

KARAKTERISTIK TEMPORAL DAN SPASIAL CURAH HUJAN PENYEBAB BANJIR DI WILAYAH DKI JAKARTA DAN SEKITARNYA

Spatial and Temporal Characteristics of Flood-Induced Rainfall in Jakarta Area and Its Surroundings.

**Destianingrum Ratna Prabawadhani^{1)*}, Budi Harsoyo²⁾, Tri Handoko Seto³⁾,
M. Bayu Rizky Prayoga⁴⁾**

^{1,2,3,4)} Balai Besar Teknologi Modifikasi Cuaca – Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Gedung Ir. Mohammad Soebagio, GEOSTECH (820), Kawasan PUSPIPEK, Serpong, Tangerang Selatan

*E-mail : destianingrum.ratna@bppt.go.id

Intisari

Curah hujan merupakan faktor utama penyebab banjir, tidak terkecuali banjir di wilayah DKI Jakarta. Oleh karena itu, karakteristik curah hujan perlu dipelajari untuk tujuan mitigasi bencana banjir di wilayah Ibukota. Kegiatan riset IOP (*Intensive Observation Period*) yang telah dilaksanakan oleh BPPT dan BMKG pada tanggal 18 Januari 2016 hingga 16 Februari 2016 bertujuan untuk mengetahui karakteristik atmosfer yang menyebabkan cuaca ekstrem di sekitar wilayah DKI Jakarta. Tulisan ini secara lebih spesifik membahas karakteristik curah hujan dari data satelit TRMM JAXA (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) di Wilayah DKI Jakarta dan sekitarnya, untuk mengetahui bagaimana distribusinya baik secara temporal maupun spasial. Dari hasil pengamatan selama periode kegiatan IOP dapat diketahui bahwa secara temporal distribusi curah hujan yang memiliki intensitas tinggi terjadi pada siang hari (mulai pukul 13.00 WIB) hingga malam hari (pukul 24.00 WIB) dengan intensitas tertinggi terjadi pada rentang waktu antara pukul 13.00 sampai dengan 18.00 WIB. Secara spasial total hujan tertinggi selama periode IOP terpusat di daerah sekitar perbatasan antara Provinsi DKI Jakarta (Jakarta Selatan), Provinsi Jawa Barat (Depok), dan Provinsi Banten (Kota Tangerang Selatan) dengan total curah hujan berkisar antara 600 mm hingga lebih dari 650 mm. Suplai utama curah hujan terbesar adalah hujan-hujan yang terjadi di daerah Selatan hingga bagian tengah Provinsi DKI Jakarta.

Kata Kunci : Curah Hujan, Banjir, *Intensive Observation Period*.

Abstract

Rainfall is a major factor causing flooding, no exception flooding in Jakarta. Therefore, precipitation characteristics need to be studied for the purpose of flood mitigation in the Capital region. Research activities IOP (*Intensive Observation Period*) have been conducted by BPPT and BMKG on January 18, 2016 until February 16, 2016 aims to determine the characteristics of the atmosphere that causes extreme weather around Jakarta. This paper more specifically discusses the characteristics of rainfall from satellite data TRMM JAXA (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) in the Jakarta area and its surroundings, to know how they were distributed both temporally and spatially. From observations during IOP periods can be seen that the temporal distribution of rainfall high intensity of rain that has occurred during the day (starting at 13.00 pm) until late at night (24.00 pm) with the highest intensity occurred in the period between 13.00 until 18.00. Spatially the highest total of rainfall during the IOP is concentrated in the area around the border between Jakarta (South Jakarta), West Java (Depok), and Banten (South Tangerang City) with total rainfall 600–650 mm. The main supply of the heaviest rainfall was the rain that occurred in the South until the middle part of Jakarta.

Keywords : Rainfall, Flood, *Intensive Observation Period*.

1. PENDAHULUAN

Jakarta sebagai ibukota negara menjadi salah satu jantung nadi ekonomi utama di Indonesia. Oleh karena itu, bencana banjir yang sering melanda wilayah DKI Jakarta setiap kali musim hujan tiba tidak hanya mencoreng citra

kota Jakarta sebagai ibukota negara di mata dunia, tetapi juga kerap melumpuhkan sektor ekonomi nasional.

Banjir Jakarta merupakan permasalahan kompleks, ada banyak faktor penyebabnya, mulai dari aspek geologi dan geomorfologi wilayah Jakarta yang merupakan daerah cekungan dan

dataran banjir, morfometri ke-13 aliran sungai yang melintas di wilayah Jakarta, hingga kepada infrastruktur dan perilaku sosial warganya yang kerap membuat upaya mitigasi banjir menjadi sulit untuk diimplementasikan. Dari sekian banyak faktor penyebab banjir tersebut, perlu disadari bahwa secara hakiki sebenarnya faktor utama penyebab banjir adalah curah hujan. Secara sederhana, tidak mungkin terjadi banjir jika tidak pernah terjadi hujan.

Hujan merupakan salah satu variabel kunci untuk siklus air dan keseimbangan energi bumi, juga berperan penting dalam monitoring terkait dengan bencana alam dan pengelolaan sumberdaya air. Saat ini, banyak model iklim global memprediksi bahwa perubahan iklim akan mengubah pola spasial presipitasi pada skala global dan menunjukkan perubahan yang umum akan terjadi pada waktu dan jumlah hujan yang diberikan (Cai et al., 2015).

Presipitasi memberikan efek yang utama pada ekosistem bumi, dan siklus hidrologi. Pengukuran presipitasi yang akurat penting untuk mengetahui pola spasial dari hujan pada skala regional. Mempunyai data hujan yang akurat akan meningkatkan pemahaman efek presipitasi pada hidrologi dan perubahan iklim. Secara tradisional, penakar hujan adalah hal yang utama atau bahkan satu-satunya alat untuk mendapatkan curah hujan yang detail. Bagaimanapun juga, keterbatasan pengukuran penakar hujan membatasi pemahaman mengenai presipitasi. Representasi spasial yang tidak cukup banyak menjadikan estimasi curah hujan di areal tertentu menjadi tidak berguna. Selain itu, penakar hujan juga sering tidak tersedia untuk daerah-daerah seperti pegunungan dan lautan (Cai et al., 2015).

Saat ini, ada tiga macam sumberdaya yang dapat digunakan untuk menghitung curah hujan, yaitu penakar hujan, radar berbasis di darat, dan satelit penginderaan jauh. Pemantauan curah hujan *in situ* akurat dan dapat dipercaya, tetapi biasanya ada keterbatasan kegunaannya dalam skala spasial dan global karena variabilitas curah hujan temporal dan spasial yang tinggi. Radar di darat (*ground based radar*) dapat digunakan untuk memperkirakan distribusi spasial dari intensitas curah hujan dalam awan, dimana bisa terintegrasi secara elektronik untuk menyediakan perkiraan jumlah intensitas curah hujan pada periode waktu kapanpun.

Observasi dari radar di darat dapat mencerminkan distribusi temporal dan spasial dari curah hujan, sementara area yang termasuk dalam cakupan radar terbatas dan tidak ada jaringan yang sempurna untuk berbagai negara. Dengan perkembangan yang sangat cepat pada teknologi penginderaan jauh saat ini, penginderaan jauh *microwave* cocok digunakan untuk mendapatkan cakupan hujan temporal dan spasial karena keterjangkauannya secara global

dan frekuensi pengukurannya. Berbagai satelit curah hujan menghasilkan dengan resolusi spasial dan temporal yang berbeda-beda. Satelit mempunyai bias dan eror yang disebabkan oleh berbagai faktor seperti frekuensi *sampling*, ketidakseragaman cara pandang sensor, dan ketidakpastian perbaikan algoritma hujan (Gu et al., 2010).

Salah satu data penginderaan jauh yang dapat digunakan untuk monitoring curah hujan adalah data satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*). Satelit TRMM ini merupakan misi antara NASA dan JAXA (*Japan Aerospace Exploration Agency*) untuk pengukuran curah hujan di wilayah tropis. TRMM dirancang khusus untuk mengukur curah hujan di daerah tropis dan subtropis, serta memberikan informasi tentang ketinggian atmosfer dimana pemanasan dan pendinginan yang terkait dengan hujan sedang berlangsung.

Perkiraan panas yang dilepaskan ke atmosfer pada ketinggian yang berbeda berdasarkan pada pengukuran dapat digunakan untuk meningkatkan model sirkulasi atmosfer global. Model ini yang kemudian akan memberikan nilai estimasi curah hujan pada satelit TRMM. TRMM adalah sebuah alat yang mengukur radiasi yang diemisikan oleh zat cair atau yang dihamburkan oleh es di awan. Radiasi ini diterima sebagai sinyal - sinyal yang kemudian sinyal - sinyal ini dapat dikonversi menjadi jumlah curah hujan (Collischonn, 2008; Mantas, 2015).

Untuk mengatasi keterbatasan data curah hujan di wilayah Indonesia dapat dilakukan dengan memanfaatkan data TRMM, dengan teknologi ini daerah-daerah yang sebelumnya sangat sulit dilakukan pengukuran curah hujan memungkinkan didapatkan data curah hujan. Data tersebut perlu dilakukan validasi dengan data pengamatan curah hujan (Syarifullah, 2014).

Guna memperoleh karakteristik cuaca ekstrim penyebab banjir di wilayah DKI Jakarta dan sekitarnya, BPPT dan BMKG selama sebulan penuh sejak 18 Januari – 16 Februari 2016 telah melakukan kegiatan observasi beberapa parameter atmosfer secara intensif (*Intensive Observation Period; IOP*) selama periode musim hujan di wilayah DKI Jakarta dan sekitarnya. Pengamatan yang dilakukan selama pelaksanaan kegiatan riset bersama tersebut setiap harinya dilakukan selama 24 jam nonstop. Pengamatan dilakukan dari dua lokasi, yaitu di Kawasan Geostech (Serpong) dan di Stasiun BMKG Dermaga (Bogor), dengan menggunakan peralatan mobile radar, radiosonde, radiometer, microrain radar, dan AWS.

Tulisan ini membahas karakteristik curah hujan di Wilayah DKI Jakarta dan sekitarnya berdasarkan data yang terkumpul selama periode pelaksanaan IOP. Secara lebih spesifik, analisis curah hujan dilakukan melalui pendekatan secara temporal dan spasial untuk mengetahui bagaimana pola curah hujan

berdasarkan waktu kejadian (temporal) dan lokasi kejadiannya secara keruangan (spasial).

2. METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data hujan yang terekam oleh satelit TRMM JAXA yang mempunyai resolusi spasial sekitar 0,1 *degree* dengan resolusi temporal setiap 1 jam. Data Satelit TRMM yang digunakan adalah data wilayah sekitar Jabodetabek yang berlangsung antara tanggal 18 Januari hingga 16 Februari 2016.

Data Satelit TRMM tersebut diunduh (*download*), kemudian diekstraksi untuk kemudian diolah dengan menggunakan *software* bantu GrADS. Dalam komputasi yang dilakukan dengan bantuan *software* GrADS maka bisa didapatkan data tabular dan data spasial curah hujan. Data tersebut kemudian disajikan kedalam grafik dan selanjutnya dianalisis, sedangkan data spasial hasil olahan dapat disajikan dalam format gambar (.jpg) dengan menggunakan *software* GrADS.

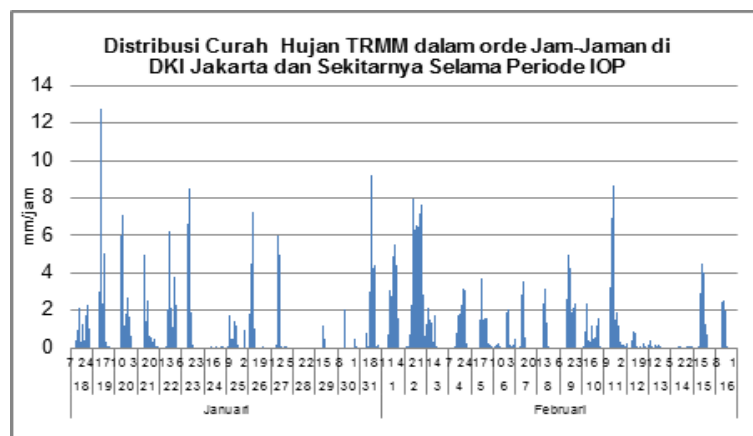
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Curah Hujan Berdasarkan Distribusi Temporal

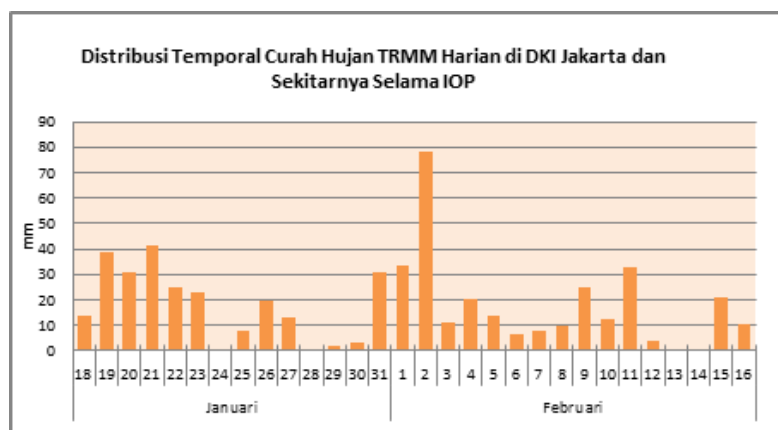
Gambar 1 menunjukkan distribusi temporal curah hujan dalam orde per jam di wilayah DKI Jakarta dan sekitarnya selama periode IOP. Dari Gambar 1 tersebut dapat diketahui bahwa intensitas hujan tertinggi terjadi di tanggal 19 Januari 2016 dengan intensitas sebesar 12,78 mm/jam, hujan ini terjadi pada pukul 14.00 WIB. Intensitas hujan dan curah hujan tinggi lainnya yang terjadi selama periode IOP terjadi pada tanggal 2 Februari 2016. Pada tanggal 2 Februari 2016 hujan terjadi dari pukul 9.00 WIB hingga pukul 6.00 WIB (keesokan harinya).

Gambar 2 menunjukkan distribusi curah hujan TRMM dalam orde harian di DKI Jakarta dan sekitarnya selama periode IOP berlangsung. Gambar 2 menunjukkan bahwa curah hujan harian tertinggi terjadi pada tanggal 2 Februari 2016 dengan curah hujan sebesar 77,9 mm. Selama periode IOP berlangsung, persentase hari tidak terjadi hujan adalah sebesar 10% atau sekitar 3 hari.

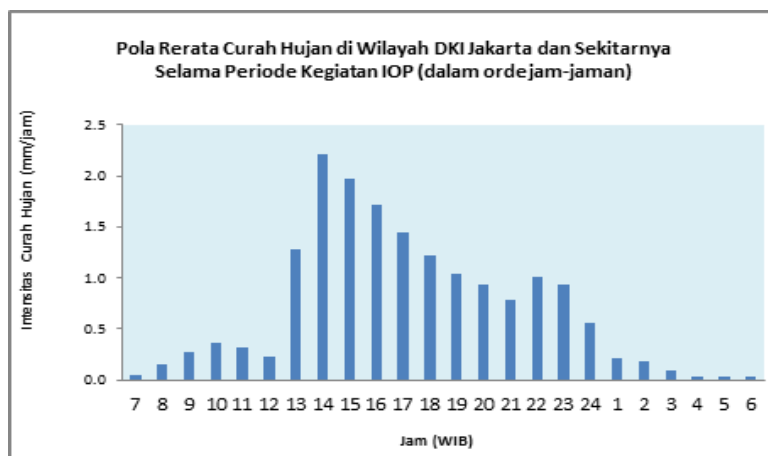
Secara umum, dari pola hujan harian selama periode IOP diketahui bahwa hujan dengan curah hujan sebesar 10 mm hingga lebih dari 40 mm terjadi pada awal periode kegiatan. Pada pertengahan periode IOP terjadi hujan dengan curah hujan ekstrim (terbesar), yakni sekitar 30–70 mm. Sedangkan pada akhir periode IOP curah hujan harian sekitar <30 mm.



Gambar 1. Distribusi curah hujan TRMM dalam orde per jam di DKI Jakarta dan sekitarnya selama periode IOP.



Gambar 2. Distribusi temporal curah hujan TRMM harian di DKI Jakarta dan sekitarnya selama IOP.



Gambar 3. Pola rerata curah hujan di wilayah DKI Jakarta dan sekitarnya selama periode kegiatan IOP.

Gambar 3 menunjukkan distribusi temporal hujan di wilayah DKI Jakarta dan sekitarnya selama periode IOP. Dari gambar tersebut terlihat bahwa puncak hujan terjadi pada pukul 14.00 WIB dengan intensitas rata-rata hingga mencapai sekitar 2,2 mm/jam. Intensitas hujan yang tinggi terjadi pada pukul 13.00 WIB hingga pukul 18.00 WIB dengan rata-rata intensitas hujan sebesar 1,5 mm/jam hingga 2,2 mm/jam. Dari siang hari hingga tengah malam intensitas hujan yang terjadi cenderung lebih tinggi. Sedangkan pada dini hari hingga siang hari (pukul 12.00 WIB) intensitas hujan di DKI Jakarta dan sekitarnya cenderung lebih rendah. Intensitas hujan terendah selama periode IOP terjadi antara pukul 03.00 WIB hingga pukul 07.00 WIB.

Dapat dikatakan bahwa pola hujan di DKI Jakarta selama periode IOP dengan intensitas yang tinggi cenderung terjadi pada siang hari hingga malam hari. Berdasarkan hal tersebut kondisi atmosfer pada siang hingga malam hari cenderung labil yang dapat mengakibatkan proses pembentukan awan lebih mudah dibandingkan pada kondisi dini hari hingga menjelang siang hari dengan kondisi atmosfer yang stabil.

Dengan melihat pola temporal curah hujan di wilayah DKI Jakarta dan sekitarnya seperti dalam Gambar 3 tersebut di atas, maka risiko kejadian banjir akibat tingginya intensitas curah hujan yang diketahui terjadi selama rentang waktu antara pukul 13.00–18.00 WIB.

3.2. Karakteristik Curah Hujan Berdasarkan Distribusi Spasial

Sebaran hujan di DKI Jakarta dan sekitarnya selama periode IOP terlihat cenderung bervariasi di beberapa daerah. Gambar 4 menunjukkan total presipitasi di wilayah DKI Jakarta dan sekitarnya selama periode pelaksanaan IOP, tanggal 18 Januari –16 Februari 2016. Dari Gambar 4 dapat diketahui

bahwa secara total curah hujan yang terjadi selama periode IOP memiliki intensitas lebih dari 650 mm.

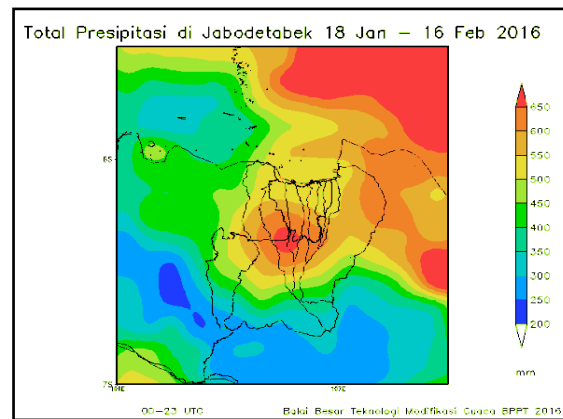
Secara spasial curah hujan tertinggi yang terjadi selama periode IOP terpusat di wilayah sekitar perbatasan antara Provinsi DKI Jakarta (Jakarta Selatan), Provinsi Jawa Barat (Depok), dan Provinsi Banten (Tangerang Selatan) dengan total curah hujan berkisar antara 600 mm hingga lebih dari 650 mm. Di bagian Tengah dan Selatan wilayah DKI Jakarta terjadi total curah hujan yang berkisar antara 600-650 mm.

Sedangkan di bagian Utara wilayah DKI Jakarta total curah hujan berkisar antara 500-550 mm. Di DAS Ciliwung Hulu yang menjadi suplai air permukaan di wilayah DKI Jakarta, terjadi total hujan yang berkisar antara 350-450 mm. Hal ini mengindikasikan bahwa hujan selama IOP cenderung terkonsentrasi di wilayah selatan hingga tengah wilayah DKI Jakarta. Suplai utama hujan di wilayah DKI Jakarta adalah hujan-hujan yang terjadi di wilayah selatan hingga tengah DKI Jakarta.

Perubahan penggunaan lahan di kawasan Jabotabek telah mengakibatkan berubahnya fungsi hidrologi DAS Ciliwung, yang secara nyata telah meningkatkan frekuensi dan intensitas banjir bagi DKI Jakarta (Pawitan, 2002).

Pembukaan hutan di daerah hulu akan menyebabkan air hujan tidak dapat diserap oleh tanah dan langsung menjadi air limpasan yang langsung mengalir ke sungai. Debit air sungai akan menjadi lebih besar dan akhirnya menyebabkan banjir (Haryani, 2012).

Dari Gambar 4 terlihat bahwa secara lokasi kejadian hujan, hujan yang terjadi di wilayah DKI Jakarta sendiri ternyata memang sudah cukup tinggi intensitasnya jika dibandingkan dengan wilayah lain di sekitarnya, hal ini berarti tanpa mempertimbangkan akan adanya air kiriman dari hujan yang terjadi di daerah hulu, sebenarnya Jakarta sudah cukup tinggi risiko banjirnya.



Gambar 4. Distribusi spasial hujan yang terjadi di wilayah DKI Jakarta dan sekitarnya selama periode IOP (18 Januari - 16 Februari 2016).

4. KESIMPULAN

Selama periode pelaksanaan IOP, curah hujan tertinggi terjadi pada tanggal 2 Februari 2016 yang berlangsung dari pagi hari (sekitar pukul 09.00 WIB) hingga pagi hari keesokan harinya (pukul 6.00 WIB). Secara temporal, kejadian hujan di Wilayah DKI Jakarta cenderung terjadi sejak siang hari hingga malam hari (pukul 13.00-24.00 WIB). Intensitas curah hujan tinggi terjadi antara pukul 14.00-18.00 WIB dengan puncaknya terjadi pada sekitar pukul 14.00 WIB.

Secara spasial, konsentrasi curah hujan yang paling tinggi cenderung terjadi di wilayah tengah hingga selatan Provinsi DKI Jakarta, terutama pada sekitar perbatasan antara DKI Jakarta (Jakarta Selatan), Jawa Barat (Depok), dan Banten (Kota Tangerang Selatan). Hujan yang terjadi di DKI Jakarta cenderung banyak terakumulasi di wilayah tengah hingga Selatan DKI Jakarta. Suplai utama curah hujan terbesar adalah hujan-hujan yang terjadi di daerah Selatan hingga tengah bagian Provinsi DKI Jakarta.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Chai, Y., Jin, C., Wang, A., Guan, D., Wu, J., Yuan, F., Xu, L. (2015). Spatio-Temporal Analysis of the Accuracy of Tropical Multisatellite Precipitation Analysis 3B42 Precipitation Data in Mid-High Latitudes of China. *Plos One*. doi: 10.1371/journal.pone.0120026
- Collischonn, B., Collischonn, W., Tucci, C.E.M. (2008). Daily Hydrological Modeling in The Amazon Basin Using TRMM Rainfall Estimates. *Journal of Hydrology*, 360, 207-216. doi: 10.1016/j.jhydrol.2008.07.032
- Haryani, N.S., Zubaidah, A., Dirgahayu, D., Yulianto, H.F., Pasaribu, J. (2012). Model Bahaya Banjir Menggunakan Data Penginderaan Jauh di Kabupaten Sampang. *Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Citra Data Digital*, 9(1), 52-66.
- Harsoyo, B., et al. (2014). Efektivitas Teknologi Modifikasi Cuaca untuk Mitigasi Banjir; Arti Penting Pengurangan Curah Hujan 30% bagi Banjir Jakarta. BPPT Press. Cetakan Pertama Tahun 2014. ISBN 978-602-1124-39-0.
- Gu, H-h., Yu, Z-b., Yang, C-g., Ju, Q., Lu, B-h., Liang, C. (2010). Hydrological Assessment of TRMM Rainfall Data Over Yangtze River Basin. *Water Science and Engineering*, 3(4), 418-430. doi:10.3882/j.issn.1674-2370.2010.04.005.
- Mantas, V.M., Liu, Z., Caro, C., Pereira, A.J.S.C. (2015). Validation of TRMM Multi-Satellite Precipitation Analysis (TMPA) Products in the Peruvian Andes. *Atmospheric Research*, 163, 132-145. doi: 10.1016/j.atmosres.2014.11.012
- Nugroho, S.P. (2008). Analisis Curah Hujan Penyebab Banjir Besar di Jakarta pada Awal Februari 2007. *Jurnal Air Indonesia*, 4(1), 50-55
- Pawitan, H. (2002). Hidrologi DAS Ciliwung dan Andilnya Terhadap Banjir Jakarta. *Lokakarya Pendekatan DAS dalam Menanggulangi Banjir Jakarta*, Lembaga Penelitian IPB dan Andersen Consult, Jakarta.
- Sagita, N., Prasetya, R. (2013). Analisis Citra Satelit MTSAT dan TRMM Menggunakan Software ER MAPPER, SATAID dan PANOPLY saat Kejadian Curah Hujan Ekstrem di Wilayah Manado 16 Februari 2013. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 9(2), 66-72.
- Seto, T.H., Sutrisno, Tikno, S., Widodo, F.H. (2013). Pemanfaatan Teknologi Modifikasi Cuaca untuk Redistribusi Curah Hujan dalam Rangka Tanggap Darurat Banjir di Provinsi DKI Jakarta dan Sekitarnya. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 14(1), 1-11.
- Syaifullah, M.D. (2014). Validasi Data TRMM Terhadap Data Curah Hujan Aktual di Tiga Das di Indonesia. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 15(2), 109-118.