

PENGGUNAAN CITRA SATELIT SENTINEL-1 SAR UNTUK PEMETAAN SPASIAL DAN DETEKSI AWAL PERUBAHAN DINAMIKA GENANGAN BANJIR

Dini Daruati, Meti Yulianti dan Apip
Puslit Limnologi LIPI, Jl Raya Jakarta-Bogor km 46, Cibinong 16911
dini@limnologi.lipi.go.id

ABSTRAK

DAS Batanghari merupakan DAS yang luasnya lebih dari empat juta hektar dan sering terjadi banjir. Penggunaan citra radar mempunyai keunggulan dibandingkan citra optis dalam memetakan banjir karena tidak terkendala cuaca dan tidak terhalang tajuk tanaman. Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan data spasial banjir multitemporal yang dapat digunakan untuk mitigasi bencana banjir dan untuk validasi pemodelan banjir. Metode yang digunakan adalah change detection dari dua citra Sentinel-1 SAR, yaitu menggunakan kombinasi threshold classification pada citra sebelum (pre) dan saat banjir (post). Hasil yang didapatkan adalah sebaran spasial genangan banjir sepanjang aliran sungai Batanghari bagian hilir pada banjir yang cukup besar pada akhir tahun 2016 dan awal tahun 2017.

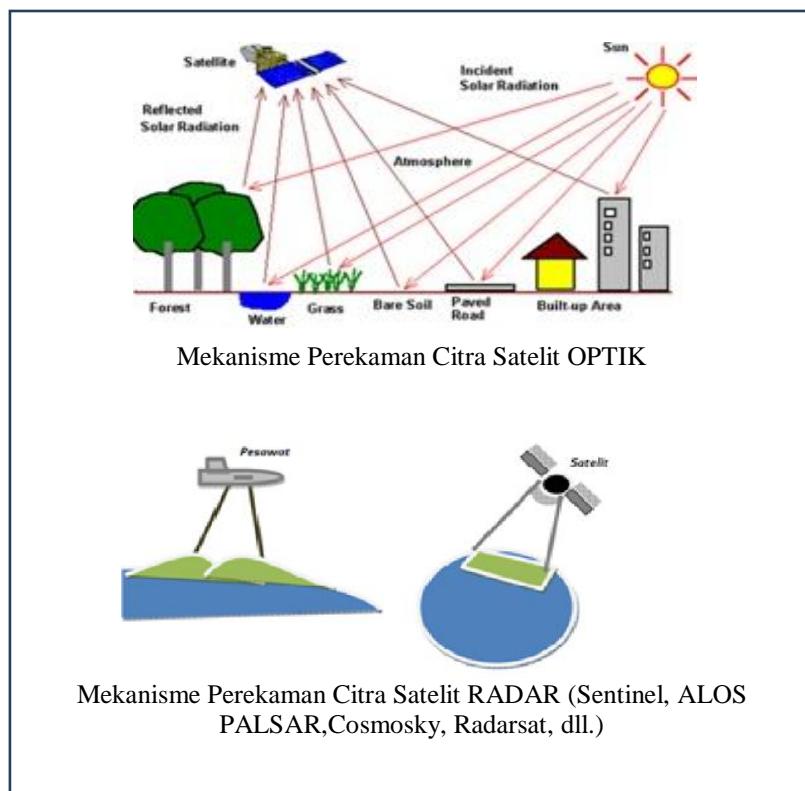
Kata kunci: Banjir, citra radar, Sentinel-1

PENDAHULUAN

Banjir adalah arus atau muka air yang sangat tinggi pada sungai, danau, kolam, reservoir, dan badan air lainnya, dimana genangan air berada di luar badan air. Pada umumnya ada beberapa faktor yang menyebabkan banjir seperti kejadian klimatologi, perubahan lahan, peningkatan populasi, dan penurunan tanah. Banjir adalah fenomena yang merusak dan berdampak pada kehidupan sosial-ekonomi (Smith and Ward, 1998). Sebagai bagian dari daur hidrologi, limpasan permukaan (*surface runoff*) merupakan komponen yang sangat berpengaruh terhadap besar kecilnya debit sungai. Banjir sering disebut juga limpasan permukaan. Limpasan permukaan berasal dari bagian curah hujan yang tidak masuk ke dalam tanah sehingga mengalir di permukaan, juga merupakan bagian curah hujan yang masuk ke dalam tanah yang jenuh air sehingga air tersebut ke luar ke permukaan, dan mengalir menuju tempat yang lebih rendah (Chow, 1964; Seyhan, 1977). Dalam manajemen bencana, respon cepat sangat dibutuhkan untuk menjelaskan dampak bencana. Pemetaan cepat dibutuhkan untuk respon tanggap darurat mitigasi bencana. Metode pemetaan banjir berdasarkan survey lapangan dan foto udara tidak mungkin atau sulit dilakukan karena kendala cuaca. Alternatif pilihan ditawarkan oleh teknologi penginderaan jauh (Brivio et al, 2002).

DAS Batanghari merupakan DAS kedua terbesar di Indonesia yang luasnya 4.747.954 Ha, meliputi 11 Kabupaten dan 1 kota yaitu Kabupaten Tanjungjabung Timur, Muaro Jambi, Batanghari, Bungo, Tebo, Sorolangon, Merangin, Kerinci dan Kota Jambi, sebagian lagi berada di Provinsi Sumatera Barat meliputi Kabupaten Dharmasraya, Solok, dan Solok Selatan. DAS tersebut didominasi tutupan lahan hutan, perkebunan, dan pertanian. Karakteristik banjir di DAS Batanghari cukup unik yaitu tergenangnya lama di daerah hilir, sekitar dua minggu. Hal ini disebabkan karena karakteristik DAS yang didominasi kemiringan lereng rendah. Kajian mengenai sebaran spasial banjir di DAS Batanghari perlu dilakukan untuk mitigasi bencana, menghitung kerugian ekonomi akibat banjir, kajian untuk perbaikan DAS dan untuk validasi pemodelan banjir. Untuk efisiensi tenaga dan biaya tanpa mengesampingkan keakuratan data maka dilakukan pemanfaatan data penginderaan jauh yaitu data citra satelit radar.

Data satelit penginderaan jauh telah banyak digunakan untuk pemetaan banjir di Indonesia tapi belum banyak yang menggunakan data radar. Keunggulan citra Satelit Synthetic Aperture Radar (SAR) adalah tidak terkendala cuaca, tutupan awan/asap/vegetasi dan beroperasi siang malam sehingga cocok untuk pemetaan bencana. Pada Gambar 1 dapat dilihat perbedaan mekanisme perekaman pada citra optik dan citra radar. Satelit optik menggunakan sensor pasif, energinya menggunakan sinar matahari sedangkan radar menggunakan sensor aktif yang tidak tergantung sinar matahari. Yulianto F et al (2015) telah melakukan penelitian deteksi genangan akibat banjir menggunakan citra radar dengan metode change detection di Karawang dengan hasil validasi yang memuaskan bila dibandingkan dengan survey lapangan. Citra radar yang dipakai adalah ALOS PALSAR yang berbayar, berbeda dengan penelitian yang menggunakan citra Sentinel-1 SAR yang dapat diunduh secara gratis di www.asf.alaska.edu. Begitu juga dengan Huang et al (2011) yang menggunakan RADARSAT untuk identifikasi banjir.



Gambar 1. Perbedaan Perekaman Citra Satelit Optik dan Radar

Citra Sentinel-1 SAR mempunyai kelebihan yaitu resolusi spasial dan temporalnya besar dibandingkan citra radar lainnya seperti NOAA, radarsat, dan lain lain. Keunggulan lainnya adalah tidak berbayar, berbeda dengan ALOS PALSAR. Sentinel mempunyai resolusi spasial 10 m dan resolusi spasial 6 hari tetapi tidak selalu lengkap (ascending/descending, VH/VV). Kekurangan dari citra ini adalah jalur terbangnya tidak teratur sehingga banyak area yang bertampalan pada tiap scene, dan ada area yang tidak tercakup. Ukuran file per scene juga besar sekitar 1 GB.

METODE PENELITIAN

ALAT:

1. Seperangkat komputer
2. Software:
 - SNAP
 - ArcGis 10.1

BAHAN:

1. Citra Sentinel-1 SAR perekaman 6 Desember 2016 (banjir)
2. Citra Sentinel-1 SAR perekaman 23 Januari 2017 (banjir)
3. Citra Sentinel-1 SAR perekaman 27 Februari 2017 (banjir)
4. Citra Sentinel-1 SAR perekaman 24 Maret 2017 (banjir)
5. Citra Sentinel-1 SAR perekaman 13 September 2016 (kering)
6. Peta Rupabumi Indonesia BIG Skala 1: 50.000

METODE

Pemetaan banjir menggunakan metode “*change detection*” sehingga memerlukan citra pada saat banjir dan pada saat kering. Tahapan ekstraksi informasi banjir adalah sebagai berikut:

1. Persiapan data: download citra di www.asf.alaska.edu
2. Koreksi radiometrik: *calibration, speckle filtering*
3. Koreksi geometrik
4. Binarisasi

5. Visualisasi RGB
6. *Change detection metode threshold classification*
7. Vektorisasi
8. Perhitungan luasan genangan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini dilakukan ekstraksi banjir dari citra radar sentinel, diutamakan adalah daerah sepanjang sungai Batanghari di bagian hilir (dataran rendah). Metode change detection yang dipakai memerlukan dua tanggal citra yaitu pada saat banjir (*post*) dan saat tidak banjir (*pre*) tetapi masih untuk menampilkan peta genangannya. Citra yang dipilih saat banjir adalah pada bulan Desember 2016 sampai Maret 2017 berdasarkan berita banjir di berbagai media, sedangkan citra saat kering yang dipilih adalah bulan September 2016. Cakupan yang dipilih adalah DAS Batanghari bagian hilir karena genangan banjir terkonsentrasi di daerah tersebut yang merupakan dataran rendah.

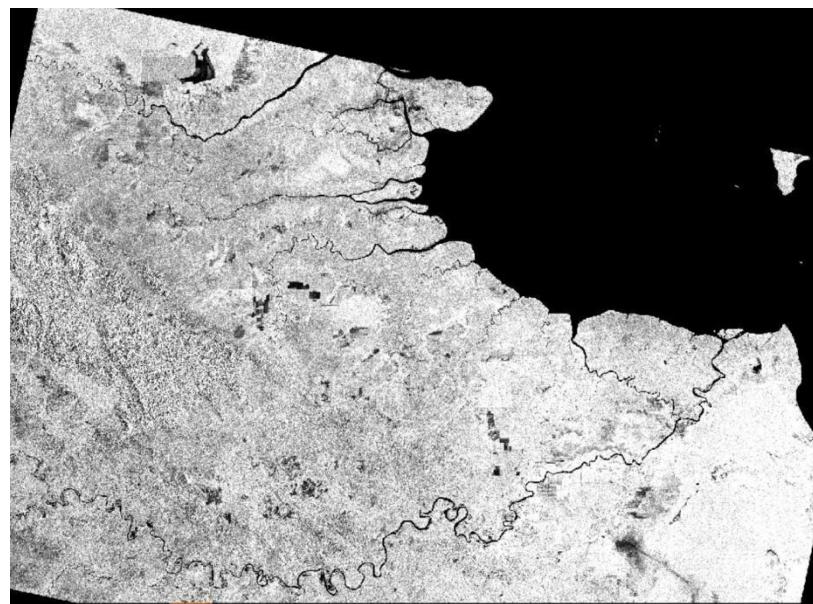
Tahapan yang dilakukan untuk ekstraksi citra radar sentinel ini cukup panjang. Citra didownload secara gratis di www.asf.alaska.edu yang sebelumnya harus mendaftar. Data per scene berupa .zip sebesar 1GB sehingga membutuhkan kapasitas penyimpanan yang besar untuk mengolah data ini. Tahap pertama setelah data diekstrak adalah koreksi radiometrik, filtering, dan koreksi geometrik. Contoh citra yang sudah terkoreksi ada pada Gambar 2. Koreksi radiometrik bertujuan untuk memperbaiki nilai piksel supaya sesuai dengan yang seharusnya dengan mempertimbangkan faktor gangguan atmosfer sebagai sumber kesalahan utama. Efek atmosfer menyebabkan nilai pantulan obyek dipermukaan bumi yang terrekam oleh sensor menjadi beda dengan nilai aslinya, tetapi menjadi lebih besar oleh karena adanya hamburan atau lebih kecil karena proses serapan. Distorsi dapat terjadi sewaktu akuisisi data dan transmisi atau perekaman detektor-detektor yang digunakan pada sensor. Koreksi geometrik bertujuan untuk mengoreksi kesalahan yang diakibatkan pergerakan satelit. Pada koreksi geometrik, komputer harus tersambung dengan jaringan internet untuk mengambil data *Ground Control Point* (GCP) nya. Dalam pengolahan ini dibutuhkan spek komputer yang mumpuni agar prosesnya berjalan cepat.

Change detection adalah proses identifikasi perbedaan obyek atau fenomena dengan mengobservasi benda tersebut pada waktu yang berbeda. Intinya adalah mengkuantifikasi efek temporal menggunakan data multi temporal (Singh, 1989). Metode ini dapat juga diaplikasikan untuk mendeteksi bencana alam seperti gempa, banjir, aliran batuan/lumpur, dan kebakaran hutan. Citra satelit SAR sangat sensitif terhadap perubahan karena bencana alam. Deteksi kerusakan dari citra satelit SAR membutuhkan data sebelum (*pre*) dan sesudah (*post*) bencana. Pada Gambar 3 dapat dilihat visualisasi RGB pre-post-post yang belum dapat dihitung luasan genangan banjir. Visualisasi ini cuma untuk mengetahui secara cepat sebaran genangannya dalam format raster.

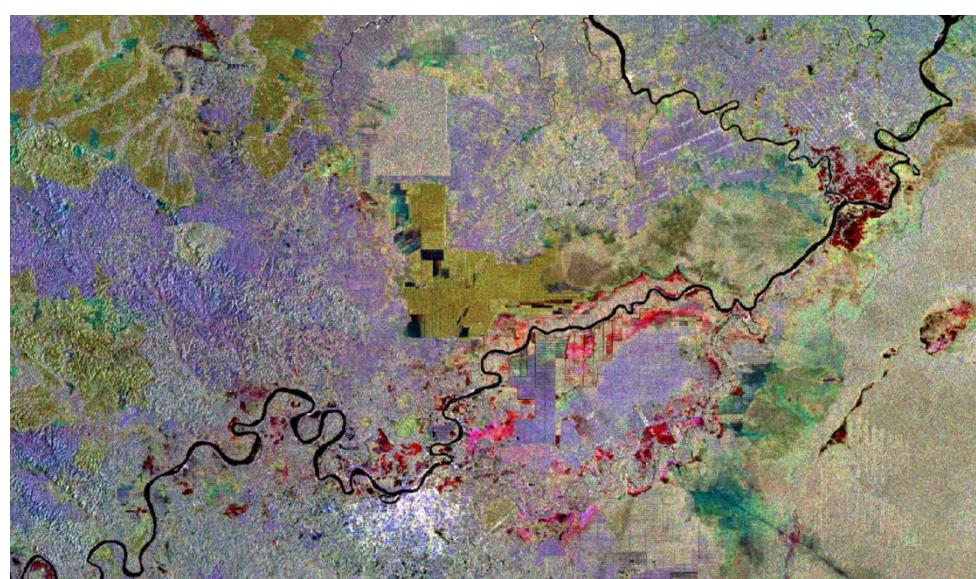
Hasil yang didapatkan adalah peta banjir genangan multi temporal yang dapat dilihat pada Gambar 4-7, sedangkan luasan genangan banjir per kecamatan dapat dilihat di Tabel 1. Dari keempat peta genangan banjir tersebut, dapat dilihat bahwa bulan Maret mempunyai genangan banjir paling luas, hal tersebut sesuai dengan data tinggi muka air di Stasiun Tanggo Rajo, Ancol, Kota Jambi.

Pada peta sebaran banjir tanggal 6 Desember 2016 dapat dilihat bahwa hanya sedikit area tergenang di daerah hilir. Kecamatan Taman Rajo dan Berbak mempunyai genangan terluas pada saat itu. Berdasarkan Peta Lahan Kritis, Kecamatan Taman Rajo tersebut tergolong agak kritis sedangkan Kecamatan Berbak termasuk potensial kritis dan sangat kritis. Peta Lahan Kritis dibuat oleh Balai Pengelolaan DAS Batanghari, Kementerian Kehutanan. Parameter penentu lahan kritis berdasarkan Permenhut Nomor P.32/Menhut-II/2009. Peta lahan kritis dibuat dengan metode skoring hasil dari tumpangsusun peta spasial penutup lahan, kemiringan lereng, tingkat bahaya erosi, produktivitas, dan manajemen.

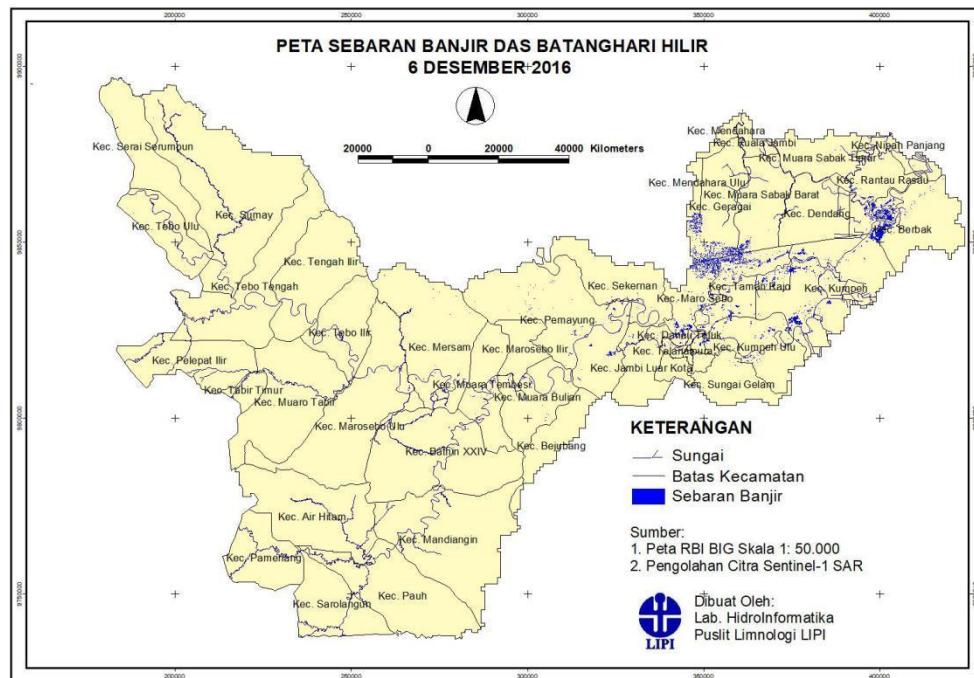
Pada peta sebaran banjir bulan Januari-Maret sebarannya meluas, terutama di sepanjang kanan kiri sungai Batanghari. Pada tanggal 23 Januari 2017 banjir meluas ke Utara sampai Kecamatan Pemayung dan paling Barat sampai ke Kecamatan Tebo Ilir. Penggunaan lahan yang terkena dampak banjir pun beragam seperti belukar, sawah, ladang, dan kebun/perkebunan. Genangan banjir meluas lagi pada tanggal 27 Februari 2017 sampai ke bagian Selatan yaitu Kecamatan Air Hitam dan Kecamatan Mandiangan. Permukiman di Kota Jambi mulai banyak terkena dampak banjir pada bulan Februari-Maret. Pada tanggal 24 Maret 2017 genangan makin banyak di bagian Selatan yaitu di Kabupaten Sorolangun dan bagian Utara di Kecamatan Pemayung.



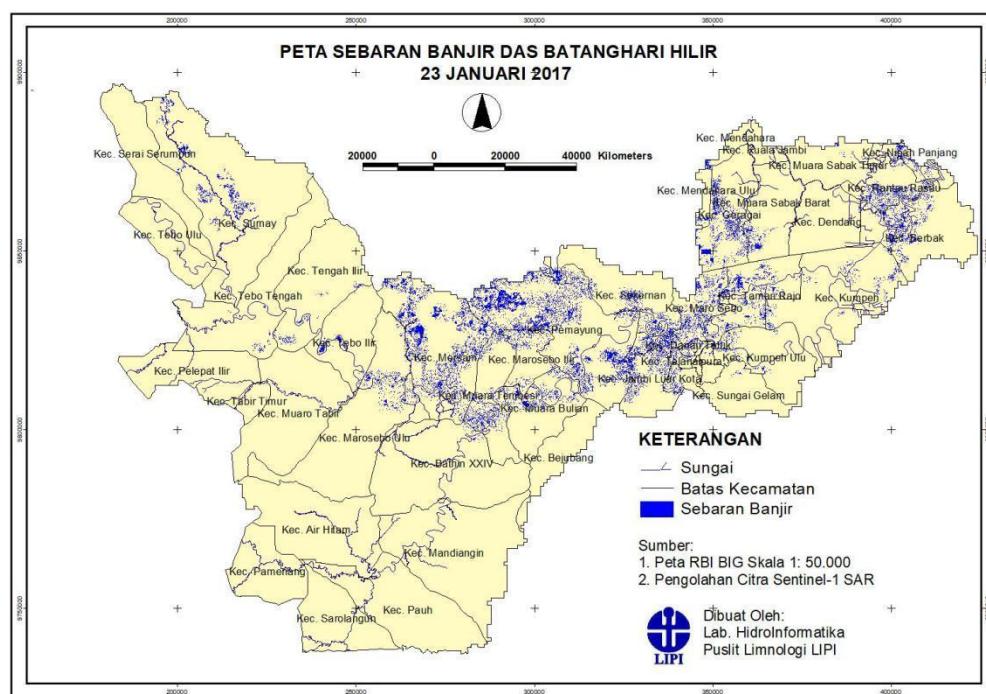
Gambar 2. Citra Sentinel-1 SAR yang Sudah Dilakukan Koreksi Radiometris dan Geometris



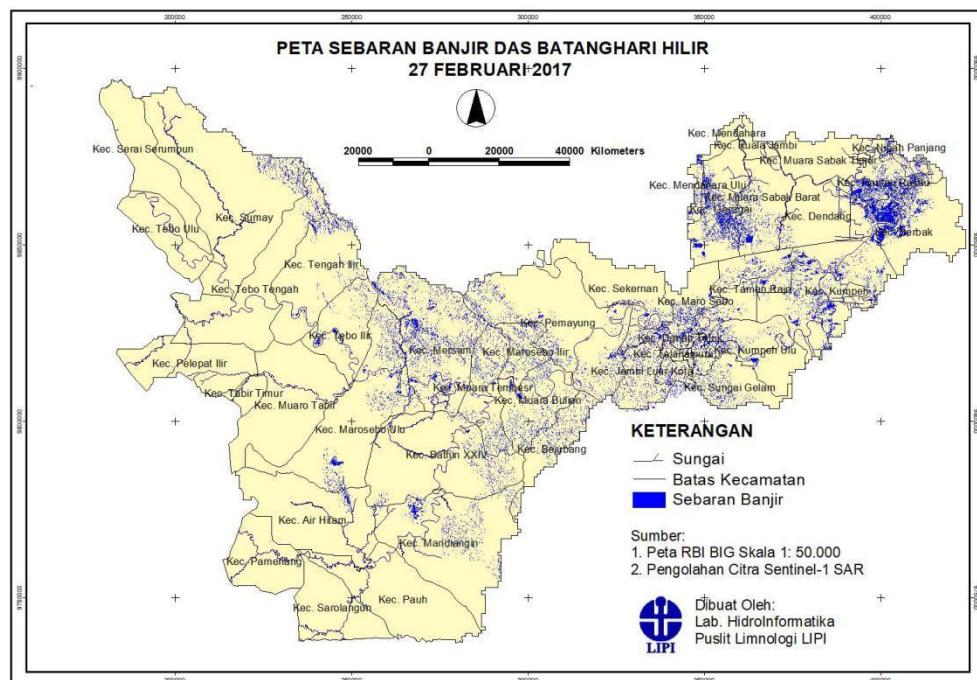
Gambar 3. Visualisasi Citra Sentinel-1 SAR format raster saat Banjir (warna merah) DAS Batanghari 6 Desember 2016 Menggunakan Metode Change Detection (RGB: pre-post-post).



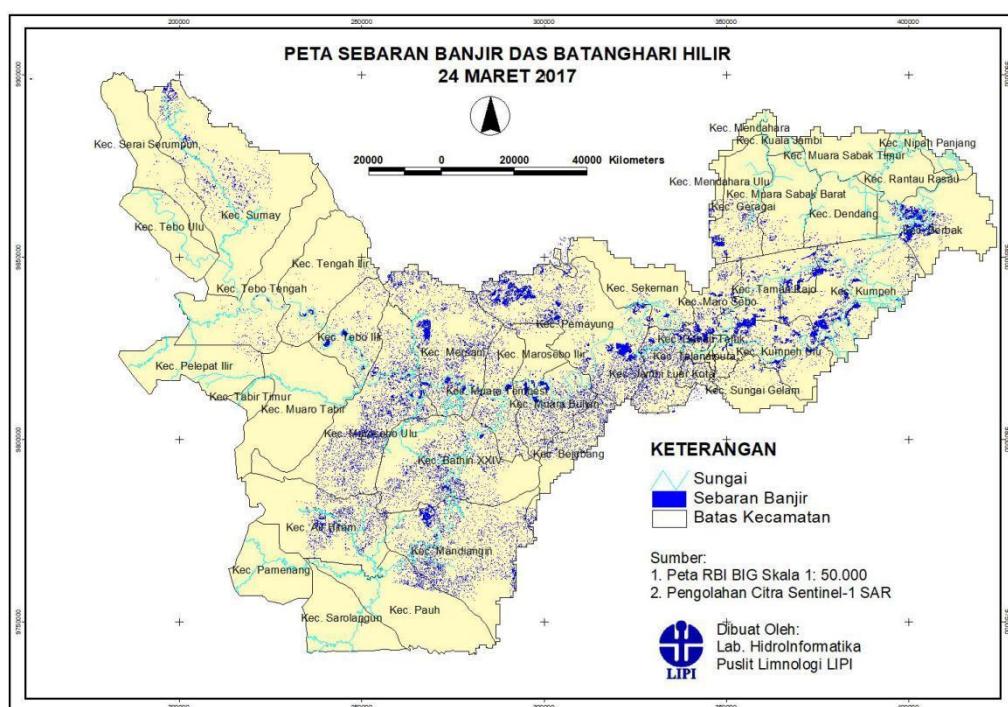
Gambar 4. Peta Sebaran Banjir DAS Batanghari Hilir Tanggal 6 Desember 2016



Gambar 5. Peta Sebaran Banjir DAS Batanghari Hilir Tanggal 23 Januari 2017



Gambar 6. Peta Sebaran Banjir DAS Batanghari Hilir Tanggal 27 Februari 2017

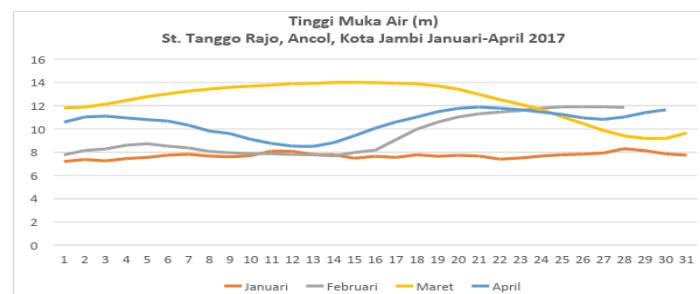


Gambar 7. Peta Sebaran Banjir DAS Batanghari Hilir Tanggal 24 Maret 2017

Tabel 1. Luas Genangan Banjir per Kecamatan

Kecamatan	Luas Genangan Banjir(Ha)			
	6 Desember 2016	23 Januari 2017	27 Februari 2017	24 Maret 2017
Bathin XXIV	25,84	204,78	2083,81	8391,65
Berbak	2891,67	3466,65	7975,61	4537,03
Danau Teluk	203,69	358,67	353,40	457,26
Dendang	10,58	59,18	573,16	189,77
Geragai	2237,37	4541,64	6053,98	2299,30
Jambi Luar Kota	101,94	4118,98	3807,30	5167,78
Jambi Timur	69,63	53,31	347,41	123,78
Kumpeh	2330,32	1452,65	7142,16	7237,64
Kumpeh Ulu	804,33	902,88	2405,20	4355,35
Maro Sebo	1961,81	3484,04	1975,57	2702,96
Marosebo Ilir	1,25	1575,62	1953,72	544,96
Marosebo Ulu	42,00	2007,92	4448,88	11870,30
Mendahara Ulu	156,19	352,58	703,54	215,10
Mersam	154,56	11518,90	8727,68	10418,00
Muara Bulian	212,82	2203,47	2932,23	5492,40
Muara Sabak Barat	439,93	1061,29	3078,19	611,00
Muara Tembesi	180,84	2818,53	2864,43	3256,09
Pelayangan	65,30	107,92	184,79	157,06
Pemayung	639,22	16283,80	4703,92	15052,60
Rantau Rasau	267,40	2695,23	5263,97	11,01
Sekernan	60,48	3263,65	880,28	1322,83
Sumay	4,83	3319,79	1906,82	3830,21
Sungai Gelam	44,24	96,21	1788,22	703,90
Taman Rajo	2907,15	3742,42	3228,39	3993,28
Tebo Ilir	13,79	557,21	1023,54	1934,44
Tebo Tengah	33,84	292,07	826,41	612,93
Telanaipura	53,76	261,04	222,61	248,43
Tengah Ilir	1,53	628,55	1718,02	674,99

Validasi sebaran spasial genangan banjir dilakukan dengan survey lapangan yaitu wawancara dengan penduduk dan dengan mencocokkan data sekunder tinggi muka air pada bulan yang sama. Grafik Tinggi Muka Air (TMA) di St. Tanggo Rajo, Ancol, Kota Jambi pada bulan Januari-April 2017 dapat dilihat pada Gambar 8 berikut ini. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa TMA tertinggi terjadi pada bulan Maret 2017, sesuai dengan peta hasil ekstraksi Citra Sentinel-1 SAR yang genangan banjirnya paling luas pada bulan Maret 2017.

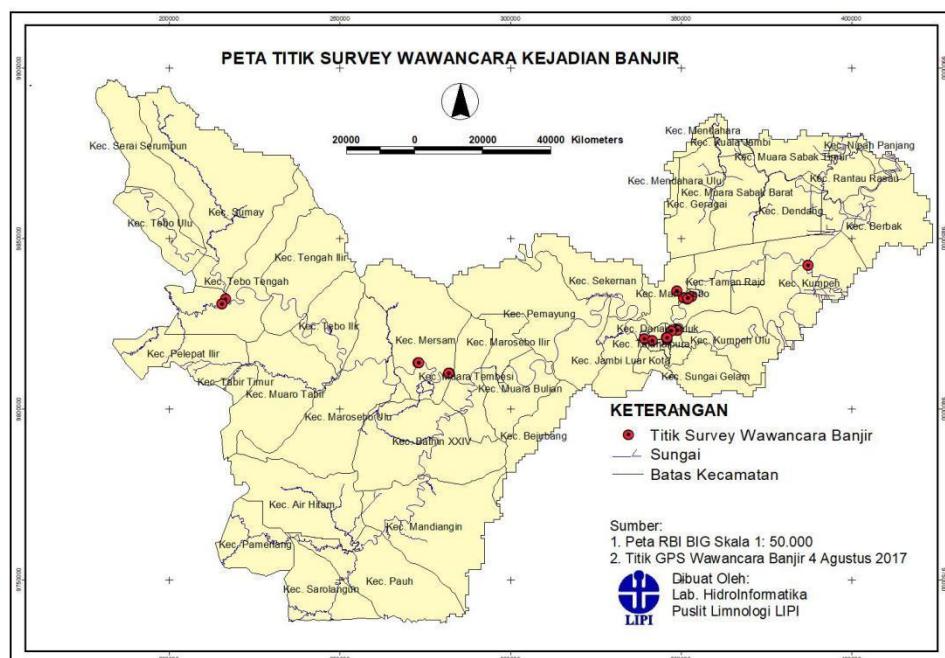


Gambar 8. Data TMA di Stasiun Tanggo Rajo, Ancol, Kota Jambi bulan Januari-April 2017

Pada saat survey lapangan tanggal 4 Agustus 2017, dilakukan juga wawancara kejadian banjir kepada penduduk untuk mengetahui sebaran banjirnya dan seberapa tinggi genangan airnya pada puncak banjir. Foto dapat dilihat pada Gambar 9, sedangkan peta titik koordinat wawancara dengan penduduk dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 9. Kiri: Banjir di Kota Jambi bulan Maret 2017. Kanan: Wawancara dengan penduduk tentang kejadian banjir pada Agustus 2017



Gambar 10. Peta Titik Survey Wawancara Kejadian Banjir

KESIMPULAN

Citra Sentinel-1 SAR sangat membantu dalam pemetaan spasial dan deteksi awal perubahan dinamika banjir. Dalam periode akhir tahun 2016 sampai awal tahun 2017, pertengahan bulan Maret merupakan banjir yang paling luas genangannya, hal tersebut didukung dengan grafik Tinggi Muka Air pada periode tersebut. Dalam periode tersebut, Kecamatan yang paling luas genangan banjirnya adalah Kecamatan Pemayung, Mersam, dan Marosebo Ulu.

UCAPAN TERIMAKASIH

Hasil penelitian yang dipublikasikan melalui tulisan ini merupakan bagian dari hasil Program Penelitian Unggulan LIPI, Sub-Program IV (Mitigasi Kebencanaan dan Perubahan Iklim, PI: Dr. Apip, M. Eng), yang berjudul “Evaluasi dan Proyeksi Dampak Perubahan Iklim terhadap Risiko Banjir dengan Presisi Tinggi untuk Penyusunan Konsep Mitigasi Bencana Banjir” yang dibiayai dengan menggunakan dana APBN LIPI tahun anggaran 2015 dan 2016.

DAFTAR PUSTAKA

Brivio PA, Colombo R, Maggi M, Tomasoni R. 2002. Integration of Remote Sensing Data and GIS for Accurate Mapping of Flood Areas. *International Journal Remote Sensing*. 23(3):429-441

Chow VT. 1964. *Handbook of Applied Hydrology: A Compendium of Water-Resources Technology*. McGraw-Hill Companies. New York.

Huang S, Cai X, Liu D. 2011. Change Detection Method Based on Fractal Model and Wavelet Transform for Multitemporal SAR Images. *International Journal Appl Earth Obs Geoinf*. 13:863-872.

Peraturan Dirjen Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Perhutanan Sosial Nomor: P. 4/v-SET/2013 Tentang Petunjuk Teknis Penyusunan Data Spasial Lahan Kritis.

Seyhan E. 1977. *Dasar-dasar Hidrologi*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Singh A. 1989. Digital Change Detection Techniques Using Remotely-Sensed Data. *International Journal Remote Sensing*. 10(6):989-100

Smith K, Ward R. 1998. *Flood: Physical Process and Human Impact*. Wiley, Chichester

Yulianto F, Sofan R, Zubaidah A, Sukowati K A D, Pasaribu J M, Komarudin M R. 2015. Detecting Areas Affected by Flood Using Multi-Temporal ALOS PALSAR Remotely Sensed Data in Karawang, West Java, Indonesia. *Journal of Natural Hazard*. 77:959-985