

PEMANFAATAN CITRA *MULTI-FUNCTIONAL TRANSPORT SATELLITE* UNTUK ESTIMASI PETIR DI WILAYAH BANDARA SOEKARNO HATTA CENKARENG DAN JUANDA SURABAYA

Defri Mandoza¹, Hartono², dan Sigit Heru Murti³

Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika¹, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia^{2,3}
defri_doza@yahoo.com

Diterima : Desember 2015 ; Direvisi : Juni 2016; Dipublikasikan: September 2016

ABSTRAK Indonesia merupakan wilayah tropis yang memiliki jumlah kejadian petir yang cukup tinggi dan memiliki resiko yang tinggi terhadap bencana yang disebabkan oleh petir. Oleh karena itu informasi yang tepat dan akurat tentang terjadinya petir sangat dibutuhkan oleh masyarakat khususnya pengguna transportasi udara. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengolahan pada data citra satelit MTSAT dan memanfaatkannya sebagai parameter untuk mengestimasi petir. Dalam menentukan seberapa kuat hubungan SPA terhadap intensitas petir harian digunakan metode korelasi dan untuk menentukan nilai *threshold* SPA menggunakan data SPA minimum dan SPA rata-rata dari seluruh data SPA yang diolah pada saat terjadi petir. Metode statistik *Critical Success Index* (CSI), *False Alarm Rate* (FAR), *Probability of Detection* (POD) dan *Percent Correct* (PC), digunakan dalam mengevaluasi tingkat akurasi estimasi petir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hubungan nilai SPA terhadap jumlah petir adalah cukup kuat, yaitu semakin rendah nilai SPA maka jumlah petir cenderung semakin meningkat. Pengolahan data SPA menghasilkan nilai *threshold* SPA untuk estimasi petir sebesar -41°C dan -67°C . Evaluasi estimasi petir menggunakan *threshold* SPA -41°C dan -67°C menghasilkan akurasi masing-masing sebesar 32% dan 65%. Tingkat akurasi estimasi petir menggunakan *threshold* SPA -67°C lebih tinggi dibandingkan menggunakan *threshold* SPA -41°C . Berdasarkan hasil penelitian inidiketahui bahwa petir hanya terjadi pada nilai SPA yang lebih rendah dari -41°C , dan petir yang paling banyak terjadi adalah pada nilai SPA dalam rentang -65°C s/d -80°C .

Kata kunci: citra satelit MTSAT; estimasi petir; nilai SPA; *threshold* SPA.

ABSTRACT Indonesia is the tropical territories having a high frequency of lightning and a high risk to disasters caused by lightning. For this reason, the appropriate and accurate information about the lightning is needed especially for air transport users. The objective of this research was to process the data of MTSAT satellite image and to use the data as a parameter for lightning estimation. The strength of the cloud top temperature (CTT) relationship on the lightning intensity was determined by using the correlation method, and the CTT threshold value was determined by using the CTT minimum data and the CTT average data of overall processed data in the occurrence of lightning. The statistical methods of the evaluation of the lightning estimation accuracy were used statistical methods *Critical Success Index* (CSI), *False Alarm Rate* (FAR), *Probability of Detection* (POD) and *Percent Correct* (PC). The results of this research showed that the correlation of the CTT value on the lightning intensity was strong enough i.e. the lower of the CTT value the higher of the lightning intensity. CTT data processing showed value of CTT threshold for lightning estimation was -41°C and -67°C . Evaluation of the lightning estimation using CTT threshold -41°C and -67°C showed accuracy 32% and 65% respectively. The lightning estimation accuracy using CTT threshold -67°C was higher than using CTT threshold -41°C . This research was showed that lightning only occurs at CTT value lower than -41°C , and the most common lightning occurrence in CTT value between -65°C to -80°C .

Key words: satellite image of MTSAT; lightning estimation; CTT value; CTT threshold.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang berada wilayah *equator* yang memiliki jumlah petir yang cukup tinggi. Petir dapat membahayakan objek yang ada di muka bumi. Objek yang terdekat dengan awan memiliki potensi yang besar untuk terkena petir. Petir terlebih dahulu akan menyambar objek yang terdekat (Zoro, 1999). Sambaran Petir dapat terjadi secara langsung maupun tidak langsung. Sambaran petir secara langsung adalah yang sambaran yang langsung mengenai objek,

sedangkan sambaran tidak langsung adalah sambaranefek dari sambaran langsung yang dapat menyebar melalui radiasi, konduksi atau induksi gelombang elektromagnetik petir (Zoro, 2009). Sambaran petir tidak langsung juga sangat berbahaya dan memberikan efek kerusakan yang tinggikarena dapat menyebar mencapai jarak 2 km dari sumber petir sehingga dapat mempengaruhi kinerja komputer dan merusak peralatan-peralatan elektronik (Sulistyanto, 2002).

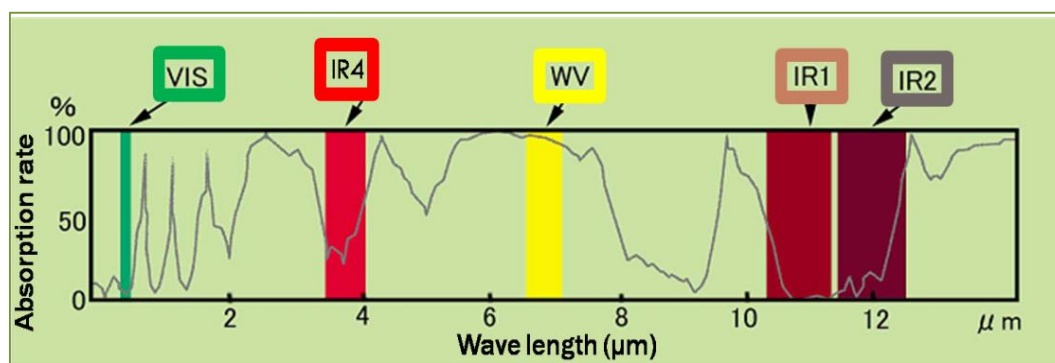
Secara umum pengamatan petir telah dilakukan menggunakan dua metode, yaitu : 1) Pengamatan petir secara visual, yaitu pengamatan yang dilakukan seorang pengamat cuaca di stasiun meteorologi yang mencatat dan melaporkan kejadian petir dari suara petir yang terdengar oleh telinga, dan 2) Pengamatan dengan menggunakan alat dengan sistem *Lightning Detector* (LD). Kedua metode pengamatan petir ini dilakukan dari stasiun pengamatan yang ada di permukaan bumi. Pengamatan petir dengan menggunakan Radar cuaca dan citra satelit juga sudah banyak dilakukan. Data citra satelit MTSAT telah banyak digunakan sebagai dasar dalam menganalisis cuaca ekstrem yang dapat mengakibatkan bencana. [Septiadi \(2015\)](#) telah memanfaatkan data IR1 dari citra satelit MTSAT untuk menganalisis kejadian hilangnya pesawat Airasia dan dapat menyimpulkan bahwa pesawat jatuh akibat tersambar petir. Kanal inframerah (IR) juga banyak digunakan dan memiliki akurasi yang cukup baik untuk menampilkan citra awan konvektif yang diinterpretasi dari tingkat kecerahan Suhu Puncak Awan (SPA). [Molinie dan Jacobson \(2003\)](#) menganalisis data SPA dan data petir CG di benua Amerika dan menemukan bahwa terjadinya petir dan kepadatan jumlahnya memiliki hubungan yang kuat terhadap SPA. Semakin rendah data SPA maka potensi terjadinya petir dan jumlahnya pun akan cenderung semakin tinggi.

Dari kedua metode pengamatan petir yang telah dilakukan selama ini masih terdapat keterbatasan, diantaranya karena wilayah Indonesia yang luas dan mahalnya peralatan untuk pengamatan cuaca di darat, sehingga masih banyak wilayah di Indonesia yang belum dapat dilakukan pengamatan cuaca dan pelayanan informasi cuaca secara lengkap [Swarinoto \(2009\)](#), hal ini

mengakibatkan tidak semua wilayah Indonesia dapat diketahui informasi kejadian petirnya. Untuk mengamati kejadian petir di seluruh wilayah Indonesia perlu ada suatu metode yang dapat digunakan untuk menyempurnakan metode pengamatan petir yang sudah ada.

Citra satelit MTSAT adalah salah satu citra satelit yang banyak digunakan sebagai data input untuk mengestimasi kondisi cuaca. Di Indonesia penelitian yang memanfaatkan citra satelit MTSAT juga telah banyak digunakan seperti estimasi curah hujan [Swarinoto dan Husain \(2012\)](#), estimasi radiasi matahari Surendra (2015) dan lainnya, namun dalam pemanfaatan citra satelit MTSAT untuk menghasilkan estimasi petir masih belum banyak. Informasi estimasi kejadian petir dari citra satelit MTSAT diharapkan dapat dimanfaatkan oleh masyarakat secara umum sebagai antisipasi dari resiko bencana yang disebabkan oleh petir. Satelit MTSAT terdiri dari 4 kanal inframerah yaitu IR1 (10,3 – 11,3 μm), IR2 (11,5 – 12,5 μm), IR3 (6,5 – 7,0 μm) dan IR4 (3,5 – 4,0 μm) dan kanal *visible* (0,55 – 0,90 μm) yang disajikan pada Gambar 1 (JMA, 2014).

Pengolahan citra satelit MTSAT kanal IR1 menggunakan aplikasi SATAID (GMSLPW) dilakukan untuk menghasilkan data kontur suhu puncak awan (SPA) pada wilayah penelitian yang kemudian digunakan sebagai parameter untuk estimasi petir. Data citra yang diolah adalah data yang memiliki waktu yang bersamaan dengan data kejadian petir yang dilaporkan, sehingga data SPA yang dihasilkan adalah data SPA pada saat terjadi petir. Data SPA yang terkumpul kemudian diolah secara statistik sehingga menjadi nilai *threshold* SPA yang digunakan untuk mengestimasi terjadinya petir.



Gambar 1. Panjang Gelombang MTSAT (μm)

Sumber : JMA (2014)

METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data petir yang didapatkan dari pengamatan konvensional (visual) dan menggunakan alat otomatis (LD) dan data citra satelit MTSAT kanal IR1 selama bulan November 2013 s/d Januari 2014 di wilayah bandara Soekarno-Hatta Cengkareng yang berada di Tangerang Banten dan Juanda yang berada di Surabaya.

Data Petir Pengamatan Konvensional (Visual)

Stasiun meteorologi Soekarno-Hatta dan Juanda berada di wilayah bandar udara yang mempunyai salah satu tugas pokok yaitu melakukan pengamatan petir secara visual dan melaporkannya setiap 30 menit yaitu pada menit 30 dan menit 00 (BMKG, 2009). Dalam penelitian ini data petir yang digunakan adalah data kejadian petir yang tercatat pada jam penuh atau pada menit 00, hal ini dilakukan karena disesuaikan dengan satelit MTSAT yang melakukan perekaman kondisi awan yang ada di wilayah Indonesia yaitu berkisar pada menit 50 pada setiap jam, sehingga data kejadian petir yang diteliti memiliki waktu yang hampir sama dengan perekaman data citra satelit MTSAT.

METAR adalah nama sandi laporan cuaca rutin untuk penerbangan yang disebut juga dengan *Meteorology Terminal Aviation Rutin Weather Report* atau Laporan Meteorologi Penerbangan. Data sandi METAR yang sudah di akses kemudian dipilih data yang melaporkan adanya kejadian petir pada jam penuh atau menit 00.

Data Petir Sistem Lightning Detector (LD)

Data Petir LD diperoleh dari alat dengan jenis *Boltek LD System* yang di pasang di kantor BMKG Kemayoran-Jakarta Pusat. Data petir LD yang digunakan dalam penelitian ini adalah data dari hasil perekaman kejadian petir di wilayah bandara Soekarno-Hatta yaitu dengan batasan wilayah kordinat adalah $5,86^{\circ}$ LS – $6,38^{\circ}$ LS dan $106,34^{\circ}$ BT – $106,86^{\circ}$ BT.

Dalam penelitian ini data petir yang digunakan adalah hasil perekaman petir yang terjadi di wilayah penelitian setiap 30 menit atau pada menit 00-30 dan menit 30-60. Hal ini dilakukan untuk menyesuaikan dengan format data laporan petir dari pengamatan secara visual yang melaporkan kejadian petir setiap 30 menit.

Data Citra Satelit MTSAT

Data citra satelit MTSAT diperoleh dari Sub Bidang Pengelolaan Citra Satelit BMKG Jakarta yang diolah menggunakan aplikasi SATAID (GMSLPW) dalam

format .Z. Data satelit MTSAT yang digunakan adalah data pada jam yang bersamaan dengan adanya kejadian petir selama bulan November 2013 sampai Januari 2014. Citra MTSAT yang digunakan adalah kanal IR1 atau pada gelombang $10,3 \mu\text{m}$ sampai $11,3 \mu\text{m}$ yang diolah dengan aplikasi SATAID sehingga menghasilkan data suhu puncak awan (SPA).

Penentuan Nilai Threshold SPA untuk Estimasi Terjadinya Petir

Nilai SPA didapatkan dari pengolahan citra satelit MTSAT kanal IR menggunakan aplikasi SATAID pada jam perekaman yang bersamaan dengan kejadian petir dari pengamatan *visual* di stamet Soekarno-Hatta Cengkareng selama bulan November 2013 s/d Januari 2014. Dalam menentukan nilai *threshold* SPA digunakan nilai SPA terendah (minimum) dan nilai SPA rata-rata dari seluruh nilai SPA yang terkumpul dengan menggunakan *toolsfunction* pada software excel.

Data SPA min dan SPA rata-rata kemudian digunakan sebagai nilai *threshold* untuk mengestimasi terjadi petir dan tidak terjadi petir menggunakan nilai SPA dari citra MTSAT kanal IR di wilayah bandara Juanda Surabaya.

Evaluasi Estimasi Petir dari Nilai Threshold SPA

Estimasi petir dilakukan dengan menggunakan Nilai *Threshold* SPA yang telah ditentukan dari nilai minimum data SPA saat terjadi petir selama bulan November 2013 sampai Januari 2014. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan metode statistik sebagaimana yang dilakukan oleh [Harjana \(2007\)](#) dan [Avia dan Haryanto \(2013\)](#) untuk mengestimasi awan yang berpotensi hujan dan awan yang tidak berpotensi hujan dengan menggunakan tabel kontigensi. Untuk mengetahui tingkat akurasi estimasi petir pada penelitian ini dibuat tabel kontigensi seperti yang tampak pada Tabel 1 yang merupakan ilustrasi pengelompokan awan ke dalam kriteria petir dan tidak petir berdasarkan data SPA dari satelit MTSAT kanal IR dan data petir dari pengamatan petir di stamet Juanda Surabaya.

Tabel 1. Tabel Kontigensi

Kategori	Pengamatan Petir		Total
	Ada Petir	Tidak Ada Petir	
SPA \leq <i>Threshold</i> SPA	a	b	a + b
SPA \geq <i>Threshold</i> SPA	c	d	c + d
Total	a + c	b + d	N = a+b+c+d

Selanjutnya beberapa pengukuran statistik dari Tabel 1 tersebut diturunkan sehingga menjadi beberapa persamaan statistik sederhana yaitu :

1. *Critical Succes Index* (CSI), yaitu persamaan yang menghasilkan indeks tingkat akurasi dari kebenaran estimasi petir yang nilainya antara rentang nilai 0 dan 1. Nilai yang semakin mendekati 0 menunjukkan tingkat akurasi yang semakin buruk dan nilai yang semakin mendekati 1 menunjukkan nilai yang semakin baik. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$CSI = a/(a+b+c) \dots \dots \dots (1)$$

2. *False Alarm Rate* (FAR), yaitu persamaan yang menghasilkan indeks tingkat kesalahan estimasi petir yang nilainya antara rentang nilai 0 sampai 1. Nilai yang semakin mendekati 0 menunjukkan tingkat akurasi yang semakin baik dan nilai yang semakin mendekati 1 menunjukkan nilai yang semakin buruk. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$FAR = b/(a+b) \dots \dots \dots (2)$$

3. *Probability of Detection* (POD), yaitu persamaan yang menghasilkan indeks untuk mengetahui seberapa baik kejadian petir di prediksi. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$POD = a/(a+c) \dots \dots \dots (3)$$

4. *Proportion Correct* (PC), yaitu persamaan yang menghasilkan persentase tingkat kebenaran estimasi petir. Dengan persamaan adalah sebagai berikut:

$$PC = (a+d)/N \dots \dots \dots (4)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai SPA Pada Saat Terjadi Petir

Dalam penelitian ini data SPA ditentukan dari nilai suhu awan terendah diatas wilayah stasiun pengamatan

cuaca yang melaporkan kejadian petir. Data suhu awan didapatkan dari citra MTSAT kanal IR yang diolah menggunakan aplikasi SATAID. Data petir yang digunakan untuk penentuan nilai SPA adalah data kejadian petir yang dilaporkan hanya pada jam penuh (menit 00), hal ini dilakukan untuk menyesuaikan waktu perekaman satelit MTSAT yaitu berkisar pada menit 50. Hasil pengumpulan laporan data petir pada jam penuh di stamet Soekarno-Hatta selama bulan November 2013 s/d Januari 2014 terkumpul sebanyak 129 data, sehingga ada 129 data citra MTSAT yang diolah untuk mendapatkan nilai SPA pada saat terjadi petir.

Dari pengumpulan data SPA pada saat terjadi petir selama bulan November 2013 s/d Januari 2014 di wilayah bandara Soekarno-Hatta didapatkan nilai SPA terendah adalah -41°C dan nilai SPA tertinggi -85°C , hasil ini memiliki sedikit perbedaan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Molinie dan Jacobson (2003) pada bulan Mei s/d Oktober 1999 di wilayah Benua Amerika yang menghasilkan rentang (*range*) nilai SPA pada saat petir adalah -10 s/d -80 $^{\circ}\text{C}$. Hal ini dapat terjadi karena penelitian yang dilakukan memiliki perbedaan waktu dan wilayahnya.

Threshold SPA untuk Estimasi Terjadinya Petir

Pengumpulan data petir pada laporan jam penuh (00) selama bulan November 2013 sampai Januari 2014 terdapat 129 data, sehingga jumlah citra MTSAT yang diolah adalah sama yaitu 129 data, sehingga terdapat 129 pasang data yang diolah untuk menghasilkan nilai *threshold* SPA untuk terjadinya petir.

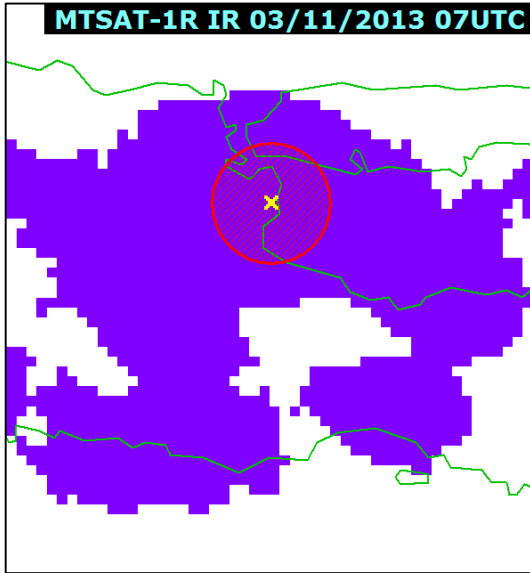
Pengolahan data SPA menghasilkan rentang nilaisebesar -41°C s/d -85°C , dengan nilai rata-rata sebesar -67°C . Nilai minimum dan rata-rata SPA yaitu -41°C dan -67°C digunakan sebagai *threshold* SPA untuk mengestimasi petir di wilayah stamet Juanda Surabaya.

Hasil Estimasi Petir

Estimasi petir dilakukan di wilayah Bandara Juanda Surabaya menggunakan citra MTSAT kanal IR yang diolah menggunakan aplikasi SATAID sehingga menghasilkan citra estimasi petir dari nilai *threshold* SPA -41°C dan -67°C (Gambar 2). Citra MTSAT kanal IR yang digunakan untuk estimasi petir di wilayah Bandara Juanda Surabaya adalah sama dengan yang digunakan untuk pengolahan data dalam menentukan *threshold* SPA pada saat terjadi petir di wilayah stamet Soekarno-Hatta yaitu sejumlah 129 citra. Pada *threshold* SPA -41°C , nilai SPA yang lebih rendah dari -41°C (SPA $\leq -41^{\circ}\text{C}$)

diestimasi ada kejadian petir dan nilai SPA yang lebih tinggi dari -41°C ($\text{SPA} > -41^{\circ}\text{C}$) diestimasi tidak ada kejadian petir, sedangkan pada *threshold* -67°C nilai SPA yang lebih rendah dari -67°C ($\text{SPA} < -67^{\circ}\text{C}$)

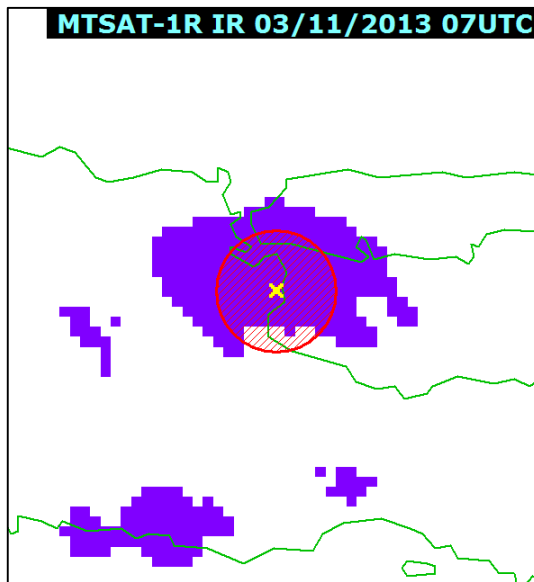
diestimasi ada kejadian petir dan nilai SPA yang lebih tinggi dari -67°C ($\text{SPA} > -67^{\circ}\text{C}$) diestimasi tidak ada kejadian petir (Gambar 3).



Keterangan :

- X = Lokasi Stasiun Pengamatan Petir di Stamet Juanda Surabaya
- / / / = Batas Jangkauan Pengamatan Petir Stamet Juanda Surabaya (16 km)
- = Batas Pulau
- = Estimasi Terjadi Petir ($\text{SPA} \leq -41^{\circ}\text{C}$)
- = Estimasi Tidak Terjadi Petir ($\text{SPA} \geq -41^{\circ}\text{C}$)

Gambar 2. Hasil Estimasi Petir pada *Threshold* SPA -41°C



Keterangan :

- X = Lokasi Stasiun Pengamatan Petir di Stamet Juanda Surabaya
- / / / = Batas Jangkauan Pengamatan Petir Stamet Juanda Surabaya (16 km)
- = Batas Pulau
- = Estimasi Terjadi Petir ($\text{SPA} \leq -67^{\circ}\text{C}$)
- = Estimasi Tidak Terjadi Petir ($\text{SPA} \geq -67^{\circ}\text{C}$)

Gambar 3. Hasil Estimasi Petir pada *Threshold* SPA -67°C

Evaluasi Estimasi Petir menggunakan *Threshold* SPA -41°C

Evaluasi estimasi petir menggunakan *threshold* SPA -41°C dapat dilihat pada tabel kontingensi (Tabel 2). Berdasarkan hasil estimasi petir menggunakan *threshold* SPA -41°C dengan perhitungan CSI didapatkan tingkat kebenaran estimasi kejadian petir sebesar 0,3 yang berarti

tingkat akurasi estimasi terjadinya petir menggunakan *threshold* SPA -41°C adalah rendah yaitu hanya 30%.

Berdasarkan hasil estimasi petir menggunakan *threshold* SPA -41°C dengan perhitungan FAR didapatkan tingkat kesalahan estimasi kejadian petir sebesar 0,68 atau 68%, sehingga dapat diartikan bahwa estimasi terjadinya petir menggunakan *threshold* SPA -41°C masih memiliki tingkat kesalahan yang tinggi. Hal ini

menunjukkan bahwa banyak faktor-faktor lain yang mempengaruhi terjadinya petir selain nilai SPA.

Berdasarkan hasil estimasi menggunakan *threshold* SPA -41 °C dengan perhitungan POD didapatkan tingkat probabilitas estimasi terjadinya petir sebesar 1, yang berarti kejadian petir sangat baik untuk diestimasi dengan menggunakan *threshold* SPA -41 °C. Berdasarkan hasil estimasi petir menggunakan *threshold* SPA -41 °C dengan perhitungan PC didapatkan tingkat akurasi estimasi petir keseluruhan yaitu persentase kebenaran estimasi terjadi petir dan estimasi tidak terjadi petir adalah sebesar 68%.

Evaluasi Estimasi Petir menggunakan *Threshold* SPA -67 °C

Evaluasi estimasi petir menggunakan *threshold* SPA -67 °C pada dilihat pada tabel kontingensi (Tabel 3). Berdasarkan hasil estimasi menggunakan *threshold* SPA -67 °C dengan perhitungan CSI didapatkan tingkat akurasi estimasi petir sebesar 0,65 yang berarti tingkat akurasi estimasi terjadinya petir dari *threshold* SPA -67 °C menghasilkan akurasi yang baik yaitu dengan persentase kebenaran sebesar 65%. Berdasarkan hasil estimasi menggunakan *threshold* SPA -67 °C dengan perhitungan FAR didapatkan tingkat kesalahan estimasi terjadinya petir adalah 35%, yang berarti bahwa tingkat kesalahan estimasi terjadi petir dalam penelitian ini tidak terlalu besar.

Berdasarkan hasil estimasi menggunakan *threshold* SPA -67 °C dengan perhitungan POD didapatkan hasil sebesar 0,58 sehingga dapat diartikan bahwa tingkat probabilitas estimasi kejadian petir untuk di estimasi menggunakan model ini adalah baik. Berdasarkan hasil estimasi petir menggunakan *threshold* SPA -67 °C dengan perhitungan PC didapatkan tingkat akurasi estimasi petir keseluruhan yaitu persentase tingkat akurasi estimasi terjadi petir dan estimasi tidak terjadi petir adalah sebesar 89%.

Tabel 2. Evaluasi Estimasi Petir Menggunakan *Threshold* SPA -41°C Berdasarkan Data Pengamatanpetir Visual

Kategori	Pengamatan Petir		Total
	Terjadi Petir	Tidak Terjadi Petir	
SPA <= -41 °C	19	40	59
SPA >= -41 °C	0	70	70
Total	18	111	129

Tabel 3. Evaluasi Estimasi Petir Menggunakan *Threshold* SPA -67 °C Berdasarkan Data Pengamatan Petir Visual

Kategori	Pengamatan Petir		Total
	Terjadi Petir	Tidak Terjadi Petir	
SPA <= -67 °C	11	6	17
SPA >= -67 °C	8	104	112
Total	18	111	129

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian estimasi petir menggunakan data SPA dari citra MTSAT kanal IR, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan pengolahan data MTSAT kanal IR dengan menggunakan aplikasi SATAID (GMSLPW) telah dihasilkan data suhu puncak awan (SPA) pada saat terjadi petir dari pengamatan visual di wilayah stamet Bandara Soekarno-Hatta Cengkareng selama bulan November 2013 s/d Januari 2014 sebanyak 129 data dengan rentang nilai SPA pada saat terjadi petir adalah -41°C s/d -85 °C dan nilai rata-rata SPA pada saat terjadi petir adalah -67°C.
2. Berdasarkan perhitungan koefisien korelasi antara data SPA min harian dengan jumlah petir harian dari pengamatan visual dan alat LD selama bulan November 2013 s/d Januari 2014 di wilayah bandara Soekarno-Hatta diketahui bahwa korelasi antara data SPA min harian dengan jumlah petir harian dari pengamatan visual memiliki nilai yang lebih baik dibandingkan dengan korelasi antara data SPA min harian dengan jumlah petir harian dari alat LD, dengan koefisien korelasi masing-masing -0,5 dan -0,25, sehingga data pengamatan visual digunakan dalam evaluasi estimasi petir.
3. Hasil Evaluasi tingkat akurasi estimasi petir menggunakan *threshold* SPA -41 °C didapatkan akurasi estimasi untuk terjadinya petir sebesar 32%, sedangkan tingkat akurasi estimasi petir menggunakan *threshold* SPA -67 °C didapatkan hasil akurasi sebesar 65%. Hal ini menunjukkan bahwa hasil estimasi untuk terjadinya petir dengan menggunakan *threshold* -67 °C mengasilkan tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan menggunakan *threshold* SPA -41 °C.

DAFTAR PUSTAKA

- Avia dan Haryanto. (2013). Penentuan Suhu *Threshold* Awan Hujan di Wilayah Indonesia berdasarkan Data Satelit MTSAT dan TRMM. *Jurnal Sains Dirgantara*. 10(2), 82-89.

- Harjana, T. (2007). Estimation of Spatial/Temporal Variations of Rainfall Over Indonesia Maritime Continent Using Satellite IR Data. *Dissertation*. Kobe University.
- Molinie, G. dan Jacobson, A. R. (2003). Cloud-to-ground lightning and cloud top brightness temperature over the contiguous United States. *Space and Atmospheric Sciences Group*. New Mexico, USA: Los Alamos National Laboratory.
- Septiadi, D. (2015). Analisis Kelistrikan Atmosfer (Studi Kasus : Hilangnya Pesawat Airasia QZ8501). *Seminar Nasional Untuk Meteorologi Penerbangan*.
- Swarinoto Y. S. (2009). Validasi Spasial Data Estimasi Suhu Udara Turunan Dari CitraSatelit Landsat7-ETM+ Terhadap Data Observasi Stasiun Cuaca/Iklim Darat (KasusProvinsi Jawa Barat Bagian Selatan). *Jurnal Agroklimatologi*. IPB, Bogor.
- Swarinoto Y. S. dan Husain. (2012). Estimasi Curah Hujan Harian Dengan Metode Auto Estimator (Kasus Jayapura dan sekitarnya). *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*. 13(1), 53-61.
- Zoro, R. (1999). Karakteristik Petir dan Elemen Cuaca Daerah Tropis, Kasus di Gn. Tangkuban Perahu. *Disertasi*. Bandung. Program Pasca Sarjana Institut Teknologi
- Zoro, R. (2009). Induksi Dan Konduksi Gelombang Elektromagnetik Akibat Petir Pada Jaringan Tegangan Rendah. *Makalah Institut Teknologi Bandung*. 13(1), 25-32.