

ESTIMATION OF WATER RAIN VOLUME AT A FLOOD OCCURRENCE IN EAST CIREBON 15 - 16 FEBRUARI 2017

ESTIMASI VOLUME AIR HUJAN PADA SAAT KEJADIAN BANJIR DI CIREBON TIMUR 15 - 16 FEBRUARI 2017

Erwin Mulyana¹

Abstract

There has been a great flood in the eastern part of Cirebon regency on 15 and 16 February 2017. As of the 7 districts have been submerged in water due to overflowing rivers flowing into the area. Based on the hourly GSMaP rainfall data with a resolution of $0.1^\circ \times 0.1^\circ$, the rain began to occur at 14 pm and lasted non-stop with the duration of rain reached 10 hours. The peak intensity of rain events occurred at 18-19 WIB with the intensity reached 26,119 mm/hour. Total rain fall for 10 hours reached 102.16 mm. Estimation of rainwater volumes accumulation from 14 (February 15) to early morning (February 16) in upstream of Cisanggarung watershed reached 49.5 million m^3 , upstream of Ciberes-Bengkaderes watershed reached 13.8 million m^3 , and in the downstream area which is a puddle area of 20.2 million m^3 . Overall estimation of rainfall volumes that fell in all the watersheds that flowed into the flooded area was 139.5 million m^3 .

Keywords: flood, lowland, extreme rain, duration of rain

Abstrak

Telah terjadi banjir besar di wilayah Kabupaten Cirebon bagian Timur pada tanggal 15 dan 16 Februari 2017. Sebanyak 7 Kecamatan telah terendam air akibat luapan sungai yang mengalir ke wilayah tersebut. Berdasarkan data hujan GSMaP jam-jaman dengan resolusi $0.1^\circ \times 0.1^\circ$, hujan mulai terjadi pada jam 14 WIB dan berlangsung tanpa henti dengan durasi hujan mencapai 10 jam. Intensitas puncak kejadian hujan terjadi pada jam 18-19 WIB dengan intensitas mencapai 26.119 mm/jam. Total hujan yang turun selama 10 jam mencapai 102.16 mm. Estimasi akumulasi volumen air hujan dari jam 14 (15 Februari) hingga dini hari (16 Februari) di daerah hulu DAS Cisanggarung mencapai 49.5 juta m^3 , daerah hulu DAS Ciberes-Bengkaderes mencapai 13.8 juta m^3 , dan di daerah hilir yang merupakan daerah genangan banjir mencapai 20.2 juta m^3 . Secara keseluruhan estimasi volume air hujan yang jatuh di semua DAS yang mengalir ke daerah banjir adalah 139.5 juta m^3 .

Kata kunci: banjir, dataran rendah, hujan ekstrim, durasi hujan

¹ Balai Besar Teknologi Modifikasi Cuaca – Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jl. M. H. Thamrin No. 8, Jakarta 10340, email: erwin.mulyana@bppt.go.id

1. PENDAHULUAN

Secara umum pola iklim di Indonesia dapat dibagi menjadi tiga pola yaitu *monsoon*, ekuatorial dan lokal (Aldrian dan Susanto, 2003). Pola *Monsoon* dicirikan oleh bentuk pola hujan yang memiliki satu puncak musim hujan. Selama tiga bulan curah hujan relatif tinggi yang disebut musim hujan, yakni Desember, Januari dan Februari (DJF) dan tiga bulan curah hujan rendah disebut musim kemarau pada periode Juni, Juli dan Agustus (JJA). Sedangkan enam bulan sisanya merupakan periode peralihan yaitu tiga bulan peralihan kemarau ke hujan (SON), dan tiga bulan peralihan hujan ke kemarau (MAM). Pola ekuatorial dicirikan oleh pola hujan yang memiliki dua puncak hujan, biasanya terjadi sekitar bulan Maret dan Oktober yaitu pada saat matahari berada dekat ekuator. Sedangkan Pola lokal dicirikan oleh bentuk pola hujan yang memiliki satu puncak hujan akan tetapi bentuknya berlawanan dengan pola *monsoon*.

Pada saat musim hujan, sering terjadi bencana banjir baik akibat hujan ekstrim. Bencana banjir merupakan bencana alam yang paling sering terjadi di Indonesia. Menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), bencana hidrometeorologi merupakan jenis bencana yang paling sering terjadi dibandingkan dengan jenis bencana lainnya di wilayah Indonesia. Sepanjang tahun 2001-2016 terdapat 17.704 kejadian bencana hidrometeorologi di Indonesia (BNPB: dibi.bnpb.go.id). Dari jenis bencana hidrometeorologi tersebut, kejadian banjir menempati peringkat pertama yaitu sebanyak 6.905 kejadian atau sebesar 39%. Kemudian disusul oleh puting beliung 4.680 kejadian (26%), tanah longsor 3.835 kejadian (22%), kekeringan 1.756 kejadian (10%), serta banjir dan tanah longsor 524 kejadian (3%). Selain dipicu oleh curah hujan ekstrim, bencana banjir juga berhubungan dengan kerusakan lingkungan akibat ulah manusia.

Pada umumnya banjir disebabkan oleh curah hujan yang tinggi di atas normal, sehingga sistem pengaliran air yang terdiri dari sungai dan anak sungai alamiah serta sistem saluran drainase dan kanal penampung banjir buatan yang ada tidak mampu menampung akumulasi air hujan

sehingga meluap. Daya tampung sistem pengaliran air tidak selamanya sama, tetapi berubah akibat sedimentasi, penyempitan sungai akibat fenomena alam dan ulah manusia, saluran air tersumbat sampah serta hambatan lainnya. Penggundulan hutan di daerah tangkapan air hujan juga menyebabkan peningkatan debit banjir karena pasokan air yang masuk ke dalam sistem aliran menjadi tinggi dan melampaui kapasitas pengaliran. Berkurangnya daerah resapan air juga berkontribusi pada meningkatnya debit banjir, karena jika terjadi curah hujan tinggi, sebagian besar air akan menjadi aliran air permukaan yang langsung masuk ke dalam sistem pengaliran air sehingga kapasitasnya terlampaui dan terjadi banjir.

Pada tanggal 15 dan 16 Februari terjadi banjir besar yang melanda kawasan Cirebon bagian timur akibat tingginya intensitas hujan yang terjadi di wilayah Cirebon dan Kuningan. Beberapa sungai seperti Sungai Cisanggarung, Cimanis, dan Ciputih meluap hingga menggenangi pemukiman penduduk. Ribuan rumah di 11 kecamatan di Kabupaten Cirebon dan Kota Cirebon diterjang banjir. Sejumlah rumah di Kabupaten maupun Kota Cirebon di antaranya rusak, dan sebuah jembatan di Desa/ Kecamatan Greged, Kabupaten Cirebon, ambruk diterjang banjir (<http://www.pikiran-rakyat.com/jawa-barat/2017/02/16/ribuan-rumah-di-cirebon-diterjang-banjir-besar-393750>). Diperkirakan hujan ekstrim yang memicu banjir tersebut berasal dari awan Cumulonimbus (Cb) yang cakupannya sangat luas. Awan Cb diakibatkan adanya aktivitas konveksi di atmosfer (Hamada et al., 2002; Aldrian and Susanto, 2003). Aktifitas konveksi di Indonesia juga dipengaruhi oleh variasi intra musiman (Seto et al., 2004, Tsuda et al., 1994). Di daerah pegunungan di wilayah Sumatera menunjukkan bahwa awan konvektif terjadi menjelang sore hingga malam hari (Renggono et al., 2001; Wu et al., 2003).

Tulisan ini mencoba menganalisis curah hujan saat terjadi bencana banjir di kawasan Cirebon Timur dari aspek intensitas dan waktu kejadian, serta estimasi volume air hujan yang terjadi di kawasan tersebut.

2. METODA PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data hujan GSMaP (*Global Satellite Mapping of Precipitation*). Data hujan GSMaP adalah data jam-jaman dengan resolusi 0.1 x 0.1 derajat digunakan untuk melihat sebaran serta waktu kejadian hujan. Estimasi volume air hujan dihitung berdasarkan durasi dan luasan area hujan di bagian hulu dan hilir sungai-sungai yang mengalir ke kawasan banjir di wilayah Cirebon bagian Timur. Analisis spasial dan temporal data hujan GSMaP menggunakan perangkat lunak GrADS (*Grid Analysis and Display System*) dan ArcGIS serta Excel.

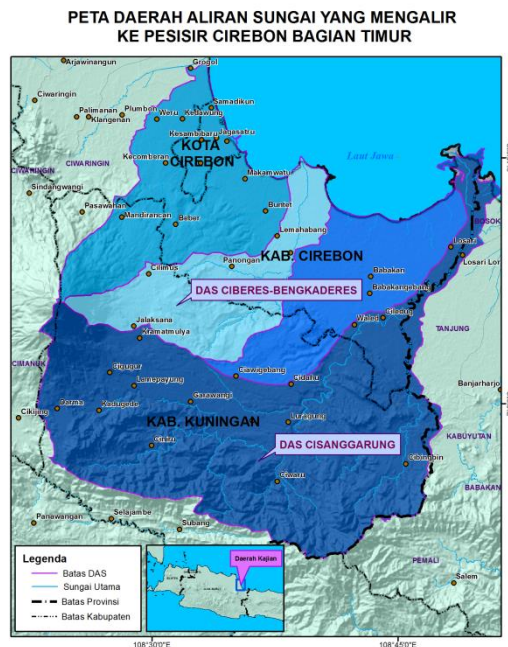
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Fisiografi Daerah Banjir

Wilayah Kabupaten Cirebon berada pada posisi 108019'30"- 108050'03"BT dan 6030'58"- 7000'24" LS dengan luas wilayah 990,36 km² yang terbagi menjadi 40 kecamatan. Dataran rendah dengan ketinggian 0 - 25 mdpl mendominasi wilayah tersebut dengan luas sekitar 64.500 ha atau sekitar 65% dari keseluruhan wilayah.

Wilayah kecamatan yang terletak sepanjang jalur Pantura termasuk pada dataran rendah yang memiliki ketinggian antara 0 - 10 m, yaitu Kecamatan Gunungjati, Suranenggala, Kapetakan, Mundu, Gebang, Pangenan, Losari, Astanajapura dan Pabedilan. Semakin ke selatan, tofografinya semakin tinggi dan berbukit bukit.

Terdapat tiga buah Daerah Aliran Sungai (DAS) yang mengalir ke pesisir Cirebon bagian Timur. Daerah Aliran Sungai tersebut adalah DAS Ciberes - Bengkaderes dengan luas 238.52 km² dan DAS Cisanggarung dengan luas 878.63 km². Bagian hulu kedua DAS tersebut berada di kabupaten Kuningan. Di antara DAS Ciberes - Bengkaderes dan DAS Cisanggarung terdapat DAS dari sungai-sungai kecil dengan luas 247.946 km². Dengan demikian luas keseluruhan Daerah Aliran Sungai yang mengalir ke pantai utara Cirebon bagian timur adalah 1365.10 km². Secara spasial, wilayah ke tiga DAS tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Daerah Aliran Sungai yang Bermuara di Pesisir Cirebon Bagian Timur

Berdasarkan data yang diterima dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Cirebon sedikitnya 5.000 rumah di

30 desa dari 10 kecamatan terendam banjir, yaitu Kecamatan Lemahabang, Losari, Astanajapura, Pangenan, Gebang, Pabedilan,

Karangwareng, Susukan Lebak, dan Greged. Banjir juga sempat melumpuhkan jalur lalu lintas di jalan utama Pantura di wilayah Cirebon Timur. (<http://www.kabar-cirebon.com/2017/02/warga-pilih-tinggal-di-pengungsian/>). Pada Gambar 2 ditunjukkan sejumlah warga melintas di jalan yang tergenag banjir pada tanggal 16 Februari 2017 di Desa Pengarengan dan Desa Astanamukti, Kecamatan Pangenan, Kabupaten Cirebon.

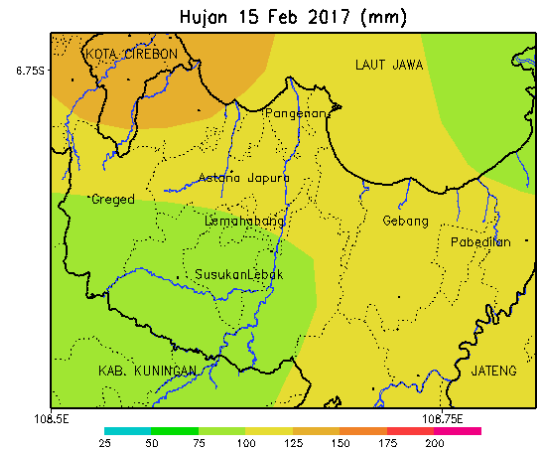


Gambar 2. Warga yang berusaha melintas di jalan yang tergenag banjir di Desa Pengarengan dan Desa Astanamukti, Kecamatan Pangenan, Kabupaten Cirebon.

3.2. Curah Hujan

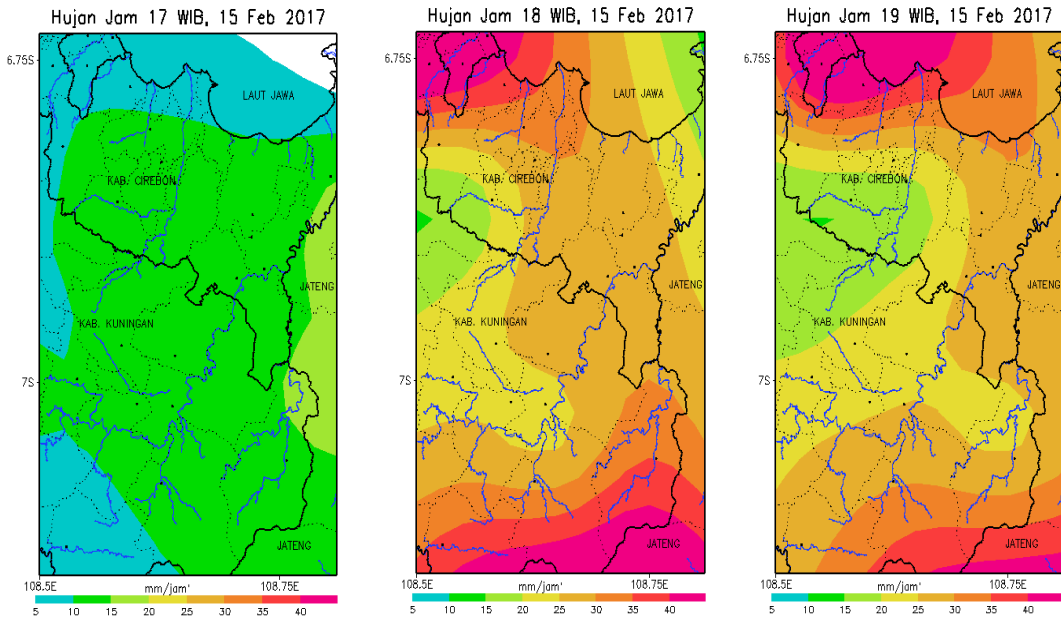
Sebelumnya sudah disinggung daerah yang mengalami banjir parah yaitu di 7 Kecamatan di wilayah Cirebon bagian Timur. Berdasarkan analisis spasial data GSMaP, hujan merata dengan intensitas lebat sampai sangat lebat terjadi di wilayah Cirebon bagian Timur. Akumulasi hujan selama 24 jam di daerah Banjir antara 100-125 mm. Berdasarkan kriteria BMKG, intensitas hujan sebesar itu masuk kategori hujan sangat lebat atau hujan ekstrim. Hujan dengan intensitas lebih dari 100 mm/24 jam yang terjadi di wilayah Cirebon meliputi Kota Cirebon, Kecamatan Greged bagian Utara, Lemahabang bagian Utara, Mundu, Astana Japura, Pangenan, Gebang, Pabedilan, Karangsembung bagian Timur, Karangwareng, Waled, Pabuaran, Pasaleman, dan Ciledug. Sedangkan daerah dengan kategori hujan lebat (50-100 mm/24 jam) terjadi di Kecamatan Greged bagian Selatan, Lemahabang bagian Selatan, Susukan Lebak, Karang Sembung bagian Barat, dan Losari. Dengan demikian hujan

sangat lebat atau hujan ekstrim pada tanggal 15 Februari 2017 terjadi di hampir seluruh wilayah Kabupaten Cirebon bagian Timur seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Hujan sangat lebat dan tersebar merata di wilayah Kuningan dan Cirebon diperkirakan berasal dari awan Cumulonimbus yang sangat luas.



Gambar 3. Sebaran hujan ekstrim pada tanggal 15 Februari 2017 terjadi di hampir seluruh wilayah Kabupaten Cirebon bagian Timur.

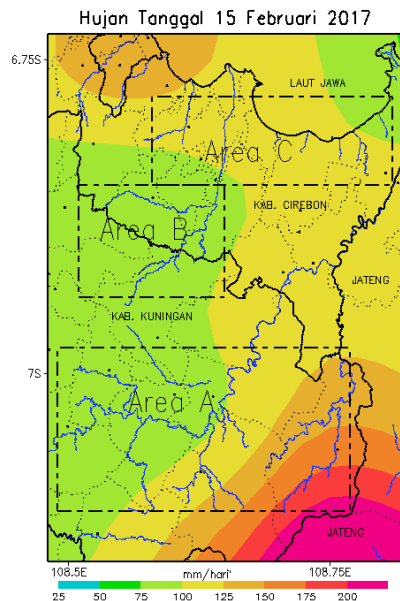
Berdasarkan analisis temporal, hujan berlangsung terus-menerus selama 10 jam, yaitu mulai jam 13 pada tanggal 15 Februari 2017 dan berhenti pada dini hari tanggal 16 Februari 2017. Sejak mulai turun hujan pada jam 13, hujan terus berlanjut dan intensitasnya semakin meningkat. Hujan lebat (10-20 mm/jam; BMKG) mulai terjadi pada jam 17, dalam satu jam berikutnya hujan semakin deras dan melonjak drastis menjadi kategori hujan sangat lebat atau hujan ekstrim (>20 mm/jam; BMKG) dengan intensitas mencapai lebih dari 20 mm/jam. Hujan sangat lebat berlangsung selama 2 jam yaitu pada jam 18 dan 19. Pada jam 20 hujan mulai berkurang walau masih masuk kategori hujan lebat. Selanjutnya intensitas hujan semakin berkurang dan akhirnya berhenti pada dini hari tanggal 16 Februari 2017. Pada Gambar 4 ditunjukkan sebaran hujan lebat - ekstrim yang berlangsung jam 17, 18, dan 19 WIB pada tanggal 15 Februari 2017. Pada Gambar tersebut terlihat hujan ekstrim terjadi di hampir seluruh wilayah Kabupaten Cirebon dan Kabupaten Kuningan.



Gambar 4. Sebaran hujan jam 17, 18, dan 19 pada tanggal 15 Februari 2017 yang menunjukkan hujan ekstrim di hampir seluruh wilayah Kabupaten Cirebon dan Kabupaten Kuningan.

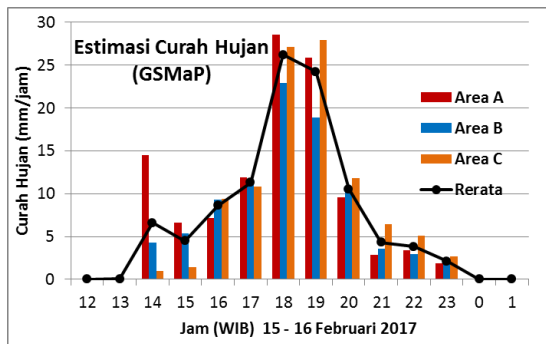
3.3. Volume Air Hujan

Untuk menghitung volume air hujan yang memicu terjadinya banjir besar di wilayah Kabupaten Cirebon bagian Timur, dibuat tiga buah sampel area yaitu Area A, Area B, dan Area C seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Area A mewakili wilayah hulu DAS Cisanggarung yang berada di Kabupaten Kuningan. Area B mewakili wilayah hulu DAS Cibeber - Bengkaderes yang berada di area perbatasan Kabupaten Kuningan dan Kabupaten Cirebon. Area C mewakili wilayah yang mengalami banjir yaitu wilayah Utara Kabupaten Cirebon bagian Timur. Dengan asumsi 1° sama dengan 110 km, maka luas Area A adalah 440.44 km², Luas Area B 152.46 km², dan luas Area C 194.81 km².



Gambar 5. Sebaran hujan di Area A yang mewakili bagian hulu DAS Cisanggarung, Area B yang mewakili DAS Cibeber-Bengkaderes, dan Area C yang mewakili wilayah utara Kabupaten Cirebon bagian Timur.

Berdasarkan analisis temporal di Area A, Area B, dan Area C, hujan ekstrim berlangsung selama 2 jam yaitu pada jam 18 dan jam 19 seperti disajikan pada Gambar 6. Dari Gambar tersebut terlihat hujan lebat terjadi pada jam 16, hujan terus berlangsung dengan intensitas semakin menguat. Pada jam 18 dan 19, intensitas hujan masuk kategori ekstrim dengan intensitas masing masing 26.19 mm/jam dan 24.23 mm/jam. Selanjutnya pada jam 20 intensitasnya mulai menurun (10.52 mm/jam). Intensitas hujan terus berkurang dan akhirnya berhenti pada dini hari tanggal 16 Februari 2017.



Gambar 6. Grafik Intensitas Hujan Rerata Area (A, B, dan C) Setiap Jam.

Tabel 1. Estimasi Intensitas dan Volume Hujan setiap Jam di Area A, Area B, dan Area C serta Area DAS pada Tanggal 15 - 16 Februari 2017.

Untuk menghitung berapa volume air hujan yang jatuh saat kejadian banjir tersebut dipakai pendekatan melalui perhitungan perkalian antara intensitas hujan dengan luasan area hujan. Dengan pengertian bahwa intensitas 1 mm setara dengan volume air hujan 1 liter pada luas 1 m², maka volume hujan yang turun di suatu wilayah dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$V = I \times A$$

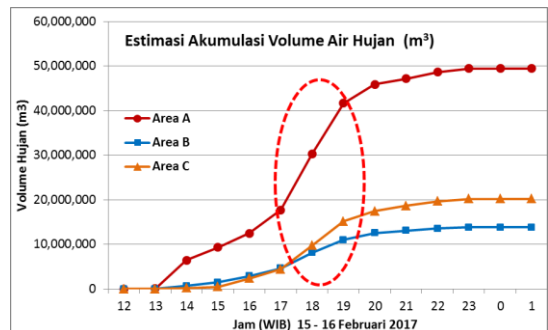
Keterangan:

- V = volume air hujan (m³)
- I = intensitas hujan (mm)
- A = luasan area hujan (km²)

Dari perhitungan tersebut diperoleh estimasi volume air hujan di Area A sebesar 49.5 juta m³, Area B sebesar 13.8 juta m³, dan Area C sebesar 20.2 juta m³. Sementara jika dihitung berdasarkan luas DAS yang mengalir ke Pesisir Utara Cirebon bagian timur, volume air hujannya adalah 139.45 juta m³. Estimasi intensitas dan volume air hujan di Area A, Area B, Area C serta di DAS selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Estimasi hujan, 15-16 Feb 2017				Rerata (mm)	Vol. A (m ³) [440.44 km ²]	Vol. B (m ³) [152.46 km ²]	Vol. C (m ³) [194.81 km ²]	Vol. DAS (m ³) [1365.10 km ²]	Kumulatif Area A (m ³)	Kumulatif Area B (m ³)	Kumulatif Area C (m ³)	Kumulatif DAS (m ³)
Jam (WIB)	Area A	Area B	Area C									
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0.15	0.00	0.00	0.05	64,347	0	0	66,479	64,347	0	0	66,479
14	14.46	4.27	1.01	6.58	6,368,586	651,068	195,989	8,980,570	6,432,933	651,068	195,989	9,047,049
15	6.58	5.40	1.43	4.47	2,898,487	822,749	279,541	6,103,053	9,331,420	1,473,817	475,529	15,150,101
16	7.12	9.29	9.36	8.59	3,136,818	1,416,594	1,823,913	11,728,989	12,468,238	2,890,411	2,299,442	26,879,091
17	11.94	11.18	10.80	11.31	5,256,651	1,704,228	2,104,766	15,433,548	17,724,890	4,594,640	4,404,208	42,312,638
18	28.51	22.95	27.12	26.19	12,557,253	3,498,774	5,284,065	35,758,203	30,282,143	8,093,414	9,688,273	78,070,841
19	25.89	18.90	27.89	24.23	11,403,784	2,880,915	5,433,660	33,071,868	41,685,927	10,974,328	15,121,933	111,142,709
20	9.56	10.16	11.84	10.52	4,208,765	1,548,475	2,305,635	14,355,264	45,894,692	12,522,804	17,427,568	125,497,974
21	2.87	3.61	6.39	4.29	1,264,389	550,355	1,245,144	5,857,257	47,159,081	13,073,158	18,672,712	131,355,231
22	3.37	2.94	5.12	3.81	1,486,309	447,853	998,226	5,203,857	48,645,390	13,521,011	19,670,938	136,559,088
23	1.89	1.79	2.68	2.12	831,850	272,193	522,636	2,892,565	49,477,240	13,793,204	20,193,574	139,451,653
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	49,477,240	13,793,204	20,193,574	139,451,653
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	967	2,258	49,477,240	13,793,204	20,194,541	139,453,910
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	49,477,240	13,793,204	20,194,541	139,453,910
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	49,477,240	13,793,204	20,194,541	139,453,910
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	49,477,240	13,793,204	20,194,541	139,453,910
Jml (mm)	112.34	90.47	103.66	102.16	49,477,240	13,793,204	20,194,541	139,453,910				

Terdapat peningkatan volume air yang sangat besar yang berlangsung pada jam 17 - 19 di seluruh Area (A,B, C). Sebagai Contoh diambil Area C yang dapat mewakili wilayah yang terkena banjir. Estimasi volume kumulatif hujan pada jam 15 sebesar 0.47 juta m³, satu jam kemudian yaitu pada jam 16 volume air meningkat tajam menjadi 2.3 juta m³ menyebabkan sejumlah rumah mulai terendam air akibat meluapnya sejumlah sungai di wilayah tersebut (<http://www.pikiran-rakyat.com/jawa-barat/2017/02/16/ribuan-rumah-di-cirebon-diterjang-banjir-besar-393750>). Satu jam kemudian volume air menjadi 4.4 juta m³. Pada jam 18 dan jam 19 volume air meningkat sangat tajam akibat hujan ekstrim yang terjadi pada jam tersebut. Selama dua (jam 18 - 19) terjadi penambahan air sebesar 10.7 juta m³, sehingga akumulasi volume air hujan pada jam 19 menjadi 15.1 juta m³. Perubahan akumulasi volume air hujan setiap jam mulai dari jam 12 dapat dilihat pada Gambar 7, tanda lingkaran menunjukkan adanya peningkatan jumlah volume air yang sangat besar.



Gambar 7. Grafik Akumulasi Volume Air Hujan di Area A, Area B, dan Area C. Peningkatan Volume Air Hujan yang Sangat Besar Ditandai dengan Lingkaran.

Dari grafik pada Gambar 6 dan Gambar 7 dapat dilihat bahwa banjir yang terjadi di wilayah Cirebon bagian timur diakibatkan oleh tingginya intensitas hujan yang terjadi di bagian hilir (area C) dan di bagian hulu (Area A dan B). Sungai- sungai yang berada di daerah tersebut tidak mampu menampung dan mengalirkan air hujan dengan volume mencapai ratusan juta m³. Faktor lain yang berpengaruh terhadap kejadian banjir tersebut adalah topografi yang datar serta tingkat kemiringan yang rendah

sehingga laju pengaliran air sungai juga pelan. Hujan lebat dan sangat lebat tidak hanya turun di daratan tetapi juga di pantai hingga ke laut Jawa sehingga memiliki andil juga dalam menghambat air hujan yang mengalir ke arah laut.

4. KESIMPULAN

Dari pembahasan tentang banjir di wilayah Kabupaten Cirebon bagian Timur pada tanggal 15 dan 16 Februari 2017 dilihat dari intensitas dan volumen hujan yang turun dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Banjir yang terjadi dipicu oleh hujan lebat - sangat lebat (ekstrim) dengan intensitas hujan maksimum mencapai 26.119 mm/jam. Intensitas hujan mencapai puncaknya pada jam 18 - 19 malam.
- Akumulasi volume air hujan dari jam 14 (15/2 Feb) hingga dini hari (16/2) di Area A (hulu Cisanggarung) mencapai 49.5 juta m³, Area B (hulu DAS Ciberes-Bengkaderes) 13.8 juta m³, dan di Area C (daerah hilir) 20.2 juta m³. Sedangkan estimasi volume air hujan yang jatuh di DAS yang mengalir ke daerah banjir adalah 139.5 juta m³.
- Hujan lebat-sangat lebat yang terjadi di bagian hilir dan bagian hulu mengakibatkan sungai-sungai yang berada di daerah tersebut tidak mampu menampung dan mengalirkan air hujan dengan volume mencapai ratusan juta m³.
- Faktor lain yang berpengaruh terhadap kejadian banjir adalah tofografi yang datar serta tingkat kemiringan yang rendah sehingga laju pengaliran air hujan menuju laut relatif lambat ditambah dengan hujan lebat - sangat lebat juga terjadi di pantai hingga ke Laut Jawa, sehingga memiliki andil dalam menghambat air hujan yang mengalir ke arah laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldrian, E. and D. Susanto, 2003 : Identification of three dominant Rainfall Region within Indonesia and their Relationship to Sea Surface Temperature. *Int.J.Climatology*. 23: 1435-1452.
- Hamada, J., M. D. Yamanaka, J. Matsumoto, S. Fukao, P. A. Winarso, and T. Sribimawati (2002), Spatial and temporal variations of the rainy season over Indonesia and their link to ENSO, *J. Meteorol. Soc. Jpn.*, 80, 285–310.
- <http://www.kabar-cirebon.com/2017/02/warga-pilih-tinggal-di-pengungsian>
- <http://www.pikiran-rakyat.com/jawa-barat/2017/02/16/ribuan-rumah-di-cirebon-diterjang-banjir-besar-393750>
- Renggono, F., *et al.* (2001), Precipitating clouds observed by 1.3-GHz boundary layer radars in equatorial Indonesia, *Ann. Geophys.*, 19, 889–897.
- Seto, T. H., M. K. Yamamoto, H. Hashiguchi, and S. Fukao (2004), Convective activities associated with intraseasonal variation over Sumatra, Indonesia observed with the equatorial atmosphere radar, *Ann. Geophys.*, 22, 3899–3916.
- Tsuda, T., Y. Maruyama, H. Wiryosumarto, S. W. B. Harijono, and S. Kato (1994), Radiosonde observations of equatorial atmosphere dynamics over Indonesia: 1. Equatorial waves and diurnal tides, *J. Geophys. Res.*, 99, 10,491–10,505.
- Wu, P., J.-I. Hamada, S. Mori, Y. I. Tauhid, M. D. Yamanaka, and F. Kimura (2003), Diurnal variation of precipitable water over a mountainous area of Sumatra island, *J. Appl. Meteorol.*, 42, 1107–1115.