ANALISIS PROFIL ANGIN PERMUKAAN DI BANDARA TJILIK RIWUT PALANGKA RAYA SELAMA TAHUN 2005-2024

Wahyu Sulistiyono [1*], Ferdy Purwana[2]
[1*,2]Stasiun Meteorologi Kelas I Tjilik Riwut Palangka Raya, Indonesia
**Corresponding Author:* wahyu.sulistiyono@bmkg.go.id

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pola angin yang tersebar di Bandara Tjilik Riwut dalam periode bulanan selama tahun 2005-2024. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif berdasarkan nilai arah dan kecepatan angin yang divisualisasikan melaui Diagram *Windrose*. Hasil dari Diagram *Windrose* ini menghasilkan data pola hembusan angin yang bertiup dalam periode bulanan serta nilai kecepatan angin dominan yang berhembus dalam setiap periode bulanan. Kemudian hasil penelitian ini di dijelaskan dengan metode analisis deskriptif. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa angin yang berhembus pada periode November-Februari dominan berasal dari arah Barat Laut. Sementara untuk periode Maret-April lebih banyak dari arah Utara. Serta sebaliknya pada Bulan Mei-Oktober paling banyak berasal dari arah Selatan. Kondisi kecepatan angin bulanan di Wilayah Bandara Tjilik Riwut tidak menunjukkan adanya angin ekstrim karena nilai kecepatan angin dominan maksimum hanya mencapai nilai 7-11 Knots.

Kata Kunci: Diagram Windrose, Kecepatan dan Arah Angin

ABSTRACT

This study was conducted to determine the wind patterns spread across Tjilik Riwut Airport in a monthly period from 2005 to 2024. The research method used is a quantitative approach based on wind direction and speed values visualized through the Windrose Diagram. The results of this Windrose Diagram produce data on wind gust patterns blowing in a monthly period as well as the dominant wind speed values blowing in each monthly period. Then the results of this study are explained using a descriptive analysis method. Based on the results of the study, it can be concluded that the winds blowing in the November-February period predominantly come from the Northwest direction. Meanwhile, for the March-April period, more come from the North. And conversely, in May-October, most come from the South. Monthly wind speed conditions in the Tjilik Riwut Airport area do not indicate any extreme winds because the maximum dominant wind speed value only reaches 7-11 Knots.

Keywords: Windrose Diagram, Wind Direction and Wind Speed

PENDAHULUAN

Layanan transportasi dengan moda pesawat terbang komersial merupakan sarana transportasi yang dapat mengatasi tingginya mobilitas penduduk. Transportasi dengan pesawat terbang memiliki keunggulan yaitu, dapat memberikan efisiensi waktu dalam perjalanan, biaya penerbangan yang masih terjangkau, serta prioritas keamanan dan keselamatan penerbangan yang menjadi prioritas untuk pengguna moda transportasi ini (Asyrofi & Mega Fitriyawita, 2023). Pada penelitian Taulandi et al. (2020) dijelaskan bahwa dalam kegiatan penerbangan terdapat 3 tahap penting yang krusial dalam penerbangan, yaitu tahap lepas landas (*Take Off*), tahap menjelajah (*Cruising*), dan tahap pendaratan (*Landing*). Ketiga tahapan tersebut berkaitan erat dengan unsur meteorologi, khususnya dalam kegiatan lepas landas dan pendaratan. Informasi unsur meteorologi untuk kegiatan lepas landas dan pendaratan ini dilaporkan dalam bentuk Laporan METAR/MET Report dan SPECI/SPECIAL Report (BMKG, 2017). Informasi yang harus tersedia dalam laporan ini yaitu nilai suhu udara dan suhu titik embun, tutupan awan, jarak pandang mendatar, kondisi cuaca, tekanan udara, serta arah dan kecepatan angin permukaan (BMKG, 2017). Unsur arah dan kecepatan angin permukaan merupakan unsur yang penting dalam kegiatan penerbangan karena unsur ini bersifat dinamis (mudah berubah) dan bervariasi (Fadholi, 2012). Dikarenakan unsur angin merupakan unsur yang dinamis serta bervariasi, maka diperlukan metode yang tepat untuk memvisualisasikan kondisi arah dan kecepatan angin ini. wind rose merupakan representasi yang sangat bermanfaat karena dengan jumlah data yang sangat banyak namun dapat diringkas dalam sebuah diagram. Diagram windrose ini merupakan diagram yang tersusun dari komponen garis dan beberapa bidang yang melingkar. Terdiri atas garis yang memancar dari pusat lingkaran dan menunjukkan arah dari mana angin bertiup serta panjang setiap garis menyatakan frekuensi angin dari arah tersebut (Tjasyono, 2004). Diagram *Windrose* merupakan representasi yang sangat bermanfaat karena dengan jumlah data yang sangat banyak namun dapat diringkas dalam sebuah diagram (Fadholi, 2013).

Dalam penelitian ini penulis memanfaatkan data arah dan kecepatan angin yang diperoleh dari hasil pengamatan Stasiun Meteorologi Tjilik Riwut-Palangka Raya untuk diolah dengan menggunakan diagram *Windrose* agar diperoleh gambaran kondisi angin di area

Bandara Tjilik Riwut. Data arah dan kecepatan angin yang digunakan yaitu data pengamatan selama tahun 2025-2024. Penggunaan data pengamatan yang panjang ini dikarenakan pada pengolahan data meteorologi umumnya dipergunakan data-series dengan cakupan waktu 5 tahun terakhir. Dikarenakan data dalam cakupan 5 tahun telah mampu menunjukkan kondisi wilayah kajian secara reliabel dan konsisten (Annex, 2013).

Tujuan penelitian ini tentunya untuk menampilkan karakteristik arah dan kecepatan angin, agar dapat diketahui seberapa besar tingkat keseringan arah dan kecepatan angin permukaan yang berhembus di area Bandara Tjilik Riwut Palangka Raya. Kemudian, tujuan penelitian lainnya adalah untuk meningkatkan pengetahuan observer cuaca dalam memahami karakteristik arah dan kecepatan angin secara khusus di wilayah Bandara Tjilik Riwut.

METODE

Penelitian dilakukan pada satu titik lokasi, yaitu pada area *Aerodrome* Bandara Tjilik Riwut, Palangka Raya, Kalimantan Tengah tepatnya di Taman Alat Meteorologi (*Met Garden*) Stasiun Meteorologi Tjilik Riwut.

Letak Astronomis penelitian berada di Garis Lintang 2* 13' 34" LS dan Garis Bujur 113* 56' 42" BT. Informasi letak lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



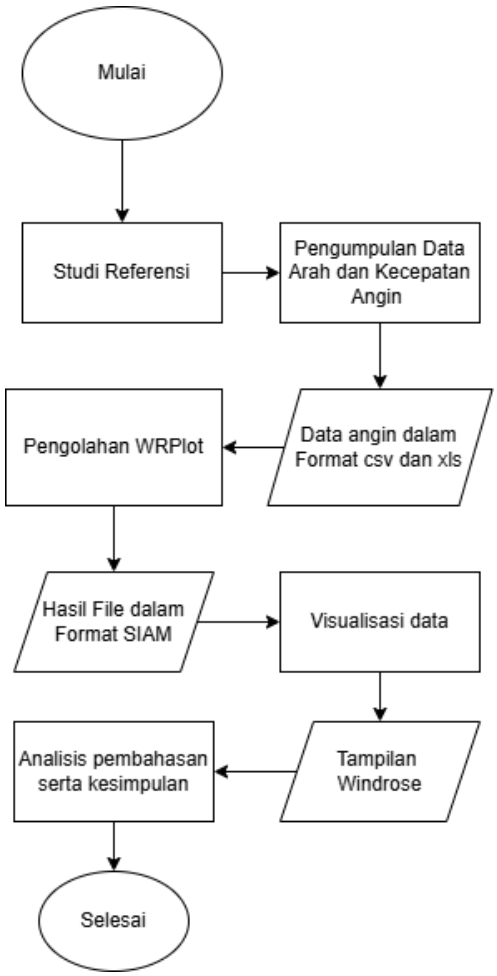
Gambar 1. *Titik Lokasi Penelitian (Taman Alat Meteorologi Stasiun Meteorologi Tjilik Riwut)*

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif berdasarkan analisis nilai kecepatan angin dalam satuan Knot dan arah angin dalam satuan Derajat. Kemudian, dalam penelitian ini juga menggunakan analisis secara deskriptif untuk menjelaskan profil angin permukaan berdasarkan data angin yang telah diolah. Metode visualisasi data profil angin permukaan ditampilkan melalui Diagram *Windrose* (Mawar Angin). Tampilan Diagram *Windrose* merupakan suatu grafik yang menggambarkan tentang distribusi arah dan kecepatan angin pada suatu lokasi dalam periode tertentu (Asyrofi dan Fitriyawita, 2023). Diagram *Windrose* ditampilkan dalam format lingkaran (sirkular), serta terdapat komponen yang menggambarkan frekuensi arah hembusan angin dari arah tertentu dengan keterangan apabila komponen angin makin menjauhi pusat lingkaran maka frekuensi angin tersebut makin besar (USDA, 1990). Tujuan utama penyajian data angin dengan menggunakan *windrose* karena diagram ini mampu mendeskripsikan arah dan kecepatan angin yang berhembus di suatu area, berdasarkan rangkuman data arah dan kecepatan angin yang diolah menjadi satu diagram utuh.

Proses pengolahan data angin hingga menjadi Diagram *Windrose* dilakukan menggunakan perangkat lunak WRPlot. WRPlot merupakan aplikasi pengolah data angin yang mampu merangkum kumpulan data angin skala besar menjadi data yang efisien, serta mampu menampilkan pola angin beserta kekuatan angin yang berhembus (Lakes Software, 2016).

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data arah dan kecepatan angin

yang diperoleh dari Pengamatan Meteorologi Sinoptik perjam di Stasiun Meteorologi Kelas I Tjilik Riwut Palangka Raya. Periode data dimulai dari Tahun 2006 hingga 2024 selama Bulan Januari sampai Desember. Kemudian, data arah dan kecepatan angin ini disusun secara *timeseries* (sesuai deret waktu) berdasarkan tahun, bulan, tanggal, serta jam dalam file *spreadsheet* (format csv atau xls). Selanjutnya, data diolah dalam aplikasi WRPlot sehingga diperoleh hasil dalam format siam dan berikutnya ditampilkan dalam format tampilan *Windrose* sehingga dapat menampilkan arah distribusi pola angin beserta nilai kekuatannya. Hasil tampilan tersebut kemudian dianalisis untuk mengatahui pola angin dalam periode bulanan. Alur proses pengolahan data hingga selesai dapat diamati pada tampilan diagram alur yang ditampilkan pada Gambar 2.



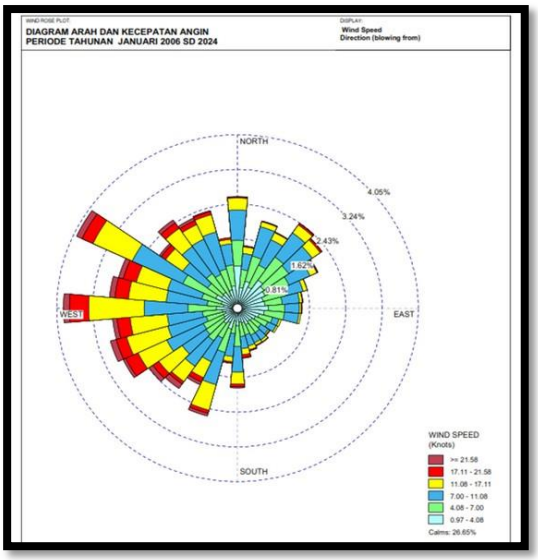
Gambar 2. *Diagram Alur Proses Penelitian*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil tampilan Diagram *Windrose* pada Bulan Januari-Desember selama periode 2005-2006 menunjukkan bahwa pola distribusi angin memiliki pola yang bervariasi. Deskripsi untuk *Diagram Windrose* ini dapat dilihat pada sub bab berikut.

A. Analisis Windrose Bulan Januari

Berikut merupakan tampilan Windrose pada Bulan Januari periode 2005-2024.

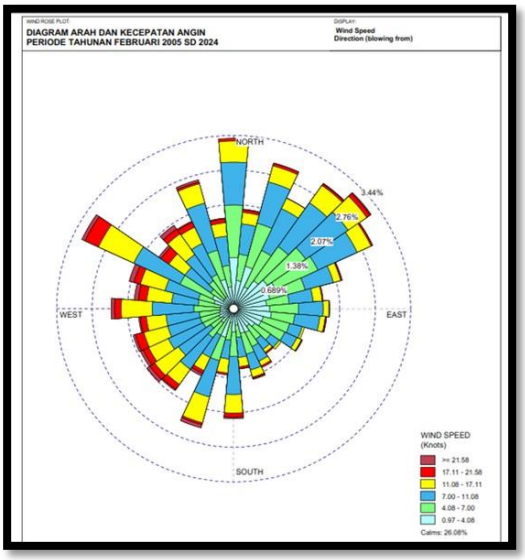


Gambar 3. *Tampilan Windrose Bulan Januari 2005-2024*

Berdasarkan Gambar 3, informasi pada Diagram menunjukkan bahwa angin didominasi berhembus dari arah Barat Laut. Persentase hembusan angin paling banyak berasal dari arah Barat Laut (295^0-305^0) dengan nilai mencapai 4%. Kecepatan angin yang berhembus didominasi oleh angin dengan nilai 7-11 Knots dengan persentase sebesar 21.4%, serta angin berkecepatan rendah (Calm) sebesar 26%.

B. Analisis Windrose Bulan Februari

Berikut merupakan tampilan Windrose pada Bulan Februari periode 2005-2024.

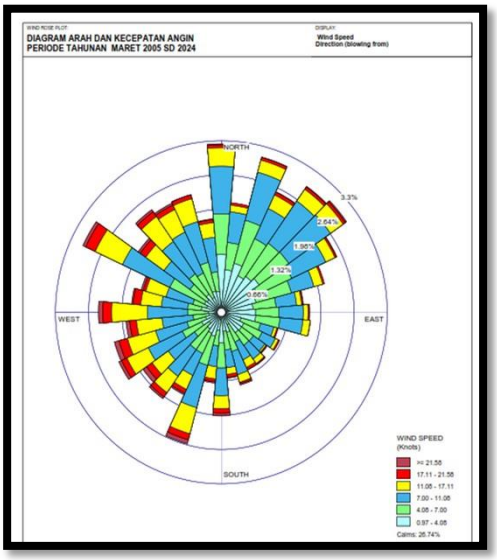


Gambar 4. *Tampilan Windrose Bulan Februari 2005-2024*

Informasi pada Gambar 4 menunjukkan bahwa hembusan angin paling banyak berasal dari arah Timur Laut hingga Barat Laut. Persentase hembusan angin paling dominan berasal dari arah Barat Laut (295^0-305^0) dengan nilai sebesar 3%. Kemudian, berdasarkan nilai kecepatan anginnya, persentase kecepatan angin berhembus paling banyak didominasi kecepatan 7-11 Knots dengan persentase 22% serta angin berkecepatan rendah (Calm) dengan persentase 26%.

C. Analisis Windrose Bulan Maret

Berikut merupakan tampilan Windrose pada Bulan Maret periode 2005-2024.

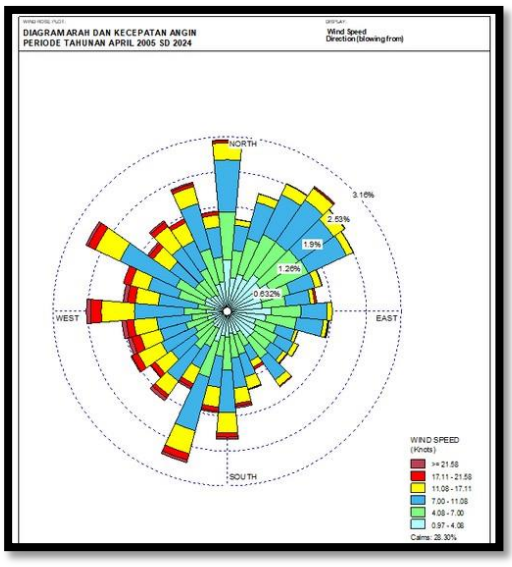


Gambar 5. *Tampilan Windrose Bulan Maret 2005-2024*

Berdasarkan tampilan Diagram pada Gambar 5 menunjukkan bahwa angin yang berhembus didominasi berasal dari arah Utara (355^0-005^0) dengan total persentase sebesar 3 %. Berdasarkan persentase kecepatan angin berhembus terbanyak, kecepatan angin didominasi oleh kategori angin berkecepatan rendah (Calm) sebesar 26% dan kategori angin 7.00 sd 11.08 knots sebesar 22%.

D. Analisis Windrose Bulan April

Berikut merupakan tampilan Windrose pada Bulan April periode 2005-2024.

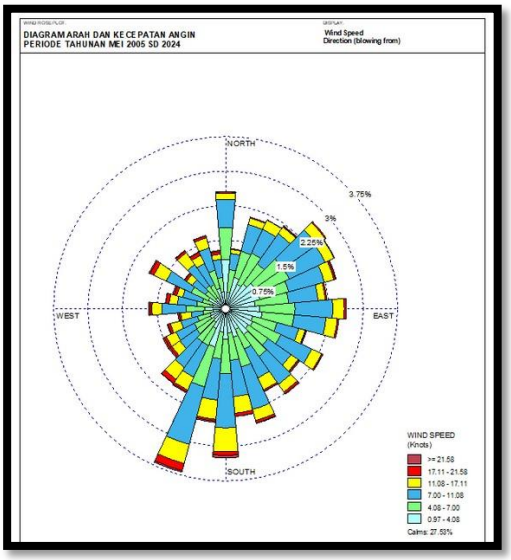


Gambar 6. Tampilan Windrose Bulan April 2005-2024

Informasi pada Gambar 6 menunjukkan data bahwa angin berhembus paling banyak berasal dari arah Utara (355^0-005^0) dengan persentase sebesar 3%. Kemudian, berdasarkan nilai kecepatan anginnya, persentase kecepatan angin berhembus paling banyak didominasi oleh angin berkecepatan rendah (Calm) dengan persentase sebesar 28% serta angin dengan kecepatan 7-11 Knots dengan persentase 22%.

E. Analisis Windrose Bulan Mei

Berikut merupakan tampilan Windrose pada Bulan Mei periode 2005-2024.

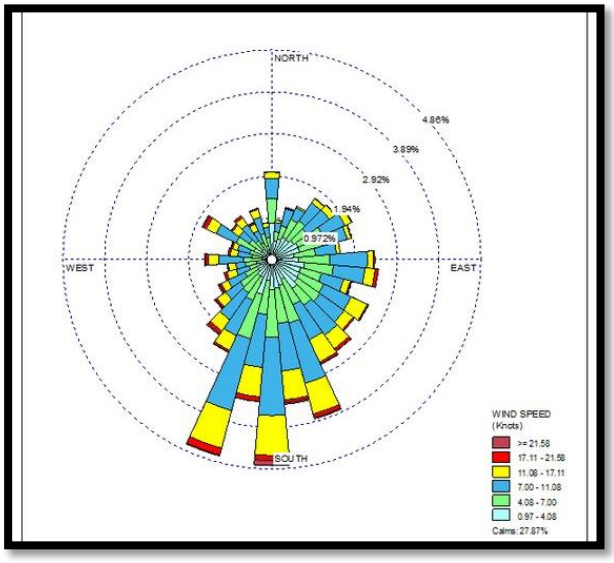


Gambar 7. *Tampilan Windrose Bulan Mei 2005-2024*

Data Windrose yang ditampilkan pada Gambar 7 menunjukkan bahwa hembusan angin didominasi dari arah Selatan (195^0-205^0) dengan nilai sebesar 3%. Berikutnya, berdasarkan nilai kecepatan angin, persentase kecepatan angin berhembus paling banyak didominasi oleh angin berkecepatan rendah (Calm) dengan persentase sebesar 27%. Kemudian diikuti kategori angin dengan kecepatan 7-11 Knots dengan persentase 23%.

F. Analisis Windrose Bulan Juni

Berikut merupakan tampilan Windrose pada Bulan Juni periode 2005-2024.



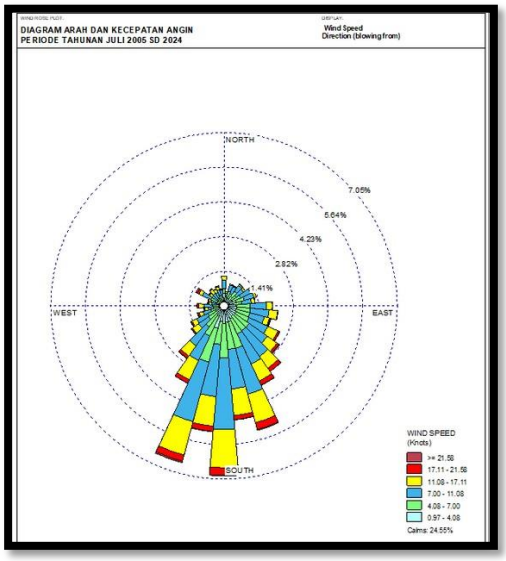
Gambar 8. *Tampilan Windrose Bulan Juni 2005-2024*

Informasi pada Gambar 8 menunjukkan bahwa hembusan angin paling banyak berasal dari Selatan (195^0-205^0) dengan nilai sebesar 3%. Selanjutnya, berdasarkan nilai kecepatan anginnya, persentase kecepatan angin berhembus paling banyak didominasi oleh angin

berkecepatan rendah (Calm) dengan persentase 27%. Berikutnya diikuti oleh angin berkecapatan 7-11 Knots dengan persentase 23%.

G. Analisis Windrose Bulan Juli

Berikut merupakan tampilan Windrose pada Bulan Juli periode 2005-2024.

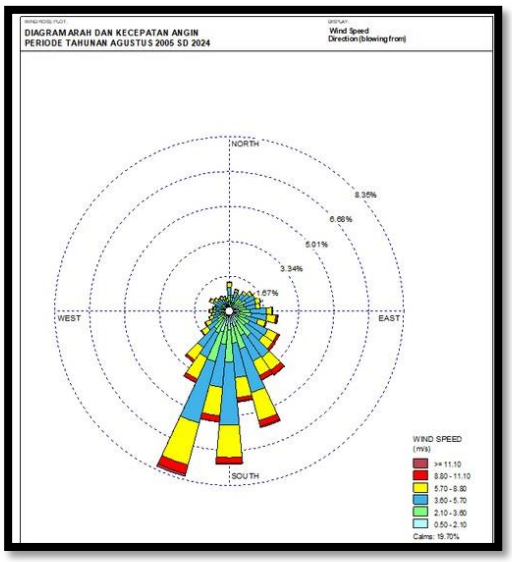


Gambar 9. *Tampilan Windrose Bulan Juli 2005-2024*

Data Windrose yang ditampilkan pada Gambar 9 menunjukkan bahwa hembusan angin didominasi dari arah Selatan (175^0-185^0) dengan nilai sebesar 7%. Berikutnya, berdasarkan nilai kecepatan angin, persentase kecepatan angin berhembus paling banyak didominasi oleh angin dengan kecepatan 7-11 Knots dengan persentase sebesar 26%. Kemudian diikuti kategori angin dengan berkecepatan rendah (Calm) dengan persentase 24%.

H. Analisis Windrose Bulan Agustus

Berikut merupakan tampilan Windrose pada Bulan Agustus periode 2005-2024.

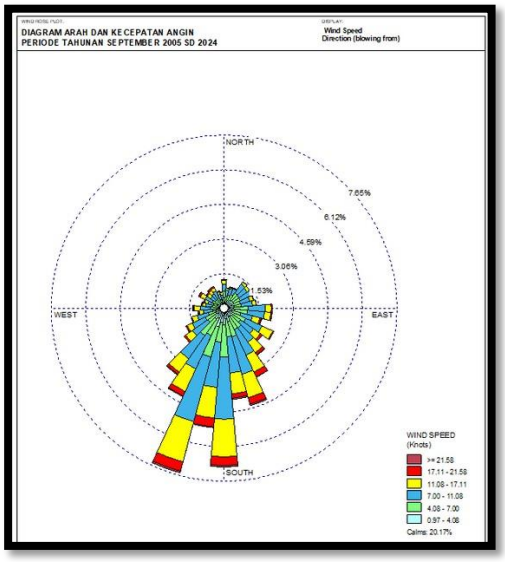


Gambar 10. *Tampilan Windrose Bulan Agustus 2005-2024*

Informasi pada Gambar 10 menunjukkan data bahwa angin berhembus paling banyak berasal dari arah Selatan (195^0-205^0) dengan persentase sebesar 8 %. Kemudian, berdasarkan nilai kecepatan anginnya, persentase kecepatan angin berhembus paling banyak didominasi oleh angin berkecepatan 7-11 Knots dengan persentase sebesar 28%. Serta diikuti oleh angin dengan kecepatan rendah (Calm) dengan persentase 19%.

I. Analisis Windrose Bulan September

Berikut merupakan tampilan Windrose pada Bulan September periode 2005-2024.

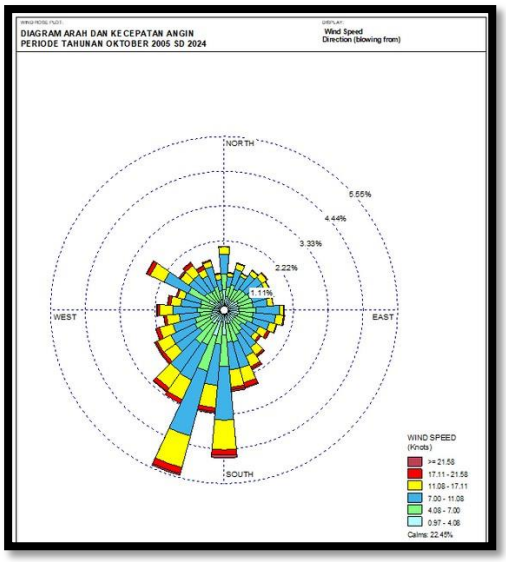


Gambar 11. *Tampilan Windrose Bulan September 2005-2024*

Data Windrose yang ditampilkan pada Gambar 11 menunjukkan bahwa hembusan angin didominasi dari arah Selatan (175^0-185^0) dengan nilai sebesar 7%. Berikutnya, berdasarkan nilai kecepatan angin, persentase kecepatan angin berhembus paling banyak didominasi oleh angin dengan kecepatan 7-11 Knots dengan persentase 28%. Kemudian diikuti kategori angin berkecepatan rendah (Calm) dengan persentase sebesar 20%.

J. Analisis Windrose Bulan Oktober

Berikut merupakan tampilan Windrose pada Bulan Oktober periode 2005-2024.

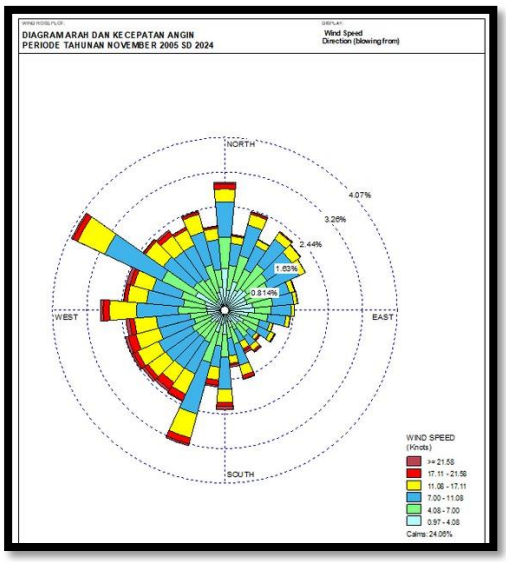


Gambar 12. *Tampilan Windrose Bulan Oktober 2005-2024*

Informasi pada Gambar 12 menunjukkan bahwa hembusan angin paling banyak berasal dari Selatan (195^0-205^0) dengan nilai sebesar 5%. Selanjutnya, berdasarkan nilai kecepatan anginnya, persentase kecepatan angin berhembus paling banyak didominasi oleh angin berkecapatan 7-11 Knots dengan persentase 27%. Berikutnya diikuti oleh angin berkecepatan rendah (Calm) dengan persentase 22%.

K. Analisis Windrose Bulan November

Berikut merupakan tampilan Windrose pada Bulan November periode 2005-2024.

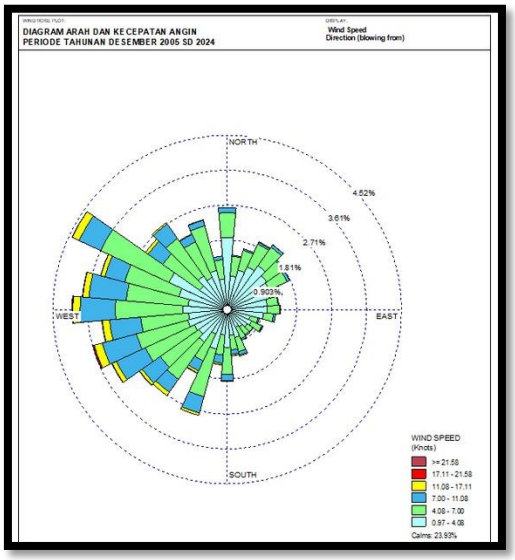


Gambar 13. *Tampilan Windrose Bulan November 2005-2024*

Data Windrose yang ditampilkan pada Gambar 13 menunjukkan bahwa hembusan angin didominasi dari arah Barat Laut (295^0-305^0) dengan nilai sebesar 4%. Berikutnya, berdasarkan nilai kecepatan angin, persentase kecepatan angin berhembus paling banyak didominasi oleh angin berkecepatan rendah (Calm) dan kecepatan 7-11 Knots, dengan nilai persentase yang sama yaitu sebesar 24%.

L. Analisis Windrose Bulan Desember

Berikut merupakan tampilan Windrose pada Bulan Desember periode 2005-2024.



Gambar 14. *Tampilan Windrose Bulan Desember 2005-2024*

Berdasarkan Gambar 14, informasi pada Diagram menunjukkan bahwa angin didominasi berhembus dari arah Barat Laut. Persentase hembusan angin paling banyak berasal dari arah Barat Laut (295^0-305^0) dengan nilai mencapai 4%. Kecepatan angin yang berhembus didominasi oleh angin dengan nilai 1-4 Knots dengan persentase sebesar 35%, serta angin berkecepatan 4-7 Knots sebesar 28%.

Tabel 1. *Informasi Arah Angin Dominan di Stasiun Meteorologi Tjilik Riwut – Palangka Raya*

No	Bulan	Arah Dominan	Kecepatan Terbanyak
1	Januari	Barat Laut	Kategori angin 7-11 Knots
2	Februari	Barat Laut	Kategori angin Calm
3	Maret	Utara	Kategori angin Calm
4	April	Utara	Kategori angin Calm
5	Mei	Selatan	Kategori angin Calm
6	Juni	Selatan	Kategori angin Calm
7	Juli	Selatan	Kategori angin 7-11 Knots
8	Agustus	Selatan	Kategori angin 7-11 Knots
9	September	Selatan	Kategori angin 7-11 Knots
10	Oktober	Selatan	Kategori angin 7-11 Knots
11	November	Barat Laut	Kategori angin 7-11 Knots
12	Desember	Barat Laut	Kategori angin 1-4 Knots

Berdasarkan infomasi pada Tabel 1 dapat diklasifikasikan bahwa pada Bulan November-Februari angin dominan berhembus dari arah Barat Laut, sementara saat Bulan Maret-April berhembus dari arah Utara. Kemudian saat Bulan Mei-Oktober angin dominan berhembus dari arah selatan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Fadholi (2012), berhembusnya angin pada suatu wilayah dapat dipengaruhi oleh adanya faktor yang mempengaruhi cuaca global, yaitu pergerakan semu matahari yang melintasi wilayah Belahan Bumi Utara (BBU) dan Belahan Bumi Selatan (BBS).

Menurut Fadholi (2012), pada Bulan Desember, Januari, dan Februari posisi matahari berada di bumi bagian selatan sehingga hal ini memicu pembentukan wilayah bertekanan rendah. Diakibatkan karena adanya wilayah bertekanan rendah ini, maka pergerakan angin akan bergerak dari arah Utara ke Selatan. Sesuai sifat angin yang bergerak dari area bertekanan tinggi ke wilayah tekanan rendah seperti yang dijelaskan oleh penelitian Oktavia et al. (2023).

Akibat dari adanya mekanisme ini maka wilayah Bandara Tjilik Riwut Palangka Raya memiliki kondisi yang sama, dikarenakan wilayah ini juga dipengaruhi mekanisme angin musiman (akibat pergerakan semu matahari). Pada Bulan Desember-Februari wilayah Palangka Raya memiliki angin dominan dari arah Barat Laut akibat pergerakan angin musiman yang bergerak dari utara-selatan namun mengalami pembelokkan sehingga arahnya cenderung bergerak dari Barat Laut.

Berbeda halnya dengan periode Mei-September, angin yang dominan berhembus berasal dari arah Selatan. Berdasarkan referensi yang sama, pergerakan semu tahunan matahari yang bergerak ke Belahan Bumi Selatan menyebabkan timbulnya daerah tekanan rendah di utara (Fadholi, 2012). Sehingga menyebabkan angin musiman bergerak dari selatan ke utara.

Selanjutnya analisis terkait kecepatan angin. Berdasarkan hasil, nilai kecepatan angin di Stasiun Meteorologi Tjilik Riwut memiliki kecepatan rendah (Calm) dan paling Tinggi di kisaran 7-11 Knots. Nilai ini tentunya menunjukkan tidak adanya angin ekstrim yang berhembus diatas 25 Knots (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, 2010). Angin dengan nilai dibawah 20-25 Knots masih tergolong kategori aman untuk kegiatan penerbangan karena angin ini tidak menimbulkan bahaya bagi pesawat besar seperti tipe pesawat komersial pada umumnya, sesuai yang disampaikan pada penelitian Taulandi et al. (2020).

Kemudian berdasarkan hasil, pola angin bulanan tidak menunjukkan adanya pola angin yang berlawanan dengan posisi Runway Bandara Tjilik Riwut (berada di Sudut 340 derajat dan 160 derajat). Hal ini dikarenakan pola hembusan angin bulanan bertiup dari arah Barat Laut dan Selatan. Tidak ada pola angin yang berhembus berlawanan dari arah Runway seperti dari arah Timur atau Barat. Keberadaan angin silang pada Runway tentunya dapat mempengaruhi kegiatan lepas landas maupun pendaratan pesawat, apabila angin silang ini berhembus dengan nilai diatas 20-25 Knots.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa angin yang berhembus pada periode November-Februari dominan berasal dari arah Barat Laut. Sementara untuk periode Maret-April lebih banyak dari arah Utara. Serta sebaliknya pada Bulan Mei-Oktober paling banyak berasal dari arah Selatan.

Kondisi kecepatan angin bulanan di Wilayah Bandara Tjilik Riwut tidak

menunjukkan adanya angin ekstrim karena nilai kecepatan angin dominan maksimum hanya mencapai nilai 7-11 Knots.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada para pihak yang telah membantu penyusunan artikel ilmiah ini. Terima kasih kepada Unit Observasi Stasiun Meteorologi Tjilik Riwut yang sudah menyediakan data pengamatan untuk penelitian ini, serta pihak-pihak terkait.

DAFTAR PUSTAKA

Annex, 14. (2013). *Aerodrome Design and Operation the Convention on International Civil Aviation (ICAO)*. (Vol. 1, Issue July). www.icao.int

Asyrofi, & Mega Fitriyawita. (2023). Pemanfaatan Data Awos Untuk Mengindentifikasi Angin Di Landas Pacu Bandara Supadio Pontianak Dengan Menggunakan Wrplot The Utilization Of Awos To Identify Winds At Supadio Airport's Runways Using Wrplot. *Buletin Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika*, *4*(2), 10–20.

BMKG (2009). *Peraturan Kepala BMKG Nomor 01 Tahun 2009 Tentang Tata Cara Tetap Pelaksanaan Sandi METAR dan SPECI*, Jakarta: BMKG.

Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. (2010). *Prosedur Standar Operasi Pelaksanaan Peringatan Dini Pelaporan dan Diseminasi Informasi Cuaca Ekstrim*. 1–16.

BMKG (2014). *Peraturan Kepala BMKG Nomor 9 Tahun 2014 Tentang Uraian Tugas Stasiun Meteorologi*, Jakarta: BMKG.

BMKG. (2017). *Perka Bmkg Nomor 7 Tahun 2017 Tentang Pembuatan Dan Penyampaian Metar Dan Speci Dalam Pelayanan Informasi Cuaca Untuk Penerbangan*. *1*(1), 1689–1699. http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/Educacao_PereiraAS_1.pdf%0Ahttp://www.anpocs.org.br/portal/publicacoes/rbcs_00_11/rbcs11_01.htm%0Ahttp://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7845/1/td_2306.pdf%0Ahttps://direitoufma2010.files.wordpress.com/2010/03/emi

Fadholi, A. (2012). Analisa Pola Angin Permukaan di Bandar Udara Depati Amir. *Statistika*, *12*(1), 19–28. https://ejournal.unisba.ac.id/index.php/statistika/article/view/1057%0Ahttps://ejournal.unisba.ac.id/index.php/statistika/article/viewFile/1057/627

Fadholi, A. (2013). Analisis Data Arah dan Kecepatan Angin Landas Pacu (Runway) Menggunakan Aplikasi Windrose Plot (WRPLOT). *Jurnal Ilmu Komputer*, *9*(2), 84. http://www.wcc.nrcs.usda.gov

Febri R., Achmad N. & Sriyono E. (2015). Analisa Transformasi Gelombang Dominan Pelabuhan Glagah (Studi Perbandingan Software Awave 2-3 Dengan CGWAVE, *Jurnal Teknik 5*(1), 20-29

Fitriyawita, M., dkk. (2020). Hubungan Pola Garis Arus Angin (Streamline) dengan Distribusi Hujan di Kalimantan Barat, *PRISMA FISIKA, 8* (2), 135-146.

ICAO (2010). *Annex 3: Meteorological Service for International Air Navigation*, Montreal: ICAO.

Jaya, I. M. L. (2020). *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif (Teori, Penerapan, dan Riset Nyata)* (F. Husaini (ed.); Second Edi). QUADRANT.

Lakes Software. (2016). *Wrplot View*. Retrieved from https://www.weblakes.com/software/freeware/wrplot-view/

Oktavia, S., Syafriani, Dwiridal, L., & Sudiar, N. Y. (2023). Analysis of Surface Wind Speed at Minangkabau International Airport for the period 2011-2020 using the Windrose Method. *Journal of Physics: Conference Series*, *2582*(1). https://doi.org/10.1088/1742-6596/2582/1/012006

Purwono S.A.N. & Sismiani A. (2018). Peramalan Kejadian Gelombang Pantai Watunohu Dengan Pendekatan Empiris Analisa Data Angin. *Teodolita (Media Komunikasi Ilmiah Di Bidang Teknik) 19* (2), 1-10

Sholikhin, M.N. (2014). *Analisis Delay Penerbangan Akibat Cuaca di Bandara Ahmad Yani Semarang dengan Algoritma C4.5*.

Sulistiyono, W., Zuliandry, M. I. R., & Haryanto, Y. D. (2023). Uji Verifikasi Data Permukaan Dan Indeks Udara Atas Hasil Model Wrf Dengan Data Observasi Stasiun Meteorologi Sultan Hasanuddin. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, *7*(1), 10–22. https://doi.org/10.37478/optika.v7i1.2354

Taulandi, D., Tumangkeng, J., & Tumbelaka, F. (2020). Analisis Data Angin Permukaan di Bandara Sam Ratulangi Manado Menggunakan Metode Windrose. *Jurnal Sains, Matematika, Dan Edukasi*, *1*(1), 11–16.

Tjasyono, B. (2004). *Klimatologi Umum*. Penerbit ITB.

USDA. (1990). *Natural Resources Conservation Service*. Wind Rose Resources. https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/wcc/home/climateSupport/windRoseResources/