

Analisis turbulensi pada pesawat Etihad Airways EY-474 tanggal 4 Mei 2016 dengan metode *Weather Research and Forecasting*

Nuriyana Muthia Sani dan Rahmat Gernowo

Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

E-mail: nmsmuthia@st.fisika.undip.ac.id

ABSTRACT

The micro weather analysis for turbulence incident of EY-474 Etihad Airways aircraft on May 4, 2016 involving injured passengers, was numerically simulated using the Weather Research and Forecasting (WRF) numerical model software. The input data is obtained from the predicted Final Analysis (FNL) that can be downloaded at the site. Elements obtained from WRF output include Richardson Number Index (Ri) and Vertical Wind Shear (VWS). Flight data to determine the time and location of the turbulence events obtained from the site address. The results obtained events around the waters of Palembang and Bangka Island. And supported by Himawari 8 satellite image data infrared (IR) canal and visible canal (VIS) and Kochi University infrared (IR) satellite to see the condition of the clouds. The results of the Kochi University satellite data show there are no convective clouds. However, on the Himawari 8 satellite shows there are clouds with peak temperatures cool enough and showing a central cloud. Simulation results show turbulence with strong intensity explaining turbulence incident on May 4, 2016 in Palembang and Bangka Island waters.

Keywords: himawari, turbulence, WRF

ABSTRAK

Analisis cuaca mikro pada kejadian turbulensi pesawat Etihad Airways EY-474 tanggal 4 Mei 2016 yang mengakibatkan penumpang luka-luka, disimulasikan secara numerik dengan menggunakan perangkat lunak model numerik Weather Research and Forecasting (WRF). Data masukan diperoleh dari prediksi Final Analysis (FNL) yang dapat diunduh di alamat situsnya. Unsur yang didapatkan dari keluaran WRF antara lain indeks Richardson Number (Ri) dan Vertical Wind Shear (VWS). Data penerbangan untuk mengetahui waktu dan lokasi kejadian turbulensi diperoleh dari alamat situsnya. Hasil yang didapatkan kejadian di sekitar Perairan Palembang dan Pulau Bangka yang didukung dengan data citra satelit Himawari 8 kanal infrared (IR) dan kanal visible (VIS) serta satelit Kochi University kanal infrared (IR) untuk melihat kondisi perawanan. Hasil data satelit Kochi University menunjukkan tidak terdapat awan konvektif. Namun, pada satelit Himawari 8 menunjukkan terdapat awan dengan suhu puncak cukup dingin dan menunjukkan awan tengah. Hasil simulasi menunjukkan terdapat turbulensi dengan intensitas kuat yang menjelaskan adanya kejadian turbulensi pada tanggal 4 Mei 2016 di Perairan Palembang dan Pulau Bangka.

Kata Kunci: himawari, turbulensi, WRF

PENDAHULUAN

Berdasarkan dokumentasi dari averald.com pesawat Etihad Airways dengan nomor penerbangan EY-474 dengan rute penerbangan Abu Dhabi-Jakarta telah mengalami turbulensi di barat Bangka Belitung. Turbulensi terjadi sekitar 45 menit sebelum mendarat di Bandara Soekarno Hatta selama 23 detik yang menyebabkan 31 orang terluka dan pesawat tetap melanjutkan perjalanan hingga mendarat di Bandara Soekarno Hatta.

Turbulensi dalam dunia penerbangan umumnya biasa terjadi. Namun, turbulensi kuat

terjadi secara tiba-tiba dapat membahayakan penumpang dan awak pesawat. Untuk itu akan dilakukan penelitian pada peristiwa turbulensi yang terjadi pada pesawat Etihad Airways EY-474 dengan metode *Weather Research and Forecasting* (WRF).

Weather Research and Forecasting (WRF) merupakan program untuk mengolah prediksi cuaca berdasarkan keluaran yang dihasilkan oleh WPS dengan beberapa parameter yang dapat diatur [4].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi keadaan cuaca mikro saat

terjadi turbulensi pada pesawat Etihad Airways EY-474 tanggal 4 Mei 2016.

DASAR TEORI

Turbulensi

Turbulensi merupakan aliran yang tidak beraturan dan memiliki skala kecil yang terjadi pada gerakan udara rata-rata. Ciri-cirinya memiliki arah aliran udara memutar yang tidak beraturan [3]. Turbulensi adalah gerakan udara yang tidak teratur dan sewaktu-waktu menghasilkan sejumlah *eddy* kecil yang menjalar di udara. Hal ini disebabkan fluktuasi aliran angin yang acak, zona front, konvektif, variasi temperatur, dan tekanan [8].

Jenis Turbulensi

Pada ilmu meteorologi, jenis-jenis turbulensi dapat dibedakan menjadi beberapa macam berdasarkan penyebab turbulensi, yaitu:

Turbulensi termal terjadi ketika dua daerah pada suhu yang berbeda sehingga, mengakibatkan perbedaan tekanan. Perbedaan tekanan ini akan menyebabkan perbedaan aliran udara (naik atau turun).

Turbulensi konvektif terjadi akibat badai petir dan awan *cumulonimbus* yang cukup parah, sehingga menimbulkan guncangan yang besar dan pesawat pun dapat hancur terbelah apabila mengalami turbulensi jenis ini.

Turbulensi mekanik terjadi karena adanya gesekan antara angin di atas 15 knot dengan permukaan bumi yang tidak rata, sehingga menyebabkan olakan saat angin melalui pengunungan, bukit, bangunan, atau penghalang lainnya.

Clear Air Turbulence (CAT) termasuk turbulensi, tetapi tidak termasuk dalam aktivitas konvektifitas yang nampak karena terjadi saat cuaca cerah dan tidak berawan.

Turbulensi gelombang gunung disebabkan karena adanya aliran udara yang kencang di sekitar pegunungan.

Turbulensi wake vorteks disebabkan oleh pergerakan pesawat itu sendiri yang dapat mempengaruhi pesawat lainnya yang bergerak di sekitarnya.

Weather Research and Forecasting (WRF)

Model *Weather Research and Forecasting* (WRF) merupakan metode *Numerical Weather Prediction* (NWP) yang dikembangkan oleh badan atmosfer dan kelautan Amerika Serikat (NOAA) yang bekerjasama dengan *Forecast Decision Training Branch* (FDTB), *Service Operations Officer and Training Resource Center* (SOO/STCR), dan *National Weather Service* (NWS). Model *Weather Research and Forecasting* (WRF) merupakan program untuk mengolah prediksi cuaca berdasarkan keluaran yang dihasilkan oleh WPS dengan beberapa parameter yang dapat diatur [4].

Terdapat tiga bagian dari WRF, yaitu *preprocessing*, model WRF, dan *postprocessing*. *Preprocessing* yaitu memasukkan data dapat untuk diolah menjadi file *met_em*. Model WRF *me-running* file *met_em* sehingga menghasilkan file *wrfbody* dan *wrfout* dengan menjalankan perintah *./real.exe* dan *./wrf.exe* dengan terlebih dahulu mengubah konfigurasi pada *namelist.input* terutama pada (*physics and dynamics option*). *Postprocessing* terdiri dari perangkat lunak untuk mengolah tampilan spasial hasil keluaran dari WRF-ARW sehingga dapat dipahami oleh user secara umum. *Post processing* juga dapat berupa perangkat lunak yang berfungsi untuk memvalidasi hasil keluaran WRF seperti GrADS.

Indeks Richardson Number (Ri)

Untuk mengetahui potensi turbulensi, maka diperlukan indeks turbulensi, seperti *Richardson Number* (Ri). Indeks *Richardson Number* (Ri) memperhitungkan nilai *Vertical Wind Shear* dan stabilitas udara. Hal ini menyebabkan Ri dianggap ideal untuk menggambarkan *Clear Air Turbulence* (CAT).

Menurut Keller [6], keadaan atmosfer dengan $Ri < 0,25$ berpeluang besar terjadi turbulensi. Akan tetapi, jika dibandingkan dengan hasil yang ada Ri negatif ($Ri < 0,25$) cenderung mengalami turbulensi ringan [5].

Awan Cumulonimbus

Awan cumulonimbus merupakan salah satu jenis awan cumulus yang memiliki dasar awan cenderung rendah dan tinggi awannya dapat tumbuh secara vertikal sampai ketinggian beberapa kilometer. Pada bagian atas terdiri atas kristal es dan air. Kemunculannya dikaitkan dengan hujan, badai, atau angin kencang (microburst) [7].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan data sekunder sebagai berikut:

- Data penerbangan Etihad Airways EY – 474 tanggal 4 Mei 2016 dari alamat website <http://flightradar24.com>.
- Data citra satelit kanal *infrared* 1 (IR1) dan *visible* (VIS) milik Himawari 8 dan GOES kanal *infrared* (IR) yang diperoleh melalui situs Homepage Weather Kochi University Jepang sebagai data pendukung untuk melihat kondisi perawanan di sekitar daerah penelitian. Data citra satelit yang digunakan pada tanggal 4 Mei 2016.
- Data *Final Analysis* (FNL) sebagai masukan awal model WRF dari *National Center for Atmospheric Research* (NCEP-NCAR). Data FNL tersedia per 6 jam dan dapat diunduh melalui alamat *website* <http://rda.ucar.edu>. Data yang digunakan pada tanggal 4 Mei 2016 pukul 00.00 UTC, 06.00 UTC, 12.00 UTC, dan 18.00 UTC.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode Analisis Model WRF:

- Mengunduh data FNL untuk tanggal 4 Mei 2016 dari NCEP selama 24 jam.

- Mengolah data FNL menggunakan aplikasi WRF.
- Analisis parameter-parameter hasil keluaran WRF dan membandingkan hasil model WRF dengan data citra satelit Himawari 8 dan Kochi University.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kejadian Turbulensi Etihad Airways EY-474

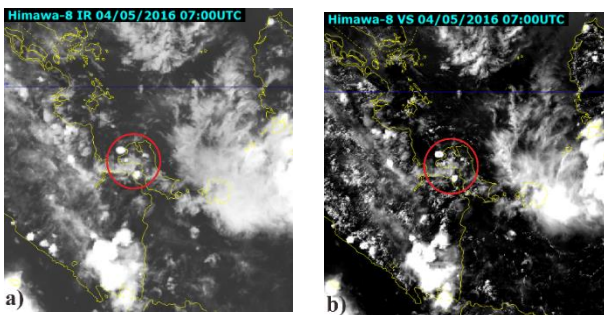
Turbulensi dilaporkan terjadi pada tanggal 4 Mei 2016 antara pukul 06.00 UTC sampai 07.00 UTC. Lokasi kejadian berada pada ketinggian 39000 *feet* di sebelah barat pulau Bangka. Intensitas yang dilaporkan oleh pilot adalah turbulensi *severe*. Waktu kejadian yang digunakan dalam penelitian ini adalah 07.00 UTC. Informasi penerbangan pesawat Etihad Airways EY-474 disajikan pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1 Informasi penerbangan pesawat Etihad Airways EY-474 (flightradar34.com)

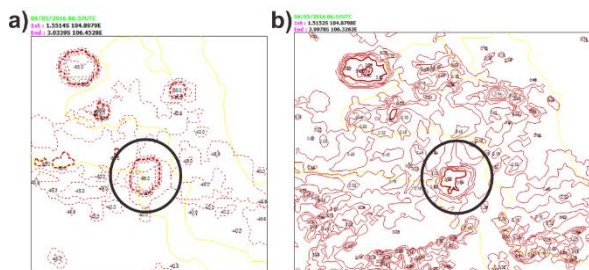
No	Waktu (UTC)	Ketinggian jelajah	Lokasi	Keterangan
1	23.20	0 kaki	Abu Dhabi	Taking off
2	23.39	1.200 kaki	Abu Dhabi	Climbing
3	00.00	31.325 kaki	Oman	Climbing
4	00.10	37.000 kaki	Oman	Cruising
5	05.00	37.000 kaki	Selat Malaka (Utara Aceh)	Cruising
6	05.20	38.200 kaki	Selat Malaka (Utara Medan)	Cruising
7	05.23	38.975 kaki	Selat Malaka (Utara Medan)	Cruising
8	05.25	39.000 kaki	Selat Malaka (Utara Medan)	Cruising
9	06.35	39.000 kaki	Pulau Bangka	Cruising
10	06.37	39.025 kaki	Pulau Bangka	Cruising
11	06.39	39.000 kaki	Pulau Bangka	Cruising
12	06.40	38.975 kaki	Pulau Bangka	Cruising
13	06.41	39.250 kaki	Perairan Palembang dan Pulau Bangka	Cruising
14	06.42	39.000 kaki	Perairan Palembang dan Pulau Bangka	Cruising
15	06.54	38.675 kaki	Laut Jawa	Descending
16	07.00	30.000 kaki	Laut Jawa	Descending
17	07.10	10.075 kaki	Teluk Jakarta	Descending
18	07.24	250 kaki	Tangerang	Landing

Identifikasi Satelit Himawari 8

Gambar 1 menunjukkan citra satelit kanal IR dan citra satelit kanal VIS di sekitar lokasi kejadian pukul 07.00 UTC. Gambar 2 (a) menunjukkan temperatur pada citra satelit kanal IR di sekitar lokasi terduga -65°C . Menurut Bumrungklang [2], citra satelit IR dengan puncak awan bersuhu $> -40^{\circ}\text{C}$ yang menandakan tidak ada awan Cb. Namun, pada citra satelit IR di sekitar lokasi terduga menunjukkan suhu puncak cukup dingin dan sudah termasuk awan menengah seperti awan cumulus. Gambar 2 (b) ada citra kanal VIS menunjukkan nilai albedo 96% yang menandakan awan cukup tebal dan dapat dikatakan terdapat awan sejenis awan konvektif.



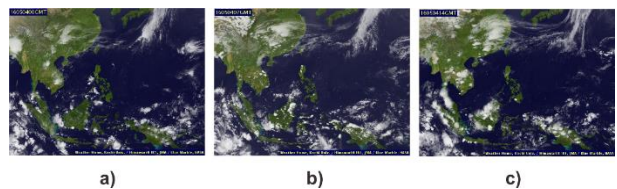
Gambar 1 Citra satelit sekitar lokasi kejadian pukul 07.00 UTC (a) Citra satelit IR dan (b) Citra satelit VIS



Gambar 2 Contour pada citra satelit (a) IR dan (b) VIS

Identifikasi Citra Satelit Kochi University

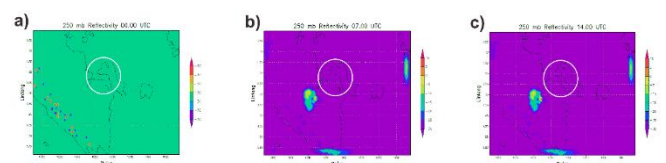
Citra satelit dari Kochi University Jepang menyediakan citra satelit kanal *infrared* untuk wilayah Asia Tenggara. Citra tersebut diambil dengan sensor inframerah, sehingga semakin cerah piksel tersebut, maka semakin tinggi suhu puncak awannya. Pada Gambar 3 terlihat bahwa pada tanggal 4 Mei 2016 pukul 00.00 UTC, pukul 07.00 UTC, dan pukul 14.00 UTC tidak menunjukkan adanya tutupan awan konvektif dan dapat mengindikasikan terjadinya *Clear Air Turbulence* (CAT).



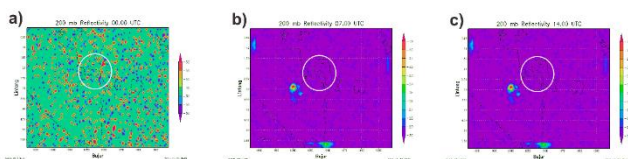
Gambar 3 Citra satelit Kochi University tanggal 4 Mei 2016 (a) Pukul 00.00 UTC, (b) Pukul 07.00 UTC, dan (c) Pukul 14.00 UTC

Identifikasi Reflektivitas

Gambar 4 dan 5 menunjukkan nilai reflektivitas lapisan 250 mb dan 200 mb pada pukul 00.00 UTC, 07.00 UTC, dan 14.00 UTC. Pada lapisan 250 yaitu pada Gambar 4.4 nilai reflektivitas di ketiga waktu tersebut menunjukkan -30 . Begitu pula dengan gambar 4.5 pada lapisan 200 mb nilai reflektivitas pada ketiga waktu tersebut menunjukkan -30 . Hal ini mengindikasikan pada lokasi terduga tidak terdapat awan dan memungkinkan terjadinya *Clear Air Turbulence* (CAT).



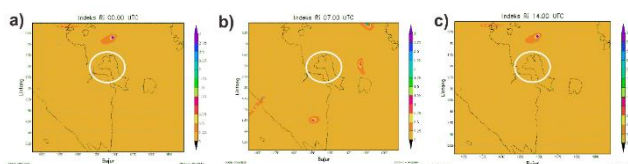
Gambar 4 Reflektivitas lapisan 250 mb pada (a) Pukul 00.00 UTC, (b) Pukul 07.00 UTC, dan (c) Pukul 14.00 UTC



Gambar 5 Reflektivitas lapisan 200 mb pada (a) Pukul 00.00 UTC, (b) Pukul 07.00 UTC, dan (c) Pukul 14.00 UTC

Identifikasi Indeks *Richardson Number* (Ri)

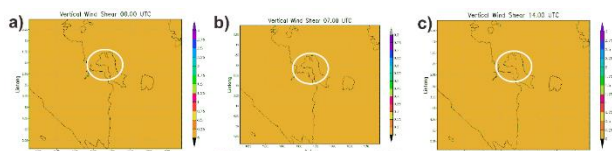
Gambar 6 menunjukkan nilai indeks Ri pada lapisan 250 s.d 200 mb pada pukul 00.00 UTC, pukul 07.00 UTC, dan pukul 14.00 UTC. Dengan nilai Ri menunjukkan 0 pada ketiga waktu tersebut. Hal tersebut mengindikasikan turbulensi tinggi. Sesuai dalam penelitian Keller [6], $Ri < 0,25$ menunjukkan turbulensi tinggi.



Gambar 6 Indeks Richardson lapisan 250 s.d 200 mb pada (a) Pukul 00.00 UTC, (b) Pukul 07.00 UTC, dan (c) Pukul 14.00 UTC

Identifikasi *Vertical Wind Shear*

Pada Gambar 7 menunjukkan nilai *vertical wind shear* pada lapisan 250 s.d 200 mb pada pukul 00.00 UTC, 07.00 UTC, dan 14.00 UTC, dengan nilai VWS 0 yang mengindikasikan tidak berpotensi turbulensi.



Gambar 7 *Vertical Wind Shear* lapisan 250 s.d 200 mb pada (a) Pukul 00.00 UTC, (b) Pukul 07.00 UTC, dan (c) Pukul 14.00 UTC

Berdasarkan informasi penerbangan dari flightradar.24.com pesawat Etihad Airways

dengan nomor penerbangan EY-474 dengan rute penerbangan Abu Dhabi – Jakarta diperkirakan turbulensi terjadi di sekitar perairan Palembang dan Pulau Bangka pada pukul 06.41 UTC. Untuk mengetahui kondisi perawanan di sekitar lokasi dan waktu kejadian tersebut menggunakan citra satelit Himawari 8.

Pada kanal *infrared* (IR) menunjukkan suhu puncak awan -65° C. Hal ini menunjukkan awan menengah seperti awan cumulus. Menurut Bumrungrklang [2], citra satelit IR dengan suhu puncak awan > -40 tidak terdapat awan cumulonimbus, sedangkan pada kanal *visible* (VIS) menunjukkan albedo 96%. Hal ini menunjukkan awan cukup tebal dan dapat dikatakan awan sejenis awan konvektif.

Dari kanal IR dan VIS menunjukkan terjadinya turbulensi. Pada citra satelit Kochi University menunjukkan tidak terdapat tutupan awan atau dapat dikatakan terjadi *Clear Air Turbulence* (CAT). Pada hasil olahan GrADS, didapatkan parameter reflektivitas yang menunjukkan pada lapisan 250mb dan 200mb menunjukkan nilai -30 yang tidak terdapat tutupan awan dan dapat mengindikasikan terjadinya *Clear Air Turbulence* (CAT).

Pada indeks Ri menunjukkan nilai 0 yang mana terjadi turbulensi tinggi. Sesuai dengan penelitian Keller [6], $Ri < 0,25$ menunjukkan turbulensi tinggi. Pada *vertical wind shear* menunjukkan nilai 0 yang mengindikasikan bahwa tidak berpotensi turbulensi. Namun, dari informasi flightradar24.com, citra satelit dan hasil olahan GrADS dalam parameter Ri sudah menunjukkan bahwa terjadi turbulensi di sekitar perairan Palembang dan Pulau Bangka.

KESIMPULAN

Berdasarkan data yang telah dianalisis, mendukung adanya potensi peluang turbulensi di

perairan Palembang dan Pulau Bangka pada pukul 06.41 UTC yang diakibatkan oleh adanya awan cumulus dengan intensitas kuat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] *Accident: Etihad A332 near Jakarta on May 4th 2016, turbulence injures 33*. 2016. Diambil dari <http://avherald.com>
- [2] Bumrungrklang, Pornthip, Dasanandda, Ssongkot, dan Sukawat, Dusadee. 2017. *An Analysis of Seasonal Thunderstorm Cloud Distribution and Its Relation to Rainfall Occurrence in Thailand Using Remotely Sensed Data, an Analysis of Seasonal Thunderstorm Cloud Distribution and Its Relations to Rainfall*. Suranare J. Sci. Technol. Vol. 17 No. 1: January- March 2010.
- [3] Curry, J. A. & Webster, J. P., 1999. *Thermodynamics of Atmosphere and Oceans*. London: Academic Press.
- [4] Hadi, D. T. W., 2011. *Model Pelatihan WRF*. Bandung: Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan ITB.
- [5] Hermawan, E. dan Abidin, Z., 2004. *Estimasi Parameter Turbulensi Untuk Jasa Penerbangan Berbasis Hasil Analisis Beberapa Data Radiosende di Kawasan Barat Indonesia*. Bandung: LAPAN.
- [6] Keller J. L., 1981. *Prediction and Monitoring of Clear-Air Turbulence: An Evaluation of the Applicability of the Rawinsonde System*. *J. appl. meteor*, 20, 686-692.
- [7] Tjasyono, B., 2007. *Meteorologi Indonesia II : Awan dan Hujan Monsoon*. Jakarta: Penerbit BMKG
- [8] Zakir, A. & dkk, 2010. *Perspektif Operasional Cuaca Tropis*. Jakarta: BMKG.