

PEMANFAATAN DATA AWOS UNTUK MENGIDENTIFIKASI ANGIN DI LANDAS PACU BANDARA SUPADIO PONTIANAK DENGAN MENGGUNAKAN WRPLOT

THE UTILIZATION OF AWOS TO IDENTIFY WINDS AT SUPADIO AIRPORT'S RUNWAYS USING WRPLOT

Asyrofi^{1,*} dan Mega Fitriyawita²

- 1) Stasiun Meteorologi Supadio, Jl. Adi Sucipto KM. 17 Komplek Bandara Supadio, Kabupaten Kubu Raya, 78391
- 2) Stasiun Meteorologi Maritim Pontianak, Jl. Pelabuhan (Komplek Pelabuhan Dwikora), Kota Pontianak, 78112

*Email: asyrofi_empi@yahoo.co.id

ABSTRAK

Pemanfaatan peralatan canggih di bandar udara sangat dibutuhkan dalam rangka meminimalisir kecelakaan pesawat terutama pada saat takeoff dan landing. Bandar udara dengan landasan pacu yang memiliki sistem instrumen lepas landas (ILS) biasanya sudah memiliki peralatan otomatis untuk mengukur dan melaporkan unsur atau informasi cuaca yang dibutuhkan pada saat lepas landas. Stasiun Meteorologi Kelas I Supadio Pontianak telah memiliki Automated Weather Observing System (AWOS) kategori III yang terpasang di runway 15 dan 33 (R15/R33). Salah satu unsur atau parameter cuaca yang dihasilkan AWOS adalah arah dan kecepatan angin. Data arah dan kecepatan angin yang dihasilkan diolah menggunakan aplikasi WRPLOT (Wind Rose Plot for Meteorological Data) yang dapat menggambarkan distribusi arah dan kecepatan angin atau diagram wind rose dimasing-masing runway (R15 dan R33). Kondisi angin selama periode 2019-2022 pada R15 angin dominan bergerak dari arah timur laut (22.5°-67.5°) dengan prosentase sebesar 16.1% arah angin dominan berikutnya dari arah timur (67.5°-112.5°) dengan prosentase 14.9% dengan kecepatan angin yang paling dominan adalah 1.75-4.86 knot sebanyak 55.6%. Sedangkan pada R33 arah angin dominan bergerak dari arah timur (67.5°-112.5°) dengan prosentase 14.5% dan arah angin dominan berikutnya dari arah timur laut (22.5°-67.5°) dengan prosentase 14.0% dengan kecepatan angin yang paling dominan adalah 1.75-4.86 knot sebanyak 55.0%. Selama periode tahun 2019-2022 di Bandara Supadio Pontianak angin dengan kecepatan lebih dari 10 knot sering terjadi dari arah tenggara-utara.

Kata kunci: Angin, AWOS, WRPLOT, Windrose, Runway, Takeoff, Landing.

ABSTRACT

The utilization of advanced equipment at the airport are very required to minimize the aircraft accidents especially in takeoff and landing activities. An airport with Instrument Landing System (ILS) usually has automated equipment to observe and report the weather during takeoff. Station Meteorologi of Supadio Pontianak already has the category III - Automated Weather Observing System (AWOS) installed at the end of runways 15 and 33 (R15/R33). Included weather observed are wind direction and speed. Wind direction and speed are processed using WRPLOT (Wind Rose Plot for Meteorological Data) to describe the distribution of wind direction and rate or called as Wind Rose Diagram at each Runway 15 and 13 (R15/R33). Wind direction distribution along 2019-2022 at Runway 15 was mostly moved from Northeast (22.5°-67.5°) at a percentage of 16.1% and the next dominant direction was from East (67.5°-112.5°) at a percentage of 14.9%, with the

prevailing wind speed distribution was 1.75-4.86 knots at a percentage of 55.6%. At Runway 33, wind direction distribution along 2019-2022 mainly was moved from East (67.5°-112.5°) at a percentage of 14.5% and the next dominant direction was from Northeast (22.5°-67.5°) at a percentage of 14.0%, with the prevailing wind speed distribution was 1.75-4.86 knots at a percentage of 55.0%. During 2019-2022 at the Supadio Airport, wind speed distribution over 10 knots was moved from Southeast–North.

Keywords: *Wind, AWOS, WRPLOT, Windrose, Runway, Takeoff, Landing.*

1. Pendahuluan

Layanan transportasi penerbangan menjadi salah satu moda transportasi yang berkembang dengan pesat yang didukung dengan berbagai macam faktor seperti semakin canggihnya teknologi yang digunakan dalam dunia penerbangan, biaya operasional yang masih terjangkau, efisiensi waktu dalam perjalanan serta keamanan dan keselamatan yang menjadi prioritas bagi para penggunanya. Organisasi Penerbangan Sipil Internasional (ICAO) merupakan bagian dari Perserikatan Bangsa-bangsa yang berperan dalam merekomendasikan prinsip-prinsip dalam pelaksanaan layanan transportasi penerbangan, termasuk di dalamnya mengenai layanan meteorologi untuk keselamatan penerbangan. ICAO memberikan panduan dan standar Internasional untuk negara anggotanya dalam melaksanakan kegiatan penerbangan. [1] Dalam Annex 3 konvensi penerbangan sipil dijelaskan bahwa bandar udara dengan landasan pacu yang memiliki sistem instrumen lepas landas (ILS) kategori II dan III harus dilengkapi dengan peralatan otomatis untuk mengukur dan melaporkan unsur-unsur cuaca seperti arah dan kecepatan angin, jarak pandang, *runway visual range (RVR)*, tinggi dasar awan suhu udara dan titik embun serta tekanan udara guna mendukung operasi lepas landas dan tinggal landas. Sistem otomatis ini sering disebut sebagai *Automated Weather Observing System (AWOS)*.

Berdasarkan Perka BMKG No. 9 Tahun 2014 [2], Stasiun Meteorologi Kelas I Supadio memiliki tugas dan fungsi melakukan pengamatan, pengolahan dan pelayanan jasa, Stasiun Meteorologi Kelas I Supadio juga memberikan layanan informasi untuk penerbangan berupa *Metar, Spec, Local Routine Report, Special Routine Report, Tafor, Aerodrome Warning* dan layanan lainnya guna mendukung keselamatan dan efisiensi penerbangan. Sesuai instruksi ICAO dalam Annex 3 serta guna mendukung tugas dan fungsinya, di Stasiun Meteorologi Kelas 1 Supadio telah dipasang AWOS kategori III di ujung landas pacu (*runway*) 15 dan 33 Bandara Supadio Pontianak.

Informasi cuaca termasuk data arah dan kecepatan angin sangat dibutuhkan untuk keperluan *take off* dan *landing*, data arah dan kecepatan angin yang terkumpul melalui pengamatan stasiun meteorologi penerbangan dapat digunakan sebagai dasar uji kelaikan landas pacu. Pengolahan dan analisa data angin tersebut dapat memberikan gambaran tentang frekuensi dan distribusi angin di landasan tersebut yang ditampilkan dalam bentuk diagram mawar angin atau *windrose* dengan menggunakan aplikasi *WRPLOT*.

Salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan dan perancangan bandar udara adalah penentuan arah landas pacu yang memungkinkan di lokasi rencana pembangunan berdasarkan hasil analisis arah dan kecepatan angin. Selain itu, besar dan

kecilnya kecepatan angin dominan akan mempengaruhi penetapan jenis pesawat yang dapat dioperasikan di bandar udara tersebut. Data arah dan kecepatan angin dapat diperoleh dari stasiun meteorologi terdekat dengan rencana lokasi bandara merupakan pendekatan terbaik untuk mengetahui karakteristik dan pola arah angin di rencana lokasi bandar udara, karena ketersediaan data-series yang bisa mencakup rentang waktu yang lama. Pada umumnya dipergunakan data-series dengan cakupan waktu 5 tahun terakhir telah mampu menunjukkan kondisi wilayah kajian secara reliabel dan konsisten [3].

Informasi cuaca termasuk data arah dan kecepatan angin sangat dibutuhkan untuk keperluan *take off* dan *landing*, data arah dan kecepatan angin yang terkumpul melalui pengamatan stasiun meteorologi penerbangan dapat digunakan sebagai dasar uji kelayakan landas pacu. Pengolahan dan analisa data angin tersebut dapat memberikan gambaran tentang frekuensi dan distribusi angin di landasan tersebut yang ditampilkan dalam bentuk diagram mawar angin atau *windrose* dengan menggunakan aplikasi *WRPLOT*.

Dalam penelitian ini penulis memanfaatkan data arah dan kecepatan angin hasil pengamatan AWOS di landas pacu Bandara Supadio Pontianak selama tahun 2019-2022 menjadi diagram mawar angin (*windrose*) menggunakan *WRPLOT*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi distribusi arah dan kecepatan angin di landas pacu Bandara Supadio Pontianak selama tahun 2019-2022.

1.1. Automated Weather Observing System (AWOS)

AWOS adalah sebuah sistem terkomputerisasi yang secara otomatis

mengukur parameter cuaca, menganalisis dan menyajikan data serta menyebarkan informasinya kepada *Pilot ATC*, menggunakan jalur komunikasi berupa radio *VHF*, *NAVAID* atau *ATIS*. Secara umum AWOS terdiri dari bagian utama yaitu sensor-sensor, *data logger* atau *data collecting*, *server*, *client*, *display* dan peralatan pendukung berupa perangkat telekomunikasi dan power/catu daya [4].

1.2. Angin

Angin adalah gerak udara yang sejajar dengan permukaan bumi. Udara bergerak dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah. Angin diberi nama sesuai dengan dari arah mana angin datang, misalnya angin timur adalah angin yang datang dari arah timur, angin laut adalah angin dari laut ke darat, dan angin lembah adalah angin yang datang dari lembah menaiki gunung [5]. Angin adalah besaran vektor yang mempunyai arah dan kecepatan. Arah angin dinyatakan dalam derajat. Arah angin adalah arah darimana angin berhembus atau darimana arus angin datang dan dinyatakan dalam derajat yang ditentukan dengan arah perputaran jarum jam dan dimulai dari titik utara bumi dengan kata lain sesuai dengan titik kompas. Umumnya arus angin diberinama dengan arah dari mana angin tersebut bertiup, misalnya angin yang berhembus dari utara maka angin utara. Kecepatan angin adalah kecepatan dari menjalarnya arus angin dan dinyatakan dalam knot atau kilometer per jam maupun dalam meter per detik [6].

Secara umum angin yang berhembus di wilayah Indonesia pada November-Maret adalah dari baratan (*Monsun Asia*), sedangkan pada Mei-September berhembus dari timuran (*Monsun Australia*). Selain itu, bulan April dan Oktober jika ditinjau dari

massa udara yang berhembus adalah sebagai masa transisi [7].

1.3. Windrose dan WRPLOT

Perubahan arah dan kecepatan angin dengan waktu pada suatu lokasi dapat disajikan secara diagram dalam bentuk mawar angin. Sebuah mawar angin terdiri atas garis yang memancar dari pusat lingkaran dan menunjukkan arah dari mana angin bertiup. Panjang setiap garis menyatakan frekuensi angin dari arah tersebut. Karena angin merupakan besaran vektor maka angin dinyatakan dalam distribusi frekuensi dua arah, yaitu arah dan kecepatan angin [8].

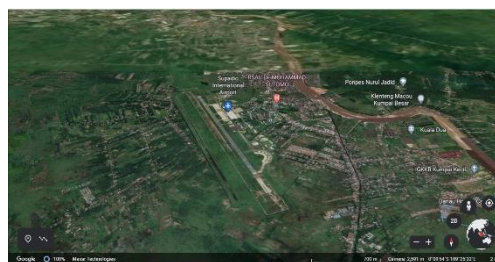
Windrose adalah sebuah grafik yang memberikan gambaran tentang bagaimana arah dan kecepatan angin terdistribusikan di sebuah lokasi dalam periode tertentu. *Windrose* merupakan representasi yang sangat bermanfaat karena dengan jumlah data yang sangat banyak namun dapat diringkas dalam sebuah diagram [9]. Cara untuk menampilkan data angin bervariasi, beberapa penyajian menunjukkan kelebihan daripada yang lain. Akhir-akhir ini jenis *windrose* baru disajikan sehingga kemampuannya bisa dipelajari [10]. *Windrose* memberikan gambaran ringkas namun sarat akan informasi tentang bagaimana arah dan kecepatan angin terdistribusi pada sebuah lokasi atau area. Ditampilkan dalam format sirkular, *windrose* menampilkan frekuensi dari arah mana angin berhembus. Panjang dari masing-masing kriteria yang mengelilingi lingkaran diasumsikan sebagai frekuensi waktu dimana angin berhembus dari arah tertentu [11].

WRPLOT View adalah program *windrose* untuk data meteorologi. *Software* ini menyediakan tampilan diagram *windrose*, analisis frekuensi, dan diagram untuk beberapa format data meteorologi. *Windrose* menggambarkan frekuensi kejadian

dari angin untuk setiap sektor angin spesifik dan kelas-kelas kecepatan angin untuk setiap tempat pada periode tertentu [12].

2. Metodologi

Daerah penelitian dalam tulisan ini meliputi sekitar landas pacu (*runway*) Bandara Supadio Pontianak yang terdiri atas *runway* 15 dan *runway* 33 (R15/R33) seperti pada gambar 1.



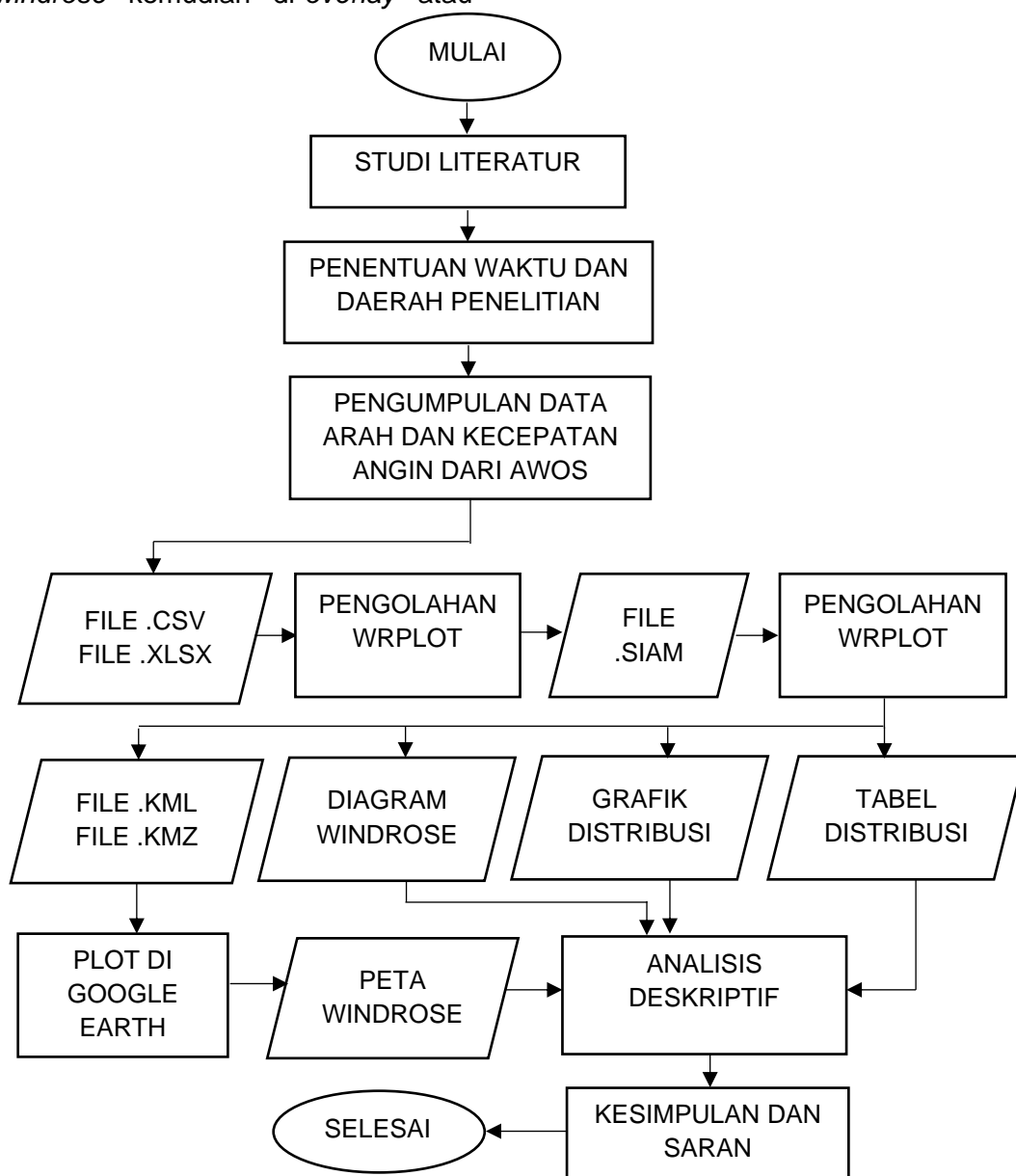
Gambar 1. Foto daerah penelitian menggunakan *Google earth*.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data arah dan kecepatan angin setiap jam mulai dari bulan Januari tahun 2019 sampai dengan bulan September tahun 2022 yang dihasilkan dari *AWOS* yang terpasang pada *runway* 15 dan *runway* 33 di Stasiun Meteorologi Kelas I Supadio Pontianak.

Selanjutnya, data arah dan kecepatan angin yang *download* dari *server AWOS* berupa file *csv* yang kemudian disusun secara series berdasarkan tahun bulan tanggal dan jam pada file *excel*, alur penelitian dapat dilihat pada gambar 2. Data yang telah disusun kemudian diolah menggunakan aplikasi *WRPLOT* yang menghasilkan file ekstensi *.siam*, dari file tersebut melalui aplikasi *WRPLOT* kemudian dapat menghasilkan atau menggambarkan distribusi arah dan kecepatan angin atau biasa disebut dengan diagram mawar angin (*windrose*). Hasil pengolahan data tersebut disajikan dalam periode tahunan (2019-2022) dan juga setiap bulan untuk mengetahui perbedaan

kecenderungan arah dan kecepatan angin setiap bulannya selama periode tahun 2019-2022. Hasil diagram *windrose* kemudian di-*overlay* atau

diplot pada aplikasi *Google earth* untuk menghasilkan tampilan yang lebih menarik dan mudah dipahami.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis deskriptif yang berfungsi untuk mendeskripsikan atau memberi gambaran terhadap objek yang diteliti melalui data atau sampel yang telah terkumpul untuk kemudian dianalisis untuk mendapatkan kesimpulan. Pendekatan dalam penelitian ini menggunakan pendekatan induktif

karena didasari pada fakta empiris. Analisis deskriptif dalam penelitian ini dilakukan terhadap diagram mawar angin (*windrose*) untuk menggambarkan distribusi arah dan kecepatan di Bandara Supadio selama 2019-2022 setiap bulannya dan dibahas berdasarkan posisi gerak semu Matahari (periode Matahari di BBU dan di BBS).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Windrose periode Maret–Agustus (Matahari di BBU)

Dari hasil gambar 3 dapat diketahui bahwa secara umum angin dominan di Bandara Supadio pada saat Matahari berada di Belahan Bumi Utara (BBU) yaitu periode Maret–Agustus bergerak dari arah timur laut hingga tenggara. Pada bulan Maret arah angin terbanyak di R15 bergerak dari arah timur laut (22.5° – 67.5°) dengan prosentase 20.8% arah dan arah angin terbanyak berikutnya dari arah barat (247.5° – 292.5°) dengan prosentase 14.5%. sedangkan di R33 arah angin terbanyak juga bergerak dari arah timur laut (22.5° – 67.5°) dengan prosentase 18.7% dan dari arah barat (247.5° – 292.5°) dengan prosentase 14.5%, dengan kecepatan angin yang paling sering terjadi adalah 1.75–4.86 knot dengan prosentase 58.6% di R15 dan 55.8% di R33.

Arah angin terbanyak pada bulan April di R15 bergerak dari arah timur laut (22.5° – 67.5°) dan timur (67.5° – 112.5°) dengan prosentase 21.1% dan 16.5%, pada R33 juga bergerak dari arah timur laut (22.5° – 67.5°) dan timur (67.5° – 112.5°) dengan prosentase 17.8% dan 17.3% dengan kecepatan dominan 1.75–4.86 knot. Pada bulan Mei angin terbanyak dari arah timur (67.5° – 112.5°) dengan prosentase 18.5% di R15 dan 18.2% di R33. Pada bulan Juni arah angin terbanyak dari arah timur (67.5° – 112.5°) dengan 18.3% di R15 dan dari arah tenggara (112.5° – 157.5°) dengan prosentase 19.3%. Pada bulan Juli di R15 angin terbanyak dari selatan (157.5° – 202.5°) sebanyak 18.6% sedangkan di R33 dari arah tenggara (112.5° – 157.5°) sebanyak 20.6%. Arah angin terbanyak pada bulan Agustus di R15 dan R33 dari arah tenggara (112.5° – 157.5°) dengan prosentase masing-masing 18.9% dan 22.9%.



Gambar 3. Peta Windrose Landas Pacu Bandara Supadio periode Maret–Agustus.

Dari gambar 3 juga dapat kita ketahui bahwa angin timuran (*Monsun Australia*) sangat jelas terlihat pada bulan Mei–Agustus, dimana pada bulan tersebut secara umum angin di wilayah Indonesia sangat dipengaruhi

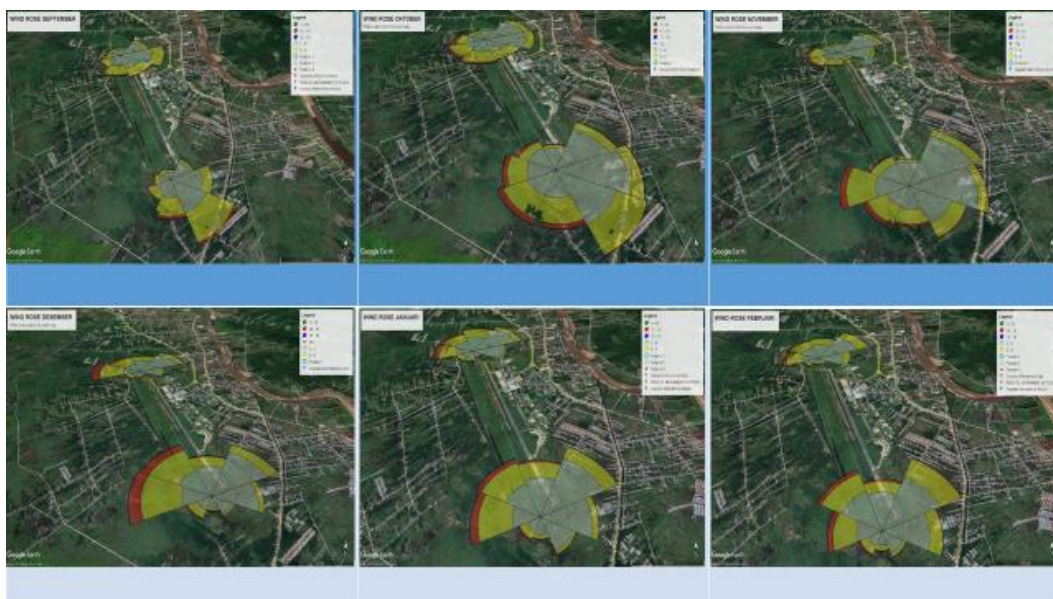
oleh angin timuran. Sedangkan pada bulan Maret–April merupakan masa transisi dimana arah angin pada bulan tersebut masih dipengaruhi oleh angin baratan (*Monsun Asia*).

3.2. Windrose periode September–Februari (Matahari di BBS)

Arah dan kecepatan angin pada periode September–Februari yaitu pada fase Matahari berada di Belahan Bumi Selatan (BBS) disajikan pada gambar 4, secara umum arah angin dominan pada periode tersebut berhembus dari arah barat–tenggara dengan prosentase kecepatan terbanyak pada periode tersebut adalah 1.75-4.86 knot. Pada bulan September arah angin dominan berhembus dari arah timur–tenggara (67.5° - 202.5°) dengan prosentase sebesar 17.9% (R15) dan 22.9% (R33). Pada bulan Oktober arah angin terbanyak juga berhembus dari arah timur–tenggara (67.5° - 202.5°) sebanyak 13.5% (R15) dan 13.7% (R33). Pada bulan November arah

angin dominan berhembus dari timur laut (22.5° - 67.5°) dengan prosentase sebesar 17.7% (R15) dan 15.1% (R33). Pada bulan Desember–Februari arah angin dominan bergerak dari arah barat–timur laut (247.5° - 67.5°).

Pada musim transisi (September–Oktober) dimana posisi matahari berada di atas equator menuju BBS, angin timuran masih cukup berpengaruh dapat dilihat dari gambar *windrose* pada bulan tersebut arah angin dominan masih dari arah tenggara. Sedangkan pada bulan November–Februari dimana sebagian besar wilayah Indonesia cukup dipengaruhi oleh *Monsun Asia* yang cukup kuat, terlihat dari gambar pola angin yang cukup dominan dari arah barat–timur laut pada bulan tersebut.



Gambar 4. Peta *Windrose* Landas Pacu Bandara Supadio periode September–Februari.

3.3. Windrose 2019-2022

Kondisi angin selama periode 2019-2022 dapat dilihat pada gambar 5, pada periode tersebut untuk R15 angin dominan bergerak dari arah timur laut (22.5° - 67.5°) dengan prosentase sebesar 16.1% arah angin dominan berikutnya dari arah timur (67.5° - 112.5°) dengan prosentase 14.9%

dengan kecepatan angin yang paling dominan adalah 1.75-4.86 knot sebanyak 55.6%. Sedangkan pada R33 arah angin dominan bergerak dari arah timur (67.5° - 112.5°) sebesar 14.5% dan arah angin dominan berikutnya dari arah timur laut (22.5° - 67.5°) dengan prosentase 14.0% dengan kecepatan angin yang paling dominan adalah 1.75-4.86 knot

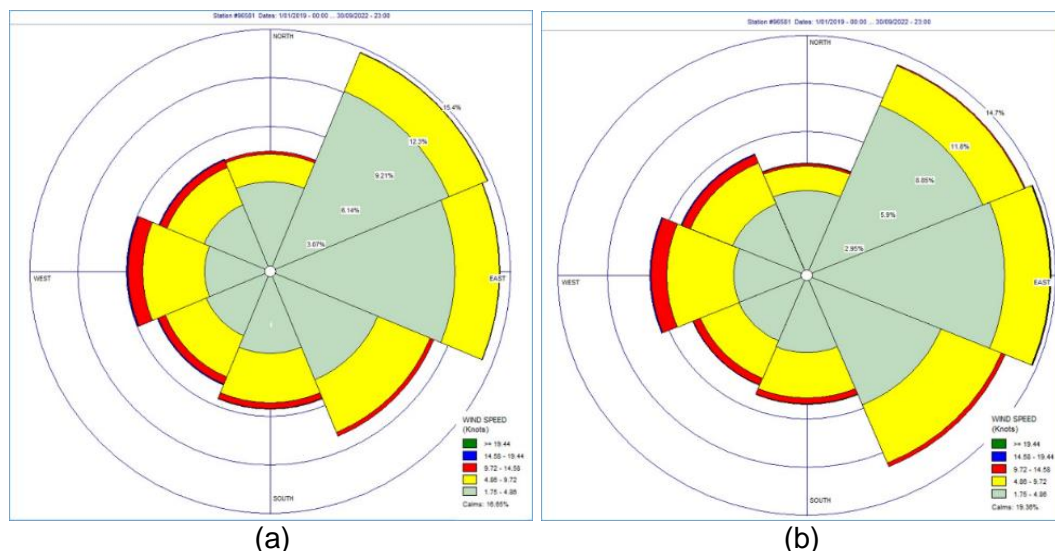
sebanyak 55.0%. Selama periode tahun 2019-2022 di Bandara Supadio Pontianak angin dengan kecepatan lebih dari 10 knot sering terjadi dari arah tenggara-utara, sementara untuk komponen angin *cross wind* dengan kecepatan lebih dari 10 knot terjadi

sebanyak 1.61% di R15 dan 1.47% di R33.

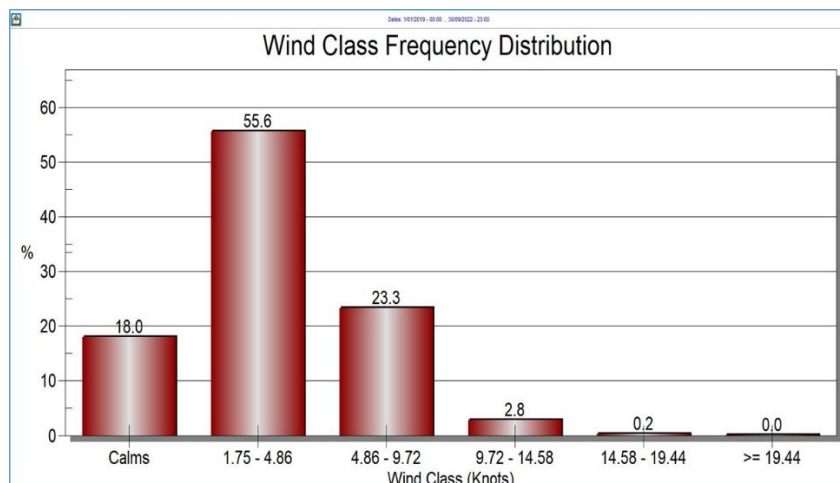
Tabel dan grafik distribusi angin pada tahun 2019-2022 di R15 dan di R33 dapat dilihat pada gambar 6, gambar 7, dan tabel 1.a., dan tabel 1.b.



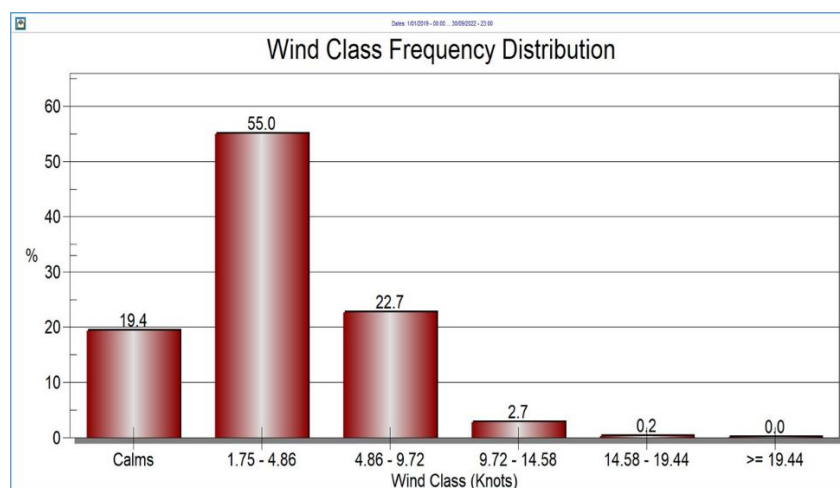
Gambar 5. Peta *Windrose* Landas Pacu Bandara Supadio periode Januari 2019–September 2022.



Gambar 6. Diagram *Windrose* Landas Pacu Bandara Supadio periode Januari 2019–September 2022.



(a) Runway 15



(b) Runway 33

Gambar 7. Grafik Distribusi Landas Pacu Bandara Supadio periode Januari 2019–September 2022.

Tabel 1.a. Tabel Distribusi Runway 15 periode Januari 2019–September 2022.

No.	Direction/Wind Classes (Knot)	1.75 - 4.86	4.86 - 9.72	9.72 - 14.58	14.58 - 19.44	>19.44	TOTAL (%)
1	337.5 - 22.5	5,6732	1,7668	0,1704	0,0183	0,003	7,6317
2	22.5 - 67..5	12,3539	2,6251	0,0487	0	0	15,0277
3	67.5 - 112.5	11,7741	2,8168	0,0609	0,0046	0	14,6564
4	112.5 - 157.5	7,4233	3,6158	0,2496	0,003	0	11,2917
5	157.5 - 202.5	5,1924	3,1516	0,3683	0,032	0,0015	8,7458
6	202.5 - 247.5	4,4391	2,8245	0,4778	0,0685	0,0091	7,8190
7	247.5 - 292.5	4,2108	3,9414	0,9146	0,0624	0,0046	9,1338
8	292.5 - 337.5	4,5776	2,5642	0,4794	0,0594	0,003	7,6836
Sub-Total		55,6444	23,3062	2,7697	0,2482	0,0212	81,9897
Calms							18,0074
Total							99,9971

Tabel 1.b. Tabel Distribusi *Runway* 33 periode Januari 2019–September 2022.

No.	Direction/Wind Classes (Knot)	1.75 - 4.86	4.86 - 9.72	9.72 - 14.58	14.58 - 19.44	>19.44	TOTAL (%)
1	337.5 - 22.5	5,2319	1,4792	0,1522	0,0152	0	6,8785
2	22.5 - 67..5	11,2673	2,6753	0,0517	0	0	13,9943
3	67.5 - 112.5	11,7300	2,6479	0,0639	0,006	0	14,4478
4	112.5 - 157.5	8,6012	3,8654	0,2587	0	0	12,7253
5	157.5 - 202.5	4,7419	2,8	0,3378	0,0274	0,003	7,9101
6	202.5 - 247.5	4,3493	2,4927	0,4383	0,0457	0,0091	7,3351
7	247.5 - 292.5	4,3128	3,9932	0,9131	0,0548	0,0061	9,2800
8	292.5 - 337.5	4,7419	2,724	0,5235	0,0731	0	8,0625
Sub-Total		54,9763	22,6777	2,7392	0,2222	0,0182	80,6336
Calms							19,3633
Total							99,9969

4. Kesimpulan

Dari pengolahan dan analisis data angin di bandara Supadio Pontianak tahun 2019-2022 yang bersumber dari AWOS dengan menggunakan *software WRPLOT*, penulis menyimpulkan beberapa poin penting, diantaranya:

1. Pengolahan data angin disuatu bandara menjadi penting untuk dikaji lebih jauh, baik untuk pemanfaatan rancang bangun bandara ataupun untuk kepentingan *take off* dan *landing* guna mendukung keselamatan penerbangan,
2. Pengolahan data angin yang dihasilkan oleh AWOS yang terpasang di *runway* lebih representatif untuk menggambarkan kondisi angin di sepanjang landasan,
3. Arah angin dominan di Bandara Supadio Pontianak selama periode 2019-2022 bergerak dari arah timur laut–timur (22.5°-112.5°) dengan prosentase sebanyak 31% di R15 dan 28.5% di R33, sedangkan kecepatan angin yang dominan adalah 1.75-4.86 knot yaitu sebanyak 55.6% pada R15 dan 55.0% pada R33,
4. Angin dengan kecepatan lebih dari 10 knot sering terjadi dari arah tenggara–utara, sementara untuk komponen angin *cross wind* dengan kecepatan lebih dari 10 knot terjadi sebanyak 1.61% di R15 dan 1.47% di R33,
5. Dari pengolahan data angin bulanan di Bandara Supadio Pontianak juga dapat diketahui bahwa angin timuran (*Monsun Australia*) sangat jelas terlihat pada bulan Mei–Agustus, dimana pada bulan tersebut angin dominan bergerak dari arah timur–tenggara (67.5°-202.5°), sedangkan pada bulan Maret–April merupakan masa transisi dimana arah angin pada bulan tersebut masih dipengaruhi oleh angin baratan (*Monsun Asia*). Pada musim transisi September–Oktober dimana posisi matahari berada di atas equator menuju BBS, angin timuran masih cukup berpengaruh dapat dilihat dari gambar *windrose* pada bulan tersebut arah angin dominan masih dari arah tenggara. Pada bulan November–Februari dimana sebagian besar wilayah Indonesia dipengaruhi oleh *Monsun Asia* yang cukup kuat yang ditandai dengan arah angin dominan dari barat–timur laut.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas motivasi, sarana dan prasarana, serta kesempatan melakukan penelitian kepada Bapak Nanang Buchori selaku Kepala Stasiun Meteorologi Supadio Pontianak dan Bapak Slamet Wiyono selaku Kepala Stasiun Meteorologi Maritim Pontianak.

Daftar Pustaka

- [1] ICAO (2010). Annex 3: Meteorological Service for International Air Navigation, Montreal: *ICAO*.
- [2] BMKG (2014). Peraturan Kepala BMKG Nomor 9 Tahun 2014 Tentang Uraian Tugas Stasiun Meteorologi, Jakarta: *BMKG*.
- [3] ICAO (2009). Annex 14: Aerodromes. Vol 1. Aerodrome Design and Operations, Montreal: *ICAO*.
- [4] Putra, M., dkk. (2020). Mengenal Awos Sistem Pengamat Cuaca Otomatis untuk Layanan Informasi Cuaca Penerbangan, Jakarta: *Kencana*.
- [5] Tjasyono, B. (1999). Klimatologi Umum, Bandung: *Institut Teknologi Bandung*.
- [6] Soepangkat (1994). Pengantar Meteorologi, Jakarta: *Akademi Meteorologi dan Geofisika*.
- [7] Fitriyawita, M., dkk. (2020). Hubungan Pola Garis Arus Angin (Streamline) dengan Distribusi Hujan di Kalimantan Barat, *PRISMA FISIKA*, 8 (2), 135-146.
- [8] Tjasyono, B. (1999). Klimatologi Umum, Bandung: *Institut Teknologi Bandung*.
- [9] Fadholi, A. (2013). Analisis Data Arah dan Kecepatan Angin Landas Pacu (Runway) Menggunakan Aplikasi Windrose Plot (Wrplot), *Jurnal Ilmu Komputer*, 9 (2), 91-94.
- [10] Crutcher, H.L. (1956). On The Standard Vector-Deviation Wind Rose, *Jurnal Of Meteorology*, 14, 28-33.
- [11] Wind Rose Resources. (<https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/wcc/home/climateSupport/windRoseResources>), diakses 17 Oktober 2022.
- [12] Lakes Environmental (2011). WRPLOT View: Wind Rose Plots for Meteorological Data, Ontario: *Lakes Environmental*.