



ANALISIS DATA ANGIN PERMUKAAN DI BANDARA SAM RATULANGI MANADO MENGGUNAKAN METODE *WIND ROSE*

Djeli A. Tulandi, Jeane V. Tumangkeng dan Febrianty E.A. Tumbelaka
Fisika FMIPA Universitas Negeri Manado
febriantytumbelaka24@gmail.com

ABSTRAK. Penelitian tentang pola angin permukaan telah dilakukan dalam usaha meminimalisir potensi kecelakaan pesawat di Bandara Sam Ratulangi Manado. Memperhatikan data arah dan kecepatan angin yang mudah berubah, maka diperlukan suatu sistem yang dapat memprediksikan arah dan kecepatan angin saat lepas landas, menjelajah dan mendarat.. Metode yang digunakan yaitu metode *wind rose* dengan data mulai tahun 2002 – 2017 (selama 15 tahun terakhir). Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa keadaan pola angin permukaan Bandara Sam Ratulangi dominan bertiup dari arah 112° – 157° (Tenggara) dengan persentase 15,60% dan kecepatan angin dominan (terbanyak) 7 – 11 knot dengan persentase 8,73%. Pada tahun-tahun selanjutnya diperkirakan bulan Februari – Mei arah angin lebih dominan ke arah Barat Laut/Utara, bulan Juni – Agustus arah angin lebih dominan ke arah Selatan, bulan September – Oktober lebih dominan ke arah Tenggara, bulan November – Januari lebih dominan ke arah Barat.

ABSTRACT. Research on surface wind patterns has been carried out in an effort to minimize the potential for aircraft accidents at Manado's Sam Ratulangi Airports. Taking into account the wind direction and velocity data that is easily changed, then we need a system that can predict the direction and speed of the wind when taking off, exploring and landing. The method used is the wind rose method with data starting in 2002 – 2017 (for the last 15 years). The results of data processing show that the surface wind pattern condition of Sam Ratulangi Airport is dominant in blowing direction from 112° – 157° (Southeast) with a percentage of 15,60 % and dominant wind speed (most) is 7 – 11 knots with a percentage of 8,73%. In the following years it is estimated that in February – May the direction of wind is more dominant towards the North-West/North, from June – August the direction of the wind is more dominant towards the South, September – October is more dominant towards the Southeast, November – January is more dominant towards West direction.

Kata Kunci: Angin Permukaan, Metode *Wind Rose*

Keywords: Surface Wind, Wind Rose Method

PENDAHULUAN

Pulau-pulau di Indonesia dihubungkan dengan transportasi baik itu transportasi udara, darat maupun laut. Dengan tingkat mobilitas penduduk yang tinggi diperlukan sarana transportasi dapat menghubungkan pulau-pulau tersebut dalam waktu yang singkat, dan jalur udara dipilih untuk memenuhi tujuan tersebut. Transportasi penerbangan mempunyai standar keselamatan yang tinggi, jika terdapat kesalahan kecil maka akan berakibat buruk bagi keselamatan kru pesawat maupun penumpangnya. Dalam penerbangan dikenal 3 tahapan yaitu *take-off* (lepas landas), *crusing* (menjelajah) dan *landing* (mendarat). Ketiga tahapan tersebut berhubungan langsung dengan faktor meteorologi. Tahapan yang rawan kecelakaan selama ini adalah saat mendarat (*landing*). Salah satu faktor penting dari unsur meteorologi tersebut adalah angin, baik dari segi arah maupun kecepatannya. Angin akan mempengaruhi pesawat dalam segi kestabilannya. Angin permukaan merupakan unsur meteorologi yang keadaannya baik arah maupun kecepatannya mudah sekali berubah. Disamping itu, angin sangat berpengaruh terhadap operasi penerbangan. Kestabilan pesawat saat lepas landas dan mendarat dipengaruhi oleh angin dekat permukaan (Fadholi, 2013)

Bandara Sam Ratulangi adalah bandar udara yang terletak di Kecamatan Mapanget, Kota Manado Propinsi Sulawesi Utara. Menganalisis variasi arah dan kecepatan angin dekat permukaan diperlukan agar dapat diketahui seberapa besar tingkat keseringan arah dan kecepatan angin permukaan di Bandara Sam Ratulangi Manado pada tahun 2002-2017 sehingga dapat diprediksikan arah dan kecepatan angin yang nantinya akan terjadi. Hal ini juga dapat menambah pengetahuan pengamat cuaca di lapangan khususnya di bandara mengenai variasi angin Bandara Sam Ratulangi Manado pada periode Januari 2002 sampai Desember 2017. Serta mengurangi

kemungkinan kecelakaan pesawat akibat angin dalam operasi penerbangan.

Memperhatikan data arah dan kecepatan yang mudah berubah, maka diperlukan suatu sistem yang dapat memprediksikan arah dan kecepatan angin saat *take-off* (lepas landas), *crusing* (menjelajah) dan *landing* (mendarat). Bandar Udara Sam Ratulangi menggunakan sebuah aplikasi/software yang dapat memprediksikan arah dan kecepatan angin yang akan diberikan kepada pilot. Adapun metode yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan diatas yaitu dengan menggunakan metode *wind rose*. Analisis variasi angin dilakukan dengan metode ini. *Wind rose (diagram mawar angin)* adalah diagram yang menyederhanakan angin pada sebuah lokasi dengan periode tertentu. *Windrose* juga digunakan sebagai petunjuk untuk mengetahui delapan arah mata angin. (Febri dkk., 2015)

Diagram angin menunjukkan persentasi kejadian angin dengan kecepatan tertentu dari berbagai arah dalam periode waktu pencatatan. Gambar mawar angin terdapat garis-garis radial arah angin dan tiap lingkaran yang menunjukkan persentasi kejadian angin dalam periode waktu pengukuran (Purwono dkk., 2018). Metode *wind rose* ini dipakai karena dapat menganalisa arah dan kecepatan angin suatu tempat tertentu dan biasanya perbandingan dari pada angin-angin yang berhembus dari tiap-tiap arah angin (Fadholi, 2013)

METODE

Metode penelitian yang dipilih adalah deskriptif analisis. Metode deskriptif analitis adalah suatu metode yang berfungsi untuk mendeskripsikan atau memberi gambaran terhadap objek yang diteliti melalui data atau sampel yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa melakukan analisis dan membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum. Teknik pengumpulan data yang dilakukan

yaitu dengan menghitung dan membuat tabel distributif relatif arah dan kecepatan angin permukaan. Pembuatan tabel ini adalah hal pertama yang harus dilakukan guna mencari banyaknya angin yang berhembus dari tiap-tiap arah angin sesuai kelas interval yang telah ditentukan kemudian kecepatan angin dirata-ratakan untuk mendapatkan kecepatan angin rata-rata bulanan. Persamaan yang digunakan adalah persamaan distributif relatif. Data keadaan angin yang dipakai dalam penelitian ini adalah data arah dan kecepatan angin permukaan harian pada pengamatan sinoptik/permukaan Stasiun Meteorologi Sam Ratulangi Manado periode Januari 2002 sampai dengan Desember 2017 dengan rapat data yaitu data sinoptik tiap jam.

Proses pembuatan diagram arah dan kecepatan angin dibuat dengan menggunakan metode *windrose*. Aplikasi yang digunakan dalam metode ini yaitu 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 *windrose* kecepatan angin yang terjadi. Data arah dan kecepatan angin diolah dengan cara mengklasifikasikan arah menjadi 8 arah mata angin yaitu 360° (Utara), 45° (Timur Laut), 90° (Timur), 135° (Tenggara), 180° (Selatan), 225° (Barat Daya), 270° (Barat) dan 315° (Barat Laut). Sedangkan kecepatan arah anginnya diklasifikasikan ke dalam 7 kelas yaitu 1 – 4 knot, 4 – 7 knot, 7 – 11 knot, 11 – 14 knot, 14 - 17 knot, 17 – 21 knot, dan lebih dari atau sama dengan 22 knot.

HASIL DAN PEMBAHASAN

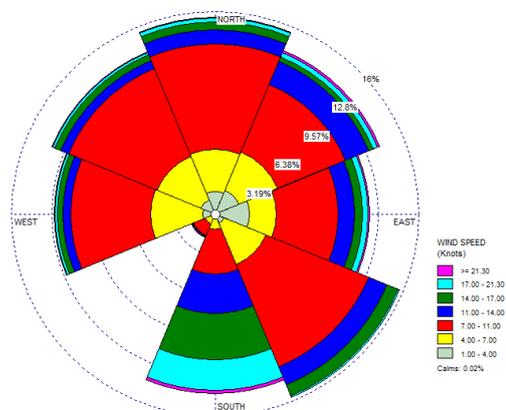
Analisa yang dilakukan adalah analisa bulanan dan tiap jam. Analisa bulanan dilakukan untuk mengetahui fenomena regional maupun global yang berpengaruh pada bulan tersebut. Sedangkan analisa tiap jam dilakukan untuk mengetahui

fenomena lokal yang berpengaruh pada kondisi angin permukaan bandara.

Analisis Data Angin

Analisis bulanan dilakukan mulai dari bulan Januari sampai Desember mulai tahun 2002 – 2017 (15 tahun). Alat ukur kecepatan angin yang digunakan diambil pada ketinggian 10 meter.

Analisis data angin secara keseluruhan mulai dari bulan Januari sampai Desember 2002 - 2017 dapat dilihat pada grafik dalam bentuk *wind rose* pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Windrose secara Keseluruhan (2002-2017)

Secara umum untuk mengetahui pola angin permukaan yang terjadi di Bandara Sam Ratulangi Manado, semua data yang ada mulai dari tahun 2002 sampai tahun 2017 (selama 15 tahun) diolah dan hasilnya dibandingkan dengan keadaan bandara terutama pada posisi *runway*.

Analisis data angin mulai dari bulan Januari sampai Desember 2002 - 2017 dapat dilihat pada Tabel 1.

Dari hasil pengolahan pada tabel 1, maka didapatkan bahwa secara umum dari tahun 2002 sampai tahun 2017 pola angin permukaan di Bandara Sam Ratulangi Manado dominan bertiup dari arah 112° – 157° (Tenggara) dengan persentase 15,60 % dan kecepatan angin dominan (terbanyak) 7 – 11 knot dengan persentase 8,73 %.

Tabel 1. Analisis Data Angin Mulai dari Bulan Januari sampai Desember 2002 - 2017

No	Bulan	Deskripsi Arah dan Kecepatan Angin Dekat Permukaan
1	Januari	Arah angin yang dominan (terbanyak) berasal dari arah 247° – 292° (Barat) dengan persentase 29,03 % dan kecepatan angin dominan (terbanyak) tercatat pada 7 – 11 knot dengan persentase 16,33 %.
2	Februari	Arah angin yang dominan (terbanyak) berasal dari arah 337° – 22° (Barat Laut-Utara) dengan persentase 24,79 % dan kecepatan angin dominan (terbanyak) tercatat pada 7 – 11 knot dengan persentase 16,25 %.
3	Maret	Arah angin yang dominan (terbanyak) berasal dari arah 337° – 22° (Barat Laut-Utara) dengan persentase 28,83 % dan kecepatan angin dominan (terbanyak) tercatat pada 7 – 11 knot dengan persentase 16,33 %.
4	April	Arah angin yang dominan (terbanyak) berasal dari arah 337° – 22° (Barat Laut-Utara) dengan persentase 24,37 % dan kecepatan angin dominan (terbanyak) tercatat pada 7 – 11 knot dengan persentase 14,58 %.
5	Mei	Arah angin yang dominan (terbanyak) berasal dari arah 292° – 337° (Barat-Barat Laut) dengan persentase 19,15 % dan kecepatan angin dominan (terbanyak) tercatat pada 7 – 11 knot dengan persentase 11,69 %.
6	Juni	Arah angin yang dominan (terbanyak) berasal dari arah 157° – 202° (Selatan) dengan persentase 22,50 % dan kecepatan angin dominan (terbanyak)
		tercatat pada 11 – 14 knot dengan persentase 6,87 %.
7	Juli	Arah angin dominan (terbanyak) berasal dari arah 157° – 203° (Selatan) dengan persentase 41,33 % dan kecepatan angin dominan (terbanyak) tercatat pada 14 – 17 knot dengan persentase 15,32 %.
8	Agustus	Arah angin yang dominan (terbanyak) berasal dari arah 157° – 203° (Selatan) dengan persentase 45,76 % dan kecepatan angin dominan (terbanyak) tercatat pada 17 – 21 knot dengan persentase 12,90 %.
9	September	Arah angin yang dominan (terbanyak) berasal dari arah 112° – 157° (Tenggara) dengan persentase 35,62% dan kecepatan angin dominan (terbanyak) tercatat pada 7 – 11 knot dengan persentase 20,20 %.
10	Oktober	Arah angin dominan (terbanyak) berasal dari arah 112° – 157° (Tenggara) dengan persentase 25,60% dan kecepatan angin dominan (terbanyak) tercatat pada 7 – 11 knot dengan persentase 15,72 %.
11	November	Arah angin dominan (terbanyak) berasal dari arah 247° – 292° (Barat) dengan persentase 20,83 % dan kecepatan angin dominan (terbanyak) tercatat pada 7 – 11 knot dengan persentase 11,45 %.
12	Desember	Arah angin dominan (terbanyak) berasal dari arah 247° – 292° (Barat) dengan persentase 27,82 % dan kecepatan angin dominan (terbanyak) tercatat pada 7 – 11 knot dengan persentase 12,09 %.

Prediksi Arah dan Kecepatan Angin

Jika dilihat pada hasil penelitian yang dilakukan untuk memantau arah dan kecepatan angin di Bandara Sam Ratulangi Manado diperkirakan pada tahun-tahun selanjutnya bulan Februari - Mei arah angin lebih dominan ke arah Barat Laut/Utara, bulan Juni – Agustus arah angin lebih dominan ke arah selatan, bulan September – Oktober lebih dominan ke arah Tenggara, bulan November – Januari lebih dominan ke arah Barat.

Kecepatan angin rata-ratanya 7 – 11 knot, hal itu dilihat dari tingkat keseringan arah dan kecepatan angin permukaan yang terjadi selama 15 tahun terakhir. Jika dibandingkan dengan posisi *runway* saat ini tingkat kesesuaian antara dominan arah angin permukaan masih dalam keadaan baik.

Perlu diperhatikan arah angin yang berasal dari Timur atau biasa disebut *cross wind*. Jika berkecepatan lebih besar, maka dapat menghambat kelancaran *take off* dan *landing*.

Angin silang (*cross wind*) di landasan terbang yang berkecepatan 20 knot, mungkin dapat menimbulkan bahaya bagi pesawat kecil yang melakukan pendaratan, tetapi tidak ada pengaruhnya bagi pesawat terbang besar dan modern. Dari posisi terbang, angin 20 knot pada paras penerbangan 30.000 kaki tidak terasa bagi pesawat besar yang terbang pada paras tersebut, tetapi bila terjadi pada paras rendah sangat berarti bagi pesawat terbang kecil yang terbang pada paras tersebut (Fatkhuroyan dkk, 2018).

Kriteria bahaya bergantung juga kepada macam penerbangan. Namun demikian karena setiap pesawat terbang mempunyai tiga kegiatan yang sama, yakni tinggal landas, terbang dan mendarat maka penggunaan arti bahaya dalam penerbangan umumnya diterapkan untuk masing-masing kegiatan tersebut (Sholikhin & Rahayu, 2013).

Jika kecepatan angin di Bandara Sam Ratulangi Manado mencapai ≥ 25 knot maka disarankan untuk tidak melakukan penerbangan atau menjauhi arah angin dengan kecepatan tersebut dikarenakan sudah mencapai titik angin ekstrim. Jika penerbangan terus dilakukan pada keadaan tersebut, maka akan terjadi gangguan penerbangan bahkanpun kecelakaan dalam proses penerbangan. Kriteria bahaya dalam proses penerbangan di Bandara Sam Ratulangi Manado minim dikarenakan kondisi angin permukaan masih dibawah 25 knot.

Dengan memprediksikan keadaan arah dan kecepatan angin ini, maka dapat membantu meminimalisir potensi kecelakaan pesawat.

Kesimpulan

Jika dilihat dari tingkat keseringan arah dan kecepatan angin yang terjadi selama 15 tahun terakhir ini, kriteria bahaya dalam proses penerbangan di Bandara Sam Ratulangi Manado minim dikarenakan kondisi angin permukaan masih dibawah 25 knot. Dengan memprediksikan keadaan arah dan kecepatan angin, dapat membantu meminimalisir potensi kecelakaan pesawat.

DAFTAR PUSTAKA

- Fadholi, A. (2013). Analisis Data Angin Permukaan Di Bandara Pangkalpinang Menggunakan Metode Windrose. *Jurnal Geografi*, 10(2), 112-122
- Fatkhuroyan, Trinah W. & Abdul K. (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-85-91*
- Febri R., Achmad N. & Sriyono E. (2015). Analisa Transformasi Gelombang Dominan Pelabuhan Glagah (Studi Perbandingan Software Awave 2-3 Dengan CGWAVE, *Jurnal Teknik* 5(1), 20-29
- Purwono S.A.N. & Sismiani A. (2018). Peramalan Kejadian Gelombang Pantai Watunohu Dengan Pendekatan Empiris Analisa Data Angin. *Teodolita (Media Komunikasi Ilmiah Di Bidang Teknik)* 19 (2), 1-10

Sholikin, M.N. & Rahayu Y. (2013). Analisis Delay Penerbangan Akibat Cuaca di Bandara Ahmad Yani Semarang dengan Algoritma C4.5, 5, 1-10.