EnviroScienteae Vol. 21 No. 3, Agustus 2025 ISSN 2302-3708 (online)
Halaman 94-102

ANALISIS DATA AUTOMATED WEATHER OBSERVING SYSTEM (AWOS) UNTUK IDENTIFIKASI ANGIN DI LANDAS PACU BANDARA SYAMSUDIN NOOR BANJARMASIN DENGAN MENGGUNAKAN WRPLOT

Analysis of Automated Weather Observing System (AWOS) Data for Wind Identification on the Runway of Syamsudin Noor Airport Banjarmasin Using WRPLOT

M. Iqbal Anshari[1*)], Yusanto Nugroho[2)], Gusti Rusmayadi[3)], Bambang Joko Priatmadi[3)]

[1)]*Program Studi Magister Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan, Pascasarjana Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Indonesia*
[2)] *Fakultas Kehutanan, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Indonesia*
[3)]*Fakultas Pertanian, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Indonesia*
[*)] *e-mail: iqbalanshari001@gmail.com*

Abstract

The Importance of Wind Direction and Speed Analysis for Flight Safety at Syamsudin Noor Airport Banjarmasin, Particularly During the Critical Phases of Takeoff and Landing, Which Are Strongly Influenced by Wind Conditions Such as Crosswinds and Tailwinds. Wind data were obtained from the Automated Weather Observing System (AWOS), an automated system that continuously and accurately records meteorological parameters. This data was then analyzed using the WRPLOT software to visualize wind patterns in the form of wind rose diagrams This study utilized wind data from the 2019–2024 period and correlated it with go-around events caused by wind conditions during 2021–2023. The results indicate that wind direction and speed distributions vary seasonally, with predominant winds coming from the northeast and west. These conditions occasionally exceed the safety thresholds for certain types of aircraft, particularly during the rainy and transitional seasons. Go-around events most frequently occurred when tailwinds reached or exceeded 10 knots, which aligns with the operational limits of commercial aircraft such as the Boeing 737 and Airbus A320. Data validation revealed a correlation between wind intensity and aircraft operational disruptions, emphasizing the need for strict monitoring of surface wind conditions. The findings conclude that the integration of AWOS and wind rose analysis through WRPLOT is highly beneficial in detecting meteorological risks around the runway area. These insights are crucial for enhancing flight safety and operational efficiency. The author recommends optimizing the use of real-time AWOS data and adjusting airport operational procedures based on the identified seasonal wind patterns.

Keywords: Surface Wind; AWOS; WRPLOT; Wind Rose; Syamsudin Noor Airport

PENDAHULUAN

Bandara Syamsudin Noor Banjarmasin memiliki peranan krusial sebagai gerbang udara utama di Kalimantan Selatan, menopang konektivitas dan mobilitas kawasan. Keselamatan dan efisiensi operasional menjadi fokus utama dalam operasional sehari-hari, yang sangat bergantung pada berbagai aspek, termasuk kondisi meteorologi. Di antara unsur meteorologi, angin memegang peran besar

dalam menentukan tingkat keselamatan penerbangan. Angin yang kuat dan tidak stabil dapat menyulitkan pilot dalam mengendalikan pesawat secara aman dan optimal (Sidiropoulos et al., 2018). Terutama pada fase lepas landas dan pendaratan, keberadaan angin seperti *crosswind* (angin samping) dan *tailwind* (angin belakang) secara signifikan memengaruhi stabilitas, performa, dan aspek keselamatan penerbangan. *Crosswind* berpotensi menyebabkan pesawat keluar jalur, sementara *tailwind* dapat memperpanjang jarak pendaratan atau menghambat kecepatan aman saat lepas landas (Van Es & Karwal, 2001).

Kecelakaan akibat faktor angin saat pendaratan dan lepas landas telah terjadi di berbagai belahan dunia. Data Airbus menunjukkan bahwa sekitar 57% kerusakan struktural pesawat tanpa korban jiwa terjadi pada fase pendaratan, dan 15% saat lepas landas. Fase ini juga menempati urutan kedua dan ketiga sebagai fase paling berisiko untuk kecelakaan fatal. Berdasarkan laporan resmi dari PT. Airnav Indonesia cabang Banjarmasin, antara tahun 2021 hingga 2023, tercatat 82 kejadian *go around* di Bandara Syamsudin Noor Banjarmasin yang disebabkan oleh faktor angin. *Go around* adalah prosedur pembatalan pendaratan demi keselamatan, umumnya dilakukan jika pesawat menghadapi *tailwind* dengan kecepatan di atas 10 knot (T.Blajev, 2017).

Dalam upaya meminimalkan kejadian tersebut, Automated Weather Observing System (AWOS) telah menjadi solusi efektif dalam mengumpulkan dan menyajikan data cuaca secara otomatis, termasuk kecepatan dan arah angin di sekitar landas pacu. Analisis data AWOS di Bandara Syamsudin Noor Banjarmasin menjadi semakin relevan untuk memahami karakteristik angin di lingkungan penerbangan. Federal Aviation Administration (FAA) mengakui kontribusi signifikan AWOS terhadap keselamatan penerbangan, karena data *real-time*nya membantu pengelola bandara mengidentifikasi pola angin yang memengaruhi operasi pesawat (Asyrofi, 2020).

Untuk mendapatkan gambaran pengaruh angin terhadap keselamatan penerbangan, kajian karakteristik angin permukaan di area bandara sangat dibutuhkan. *Windrose* menjadi metode yang efektif, didukung oleh aplikasi WRPLOT, perangkat lunak analisis data meteorologi yang terintegrasi dengan AWOS. WRPLOT memvisualisasikan pola angin, memungkinkan identifikasi cepat terhadap kondisi kritis seperti *crosswind* atau angin kencang (Fadholi dkk., 2013). Penggunaan data AWOS untuk membuat diagram *windrose* dengan WRPLOT dianggap relevan dan informatif. Penelitian ini bertujuan mengkaji distribusi arah dan kecepatan angin untuk mendukung perencanaan dan pengelolaan operasional bandara, serta berkontribusi pada peningkatan keselamatan penerbangan di Bandara Syamsudin Noor Banjarmasin.

METODE PENELITIAN

Data Penelitian

- Data arah dan kecepatan angin diperoleh dari Automatic Weather Observing System (AWOS) yang terpasang di *runway* 10 dan *runway* 28 pada Stasiun Meteorologi Syamsudin Noor Banjarmasin, mencakup periode Januari hingga Desember tahun 2019 sampai 2024.
- Data Kejadian pesawat *Go around* akibat angin dari tahun 2021 hingga 2023 di Bandara Syamsudin Noor Banjarmasin.

Alat Penelitian

- Aplikasi WRPLOT digunakan untuk mengolah data arah dan kecepatan angin menjadi diagram *windrose.*

- Aplikasi ArcGIS digunakan untuk memvisualisasikan data-data penelitian
- Aplikasi *Google earth* digunakan untuk memvisualisasikan hasil *windrose.*
- Aplikasi Microsoft Office digunakan untuk mengolah kata, angka, dan presentasi
- Aplikasi Notepad digunakan untuk mengolah kata dan angka pada data masukan dan keluaran

Lokasi dan Waktu Penelitian

Waktu dan lokasi penelitian adalah berlokasi di Bandara Syamsudin Noor, Kecamatan Landasan Ulin, Kota Banjarbaru, Kalimantan Selatan, pada posisi 114°45'43" Bujur Timur dan 3°26'56" Lintang Selatan. Analisis mencakup lingkungan sekitar dua landas pacu utama, yakni *runway* 10 dan *runway* 28. Rentang waktu fokus penelitian adalah Januari hingga Desember selama periode tahun 2019 hingga 2024.

Prosedur Pengolahan Data

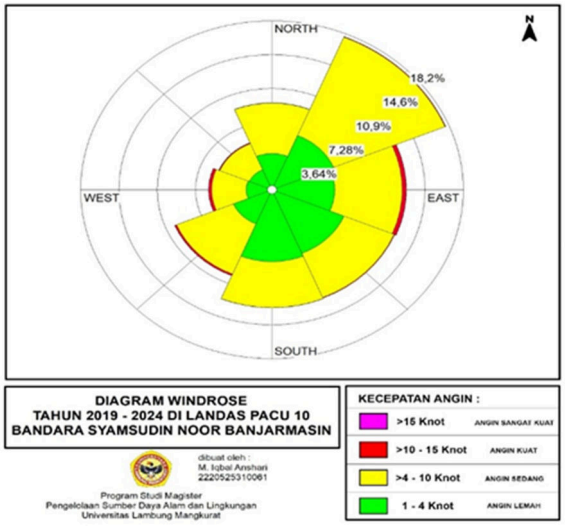
Pengolahan data pada penelitian ini secara garis besar yaitu:

1) Pengumpulan data angin dari AWOS dalam format .csv dan diatur dalam file Excel.
2) Pengolahan data angin menggunakan WRPLOT: Data diklasifikasikan menjadi 8 arah mata angin dan 4 kategori kecepatan (1-4 knot, >4-10 knot, >10-15 knot, >15 knot). Data ini kemudian dikonversi menjadi file .sam untuk menghasilkan diagram *windrose*.
3) Penyusunan tabel distribusi frekuensi dan frekuensi relatif angin permukaan.
4) Penyusunan diagram *windrose* untuk menggambarkan distribusi arah dan kecepatan angin di Bandara Syamsudin Noor Banjarmasin selama 2019–2024, dianalisis per bulan dan dikelompokkan berdasarkan musim (hujan, kemarau, peralihan I, peralihan II).
5) Pengelompokan data kejadian *go around* berdasarkan penyebab (tailwind, windshear, crosswind) dan dikelompokkan sesuai musim.
6) Uji Validitas: Dilakukan menggunakan tabel kontingensi untuk mengukur akurasi, *bias*, dan *skill* prakiraan, membandingkan pola distribusi angin dengan kejadian *go around*.
7) Visualisasi pada Google Earth: Diagram *windrose* hasil analisis di-*overlay* pada peta Google Earth untuk memberikan konteks geografis yang jelas.

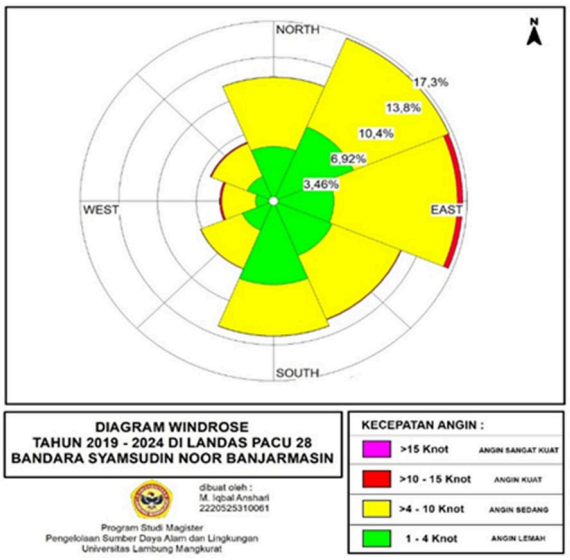
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola Distribusi Angin Permukaan di Wilayah Bandara Syamsudin Noor Banjarmasin Tahun 2019 – 2024

Hasil analisis data angin permukaan dari AWOS untuk periode 2019–2024 menunjukkan pola distribusi angin yaitu bahwa pada landas pacu 10, arah angin dominan berasal dari timur laut (22,6°–67,5°), dengan kecepatan terbanyak pada kategori angin sedang (>4–10 knot), mencapai 17,83%. Pada landas pacu 28, arah angin dominan juga dari timur laut (22,6°–67,5°), dengan kategori kecepatan yang sama (>4–10 knot), mencapai 16,94%. Untuk angin kuat (>10–15 knot) yang berisiko memicu *go around*, arah dominan di kedua landas pacu (10 dan 28) sering terjadi dari timur laut (22,6°–67,5°) dan barat (247,6°–292,5°). Kesesuaian antara arah landas pacu saat ini dan arah angin permukaan dominan masih tergolong tinggi.



Gambar 1. Diagram Windrose Tahun 2019 – 2024 di Landas Pacu 10 Bandara Syamsudin Noor Banjarmasin

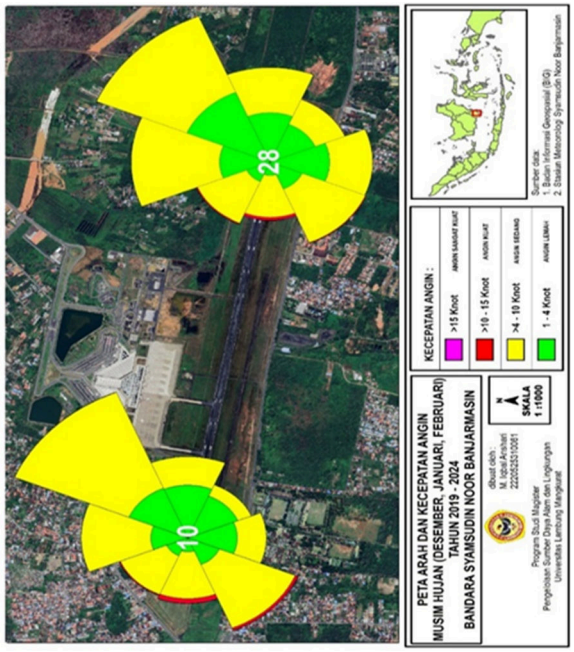


Gambar 2. Diagram Windrose Tahun 2019 – 2024 di Landas Pacu 28 Bandara Syamsudin Noor Banjarmasin

Secara umum, kecepatan angin paling sering di kedua landas pacu adalah >4–10 knot (sekitar 45-48%), diikuti oleh 1–4 knot (sekitar 39-40%). Kondisi angin tenang (calm) sekitar 11-13%.Rata-rata kecepatan angin tahunan menunjukkan fluktuasi ringan, mencapai terendah pada 2021 dan tren kenaikan kembali pada 2022-2024. Kecepatan angin maksimum tercatat 27 knot pada tahun 2023 di kedua landas pacu, kemungkinan akibat kondisi cuaca ekstrem seperti badai lokal. Kejadian angin kencang (>10 knot) relatif rendah setiap tahunnya, namun tetap menunjukkan pola fluktuatif, dengan persentase tertinggi pada tahun 2023. Ini menunjukkan perlunya pemantauan tren untuk mengantisipasi risiko *tailwind* dan *crosswind* yang melampaui batas operasional pesawat.

Pola Distribusi Angin Permukaan Berdasarkan Musim Hujan (Desember, Januari, Februari) dan Kaitannya dengan Kejadian Go Around

Pola angin di Bandara Syamsudin Noor Banjarmasin sangat dipengaruhi oleh sistem angin muson, menyebabkan variasi musiman.



Gambar 3. Peta Arah dan Kecepatan Angin Periode Musim Hujan (Desember, Januari, Februari) Tahun 2019 - 2024 di Bandara Syamsudin Noor Banjarmasin

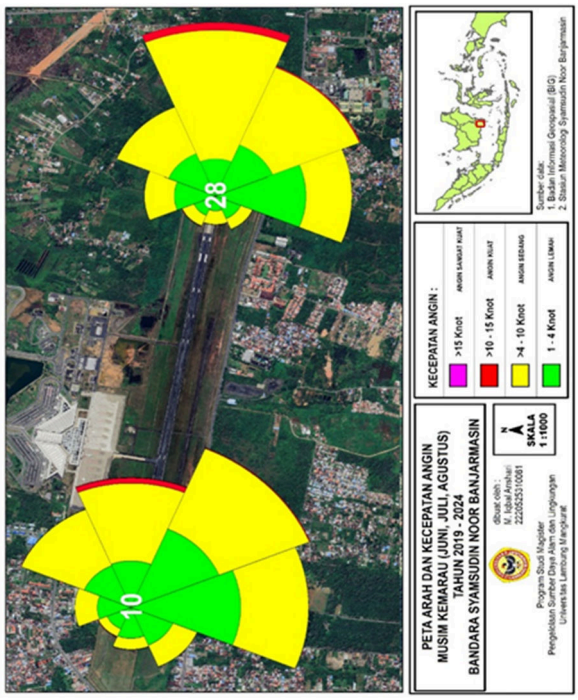
Pada musim hujan, Arah angin dominan umumnya dari Tenggara (112,6° - 157,5°) dan Barat Daya (202,6° - 247,5°). Ini

berkaitan dengan angin muson Asia yang mengalami pembelokan akibat efek Coriolis dan topografi lokal di Kalimantan Selatan. Kecepatan angin dominan pada rentang >4 – 10 Knot (angin sedang).

Hasil validasi kejadian *go around* (2021-2023) menunjukkan total 29 kejadian, dengan tailwind sebagai penyebab terbanyak (26 kali) dan 3 kali *windshear*. 20 kejadian *go around* terbanyak terjadi di landas pacu 10, dipicu oleh *tailwind* dan *windshear* dari arah barat (247,6° - 292,5°). Untuk meminimalisir risiko, disarankan menggunakan landas pacu 28 pada musim hujan agar pesawat mendapatkan *headwind* yang lebih banyak, membantu pendaratan lebih aman.

Pola Distribusi Angin Permukaan Berdasarkan Musim Kemarau (Juni, Juli, Agustus) dan Kaitannya dengan Kejadian Go Around

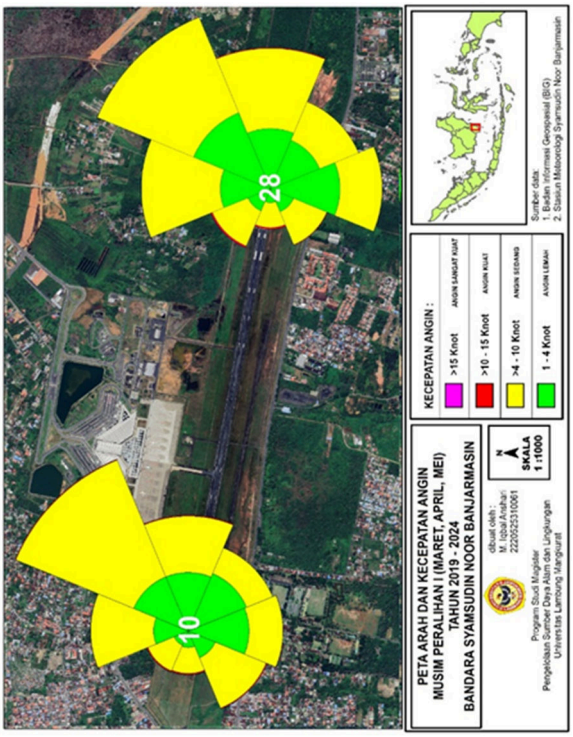
Pada musim kemarau, arah angin dominan berasal dari Timur (67,6° - 112,5°) dan Tenggara (112,6° - 157,5°). Pola ini dipengaruhi oleh angin muson Australia yang bersifat kering dan dingin. Kecepatan angin dominan pada rentang >4 – 10 Knot (angin sedang). Hasil validasi menunjukkan total 12 kejadian *go around*, dengan tailwind sebagai penyebab terbanyak (8 kali), 3 kali *windshear*, dan 1 kali *crosswind*. 7 kejadian *go around* terbanyak terjadi di landas pacu 28, terkait dengan *tailwind* dan *windshear* dari arah timur (67,5°–112,6°). Kejadian *crosswind* yang kuat, meskipun jarang, tetap membahayakan. Pilot harus mengevaluasi komponen angin dominan dan beralih landasan jika *tailwind* besar. Disarankan menggunakan landas pacu 10 pada musim kemarau untuk mendapatkan *headwind* yang membantu meningkatkan daya angkat dan memperpendek jarak pendaratan



Gambar 4. Peta Arah dan Kecepatan Angin Periode Musim Kemarau (Juni, Juli, Agustus) Tahun 2019 – 2024 di Bandara Syamsudin Noor Banjarmasin

Pola Distribusi Angin Permukaan Berdasarkan Musim Peralihan I (Maret, April, Mei) dan Kaitannya dengan Kejadian Go Around

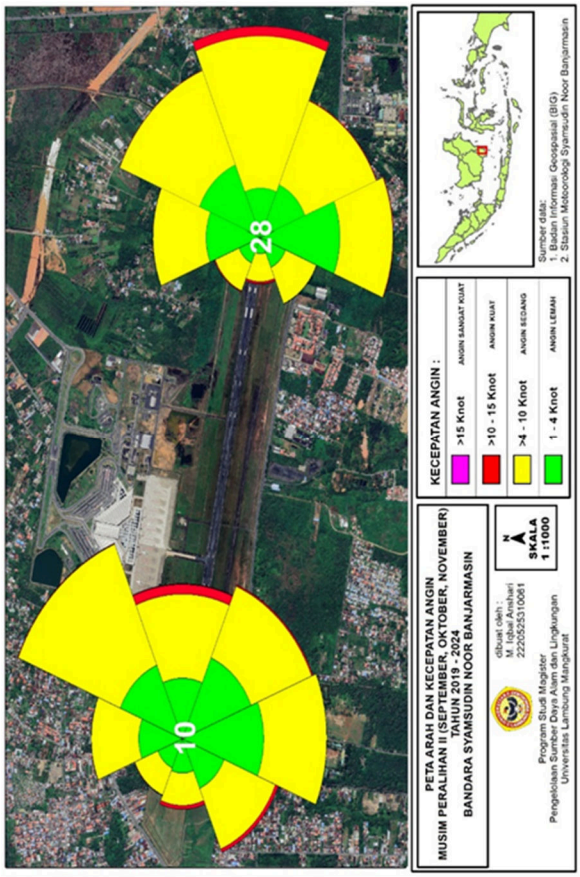
Pada musim peralihan I, Arah angin dominan dari Timur Laut (22,6° – 67,5°) dan Timur (67,6° – 112,5°). Ini adalah masa transisi dari muson barat ke muson timur, menyebabkan pola angin lebih bervariasi dan tidak sekuat musim utama. Kecepatan angin dominan pada rentang >4 – 10 Knot (angin sedang). Hasil validasi menunjukkan total 14 kejadian *go around*, dengan tailwind sebagai penyebab terbanyak (10 kali), dan 4 kali *windshear*. 9 kejadian *go around* terbanyak terjadi di landas pacu 10, akibat *tailwind* dan *windshear* dari arah barat (247,6°–292,5°). Disarankan menggunakan landas pacu 10 pada musim peralihan I untuk mendapatkan *headwind* dan pendaratan yang lebih aman.



Gambar 5. Peta Arah dan Kecepatan Angin Periode Musim Peralihan I (Maret, April, Mei) Tahun 2019 – 2024 di Bandara Syamsudin Noor Banjarmasin

Pola Distribusi Angin Permukaan Berdasarkan Musim Peralihan II (September, Oktober, November) dan Kaitannya dengan Kejadian Go Around

Pada musim peralihan II, Arah angin dominan dari Timur Laut (22,6° – 67,5°) dan Timur (67,6° – 112,5°). Ini adalah masa transisi dari muson timur ke muson barat, ditandai oleh angin yang tidak stabil. Kecepatan angin dominan pada rentang >4 – 10 Knot (angin sedang). Hasil validasi menunjukkan total 26 kejadian *go around*, dengan tailwind sebagai penyebab terbanyak (17 kali), dan 9 kali *windshear*. 20 kejadian *go around* terbanyak terjadi di landas pacu 28, disebabkan *tailwind* dan *windshear* dari arah Timur (67,6° – 112,5°). Disarankan menggunakan landas pacu 10 pada musim peralihan II untuk mendapatkan *headwind*.



Gambar 6. Peta Arah dan Kecepatan Angin Periode Musim Peralihan II (September, Oktober, November) Tahun 2019 – 2024 di Bandara Syamsudin Noor Banjarmasin

KESIMPULAN

Mengacu pada langkah-langkah yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Distribusi arah dan kecepatan angin di Bandara Syamsudin Noor Banjarmasin selama 2019-2024 didominasi oleh angin dari sektor Timur hingga Tenggara (67°–157°) dan Barat hingga Barat Laut (247°–337°), umumnya dalam kategori angin sedang (4–10 knot). Pola ini sangat dipengaruhi oleh perubahan musim.
2. Pola distribusi angin memiliki pengaruh nyata terhadap kegiatan *take off* dan *landing*. Kecepatan *tailwind* ≥10 knot berkontribusi terhadap kejadian *go*

around, terutama pada musim hujan dan musim peralihan di landas pacu 10.

3. Validasi distribusi angin terhadap kejadian *go around* pada 2021–2023 menunjukkan korelasi kuat antara *tailwind* ≥10 knot dengan *go around*, menegaskan pentingnya kondisi angin permukaan dalam keputusan operasional pesawat.
4. Penggunaan sistem AWOS yang didukung pemodelan WRPLOT terbukti efektif dalam memberikan informasi arah dan kecepatan angin secara spasial dan temporal, sehingga dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan keselamatan penerbangan melalui pemilihan arah landas pacu yang lebih optimal berdasarkan musim

SARAN

1. Pengelola Bandara Syamsudin Noor disarankan untuk terus melakukan pemantauan arah dan kecepatan angin secara berkelanjutan menggunakan sistem AWOS dan menganalisisnya secara periodik dengan aplikasi WRPLOT.
2. ATC (Air Traffic Controller) dan pihak bandara diharapkan lebih memperhatikan arah angin dominan musiman dalam pemilihan arah landas pacu saat proses *take off* dan *landing*. Misalnya, pada musim hujan lebih disarankan menggunakan landas pacu 28, sedangkan pada musim kemarau menggunakan landas pacu 10, guna menghindari risiko *tailwind*.
3. Pihak bandara dan maskapai penerbangan sebaiknya melakukan evaluasi rutin terhadap data meteorologi dan mengadakan pelatihan khusus bagi personel ATC dan pilot terkait pemahaman pola angin lokal, serta penggunaan data WRPLOT untuk pengambilan keputusan yang lebih tepat

DAFTAR PUSTAKA

Aerodromes Annex 14 to the Convention on ICAO Standards and Recommended Practices Volume I Aerodrome Design and Operations. (2009).

Anies ma'rufatin, Ardila yananto, Wahyu wido. (2024). Karakteristik Angin Wilayah Pesisir Utara Pulau Jawa Berdasarkan Variabilitas Monsun

Asyrofi, Mega Fitriyawita Pemanfaatan Data Awos Untuk Mengindentifikasi Angin Di Landas Pacu Bandara Supadio Pontianak Dengan Menggunakan WRPLOT.

Bandar, D. I., & Budiarto, U. (2023). *Pemilihan* Landas Pacu*, Cuaca Penerbangan, Vector Angin, Windrose*. *16*(01), 1–9.

Bellasio, R. (2014). Analysis of *Wind Data* for airport Landas Pacu design. Journal of Airline and Airport management. JAIRM, 2014 – 4(2), 97-116.

BMKG, 2014. PERKA BMKG No 3 Tahun 2019 tentang Pemberitahuan Status Operasional Stasiun Meteorologi Dalam Pelayanan Informasi Cuaca Penerbangan, BMKG, Jakarta.

Fadholi, A., Pangkalpinang, S. M., Bandara, J., Amir, D., & Pinang, P. (2013). *Analisis Data Arah Dan Kecepatan Angin* Landas Pacu *(*Landas Pacu*) Menggunakan Aplikasi Windrose Plot (Wrplot)* (Vol. 9, Nomor 2).

Fitriani, R. N., & Saputra, A. H. (2015). Efek bendung Pegunungan Meratus terhadap sebaran curah hujan di Provinsi Kalimantan Selatan periode tahun 2009–2012. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, *2*(2), 186–192.

G. W. H. van Es and A. K. Karwal, "Safety aspects of *tailwind* operations," Flight Safety Foundation, 2001.

Fatkhuroyan, F., Wati, T., & Kamid, A. (2018). Karakteristik Angin dan Temperatur Disekitar Calon Bandara Kulon Progo Untuk Keperluan *Take off* dan *Landing* Pesawat. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*, *7*, SNF2018-PA.

Gede, I. D., & Putra, A. (2017). *Kejadian Crosswind Di Landasan Pacu Bandara Supadio Pontianak Tahun 2016*. 390–394.

Giarno, G., Dupe, Z. L., & Mustofa, M. A. (2012a). Kajian Awal Musim Hujan dan Awal Musim Kemarau di Indonesia. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, *13*(1).

H. Ocherudy, "Evaluasi Fasilitas Sisi Udara Bandara Syamsudin Noor Banjarmasin Dalam Memfasilitasi Pertumbuhan Pergerakan Pesawat," ITS, 2016.

Haryanto, Y. D., Prayuda, S. S., Agdialta, R., Riama, N. F., Hartoko, A., Anggoro, S., & Zainuri, M. (2020). Identifikasi Borneo Vortex terhadap dinamika suhu permukaan laut di Laut Jawa. *Jurnal Penelitian Sains, 22*(3), 104–107.

ICAO (2009). Annex 14: Aerodromes. Vol 1. Aerodrome Design and Operations, Montreal: ICAO.

Irsan, R., & Istiqomah, Q. (2023). Analisis angin permukaan di Pelabuhan Dwikora Pontianak menggunakan wind rose. *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, *7*(1), 1–9.

Ishak, Suar., & Lukito, Indro. 2020. Analisa Pengaruh Arah dan Kecepatan Angin Saat *Take off* dan *Landing* di Bandara Adisutjipto Yogyakarta. Jurnal Sainstek STT Pekanbaru. vol. 02.

Konstruksi, M. (n.d.). *Evaluasi Panjang Dan Arah* Landas Pacu *Di Bandara Sultan Muhammad Kaharuddin Sumbawa*.

Kusumaningtyas, M. A., Bramawanto, R., Daulat, A., & Pranowo, W. S. (2014). Kualitas perairan Natuna pada musim transisi. *DEPIK Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir Dan Perikanan*, *3*(1).

Leroy, M. (n.d.). *P2 (42) : Crosswind and tailwind for aeronautical purpose : how to calculate them ? 2*(42).

McCarthy, J., Evans, J. E., & Mahoney, J. L. (2022). Addressing the microburst threat to aviation: Research-to-operations success story. *Bulletin of the American Meteorological Society, 103*(12), E2845–E2861.

Muallif. (2023). *Pengaruh angin muson, El Niño, dan La Niña terhadap perubahan musim di Indonesia*. Blog UI An-Nur Lampung.

Pakan, W. (2014). *Faktor Penyebab Kecelakaan Penerbangan di* Landas Pacu. Warta Penelitian Perhubungan, 26(3), 169.

Purnamawati, D. (2018, Juli 19). *BMKG: Musim kemarau di Indonesia dipengaruhi angin Monsun Australia*. ANTARA News.

Rahman, A. A., Ahyudanari, E., & Istiar. (2017). Perencanaan ulang layout Landas Pacu Bandara Syamsudin Noor Banjarmasin yang didasarkan pada hasil analisis Airports GIS FAA. *Jurnal Teknik ITS, 6*(2), E89–E94.

Rais, A. F., Wijayanto, B., & Meinovelia, E. (2020). *Analisis tailwind penyebab go-*

around pada 38 bandara di Indonesia dalam periode Januari–Februari 2020. Warta Penelitian Perhubungan, 32(2), 77–82.

Soepangkat. 1994. Pengantar Meteorologi. Jakarta: BPLG.

Stewart, R. H., 2008. Introduction To Physical Oceanography. Texas: Department of Oceanography Texas A & M University.

Ocherudy, M. H. (2016). *Evaluasi Fasilitas Sisi Udara Bandara Syamsudin Noor Banjarmasin Dalam Memfasilitasi Pertumbuhan Pergerakan Pesawat*.

T. Blajev, "Final Report to Flight Safety Foundation *Go around* Decision-Making and Execution Project," 2017.

Tjasyono, B. (1999). Klimatologi Umum, Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Ulfah, N., & Prokosawati, E. E. (2022). Analisis Stress Kerja Petugas Air Traffic Controller Terhadap Tingkat Keselamatan Penerbangan di Bandara Sultan Muhammad salahuddin Bima, Nusa Tenggara Barat. *Reslaj : Religion Education Social Laa Roiba Journal*, *4*(5), 1278–1285.

Utami, A. R., & Surachman, L. (2019). *Evaluasi Azimuth Landasan Bandara Internasional Husein Sastranegara Dengan Metode Wind Rose Azimuth Evaluation of* Landas Pacu *of Husein Sastranegara International Airport Using Wind Rose Method*. *September*, 10–14.

Van Es, G. W. H., & Karwal, A. K. (2001). *Safety aspects of tailwind operations* (NLR-TP-2001-003). Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (National Aerospace Laboratory NLR).

WMO. (2012). *Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation: Vol. WMO-No. 8* (WMO-No. 8). World Meteorological Organization.

World Meteorological Organization, Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation. Genewa. 2014.

Yuliana, R. (2018). *Peran Bandara dalam Mendukung Konektivitas Wilayah di Kalimantan Selatan*. Jurnal Wilayah dan Perencanaan, 14(3), 221–232.