

IDENTIFIKASI *OVERSHOOTING CLOUD TOP* PADA AWAN CUMULONIMBUS DI WILAYAH TROPIS MENGGUNAKAN SATELIT HIMAWARI-8

Adinda Dara Vahada

Staf Sub Bidang Pengelolaan Citra Satelit Cuaca BMKG
Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Jakarta
E-mail: dvahada@gmail.com

Abstrak

Deteksi dini terhadap munculnya sel *Overshooting Cloud Top* (OCT) sebagai indikasi adanya awan Cumulonimbus (Cb) sangat dibutuhkan untukantisipasi dampak cuaca ekstrim. Oleh karenanya pemanfaatan data satelit cuaca Himawari-8 melalui kanal infrared (IR), water vapor (WV), dan visible (VS), dikembangkan untuk mengidentifikasi keberadaan OCT. Dari ke-tiga kasus yang dijadikan sampel, diperoleh beberapa karakteristik khusus dari masing-masing kanal tersebut. Berdasarkan citra satelit produk Enhanced Infrared, sel OCT diidentifikasi dengan indikator warna abu-abu yang memiliki nilai suhu puncak ≤ -80 °C. Sedangkan untuk teknik split windows (WV 6.2 μm - IR 10.4 μm), OCT dikenali dengan warna kuning dan violet dengan deskripsi suhu ≥ 5 °C. Pola OCT pada umumnya berada di sentral sel awan badai dengan diameter ≥ 5 km.

Kata Kunci: *Satelit Cuaca, Overshooting Cloud Top.*

I. PENDAHULUAN

Cuaca ekstrim adalah salah satu sistem penyeimbang energi bumi yang berwujud gas, dimana dalam prosesnya melibatkan banyak faktor salah satunya adalah perubahan iklim. Perubahan iklim memicu terjadinya cuaca ekstrim di belahan bumi lainnya dengan jumlah kejadian yang terus meningkat pada tiap dekade. *National Wildfire Federation* (NWF) menyebutkan selama kurun waktu sepuluh tahun belakangan, kecepatan angin maksimum meningkat sekitar 2-11 persen dan curah hujan meningkat menjadi 3-31 persen. Salah satu fenomena cuaca ekstrim yang keberadaannya signifikan hingga saat ini adalah hujan intensitas tinggi yang disertai angin kencang. Kemunculan fenomena ini dapat diamati melalui kehadiran awan badai yaitu awan *Cumulonimbus* (Cb). Aktifitas konvektif memiliki peranan penting dalam pertumbuhan awan Cb dimana uap air yang mengapung di atmosfer akan berinteraksi dengan suhu permukaan bumi yang hangat akibat pemanasan radiasi matahari secara konveksi. Jika kondisi udara semakin labil, maka terbentuknya sel awan Cb menjadi lebih besar. Salah satu ciri awan Cb yang harus diwaspadai adalah *Overshooting Cloud Top* (OCT).



Gambar 1. Citra Awan Badai (Sumber : SATMET)

OCT dihasilkan dari aktifitas *updraft* kuat oleh lingkungan sehingga membentuk proses konveksi yang berlangsung secara terus-menerus sehingga puncak awan Cb tubuh menjulang melebihi batas keseimbangannya (*Equilibrium Level*). Puncak OCT akan menembus lapisan troposfer hingga mencapai lapisan bawah stratosfer dimana suhu lingkungan stratosfer bawah lebih hangat dibandingkan suhu lingkungan puncak troposfer (Bedka, 2010). Di sisi lain, kondisi lingkungan di bawah sel OCT yang dekat dengan permukaan bumi akan mengalami cuaca ekstrim angin kencang yang mampu merobohkan benda-benda di sekitarnya (Bedka, 2010).

Deteksi dini terhadap munculnya sel OCT dalam mitigasi dampak cuaca ekstrim sangat dibutuhkan. Oleh karena itu, diperlukan suatu alat yang mampu memonitor kondisi cuaca lebih cepat dan aktual. Himawari-8 hadir sebagai satelit cuaca geostasioner milik *Japan Meteorological Agency* (JMA) yang berbagi data satelit cuaca dengan negara-negara kerjasama, salah satunya Indonesia melalui Badan Meteorologi

Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Instrumen-instrumen yang dimiliki Himawari-8 mampu menangkap citra atmosfer melalui seperangkat sensor yang disebut *Advanced Himawari Imager* (AHI). Citra yang dihasilkan dari perangkat AHI memiliki resolusi spasial sebesar 0.5-2 km dan resolusi temporal setiap 10 menit. Berikut merupakan kanal yang dihasilkan oleh perangkat AHI Himawari-8 :

Tabel 1 . Pemanfaatan Kanal Satelit Himawari-8 (Sumber : JMA, 2016)

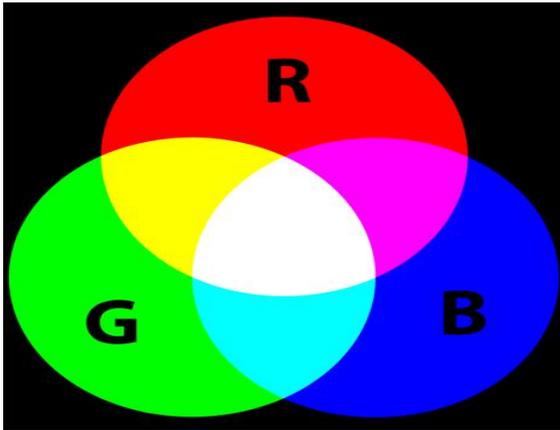
Channel	Himawari-8/ -9	MTSAT-1R/-2	MSG	Physical Properties	
1	0.46 μm/B01/V1			vegetation, aerosol B	Visible
2	0.51 μm/B02/V2			vegetation, aerosol G	
3	0.64 μm/B03/VS	0.68 μm	0.635 μm	low cloud, fog R	
4	0.86 μm/B04/N1		0.81 μm	vegetation, aerosol	Near Infrared
5	1.6 μm/B05/N2		1.64 μm	cloud phase	
6	2.3 μm/B06/N3			particle size	
7	3.9 μm/B07/I4	3.7 μm	3.92 μm	low cloud, fog, forest fire	Infrared
8	6.2 μm/B08/WV	6.8 μm	6.25 μm	mid- and upper level moisture	
9	6.9 μm/B09/W1			mid- level moisture	
10	7.3 μm/B10/W3		7.35 μm	mid- and upper level moisture	
11	8.6 μm/B11/MI		8.70 μm	cloud phase, SO2	
12	9.6 μm/B12/O3		9.66 μm	ozone content	
13	10.4 μm/B13/IR	10.8 μm	10.8 μm	cloud imagery, information of cloud top	
14	11.2 μm/B14/L2			cloud imagery, sea surface temperature	
15	12.4 μm/B15/I2	12.0 μm	12.0 μm	cloud imagery, sea surface temperature	
16	13.3 μm/B16/CO		13.4 μm	cloud top height	

Pemanfaatan data citra satelit dalam deteksi dini sel OCT menjadi tujuan utama dari penelitian ini dengan mengenali suhu puncak awan OCT yang diinterpretasi melalui warna untuk kemudian dikembangkan sebagai indikator keberadaan OCT pada malam hari.

II. METODE PENELITIAN

Deteksi dan monitor OCT melalui satelit cuaca memerlukan teknik pengolahan piksel menjadi warna agar mampu dianalisis (interpretasi). Teknik pewarnaan yang digunakan menggunakan metode *Red Green Blue* (RGB). Dengan kombinasi antar warna ini, maka karakteristik awan yang ditangkap dalam bentuk citra dapat dikenali dan dianalisis

lebih lanjut. Perhitungan dasar warnanya (*color equation*) adalah *white = red + green + blue*. Untuk menghasilkan warna kuning, maka memerlukan kombinasi warna merah dan hijau yang dominan. Sedangkan untuk warna magenta memerlukan kombinasi warna merah dan biru yang dominan dan begitu seterusnya.



Gambar 2. *basic colour building blocks*
(Sumber : Math Careers, 2017)

Informasi suhu akan diinformasikan melalui warna-warna ini. Sebagai contoh untuk warna merah menampilkan suhu puncak awan -70°C, warna kuning menampilkan suhu -80°C, dan begitu seterusnya.

Aplikasi yang digunakan yaitu *Satellite Animation And Interactive Diagnosis* (SATAID) . Aplikasi ini merupakan sistem yang dikembangkan oleh *The Meteorological Satellite Center - Computer Aided Learning* (MSC – CAL) sebagai perangkat lunak yang menampilkan citra satelit untuk proses pembelajaran serta analisis cuaca bagi *forecaster*.

Kanal-kanal yang diolah dalam penelitian ini terdiri dari tiga jenis dengan karakteristik dan panjang gelombang yang berbeda-beda, yaitu Inframerah (IR), Water Vapor (WV), dan Visible (VS). Dengan panjang gelombang yang berbeda, maka perilaku benda yang diindera menjadi dapat dikenali. Berikut rincian panjang gelombang yang digunakan dalam penelitian ini.

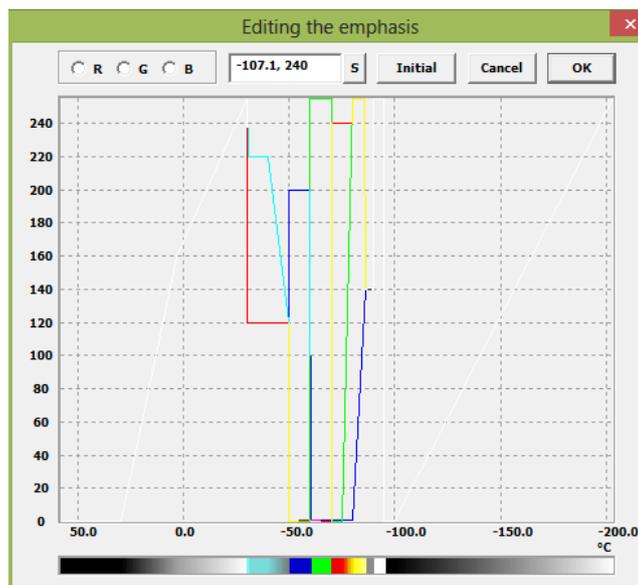
Tabel 2. Spesifikasi kanal Visible, Water Vapor, dan Infrared

Kanal	Nama / Panjang Gelombang (µm) / Resolusi Spasial (km)	Karakteristik
B03	Visible (VS) / 0.64 / 0.5	Awan rendah, fog
B08	Water Vapor (WV) / 6.2 / 2	Kelembaban atmosfer level menengah – atas
B13	Infrared (IR) / 10.8 / 2	Citra awan, suhu puncak awan

Dengan menggunakan aplikasi SATAID, masing-masing kanal akan diolah dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Kanal IR akan dibagi menjadi beberapa bagian gradasi warna berdasarkan suhu

puncak awan. Berikut pengaturan warna yang digunakan untuk mendiskrit piksel infrared.



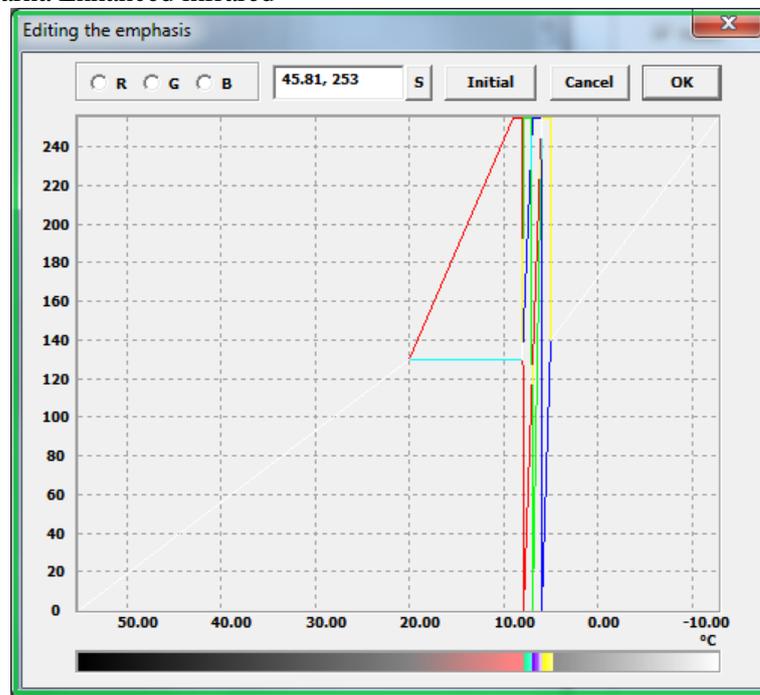
Gambar 3. Grafik Enhanced infrared

Dengan ketentuan pewarnaan yang diadopsi dari produk satelit Zehr+Infrared Bureau Of Meteorology (BOM) Australia (<http://satview.bom.gov.au>). Suhu puncak awan yang ditampilkan merupakan hasil emisi radiasi yang dipancarkan oleh partikel awan. Semakin banyak kandungan partikel awan, dalam bentuk padat-cair-gas, maka semakin sedikit emisi radiasi yang dipancarkan ke luar angkasa. Semakin sedikit emisi radiasi yang dipancarkan, maka suhu benda yang dideteksi oleh satelit semakin minimum (dingin). Pewarnaan ini digunakan untuk mengenali pola awan secara detail sehingga bisa diketahui, fisis awan mana yang menjadi inti sel awan badai atau hanya berupa landasan.

Tabel 3. Legenda warna Enhanced infrared

Warna	°C	Warna	°C
Black	30	Green	-65
Grey	3	Red	-75
White	-30	Yellow	-80
Cyan	-35	Dark Grey	-85
Light Grey	-45	Light Grey	-93
Blue	-55	Black	-97

2. Dengan menggunakan teknik split windows (WV 6.2 μm - IR 10.4 μm), suhu partikel kanal WV dikurangi dengan suhu partikel IR sehingga menjadi teknik Split-3 (S3). Berikut pengaturan warna yang digunakan untuk mendiskrit piksel teknik S3.



Gambar 4. Grafik gradasi warna S3

Dengan mengevaluasi nilai *Brightness Temperature Difference* (BTD) yang memenuhi syarat sebagai OCT sebesar ≥ 5 °C (Bedka, 2010), maka diperoleh legend warna untuk teknik S3 sebagai berikut.

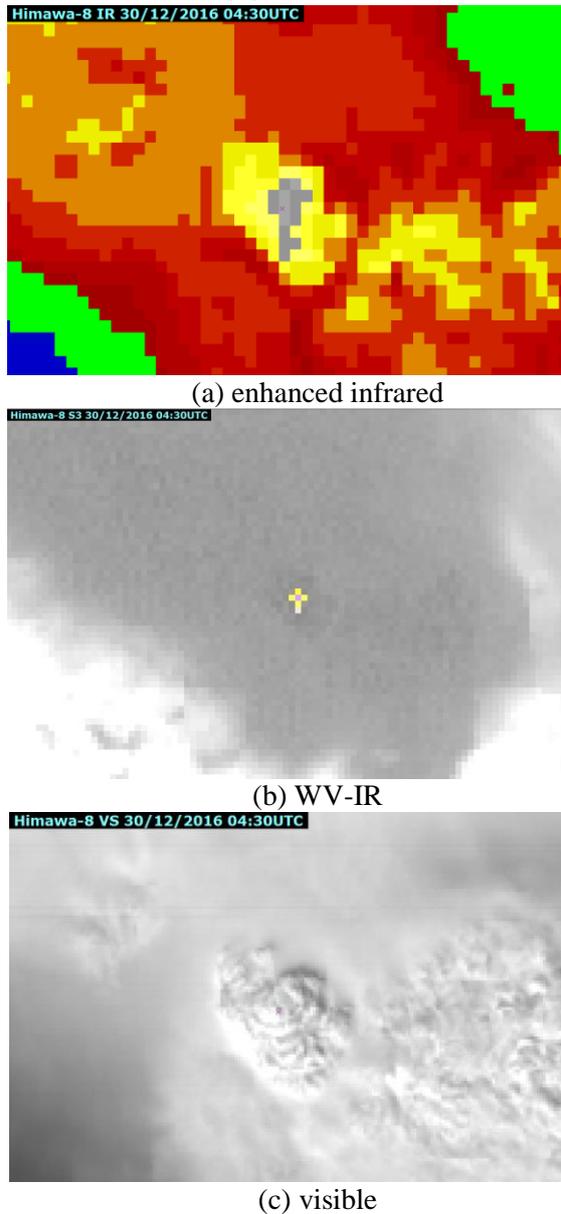
Tabel 4. Legenda warna S3

Warna	°C
Red	8
Cyan	7
Dark Purple	6
Yellow	5

3. Kanal VS resolusi 500 meter digunakan sebagai verifikator keberadaan OCT dengan mencocokkan posisi lintang dan bujur yang dideteksi melalui kanal infrared dan S3.

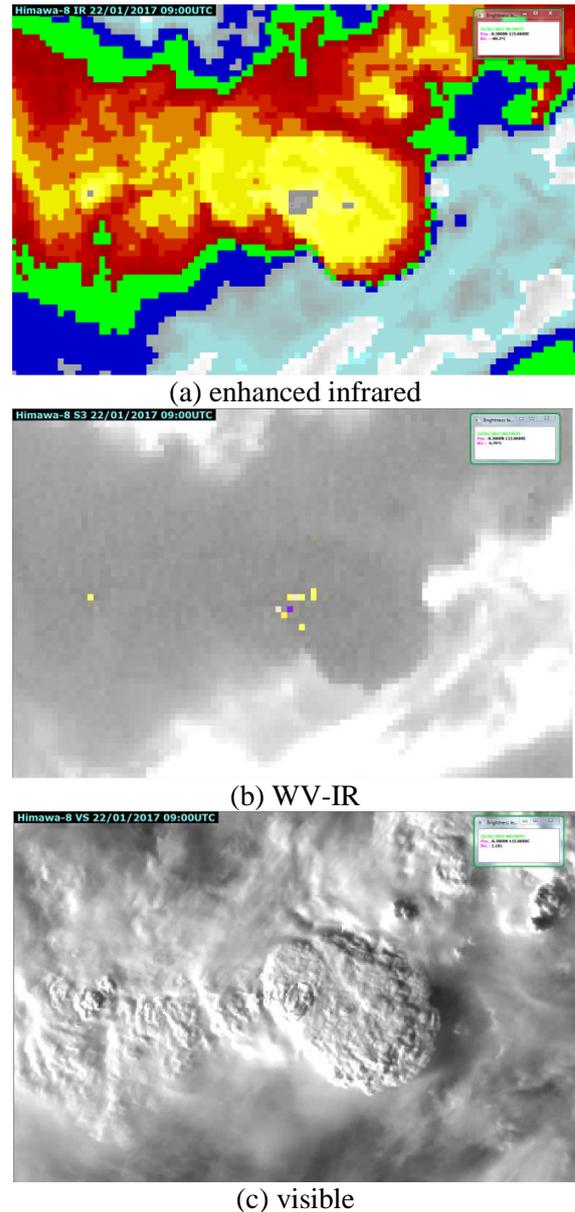
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Identifikasi OCT



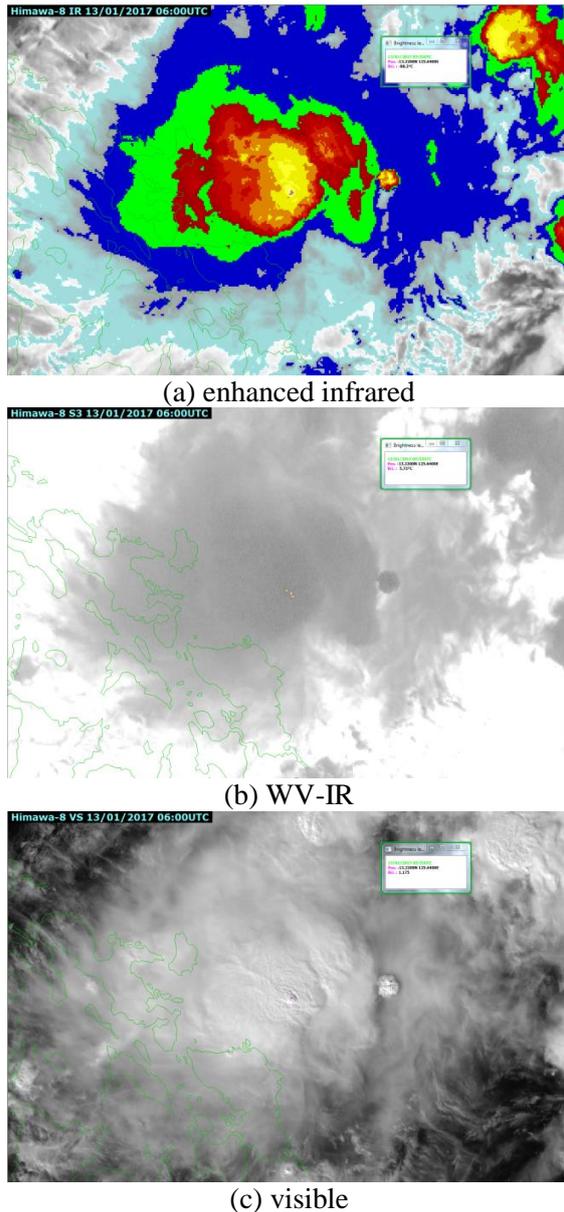
Gambar 5. Citra satelit tanggal 30 Desember 2016 pada posisi 4.54 LU dan 136.62 BT

Pada citra satelit tanggal 30 Desember 2016, dari produk enhanced infrared teramati adanya sel awan konvektif dengan suhu puncak awan sebesar -91.1°C berwarna abu-abu pada posisi 4.54 LU dan 136.62 BT. Sedangkan dari pantauan citra satelit teknik S3 pada lokasi yang sama menunjukkan adanya BTD sebesar 6.25°C berwarna violet. Kemudian di-cross check dengan citra visible pada lokasi tersebut dan diidapati keberadaan sel awan badai dengan diameter puncak sebesar 103 km disertai OCT dengan puncak berdiameter 6 km.



Gambar 6. Citra satelit tanggal 22 Januari 2017 pada posisi 8.38 LU dan 115.86 BT

Pada citra satelit tanggal 22 Januari 2017, dari produk enhanced infrared teramati adanya sel awan konvektif dengan suhu puncak awan sebesar -89.3°C berwarna abu-abu pada posisi 8.38 LU dan 115.86 BT. Sedangkan dari pantauan citra satelit teknik S3 pada lokasi yang sama menunjukkan adanya BTD sebesar 6.79°C berwarna violet. Kemudian di-cross check dengan citra visible pada lokasi tersebut dan diidapati keberadaan sel awan badai dengan diameter puncak sebesar 70 km disertai OCT berdiameter 9 km.



Gambar 7. Citra satelit tanggal 13 Januari 2017 pada posisi 13.22 LU dan 125.64 BT

Pada citra satelit tanggal 13 Januari 2017, dari produk enhanced infrared teramati adanya sel awan konvektif dengan suhu puncak awan sebesar -88.3°C berwarna abu-abu pada posisi 13.22 LU dan 125.64 BT. Sedangkan dari pantauan citra satelit teknik S3 pada lokasi yang sama menunjukkan adanya BTD sebesar 5.72°C berwarna violet. Kemudian di-cross check dengan citra visible pada lokasi tersebut dan diidapati keberadaan sel awan badai dengan diameter puncak sebesar 366 km disertai OCT berdiameter 14 km.

3.2. Interpretasi Citra Satelit

Dari ketiga kasus di atas, dapat dikenali beberapa karakteristik khusus dalam mendeteksi keberadaan sel OCT. Berdasarkan citra satelit produk Enhanced Infrared, sel OCT diidentifikasi dengan indikator warna abu-abu yang memiliki nilai suhu puncak $\leq -80^{\circ}\text{C}$. Sedangkan untuk teknik split windows (WV $6.2\ \mu\text{m}$ - IR $10.4\ \mu\text{m}$), OCT dikenali dengan warna kuning dan violet dengan deskripsi suhu $\geq 5^{\circ}\text{C}$. Pola OCT pada umumnya berada di sentral sel awan badai dengan diameter $\geq 5\ \text{km}$. Hal ini sesuai dengan kriteria OCT hasil penelitian Bedka et. al, yang menyebutkan bahwa OCT memiliki diameter sel berukuran $< 15\ \text{km}$.

Kunci utama dalam deteksi OCT ini adalah teknik S3 yang merupakan turunan dari selisih suhu puncak awan kanal water vapor dengan suhu uap air kanal infrared. Beda suhu yang bernilai positif diakibatkan oleh injeksi uap air dari troposfer ke bagian stratosfer bawah oleh upraft kuat sehingga mengindikasikan adanya OCT (Bedka, 2015). Jika suatu sel awan badai memiliki suhu puncak yang sangat dingin sekaligus kandungan uap air yang cukup tinggi, maka dapat disimpulkan bahwa sel awan badai tersebut masih memiliki potensi lebih besar untuk berkembang secara konvektif atau yang biasa disebut sebagai *deep convection*. Faktor lain penyebab *deep convection* ini yaitu suhu udara pada lapisan bawah stratosfer yang hangat, mendukung perkembangan *deep convection* menjadi lebih besar dimana salah satu syarat tumbuhnya awan konvektif yaitu suhu udara yang hangat dan labil.

Faktor pendukung lainnya adalah gaya dorong dari bawah, yaitu lapisan dekat dengan permukaan bumi. Updraft atau gaya dorong yang cukup kuat mampu mencampur aduk partikel awan dengan uap air di lapisan atas. Namun, masih perlu penelitian lebih lanjut mengenai hipotesis ini.

Teknik identifikasi OCT ini dapat digunakan untuk pengamatan sel awan badai pada malam hari, dimana kanal inframerah memiliki konsistensi yang cukup baik untuk pengamatan awan badai pada siang dan malam hari tanpa kombinasi dan bantuan dari kanal lainnya (Bedka, 2015). Sehingga, deteksi dini mampu dilakukan dengan lebih cermat dan mitigasi dampak cuaca ekstrim menjadi maksimal.

IV. KESIMPULAN

Deteksi OCT menggunakan produk enhanced infrared dan S3 dengan verifikator kanal visible menampilkan hasil yang prima pada siang hari. Hal ini disebabkan oleh tersedianya citra satelit kanal visible yang mampu mengindera awan pada siang hari dengan bantuan pancaran sinar matahari. Dibutuhkan penelitian lebih lanjut mengenai pemanfaatan produk-produk ini pada malam hari, dikarenakan cuaca ekstrim juga sering terjadi pada malam hingga dini hari sewaktu citra visible tidak tersedia akibat sinar matahari yang belum muncul.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bedka, K., Brunner, J., Dworak, R., Feltz, W., Otkin, J., and Greenwald, T. 2010. Objective Satellite-Based Detection of Overshooting Tops Using Infrared Window Channel Brightness Temperature Gradients. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*.
- [2] Mikus, P. 2011. *Overshooting tops – satellite-based detection methods and correlation with severe weather conditions* [PowerPoint slides]. Diperoleh dari http://www.eumetrain.org/resources/overshooting_tops_2011.html
- [3] Bedka, K. 2015. *Objective Satellite-Based Overshooting Top and Enhanced-V Signature Detection* [PowerPoint slides]. Diperoleh dari http://www.eumetsat.int/website/home/Data/Training/TrainingLibrary/DAT_2042886.html
- [3]https://cimss.ssec.wisc.edu/satmet/modules/4_clouds/clouds-8.html, diakses tanggal 23 Januari 2017
- [4]<http://www.nwf.org/Wildlife/Threats-to-Wildlife/Global-Warming/Global-Warming-is-Causing-Extreme-Weather/Hurricanes.aspx>, diakses tanggal 23 Januari 2017
- [5]<http://www.mathscareers.org.uk/article/colour-calculations/>, diakses tanggal 23 Januari 2017
- [6]<http://satview.bom.gov.au>, diakses tanggal 22 Januari 2017