

Analisis Kejadian Kabut Tebal di Bandara Yogyakarta International Airport (YIA): Studi Kasus 19-22 Oktober 2023

Nindya Sekar Annisa¹, Muhammad Faisal Rohman², Rio Putra Orleando³, Yosafat Donni Haryanto⁴

¹²³⁴*Program Studi Meteorologi, Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (STMKG), Tangerang Selatan*

Email Penulis

¹nindya.sekar.a@gmail.com
²fmical24@gmail.com
³rio.putra.orleando@gmail.com
⁴yosafatdonni@gmail.com

Kata Kunci:

Kabut, Penerbangan, Massa Udara, Komposit RGB

Keywords:

Fog, Aviation, Air Mass, RGB Composite

ABSTRAK

Kabut merupakan salah satu fenomena cuaca kekaburan yang dapat mengganggu penerbangan karena mengurangi jarak pandang. Pada tanggal 19-22 Oktober 2023 terjadi fenomena kabut tebal pada Bandara Internasional Yogyakarta. Kabut tebal ini dapat dibuktikan dari data observasi di Stasiun Meteorologi Yogyakarta yang melaporkan adanya kabut dengan fenomena Mist (BR) sepanjang bulan Oktober yang puncaknya terjadi pada tanggal 19-22 Oktober 2023. Kabut tebal yang melanda ini menjadi bukti dari kompleksitas faktor-faktor meteorologi yang saling mempengaruhi. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis faktor-faktor yang menjadi pendukung terjadinya pembentukan kabut di lokasi penelitian. Data-data yang digunakan ialah data global berupa data reanalysis suhu permukaan laut dan angin vector dan ditambah dengan data observasi dari Stasiun Meteorologi Klas II Yogyakarta yakni temperature, kelembapan, dan jarak pangan. Kabut tebal ini dipicu oleh adanya pertemuan massa udara panas dari Australia dan massa udara dingin dari Samudera Hindia menjadi salah satu penyebab utama terbentuknya kabut. Ketika dua massa udara ini berinteraksi di atas permukaan laut yang hangat, uap air mulai berkondensasi dan membentuk kabut tebal yang menyelimuti pantai. Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai langkah preventif bagi pihak-pihak terkait untuk terus mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan kabut tebal di Pantai Selatan Yogyakarta serta mengambil langkah-langkah yang diperlukan untuk mengurangi dampak negatifnya, terutama dalam menjaga keamanan dan kelancaran operasi penerbangan.

ABSTRACT

Fog, a common weather phenomenon, can significantly disrupt air travel by reducing visibility. Between October 19-22, 2023, thick fog enveloped Yogyakarta International Airport. This dense fog was documented by observational data from Yogyakarta Meteorological Station, which reported Mist (BR) conditions throughout October, peaking on October 19-22, 2023. This thick fog exemplifies the intricate interplay of meteorological factors. This study aims to analyze the factors contributing to fog formation at the research location. The utilized data includes global reanalysis data of sea surface temperature and vector wind, complemented by observational data from Yogyakarta Class II Meteorological Station, encompassing temperature, humidity, and visibility. The thick fog event in Yogyakarta highlights the complex interplay of meteorological factors that can lead to the formation of dense fog in coastal regions. The study underscores the importance of understanding these factors and their impact on aviation safety. Further research is warranted to develop improved forecasting models and mitigation strategies to minimize the disruption caused by fog events.

PENDAHULUAN

Informasi meteorologi penerbangan yang akurat merupakan aspek penting yang tak terpisahkan dari industri penerbangan. Hal ini disebabkan karena keselamatan, keteraturan, dan efisiensi atau kenyamanan penerbangan selalu menjadi prioritas utama dalam operasional penerbangan secara keseluruhan (Putri, 2017). Partikel yang tersebar di udara berasal dari berbagai sumber, salah satunya merupakan partikel yang timbul secara alami, seperti penguapan embun di pagi hari, kabut, debu yang disebabkan oleh letusan gunung, asap dari kebakaran hutan, dan sebagainya. Dalam konteks meteorologi, jarak pandang mendatar merupakan salah satu elemen cuaca yang penting dan harus dipantau secara teratur. Jarak pandang yang rendah, akibat buruknya kondisi udara, dapat menjadi salah satu faktor penyebab kecelakaan penerbangan yang fatal. Jarak pandang mendatar yang terganggu perlu diidentifikasi secara jelas agar dampak dari polusi dan menurunnya kualitas udara terhadap jarak pandang bisa dihindari atau dicegah. Oleh karena itu, penting sekali untuk memperhatikan dan memastikan kualitas jarak pandang dalam aktivitas penerbangan (Kristianto, 2001).

Kabut (fog/mist) ialah fenomena meteorologi yang diidentifikasi sebagai kekaburan (obscurity). Fenomena ini terbentuk dari adanya suspensi partikel air kecil di atmosfer dekat permukaan bumi yang dapat menyebabkan berkurangnya jarak pandang horizontal. Menurut jarak pandangnya, kabut dapat diklasifikasikan sebagai fog maupun mist. Menurut WMO, Fog merupakan suspensi yang berukuran sangat kecil yang biasanya berbentuk droplet air berukuran mikroskopik di udara yang dapat mengurangi visibility di permukaan bumi. Fenomena berupa partikel di udara seperti fog dan mist memiliki batasan yang sulit untuk dibedakan karena keduanya merupakan bagian dari tahapan proses kondensasi yang berurutan. Debu yang merupakan partikel kering di atmosfer akan menghasilkan fenomena haze yang ketebalannya dipengaruhi oleh kadar kelembapan di atmosfer yang rendah. Seiring dengan meningkatnya kelembapan, maka air akan menempel pada partikel debu dan ukurannya akan meningkat serta bersaturasi menjadi sangat tebal yang membentuk fog. Setelah udara bersaturasi dan kondisi di udara memungkinkan terjadi supersaturasi, maka akan terjadi kondensasi dimana air akan menempel pada partikel-partikel debu ini akan jenuh dan membentuk tetesan air. Pada fase ini, tetesan air yang terbentuk disebut dengan mist (Aitken, 1992).

Pada awal bulan Oktober 2023, fenomena kabut tebal melanda sepanjang Pantai Selatan Yogyakarta, khususnya di wilayah Kulon Progo. Fenomena ini tidak hanya mengganggu aktivitas wisata di sekitar pantai, namun juga berakibat signifikan pada operasional penerbangan di Bandara Internasional Yogyakarta (YIA). Kabut yang menyelimuti landasan pacu (runway) menyebabkan penundaan, pembatalan, pengalihan penerbangan dan membuat pesawat melakukan go-around di Bandara Internasional Yogyakarta (YIA). Data observasi dari Stasiun Meteorologi Yogyakarta menunjukkan adanya kabut yang dinyatakan dalam BR pada data sinoptik sepanjang bulan Oktober 2023 dengan puncaknya terjadi pada tanggal 19-22 Oktober 2023. Kabut tebal yang menyelimuti pantai Selatan Yogyakarta ini terbentuk dari kompleksitas alam dan berbagai faktor yang saling berinteraksi untuk menghasilkan fenomena ini.

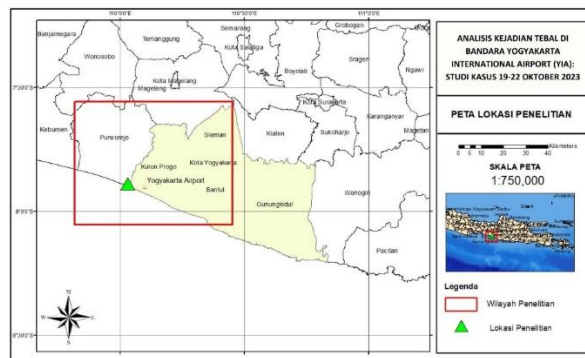
Pembentukan kabut yang terjadi di sepanjang pesisir pantai Kulon Progo tepatnya di Bandara Internasional Yogyakarta didukung oleh faktor-faktor atmosfer dan laut yang akan dianalisis di penelitian ini. Kemunculan fenomena kabut dipengaruhi oleh sirkulasi atmosfer regional, suhu permukaan air laut, dan stabilitas atmosfer (Caceres et al., 2007). Stasiun Meteorologi Yogyakarta terletak berhadapan langsung dengan perairan Samudera Hindia sehingga secara tidak langsung berpengaruh terhadap iklim dan cuaca di Stasiun Meteorologi Yogyakarta. Pertemuan massa udara yang berasal dari benua Australia melewati Samudera Hindia yang berinteraksi menjadi pendorong adanya kondensasi di sepanjang pesisir. Selain

itu, topografi wilayah juga berperan penting dalam pembentukan kabut. Pegunungan yang melintang di Selatan Yogyakarta menjadi penghalang bagi pergerakan massa udara dingin, sehingga kabut cenderung terkonsentrasi di sepanjang pantai. Lelembapan yang tinggi juga menjadi faktor dapat mempercepat proses kondensasi yang menyebabkan kabut ini.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara komprehensif fenomena kabut tebal di Bandara Internasional Yogyakarta (YIA) dengan menggunakan studi kasus pada tanggal 19-22 Oktober 2023. Analisis in I akan berfokus pada beberapa aspek yaitu identifikasi faktor-faktor penyebab kabut tebal dan pengembangan strategi mitigasi kabut tebal.

METODE

Penelitian ini difokuskan pada Stasiun Meteorologi Yogyakarta yang terletak di Kecamatan Temon, Kabupaten Kulon Progo, Provinsi Yogyakarta.

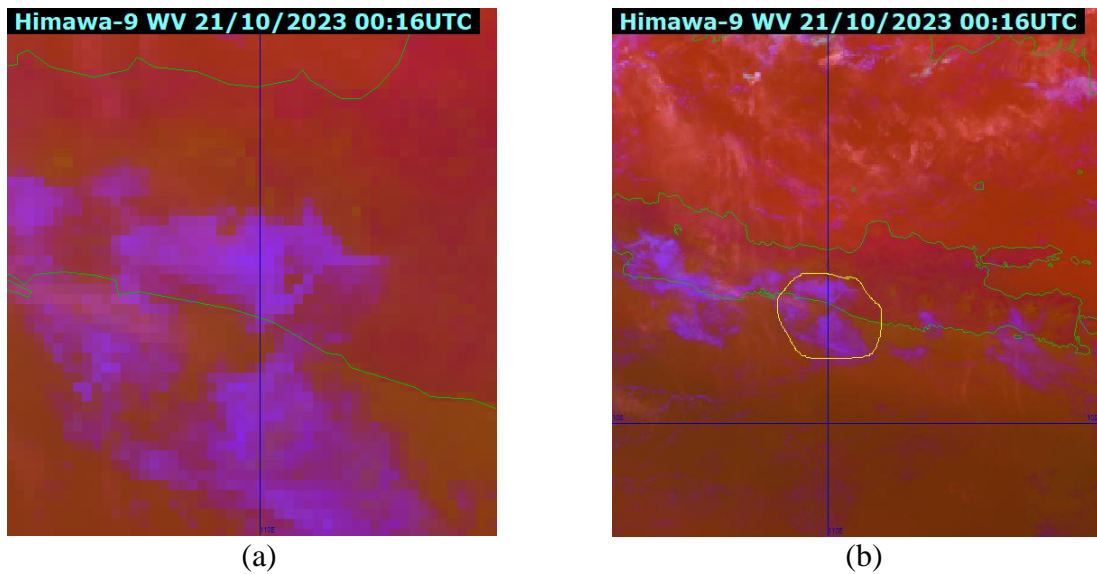


Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Data yang digunakan adalah data reanalysis dari suhu permukaan laut yang diambil dari ECMWF, temperature udara permukaan, angin U dan V sebagai angin vektor, dan citra Satelit Himawari-8 yang digunakan sebagai visualisasi kabut. Data reanalysis akan diolah menggunakan software GRADS dan visualisasi kabut dengan software GMSLPD dengan Metode Komposit RGB. GMSLPD memiliki fungsi seperti analisis Dvorak, display dan overlay antara citra satelit dan model numerik yang terdiri dari fitur-fitur yang dapat beroperasi untuk menganalisis citra satelit (Tanaka, 2009). Teknik Komposit RGB merupakan Teknik yang digunakan untuk mengolah citra satelit menggunakan tiga warna dasar yaitu merah, hijau, dan biru yang kemudian dikombinasikan dengan kanal-kanal yang berbeda untuk menghasilkan data yang diinginkan (Shimizu, 2019). Selanjutnya digunakan pula data observasi yang diperoleh dari Stasiun Meteorologi Kelas II Yogyakarta International Airposrt yaitu data Suhu udara, kelembapan udara, dan jarak pandang (visibility).

HASIL DAN PEMBAHASAN

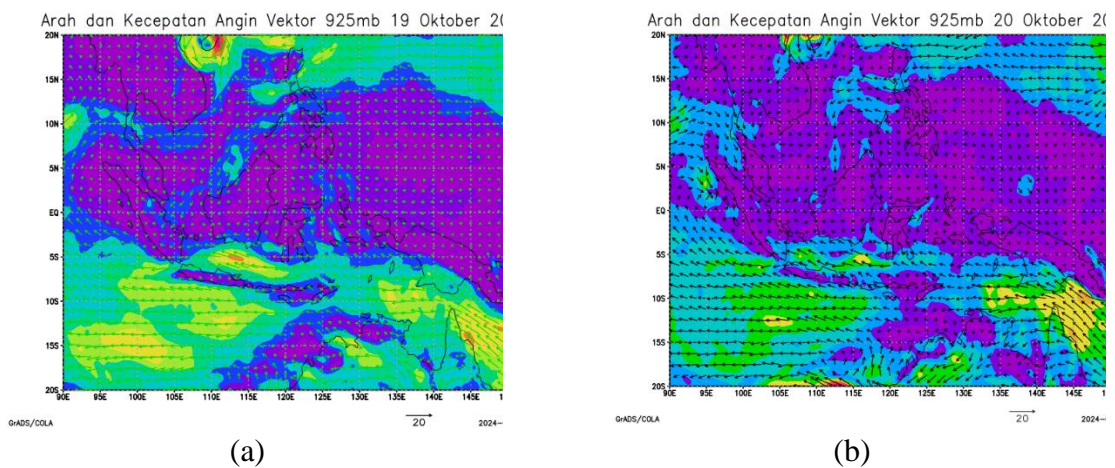
Citra Satelit Himawari-8 digunakan untuk menampilkan visualisasi adanya kabut yang terjadi pada waktu kejadian yakni pada tanggal 19-22 Oktober 2023. Data yang ditampilkan merupakan data sampel yang merepresentasikan kejadian kabut pada bulan Oktober di Stasiun Meteorologi Kelas II Yogyakarta. Data Satelit Himawari-8 diambil setiap 10 menit sekali. Pada analisis ini, digunakan data pada pukul 00.16 UTC untuk merepresentasikan kejadian kabut pada pukul 00.00 UTC

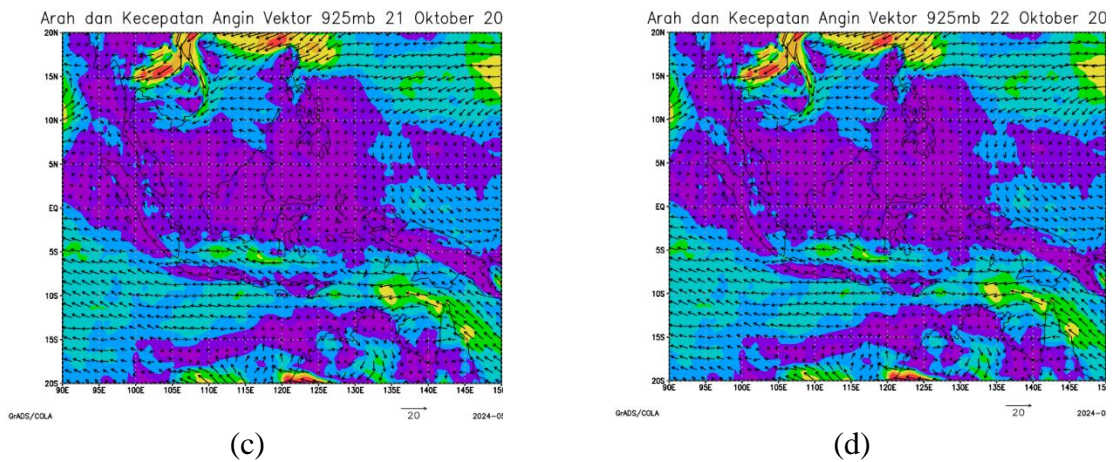


Gambar 2. Citra Satelit Himawari-8 pada pukul 00.16 UTC yang merepresentasikan kabut di Bandara Internasional Yogyakarta pada 00.00 UTC

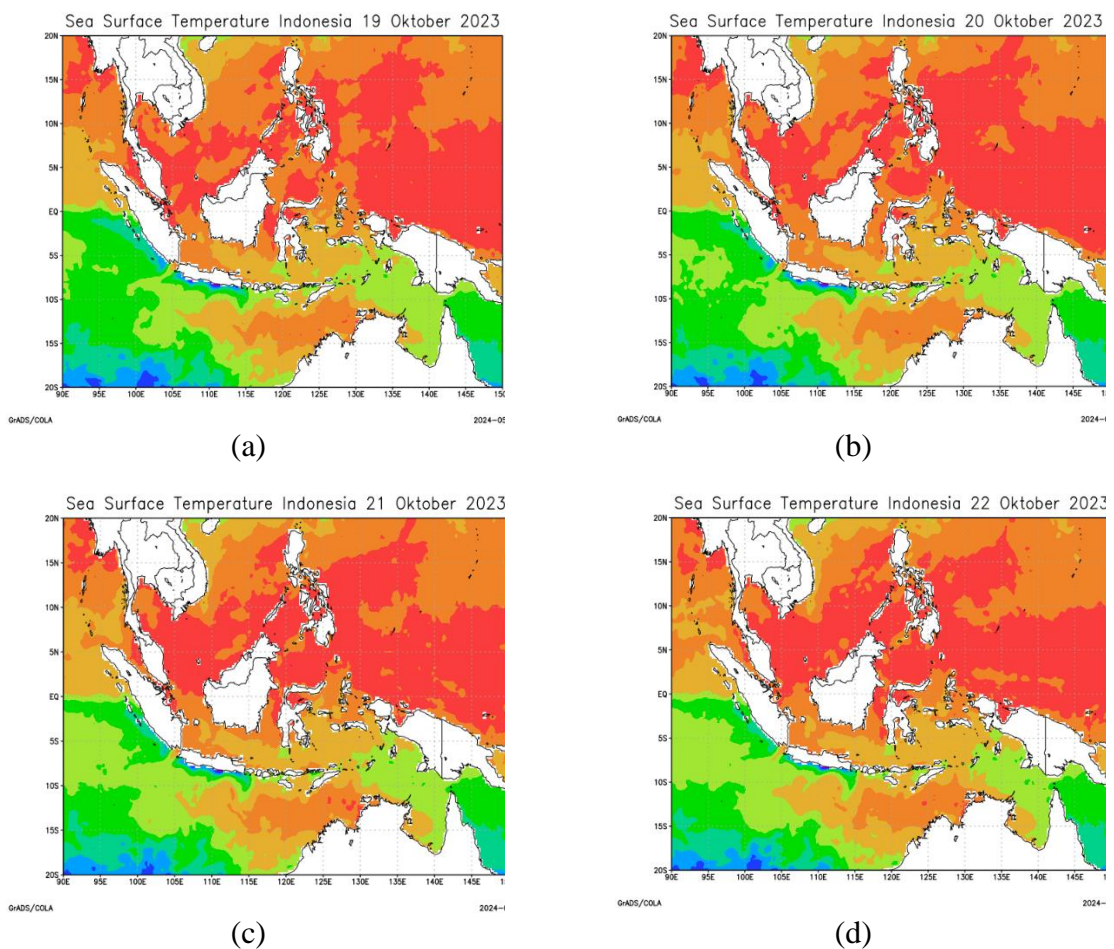
A. Data Reanalisis

Hasil visualisasi dari data parameter-parameter yang diambil menunjukkan bahwa terdapat faktor-faktor pendukung yang menyebabkan pertumbuhan kondensasi yang menyebabkan kabut di sepanjang pantai Kulon Progo tepatnya di lokasi penelitian yakni Bandara Internasional Yogyakarta (YIA). Menurut gambar 3, angin berasal dari Tenggara dengan kecepatan antara 4-12 knot. Data ini menunjukkan bahwa angin timuran yang berasal dari wilayah Australia cukup dominan memengaruhi ke lokasi penelitian. Angin timuran dari benua Australia ini membawa udara panas karena berasal dari gurun yang membentang di sepanjang Benua Australia.





Gambar 3. Arah dan Kecepatan Angin Vektor 925mb Indonesia pada (a) 19 Oktober, (b) 20 Oktober, (c) 21 Oktober, dan (d) 22 Oktober



Gambar 4. Suhu Permukaan Laut (*Sea Surface Temperature/SST*) Indonesia pada (a) 19 Oktober, (b) 20 Oktober, (c) 21 Oktober, dan (d) 22 Oktober

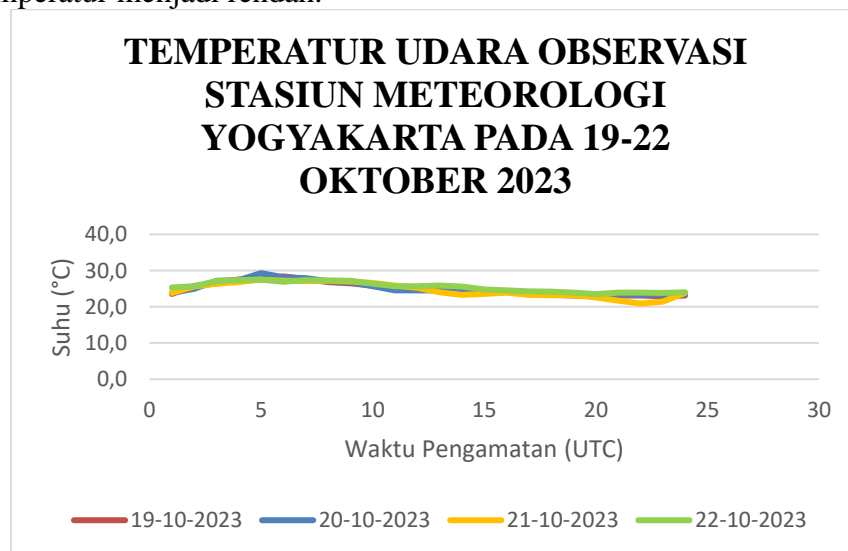
Angin timuran yang membawa udara panas ini kemudian melewati perairan Samudera Hindia yang dingin (Wang, et al. 2001). Hal ini dapat dilihat pada gambar 4 yang menunjukkan suhu permukaan laut (SST) pada tanggal 19-22 Oktober 2023. Di sekitar pesisir Bandara Yogyakarta International Airport cenderung dingin. Suhu permukaan laut yang dingin tidak cukup untuk mendukung pertumbuhan awan konvektif, namun dapat menyebabkan adanya

kabut tebal di permukaan. Hal ini dikarenakan aliran angin yang berasal dari Selatan yaitu benua Australia membawa massa udara yang sifatnya panas. Massa udara ini kemudian melintasi laut yang memiliki suhu permukaan dingin sehingga terbentuk pendinginan adveksi. Posisi gerak semu matahari yang berada di sekitar ekuator dan bergerak menuju ke Selatan juga berkontribusi terhadap fenomena ini. Akibatnya, proses pemanasan atau radiasi di lokasi penelitian akan terjadi. Di sisi lain, wilayah Selatan Indonesia yang didominasi oleh angin timuran yang berasal dari Australia yang kering berinteraksi dengan perairan Samudera Hindia menyebabkan proses kondensasi di permukaan yang dingin dan stabil kemudian terbentuk kabut. Formasi kabut ini kemudian terjadi terbatas hanya di sekitar perairan dikarenakan angin yang lemah yang ditunjukkan pada gambar 2 sehingga kabut tidak mengalami pergerakan

B. Data Observasi

Analisis pembentukan kabut dapat ditinjau dari adanya data observasi dengan parameter suhu udara, kelembapan, dan jarak pandang yang diamati oleh pengamat pada Stasiun Meteorologi Yogyakarta International Airport (YIA).

Temperatur udara observasi menunjukkan bahwa suhu cenderung rendah. Pada tanggal kejadian yakni pada tanggal 21 Oktober 2023 terlihat bahwa tren suhu cukup rendah dengan suhu minimumnya adalah 20,9°C dan suhu maksimum hanya mencapai 29,3 °C. Grafik temperatur udara tercantum pada gambar 4. Menurut observasi, suhu permukaan cenderung rendah pada saat terjadinya kabut. Setelah kabut terbentuk, kabut bertindak menghalangi radiasi matahari yang mencapai permukaan. Berkurangnya radiasi matahari yang mencapai permukaan menyebabkan temperatur menjadi rendah.



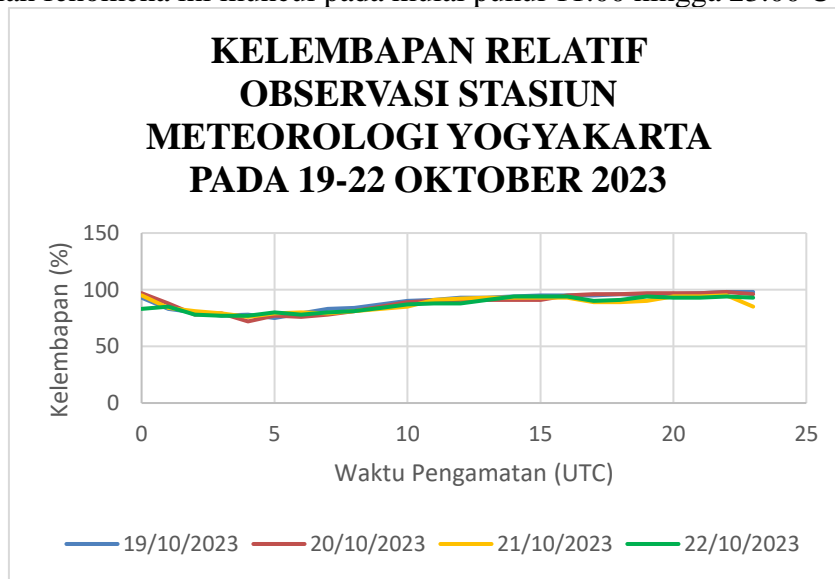
Gambar 5. Temperatur Udara Observasi Stasiun Meteorologi Yogyakarta pada (a) 19 Oktober, (b) 20 Oktober, (c) 21 Oktober, dan (d) 22 Oktober

Suhu terendah juga ditunjukkan pada saat terjadinya kabut yakni pada tanggal 21 Oktober 2023 pukul 00 UTC suhu terendah mencapai 23,8°C. Hal ini mendukung teori bahwa suhu yang rendah dipengaruhi oleh adanya radiasi matahari yang terhalang oleh kabut.

Kabut meningkatkan kelembapan udara di sekitar pantai. Kelembapan udara yang tinggi terutama di pagi dan malam hari. Pada waktu pengamatan terjadinya kabut yakni 00 UTC. Kelembapan udara terpantau hingga mencapai 95%. Sementara itu, pada waktu malam hingga menjelang dini hari yakni sekitar pukul 20 hingga 23 UTC tercatat kelembapan udara tertinggi yakni 96%. Saat kabut terbentuk, konsentrasi uap air di udara sangat tinggi. Hal ini menyebabkan kelembapan udara meningkat secara signifikan. Tetesan air kecil yang

membentuk kabut tersuspensi di udara, meningkatkan kandungan air di udara dan membuat udara terasa lebih lembap (NOAA, 2024)

Menurut Peraturan Deputi Bidang Meteorologi BMKG No 1 Tahun 2015, adanya kekaburan (obscurity) pada partikel basah (hydrometeors) terdiri dari dua kriteria, yakni fog (kabut) dan mist (halimun). Fog (kabut) dilaporkan apabila jarak pandang kurang dari 1000 m. Sementara itu, Mist (halimun) dilaporkan apabila jarak pandang sekurang-kurangnya 1000 m namun tak lebih dari 5000 m. Pada tabel 1, terlihat bahwa terdapat adanya kekaburan yang dapat diidentifikasi sebagai fog maupun mist. Pada tanggal 20 Oktober yakni pada pukul 16.00 hingga 20 UTC terdapat fenomena fog. Selanjutnya pada pukul 22 UTC terdapat fenomena mist. Kekaburan ini kemudian berlanjut hingga pada pukul 00.00 UTC tanggal 21 Oktober 2023 yang merupakan fenomena mist. Fenomena ini berangsur-angsur membaik saat siang hari kemudian fenomena ini muncul pada mulai pukul 11.00 hingga 23.00 UTC.



Gambar 6. Kelembapan Relatif Observasi Stasiun Meteorologi Yogyakarta pada (a) 19 Oktober, (b) 20 Oktober, (c) 21 Oktober, dan (d) 22 Oktober

Tabel 1. Jarak Pandang Observasi Stasiun Meteorologi Yogyakarta pada (a) 19 Oktober, (b) 20 Oktober, (c) 21 Oktober, dan (d) 22 Oktober

Jarak Pandang (<i>Visibility</i>) Stasiun Meteorologi Klas II Yogyakarta Pada 19-22 Oktober 2023				
JAM UTC	19/10/2023	20/10/2023	21/10/2023	22/10/2023
0	7	8	4	3
1	8	8	10	6
2	8	10	10	9
3	10	10	10	10
4	10	10	10	10
5	10	10	10	10
6	10	10	10	10
7	10	10	10	10
8	10	10	10	10
9	10	10	10	10
10	10	10	9	8
11	9	10	5	8

Jarak Pandang (<i>Visibility</i>) Stasiun Meteorologi Klas II Yogyakarta Pada 19-22 Oktober 2023				
JAM UTC	19/10/2023	<i>Visibility</i> (km) 20/10/2023	21/10/2023	22/10/2023
12	8	10	5	7
13	8	9	5	6
14	8	8	6	4
15	3	8	6	4
16	3	1	6	6
17	7	1	8	6
18	5	0,1	8	6
19	5	0,8	8	6
20	5	0,8	8	6
21	5	6	2	6
22	8	3	2	7
23	4	8	0,7	7

SIMPULAN

Pembentukan kabut yang terjadi di Bandara Internasional Yogyakarta dipengaruhi oleh berbagai regional seperti suhu permukaan laut dan angin vektor u dan v . Fenomena kabut ini juga didukung oleh adanya data observasi dengan parameter suhu udara, kelembapan, dan jarak pandang yang diamati oleh pengamat pada Stasiun Meteorologi Yogyakarta International Airport (YIA). Kombinasi dari berbagai factor seperti lapisan udara yang lembap, pemanasan oleh matahari di ekuator, dan angin yang tidak terlalu kuat dapat menghasilkan kabut yang tebal. Fenomena kekaburan baik fog maupun mist merupakan fenomena yang dapat mengganggu jarak pandang penerbangan. Namun, data observasi di Stasiun Meteorologi Yogyakarta masih subjektif. Oleh karena itu fenomena kekaburan ini baik fog maupun mist perlu diidentifikasi lebih lanjut agar identifikasi fenomena kekaburan dapat dilakukan dengan lebih baik. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi awal bagi para prakirawan dalam menghadapi potensi kabut yang dapat mengganggu aktivitas di berbagai sektor salah satunya adalah sektor penerbangan.

DAFTAR RUJUKAN

- Aitken J. (1992). On a Method of Observing and Counting the Number of Water Particles in a Fog. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*.1892;18:259-262. doi:10.1017/S0370164600007422
- Caceres, L., Gomez-Silva, B., Garro, X., Rodriguez, V., Monardes, V. & McKay, C.P. (2007). Relative humidity patterns and fog water precipitation in the Atacama Desert and biological implications. *Journal of Geophysical Research*., 112, 1-11.
- Fadholi, A. (2013). Study pengaruh suhu dan tekanan udara terhadap operasi penerbangan di bandara HAS Hananjoeddin Buluh Tumbang Belitung periode 1980-2010. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*, 3(1), 1-10.
- Kristianto, A (2001). Studi Alat Ukur Jarak Pandang Mendatar Secara Optik., repositori.uma.ac.id, <https://repositori.uma.ac.id/handle/123456789/22455>

- Madjid, F. M. (2022). *Prediksi Jarak Pandang Mendatar Untuk Cuaca Penerbangan Di Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang* (Doctoral Dissertation, Universitas Bina Darma).
- National Oceanic and Atmospheric Administration. (2024). *How Fog Forms*. Tanggal 7 Mei 2024 Pukul 14.00 WIB. (https://www.weather.gov/lmk/fog_tutorial)
- Ningsih, S., Sadjad, R. S., & Nurtanio, I. *Pengenalan Citra Jarak Pandang di Bandara Sultan Hasanuddin Makassar*.
- Peraturan Deputi Bidang Meteorologi BMKG Nomor 1 Tahun 2015. *Tata Cara Pengamatan dan Pelaporan LOCAL ROUTINE REPORT (MET REPORT) dan LOCAL SPECIAL REPORT (SPECIAL) untuk Pelayanan Informasi Meteorologi Penerbangan*. Tanggal 8 Mei 2024 Pukul; 18.00 WIB. (<https://jdih.bmkg.go.id/common/dokumen/peraturandeputimeteorologinomor1tahun2015.pdf>)
- Putri, A., Syafrialdi, Y., & Mustakim, M. (2017). *Analisa Pengaruh Temperatur Terhadap Titik Embun, Jarak Pandang, Kecepatan Angin, Dan Curah Hujan Metode Regresi Linier Berganda*. In *Seminar Nasional Teknologi Informasi Komunikasi dan Industri* (pp. 227-234).
- Theresia, R. (2017). *Analisis Kualitas Jarak Pandang Dalam Kabut Asap Pada Keterlambatan Penerbangan Di Bandar Udara Tjilik Riwut Palangka Raya Periode Bulan September-Oktober 2015* (Doctoral Dissertation, Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan).
- Shimizu, A. (2015). *Outline of RGB Composite Imagery*. Meteorological Satellite Center, Japan Meteorology Agency (JMA).
- Tanaka, Y. (2009). *SATAID-Powerful Tool for Satellite Analysis*. RSMC Tokyo Typhoon Center, Japan Meteorology Agency (JMA)
- Wang, B., Wu, R., & Lau, K. -M. (2001). *Interannual variability of the Asian summer monsoon: contrasts between the Indian and the Western North-East Asian Monsoon*. *Journal of Climate*, 14, 4073-4090
- World Meteorological Organization. (2017). *International Cloud Atlas*. Tanggal 7 Mei 2024 Pukul 12.30 WIB. (<https://cloudatlas.wmo.int/en/fog.html>).