Tabel 7**, diperoleh nilai kuartil 1, kuartil 2, dan nilai kuartil 3 yang berdekatan. Pada bagian ini, NA atau *missing data* dapat terlihat.

Tabel 8 Ringkasan Statistik Skenario 2 Data Pengamatan Otomatis

Skenario 2							
Parameter	Min	1 st Qu	Median	Mean	3 rd Qu	Max	NA
pp_air	998,7	1007,7	1009	1008,9	1010,2	1014,2	2198
rh_avg	43	71	82	80,4	91	100	26
ws_avg	0	0	4	4,45	7	38	369
tt_air_avg	21	25,8	27,8	28,04	30,2	36,5	108

Pada **Tabel 8**, diperoleh nilai kuartil 1, kuartil 2, dan nilai kuartil 3 yang berdekatan. Pada bagian ini, data yang hilang jumlahnya berkurang sesuai dengan interval baru yang tercipta pada skenario 2.

Tabel 9 Ringkasan Statistik Skenario 2 Data Pengamatan Manual

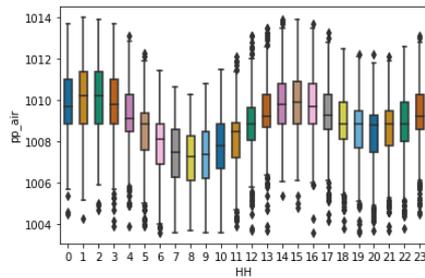
Skenario 2							
Parameter	Min	1 st Qu	Median	Mean	3 rd Qu	Max	NA
pp_air	1004	1008	1009	1009	1010	1014	2198
rh_avg	35	66	78	76,21	87	99	26
ws_avg	0	2	3,2	3,7	5,1	17,3	369
tt_air_avg	19,23	25,8	27,9	28,04	30,2	36,4	108

Untuk nilai data yang hilang atau *not available* (NA) data pada **Tabel 7** dan **Tabel 8** jumlahnya sama. Hal ini dikarenakan untuk data berpasangan, jika salah satu di antara perbandingan kedua data tersebut tidak ada, maka tidak bisa dipasangkan. Begitu pula pada

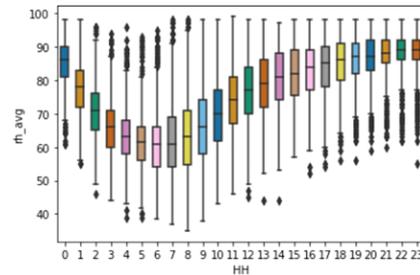
data pengamatan otomatis (AWS) yang banyak memiliki *missing data* sedangkan untuk data pengamatan manual tidak terdapat *missing data*. Jadi, waktu dipasangkan data pengamatan manual tersebut menyesuaikan data otomatis yang hilang.

3.4. Visualisasi Data Aktual

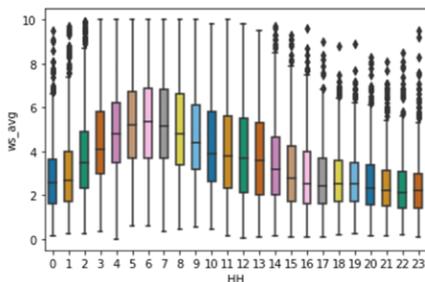
Visualisasi pergerakan masing-masing parameter dibantu dengan menggunakan bantuan *software* Python, diperoleh hasil sebagai berikut.



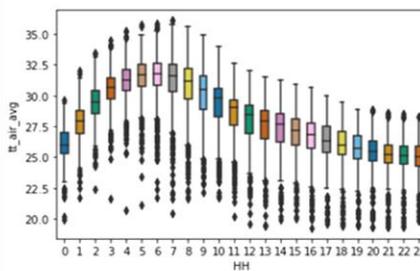
Gambar 2. Boxplot PP Air



Gambar 3. Boxplot RH Avg



Gambar 4. Boxplot WS Avg



Gambar 5. Boxplot TT Air Avg

Berdasarkan beberapa visualisasi dari **Gambar 2** s.d **Gambar 5**, dapat diperoleh informasi mengenai bentuk pergerakan tiap parameter selama satu hari dan banyaknya *outlier* dikarenakan masih berbentuk data aktual. Satuan waktu yang digunakan pada variabel ini adalah UTC (*Coordinated Universal Time*) yang jika dikonversi ke satuan WIB harus ditambah (+7) jam.

3.5. Uji Normalitas

Prosedur uji normalitas digunakan untuk menentukan apakah data berasal dari populasi yang memiliki distribusi normal atau tidak [9]. (Sudjana, 1996) mengungkapkan bahwa uji normalitas data dapat dilakukan dengan menggunakan uji Liliefors (Lo).

1. Data Pengamatan Manual

Hipotesis

H_0 : data residual berdistribusi normal

H_1 : data residual tidak berdistribusi normal

Tabel 10 Keputusan Uji Normalitas Data Pengamatan Manual

Parameter	<i>p</i> – value	Tanda	α	Keputusan
pp_air	$< 2.2 \times 10^{-16}$	<	0,05	Tolak H_0
rh_avg	$< 2.2 \times 10^{-16}$	<	0,05	Tolak H_0
ws_avg	$< 2.2 \times 10^{-16}$	<	0,05	Tolak H_0
tt_air_avg	$< 2.2 \times 10^{-16}$	<	0,05	Tolak H_0

Dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95% atau α sebesar 5%, data yang ada mendukung untuk Tolak H_0 atau dapat dikatakan bahwa data residual tidak berdistribusi normal untuk semua parameter.

2. Data Pengamatan Otomatis

Hipotesis

H_0 : data residual berdistribusi normal

H_1 : data residual tidak berdistribusi normal

Tabel 11 Keputusan Uji Normalitas Data Pengamatan Otomatis

Parameter	<i>p</i> – value	Tanda	α	Keputusan
pp_air	$< 2.2 \times 10^{-16}$	<	0,05	Tolak H_0
rh_avg	$< 2.2 \times 10^{-16}$	<	0,05	Tolak H_0
ws_avg	$< 2.2 \times 10^{-16}$	<	0,05	Tolak H_0
tt_air_avg	$< 2.2 \times 10^{-16}$	<	0,05	Tolak H_0

Dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95% atau α sebesar 5%, data yang ada mendukung untuk Tolak H_0 atau dapat dikatakan bahwa data residual tidak berdistribusi normal untuk semua parameter.

Dikarenakan data tidak memenuhi asumsi distribusi normal, maka akan dilakukan pengujian statistika non parametrik dengan menggunakan uji statistika non parametrik Mann Whitney.

3.6. Uji Mann Whitney

Uji Mann-Whitney merupakan metode analisis statistik non-parametrik yang bertujuan untuk menguji perbedaan signifikan antara dua kelompok sampel independen. Metode ini cocok untuk data yang tidak berdistribusi normal. Uji Mann-Whitney mengestimasi nilai U berdasarkan peringkat data dan membandingkannya dengan nilai U kritis untuk mengambil kesimpulan tentang hipotesis nol [10]. Nilai U pada Mann Whitney Test dapat diperoleh sebagai berikut [11].

$$U_1 = n_1n_2 + \frac{n_1(n_1+1)}{2} - R_1 \tag{4}$$

$$U_2 = n_1n_2 + \frac{n_2(n_2+1)}{2} - R_2 \tag{5}$$

dengan:

n_1 = jumlah sampel 1

n_2 = jumlah sampel 2

R_1 = jumlah jenjang pada sampel 1

R_2 = jumlah jenjang pada sampel 2

Jika nilai U_{hitung} pada langkah 7 lebih besar dari $\frac{n_1n_2}{2}$, maka nilai tersebut adalah nilai

U' , dan nilai U dapat dihitung menggunakan rumus:

$$U = n_1n_2 - U' \tag{6}$$

Berikut merupakan uji hipotesisnya:

Hipotesis

H_0 : Tidak terdapat perbedaan median data pengamatan otomatis dan data pengamatan manual

H_1 : Terdapat perbedaan median data pengamatan otomatis dan data pengamatan manual

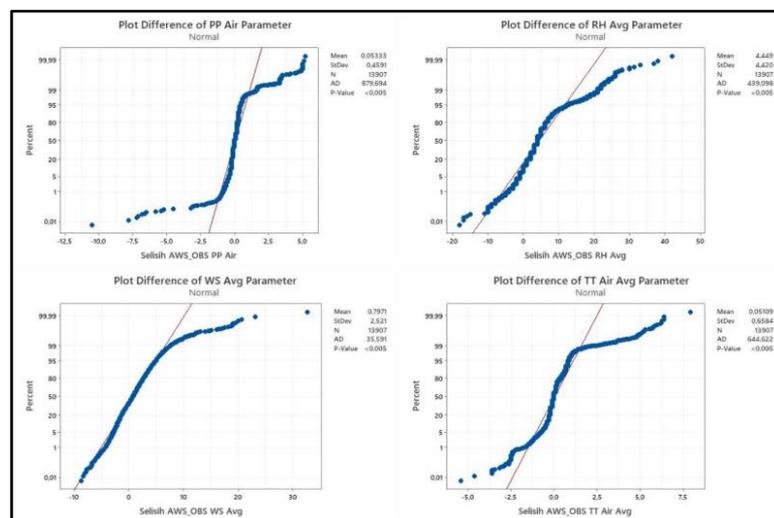
Tabel 12 Keputusan Uji Mann Whitney

Parameter	$p - value$	Tanda	α	Keputusan
pp_air	0.09741	<	0,05	Gagal tolak H_0
rh_avg	$< 2.2 \times 10^{-16}$	<	0,05	Tolak H_0
ws_avg	$< 2.2 \times 10^{-16}$	<	0,05	Tolak H_0
tt_air_avg	0.1388	<	0,05	Gagal tolak H_0

Dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95% atau α sebesar 5%, data yang ada mendukung untuk tolak H_0 atau dapat dikatakan bahwa terdapat perbedaan median data pengamatan otomatis dan data pengamatan manual untuk parameter rh_avg dan ws_avg. Sedangkan data mendukung untuk gagal tolak H_0 pada parameter pp_air dan tt_air_avg yang berarti bahwa tidak terdapat perbedaan nilai median pada data pengamatan manual dan pengamatan otomatis.

3.7. Visualisasi Hasil Perbedaan

Setelah dilakukan pengujian, berikutnya akan coba ditampilkan mengenai perbedaan data pengamatan manual dan data pengamatan otomatis yang ada di Stasiun Meteorologi Bandar Udara Internasional Juanda 2021-2022.

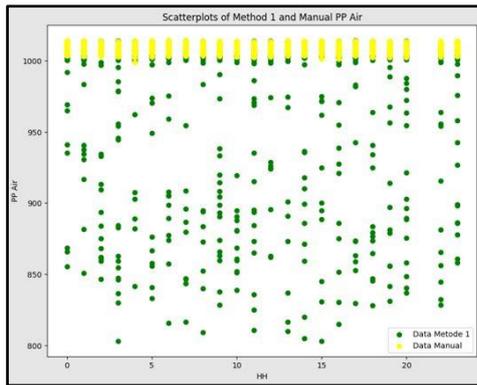


Gambar 6. Plot Perbedaan Tiap Parameter

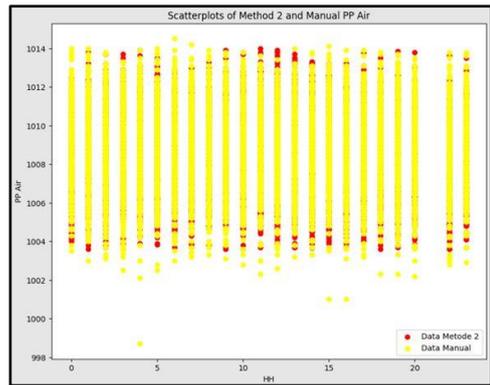
Berdasarkan **Gambar 6**, dapat diketahui bahwa semakin mendekati garis regresi, maka semakin dekat pula data tersebut menuju ke data aslinya. Selanjutnya, dapat dilihat perbedaan dari penggunaan dua skenario terhadap model data, sebagai berikut.

Keterangan untuk **Gambar 7** s.d **Gambar 14**:

- Gambar pertama merupakan hasil visualisasi skenario 1
- Gambar kedua merupakan hasil visualisasi skenario 2
- Warna kuning menunjukkan data pengamatan manual
- Warna hijau menunjukkan data hasil skenario 1
- Warna merah menunjukkan data hasil skenario 2

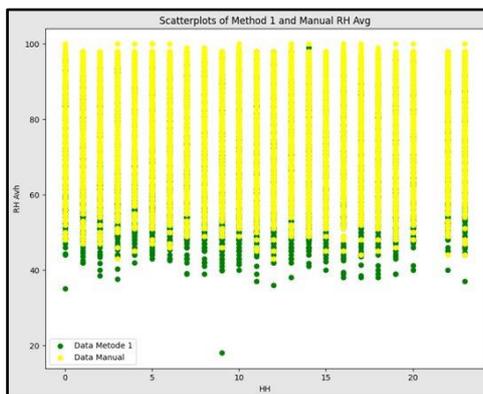


Gambar 7. Skenario 1 PP Air Vs Manual

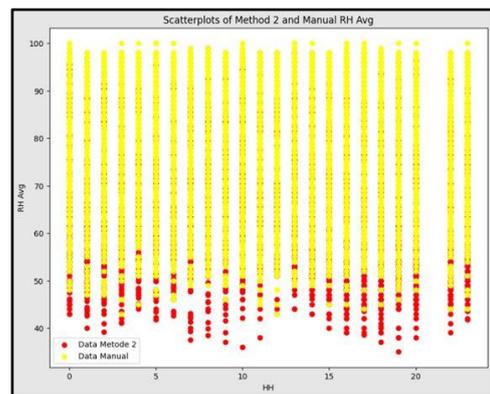


Gambar 8. Skenario 2 PP Air Vs Manual

Berdasarkan **Gambar 7**, menunjukkan bahwa masih banyak nilai dari skenario 1 yang masih memiliki pencilan, sehingga ketepatan nilai yang ada dengan pengamatan manual masih terlihat perbedaan yang sangat jauh. Sedangkan, untuk **Gambar 8**, nilai yang sudah dilakukan penanganan pencilan, nilainya mulai seragam dengan data pengamatan manual untuk variabel tekanan udara.

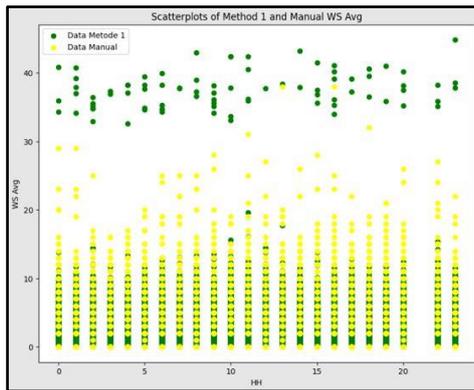


Gambar 9. Skenario 1 RH Avg Vs Manual

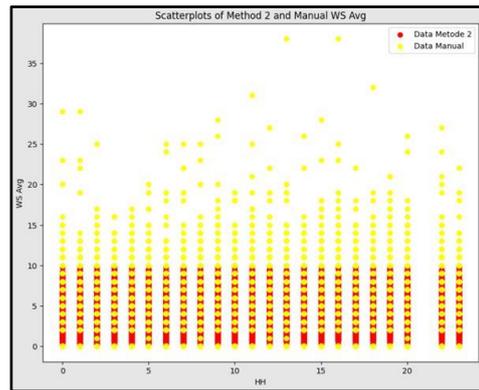


Gambar 10. Skenario 2 RH Avg Vs Manual

Untuk **Gambar 9**, dapat diperoleh informasi mengenai hasil skenario 1, terlihat bahwa titik-titik hijau data kelembapan relatif tidak memiliki banyak pencilan dibandingkan dengan variabel tekanan udara. Sedangkan, untuk **Gambar 10**, dapat terlihat bahwa data skenario 2 mulai memiliki kemiripan yang sama dengan data pengamatan manual.

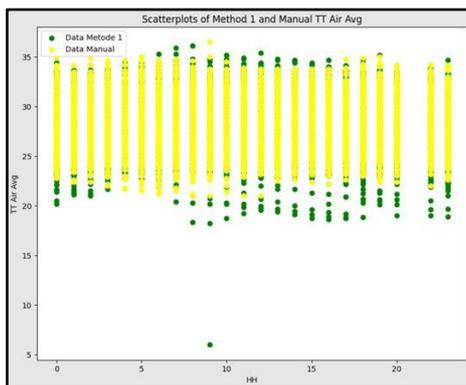


Gambar 11. Skenario 1 WS Avg Vs Manual

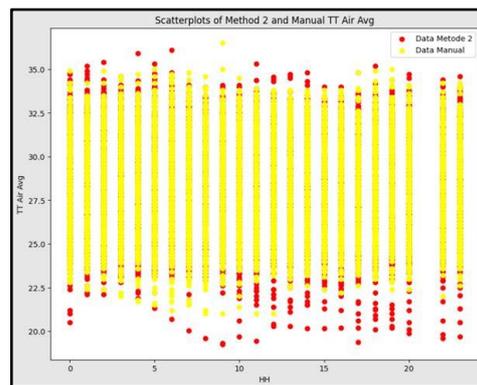


Gambar 12. Skenario 2 WS Avg Vs Manual

Pada **Gambar 11**, untuk variabel kecepatan angin pada skenario 1, masih terdapat data pencilan, terlihat pada titik-titik data yang berwarna hijau. Sedangkan, pada **Gambar 12**, data yang telah dilakukan pemrosesan lebih lanjut memiliki nilai yang cukup seragam, dibuktikan dengan letak titik-titik merah yang satngan pada interval 0-10.



Gambar 13. Skenario 1 Tt Air Avg Vs Manual



Gambar 14. Skenario 2 Tt Air Avg Vs Manual

Berdasarkan **Gambar 13**, dapat terlihat ada satu pencilan dari data skenario 1 yang melenceng jauh dari data pengamatan lain. Sisanya, antara data pengamatan manual dan skenario 1 sudah terlihat mulai seragam. Untuk **Gambar 14**, dapat terlihat bahwa hasil data pengamatan manual dengan skenario 2 sudah terlihat memiliki keseragaman, ditandai dengan nilai yang mulai berada dalam satu garis yang sama.

3.8. Tingkat Akurasi

Menurut (Stanky H.R, 1989) RMSE (*Root Mean Square Error*) adalah metrik untuk mengukur seberapa besar kesalahan yang dihasilkan oleh estimasi satelit. Semakin rendah nilai RMSE, semakin tinggi tingkat kesesuaian antara nilai prediksi dengan hasil observasi di lapangan [12].

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i' - y_i)^2} \quad (7)$$

Keterangan:

RMSE = *Root Mean Squared Error*

y' = data hasil prediksi

y_i = data aktual
 n = jumlah data

Pada kali ini, tingkat akurasi data pengamatan otomatis dibandingkan dengan pengamatan manual dihitung dengan menggunakan nilai RMSE. Cara kerja dari RMSE adalah menghitung nilai rata-rata dari perbedaan kuadrat antara nilai aktual dan nilai prediksi, kemudian diambil akar kuadratnya. Semakin rendah nilai RMSE, semakin baik performa model tersebut.

Berikut merupakan tabel hasil pengujian RMSE yang dihasilkan dengan menggunakan bantuan *software R*.

Tabel 13 Tingkat Akurasi Pengamatan AWS

Parameter	RMSE	Mean Manual	Data
pp_air	0.4622003	1009	
rh_avg	6.271699	76,21	
ws_avg	2.643833	3,7	
tt_air_avg	0.6603665	28,04	

Berdasarkan **Tabel 13**, diperoleh hasil RMSE tiap parameter. Nilai RMSE yang baik ialah yang memiliki rentang nilai paling jauh dengan nilai rata-rata dan dilihat dari satuannya juga. Parameter dengan tingkat nilai RMSE terkecil yaitu pp_air, tt_air_avg, ws_avg, dan yang terakhir adalah rh_avg. Untuk variabel pp_air dan tt_air_avg, memiliki nilai RMSE yang kecil dan jika dilihat dari rata-ratanya, tergolong bagus. Sedangkan, untuk variabel rh_avg dan ws_avg, memiliki nilai RMSE yang cukup besar jika dilihat dari rata-ratanya, dan hal ini akan sangat berpengaruh terhadap hasil pengamatan.

4. Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil pengujian di atas:

1. Perbedaan pada data pengamatan otomatis oleh AWS Digi dan data pengamatan manual di uji dengan menggunakan metode Mann Whitney, diperoleh kesimpulan bahwa untuk variabel tekanan udara dan rata-rata suhu udara memiliki nilai median yang sama dengan data pengamatan manual. Sedangkan untuk variabel rata-rata kelembapan udara dan rata-rata kecepatan udara memiliki nilai median yang berbeda dengan data pengamatan manual.
2. Tingkat akurasi dari data pengamatan manual dan data pengamatan otomatis diukur dengan menggunakan RMSE dan didapatkan hasil bahwa variabel dengan tingkat nilai RMSE terkecil yaitu tekanan udara (pp_air) sebesar 0,5, rata-rata suhu udara (tt_air_avg) sebesar 0,7, kecepatan angin (ws_avg) sebesar 2,7, dan yang terakhir adalah kelembapan udara (rh_avg) sebesar 6,2. Untuk variabel pp air dan tt_air_avg, memiliki nilai RMSE yang kecil dan jika dilihat dari rata-ratanya, tergolong bagus. Sedangkan, untuk variabel rh_avg dan ws_avg, memiliki nilai RMSE yang cukup besar jika dilihat dari rata-ratanya, dan hal ini akan sangat berpengaruh terhadap hasil pengamatan.

5. Daftar Pustaka

- [1] H. Tribunowo Fitri, "Validation of Parallel Observation Data : Automatic Weather Station (AWS) and Manual Observation at the Hasanuddin Meteorology Station, Makassar in 2019," Jakarta, Mar. 2021.
- [2] F. S. Zukhrufiana, S. Nadya Soraya, Siswanto, and Wandayantolis, "Analisis Bias Data Observasi Paralel di Stasiun Klimatologi Mempawah-Kalimantan Barat," Jakarta, Jan. 2018.
- [3] J. A. Sucipto, K. Bandara, and S. Pontianak, "Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Stasiun Meteorologi Kelas I Supadio Pontianak," Pontianak, Jan. 2019. [Online]. Available: <http://kalbar.bmkg.go.id>
- [4] N. Mufadol, "Automatic Weather Station (AWS) – Stasiun Klimatologi Sumatera Selatan." Accessed: Oct. 20, 2023. [Online]. Available: <https://iklim.sumsel.bmkg.go.id/automatic-weather-station-aws/>
- [5] W. Ying Liu Xiaoning Ju Xiaohui, "Differences between Automatic and Manual Meteorological Observation," 2006.
- [6] R. Normelia, T. D. Fortuna, E. P. Putri, and E. Widodo, "Analisis Mann-Whitney untuk Mengetahui Efektivitas Vaksin pada Jumlah Penderita Covid-19 di Indonesia," *Jurnal Sains Matematika dan Statistika*, vol. 8, no. 1, p. 27, Jan. 2022, doi: 10.24014/jsms.v8i1.15087.
- [7] A. Hussain and M. Aleem, "GoCJ: Google Cloud Jobs Dataset for Distributed and Cloud Computing Infrastructures," *Data (Basel)*, vol. 3, no. 4, Dec. 2018, doi: 10.3390/data3040038.
- [8] A. Solikhah, "Statistik Deskriptif dalam Penelitian Kualitatif," *Komunika*, vol. 10, no. 2, 2016.
- [9] Nuryadi, T. D. Astuti, E. S. Utami, and M. Budiantara, *Dasar Dasar Statistik Penelitian*, 1st ed. Yogyakarta: Sibuku Media, 2017. [Online]. Available: www.sibuku.com
- [10] Singgih Santoso, "Menguasai Statistik Nonparametrik", Jakarta: PT Elex Media Komputindo, 2015.
- [11] E. Hendrik, "Uji Mann - Whitney (U-Test)," 2011.
- [12] Debiryanasaputri, "Prediksi Curah Hujan Bulanan di Wilayah Kabupaten Ketapang dan Mempawah Menggunakan Metode Principal Component Regression," vol. VI, no. 01, pp. 34–38, 2018, [Online]. Available: <http://iridl.ldeo.columbia.edu/>