



Analisis Data Angin Permukaan Di Bandar Udara Budiarto Dengan Menggunakan Metode *Wind Rose* Untuk Meningkatkan Keselamatan Terbang Taruna

An Analysis of the Surface Wind Data at Budiarto Airport by Using Wind Rose Method to Improve Cadets' Fly Safety

Muhammad Aulia Nafi¹, Alfaridzi^{1*}, Ika Endrawijaya², Arsanto Noorwahyu W.³

^{1,2,3} Prodi Penerbang Politeknik Penerbangan Indonesia Curug Jl. Raya PLP Curug, Serdang Wetan, Kec. Legok, Kab. Tangerang, Banten, 15820
nafi18alfaridzi@gmail.com

Abstract

Wind conditions affect the stages of take-off, cruising, and landing in flight. To find out the wind conditions, it is necessary to analyze the surface winds, as well as at Budiarto Airport, which is the location of the flying training for several flight schools. One of them is the Politeknik Penerbangan Indonesia Curug (PPIC). For efficiency and optimization of the flight training schedules and for the safety of flight cadets, this research is important to do. This study aims to determine the effect of surface winds at Budiarto Airport on flight training activities for PPIC cadets, to determine the ideal wind conditions for cadets' flight training activities with solo and mutual phases, and to obtain the results of monthly surface wind trends analysis. For this reason, the wind rose method is used. This analytical descriptive study was conducted with stages of observation, problem formulation, data collection, data tabulation, and data processing. Data were collected by calculating and making tables of relative frequency of wind direction and speed. Data processing is done by making a diagram of the direction and speed of the wind using the wind rose method with the help of the WRPLOT application. The result is that the surface wind at Budiarto Airport can be categorized as safe for PPIC cadet flight training. The wind speed with the highest percentage is wind with a speed below 10 knots (94.6%). The wind direction with the highest percentage is from 225° to 255° (13.15%). The recommended time for solo and mutual flight training for PPIC cadets is April to October.

Keywords: Surface Wind, Budiarto Airport, Wind Rose Method, Flying Safety

Abstrak

Kondisi angin mempengaruhi tahapan *take off*, *cruising*, dan *landing* dalam penerbangan. Untuk mengetahui kondisi angin diperlukan analisis tentang angin permukaan, begitu pula di Bandara Budiarto yang menjadi lokasi latihan terbang beberapa sekolah penerbangan. Salah satunya adalah Politeknik Penerbangan Indonesia Curug (PPIC). Guna efisiensi dan optimalisasi jadwal latihan terbang dan demi keselamatan para taruna penerbangan, penelitian ini penting untuk dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh angin permukaan di Bandara Budiarto terhadap kegiatan latihan terbang bagi taruna PPIC, untuk mengetahui keadaan angin yang ideal untuk kegiatan latihan terbang taruna dengan fase *solo* dan *mutual*, serta untuk mendapatkan hasil analisis tren angin permukaan setiap bulannya. Untuk itu, digunakan metode *wind rose*. Penelitian deskriptif analitis ini dilakukan dengan tahapan observasi, perumusan masalah, pengambilan data, tabulasi data, dan pengolahan data. Data dikumpulkan dengan teknik menghitung dan membuat tabel frekuensi relatif arah dan kecepatan angin. Pengolahan data dilakukan dengan membuat diagram arah dan kecepatan angin menggunakan metode *wind rose* dengan bantuan dari aplikasi WRPLOT. Hasilnya adalah angin permukaan di Bandara Budiarto dapat dikategorikan aman untuk latihan terbang taruna PPIC. Kecepatan angin dengan persentase tertinggi adalah angin dengan kecepatan di bawah 10 knots (94,6%). Arah angin dengan persentase tertinggi adalah dari arah 225° sampai dengan 255° (13,15%). Waktu yang disarankan untuk melakukan latihan terbang *solo* dan *mutual* bagi taruna PPIC adalah pada bulan April sampai dengan Oktober.

Kata Kunci: Angin Permukaan, Bandara Budiarto, Metode *Wind Rose*, Keselamatan Terbang

1. Pendahuluan

Muhammad Aulia Nafi¹, Alfaridzi

Jurnal ENERGY (Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Teknik) Vol. 13 No. 1 (2023)

Transportasi udara memiliki standar keselamatan yang sangat tinggi untuk tercapainya *zero accident*. Kesalahan sekecil apapun dapat berakibat fatal bagi keselamatan penerbangan. Standar keselamatan dalam dunia penerbangan diatur secara internasional oleh *International Civil Aviation Organization (ICAO)*. Faktor yang memengaruhi keselamatan di dunia penerbangan antara lain petugas ground control, air control dan cuaca (meteorologi). Terdapat tiga tahapan dalam kegiatan terbang yaitu *take off* (lepas landas), *cruising* (jelajah) dan *landing* (pendaratan). Salah satu faktor meteorologi yang mempengaruhi ketiga tahapan tersebut adalah angin. Pendaratan adalah tahapan yang paling rawan terjadi kecelakaan karena saat melakukan pendaratan, pesawat dalam keadaan mengurangi ketinggian dan posisinya dekat dengan tanah. Pada tahap ini, semua operator penerbangan sangat penting mengetahui kondisi angin permukaan landasan pacu. Hal ini karena kestabilan pesawat dan cara pilot melakukan pendaratan akan dipengaruhi oleh keadaan angin yang berhembus di permukaan landasan pacu [1].

Untuk mengetahui kondisi angin terkait dengan keselamatan kegiatan penerbangan diperlukan analisis tentang angin permukaan di suatu bandar udara. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode *wind rose* [2]. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui variasi arah dan kecepatan angin yang terjadi pada lokasi dan periode waktu yang ditentukan. Analisis ini harusnya dapat dilakukan di seluruh bandara di Indonesia. Pada penelitian ini, analisis dilakukan di Bandar Udara Budiarto karena bandara ini banyak digunakan sebagai lokasi latihan terbang oleh siswa penerbang dari beberapa sekolah penerbangan yang ada di sekitar Bandar Udara Budiarto. Salah satunya Politeknik Penerbangan Indonesia Curug (PPIC). Bandar Udara Budiarto terletak di Kelurahan Curug Kecamatan Serdang Wetan Kabupaten Tangerang Provinsi Banten. Bandara ini memiliki empat landasan pacu (*runway*) yang saling bersilangan yaitu *runway 30-12* dan *runway 04-22*. Ini mengindikasikan tingginya variasi arah dan kecepatan angin permukaan di Bandar Budiarto. Bentuk *runway* menyilang akan memudahkan pilot untuk mendaratkan pesawat. Banyaknya pilihan *runway* ini berarti bahwa lepas landas dan pendaratan pesawat dengan keadaan angin silang (*cross wind*) dapat diminimalisasi. Mendaratkan pesawat dalam keadaan *cross wind* memiliki tingkat kesulitan dan kemungkinan *go-around* yang tinggi. Pendaratan dalam keadaan ini juga dapat menyebabkan insiden seperti pesawat keluar landasan jika pilot tidak segera mengambil keputusan untuk melakukan *go-around*. Oleh karena itu, *air traffic controller (ATC)* Bandara Budiarto harus memanfaatkan keempat *runway* tersebut untuk meminimalisasi keadaan *cross wind* saat *take-off* dan *landing*.

Pada umumnya, lalu lintas (*traffic*) pada Bandara Budiarto dilakukan oleh pesawat-pesawat latih seperti *piper archer*, *piper warrior*, dan *Cessna 172* yang berukuran kecil. Menurut CASR part 1, pesawat kecil yang dimaksud adalah pesawat dengan berat *take-off* dibawah 12,500 pon atau 5700 kilo gram [3]. Rata rata kecepatan pesawat saat melakukan *approach* adalah dibawah 91 *knots*. Ini artinya bahwa pesawat tersebut termasuk dalam kategori A. Dijelaskan dalam dokumen ICAO 8168, kategori A adalah untuk pesawat dengan kecepatan *approach* di bawah 91 *knots*, kategori B 91 sampai dengan 121 *knots*, kategori C 121 sampai dengan 141 *knots*, kategori D 141 sampai dengan 166 *knots*, kategori E 166 sampai dengan 211 *knots*, dan kategori H untuk helikopter [4]. Pada kategori A, dengan *airspeed* serendah itu, angin permukaan sangat berpengaruh terhadap kestabilan pesawat saat akan melakukan pendaratan. PPI Curug menerbitkan *Safety Procedure Booklet* yang berisi panduan dan batasan dalam melakukan operasi penerbangan. Pada bagian *weather minimum*, tertulis bahwa untuk melakukan *solo flight* dan *mutual flight* angin permukaan tidak boleh lebih dari 10 *knots* [5]. Itu artinya saat kondisi kecepatan angin permukaan lebih dari 10 *knots* maka kegiatan *solo flight* dan *mutual flight* tidak dapat dilakukan. Selama ini, pembatalan jadwal terbang untuk *solo* dan *mutual* pada bulan-bulan tertentu sering terjadi. Untuk itu, penelitian ini dilakukan agar pembuatan *schedule* terbang dapat disesuaikan saat kondisi angin kencang agar efisiensi *schedule* dan keselamatan terbang dapat ditingkatkan.

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang telah dijelaskan sebelumnya, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh angin permukaan pada Bandar Udara Budiarto terhadap kegiatan latihan terbang taruna Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, untuk mengetahui kondisi angin permukaan Bandar Udara Budiarto setiap bulannya, dan untuk mengetahui waktu yang aman untuk melaksanakan latihan terbang untuk taruna dengan fase *solo* dan *mutual* di Bandar Udara Budiarto. Kegiatan penerbangan sangat dipengaruhi oleh kondisi angin di bandara. Angin yang bertiup di dekat permukaan bumi disebut angin permukaan. Pada umumnya angin ini diukur pada ketinggian 10 meter dari permukaan tanah dan ditempat yang terbuka [6]. Dalam hal ini, yang dimaksud adalah angin yang bertiup di dekat permukaan runway Bandar Udara Budiarto pada ketinggian 10meter dari permukaan.

Secara teoretis, kecepatan angin di permukaan bumi dipengaruhi hambatan yang disebabkan oleh kontur tanah. Hambatan ini dapat menyebabkan angin mengalami perlambatan. Efek dari hambatan ini akan berkurang

sesuai dengan ketinggian permukaan tanah. Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan angin pada suatu bandara antara lain: 1) tingkat kekerasan permukaan, 2) letak geografis, dan 3) topografi di sekitar bandara. Semakin keras suatu permukaan tanah menyebabkan rendahnya hambatan terhadap kecepatan angin. Bandara yang terletak di daerah pesisir pantai memiliki kecepatan angin yang lebih tinggi daripada bandara yang terletak di tengah hutan atau di daerah pegunungan. Lokasi bandara yang berada di daerah yang memiliki variasi ketinggian akan berbeda iklim anginnya dengan bandara yang berada di daratan terbuka yang datar. Begitu pula, bandara yang dikelilingi oleh lapangan terbuka akan memiliki iklim yang berbeda dari bandara yang dikelilingi oleh pegunungan [7]. Sementara, *Wind gust* dari awan *cumulonimbus* (Cb) dapat menyebabkan angin dengan kecepatan tinggi pada *lower throposphere*. Keberadaan *wind gust* ini dapat menjauhi lokasi awal awan *cumulonimbus* dengan jarak yang bisa mencapai puluhan kilometer. Selain itu, di Indonesia terdapat juga *westerly wind burst* yang bisa menyebabkan angin dengan kecepatan tinggi dan siklus *diurnal* yang dapat menyebabkan angin berkecepatan lebih dari 10 meter per detik [8].

Angin kencang ini dapat menyebabkan pesawat bergerak tidak mengikuti jalur yang seharusnya terhadap tanah melainkan pesawat akan terbawa massa udara yang bergerak [9]. Artinya pesawat dapat melenceng terhadap jalur yang ditentukan jika terdapat angin yang mempengaruhinya. Berdasarkan arahnya, angin yang berpengaruh secara horizontal terhadap pesawat ada tiga macam yaitu, *headwind*, *tailwind* dan *crosswind*. *Headwind* adalah angin yang berhembus melawan arah pesawat bergerak (Strategy Definition & Meaning Britannica Dictionary, n.d.). Terbang dengan kondisi *headwind* dapat mengurangi kecepatan pesawat terhadap daratan meskipun dengan indikator *airspeed* yang sama pada instrument pesawat (SKYbrary, n.d.-a). Hal ini tentu saja merugikan kegiatan penerbangan karena waktu yang dibutuhkan akan lebih lama dan bahan bakar yang digunakan akan lebih banyak untuk sampai ke tempat tujuan. Namun, melakukan lepas landas dan mendarat dalam keadaan *headwind* akan membutuhkan jarak yang lebih pendek yang berarti menguntungkan bagi pesawat.

Tailwind adalah angin yang berhembus kearah yang sama dengan arah pesawat bergerak (Tailwind Definition & Meaning | Britannica Dictionary, n.d.). Terbang dalam kondisi *tailwind* dapat menambah kecepatan pesawat terhadap daratan (Experimental Aircraft Info, n.d.). Hal ini tentu saja akan menguntungkan pesawat karena waktu yang dibutuhkan akan lebih singkat dan bahan bakar yang digunakan akan lebih sedikit untuk mencapai tujuan. Sedangkan, lepas landas dan mendarat dalam keadaan *tailwind* akan merugikan bagi pesawat. Jarak yang dibutuhkan untuk mengudara saat lepas landas akan lebih panjang begitu pula saat mendarat (SKYbrary, n.d.-b). Dibutuhkan jarak 25% lebih panjang bagi sebuah pesawat untuk lepas landas pada kondisi 5 knots *tailwind* dan sekitar 55% lebih panjang saat kondisi 10 knots *tailwind* (Experimental Aircraft Info, n.d.). Sementara, operasional pesawat dan bandar udara memiliki limitasi operasional *tailwind* yang biasanya tidak lebih dari 10 knots [10].

Crosswind adalah angin yang berhembus tegak lurus terhadap arah pesawat tetapi sejajar dengan tanah [11]. Terbang dalam keadaan *crosswind* dapat mengubah jalur penerbangan yang ditetapkan. Untuk melakukan lepas landas dan mendarat dalam keadaan *crosswind*, diperlukan penyesuaian khusus agar pesawat tetap pada jalurnya. Penyebab utama pesawat keluar *runway* saat mendarat dalam keadaan *crosswind* adalah perhitungan dan pengambilan keputusan awak pesawat yang buruk. Permukaan *runway* yang licin juga sering dikaitkan dengan kecelakaan ini [12]. Pada *flight manual*, pesawat umumnya memiliki *demonstrated crosswind component* yang menunjukkan bahwa pengetesan yang dilakukan pabrikan terhadap pesawat menyatakan bahwa pesawat masih dapat terkendali dalam menangani *crosswind* [13]. Pada *Pilot Operating Handbook*, pada pesawat Pa-28-181 tertulis bahwa *demonstrated crosswindnya* sebesar 17 knots tetapi tertulis juga bahwa nilai tersebut bukanlah batasan [14].

Salah satu metode untuk menganalisis arah dan kecepatan angin suatu tempat tertentu adalah metode *wind rose* [15]. *Wind rose* merupakan peta diagram yang merangkum informasi tentang angin di lokasi tertentu selama periode waktu tertentu [16]. Dalam kamus istilah meteorologi juga disebutkan bahwa *wind rose* atau kembang angin adalah diagram kembang yang menyatakan frekuensi arah dan laju angin pada suatu stasiun dalam satu periode [6]. Terdapat tiga langkah dalam melakukan analisis menggunakan metode *wind rose*. Pertama, mengumpulkan data arah dan kecepatan angin tiap jamnya pada lokasi dan waktu yang telah ditentukan. Dari data yang didapatkan, dibuat tabel distribusi frekuensi arah dan kecepatan anginnya. Banyaknya angin yang berhembus merupakan frekuensi arah dan kecepatan angin. Kedua, dari tabel tersebut dibuat tabel distribusi frekuensi relatifnya. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan persentase dari tiap arah dan kecepatan anginnya. Ketiga, dari tabel distribusi frekuensi relatif dibuat diagram *wind rose* sesuai dengan data yang didapatkan [15].

2. Metodologi

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif. Penelitian kuantitatif merupakan penelitian yang terstruktur dan hasilnya tidak untuk digeneralisasikan [17]. Metode kuantitatif dipilih karena data yang digunakan dalam penelitian berupa angka-angka dan analisis statistik [18]. Dalam penelitian ini, dilakukan analisis data terhadap arah dan kecepatan angin permukaan Bandar Udara Budiarto. Analisis data yang dimaksud adalah mengelompokkan data berdasarkan variabel dan jenis data, mentabulasi data berdasarkan variabel dari seluruh data, dan melakukan perhitungan untuk menjawab rumusan masalah [19].

Statistik yang digunakan dalam penelitian ini adalah statistik deskriptif. Menurut Sugiyono statistik deskriptif adalah statistik yang bertujuan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum [19]. Dalam penelitian ini tidak dilakukan pengamatan arah dan kecepatan angin secara langsung. Melainkan, hanya mengolah data arah dan kecepatan angin dari database yang bersumber dari pengamatan harian stasiun meteorologi Bandar Udara Budiarto. Jadi, metode pengumpulan data dalam penelitian ini adalah dokumentasi, yaitu menggunakan dokumen yang sudah ada. Data yang diolah adalah data arah dan kecepatan angin permukaan Bandar Udara Budiarto tiap jam selama lima tahun yaitu tahun 2016 sampai dengan 2021 dari bulan Januari hingga Desember. Alat yang digunakan untuk mengukur arah dan kecepatan angin di stasiun ini menggunakan alat anemometer dengan jenis mangkok.

Sementara, pengolahan data terhadap arah dan kecepatan angin permukaan tiap jam adalah dengan membuat tabel distribusi frekuensi sesuai dengan arah dan interval kecepatan yang telah ditentukan. Data arah dan kecepatan angin diolah dengan cara mengklasifikasikan arah menjadi 12 bagian dengan sudut sebesar 30° yaitu 345° sampai dengan 15°, 15° sampai dengan 45°, 45° sampai dengan 75°, 75° sampai dengan 105°, 105° sampai dengan 135°, 135° sampai dengan 165°, 165° sampai dengan 195°, 195° sampai dengan 225°, 225° sampai dengan 255°, 255° sampai dengan 285°, 285° sampai dengan 315° dan 315° sampai dengan 345°. Sedangkan, kecepatan arah anginya diklasifikasikan ke dalam 4 kelas yaitu 1 knots sampai dengan 5 knots, 5 knots sampai dengan 10 knots, 10 knots sampai dengan 15 knots dan lebih dari sama dengan 15 knots. Pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan bantuan dari aplikasi WRPLOT (Wind Rose Plots for Meteorological data) yang dapat menunjukkan arah dan perbedaan besarnya kecepatan angin antara suatu kelas dengan kelas lainnya. Sebagai penunjang analisis, disertakan grafik *wind rose* angin permukaan yang terjadi [2].

3. Hasil dan Pembahasan

Pengaruh Angin Permukaan pada Bandar Udara Budiarto terhadap Kegiatan Latihan Terbang Taruna Politeknik Penerbangan Indonesia Curug.

Untuk mengetahui pengaruh angin permukaan pada Bandar Udara Budiarto terhadap kegiatan latihan terbang taruna/taruni Politeknik Penerbangan Indonesia (PPI) Curug, dilakukan analisis data angin pada tahun 2016-2021 dari bulan Januari hingga Desember. Tahap pertama dalam penelitian ini yaitu dengan mengumpulkan data angin permukaan dari database stasiun meteorologi Bandar Udara Budiarto yang berbentuk buku hasil pengamatan. Dari buku tersebut didapat data mentah arah dan kecepatan angin permukaan tiap jamnya. Kemudian data tersebut diolah menjadi tabel distribusi frekuensi seperti tabel IV.1.

Tabel.1. Frekuensi Angin Permukaan Tahun 2016-2021

Direction / Speed	1 - 4	5 - 9	10 - 14	>= 15	Total
345 - 15	772	1089	184	10	2055
15 - 45	882	788	183	19	1872
45 - 75	726	590	85	11	1412
75 - 105	966	558	84	13	1621
105 - 135	1640	573	44	4	2261
135 - 165	1724	382	29	7	2142
165 - 195	1336	230	19	2	1587
195 - 225	2643	846	122	28	3639
225 - 255	3546	2724	712	114	7096
255 - 285	2224	2141	584	150	5099
285 - 315	1211	1181	230	36	2658

315 - 345	883	1085	252	19	2239
Sub-Total	18553	1218	2528	413	33681
		7			
<i>Calms</i>					20267
Missing					0
Total					53948

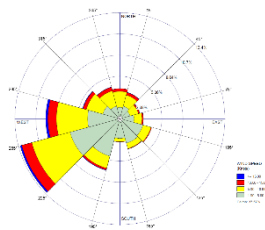
$Persentase (\%) = \frac{\text{Frekuensi bagian}}{\text{Frekuensi total}} \times 100\% \dots\dots\dots \text{Rumus 1}$

Tabel 1 merupakan hasil rekapitulasi dari data angin permukaan perjam di Bandar Udara Budiarto. Dari hasil rekapitulasi data tersebut kemudian dihitung persentasenya menggunakan rumus 1 untuk selanjutnya dibuat tabel distribusi frekuensi relatif pada tabel 2.

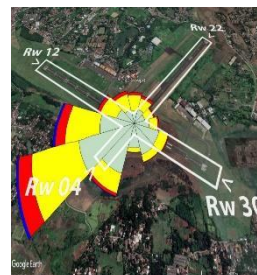
Tabel 2. Frekuensi Relatif Angin Permukaan Tahun 2016-2021

Direction Speed	1 - 4	5 - 9	10 - 14	>= 15	Total
345 – 15	1,43%	2,02%	0,34%	0,02%	3,81%
15 - 45	1,63%	1,46%	0,34%	0,04%	3,47%
45 - 75	1,35%	0,09%	0,16%	0,02%	2,62%
75 - 105	1,79%	1,03%	0,16%	0,02%	3,00%
105 - 135	3,04%	1,06%	0,08%	0,01%	4,19%
135 - 165	3,20%	0,71%	0,05%	0,01%	3,97%
165 - 195	2,48%	0,43%	0,04%	0,00%	2,94%
195 - 225	4,90%	1,57%	0,23%	0,05%	6,75%
225 - 255	6,57%	5,05%	1,32%	0,21%	13,15%
255 - 285	4,12%	3,97%	1,08%	0,28%	9,45%
285 - 315	2,24%	2,19%	0,43%	0,07%	4,93%
315 - 345	1,64%	2,01%	0,47%	0,04%	4,15%
Sub-Total	34,39%	22,59%	4,69%	0,77%	62,43%
<i>Calms</i>					37,57%
Missing					0%
Total					100%

Setelah dibuat tabel distributif frekuensi relatifnya (Tabel 2), diagram *wind rose* dibuat sesuai dengan arah, kecepatan, dan persentasenya. Arah datangnya angin ditunjukkan oleh sudut diagram. Kecepatan angin ditunjukkan oleh warna diagram. Sedangkan, persentase ditunjukkan oleh besarnya diagram yang mengacu pada skala yang tertulis di lingkaran pada diagram.



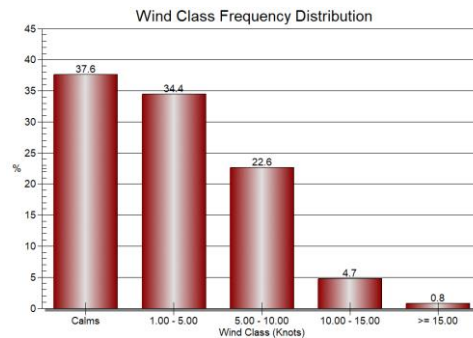
Gambar 1. Diagram Wind Rose Tahun 2016-2021



Gambar 2. Citra Satelit Diagram Wind Rose Tahun 2016-2021

Gambar 1 adalah diagram *wind rose* hasil pengolahan data secara keseluruhan pada tahun 2016 sampai dengan 2021. Dari diagram tersebut, terlihat arah angin dengan persentase tertinggi yaitu angin yang berhembus dari arah 225°-255° dengan persentase 13,15%. Hal ini berarti bahwa *runway* yang sering digunakan adalah *runway* 22 karena untuk melakukan lepas landas dan pendaratan pesawat sebaiknya menggunakan *runway* yang arahnya sejajar berlawanan dengan arah datangnya angin. Namun, perlu diperhatikan juga angin dengan persentase tertinggi kedua yang berhembus dari arah 255°-285° sebesar 9,45%. Angin dari arah tersebut dapat menimbulkan

potensi landing dengan keadaan *crosswind* karena arah datangnya angin tidak sejajar dengan arah *runway* 22 maupun 30. Untuk meningkatkan kemungkinan lepas landas dan mendarat dengan keadaan *headwind* perlu diperhatikan juga angin yang memiliki persentase kecil.

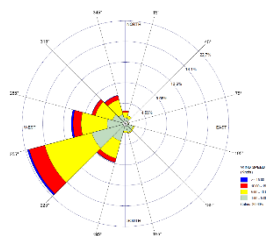


Gambar 3. Diagram Kecepatan Angin Tahun 2016-2021

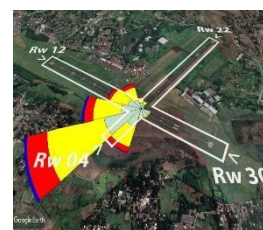
Kecepatan angin dengan persentase terbanyak di bulan Januari adalah kecepatan angin dengan interval 1-5 knots dengan persentase 34,4% dan terbanyak kedua adalah kecepatan angin dengan interval 5-10 knots dengan persentase 22,6%. Dalam pengolahan data terdapat juga keadaan udara dengan kondisi tenang atau kecepatan anginnya dibawah 1 knots yaitu yang disebut *calms*. Kondisi angin *calms* yang tercatat memiliki persentase sebanyak 37,6%. Kecepatan angin lainnya yang tercatat yaitu kecepatan angin dengan interval 10-15 knots sebanyak 4,7%, dan kecepatan angin yang lebih dari 15 knots sebanyak 0,8%. Jika dilihat secara keseluruhan kecepatan angin di Bandar Udara Budiarto didominasi angin dengan kecepatan dibawah 10 knots. berdasarkan *Safety Procedure Booklet* dari Program Studi Penerbang Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, kegiatan terbang *solo* dan *mutual* dapat dilakukan saat angin dibawah 10 knots.

Jadi, menurut analisis data kecepatan angin dan arah angin permukaan di Bandar Udara Budiarto pada 2016--2021 menunjukkan bahwa secara umum kondisi kecepatan dan arah angin tersebut tidak mempengaruhi secara signifikan kegiatan latihan terbang bagi para taruna/taruni Politeknik Penerbangan Curug. Hal ini dikarenakan kecepatan angin di bawah 10 knots cenderung mendominasi tingkat kecepatan angin di Bandar Udara Budiarto, yaitu 34,39% untuk kecepatan angin 1-5 knots dan 22,59% untuk kecepatan angin 5-10 knots.

Kondisi Angin Permukaan Bandar Udara Budiarto pada Bulan Januari hingga Desember. Untuk mengetahui kondisi angin permukaan di Bandar Udara Budiarto pada setiap bulannya, maka dilakukan analisis data angin setiap bulan Januari hingga Desember dari tahun 2016 sampai dengan 2021. Pada bagian ini analisis disajikan dalam diagram *wind rose* setiap bulan disertai gambar citra satelit diagram *wind rose* setiap bulannya. Diagram *wind rose* dibuat dengan menggunakan aplikasi WRPLOT View™ Version 8.0.2 yang diakses pada bulan Juli 2022. Sedangkan, gambar citra satelit diagram *wind rose* diakses dengan menggunakan Google Earth Pro. Aplikasi ini juga diakses pada bulan Juli 2022.



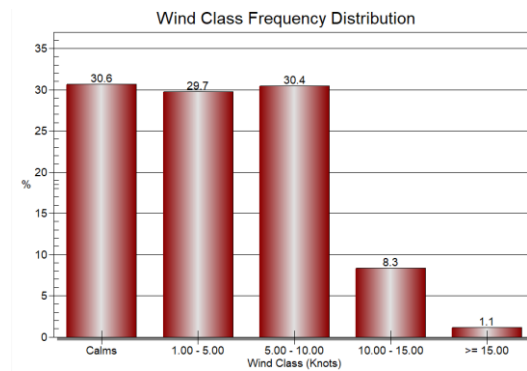
Gambar 4. Diagram Wind Rose Setiap Bulan Januari Tahun 2016-2021



Gambar 5. Citra Satelit Diagram Wind Rose Bulan Januari Tahun 2016-2021

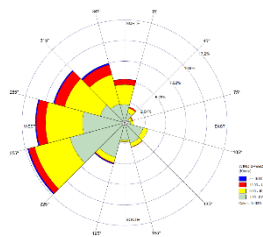
Gambar 4 adalah diagram *wind rose* hasil pengolahan data angin permukaan Bandar Udara Budiarto setiap bulan Januari pada tahun 2016 sampai dengan tahun 2021. Angin yang memiliki persentase terbanyak berhembus dari arah 225°-255° dengan persentase 22,20%. Ini berarti *runway* yang sering digunakan adalah *runway* 22. Perlu diperhatikan juga angin dengan persentase tertinggi kedua yang berhembus dari arah 255°-285° sebesar 11,85%.

Angin dari arah tersebut dapat menimbulkan potensi *take off* dan *landing* dengan keadaan *crosswind*, karena arah datangnya angin tidak sejajar dengan arah *runway* 22 maupun 30.

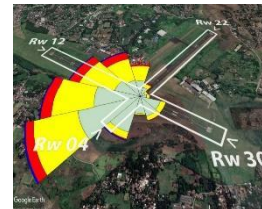


Gambar 6. Diagram Kecepatan Angin Setiap Bulan Januari Tahun 2016-2021

Berdasarkan gambar 6 kecepatan angin dengan persentase terbanyak di setiap bulan Januari tahun 2016 sampai dengan 2021 adalah kecepatan angin dengan interval 5-10 knots dengan persentase 30,4% dan terbanyak kedua adalah kecepatan angin dengan interval 1-5 knots dengan persentase 29,7%. Pada bulan ini juga tercatat kondisi angin *calms* dengan persentase sebanyak 30,6%, kecepatan angin dengan interval 10-15 knots sebanyak 8,3%, dan kecepatan angin yang lebih dari 15 knots sebanyak 1,1%.

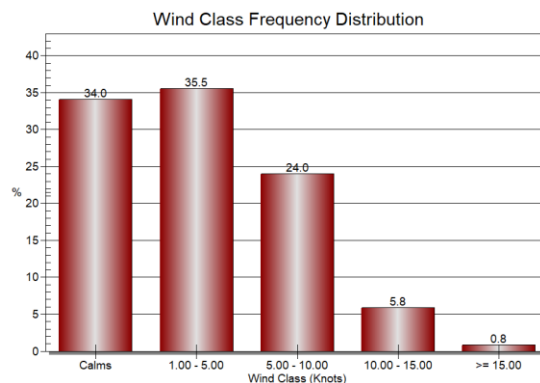


Gambar 7. Diagram Wind Rose Setiap Bulan Februari Tahun 2016-2021



Gambar 8. Citra Satelit Diagram Wind Rose Bulan Februari Tahun 2016-2021

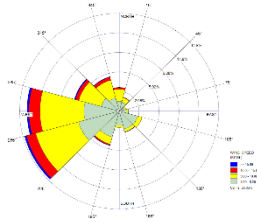
Gambar 7 adalah diagram *wind rose* hasil pengolahan data angin permukaan setiap bulan Februari di tahun 2016 sampai dengan tahun 2021. Angin yang memiliki persentase terbanyak berhembus dari arah 225°-255° dengan persentase 12,92%. Ini artinya bahwa *runway* yang sering digunakan adalah *runway* 22. Perlu diperhatikan juga angin dengan persentase tertinggi kedua yang berhembus dari arah 255°-285° sebesar 11,47%. Angin dari arah tersebut dapat menimbulkan potensi *take off* dan *landing* dengan keadaan *crosswind*, karena arah datangnya angin tidak sejajar dengan arah *runway* 22 maupun *runway* 30.



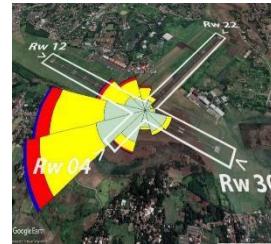
Gambar 9. Diagram Kecepatan Angin Setiap Bulan Februari Tahun 2016-2021

Kecepatan angin dengan persentase terbanyak di setiap bulan Februari adalah kecepatan angin dengan interval 1-5 knots dengan persentase 35,5% dan terbanyak kedua adalah kecepatan angin dengan interval 5-10 knots dengan

persentase 24,0%. Pada bulan ini juga tercatat angin dengan kondisi *calms* dengan persentase sebanyak 34,0%, kecepatan angin dengan interval 10-15 knots sebanyak 5,8%, dan kecepatan angin yang lebih dari 15 knots sebanyak 0,8%.

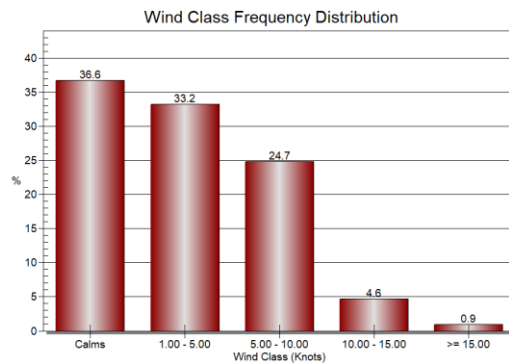


Gambar 10. Diagram Wind Rose Setiap Bulan Maret Tahun 2016-2021



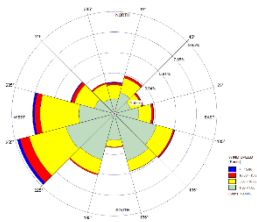
Gambar 11. Citra Satelit Diagram Wind Rose Setiap Bulan Maret Tahun 2016

Gambar 10 adalah diagram *wind rose* hasil pengolahan data di setiap bulan Maret tahun 2016 sampai dengan 2021. Angin yang memiliki persentase tertinggi berhembus dari arah 225°-255° dengan persentase 14,53%. Ini berarti *runway* yang sering digunakan adalah *runway 22*. Perlu diperhatikan juga angin dengan persentase tertinggi kedua yang berhembus dari arah 255°-285° sebesar 13,68%. Angin dari arah tersebut dapat menimbulkan potensi *take off* dan *landing* dengan keadaan *crosswind*, karena arah datangnya angin tidak sejajar dengan arah *runway 22* maupun *runway 30*.

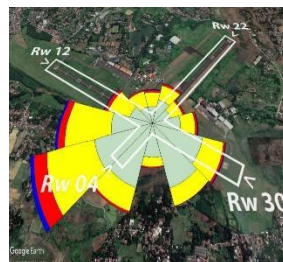


Gambar 12. Diagram Kecepatan Angin Setiap Bulan Maret Tahun 2016-2021

Kecepatan angin dengan persentase terbanyak di setiap bulan Maret adalah kecepatan angin dengan interval 1-5 knots dengan persentase 33,2% dan terbanyak kedua adalah kecepatan angin dengan interval 5-10 knots dengan persentase 24,7%. Pada bulan ini juga tercatat angin dengan kondisi *calms* dengan persentase sebanyak 36,6%, kecepatan angin dengan interval 10-15 knots sebanyak 4,6%, dan kecepatan angin yang lebih dari 15 knots sebanyak 0,9%.

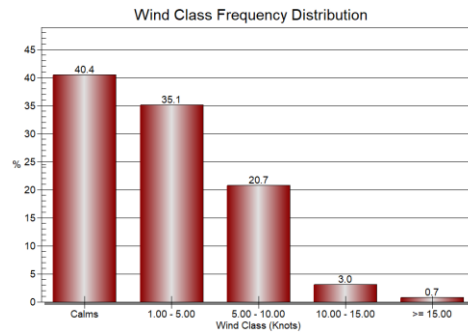


Gambar 13. Diagram Wind Rose Setiap Bulan April Tahun 2016-2021



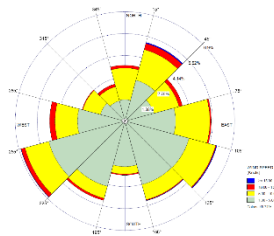
Gambar 14. Citra Satelit Diagram Wind Rose Setiap Bulan April Tahun 2016-2021

Gambar 13 adalah diagram *wind rose* hasil pengolahan data di setiap bulan April tahun 2016 sampai dengan 2021. Angin yang memiliki persentase tertinggi berhembus dari arah 225° - 255° dengan persentase 9,63%. Ini artinya bahwa *runway* yang sering digunakan adalah *runway* 22. Perlu diperhatikan juga angin dengan persentase tertinggi kedua yang berhembus dari arah 255° - 285° sebesar 7,82%. Angin dari arah tersebut dapat menimbulkan potensi *take off* dan *landing* dengan keadaan *crosswind*, karena arah datangnya angin tidak sejajar dengan arah *runway* 22 maupun *runway* 30.

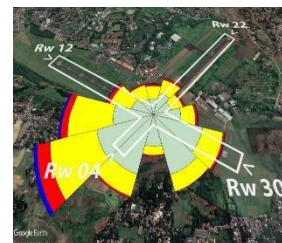


Gambar 15. Diagram Kecepatan Angin Setiap Bulan April Tahun 2016-2021

Kecepatan angin dengan persentase terbanyak di setiap bulan April adalah kecepatan angin dengan interval 1-5 knots dengan persentase 35,1% dan terbanyak kedua adalah kecepatan angin dengan interval 5-10 knots dengan persentase 20,7%. Pada bulan ini juga tercatat angin dengan kondisi *calms* dengan persentase sebanyak 40,4%, kecepatan angin dengan interval 10-15 knots sebanyak 3,0%, dan kecepatan angin yang lebih dari 15 knots sebanyak 0,7%.

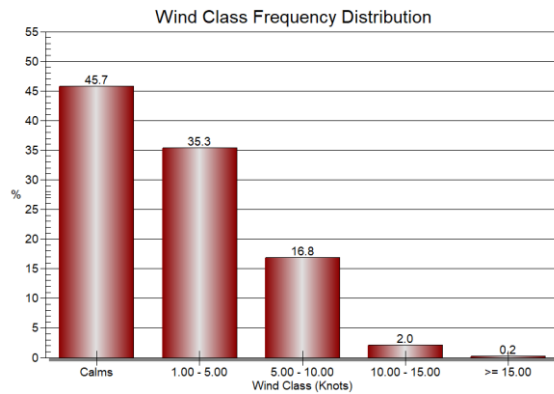


Gambar 16. Diagram Wind Rose Setiap Bulan Mei Tahun 2016-2021



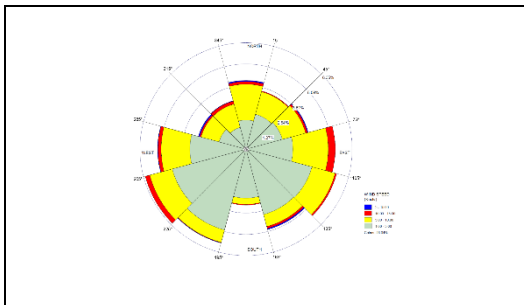
Gambar 17. Citra Satelit Diagram Wind Rose Setiap Bulan Mei Tahun 2016-2021

Gambar 16 adalah diagram *wind rose* hasil pengolahan data di setiap bulan Mei tahun 2016 sampai dengan 2021. Terlihat angin yang memiliki persentase terbanyak berhembus dari arah 225° - 255° dengan persentase 6,77%. Ini artinya *runway* yang sering digunakan adalah *runway* 22. Persentase tertinggi kedua yaitu angin yang berhembus dari arah 105° - 135° sebesar 5,98%. Ini berarti bahwa *runway* yang digunakan adalah *runway* 12. Perlu diperhatikan juga angin pada bulan Mei cenderung merata berhembus dari semua arah, maka ke empat *runway* harus dimanfaatkan semaksimal mungkin untuk memaksimalkan kegiatan *take off* dan *landing* dengan keadaan *headwind*.

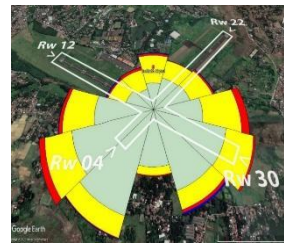


Gambar 18. Diagram Kecepatan Angin Setiap Bulan Mei Tahun 2016-2021

Kecepatan angin dengan persentase terbanyak di bulan Mei adalah kecepatan angin dengan interval 1-5 knots dengan persentase 35,3% dan terbanyak kedua adalah kecepatan angin dengan interval 5-10 knots dengan persentase 16,8%. Pada bulan ini juga tercatat angin dengan kondisi *calms* dengan persentase sebanyak 45,7%, kecepatan angin dengan interval 10-15 knots sebanyak 2,0%, dan kecepatan angin yang lebih dari 15 knots sebanyak 0,2%.

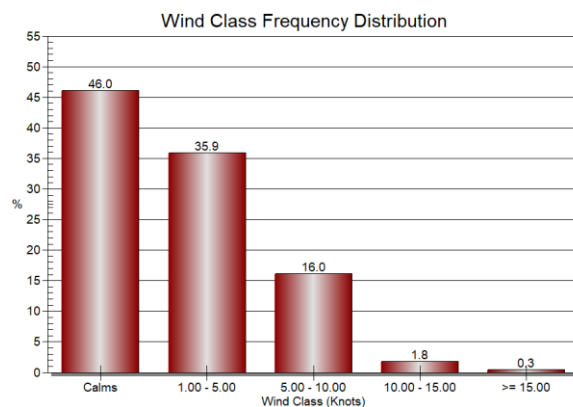


Gambar 19. Diagram Wind Rose Setiap Bulan Juni Tahun 2016-2021



Gambar 20. Citra Satelit Diagram Wind Rose Setiap Bulan Juni Tahun 2016-2021

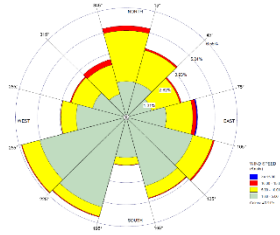
Gambar 19 adalah diagram *wind rose* di atas di bulan Juni tahun 2016 sampai dengan 2021. Angin dengan persentase tertinggi berhembus dari arah 225°-255° dengan persentase 6,23%. Persentase tertinggi kedua yaitu angin yang berhembus dari arah 195°-225° sebesar 5,79%. Artinya *runway* yang sering digunakan adalah *runway* 22. Yang perlu diperhatikan angin pada bulan Juni cenderung merata berhembus dari semua arah, maka ke empat *runway* harus dimanfaatkan semaksimal mungkin untuk memaksimalkan kegiatan *take off* dan *landing* dengan keadaan *headwind*.



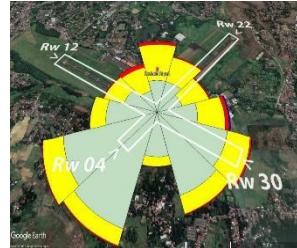
Gambar 21. Diagram Kecepatan Angin Setiap Bulan Juni Tahun 2016-2021

Kecepatan angin dengan persentase terbanyak di bulan Juni adalah kecepatan angin dengan interval 1-5 knots dengan persentase 35,9% dan terbanyak kedua adalah kecepatan angin dengan interval 5-10 knots dengan

persentase 16,0%. Pada bulan ini juga tercatat angin dengan kondisi *calms* dengan persentase sebanyak 46,0%, kecepatan angin dengan interval 10-15 knots sebanyak 1,8%, dan kecepatan angin yang lebih dari 15 knots sebanyak 0,3%.

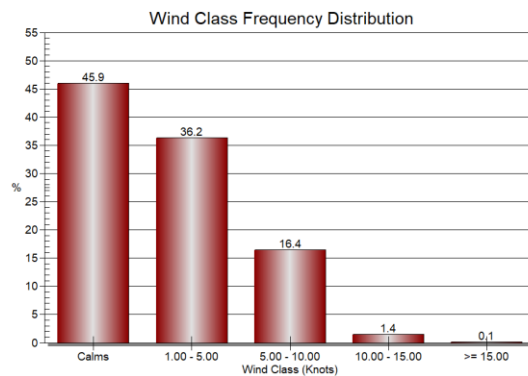


Gambar 22. Diagram Wind Rose Setiap Bulan Juli Tahun 2016-2021



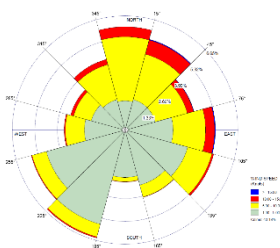
Gambar 23. Citra Satelit Diagram Wind Rose Setiap Bulan Juli Tahun 2016-2021

Gambar 22 adalah diagram *wind rose* di setiap bulan Juli tahun 2016 sampai dengan 2021. Terlihat angin yang memiliki persentase tertinggi berhembus dari arah 225°-255° dengan persentase 6,41%. Angin dengan persentase tertinggi kedua yaitu angin yang berhembus dari arah 195°-225° sebesar 6,18%. Artinya *runway* yang sering digunakan adalah *runway* 22. Perlu diperhatikan juga angin pada bulan Juli cenderung merata berhembus dari semua arah, maka ke empat *runway* harus dimanfaatkan semaksimal mungkin untuk memaksimalkan kegiatan *take off* dan *landing* dengan keadaan *headwind*.

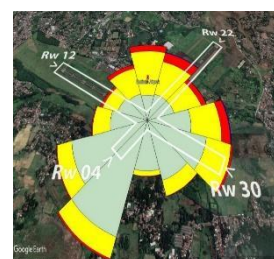


Gambar 24. Diagram Kecepatan Angin Setiap Bulan Juli Tahun 2016-2021

Kecepatan angin dengan persentase terbanyak di setiap bulan Juli adalah kecepatan angin dengan interval 1-5 knots dengan persentase 36,2% dan terbanyak kedua adalah kecepatan angin dengan interval 5-10 knots dengan persentase 16,4%. Pada bulan ini tercatat juga angin dengan kondisi *calms* dengan persentase sebanyak 45,9%, kecepatan angin dengan interval 10-15 knots sebanyak 1,4%, dan kecepatan angin yang lebih dari 15 knots sebanyak 0,1%.



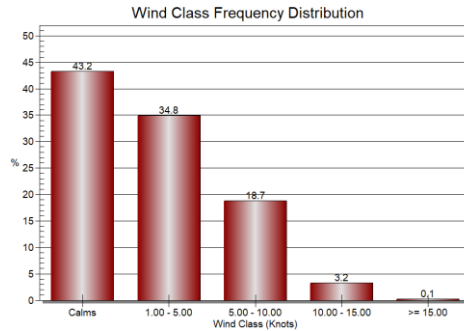
Gambar 25. Diagram Wind rose Setiap Bulan Agustus Tahun 2016-2021



Gambar 26. Citra Satelit Diagram Wind Rose Setiap Bulan Agustus Tahun 2016-2021

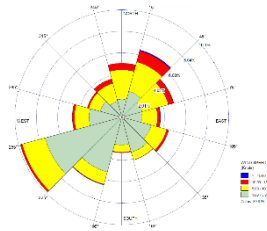
Gambar 25 adalah diagram *wind rose* di setiap bulan Agustus tahun 2016 sampai dengan 2021. Terlihat angin dengan persentase tertinggi berhembus dari arah 195°-225° dengan persentase 6,49%. Ini artinya bahwa *runway* yang sering digunakan adalah *runway* 22. Persentase tertinggi kedua yaitu angin yang berhembus dari arah 345°-

15° sebesar 6,00%. Angin dari arah ini dapat menimbulkan potensi landing dengan keadaan *crosswind* karena tidak sejajar dengan *runway* 04 dan *runway* 30. Perlu diperhatikan juga angin pada bulan Agustus cenderung merata berhembus dari semua arah, maka ke empat *runway* harus dimanfaatkan semaksimal mungkin untuk memaksimalkan kegiatan *take off* dan *landing* dengan keadaan *headwind*.

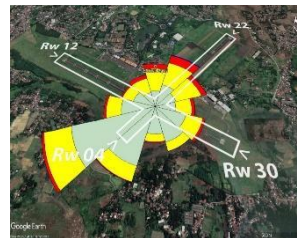


Gambar 27. Diagram Kecepatan Angin Setiap Bulan Agustus Tahun 2016-2021

Kecepatan angin dengan persentase terbanyak di setiap bulan Agustus adalah kecepatan angin dengan interval 1-5 knots dengan persentase 34,8% dan terbanyak kedua adalah kecepatan angin dengan interval 5-10 knots dengan persentase 18,7%. Pada bulan ini juga tercatat angin dengan kondisi *calms* dengan persentase sebanyak 43,2%, kecepatan angin dengan interval 10-15 knots sebanyak 3,2%, dan kecepatan angin yang lebih dari 15 knots sebanyak 0,1%.

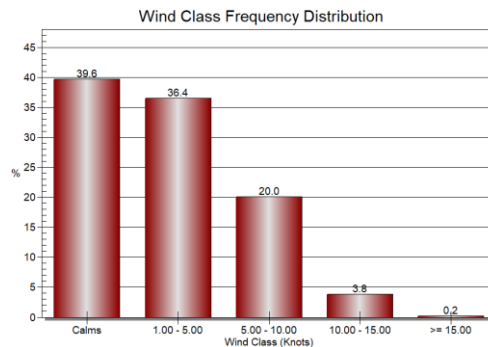


Gambar 28. Diagram Wind Rose Setiap Bulan September Tahun 2016-2021



Gambar 29. Citra Satelit Diagram Wind Rose Setiap Bulan September 2016-2021

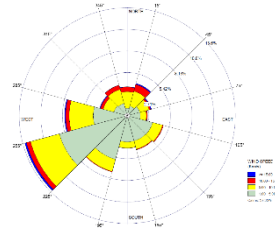
Gambar 28 adalah dari diagram *wind rose* di setiap bulan September tahun 2016 sampai dengan 2021. Terlihat angin yang memiliki persentase tertinggi berhembus dari arah 225°-255° dengan persentase 9,86%. Persentase tertinggi kedua yaitu angin yang berhembus dari arah 195°-225° sebesar 6,55%. Ini artinya *runway* yang sering digunakan adalah *runway* 22. Perlu diperhatikan juga angin pada bulan September cenderung merata berhembus dari semua arah, maka ke empat *runway* harus dimanfaatkan semaksimal mungkin untuk memaksimalkan kegiatan *take off* dan *landing* dengan keadaan *headwind*.



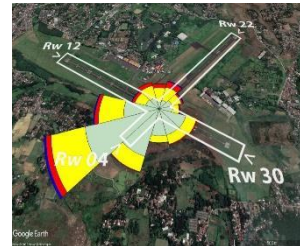
Gambar 30. Diagram Kecepatan Angin Setiap Bulan September Tahun 2016-2021

Kecepatan angin dengan persentase terbanyak di setiap bulan September adalah kecepatan angin dengan interval 1-5 knots dengan persentase 36,4% dan terbanyak kedua adalah kecepatan angin dengan interval 5-10 knots

dengan persentase 20,0%. Pada bulan ini juga tercatat angin dengan kondisi *calms* dengan persentase sebanyak 39,6%, kecepatan angin dengan interval 10-15 knots sebanyak 3,8%, dan kecepatan angin yang lebih dari 15 knots sebanyak 0,2%.

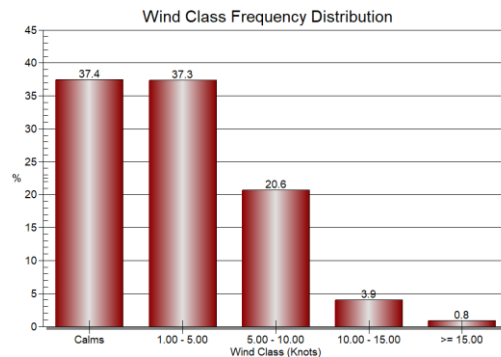


Gambar 31. Diagram Wind Rose Setiap Bulan Oktober Tahun 2016-2021



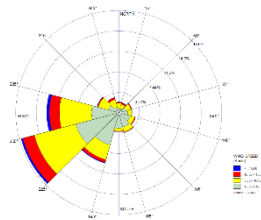
Gambar 32. Citra Satelit Diagram Wind Rose Setiap Bulan Oktober Tahun 2016-2021

Gambar 31 adalah diagram *wind rose* di setiap bulan Oktober tahun 2016 sampai dengan 2021. Terlihat angin yang memiliki persentase tertinggi berhembus dari arah 225°-255° dengan persentase 13,26%. Artinya *runway* yang sering digunakan adalah *runway* 22. Perlu diperhatikan juga angin dengan persentase tertinggi kedua yang berhembus dari arah 255°-285° sebesar 7,84%. Angin dari arah tersebut dapat menimbulkan potensi *landing* dengan keadaan *crosswind*, karena arah datangnya angin tidak sejajar dengan arah *runway* 22 maupun 30.

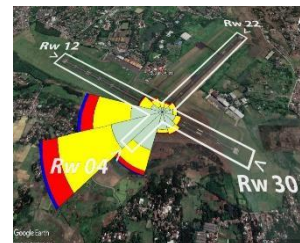


Gambar 33. Diagram Kecepatan Angin Bulan Oktober Tahun 2016-2021

Kecepatan angin dengan persentase terbanyak di bulan Oktober adalah kecepatan angin dengan interval 1-5 knots dengan persentase 37,3% dan terbanyak kedua adalah kecepatan angin dengan interval 5-10 knots dengan persentase 20,6%. Pada bulan ini tercatat juga angin dengan kondisi *calms* yang memiliki persentase sebanyak 37,4%, kecepatan angin dengan interval 10-15 knots sebanyak 3,9%, dan kecepatan angin yang lebih dari 15 knots sebanyak 0,8%.



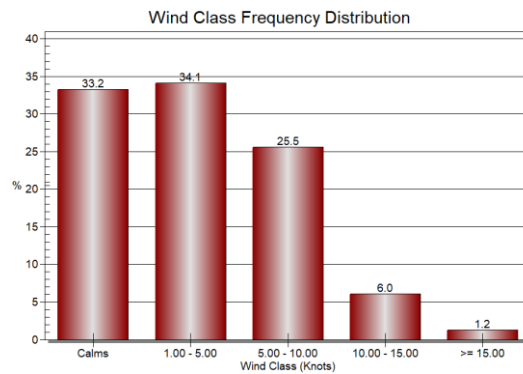
Gambar 34. Diagram Wind Rose Setiap Bulan November Tahun 2016-2021



Gambar 35. Citra Satelit Diagram Wind Rose Setiap Bulan November Tahun 2016-2021

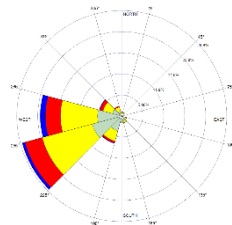
Gambar 34 adalah diagram *wind rose* di setiap bulan November tahun 2016 sampai dengan 2021. Terlihat angin yang memiliki persentase tertinggi berhembus dari arah 225°-255° dengan persentase 18,22%. Ini artinya *runway* yang sering digunakan adalah *runway* 22. Perlu diperhatikan juga angin dengan persentase tertinggi kedua yang

berhembus dari arah 255°-285° sebesar 12,99%. Angin dari arah tersebut dapat menimbulkan potensi *landing* dengan keadaan *crosswind*, karena arah datangnya angin tidak sejajar dengan arah *runway* 22 maupun 30.

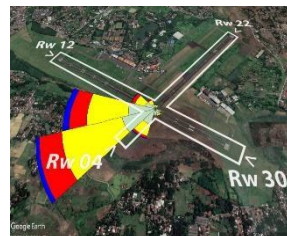


Gambar 36. Diagram Kecepatan Angin Bulan November Tahun 2016-2021

Kecepatan angin dengan persentase terbanyak di bulan November adalah kecepatan angin dengan interval 1-5 knots dengan persentase 34,1% dan terbanyak kedua adalah kecepatan angin dengan interval 5-10 knots dengan persentase 25,5%. Pada bulan ini juga tercatat angin dengan kondisi *calms* memiliki persentase sebanyak 33,2%, kecepatan angin dengan interval 10-15 knots sebanyak 6,0%, dan kecepatan angin yang lebih dari 15 knots sebanyak 1,2%.

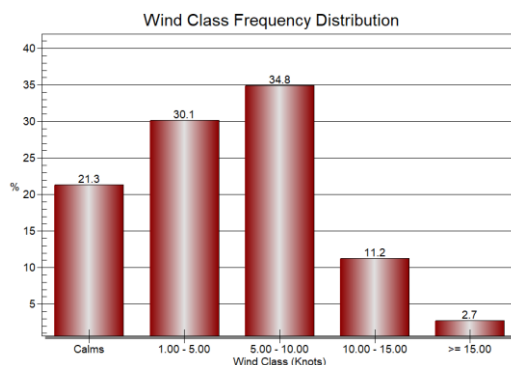


Gambar 37. Diagram Wind Rose Setiap Bulan Desember Tahun 2016-2021



Gambar 38. Citra Satelit Diagram Wind Rose Setiap Bulan Desember Tahun 2016-2021

Gambar 37 adalah diagram *wind rose* di setiap bulan Desember tahun 2016 sampai dengan 2021. Terlihat angin dengan persentase tertinggi berhembus dari arah 225°-255° dengan persentase 29,19%. Ini artinya *runway* yang sering digunakan adalah *runway* 22. Perlu diperhatikan juga angin dengan persentase tertinggi kedua yang berhembus dari arah 255°-285° sebesar 23,08%. Angin dari arah tersebut dapat menimbulkan potensi *landing* dengan keadaan *crosswind*, karena arah datangnya angin tidak sejajar dengan arah *runway* 22 maupun 30.



Gambar 39. Diagram Kecepatan Angin Setiap Bulan Desember Tahun 2016-2021

Kecepatan angin dengan persentase terbanyak di bulan Desember adalah kecepatan angin dengan interval 5-10 knots dengan persentase 34,8% dan terbanyak kedua adalah kecepatan angin dengan interval 1-5 knots dengan persentase 30,1%. Pada bulan ini tercatat juga angin dengan kondisi *calms* memiliki persentase sebanyak 21,3%.

kecepatan angin dengan interval 10-15 knots sebanyak 11,2%, dan kecepatan angin yang lebih dari 15 knots sebanyak 2,7%.

Waktu yang Aman untuk Melaksanakan Latihan Terbang untuk Taruna dengan Fase Solo dan Mutual di Bandar Udara Budiarto.

Untuk mengetahui waktu yang tepat untuk melaksanakan latihan terbang solo dan mutual di Bandar Udara Budiarto, pada bagian ini disajikan rekapitulasi kecepatan angin setiap bulan, dari bulan Januari sampai dengan Desember pada tahun 2016-2021. Rekapitulasi ini disajikan dalam data persentase kecepatan angin di Bandar Udara Budiarto pada bulan Januari hingga Desember 2016--2021. Data disajikan pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Rekapitulasi Kecepatan Angin Tahun 2016-2021

Bulan	< 10knots	≥ 10 knots
Januari	90,68%	9,32%
Februari	93,46%	6,54%
Maret	94,49%	5,51%
April	96,25%	3,75%
Mei	97,85%	2,15%
Juni	97,92%	2,08%
Juli	98,54%	1,46%
Agustus	96,71%	3,29%
September	96,04%	3,96%
Oktober	95,27%	4,73%
November	92,82%	7,18%
Desember	86,17%	13,83%

$$\text{Rata - rata} = \frac{\text{jumlah nilai}}{\text{banyak data}} \dots\dots\dots \text{Rumus 2}$$

Dari tabel 3 didapatkan rata-rata persentase kecepatan angin 10 knots ke atas dengan rumus IV.2 yaitu 5,32%. Artinya pada bulan Januari, Februari, Maret, November dan Desember kecepatan angin 10 knots ke atas persentasenya lebih besar dari rata-rata, yaitu antara 6,6% sampai dengan 13,9%. Sedangkan bulan April, Mei, Juni, Juli, Agustus, September, dan Oktober memiliki persentase kecepatan angin 10 knots ke atas di bawah rata-rata, yaitu antara 1,5% sampai dengan 4,7%. Menurut *Safety Procedure Booklet* saat kecepatan angin di atas 10 knots, taruna tidak diperbolehkan melakukan kegiatan terbang solo dan mutual. Hal ini berarti bahwa jika pada Januari, Februari, November dan Desember ada jadwal latihan terbang solo dan mutual kemungkinan dibatalkannya latihan terbang karena angin kencang akan lebih tinggi daripada bulan-bulan yang lain. Maka kondisi angin dengan persentase angin berkecepatan 10 knots ke atas di bawah rata-rata berada pada bulan April, Mei, Juni, Juli, Agustus, September, dan Oktober. Jadi pada bulan-bulan tersebut adalah waktu yang tepat untuk melakukan kegiatan terbang solo dan mutual untuk taruna PPIC.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa jadwal latihan terbang taruna tidak dipengaruhi secara signifikan oleh angin permukaan di Bandar Udara Budiarto. Terlihat bahwa kondisi angin masih dapat dikategorikan aman untuk latihan terbang taruna penerbang Politeknik Penerbangan Indonesia Curug. Angin dengan kecepatan kurang dari 10 knots memiliki persentase yang tinggi yaitu sebanyak 94,55%. Setiap bulan, arah dan kecepatan angin permukaan Bandar Udara Budiarto memiliki persentase yang berbeda-beda. Angin permukaan yang memiliki persentase tertinggi di Bandar Udara Budiarto yaitu dari arah 225° sampai dengan 255° dengan persentase 13,15% dan angin dengan kondisi calms sebanyak 37,57%. Sedangkan, waktu yang aman untuk melakukan latihan terbang solo dan mutual adalah pada bulan April, Mei, Juni, Juli, Agustus, September dan Oktober karena pada bulan-bulan tersebut kecepatan angin di bawah 10 knots memiliki persentase di bawah rata-rata.

SARAN

Saran yang dapat diberikan adalah mengingat arah angin permukaan Bandar Udara Budiarto yang memiliki persentase tertinggi berhembus dari arah 225° sampai dengan 255°, runway 22 diharapkan dalam kondisi baik dan siap untuk dipakai setiap saat agar dapat digunakan untuk lepas landas dan mendaratkan pesawat dalam keadaan yang melawan arah angin berhembus. Untuk latihan terbang *solo* dan *mutual* diharapkan tidak dilakukan pada bulan Januari, Februari, Maret, November dan Desember dikarenakan pada bulan-bulan tersebut kecepatan angin 10 knots ke atas memiliki persentase di atas rata-rata.

Ucapan Terima Kasih

Disampaikan terima kasih sedalam-dalamnya kepada Bapak. Asri Santosa, S.T., S.SiT., M.T., selaku Direktur Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, atas kesempatan, kebijakan, dan fasilitas yang diberikan selama menjalani proses akademik di PPI Curug, dan Ibu Arum Hidayanti, S.Kom, M.Ti., selaku Pengamat Meteorologi dan Geofisika Muda Stasiun Meteorologi Bandar Udara Budiarto atas bantuannya dalam pemerolehan data penelitian ini.

Referensi

- [1] A. Fadholi, "Analisis Komponen Angin Landas Pacu (Runway) Bandara Depati Amir Pangkalpinang," *Statistika*, vol. 13, no. 2, pp. 45–53, 2013.
- [2] D. Tulandi, J. Tumangkeng, and F. Tumbelaka, "Analisis Data Angin Permukaan di Bandara Sam Ratulangi Manado Menggunakan Metode Wind Rose," *JSME (Jurnal Sains, Mat. dan Edukasi)*, vol. 1, pp. 11–16, 2020.
- [3] Republic of Indonesia Ministry of Transportation, "Republic of Indonesia Ministry of Transportation," *Certif. Oper. Requir. Domest. Flag, Suppl. Air Carriers*, vol. Amdt 12, p. 263, 2017.
- [4] ICAO, *Doc 8168*, vol. I, no. November. 2018.
- [5] M. F. Shahab, *Safety Procedure Booklet*. Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, 2020.
- [6] Soerjadi Wirjohamidjojo, *Kamus Istilah Meteorologi*. Pusat Pembinaan dan Pengembangan Bahasa, 1994.
- [7] G. W. H. Van Es, P. J. Van Der Geest, and T. M. H. Nieuwpoort, "Safety aspects a spect of aircraft operations in crosswind," 2001.
- [8] A. F. Rais, B. Wijayanto, and E. Meinovelina, "Analisis Tailwind Penyebab Go-Around pada 38 Bandara di Indonesia dalam Periode Januari-Februari 2020," *War. Penelit. Perhub.*, vol. 32, no. 2, pp. 77–82, 2020.
- [9] Flight literacy, "Effect of wind on aircraft," 2015. [Online]. Available: <https://www.flightliteracy.com/effect-of-wind-on-aircraft/>. [Accessed: 22-Jul-2022].
- [10] C. Hord, "The Provision Of Crosswind And Tailwind Information," no. 14, 2013.
- [11] N. Hall, "Cross Winds," 2021. [Online]. Available: <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/move3.html>. [Accessed: 23-Jul-2022].
- [12] SKYbrary, "Cross Wind Landings," 2020. [Online]. Available: <https://skybrary.aero/articles/cross-wind-landings>. [Accessed: 23-Jul-2022].
- [13] C. A. A. of N. Zealand, "Crosswind circuit | aviation.govt.nz," 2021. [Online]. Available: <https://www.aviation.govt.nz/licensing-and-certification/pilots/flight-training/flight-instructor-guide/crosswind-circuit/>. [Accessed: 23-Jul-2022].
- [14] Piper Aircraft Corporation, *Pilot Operating Handbook Archer iii PA-28-181 with Garming G1000 System*. PUBLICATIONS DEPARTEMENT, 2013.
- [15] S. & I. L. Ishak, "Analisa Pengaruh Arah Dan Kecepatan Angin Saat Take Off Dan Landing Di Bandara Adisutjipto Yogyakarta," vol. 02, 2020.
- [16] T. E. of E. Britanica, "wind rose | meteorology | Britannica," 21-Mar-2013. [Online]. Available: <https://www.britannica.com/science/wind-rose>. [Accessed: 23-Jul-2022].
- [17] A. W. Kurniawan and Z. Puspitaningtyas, *Metode Penelitian Kuantitatif*. PANDIVA BUKU, 2016.
- [18] D. Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Tindakan*. ALFABETA, 2013.
- [19] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. ALFABETA, 2018.