

## **Analisis Komponen Angin pada Landasan Pacu Bandar Udara Ahmad Yani Semarang**

**Muhammad Fauzul Akbar 1, Juan Idhar Jannata 2, Yosafat Donni Haryanto 3**

Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika Jl. Perhubungan I No.5, Pd.

Betung, Kec. Pd. Aren, Kota Tangerang Selatan, Banten 15221 E-mail

correspondence: muh.fauzulakbar@gmail.com

---

### **Abstrak**

Penelitian ini menganalisis komponen angin yang mempengaruhi runway di Bandara Ahmad Yani Semarang, berdasarkan data observasi arah dan kecepatan angin permukaan yang dikumpulkan selama sepuluh tahun (2014-2023). Hasil analisis menunjukkan variasi yang signifikan antara Headwind, Tailwind, Crosswind L, dan Crosswind R. Pada musim penghujan, Headwind lebih dominan, sedangkan pada musim kemarau, Tailwind mendominasi. Hasil yang sama ditunjukkan oleh Crosswind L yang mendominasi pada musim penghujan, sementara Crosswind R mendominasi pada musim kemarau. Pemahaman mengenai pola angin ini penting untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasi penerbangan di Bandara Ahmad Yani Semarang.

**Kata Kunci:** Headwind, Tailwind, Crosswind L, Crosswind R, Bandara Ahmad Yani, keselamatan penerbangan

### *Abstract*

*This study analyses the wind components affecting the runway at Ahmad Yani Airport Semarang, based on observational data of surface wind direction and speed collected for ten years (2014-2023). The analysis results show significant variations between Headwind, Tailwind, Crosswind L, and Crosswind R. In the rainy season, Headwind is dominant, while in the dry season, Tailwind dominates. The same result is shown by Crosswind L which dominates in the rainy season, while Crosswind R dominates in the dry season. Understanding these wind patterns is important to improve the safety and efficiency of flight operations at Ahmad Yani Airport Semarang.*

**Keywords:** Headwind, Tailwind, Crosswind L, Crosswind R, Ahmad Yani Airport, flight safety

---

## PENDAHULUAN

Penerbangan merupakan salah satu sektor transportasi yang sangat tergantung pada faktor cuaca. Banyak sekali sektor penerbangan mengalami hambatan baik secara teknis, kesalahan manusia, maupun unsur cuaca (Hidayati *et al.*, 2023). Oleh karena, itu analisis unsur cuaca sangat dibutuhkan untuk keselamatan penerbangan (Fadholi, 2014). Salah satu faktor yang memiliki dampak yang besar dalam penerbangan yaitu kondisi angin yang mengacu pada Annex 3 bahwa informasi cuaca termasuk data arah dan kecepatan angin sangat dibutuhkan untuk *take off* dan *landing* (ICAO, 2010). Angin dapat terbentuk ketika terdapat perbedaan tekanan udara di lokasi yang berbeda, sehingga terjadi perpindahan massa udara dari yang tinggi ke massa udara yang lebih rendah. Angin juga memiliki arah dan kecepatan bergantung pada beberapa faktor seperti besarnya tekanan udara, topografi, dan faktor lainnya. Arah angin biasanya dinyatakan dalam derajat dan dihitung dari mana angin tersebut berhembus, sedangkan kecepatan angin dinyatakan dalam knots atau kilometer per jam atau bisa juga meter per detik yang menunjukkan kecepatan dari menjalarnya arus angin (Soepangkat, 1994). Kecepatan dan arah angin umumnya berubah-ubah, maka dalam menentukan kecepatan angin diambil kecepatan rata-ratanya dalam periode waktu selama sepuluh menit dengan satuan knot (Fadholi, 2014). Oleh karena itu, arah dan kecepatan angin sangat penting yang dapat digunakan untuk menentukan jalur lepas landas dan mendarat pesawat (Ishak dan Lukito, 2010).

Hampir seluruh bandar udara di Indonesia memiliki stasiun meteorologi untuk menunjang operasional bandar udara. Pihak bandar udara biasanya bekerja sama dengan BMKG untuk kebutuhan informasi meteorologi yaitu mengamati unsur cuaca di sekitar bandara maupun cuaca secara umum (Meilina dan Tinianus, 2023). Dalam menentukan arah dan kecepatan angin BMKG menggunakan beberapa instrumentasi guna mendukung ketepatan data angin. Angin yang diamati arah dan kecepatannya biasanya merupakan angin permukaan yaitu angin yang berada pada ketinggian 0.5 - 10 meter. Angin permukaan di Bandar udara sangat diperhitungkan dalam melakukan pendaratan dan lepas landas pesawat terbang (Fadholi, 2014).

Terdapat tiga fase penting dalam operasional penerbangan yaitu lepas landas (*take off*), jelajah (*cruising*) dan pendaratan (*landing*) (Fadholi, 2012). Kondisi angin yang berubah-ubah dapat memiliki pengaruh signifikan terhadap operasi penerbangan, terutama pada proses lepas landas dan mendarat di landasan pacu. Terbukti banyak ditemui kejadian kecelakaan pesawat saat pesawat *take off* dan *landing* baik yang berakibat ringan seperti delay hingga fatal (Ishak dan Lukito, 2020). Adapun fase lepas landas dan pendaratan dapat kita antisipasi dari kecelakaan akibat unsur cuaca dengan menggunakan data angin permukaan yang ada di landasan pacu, sedangkan untuk jelajah bisa diantisipasi menggunakan pedoman flight document yang sudah diberikan sebelum penerbangan dimulai atau bisa bekerja sama dengan stasiun BMKG asal dan tujuan untuk mengetahui cuaca terkini. Saat lepas landas dan mendarat, terdapat tiga efek angin yang mempengaruhi performanya yang meliputi angin dari depan (*Tailwind*) yang dapat menguntungkan performa terbang pesawat, angin dari belakang (*Tailwind*) yang dapat mengurangi masuknya udara ke mesin sehingga mengurangi performa mesin, dan angin dari arah samping (*Crosswind*) yang dapat menjadi semakin berbahaya bagi pesawat saat sudut dan kecepatannya semakin besar. Efek-efek angin ini memiliki dampak signifikan pada performa pesawat, terutama terkait dengan performa mesin dan terbang (Fadholi, 2014).

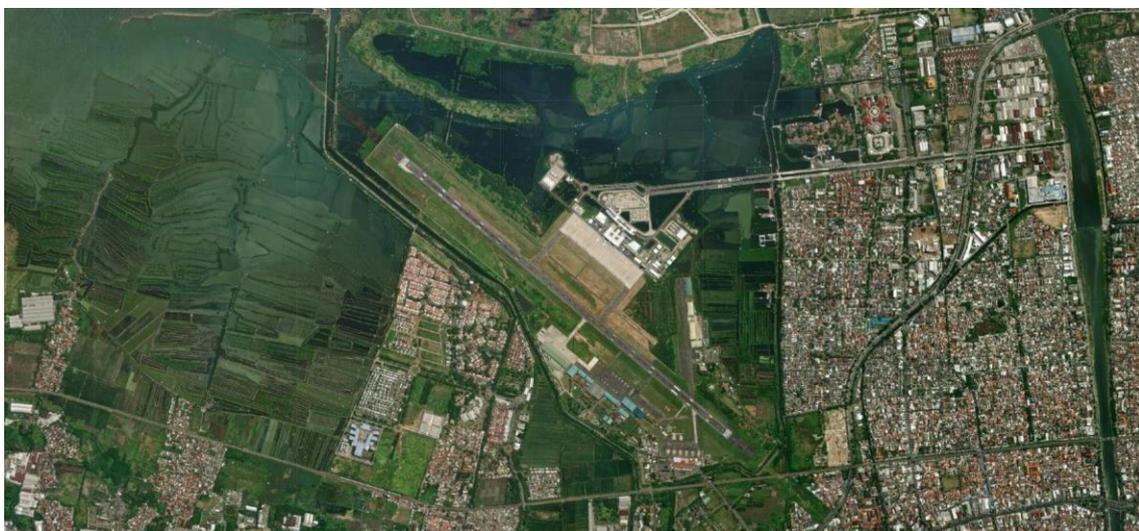
Sehingga, faktor meteorologi sangat berpengaruh terhadap keselamatan dalam dunia penerbangan. Pemerintah Indonesia telah mengeluarkan regulasi terhadap kegiatan penerbangan, yaitu Undang-Undang No. 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan bahwa keselamatan penerbangan adalah suatu keadaan terpenuhinya persyaratan keselamatan dalam pemanfaatan wilayah udara, pesawat udara, bandar udara, angkutan udara, navigasi penerbangan, serta fasilitas penunjang dan fasilitas umum lainnya. Adapun penyedia jasa layanan informasi meteorologi penerbangan biasanya dilakukan oleh BMKG. Dengan adanya updating informasi meteorologi yang signifikan dapat digunakan untuk menentukan rute baru atau menghindari rute dengan kondisi cuaca buruk dalam operasi penerbangan (Putratama, 2018).

Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam tentang komponen angin yang relevan di Bandara Ahmad Yani Semarang sangat penting untuk di analisis untuk memastikan keamanan dan efisiensi dalam operasi penerbangan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis komponen angin yang mempengaruhi *runway* di Bandara Ahmad Yani Semarang, dengan harapan dapat memberikan kontribusi yang berarti bagi pengembangan praktik operasional dan keamanan penerbangan di bandara Ahmad Yani, Semarang.

## METODE PENELITIAN

### 1. Lokasi

Bandar Udara Ahmad Yani Semarang merupakan salah satu Bandara yang dibangun dengan taraf Internasional yang akhirnya menjadi bandara domestik sesuai dengan Keputusan Menteri Nomor 31/2024 (KM 31/2004) tentang Penetapan Bandar Udara Internasional. Lokasi Bandar Udara Ahmad Yani berada di Ibu kota Jawa Tengah, Semarang. Bandar Udara Ahmad Yani berada pada titik koordinat  $06^{\circ}58'35''$  LS -  $110^{\circ}22'38''$  BT. Memiliki satu *runway* dengan panjang 2.560 meter dan 3 garbarata dengan apron seluas 61.344 m<sup>2</sup> yang mampu menampung 10 pesawat berbadan lebar (Readyson dan Saraswati, 2020). Berikut peta *runway* di Bandara Ahmad Yani, arah *runway* yang digunakan adalah *runway* 13-31



Gambar 1. *Runway* Bandar Udara Ahmad Yani Semarang

## 2. Metode

Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari observasi arah dan kecepatan angin permukaan yang dilakukan setiap jam di Stasiun Meteorologi Ahmad Yani. Rentang waktu pengamatan data tersebut mencakup 10 tahun, mulai dari tahun 2014 hingga 2023. Data yang terkumpul kemudian diolah dan dihitung untuk mendapatkan nilai-nilai komponen angin. Dalam proses pengolahan data ini, digunakan dua metode, yakni penghitungan komponen angin dan klasifikasi hasil komponen angin. Dalam pengolahan data digunakan algoritma penentuan komponen angin dengan memanfaatkan data arah dan kecepatan angin yang berhembus dan arah landas pacu. Berikut persamaan yang digunakan untuk perhitungan *Tailwind* dan *Crosswind* berdasarkan *Aerodrome Meteorological Observation and Forecast Study Group (AMOFSG) (ICAO, 2011)*

$$\begin{aligned} \text{Tailwind (Wh): } u &= ff * \cos(WD - RW) \\ \text{Crosswind (Wc): } v &= ff * \sin(WD - RW) \end{aligned}$$

Dengan,

- u = kecepatan *Tailwind* / *Tailwind* (Wh) (knot),
- v = kecepatan *Crosswind* (Wc) (knot),
- ff = kecepatan angin (knot),
- RW = arah landasan pacu (*runway*),
- WD = arah angin.

Apabila nilai perhitungan *Tailwind* yang dihasilkan positif maka komponen angin adalah *Tailwind*, dan sebaliknya berarti *Tailwind*. Kemudian jika nilai perhitungan *Crosswind* yang dihasilkan positif maka komponen angin *Crosswind* dari kanan, dan sebaliknya berarti dari kiri pesawat. Kemudian dilakukan klasifikasi hasil perhitungan komponen angin untuk mengetahui frekuensi kecepatan komponen angin. Klasifikasi ini dilakukan pada tiap bulannya untuk melihat variasi dari frekuensi kecepatan komponen angin.

Tabel 1. Contoh Tabel Perhitungan dan Klasifikasi Kecepatan Angin

Bulan	Jumlah Data	Wind Component	
		Headwind	Tailwind
Januari			
Februari			
.....			
.....			
November			
Desember			

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Tabel Perhitungan dan Klasifikasi Kecepatan Angin

Bulan	Jumlah Data	Wind Component	
		Headwind	Tailwind
Januari	6732	61%	25%
Februari	6627	65%	20%
Maret	7271	52%	32%
April	7146	35%	54%
Mei	7390	22%	70%
Juni	7076	22%	68%
Juli	7399	23%	68%
Agustus	7409	28%	63%
September	7187	34%	55%
Oktober	7409	38%	49%
November	7103	38%	48%
Desember	6891	49%	37%

Sepanjang tahun, perubahan komponen angin antara Headwind dan Tailwind menunjukkan variasi yang signifikan. Pada awal tahun, yaitu bulan Januari dan Februari, Headwind mendominasi dengan persentase masing-masing 61% dan 65%, sementara Tailwind jauh lebih rendah, sekitar 25% dan 20%. Memasuki bulan Maret, dominasi Headwind mulai berkurang menjadi 52% dengan peningkatan Tailwind hingga 32%. Perubahan signifikan terjadi pada bulan April hingga September, di mana Tailwind lebih mendominasi. Pada bulan April, Tailwind mencapai 54%, dan terus meningkat hingga puncaknya pada bulan Mei dan Juni dengan 70% dan 68%. Dominasi Tailwind ini berlangsung hingga bulan Agustus, sebelum mulai berkurang di bulan September menjadi 55%.

Pada bulan Oktober dan November, persentase antara Headwind dan Tailwind menjadi lebih seimbang dengan sedikit dominasi Tailwind. Memasuki bulan Desember, tren kembali berbalik dengan Headwind yang kembali mendominasi sebesar 49%. Secara umum, musim semi hingga awal musim gugur lebih didominasi oleh Tailwind, sementara musim dingin dan akhir musim gugur lebih didominasi oleh Headwind.

Tabel 2. Tabel Perhitungan dan Klasifikasi Kecepatan Angin

Bulan	Jumlah Data	Wind Component	
		Crosswind L	Crosswind R
Januari	6732	52%	28%
Februari	6627	54%	24%
Maret	7271	44%	36%
April	7146	42%	44%
Mei	7390	40%	50%
Juni	7076	39%	50%
Juli	7399	39%	51%
Agustus	7409	36%	53%
September	7187	36%	51%
Oktober	7409	37%	47%
November	7103	39%	45%
Desember	6891	45%	36%

Sepanjang tahun, komponen angin Crosswind L (dari kiri) dan Crosswind R (dari kanan) menunjukkan variasi yang cukup dinamis. Pada awal tahun, Januari dan Februari, Crosswind L mendominasi dengan persentase masing-masing 52% dan 54%, sedangkan Crosswind R lebih rendah, yakni 28% dan 24%. Memasuki bulan Maret, Crosswind L mulai berkurang menjadi 44%, sementara Crosswind R meningkat hingga 36%. Pada bulan April hingga September, dominasi Crosswind R semakin terlihat, terutama pada bulan Mei hingga Agustus di mana Crosswind R mencapai puncaknya dengan persentase 50% hingga 53%.

Di bulan Oktober dan November, perbedaan antara kedua komponen angin mulai menyempit dengan Crosswind L berkisar antara 37% hingga 39%, dan Crosswind R menurun sedikit menjadi 45% hingga 47%. Memasuki bulan Desember, tren kembali berbalik dengan Crosswind L yang meningkat menjadi 45% dan Crosswind R menurun menjadi 36%. Secara keseluruhan, sepanjang tahun, terdapat pergeseran dominasi dari Crosswind L pada awal tahun menuju Crosswind R pada pertengahan tahun, kemudian kembali lebih seimbang menjelang akhir tahun.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa rata-rata komponen angin selama sepuluh tahun dapat diketahui perubahan komponen angin menunjukkan dinamika yang

jelas antara Headwind, Tailwind, Crosswind L, dan Crosswind R. Pada musim penghujan, Headwind lebih dominan, sementara pada musim kemarau, Tailwind mendominasi. Adapun untuk komponen Crosswind L dan Crosswind R memiliki hasil yang serupa Crosswind L yang mendominasi pada musim penghujan, sementara Crosswind R mendominasi pada musim kemarau.

## DAFTAR PUSTAKA

- Fadholi, A. "Analisa Pola Angin Permukaan Di Bandar Udara Depati Amir Pangkalpinang Periode Januari 2000 - Desember 2012." *Jurnal Statistika Universitas Islam Bandung* 12. 1 (2012): 19-28
- Fadholi, A. "Analisis Data Arah Dan Kecepatan Angin Landas Pacu (*Runway*) Menggunakan Aplikasi Windrose Plot (WRPLOT)." *Jurnal Ilmu Komputer* 9. 2 (2014): 84-91
- Fadholi, A. "Analisis Komponen Angin Landas Pacu (*Runway*) Bandara Depati Amir Pangkalpinang." *Statistika* 13. 2 (2014): 45-53.
- Hidayati, A., R. Komala, H. Riyandi, Dan H. Susanto. "Pemilihan *Runway* Berdasarkan Arah Angin Tiap Musim Di Bandar Udara Budiarto." *Langit Biru: Jurnal Ilmiah Aviasi* 16. 1 (2023):1-9
- Icao. "Aerodrome Meteorological Observation And Forecast Study Group (AMOFSG): Ninth Meeting". Montreal. Canada. (2011)
- Ishak, L. Dan I. Lukito. "Analisa Pengaruh Arah Dan Kecepatan Angin Saat *Take off* Dan *Landing* Di Bandara Adisutjipto Yogyakarta." *Jurnal Sainstek Stt Pekanbaru* 8. 2 (2020): 91-95
- Meilina, N. Dan E. Tinianus. "Tinjauan Hukum Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (Kkop) Bandara Internasional Sultan Iskandar Muda (SIM) Dalam Perspektif Hukum Udara Internasional." *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Bidang Hukun Kenegaraan* 7. 2 (2023): 126-134.
- Readyson, E.E. Dan R.R. Saraswati. "Analisa Sirkulasi Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang." *Jurnal Arsitektur Dan Lingkungan Binaan* 3. 2 (2020).
- Soepangkat. *Pendahuluan Meteorologi*. Jakarta: BPMLG, 1994. Print