

# PERAN TEKNOLOGI KEANTARIKSAAN DALAM Mendukung PENCAPAIAN *SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS* (SDGs) 13 DI INDONESIA

Rahmat Nur Rahman<sup>1\*)</sup>

<sup>1</sup>Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika

\*) E-mail: rahmatthekickers@gmail.com

**ABSTRAK** - Sektor keantariksaan memainkan peran penting dalam mendukung *Sustainable Development Goals* (SDGs) yang menjadi tujuan global untuk menjawab berbagai tuntutan dunia. SDGs menyatakan *climate action* (perubahan iklim) sebagai poin prioritas ke-13. Hal ini berarti dunia bersepakat untuk memerangi kerugian jiwa dan materi akibat kerusakan lingkungan maupun bencana yang ada akibat dampak perubahan iklim. Tujuan kajian ini adalah menganalisis peran antariksa dalam mendukung SDGs yaitu sebagai alat pemantauan dan pendataan sebagai upaya mitigasi terhadap perubahan iklim. Perubahan iklim sebagai implikasi pemanasan global mengakibatkan dua hal utama yang terjadi di lapisan atmosfer paling bawah, yaitu fluktuasi curah hujan yang tinggi dan kenaikan muka laut. Satelit penginderaan jauh memiliki peranan penting untuk menjawab tuntutan ini. Penelitian ini dilakukan dengan metode deskriptif yang mengkaji pengalaman-pengalaman penelitian terdahulu dan pengembangan pemanfaatan penginderaan jauh untuk mitigasi bencana serta *early warning* (peringatan dini). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penginderaan jauh berperan dalam mendukung SDGs, melalui data penginderaan jauh dalam mitigasi bencana sehingga dapat mengurangi intensitas dan luasan bencana di Indonesia.

**Kata kunci** : SDGs, Peran Teknologi Antariksa, Data Penginderaan Jauh, Mitigasi Perubahan Iklim

*ABSTRACT* - The space sector plays an important role in supporting the Sustainable Development Goals (SDGs), which are global goals in the sustainable development agenda to answer the world's demands. SDGs stated climate action (climate change) as a priority 13 points. This means that the world has agreed to fight against loss of life and material due to environmental damage and existing disasters. The purpose of this study is to analyze the role of space in supporting SDGs, namely as a monitoring tool and data collection as an effort to mitigate climate change. Climate change, as the implication of global warming, causes two main things that occur in the lowest layer of the atmosphere, namely high fluctuations in rainfall and sea level rise. Remote sensing satellites seem to play an important role in responding to this demand. This research was conducted using a descriptive method that examines previous research experiences and the development of remote sensing for disaster mitigation and early warning. The results showed that remote sensing plays a role in supporting SDGs, as shown by the use of remote sensing data in disaster mitigation so as to reduce the intensity and extent of disasters.

**Keywords**: SDGs, climate change, remote sensing, mitigation

## 1. PENDAHULUAN

Perubahan iklim global telah mengakibatkan ketidakstabilan atmosfer sehingga menimbulkan terjadinya anomali-anomali terhadap parameter cuaca yang berlangsung lama, dan konsekuensi yang terjadi tidak akan bisa diubah kecuali kita melakukan tindakan. Tidak ada satu pun negara di dunia yang tidak mengalami dampak dramatis secara langsung dari perubahan iklim. Hal ini menjadi dasar climate action terlibat dalam salah satu rencana aksi SDG's (*Sustainable Development Goals*) yang akan berlaku hingga 2030. SDGs merupakan dokumen kesepakatan pembangunan global yang tersusun dalam 17 poin

tujuan dan 169 target untuk melaksanakan pembangunan berkelanjutan dalam menghadapi tantangan pada proses pembangunan (Ngoyo, 2015). Pelaksanaan pencapaian SDGs di Indonesia sesuai amanat Peraturan Presiden Nomor 59 Tahun 2017 dilakukan dengan memegang teguh prinsip *No One Left Behind* dan *inclusiveness* yang dimaknai sebagai bentuk manifestasi komitmen seluruh negara di dunia untuk tumbuh, berkembang, dan maju bersama.

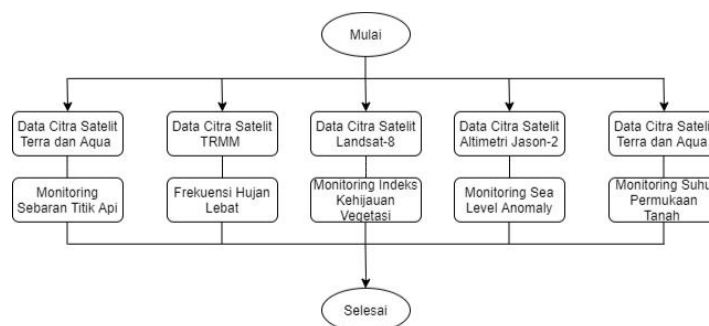
Indonesia sebagai Negara kepulauan yang cukup luas perlu teknologi antariksa untuk monitoring dan pemetaan wilayah yang terkena bencana secara cepat, akurat, efektif dan efisien dalam menunjang pembangunan berkelanjutan (Pratista, 2018). Di Antariksa terdapat berbagai satelit penginderaan jauh dengan fungsi dan kemampuan berbeda-beda (Arifin, 2014). Penginderaan jauh atau inderaja (*remote sensing*) adalah seni dan ilmu untuk mendapatkan informasi tentang obyek, area atau fenomena melalui analisa terhadap data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung dengan obyek, daerah ataupun fenomena yang dikaji (Lillesand dan Kiefer, 1979). Satelit penginderaan jauh yang banyak digunakan Indonesia untuk memiliki resolusi spasial, resolusi temporal dan resolusi spektral rendah sampai tinggi.

Analisis lebih lanjut dari data citra satelit penginderaan jauh tersebut memberikan informasi sistem peringatan dini (*early warning system*) bencana alam (Arifin, 2014). Selain itu dengan adanya pengumpulan data satelit yang berkelanjutan selama kurun waktu yang lama, dapat mendukung *Climatological Early Warning System* (CEWS) untuk prediksi klimatologi dan pembelajaran perubahan iklim dalam skala yang luas. Semua informasi tersebut sangat mendukung pemerintah dalam upaya antisipasi dan mitigasi bencana agar dampak dan kerugian yang ditimbulkan dapat diminimalkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji teknologi penginderaan jauh sebagai alat pemantauan dan pendataan upaya mitigasi terhadap perubahan iklim di Indonesia dalam mendukung SDG's. Upaya penggunaan teknologi secara luas dapat menjadi langkah awal mitigasi bencana sehingga dapat mengurangi intensitas dan luasan bencana sehingga dapat menjadi bagian untuk menjawab salah satu tujuan SDG's. Penjelasan-penjelasan kesalahan (*error*) dan ketidakpastian (*uncertainty*) dari pemanfaatan data penginderaan jauh akan dibahas, sehingga dapat menjadi masukan bagi perbaikan penelitian dan pengembangan sistem monitoring iklim ekstrim berbasis teknologi satelit penginderaan jauh.

## 2. METODOLOGI

Metode dalam tulisan ini yaitu meneliti sesuatu yang terjadi di masa lampau untuk menemukan generalisasi dan membuat rekonstruksi masa lampau dengan cara mengumpulkan, mengevaluasi, memverifikasi serta mensintesis bukti-bukti untuk memperoleh kesimpulan yang kuat. Tulisan ini mengumpulkan penelitian masa lampau untuk monitoring suatu kondisi sebagai potensi perubahan iklim berbasis satelit penginderaan jauh dengan resolusi rendah, menengah, dan tinggi. Adapun penyederhanaan dari alur tulisan ini dijabarkan pada gambar 2 berikut :

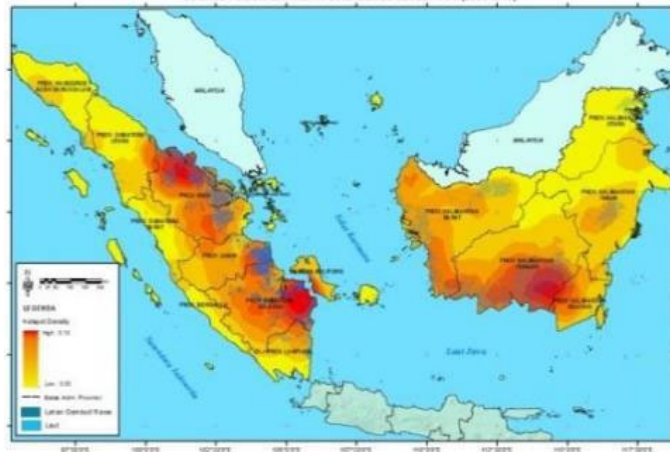


Gambar 2. Diagram Alir

### 3. FAKTA DAN DATA

#### 3.1 Monitoring Sebaran Titik Api

Data satelit penginderaan jauh yang digunakan untuk mendeteksi sebaran titik api umumnya mempunyai jenis polar orbital seperti data MODIS Terra dan Aqua dengan resolusi spasial yang bagus dan mempunyai banyak jumlah kanal panjang gelombang namun lemah dalam resolusi temporal. Dalam identifikasi titik api, tidak jarang bahwa titik api dengan selang kepercayaan yang kurang dari 70% hanya terekam oleh salah satu dari Satelit Terra atau Aqua saja.



Gambar 3.1 Peta analisis sebaran dan kerapatan titik api di wilayah Sumatera dan Kalimantan tahun 2006-2015 (Prayoga, 2017)

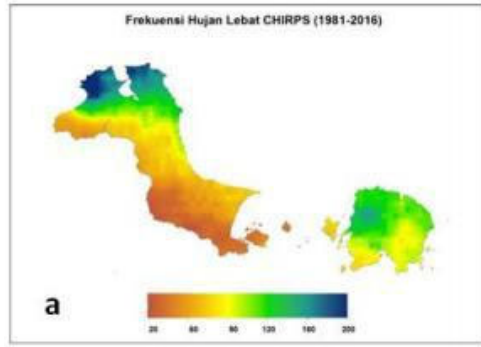
Data historis titik api periode tahun 2006-2015 menggunakan data yang terekam oleh Citra MODIS (Satelit Terra & Aqua) dengan tingkat selang kepercayaan (*confidence level*) di atas 70% (lihat gambar 1). Hal ini bertujuan untuk membatasi data yang digunakan merupakan data titik api yang akurat, ditandai dengan pemilihan tingkat selang kepercayaan di atas 70%. Data MODIS memiliki keunggulan resolusi temporalnya tinggi dan cakupan wilayah sekali potretnya sangat luas.

Berdasarkan peta diatas dapat diketahui sifat permukaan lahan gambut yang mudah kering dalam beberapa hari jika tidak terjadi hujan akan menjadikan daerah tersebut rawan terbakar saat memasuki musim kering (Prayoga, 2017). Informasi wilayah yang menjadi konsentrasi lokasi titik api di Pulau Sumatera dan Kalimantan akan sangat membantu dalam kesiapan upaya penanggulangan bencana kebakaran hutan dan lahan yang terjadi. Dampak kebakaran hutan dan lahan merupakan sumber utama dari polusi yang dapat mempengaruhi kondisi atmosfer dan iklim.

#### 3.2 Monitoring Curah Hujan

Monitoring curah hujan menggunakan data curah hujan *Climate Hazards Group Infrared Precipitation with Station data* (CHIRPS) yang merupakan database curah hujan kombinasi dari tiga informasi curah hujan yaitu klimatologi global, estimasi curah hujan berbasis satelit, dan curah hujan hasil pengamatan in-situ (Funk et al, 2015). Data CHIRPS yang digunakan mempunyai panjang data 36 tahun sejak 1981-2016 dengan resolusi spasial 0.05°. Penelitian ini menentukan frekuensi kejadian curah hujan ekstrem di Kepulauan Bangka Belitung. Perhitungan nilai ekstrem yang dilakukan antara lain dengan menggunakan patokan nilai 50 mm sebagai ambang batas hujan lebat Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. Berdasarkan gambar 2, penentuan curah hujan esktrm dengan menggunakan kriteria hujan lebat BMKG menghasilkan perbedaan pola antara Pulau Bangka dan Belitung. Frekuensi terendah sekitar

20 kejadian berada di Bangka bagian selatan, sedangkan tertinggi sekitar 200 kejadian berada di ujung utara.. Hal ini dapat menjadi pertimbangan pemberian ZOM di Belitung.



Gambar 3.2 Frekuensi hujan lebat CHIRPS (1981 – 2016) dengan threshold BMKG (Fadholi, 2018)

### 3.3 Monitoring Indeks Kehijauan Vegetasi

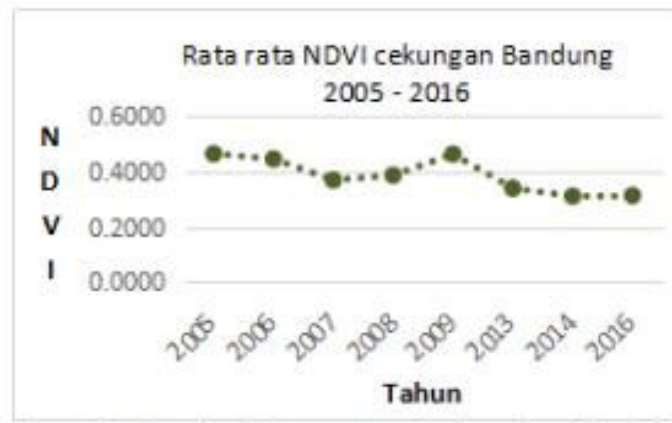
NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) menunjukkan tingkat kehijauan suatu vegetasi. Nilai indeks NDVI mendekati 1 menunjukkan bahwa di daerah tersebut memiliki tingkat kerapatan vegetasi yang tinggi. Nilai ekstraksi NDVI mencerminkan kondisi vegetasi yang mempunyai tingkat kehijauan yang mengindikasikan bahwa objek itu termasuk kelas vegetasi atau non vegetasi. Kawasan yang teridentifikasi kelas vegetasi diasumsikan sebagai RTH (Ruang Terbuka Hijau).

$$NDVI = \frac{NIR - VIR}{NIR + VIR} \dots\dots\dots(1)$$

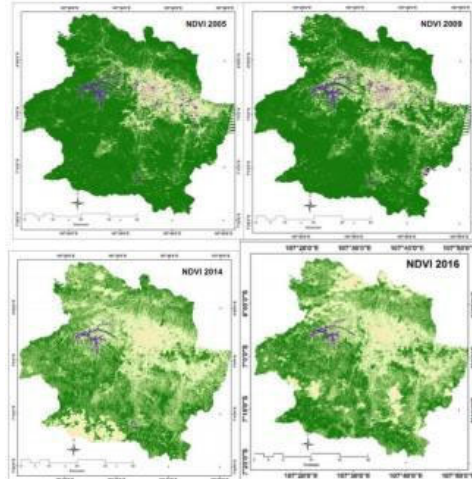
Keterangan :

NIR: Near Infrared; kanal 5 untuk Landsat8,

VIR: Visible Red; kanal 4 untuk Landsat8.



Gambar 3.3.1 Grafik Rata-rata nilai variasi indeks kehijauan vegetasi di cekungan Bandung tahun 2005 – 2016

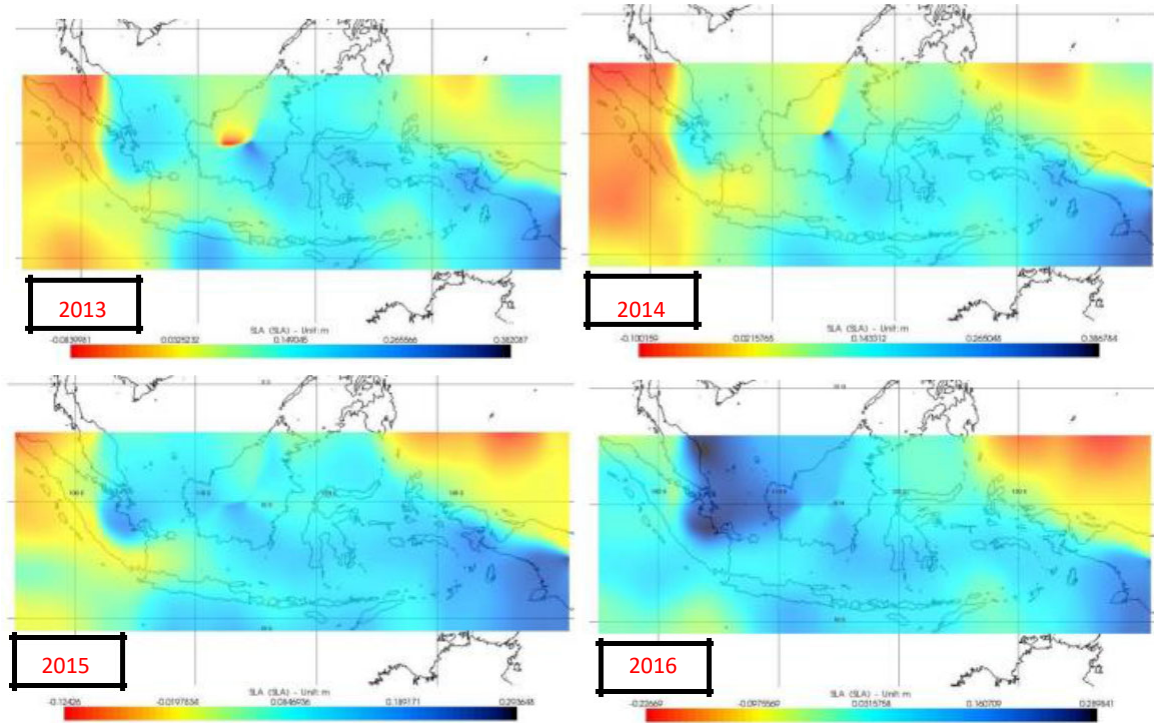


Gambar 3.3.2 Sebaran Nilai Indeks Kehijauan Vegetasi di Cekungan Bandung Tahun 2005, 2009, 2014 dan 2016 (Ningrum, 2018).

Pola perkembangan daerah terbangun di daerah perkotaan sejak tahun 2005 terus meningkat sampai tahun 2014. Hasil ekstraksi NDVI dari Citra Landsat 8 OLI dengan menggunakan software ENVI menunjukkan rona terang menggambarkan kawasan yang terindikasi sebagai kawasan vegetasi atau kawasan hijau yang diasumsikan sebagai RTH dan rona gelap diindikasikan sebagai kawasan non vegetasi atau kawasan non RTH.

### 3.4 Monitoring *Sea Level Anomaly*

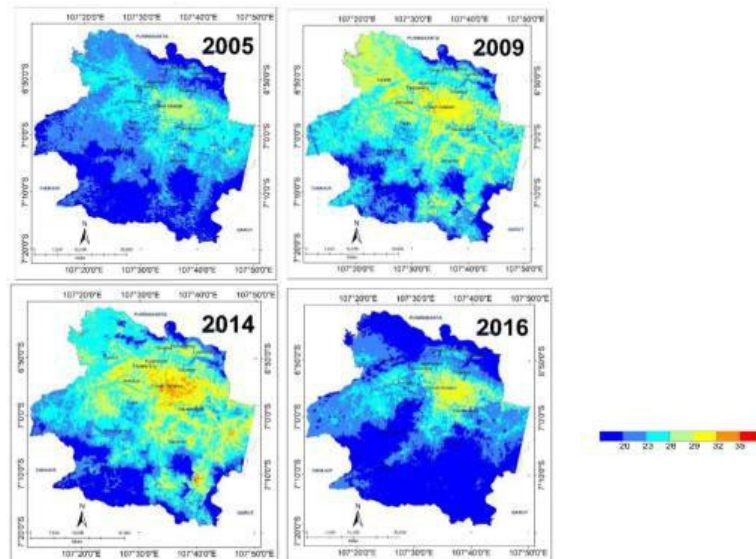
Tinggi Muka Laut merupakan salah satu parameter oseanografi yang menjadi perhatian dunia saat ini. Hal ini dikarenakan parameter ini sangat erat hubungannya dengan dampak dari pemanasan global dan perubahan iklim seperti kenaikan tinggi muka laut. Di Indonesia, perubahan tinggi muka laut juga menjadi perhatian khusus dikarenakan berdampak pada kasus kejadian banjir pesisir yang melanda beberapa kota besar di Indonesia. Perhitungan nilai SLA (*Sea Level Anomaly*) dilakukan untuk mendapatkan nilai rata-rata SLA setiap bulan. Pengolahan SLA setiap bulannya dari Satelit Altimetri Jason-2 kemudian diolah menggunakan software BRAT. Berdasarkan gambar 6, nilai anomaly menunjukkan nilai -0.2 – 0.2 untuk bulan Februari 2013-2016.



Gambar 3.4 Sea Level Anomaly Februari 2013- 2016 (Febrianto, 2017)

### 3.5 Monitoring Suhu Permukaan Tanah

Studi perubahan suhu permukaan tanah akibat perubahan tutupan lahan sangat penting karena suhu permukaan sangat mempengaruhi faktor iklim, kualitas udara, kesehatan manusia dan penggunaan energi. Suhu permukaan tanah dideteksi menggunakan satelit Landsat 8. Satelit Landsat 8 memiliki resolusi spasial 15-30 meter, resolusi spektral 11 kanal dan resolusi temporal 16 hari. Data yang digunakan adalah data *Landsat Thematic Mapper (TM) 5* dan *Landsat Thermal Infrared Sensor (TIRS) 8* untuk tahun 2005, 2006, 2009 dan 2014.



Gambar 3.5 Suhu Permukaan Tanah yang diturunkan dari data Landsat dari tahun 2005, 2009, 2014 dan 2016 (Ningrum, 2018)

Berdasarkan gambar 3.5, terlihat bahwa suhu permukaan tanah di daerah Kota Bandung relatif lebih tinggi dibandingkan daerah sekitarnya yang ditunjukkan dengan terpusatnya area panas di tengah Cekungan Bandung. Pola khusus persebaran suhu permukaan tanah berkaitan erat dengan karakteristik termal kelas tutupan lahan. Kecenderungan kenaikan suhu permukaan tanah ini diakibatkan oleh berkurangnya daerah bervegetasi di cekungan Bandung.

#### 4. ANALISIS

Satelit penginderaan jauh, memiliki potensi yang sangat tinggi untuk menghasilkan data dan informasi yang diperlukan bagi monitoring iklim ekstrim di Indonesia. Sejalan dengan perkembangan teknologi satelit penginderaan jauh, monitoring cuaca dan iklim ekstrim dan dampaknya dilakukan dengan memanfaatkan berbagai jenis data satelit resolusi rendah hingga tinggi. Tulisan ini mengumpulkan beberapa penelitian untuk monitoring cuaca dan iklim ekstrem dari satelit penginderaan jauh. Secara umum, satelit dapat merepresentasikan keadaan sebenarnya, karena satelit memiliki resolusi dan kemampuan dalam monitoring tersendiri.

Berdasarkan table 1, data penginderaan jauh resolusi rendah dan menengah dapat menghasilkan berbagai informasi spasial yang cukup akurat untuk sistem monitoring cuaca/iklim ekstrim serta dampaknya di Indonesia. Model-model yang telah dihasilkan dari berbagai penelitian memberikan informasi status saat ini dan peluang peningkatan akurasi di masa yang akan datang. Berbagai variabel yang dihasilkan dari data penginderaan jauh resolusi rendah seperti MTSAT, Himawari, TRMM, dan MODIS, memiliki akurasi yang memadai untuk monitoring pada level nasional hingga provinsi. Variabel suhu awan, laju curah hujan, indeks vegetasi dan turunannya terbukti cukup akurat untuk dijadikan parameter dalam monitoring.

Tabel 4.1 Ikhtisar beberapa hasil penelitian tentang monitoring cuaca dan iklim ekstrim dari data penginderaan jauh

No	Satelit	Variabel	Hasil	Penelitian
1	Terra Aqua	Sebaran dan kerapatan titik api	Resolusi temporal tinggi dan cakupan wilayah yang luas	Prayoga, 2017
2	TRMM	Frekuensi Hujan Lebat	Menunjukkan variasi curah hujan dengan baik	Fadholi, 2018
3	Landsat 8	Nilai Indeks Kehijauan Vegetasi	Berkorelasi baik, dapat mengidentifikasi daerah RTH dan non RTH serta perubahannya terhadap waktu.	Ningrum, 2018
4	Altimetri Jason-2	Sea Level Anomaly	Satelit Altimetri memiliki resolusi tinggi sehingga dapat merepresentasikan posisi sebenarnya	Febrianto, 2017
5	Landsat 8	Suhu Permukaan Tanah	Dapat merepresentasikan kecenderungan kenaikan / penurunan suhu tanah dengan daerah vegetasi di Bandung	Ningrum, 2018

## 5. PENUTUP

Perubahan dan variabilitas iklim pada skala regional dan global membawa konsekuensi meningkatnya kejadian iklim ekstrim. Pemanfaatan satelit penginderaan jauh memiliki peran untuk monitoring perubahan iklim secara temporal dan spasial sehingga dapat mendukung pencapaian SDG's poin ke-13 yaitu climate action. Hal ini ditunjukkan dari dimanfaatkannya data penginderaan jauh sebagai *early warning* sehingga dapat mengurangi intensitas dan luasan bencana. Data penginderaan jauh yang digunakan untuk tujuan monitoring harus diolah secara kontinyu dan harus didistribusikan secara cepat agar antisipasi dalam menghadapi iklim ekstrim dapat dilakukan secara cepat dan tepat dengan memperhatikan akurasi karena memiliki kesalahan (*error*) dan ketidakpastian (*uncertainty*). Selain permasalahan akurasi produk data satelit, pemanfaatan beberapa jenis data satelit sekaligus secara optimal untuk monitoring iklim ekstrim menjadi tren ke depan dan merupakan tantangan tersendiri. Penelitian terdahulu menunjukkan pemanfaatan satelit penginderaan jauh dengan resolusi rendah hingga tinggi yang mampu merepresentasikan keadaan. Oleh sebab itu, otomatisasi dalam pengolahan data penginderaan jauh menjadi sangat perlu, namun tanpa mengurangi akurasi model. Tantangan ke depan, penelitian dan pengembangan model untuk monitoring cuaca dan iklim ekstrim serta dampaknya perlu dilakukan dengan memanfaatkan data penginderaan jauh resolusi rendah maupun menengah yang lebih baru untuk system monitoring yang *real time*.

## 6. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) yang telah menyediakan beberapa data dalam memfasilitasi pembuatan tulisan ini, serta pihak LAPAN yang telah menyelenggarakan kegiatan ini. Penulis berharap tulisan ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat dikembangkan kembali untuk ke depannya.

## 7. DAFTAR ACUAN

- Arifin, S. 2014, Peran Teknologi Penginderaan Jauh dalam Kebencanaan di Indonesia. Media Dirgantara. Vol. 9 No. 1 Maret 2014. Halaman 33-39.
- Fadholi, A., Adzani, R., 2017, Analisis Frekuensi Curah Hujan Ekstrem Kepulauan Bangka Belitung Berbasis Data *Climate Hazards Group Infra-Red Precipitation With Stations* (CHIRPS). Jurnal Pendidikan Geografi, Volume 18, Nomor 1, April 2018. Halaman 22 – 32.
- Funk C.C., Peterson P., Landsfeld M, 2015, The Climate Hazards Infrared Precipitation with Stations—A New Environmental Record for Monitoring Extremes.
- Febrianto, Cristian, 2017, Studi Fenomena Perubahan Muka Air Laut Menggunakan Data Satelit Altimetri Jason-2 Periode Tahun 2013-2016 (Studi Kasus: Perairan Indonesia). Departemen Teknik Geomatika. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.
- Khomarudin, M. Rokhis, Dedi Irawadi, Suwarsono, Parwati, 2014, Pengkajian Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh Multi Skala/Resolusi Untuk Kegiatan Mitigasi Bencana. Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2014.
- Lillesand, T.M., Kiefer, R.W, 1979, *Remote Sensing and Image Interpretation*, John Wiley & Sons. Inc., Canada.
- Ngoyo, M. F, 2015, Mengawal Sustainable Development Goals (SDGs); Meluruskan Orientasi Pembangunan yang Berkeadilan, Peneliti Ekonomi Politik di Pusat Dokumentasi Sosial Ekonomi carabaca, Sosioreligius Volume I No. 1 Juni 2015.
- Ningrum, W., Ida Narulita, 2018, Deteksi Perubahan Suhu Permukaan Menggunakan Data Satelit Landsat Multi-Waktu (Studi Kasus Cekungan Bandung). Pusat Penelitian Geoteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jurnal Teknologi Lingkungan Vol. 19, No 2, Juli 2018.
- Panuluh, S., & Fitri, M. R. (2016). Perkembangan Pelaksanaan (Sustainable Development Goals) SDGs di Indonesia Biefing Paper 02, retrieved from [www.infid.org](http://www.infid.org) , 1–25.



- Prasasti, I, Suwarsono, Fajar Yulianto, Sayidah Sulma, Jalu Tejo Nugroho, K. I. N. Rahmi. Pemanfaatan Data Satelit Penginderaan Jauh untuk Pemantauan Lingkungan dan Mitigasi Bencana. Buletin LAPAN Edisi Vol. 5 No. 2 – 2018.
- Pratistha, B, 2018, *Sustainable Development Goals (SDGs): Akankah Mendukung Penerapan Teknologi Keantariksaan?* Buletin LAPAN Edisi Vol. 5 No. 2 – 2018.
- Prayoga, B., Ardila Yananto, Della Ananto K., 2017, Analisis Korelasi Kerapatan Titik Api Dengan Curah Hujan Di Pulau Sumatera Dan Kalimantan. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, Vol.18 No.1, 2017: 17 – 24.