

ANALISIS KEJADIAN HUJAN LEBAT MENGGUNAKAN DATA CITRA RADAR, CITRA SATELIT DAN POS HUJAN DI WILAYAH PADANG PARIAMAN (Studi Kasus Banjir tanggal 11 Oktober 2018)

Diah Lentari A. Purba¹ Ambar Arum Cakrawati², Intan Rahma Utami³,
Imma Redha Nugraheni⁴, Gumilang Deranadyan⁵
Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika
Email : diahlentariपुरba@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara yang berada di wilayah rawan terhadap berbagai kejadian bencana alam, khususnya banjir yang merupakan bencana alam yang paling sering terjadi di Indonesia dengan presentase frekuensi sebesar 31.75%. Salah satu faktor yang menyebabkan banjir adalah kejadian hujan lebat. Pada tanggal 11 Oktober 2018 di kabupaten Padang Pariaman terjadi hujan lebat yang memicu terjadinya banjir dan menimbulkan kerugian nyawa dan material. Penelitian ini bertujuan mengetahui pola hujan yang mungkin dihasilkan, potensi hujan lebat dan awan penyebab hujan lebat pada saat kejadian banjir tersebut. Analisis dilakukan dengan menggunakan data citra radar cuaca, citra satelit GSMaP dan data curah hujan observasi dari beberapa pos hujan di Kabupaten Padang Pariaman. Berdasarkan data citra radar Padang, hujan terjadi sejak pagi hingga dini hari, dengan puncak hujan terjadi pada malam hari sekitar jam 12.00 UTC (19.00 WIB) yang disebabkan awan-awan konvektif dan stratiform. Hujan dikategorikan ringan hingga sangat lebat yaitu 6.3 – 50.1 mm/ hari pada citra radar dan 50 – 105 mm/hari pada citra satelit GSMaP.

Kata Kunci : Banjir, Hujan lebat, Radar cuaca, Satelit cuaca

ABSTRACT

Indonesia is a country that is prone to various natural disasters, especially the flood which is the most frequent natural disaster in Indonesia with 31.75% frequency percentage. One of the factor that causes flooding is the occurrence of heavy rains. On October 11, 2018 in Padang Pariaman there was heavy rain which triggered flooding and caused loss of life and material. This study aims to determine the pattern of rain that might be generated, the potential for heavy rain and the clouds that cause heavy rain during the flood event. The analysis is done by weather radar image data, GSMaP satellite imagery and observational rainfall data from several rain posts in Padang Pariaman Regency. Based on Padang's radar image data, rain occurs from morning to early morning of the next day, with rain peaks occurring at night around 12:00 UTC (19:00 WIB) caused by convective and stratiform clouds. Rain is categorized as slight to very heavy rain, that is 6.3 - 50.1 mm / day on radar images and 50 - 105 mm / day on GSMaP satellite images.

Keywords: Flood, Heavy rain, Weather radar, Weather satellite

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang berada di wilayah rawan terhadap berbagai kejadian bencana alam, misalnya bahaya geologi (gempa bumi, gunung api, longsor, tsunami) dan bahaya hidrometeorologi (banjir, kekeringan, pasang surut, gelombang besar) [1]. Berdasarkan data bencana alam Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) tahun 1815 s/d 2018 menunjukkan bahwa banjir menjadi bencana alam yang paling sering terjadi di Indonesia dengan presentase frekuensi sebesar 31.75%. Data tersebut menunjukkan frekuensi bencana banjir dari tahun 1815 s/d 2018 mencapai 8196 kejadian dari total 25.813 kejadian bencana di Indonesia. Bencana banjir yang sering terjadi ini tak jarang menimbulkan kerugian baik itu korban nyawa maupun harta benda.

Berdasarkan data bencana alam di Indonesia pada Oktober 2018 yang diterbitkan oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), bencana banjir memiliki persentase tertinggi mencapai 52% [2]. Hal ini berarti bahwa banjir menjadi bencana yang paling sering terjadi di Indonesia pada periode bulan Oktober 2018. Salah satu kejadian banjir pada bulan Oktober terjadi di wilayah

Kabupaten Padang Pariaman Provinsi Sumatera Barat. Banjir yang terjadi merendam wilayah Kabupaten Padang Pariaman dengan merata serta menimbulkan longsor, merusak ratusan rumah warga, dan menimbulkan kerugian nyawa dan materil. Berdasarkan BBC News Indonesia, banjir tersebut diduga terjadi akibat hujan lebat yang mengguyur wilayah Padang Pariaman dan kabupaten lainnya di Sumatera Barat sejak hari Kamis 11 Oktober 2018 [3].

Menurut Kodoatie dan Sugiyanto (2002), faktor penyebab terjadinya banjir dapat diklasifikasikan dalam dua kategori, yaitu banjir alami dan banjir oleh tindakan manusia [4]. Penyebab banjir akibat tindakan manusia yaitu perubahan kondisi DAS, kawasan kumuh, kerusakan drainase lahan, kerusakan bangunan pengendali banjir, kerusakan hutan dan perencanaan sistem pengendali banjir tidak tepat, sedangkan penyebab banjir alami yaitu curah hujan, pengaruh fisiografi, erosi dan sedimentasi, kapasitas sungai, kapasitas drainase yang tidak memadai dan pengaruh air pasang. Dari berbagai faktor tersebut hujan menjadi salah satu faktor penting yang dapat menyebabkan bencana banjir. Banjir besar dapat terjadi apabila curah hujan cukup tinggi dan merata di seluruh daerah tangkapan air, kemudian berubah menjadi limpasan permukaan yang terkumpul secara cepat pada suatu titik. Curah hujan yang tinggi penyebab banjir dapat dihasilkan dari hujan lebat dalam jangka waktu tertentu.

Menurut BMKG, kriteria intensitas curah hujan di wilayah Indonesia dibagi menjadi 4 kategori, yaitu hujan ringan (1-5 mm/jam atau 5-20 mm/hari), hujan sedang (5-10 mm/jam atau 20-50 mm/hari), hujan lebat (10-20 mm/jam atau 50-100 mm/hari), dan hujan sangat lebat (>20 mm/jam atau >100 mm/hari) [5]. Hujan lebat dapat dihasilkan dari awan-awan konvektif maupun awan stratiform dengan durasi hujan yang lama. Kejadian hujan lebat telah dianalisis dengan menggunakan berbagai metode, diantaranya simulasi model cuaca numerik WRF [6], menggunakan data citra satelit MTSAT [7], menggunakan data satelit TRMM [8], serta menggunakan data radiosonde dan citra radar cuaca [9].

Dalam tulisan ini analisis hujan lebat yang berkaitan dengan bencana banjir di Kabupaten Padang Pariaman tanggal 11 Oktober 2018 dilakukan dengan menggunakan data citra radar cuaca, citra satelit GSMaP dan data curah hujan observasi dari beberapa pos hujan di Kabupaten Padang Pariaman. Data radar cuaca digunakan untuk mengetahui pola hujan yang mungkin dihasilkan, potensi hujan lebat dan awan penyebab hujan lebat. Sedangkan data curah hujan GSMaP dan observasi digunakan sebagai perbandingan hasil analisis yang telah dilakukan menggunakan data citra radar cuaca.

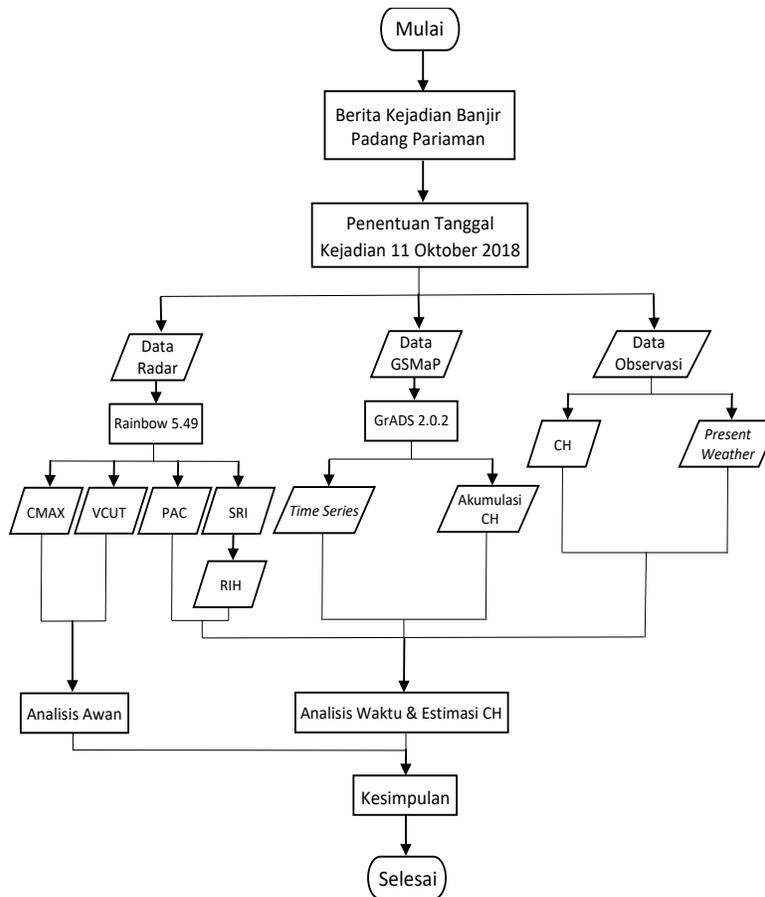
METODE

Wilayah yang menjadi lokasi penelitian adalah Kabupaten Padang Pariaman dengan koordinat $0^{\circ}11' \text{ LU} - 0^{\circ}49' \text{ LS}$ dan $98^{\circ}36' \text{ BT} - 100^{\circ}28' \text{ BT}$. Penentuan waktu penelitian dipilih berdasarkan waktu kejadian banjir di Kabupaten Padang Pariaman yaitu tanggal 11 Oktober 2018.



Data yang digunakan pada penelitian ini antara lain data radar cuaca berupa raw data radar C-band merk gematronik yang dipasang di Stasiun Meteorologi Minangkabau Padang Pariaman, data citra satelit GSMaP dengan resolusi spasial $0.1^\circ \times 0.1^\circ$ untuk estimasi curah hujan serta data pos hujan yang diambil dari 9 pos hujan di Kabupaten Padang Pariaman yaitu pos hujan BPP Balah Air, BPP Pilubang, BPP Sintuk, Kandang Ampek, Limau Purut, Sei Geringging, Sicaung, Sunur, dan Tandikat.

Penelitian dilakukan dengan melakukan pengolahan *raw data* radar cuaca menggunakan *software* Rainbow DART yang digunakan secara khusus untuk mengolah *raw data* radar merk gematronik sehingga menghasilkan beberapa produk yang akan dianalisis. Produk yang digunakan antara lain produk *Column Maximum* (CMAx) dan *Vertical CUT* (VCUT) untuk mengetahui nilai reflektivitas maksimum dan awan penyebab kejadian hujan; *Surface Rainfall Intensity* (SRI) sebagai input data untuk pengolahan produk RIH; *Precipitation Accumulation* (PAC) untuk mengetahui estimasi curah hujan selama satu hari dalam satuan millimeter; dan *Rainfall Intensity Histogram* (RIH) yang menampilkan data time series intensitas hujan pada lokasi yang telah ditentukan untuk mengetahui waktu kejadian hujan. Selanjutnya pengolahan data citra satelit GSMaP dengan menggunakan aplikasi GrADS sehingga menghasilkan peta sebaran akumulasi curah hujan. Data pos hujan diolah untuk menampilkan jumlah curah hujan harian di sembilan pos hujan Kabupaten Padang Pariaman. Hasil interpretasi produk-produk citra radar yang telah diperoleh kemudian dianalisis dan dibandingkan dengan data hasil olahan citra satelit GSMaP dan data pos hujan di Kabupaten Padang Pariaman untuk mengetahui pola hujan dan estimasi curah hujan pada saat kejadian banjir tanggal 11 Oktober 2018.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Waktu Kejadian Hujan

Tabel 1. Perbandingan waktu kejadian hujan

NAMA POS HUJAN	RIH (RADAR)		RIH (GSMAP)	
	WAKTU (UTC)	PUNCAK HUJAN (UTC)	WAKTU (UTC)	PUNCAK HUJAN (UTC)
BIM-Bandara Internasional Minangkabau	07.30-16.34	10.10	09.00 - 18.00	11.00
BPP Balah Air	04.54-17.25	07.45	09.00 - 18.00	11.00
BPP Pilubang	04.28-19.40	04.46 dan 08.05	09.00 - 18.00	12.00
BPP Sintuk	07.37-15.56	12.35	09.00 - 18.00	11.00
Kandang Ampek	11.38-17.48	12.48	09.00 - 18.00	11.00
Limau Purut	05.30-14.40	07.45	09.00 - 20.00	12.00
Sei Geringging	03.18-19.11	03.38 dan 07.48	09.00 - 21.00	12.00
Sicaung	12.08-17.38	12.35	09.00 - 18.00	11.00
Staklim Padang Pariaman	11.54-17.58	12.58	09.00 - 18.00	11.00
Sunur	06.38-15.18	07.45	09.00 - 18.00	11.00
Tandikat	05.26-17.45	05.38	09.00 - 18.00	11.00

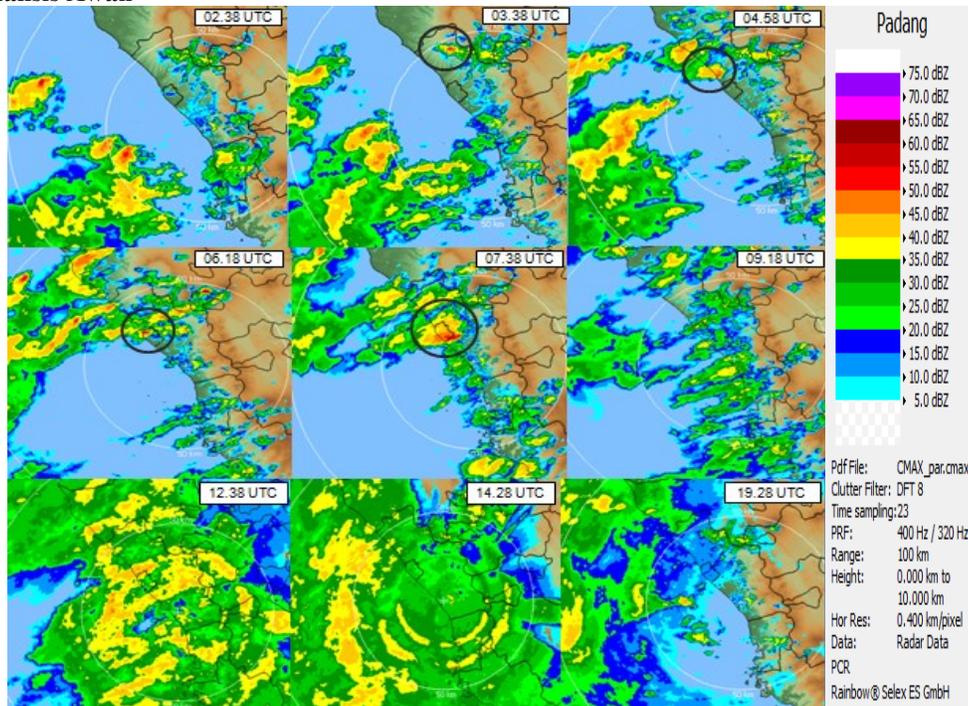
Berdasarkan tabel diatas, RIH radar menunjukkan secara umum hujan pada tanggal 11 Oktober 2018 terjadi dari siang hingga malam hari dengan durasi hujan yang bervariasi. Stamet BIM, Pos Hujan BPP Balah air, BPP Pilubang, Sintuk, Limau Purut, Sei Geringging, Sunur dan Tandikat menunjukkan hujan terjadi sejak siang hingga malam hari. Pos hujan Kandang Ampek, Sicaung, dan Staklim Padang Pariaman menunjukkan hujan terjadi sejak sore hingga malam hari. Sedangkan histogram curah hujan GSMaP menunjukkan waktu kejadian dan durasi hujan yang relatif sama, yaitu

pada sore hingga malam hari. Kedua data tersebut mengindikasikan bahwa pada tanggal 11 Oktober 2018 terjadi hujan secara terus menerus dari sore hingga malam hari. Waktu kejadian hujan pada Stasiun Meteorologi BIM menunjukkan hujan terjadi jam 07.30 UTC – 16.34 UTC. Sedangkan, menurut data observasi yang diperoleh dari data synoptik Stasiun Meteorologi BIM hujan terjadi sejak jam 04.00-17.00 UTC. Tetapi, sesuai dengan kriteria BMKG, hujan ringan memiliki intensitas 1-5 mm/jam, sedangkan pada pengamatan jam 06.00 UTC, curah hujan yang tercatat hanya 1 mm/3 jam, sehingga hujan ringan dianggap mulai terjadi setelah jam 06.00 UTC, yang menunjukkan kesesuaian antara waktu kejadian hujan berdasarkan radar dan data observasi.

Tabel 2. Data kondisi cuaca (*present weather*) Stasiun Meteorologi Minangkabau

Jam (UTC)	Weather (ww)	Keterangan
04.00	60	Inter slight rain
05.00	61	Slight rain
06.00	61	Slight rain
07.00	21	Recent rain
08.00	60	Inter slight rain
09.00	61	Slight rain
10.00	63	Moderate rain
11.00	63	Moderate rain
12.00	61	Slight rain
13.00	95	Slight/moderate rain + TS
14.00	61	Slight rain
15.00	61	Slight rain
16.00	61	Slight rain
17.00	61	Slight rain
18.00	21	Recent rain

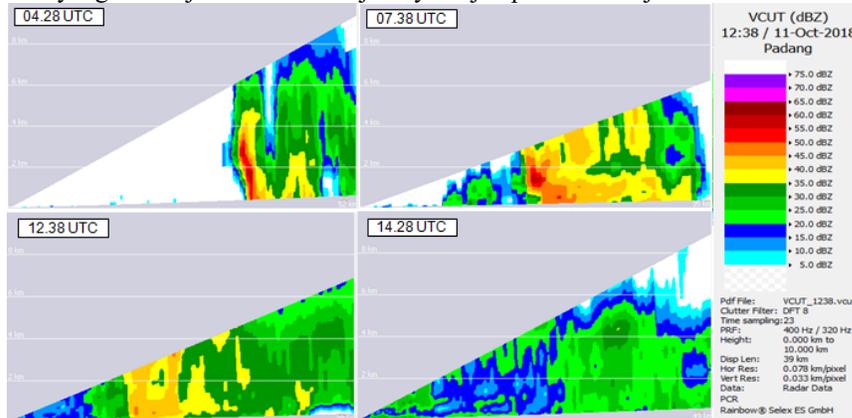
Analisis Awan



Gambar 3. Citra Produk CMAX radar Padang

Sejak pukul 02.38 UTC telah terlihat nilai reflektifitas berkisar antara 20 – 35 dBZ ditandai dengan warna hijau muda hingga kuning. Berdasarkan penelitian Punkka dan Bister (2005) nilai reflektifitas tersebut menunjukkan adanya awan-awan jenis stratiform^[10]. Awan tersebut terus berkembang hingga mencapai nilai reflektifitas berkisar antara 50 – 55 dBZ pada jam 03.28 UTC yang mengindikasikan mulai terbentuk awan konvektif yang mencapai fase matang sekitar jam 04.28 UTC yang menyebabkan kejadian hujan di daerah Sei Geringging. Walaupun sempat meluruh sekitar jam

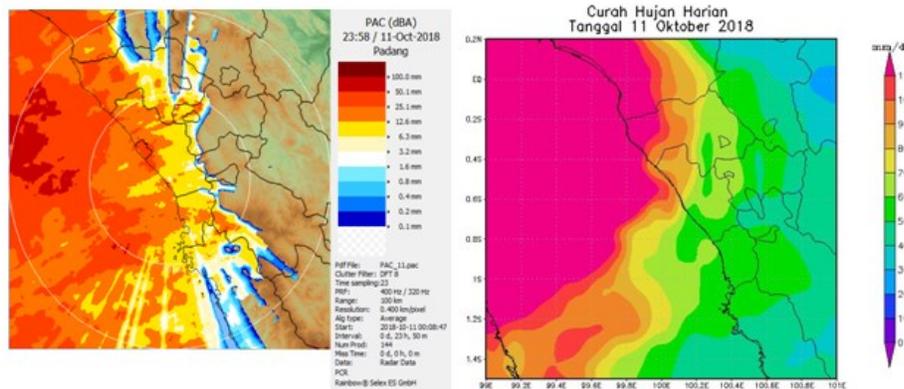
04.58 UTC, sel-sel awan konvektif mulai terbentuk kembali sekitar jam 06.18 UTC. Awan-awan konvektif terus berkembang dan meluas hingga mencapai puncaknya pada jam 07.38 UTC ditandai dengan reflektifitas berkisar 55 – 60 dBZ. Awan-awan konvektif tersebut menyebabkan hujan di daerah pos Hujan Sunur, Tandikat, Stamet BIM, BPP Balah Air, BPP Pilubang, BPP Sintuk dan Limau Purut. Awan-awan konvektif kemudian meluruh hingga akhirnya punah sekitar jam 09.18 UTC, tetapi, awan-awan stratiform bertahan dan terus berkembang. Kemudian pada jam 11.08 UTC hingga jam 14.28 UTC, awan-awan stratiform disertai awan-awan konvektif dengan nilai reflektifitas yang tidak terlalu tinggi meluas hampir di seluruh wilayah Kabupaten Padang Pariaman, dan menyebabkan hujan di hampir seluruh wilayah Padang Pariaman, termasuk pos hujan Kandang Ampek, Sicaung dan Staklim Padang Pariaman yang menunjukkan mulai terjadinya hujan pada sekitar jam tersebut.



Gambar 4. Citra Produk VCUT radar Padang

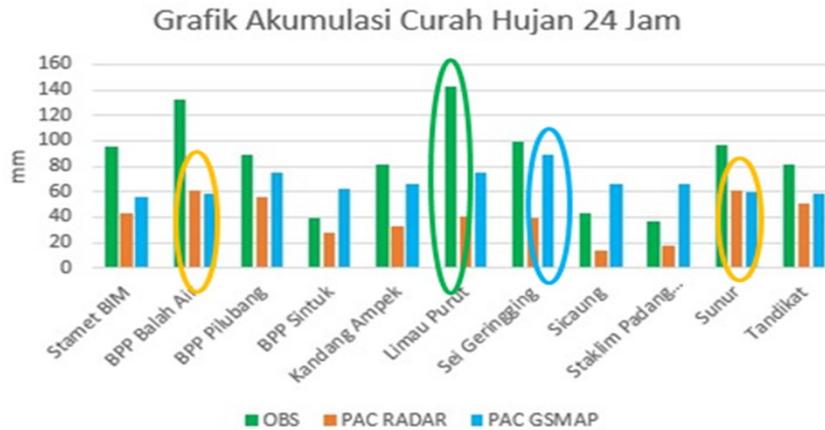
Produk VCUT radar menunjukkan ketinggian awan-awan konvektif dan stratiform pada fase matang awan konvektif dan puncak kejadian hujan, serta saat awan-awan stratiform mendominasi wilayah Padang Pariaman. Ketinggian awan konvektif maupun stratiform secara umum tidak terlalu signifikan, yaitu tidak lebih dari 7 km.

Estimasi Curah Hujan



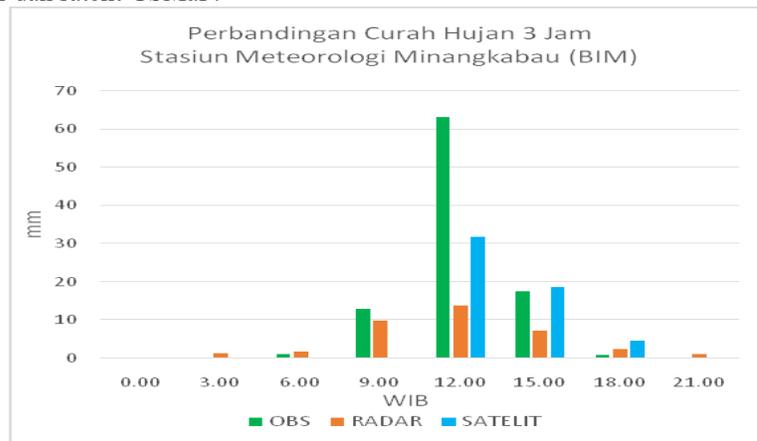
Gambar 5. Citra Produk PAC radar Padang (kiri) dan citra satelit GSMaP (kanan)

Berdasarkan produk radar PAC secara umum hujan dengan intensitas ringan hingga sedang yang terjadi hampir di seluruh wilayah Kabupaten Padang Pariaman dengan intensitas berkisar 6.3 – 50.1 mm/ hari. Citra Satelit GSMaP menunjukkan akumulasi curah hujan yang bervariasi di seluruh wilayah Kabupaten Padang Pariaman dengan intensitas berkisar 50 – 105 mm/hari yang tergolong hujan lebat hingga sangat lebat. Sedangkan berdasarkan data observasi menunjukkan nilai curah hujan berkisar 37 - 143 mm/hari yang tergolong hujan sedang hingga sangat lebat. Citra radar, satelit GSMaP dan data observasi pos hujan menunjukkan kejadian hujan yang cenderung merata di hampir seluruh wilayah Padang Pariaman.



Gambar 6. Grafik akumulasi Curah Hujan 24 jam tanggal 11 Oktober 2018

Berdasarkan grafik akumulasi curah hujan 24 jam pada sembilan titik pos hujan di Padang Pariaman, data observasi menunjukkan curah hujan tertinggi terjadi pada pos hujan Limau Purut dengan nilai 143 mm. Data radar menunjukkan curah hujan tertinggi terjadi pada pos hujan Balah Air dan Sunur dengan nilai 61 mm. Sedangkan data satelit GSMaP menunjukkan nilai tertinggi terjadi pada pos hujan Sei Geringging dengan nilai 89 mm. Ketiga data tersebut menunjukkan kejadian hujan tertinggi pada wilayah yang berbeda. Hal ini menunjukkan sebaran hujan yang berbeda antara data observasi, radar dan satelit GSMaP.



Gambar 7. Grafik Akumulasi Curah Hujan 3 jam tanggal 11 Oktober 2018

Grafik diatas menunjukkan perbandingan akumulasi curah hujan per tiga jam berdasarkan data PAC, data GSMaP dan data observasi. Pada Stasiun Meteorologi Minangkabau, secara umum ketiga data tersebut menunjukkan pola yang relatif sama yaitu mengalami peningkatan dan mencapai puncak akumulasi hujan pada jam 12.00 UTC, kemudian menurun. Sehingga, meskipun nilai estimasi curah hujan berdasarkan radar dan satelit GSMaP memiliki nilai yang *underestimate* terhadap data observasi, tetapi data radar dan citra satelit masih cukup representatif untuk mengetahui pola waktu hujan pada saat hujan lebat tanggal 11 Oktober 2018.

Untuk melihat akurasi estimasi curah hujan dengan menggunakan data radar cuaca dan satelit GSMaP terhadap curah hujan hasil observasi dilakukan uji statistik sederhana dengan menghitung *Mean Error* (ME) dan *Mean Absolute Error* (MAE). Dimana nilai ME menyatakan kecenderungan nilai estimasi yang lebih tinggi atau lebih rendah dari hasil observasi dan nilai MAE menyatakan nilai *error* dari estimasi curah hujan radar dan satelit GSMaP. Dalam kasus hujan lebat tanggal 11 Oktober didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

Tabel 3. Nilai *error* Estimasi Hujan Radar dan Satelit

	Radar	Satelit GSMaP
ME	-7.28	-5.06
MAE	7.28	5.06

Berdasarkan tabel diatas, nilai ME dari radar dan satelit GSMaP menunjukkan nilai negatif yang berarti hasil estimasi curah hujan baik menggunakan radar cuaca maupun satelit GSMaP memiliki kecenderungan *underestimaste* terhadap curah hujan hasil observasi. Nilai MAE dari estimasi hujan menggunakan satelit GSMaP lebih kecil dibandingkan dengan estimasi radar cuaca. Hal ini menunjukkan bahwa pada kejadian hujan lebat pada tanggal 11 Oktober 2018 estimasi curah hujan menggunakan satelit GSMaP cenderung lebih baik daripada estimasi curah hujan menggunakan radar cuaca.

KESIMPULAN:

Berdasarkan data citra radar Padang, hujan pada tanggal 11 Oktober 2018 telah terjadi sejak pagi hingga dini hari, dengan puncak hujan terjadi pada malam hari sekitar jam 12.00 UTC (19.00 WIB). Kondisi perawanan yang menyebabkan hujan pada pagi hingga menjelang sore hari merupakan awan-awan konvektif dengan reflektifitas 50-60 dBZ, sedangkan sore hingga malam hari disebabkan oleh awan-awan konvektif yang didominasi oleh awan-awan stratiform dengan nilai reflektivitas yang tidak terlalu signifikan, yaitu sekitar 20-45 dBZ dan ketinggian puncak awan tidak melebihi 7 km. Akumulasi curah hujan harian pada saat kejadian dikategorikan hujan ringan hingga sangat lebat yaitu 6.3 – 50.1 mm/ hari pada citra radar dan 50 – 105 mm/hari pada citra satelit GSMaP. Meskipun nilai estimasi curah hujan dari citra radar dan satelit cenderung *underestimate* terhadap data observasi, namun sudah cukup baik untuk merepresentasikan pola kejadian hujan lebat pada tanggal tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

[1] T. J. S. Haryono, T. Koesbardiati, S. E. Kinasih, “Model Strategi Mitigasi Berbasis Kepentingan Perempuan pada Komunitas Survivor di Wilayah Rawan Banjir,” *Jurnal Masyarakat, Kebudayaan, dan Politik*. Vol.25, No. 3, pp 184 – 194 2012.

[2] Badan Nasional Penanggulangan Bencana, “Data Bencana Alam di Indonesia,” *Badan Nasional Penanggulangan Bencana*, 2018. Tersedia bnpb.cloud/dibi/ [Diakses 11 Desember 2018].

[3] [Anonim]. “Banjir dan Longsor Terjadi di Sumatera Barat, Enam Orang Dilaporkan Tewas,” 2018. [online] Tersedia: <https://www.bbc.com/indonesia/indonesia-45832645> (Diakses 11 Desember 2018).

[4] R. J. Kodoatie dan Sugiyanto, “Banjir, Beberapa Penyebab dan Metode. Pengendaliannya dalam Perspektif Lingkungan”, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2002.

[5] Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. “Press Release Kondisi Cuaca Ekstrem dan Iklim Tahun 2010-2011,” 2010.

[6] A. Fadholi, F. P Sari, P. Aji, R. Dewi, “Pemanfaatan Model Weather Research and Forecasting (WRF) dalam Analisis Cuaca terkait Hujan Lebat Batam 30-31 Januari 2011,” *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, Vol.10, No. 1, 2014.

[7] N. Sagita dan 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*. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, Vol.9, No. 2, pp 66-72, 2013.

[8] S. Marpaung, D. Satiadi, T. Harjana, “Analisis Kejadian Curah Hujan Ekstrem di Pulau Sumatera Berbasis Data Satelit TRMM dan Observasi Permukaan,” *Jurnal Sains Dirgantara*, Vol.9, No.2, pp 127-137, 2012.

- [9] M. Nababan dan B. Tjasyono, “Studi Kejadian Bencana Banjir Berdasarkan Karakteristik Awan dan Hujan di Wilayah Jakarta (Studi Kasus 17 Januari 2014)”, *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, Vol.3, No.1, pp 15-23, 2016.
- [10] A. J. Punkka dan M. Bister, “Occurrence of Summertime Convective Precipitation and Mesoscale Convective Systems in Finland during 2000–01,” *Monthly Weather Review* Vol. 133, pp 362-373, 2005.