

Pemanfaatan SATAID untuk Analisis Kondisi Atmosfer di Wilayah Perairan

Budi Prasetyo^{1,*} dan Nikita Pusparini²

¹*Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, Stasiun Meteorologi Maritim Belawan, Jalan Raya Pelabuhan III Gabion Ringkai Belawan, Medan 20414*

²*Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, Stasiun Klimatologi Deli Serdang, Jalan Meteorologi Raya No. 17 Sampali, Medan 20371*

Intisari

Kegiatan kelautan sangat berpengaruh pada perubahan cuaca dan keadaan laut. Analisis cuaca menggunakan satelit sangat penting untuk melihat dinamika atmosfer dalam skala global, regional, maupun lokal karena memiliki resolusi spasial temporal yang tinggi. Salah satu aplikasi yang bisa digunakan dalam menganalisis citra satelit yaitu aplikasi SATAID (*Satellite Animation and Interactive Diagnosis*). Kajian ini membahas tentang pemanfaatan SATAID untuk analisis kondisi atmosfer dengan contoh kasus kejadian kapal tenggelam KM Sakinah tanggal 16 Mei 2012 pukul 16.00UTC di perairan Kuala Tanjung, Sumatera Utara. Data yang digunakan yaitu data SATAID, estimasi presipitasi dari satelit *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM), kondisi cuaca hasil pengamatan sinoptik stasiun Maritim Belawan, serta angin dan tinggi gelombang pada tanggal 16 Mei 2012. Hasil penelitian menunjukkan bahwa SATAID sangat bermanfaat untuk menganalisis kondisi cuaca di wilayah perairan. Suhu puncak awan di sekitar lokasi kejadian mencapai -78°C pada saat kejadian sehingga diperkirakan terdapat awan *Cumulonimbus* (Cb). Parameter vortisitas potensial dan indeks *showalter stability* menunjukkan bahwa sekitar lokasi kejadian memiliki kondisi atmosfer yang labil sehingga sangat berpeluang terjadi hujan disertai badai guntur dan angin kencang. Awan hujan terpantau sudah meliputi sekitar lokasi kejadian saat 15.00 UTC dan mencapai fase matang saat 16.00 UTC. Data Satelit TRMM dan data pengamatan di Pantai Belawan menunjukkan bahwa kondisi cuaca saat kejadian (16.00 UTC) terjadi hujan sedang disertai badai guntur.

ABSTRACT

Marine activity is affected by weather condition and state of sea. Weather analysis satellite is very important for monitoring atmospheric dynamics in global, regional, and local scale because it has a high spatial and temporal resolution. One of application which can be used for analysis satellite imagery is SATAID (*Satellite Animation and Interactive Diagnosis*). This paper studied about utilization of of SATAID data for analyzing atmosphere condition in case study of KM Sakinah sinking boat on May 16th 2012 at 16.00 UTC. We used SATAID, precipitation estimation data from *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) satellite, weather condition from Belawan Marine Station synoptic observation, wind and wave height data on May 16th 2012. The results showed that SATAID was very useful for analyzing atmosphere condition in waters area. Top cloud temperature around the incident location reached -78°C during incident, so we estimated that *Cumulonimbus* (Cb) cloud existed. The potential vorticity and showalter stability index showed that atmosphere condition around incident location was labil, so it had more chance to be raining heavily accompanied by thunderstorm (TS) and strong wind. The observed rain cloud had already covered around the incident location since 15.00 UTC and then reached the mature phase at 16.00 UTC. Satellite TRMM data and observation data from Belawan Coast showed that weather condition during incident (16.00 UTC) was moderate rain with TS.

KATA KUNCI: SATAID, sinking boat, bad weather.
<http://dx.doi.org/10.12962/j24604682.v14i2.3220>

I. PENDAHULUAN

Negara Indonesia merupakan negara kepulauan yang sebagian besar wilayahnya adalah lautan sehingga kegiatan pelayaran sangat banyak dilakukan di perairan Indonesia, diantaranya transportasi, penangkapan ikan, pengiriman barang, pariwisata, dan lainnya. Semua kegiatan kelautan tersebut

sangat dipengaruhi oleh perubahan cuaca dan keadaan laut. Cuaca dan iklim di wilayah Indonesia dipengaruhi oleh berbagai faktor dinamika atmosfer mulai dari skala global hingga lokal. Untuk melihat kondisi dinamika atmosfer dalam skala global, regional, maupun lokal dapat dilakukan dengan memanfaatkan data satelit. Data satelit memiliki resolusi temporal yang cukup tinggi dan dapat mencakup wilayah lautan yang sangat jarang memiliki data pengamatan permukaan. Selain itu, akses data satelit yang lebih mudah diperoleh dan tanpa biaya (gratis), membuat data satelit menjadi primadona bagi para penggunanya yang ingin melakukan kajian ataupun

*E-MAIL: bo3di.kecil@gmail.com

analisis kondisi cuaca.

Salah satu data satelit yang *realtime* dan mudah diakses yaitu SATAID (*Satellite Animation and Interactive Diagnosis*). Aplikasi SATAID adalah aplikasi yang dikembangkan oleh *Satellite Meteorological Center (SMC) Japan Meteorological Agency (JMA)* untuk menganalisis citra satelit. Aplikasi ini dapat menampilkan gambar satelit dari data binary [1] dan dapat digunakan untuk belajar dan berlatih dalam mengasah kemampuan dalam menganalisis. Selain itu juga dapat digunakan dalam memantau situasi yang sebenarnya [2].

Penggunaan aplikasi SATAID ini sudah banyak digunakan dalam berbagai kajian di wilayah Indonesia. Aplikasi SATAID digunakan untuk menganalisis kejadian banjir dan puting beliung yang terjadi di Jakarta dan Jogjakarta [3] dan analisis kejadian curah hujan ekstrim di wilayah Manado pada tanggal 16 Februari 2013 [4]. Selain itu, data satelit cuaca generasi terbaru Himawari 8 dengan aplikasi SATAID juga digunakan untuk mengidentifikasi asap akibat kebakaran hutan dan lahan di Pulau Sumatera dan Kalimantan pada bulan September 2015 [5-7].

Aplikasi SATAID banyak digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis kondisi cuaca ekstrim. Seringnya kejadian ekstrim yang terjadi di lautan yang tidak teramati, dapat menyebabkan transportasi di lautan menjadi terganggu. Hal ini dapat menjadi suatu sebab kapal tenggelam. Diperlukan suatu teknik untuk menganalisis kondisi atmosfer yang efektif untuk menentukan apakah benar cuaca buruk merupakan penyebab utama kapal tersebut tenggelam. Untuk itu, pemanfaatan aplikasi SATAID untuk menganalisis kondisi atmosfer saat terjadi kapal tenggelam di suatu perairan akan sangat bermanfaat.

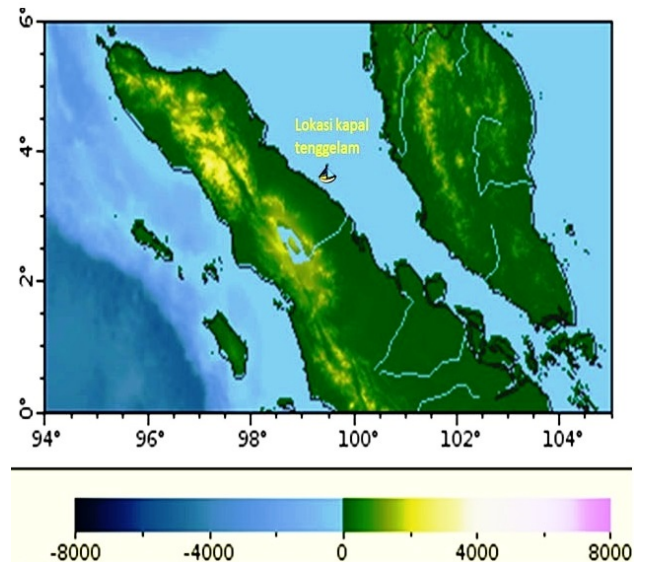
Dengan adanya pemahaman tentang teknik penginderaan aplikasi SATAID ini, diharapkan dapat membantu dalam menganalisis kondisi atmosfer di lautan sehingga diperoleh informasi akurat mengenai kondisi yang sebenarnya terjadi. Untuk itu, penelitian ini bertujuan untuk memberi pemahaman bagaimana memanfaatkan data citra satelit MTSAT menggunakan aplikasi SATAID dan juga data dukung lain untuk menganalisis kondisi atmosfer di lautan pada kejadian kapal tenggelam.

II. METODOLOGI

Lokasi penelitian ini difokuskan pada wilayah terjadinya kapal tenggelam di Perairan Kuala Tanjung, Kabupaten Asahan, Sumatera Utara, dengan koordinat $3^{\circ}22'00''$ S - $99^{\circ}28'00''$ BT (Gambar 1). Kapal tenggelam diperkirakan terjadi pada pukul 16.00 UTC (23.00 WIB).

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Data SATAID per jam (*hourly*) tanggal 16 Mei 2012 jam 00 UTC hingga 23 UTC yang diperoleh dari dari Sub bidang pengelolaan citra satelit Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) dalam bentuk format SATAID (.z). Data SATAID digunakan untuk menganalisis kondisi atmosfer di perairan sekitar lokasi kapal tenggelam.

Data presipitasi tiga jam-an (*three-hourly*) satelit *Tropi-*



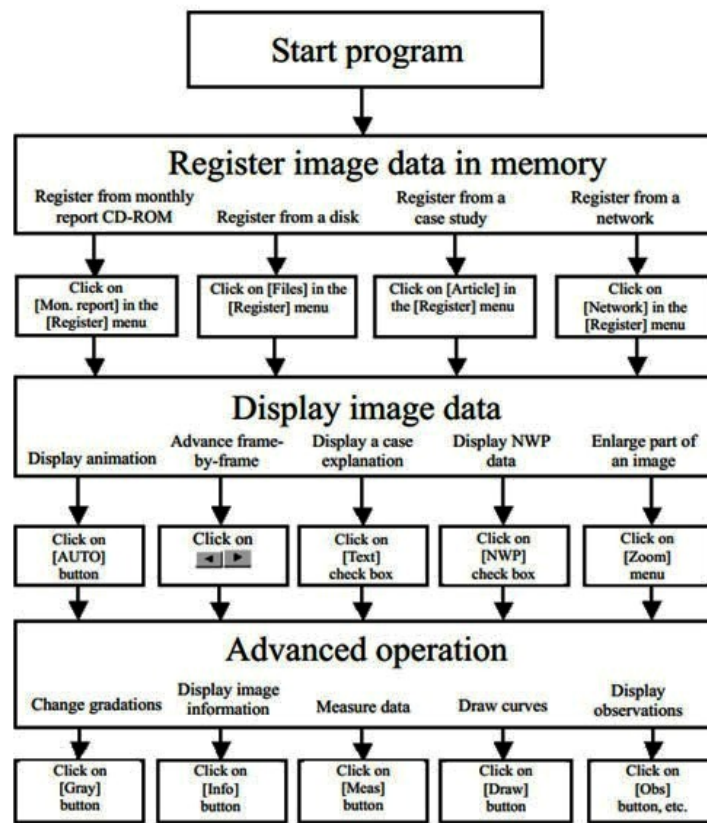
Gambar 1: Peta topografi lokasi kapal tenggelam (sumber data: topografi ETOPO).

cal Rainfall Measuring Mission (TRMM) 3B42 V7 pada jam dan tanggal yang sama dengan resolusi $0,25^{\circ} \times 0,25^{\circ}$ dalam bentuk *Network Common Data Form (Net CDF)* [8]. Data presipitasi TRMM meliputi wilayah perairan berupa estimasi jumlah presipitasi sehingga dapat digunakan sebagai data dukung SATAID untuk mengetahui jumlah presipitasi di lokasi kejadian.

Data hasil pengamatan kondisi cuaca diwakili oleh data pengamatan di Stasiun Meteorologi Maritim Belawan BMKG yang terletak paling dekat dengan lokasi kejadian. Data pengamatan ini digunakan sebagai bahan pendukung untuk kondisi sebenarnya. Meskipun lokasi data pengamatan cukup jauh dari lokasi kejadian dan juga berada di pesisir pantai, akan tetapi jangkauan pengamatan masih dapat mencakupi wilayah kejadian.

Metode yang digunakan adalah metode interpolasi dengan mengestimasi suhu puncak awan yang diturunkan dari citra satelit Kanal IR dengan bantuan perangkat Lunak SATAID versi GMSLPW. Penggunaan aplikasi ini dikarenakan aplikasi ini merupakan aplikasi yang mudah dipahami dan tidak memerlukan spesifikasi khusus pada komputer. Secara umum aplikasi SATAID menginput data ke memory dan kemudian ditampilkan dalam bentuk peta secara spasial ataupun berupa grafik deret waktu (Gambar 2). Selain itu, tampilan peta juga dapat dioverlay dengan parameter lain hasil perhitungan Numerical weather prediction (NWP), seperti arah dan kecepatan angin, vortisitas, showalter stability indeks.

Intepretasi data satelit dilakukan secara visual untuk melihat jenis awan berdasarkan kecerahan data citra (*brightness*), suhu puncak awan (*Top Cloud Temperature*), sehingga dapat ditentukan jenis awan pada wilayah tersebut serta wilayah tutupan awan. Secara subjektif, pengidentifikasian awan dengan citra satelit MTSAT dapat dilakukan dengan melihat dari tingkat kecerahan dari satelit tersebut. Namun teknik ini seringkali berdasarkan keakuratan pengamat dalam mengamati



Gambar 2: Alur kerja umum SATAID [2].

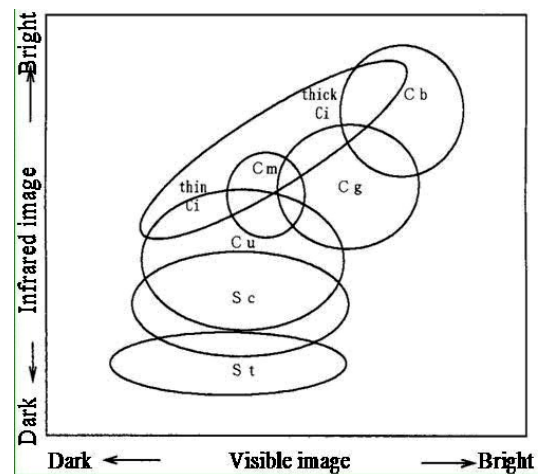
TABEL I: Arti Kecerahan pada masing-masing Channel [10].

Imagery	White	gray	Black
Vis	High	Albedo	Low
IR	Low	Temperature	High
WV	Wet	humidity	Dry
3,7 μ m (day time)	Low	Albedo	High
3,7 μ m (night time)	Low	Temperature	High
IR1-IR2	Minus	Plus	Plus
3,7 μ m-IR1	Minus	Plus	Plus

kecerahan, sehingga kemudian dilakukan teknik yang lebih objektif. Semakin cerah tampilan berarti suhu puncak awan semakin rendah, kelembaban semakin tinggi, dan pertambahan awan konvektif semakin besar (Tabel I).

Selanjutnya, berdasarkan karakteristik tersebut dapat diidentifikasi jenis awan sesuai keadaan fisisnya, misalnya awan *Cumulonimbus* (Cb) adalah awan yang memiliki temperatur puncak awan sangat dingin dan albedo yang tinggi, sehingga apabila dilihat dari channel Visible dan dari Infrared 1 (IR) akan terlihat berwarna putih. Dengan melakukan identifikasi awan dengan channel IR1 dan VIS maka kita dapat membuat diagram jenis awan [11].

Identifikasi awan dengan menggunakan teknik objektif adalah dengan menetapkan *threshold temperature* tertentu un-



Gambar 3: Identifikasi awan dengan citra Visibility dan IR [11].

tuk membedakan awan rendah, menengah, dan tinggi, Teknik ini umumnya menggunakan keseluruhan data *channel* dan data NWP untuk sebagai data tambahan. Ada beberapa *channel* data NWP pada aplikasi SATAID ini, salah satunya vortisitas potensial. Analisis vortisitas potensial merupakan sebuah besaran kekal yang pada lapisan isentropic sehingga dapat diketahui asal mula penguatan dan pelemahannya [12]. Kon-

TABEL II: Kaitan nilai Showalter Indeks terhadap prediksi cuaca [15].

Nilai SSI	Prediksi Cuaca
≤ 3	Kemungkinan besar terjadi shower dan dapat menjadi thuderstorm
$-2 < SSI < +1$	Berpeluang tumbuhnya thunderstorm dengan cepat
≤ -3	Kemungkinan terjadi Thunderstorm hebat
< -6	Forecaster harus mempertimbangkan akan terjadinya tornado

sep vortisitas potensial dapat digunakan secara langsung untuk memahami evolusi dan dinamika perkembangan atmosfer baik di level atas ataupun level bawah [13]. Vortisitas potensial dihitung menggunakan rumus sebagai berikut [14]:

$$P = -g\eta_a \left(\frac{\partial \theta}{\partial P} \right) \quad (1)$$

dengan P adalah vortisitas potensial, g adalah percepatan gravitasi, η_a adalah vortisitas absolut dan θ adalah suhu potensial. Vortisitas potensial positif dikaitkan dengan pengangkatan massa udara sehingga semakin besar nilai vortisitasnya, maka peluang pertumbuhan awan sangat besar dan cenderung terjadi hujan untuk di wilayah Belahan Bumi Utara (BBU). Hal sebaliknya terjadi di wilayah Belahan Bumi Selatan (BBS).

Parameter lain yang digunakan yaitu *Showalter Stability Index* (SSI). SSI merupakan indeks yang digunakan untuk menentukan kestabilan udara. SSI dihitung dari selisih antara suhu lingkungan (T) dengan suhu paket udara (T) pada lapisan 500 mb.

$$SSI = T_{500} - T'_{500} \quad (2)$$

Nilai positif menunjukkan parsel lebih rendah (dingin) dibandingkan lingkungan, sehingga atmosfer stabil. Begitu juga sebaliknya, semakin kecil nilai SSI (negatif) maka suhu parsel lebih tinggi dibanding suhu lingkungan yang menyebabkan pertumbuhan awan Cb semakin besar dan kondisi cuaca buruk dapat terjadi [15]. Kaitan nilai SSI terhadap prediksi cuaca ditunjukkan Tabel II.

Data curah hujan yang berasal dari satelit TRMM diproses menggunakan bantuan perangkat lunak *Grid Analysis and Display System* (GRADS). Data satelit TRMM yang diunduh berbentuk network CDF di ekstrak pada lokasi dan saat kapal tenggelam. Kemudian hasilnya divisualisasikan ke dalam bentuk peta secara spasial.

Data hasil pengamatan dari Stasiun Meteorologi Maritim Belawan saat kejadian digunakan sebagai data/informasi pendukung. Data yang dilihat pada saat kejadian seperti jenis awan, curah hujan arah dan kecepatan angin, serta kondisi cuaca saat kejadian. Dengan begitu, maka dapat disesuaikan dengan hasil analisis sebelumnya menggunakan GMSLPW dan satelit TRMM.

Data ketinggian gelombang signifikan hasil perhitungan dari program Windwaves 05. Analisis ketinggian gelombang signifikan dilakukan secara spasial. Hasilnya berupa peta dua dimensi ketinggian gelombang signifikan pada saat kejadian kapal tenggelam di Perairan Kuala Tanjung dan sekitarnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

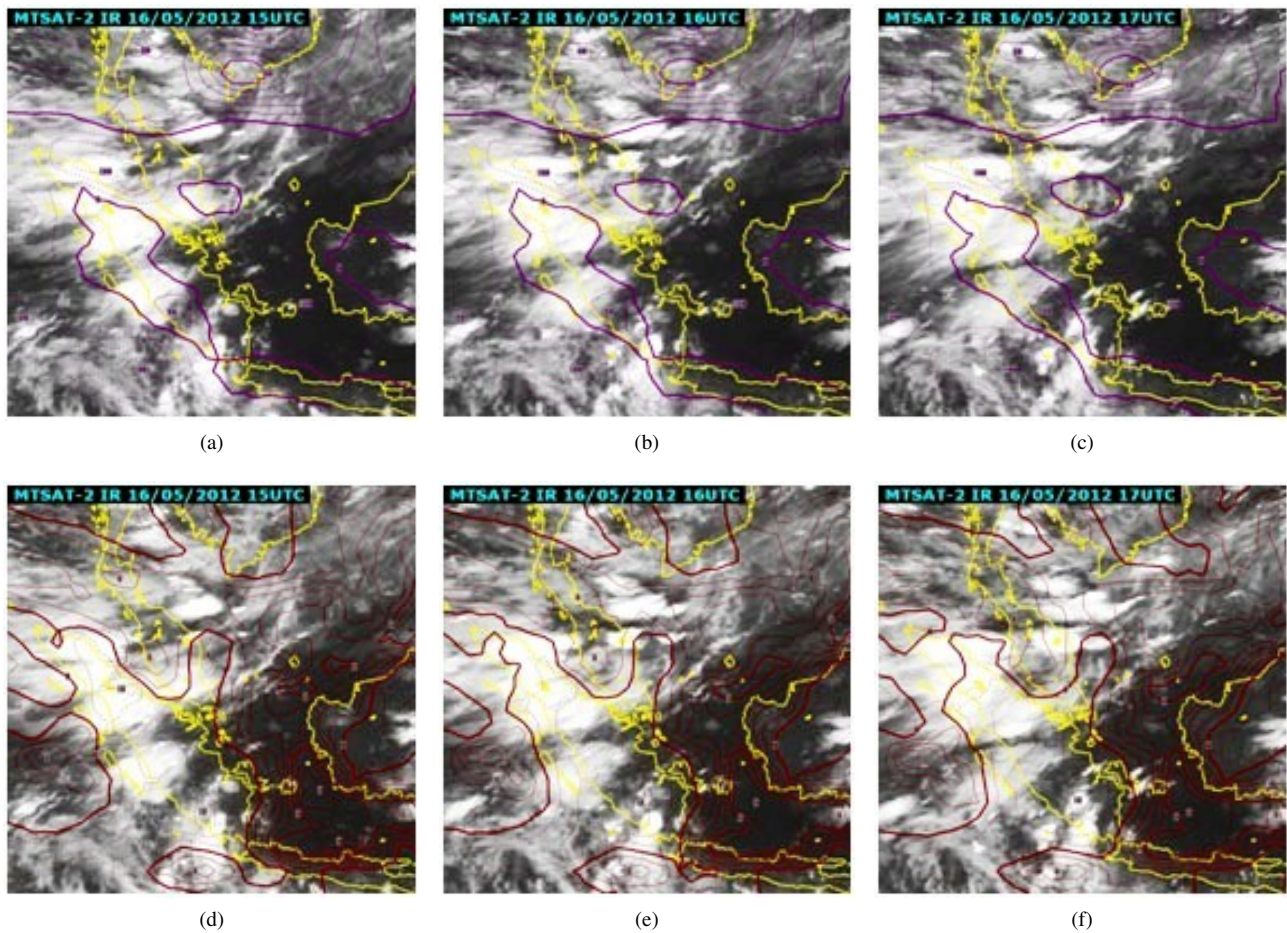
Berdasarkan hasil data citra satelit (Gambar 4), dapat dilihat bahwa terdapat tutupan awan sudah cukup tebal di Perairan Kuala Tanjung sejam sebelum kapal diprakirakan tenggelam. Kemudian wilayah tutupan awan tersebut semakin meluas dan menebal pada saat diprakirakan terjadinya kapal tenggelam yaitu pada jam 16.00 UTC atau 23.00 WIB. Perkembangan awan ini masih terus terjadi hingga sejam setelah kejadian.

Untuk nilai vortisitas lapisan 850 mb di wilayah perairan Kuala Tanjung berada pada nilai -20 pada pukul 15 UTC. Nilai vortisitas semakin bertambah saat pukul 16.00 UTC menjadi -30 dan kembali menurun menjadi -20 pada pukul 17 UTC (Gambar 4(a), (b), dan (c)). Hal tersebut berarti pengangkatan massa udara cenderung bergerak ke atas sudah terjadi sejam sebelum kejadian dan terus meningkat kekuatannya hingga saat kejadian. Dengan demikian peluang pertumbuhan awan konvektif sangat besar, begitu pula peluang pertumbuhan awan Cb semakin besar. Semakin menurunnya pengangkatan massa udara ke atas berdampak juga pada penurunan pertumbuhan awan.

Untuk kondisi parameter SSI pada jam 15.00-17.00 UTC berada pada kisaran nilai 0 hingga -1 di wilayah perairan Kuala Tanjung dan sekitarnya (Gambar 4(d), (e), (f)). Hal ini menunjukkan bahwa kondisi atmosfer pada saat itu bersifat labil sehingga berpeluang pertumbuhan badai guntur / *thunderstorm* (TS) dengan cepat (lihat kembali Tabel II).

Hasil pengkonversian tutupan awan ke temperatur puncak awan menunjukkan hasil bahwa terdapat dua parsel udara dingin (ditandai dengan warna gradasi warna biru) di wilayah perairan Selat Malaka Bagian Tengah yaitu terjadi di selatan Perairan Lhokseumawe, Aceh dan Perairan Belawan, Sumatera Utara (Gambar 5(a), (b), dan (c)). Parsel udara dingin yang berada di bawah perairan Lhokseumawe mengalami penurunan aktivitas, tetapi parsel udara dingin yang berada di wilayah perairan Sumatera Utara terus mengalami peningkatan setelah terjadinya kapal tenggelam. Dengan demikian, pada saat terjadinya kapal tenggelam di Kuala Tanjung pada jam 16.00 UTC terdapat parsel udara dingin di wilayah tersebut. Dengan demikian diprakirakan terdapat pertumbuhan awan Cb di wilayah tersebut dan keadaan cuaca cenderung buruk.

Suhu puncak awan di wilayah Perairan Kuala Tanjung dan sekitarnya berkisar antara -70°C hingga -80°C pada pukul 16.00 UTC (Gambar 6(a)). Suhu puncak awan tersebut mengindikasikan bahwa di wilayah tersebut terdapat awan yang mengandung hujan. Ambang batas (threshold) suhu puncak awan hujan di wilayah Sumatera berkisar



Gambar 4: (atas) Citra satelit yang dioverlay dengan vortisitas pada lapisan 850 mb (a). pukul 15.00 UTC, (b). pukul 16.00 UTC, (c). Pukul 17.00 UTC, (bawah) citra satelit yang dioverlay dengan Showalter Stabilitas Index (SSI) (d). pukul 15.00 UTC, (e). Pukul 16.00 UTC, dan (f).Pukul 17.00 UTC.

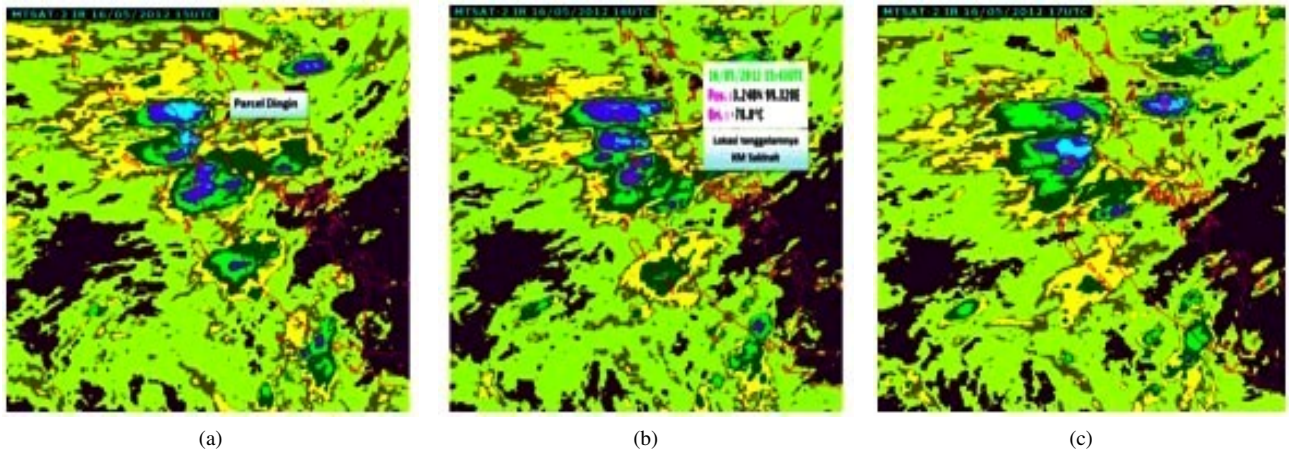
antara 208K (-53°C) hingga 222 (-63°C) [16]. Suhu puncak awan di wilayah Perairan Kuala Tanjung yang mencapai -70°C hingga -80°C sudah memenuhi bahkan melebihi kriteria sebagai awan hujan. Semakin kecil suhu puncak awan maka pertumbuhan awan konvektif semakin besar dan peluang adanya awan CB semakin besar. Oleh sebab itu, pada saat kejadian terdapat pertumbuhan awan CB di lokasi kejadian. Kondisi cuaca buruk dapat terjadi seiring dengan adanya kemunculan awan tersebut. Hal ini dapat menyebabkan angin kencang, terjadi hujan, pengelihatan mendatar berkurang. Kondisi ini sangat berbahaya bagi kapal-kapal dengan ukuran kecil yang masih bersifat konvensional.

Secara temporal dapat dilihat adanya penurunan suhu puncak awan di lokasi terjadinya kapal tenggelam (3°22'00"S - 99°28'00"BT), yaitu mengalami fluktuasi yang tidak menentu sejak pukul 00 UTC. Profil penurunan suhu yang menurun secara kontinyu terjadi mulai pukul 10.00 UTC. Penurunan terus terjadi hingga puncaknya terjadi pada jam 16.00 UTC yaitu -78°C, pada saat diprakirakan kapal tenggelam (Gambar 6(b)). Setelah itu suhu puncak awan mulai kembali naik.

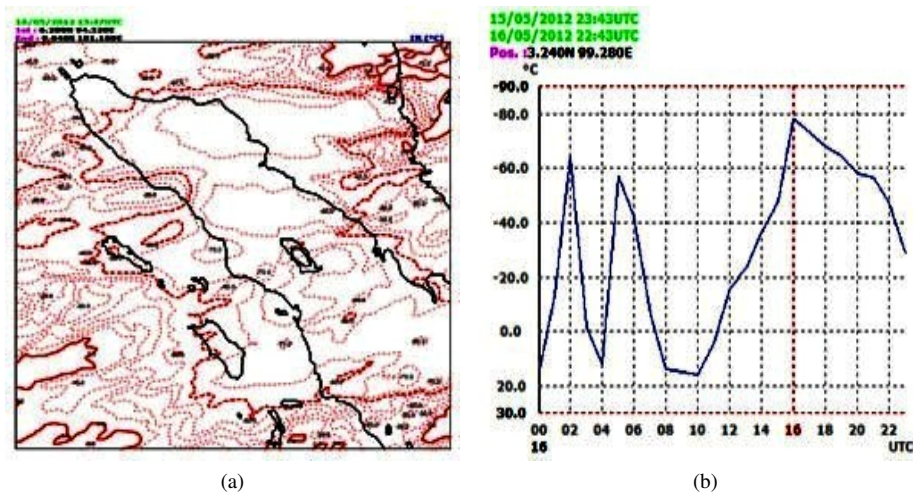
Hasil tersebut menunjukkan bahwa proses awal mula pertumbuhan awan konvektif di lokasi tersebut terjadi setelah

pukul 10.00 UTC. Awan yang mengandung hujan sudah terjadi sekitar pukul 15.00 UTC karena suhu puncak awan pada saat itu sudah dalam batas ambang suhu puncak awan hujan yaitu -60°C. Proses pertumbuhan terus terjadi sampai pukul 16.00 UTC. Diprakirakan saat itu awan Cb berada pada kondisi matang dan saat dimana kondisi cuaca buruk sedang terjadi. Setelah itu awan Cb mengalami proses purnah karena energi yang dikandungnya sudah dilepaskan. Biasanya kepunahan awan Cb diikuti oleh kondisi cuaca yang semakin membaik. Akan tetapi lamanya waktu pematangan dan kepunahan awan Cb memiliki durasi yang berbeda-beda, tergantung dari jumlah massa uap air jenuh yang dimilikinya. Semakin banyak massa uap air jenuh yang dikandungnya maka akan semakin lama durasi kepunahannya, begitu pula sebaliknya.

Data presipitasi 3jam-an satelit TRMM pada pukul 15.00 juga menunjukkan adanya presipitasi di wilayah Perairan Kuala Tanjung dan sekitarnya. Terpantau bahwa terjadi presipitasi 10-16 mm/jam di perairan tempat kejadian (Gambar 7(a)). Hal ini menguatkan analisis sebelumnya bahwa pertumbuhan awan hujan sudah terjadi di lokasi kejadian kira-kira sejak pukul 15.00 UTC atau kurang.



Gambar 5: Citra satelit tutupan awan yang dikonversi ke suhu (a). pukul 15.00 UTC (b). pukul 16.00 UTC (c). Pukul 17.00 UTC.



Gambar 6: (a). Kontur suhu puncak awan di wilayah Perairan Kuala Tanjung dan sekitarnya pukul 16.00 UTC, (b).grafik deret waktu suhu puncak awan pada lokasi kejadian. Suhu dalam satuan derajat Celcius.

Hasil Pengamatan sinoptik pada GMSLPW juga menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah Pantai Belawan dan sekitarnya sebagian besar didominasi oleh tutupan awan rendah (Gambar 7(b)). Tutupan awan di lokasi pengamatan terpantau penuh (*overcast*), maka kemungkinan wilayah Perairan Kuala Tanjung juga diselimuti perawanan. Pada kolom *weather* menunjukkan sandi 91 yang artinya bahwa keadaan cuaca saat itu di stasiun pengamatan hujan ringan dan telah terjadi badai guntur sebelumnya. Kondisi badai guntur yang berasal dari awan Cb dapat terjadi di wilayah Perairan Kuala Tanjung sejam berikutnya akibat pengaruh dari arah dan kecepatan angin.

Berdasarkan hasil analisis pengolahan data model dengan aplikasi Windwaves 05 pada tanggal 16 Mei 2011 pukul 12.00 UTC, dapat dilihat bahwa ketinggian gelombang maksimum yang terjadi di sekitar lokasi kejadian kapal tenggelam berkisar 0,5-1,25 m (Gambar 8(a)). Berdasarkan hasil analisis angin 10 m yang juga dari aplikasi Windwave 05, didapat kecepatan angin sekitar lokasi kejadian kapal tenggelam berkisar

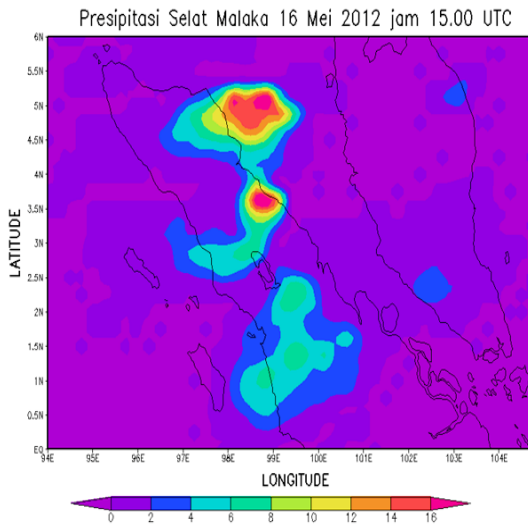
5 - 20 Km/jam (5-10 kt) dari arah Barat Laut-Utara (Gambar 8(b)).

Ketinggian gelombang dan kecepatan angin dapat menjadi lebih tinggi yang diakibatkan perubahan kondisi cuaca buruk yang bersifat tiba-tiba. Awan Cb dapat menyebabkan kecepatan angin menjadi lebih kencang di wilayah tempat awan tersebut tumbuh dan sekitarnya. Hal ini juga dapat berdampak pada bertambahnya ketinggian gelombang laut karena energi utama gelombang laut berasal dari angin yang bertiup.

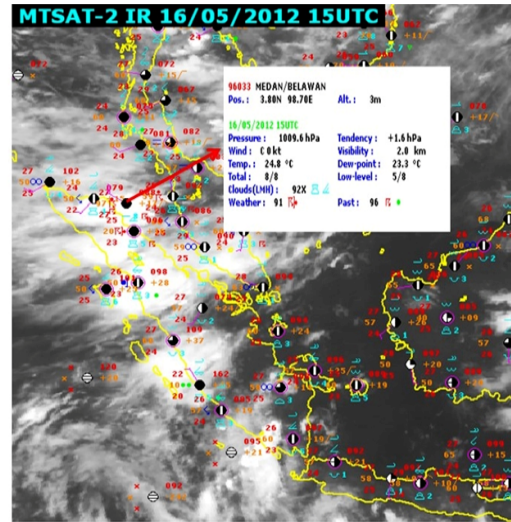
IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kajian di atas maka dapat diambil beberapa simpulan, antara lain:

1. Aplikasi SATAID terbukti sangat bermanfaat dalam menganalisis kondisi atmosfer di wilayah perairan

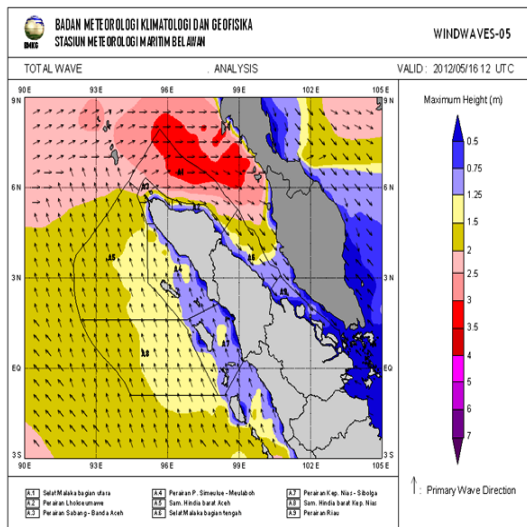


(a)

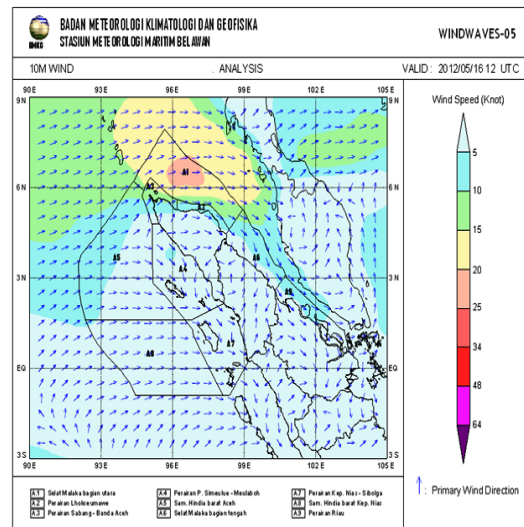


(b)

Gambar 7: (a). Presipitasi 3 jam-an (mm/jam) satelit TRMM pada pukul 15.00 UTC, (b). citra satelit yang di overlay dengan data synoptik. Data pengamatan cuaca stasiun Maritim belawan pada tanggal 16 mei 2012 pukul 15.00 UTC berada dalam kotak.



(a)



(b)

Gambar 8: (a). Tinggi gelombang total (m), (b). Arah dan kecepatan angin permukaan (knot).

2. Suhu puncak awan di sekitar lokasi kejadian pada pukul 16.00 UTC mencapai -78°C sehingga diperkirakan terdapat awan Cb di wilayah tersebut yang dapat menyebabkan kondisi cuaca buruk
3. Kondisi atmosfer di sekitar lokasi kejadian bersifat labil sehingga sangat berpeluang terjadinya hujan lebat disertai badai guntur (*Thunderstorm*) dan angin kencang
4. Pertumbuhan awan hujan dengan suhu puncak awan berkisar -55°C hingga -65°C sudah terjadi sejak pukul 15.00 UTC di sekitar lokasi kejadian dan mencapai fase matang pada saat kejadian yaitu 16.00 UTC.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih ditujukan kepada sub bidang citar satelit BMKG yang sudah menyediakan data SATAID, *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) yang telah memberikan izin mengakses data TRMM, Stasiun Meteorologi Maritim Belawan BMKG yang sudah menyediakan data tinggi gelombang dan pengamatan cuaca.

- [1] A. Fadhooli, "Pengolahan Data Citra Satelit MTSAT Menggunakan Aplikasi Sataid (*Satellite Animations And Interactive Diagnosis*)", Jurnal Informatika & Komputasi Sekolah Tinggi Manajemen dan Ilmu Komputer, vol. 7, no. 1, hal. 53-62, April 2013.
- [2] Meteorological Satellite Center (MSC), "SATAID Operational Manual", Japan Meteorology Agency, 2006.
- [3] H. Harsa, U.A. Linerka, R. Kurniawan, and S. Novianti, "Pemanfaatan SATAID untuk analisis Banjir dan Angin Putting Beliang: Studi Kasus Jakarta dan Yogyakarta", Jurnal Meteorologi dan Geofisika, vol. 12, no. 2, hal. 195-205, 2011.
- [4] N. Sagita, and R. Prasetya, "Analisis Citra Satelit MTSAT dan TRMM menggunakan Software ER MAPPER, SATAID dan Panoply saat kejadian Curah Hujan Ekstrem di Wilayah Manado, 16 Februari 2013", J. Fis. dan Apl., vol. 9. no. 2, hal. 66-72, 2013.
- [5] P.S. Bony, dan A. Pandjaitan, "Pemanfaatan Data Satelit Cuaca Generasi Baru Himawari 8 Untuk Mendeteksi Asap Akibat Kebakaran Hutan dan Lahan di Wilayah Indonesia (Studi Kasus: Kebakaran Hutan dan Lahan di Pulau Sumatera dan Kalimantan Pada Bulan September 2015)", Seminar Nasional Penginderaan Jauh, Bogor, hal. 636-651, 2015.
- [6] N.A. Rani, "Identifikasi Sebaran Asap Melalui Metode RGB Citra Satelit Himawari 8 (Kasus: Kebakaran Hutan di Sumatera dan Kalimantan 15 September 2015)", Prosiding seminar nasional fisika dan aplikasinya (SENFA), vol. II, Universitas Padjajaran, Jatinangor, hal. 79-84, 2016.
- [7] A. Wulandari, V. Dewi, T. Ni-Kadek, W.A. Swastiko, "Pemanfaatan data satelit himawari 8 untuk mengidentifikasi sebaran asap: studi kasus di Kalimantan dan Sumatera tanggal 8 dan 9 September 2015", Spektra: jurnal Fisika dan Aplikasinya, vol. 2, no. 2, hal. 157-164, Agustus 2017, DOI: doi.org/ 10.211009/SPEKTRA.022.10, 2017.
- [8] J.G. Huffman, and T.D. Bolvin, "Real-Time TRMM Multi-Satellite Precipitation Analysis Data Set Documentation", TRMM 3B4XRT-doc-v7.2017, dokumen diperoleh dari ftp://meso-a.gsfc.nasa.gov/pub/trmmdocs/rt/3B4XRT-doc-V7.pdf
- [9] Suratno, "Intrepretasi Produk Windwaves 05", Diklat Teknis Maritim 2012, Pusat Pendidikan dan Pelatihan BMKG, 2012.
- [10] A. Pandjaitan, "Intrepretasi Citra Satelit", Diklat Teknis Maritim 2012, Pusat Pendidikan dan Pelatihan BMKG, 2012.
- [11] Pusat Meteorologi Publik Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, "Pedoman operasional pengelolaan citra Satelit Cuaca", Pusat Meteorologi Publik, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, 2011.
- [12] D.F. Andarini, "Analisis Cold Surge dan Borneo Vortex Menggunakan Vortisitas Potential", Tugas Akhir, Institut Teknologi Bandung, 2012.
- [13] B.J. Hoskins, M.E. McInyre, and A.W. Robertson, "On The use and Significance of Isentropic Potential Vorticity maps", Quart. J. Roy. Meteor. Soc., vol. 111, pp. 877-946, 1985.
- [14] J.R. Holton, "An Introduction To Dynamic Meteorology", San Diego, Elsevier Academic Press, 2004.
- [15] A.J. Haklander, and A. van Delden, "Thunderstorm predictors and their forecast skill for the Netherlands", Journal of Atmospheric Research, 67-68, pp. 273-299, 2003.
- [16] L.Q. Avia, and H. Agung, "Penentuan suhu threshold awan hujan di wilayah Indonesia berdasarkan data satelit MTSAT dan TRMM", Jurnal Sains Dirgantara, vol. 10, no. 2, hal. 82-89, Juni 2013.