

PENGGUNAAN UAV UNTUK VALIDASI PETA RAWAN BANJIR DI KABUPATEN KUDUS DAN PATI

Jaka Suryanta

Badan Informasi Geospasial

Jl. Raya Jakarta Bogor Km 46 Cibinong

Telp: 87906041, fax: 87906041

ABSTRAK

Banjir terjadi karena hujan lebat, sebaran merata dan dalam durasi relatif lama pada suatu wilayah cekungan atau dataran. Menurut tempat kejadiannya banjir dikelompokkan menjadi empat jenis banjir yaitu banjir bandang, banjir kota, banjir pesisir, dan banjir sungai. Wilayah ini dapat dipetakan dengan bantuan citra satelit, foto udara, kemudian diintegrasikan dengan data SRTM, lanskap, ditambah historis kejadian banjir. Data historis kejadian banjir sangat jarang didokumentasikan dalam bentuk poligon atau suatu area yang menggambarkan sebaran genangan melainkan secara umum berupa titik-titik yang pernah tergenang. Seberapa luas genangan akan berubah tergantung pada besarnya intensitas dan lamanya hujan, dengan demikian validasi sangat ideal dilakukan ketika terjadi banjir besar yang akan menunjukkan batas-batas genangan. Penelitian ini bertujuan melakukan validasi peta rawan banjir daerah Pati dan Kudus yang sudah dipetakan tahun 2008, kemudian dilakukan validasi kembali saat terjadi banjir bulan Februari tahun 2014. Peralatan yang digunakan adalah GPS untuk melakukan pengamatan titik-titik batas tergenang dan pesawat UAV

untuk pengambilan foto udara pada wilayah tergenang. Dari foto UAV bisa di tunjukkan batas genangan banjir, sawah, dan permukiman yang terendam banjir. Berdasar pengamatan di lima stasiun hujan ditunjukkan bahwa curah hujan tahun 2008 intensitasnya hampir sama dengan yang terjadi pada tahun 2014 dengan pola sebaran banjir juga hampir sama. Setelah dilakukan pengamatan di beberapa titik dengan GPS dan foto UAV, peta masih menunjukkan ketelitian yang cukup baik.

Kata Kunci: Peta Rawan Banjir, Rawan Banjir, UAV

ABTRACT

Flooding occurs due to heavy rain, spread evenly and in a relatively long duration at a basin or plateau. According to a flood of events are grouped into four types, namely floods flash floods, flooding the city, coastal flooding, and river flooding. These areas can be mapped with the help of satellite images, aerial photographs and then integrated with SRTM data, landscape, plus historical flood events. Historical data is very rare flood events documented in the form of a polygon or an area that illustrates the distribution of inundation, but is generally in the form of dots are never stagnant. How widespread inundation will change depending on the magnitude of the intensity and duration of rainfall, so validation is ideal to do when a big flood that would show the limits of inundation. This study aimed to validate maps of flood-prone Pati and Kudus areas starch that has been mapped in 2008, then in doing validation back during floods in February 2014. The equipment used is the GPS to make observations points stagnant boundary and UAV aircraft for aerial photography on stagnant region. From the photos show the UAV can limit the floodwaters, fields and settlements are flooded. Based on observations in five rainfall stations indicated that the rainfall intensity in 2008 is almost equal to what happened in 2014 with the distribution pattern of flooding is also almost the same. After observation at some point with GPS and photos UAV, the map still shows good accuracy.

Keywords: Flood Prone map, Prone to Flood, UAV

1. PENDAHULUAN

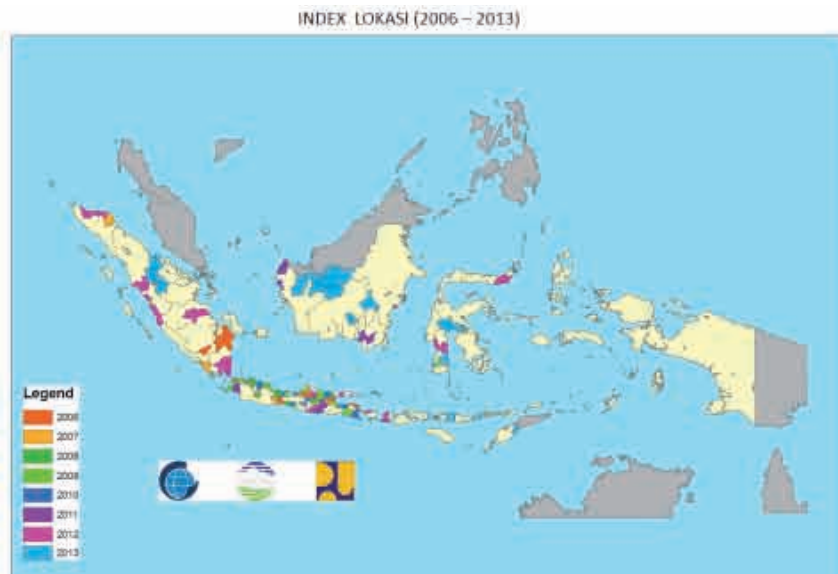
Indonesia sebagai negara tropis memiliki iklim kering dan basah. Pada musim basah terutama saat intensitas hujan tinggi kejadian banjir banyak terjadi di wilayah cekungan, dataran yang menyebabkan kerugian materi bahkan kehilangan jiwa. Penggunaan lahan wilayah ini umumnya sebagai daerah urban yang padat permukiman dan banyak infrastruktur penting. Peta rawan banjir memberikan informasi di mana wilayah rawan tinggi, sedang, dan rendah. Dengan dasar peta ini dapat dilakukan mitigasi rawan banjir dan lebih jauh untuk manajemen bencana alam agar risiko dan dampak dapat diminimalisasi.

Analisis rawan banjir yang banyak dilakukan selama ini bersifat kuantitatif atau hitungan hidrologis. Cara ini memerlukan tenaga dan waktu dalam usahanya inventarisasi data hidrologi misalnya data debit *time series* cukup panjang, data hujan, pengukuran penampang sungai, nilai kekasaran material dasar, perhitungan luapan, dan penyajian peta rawan banjir. Data spasial lain yang diperlukan yaitu peta topografi, peta lereng, jaringan drainase dan peta tanah, serta peta administrasi. Metode ini biasa digunakan dalam merancang bangunan air misalnya jembatan yang memerlukan perhitungan matematis rumit terutama dalam mengonversi luapan ke dalam luas genangan dan sering terkendala data yang tidak lengkap.

Badan Informasi Geospasial bekerja sama dengan Badan Meteorologi Geofisika dan Kementrian Pekerjaan Umum menyusun metode yang sederhana untuk melakukan pemetaan rawan banjir atau sebaran banjir. Metode ini menggunakan indikator data dari peta geomorfologi, peta penggunaan lahan, peta isohyets, dan histori kejadian banjir. Pada masing-masing *layer* peta terdapat indikator yang diberikan skor, kemudian dari keempat *layer* diinterseksikan hasil akir diklasifikasikan ke dalam tiga kelas dari tinggi sampai kelas rendah. Pemetaan rawan banjir sudah dilakukan dari tahun 2007 sampai 2013 pada 105 wilayah kabupaten/kota di Indonesia dengan tiga sebaran kelas kerawanan banjir yaitu tinggi, sedang, dan rendah.

Bunga Rampai Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh untuk Mitigasi Bencana Banjir

Peta yang sudah dibuat harus divalidasi atau direvisi kembali, karena dengan berubahnya waktu akan terjadi perubahan kondisi lahan yang memengaruhi sebaran genangnya. Peta rawan banjir di Pantura Jawa misalnya wilayah Bekasi, Subang, Pati, Kudus, Jepara, Pekalongan telah dipetakan tahun 2008 sehingga peta ini perlu ditinjau kembali sebaran banjirnya. Gambar berikut merupakan indeks wilayah yang sudah dipetakan dari tahun 2006 sampai 2013 untuk seluruh Indonesia. Ada beberapa cara untuk melakukan validasi, diantaranya dengan GPS langsung pengukuran dilapangan saat kejadian banjir, citra satelit, dan dengan foto udara. Masing-masing ada kelebihan maupun kekurangan sehingga penggunaan alatnya menyesuaikan kondisi lapangan dan tujuan yang akan diinginkan.



Gambar 1. Indek wilayah pemetaan rawan banjir tahun 2006 hingga 2013

Tujuan dan Sasaran

Maksud dari penelitian ini adalah melakukan uji validasi peta rawan banjir dengan bantuan pesawat UAV disaat kejadian banjir pada sebagian wilayah di Provinsi Jawa Tengah khususnya di Kabupaten Pati dan Kudus

Sasaran pengukuran :

- Pemetaan sebaran genangan banjir dengan pengukuran posisi batas batas koordinat GPS dilapangan.
- Luasan objek penggunaan lahan yang terdampak banjir.
- Pemotretan udara pada batas-batas tergenang dengan pesawat UAV dan pengukuran beberapa titik *ground* kontrol (GCP).

1. Wilayah penelitian

Pemilihan wilayah menyesuaikan dimana kejadian berlangsung dalam hal ini mengambil sampel Kabupaten Kudus dan Kabupaten Pati yang terjadi banjir pada akhir bulan Januari 2014 hingga pertengahan Februari belum sepenuhnya kering.

2. Peralatan dan data

- Data dan peta sebaran banjir Kabupaten Kudus dan Kabupaten Pati tahun 2008
- GPS Astek, Leika untuk titik ground control point dan GPS Garmin untuk navigasi
- Pesawat UAV lengkap dengan Navigasinya, spesifikasi UAV medium auto pilot, baling-baling, kamera *small* format.

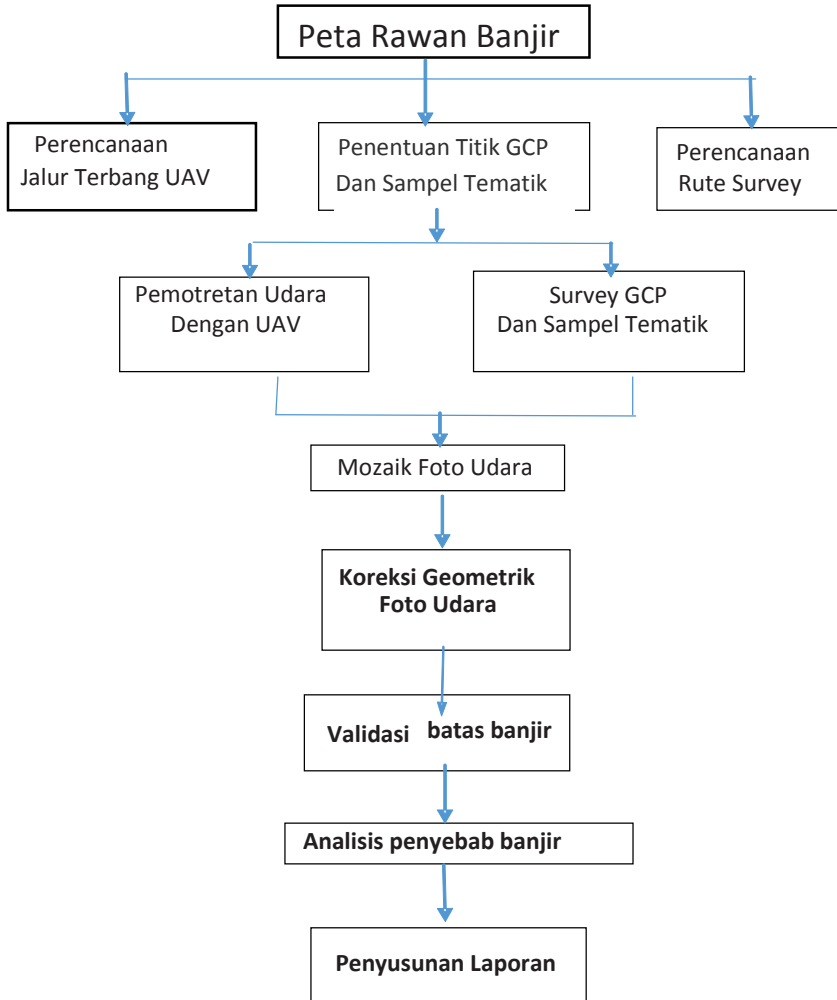
3. Jadwal pelaksanaan

Survei validasi dilakukan selama lima hari termasuk pengukuran titik koordinat GCP maupun pengambilan foto udara dengan pesawat UAV saat terjadi banjir di Pati dan Kudus tanggal 3 Februari sampai 8 Februari 2014.

2. METODE PENELITIAN

Wilayah rawan banjir meliputi 4 daerah rawan diantaranya banjir longsor, banjir sungai karena air meluap, banjir perkotaan karena drainase kurang baik, dan banjir di pesisir yang sangat dipengaruhi pasang dan surut (Junun S, 2013). Dari keempat jenis ini hanya banjir longsor yang cara pemetaannya berbeda, sedangkan tiga lainnya hampir sama dan kejadiannya saling terkait satu sama yang lainnya. Data yang diperlukan diantaranya data sistem lahan, SRTM/DTM, peta topografi, peta liputan lahan, data hujan, dan histori kejadian banjir. Dari hasil analisis yang sudah dilakukan diperoleh peta rawan banjir atau potensi banjir di wilayah Kudus dan Pati. Selanjutnya dilakukan validasi saat terjadi kejadian banjir dengan tahapan seperti diagram alir sebagai berikut.

Penggunaan UAV Untuk Validasi Peta Rawan Banjir
di Kabupaten Kudus dan Pati



Gambar 2. Diagram alir pemetaan rawan bencana banjir dan validasinya

Peta rawan banjir yang akan divalidasi adalah wilayah Pati dan Kudus dengan dasarian hujan bulan Februari tahun 2008, sedangkan kejadian hujan deras dan ekstrem terjadi pada akhir bulan Januari tahun 2014 dan menyebabkan banjir tanggal 29 sampai pertengahan Februari 2014.

Bunga Rampai Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh untuk Mitigasi Bencana Banjir

Perencanaan jalur terbang UAV berdasarkan peta banjir dengan memilih jalur terbang pada batas indikatif wilayah banjir. Titik acuan GCP biasanya memilih pada perempatan jalan atau sudut jalan di mana akan mudah dikenali pada foto udara. Penentuan tempat pendaratan dan mulai terbang pesawat menyesuaikan kondisi di lapangan dengan mempertimbangkan jarak pandang yang tidak terganggu, tidak terhalang bangunan atau jaringan kabel listrik, dan tidak terhalang pohon, serta arah angin.

Pemotretan udara dilakukan pada saat ketinggian pesawat mencapai 300 m dengan rute sesuai yang sudah ditentukan yaitu titik-titik batas indikatif banjir. Pesawat berjalan dengan kecepatan 12 sampai 15 m/detik rute autopilot, kamera pengambilan gambar otomatis.

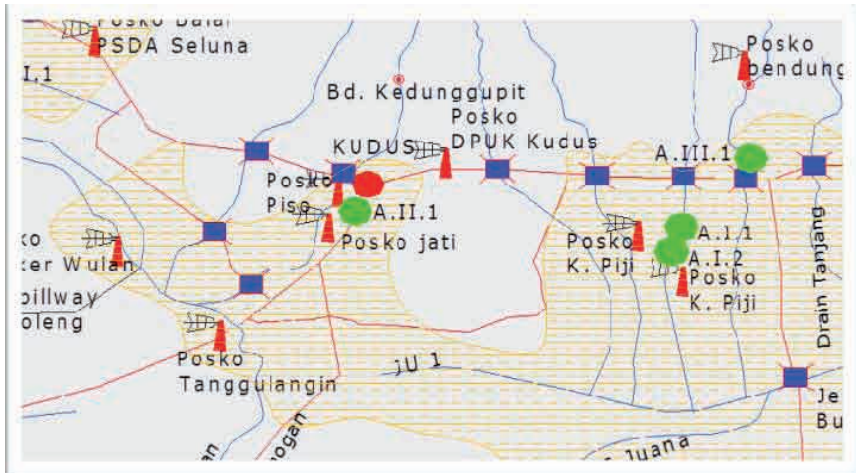
Mosaik foto udara merupakan gabungan foto-foto hasil ekposure dalam jumlah ratusan foto yang digabung menjadi satu. Setelah tergabung kemudian dilakukan koreksi geometri dengan mengacu pada titik-titik *ground* kontrol hasil pengukuran dengan GPS di lapangan. Koreksi dilakukan secara otomatis dengan bantuan *software*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Sampling Area

Pemilihan sampling area mempertimbangkan titik yang mudah dikenali dalam mengukur GCP dan merupakan area tidak terhalang pohon atau bangunan yang memudahkan pesawat untuk naik dan mendarat, bisa memilih jalan, lapangan, atau halaman. Area ini posisinya di sebelah timur terminal Kabupaten Kudus yang merupakan jalan *ring road* selatan.

Gambar 3 berikut adalah contoh *area of interest* pada peta yang akan divalidasi serta rencana rute penerbangan yang akan di lewati untuk pengambilan gambar.



Gambar 3. Sampling area wilayah tergenang

Pada sampel area tersebut ditunjukkan mana wilayah tergenang (arsir kuning) dan tidak tergenang (tidak berarsir) untuk mengetahui batas genangan banjir yang akan divalidasi.

3.2. Jalur Terbang

Pada jalur ini diberikan nomor urut yang menjadi petunjuk arah terbang sekaligus menjadi arah dalam pengambilan gambar. Jalur ini juga menjadi kontrol yang terbaca pada monitor komputer apakah pesawat masih dalam jalur atau keluar dari jalur.

Bunga Rampai Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh untuk Mitigasi Bencana Banjir



rute jalur terbang

Gambar 4. Penentuan rute jalur terbang

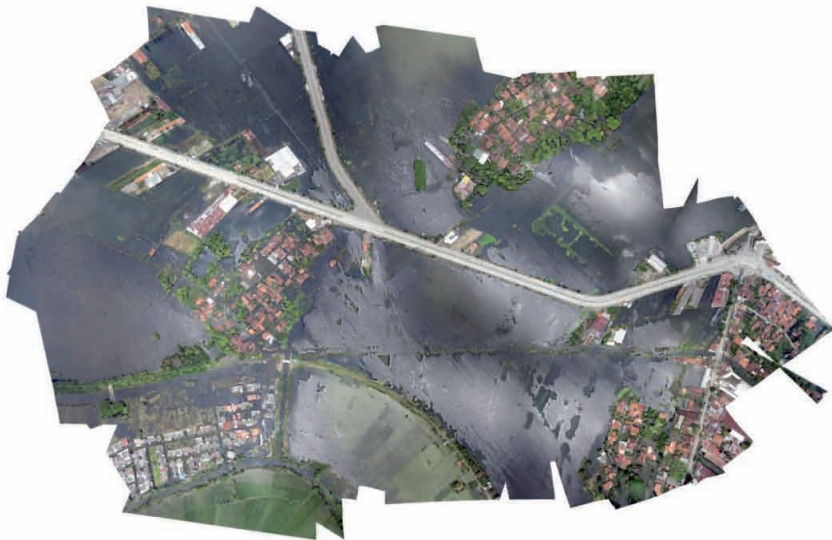
Perencanaan jalur terbang UAV berdasarkan peta banjir dengan memilih jalur terbang pada batas indikatif wilayah banjir. Sedangkan acuan titik GCP biasanya memilih pada perempatan jalan atau sudut jalan dimana akan mudah dikenali melalui foto udara. Penentuan tempat pendaratan dan mulai terbang pesawat menyesuaikan kondisi di lapangan dengan mempertimbangkan jarak pandang yang tidak terganggu, tidak terhalang bangunan atau jaringan kabel listrik, dan tidak terhalang pohon, serta arah angin yang tidak mudah berubah-ubah.

Pemotretan udara dilakukan pada saat ketinggian pesawat mencapai 300 m dengan rute sesuai yang sudah ditentukan yaitu titik-titik batas indikatif banjir. Pesawat berjalan dengan kecepatan 12 sampai 15 km/detik rute autopilot, kamera pengambilan gambar otomatis. Skala foto merupakan panjang fokus kamera dibagi tinggi terbang ($S = F/H$) dalam hal ini skala hasil pemotretan kurang lebih 1:3.000 namun karena foto digital bisa di plot ke dalam peta dasar pada skala yang berbeda. Mosaik foto udara

merupakan gabungan foto-foto hasil exposure dalam jumlah ratusan foto yang digabung menjadi satu. Setelah tergabung kemudian dilakukan koreksi geometri dengan mengacu pada titik-titik *ground control* hasil pengukuran dengan GPS di lapangan. Koreksi dilakukan secara otomatis dengan bantuan *software*.

3.3. Foto dan Mozaik Foto

Hasil mosaik foto direktifikasi dengan bantuan data *ground control point* hasil pengukuran di lapangan minimal tiga titik, semakin banyak titik kontrol akan semakin akurat.



Gambar 5. Contoh hasil mosaik foto wilayah tergenang air

Foto saat kejadian banjir ini jaringan irigasi dan petak-petak sawah tidak kelihatan karena penuh dengan genangan air, bisa dibandingkan pada citra saat tidak terjadi banjir petak sawah kelihatan jelas dan saluran irigasi juga terlihat sangat jelas. Jalan kecil juga banyak tertutup air, sedangkan jalan utama karena tinggi tidak tergenang air.

3.4. Validasi Peta Rawan Banjir

Validasi peta rawan banjir dilakukan dengan beberapa titik GCP dan beberapa titik GPS navigasi, pada Gambar 6 titik GCP disimbolkan bintang merah dan GPS lingkaran hijau sedangkan genangan banjir berwarna biru muda. Titik posko pengungsian di plot pada peta berbentuk segitiga biru. Tabel 1 berikut merupakan data hasil pengukuran GCP, posisi posko dan titik-titik batas banjir.

HASIL VALIDASI WILAYAH TERGENANG AIR PADA TGL 28 JANUARI–5 FEBRUARI 2014



Gambar 6. Peta genangan banjir di Kabupaten Pati dan Kudus

Tabel 1. Koordinat GCP hasil pengukuran di lapangan

No	Lokasi	X Koordinat	Y koordinat
1	Kudus	481486.0637	9243872.6325
2	Kudus	480898.6119	9243695.0039
3	Kudus	485524.5551	9244310.7657
4	Kudus	485440.5959	9243800.4824

Penggunaan UAV Untuk Validasi Peta Rawan Banjir
di Kabupaten Kudus dan Pati

Tabel 1. Koordinat GCP hasil pengukuran di lapangan (lanjutan)

No	Lokasi	X Koordinat	Y koordinat
5	Kudus	485994.7477	9243912.5260
6	Pati	505940.3840	9251878.6009
7	Pati	505921.4641	9249712.0501
8	Pati	503924.3091	9249913.7325
9	Pati	504892.4775	9251010.7401
10	Pati	506880.0879	9250223.2017

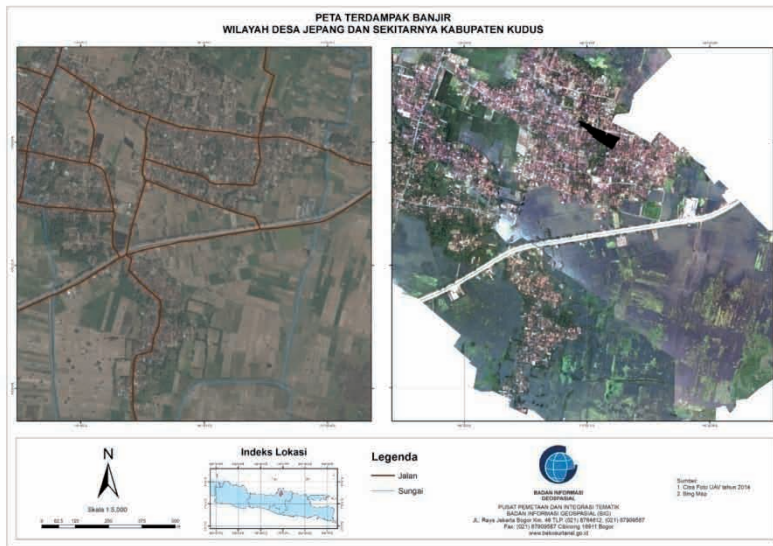
Sumber : pengukuran di lapangan 2014



Gambar 7. Sampling area foto dengan UAV dan batas genangan

Dua wilayah sampel area hasil pemotretan dengan UAV digunakan untuk memvalidasi batas genangan, yaitu di Desa Tanjunggemuk (sampel 1) dan Desa Bancak (sampel 2). Gambar 7 foto sangat jelas bisa ditunjukkan bahwa wilayah tersebut tergenang air, petak-petak sawah tidak kelihatan, saluran irigasi penuh air, jalan-jalan kecil tidak kelihatan karena tergenang air, jalan *ring road* tetap jelas karena tidak tergenang, batas wilayah tergenang dan tidak tergenang secara visual bisa dibedakan. Gambar berikut (perbesaran sampel 2) adalah perbandingan citra tidak ada banjir dan foto udara UAV saat terjadi banjir.

Bunga Rampai Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh untuk Mitigasi Bencana Banjir



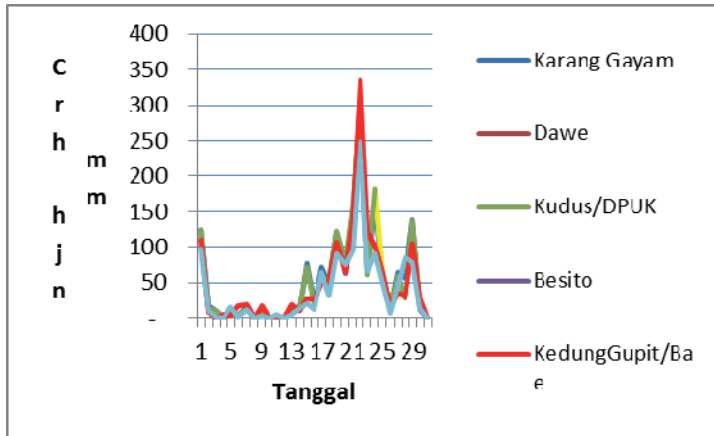
Gambar 8. Perbandingan antara citra tidak banjir dan foto UAV saat banjir

3.5. Banjir dan penyebabnya

Banjir di Kudus dan Pati selalu berulang setiap tahun pada musim hujan dengan luasan tergenang yang selalu berbeda dengan pola sebaran yang berbeda pula. Hal ini ditentukan oleh di mana daerah yang terjadi hujan lebat dan seberapa luas cakupan serta intensitasnya. Data pada Table 3.5. berikut merupakan curah hujan yang terjadi dari tanggal 1 Januari 2014 sampai 31 Januari 2014, terukur di 6 stasiun yang tersebar di Kudus dan sekitarnya.

Dari tabel tersebut diketahui selama 31 hari terjadi hujan terus menerus dan pada tanggal 20 sampai 24 intensitasnya sangat lebat bahkan klimaks terjadi pada tanggal 22 curah hujan sangat ekstrem mencapai diatas 300 mm/hari tercatat di enam stasiun hujan. Gambar grafik berikut menunjukkan fluktuasi curah hujan yang terjadi selama 31 hari.

Penggunaan UAV Untuk Validasi Peta Rawan Banjir di Kabupaten Kudus dan Pati



Gambar 9. Fluktuasi hujan harian di 6 stasiun di Kabupaten Kudus dan Pati

Kejadian hujan ekstrem menyebabkan terjadinya longsor di Kecamatan Gebog pada beberapa titik di hulu Gunung Muria. Luasan terdampak akibat genangan banjir di Kabupaten Pati dan Kudus bulan Januari dan Februari tahun 2014 dalam beberapa hari berakumulasi menjadi debit puncak banjir di beberapa sungai diantaranya Sungai Tunggul, Gelis, Dawe, Piji, Logung, Sani, Bapon yang semuanya akan bergabung pada Sungai Juana.

Tabel 2. Luasan terdampak akibat genangan banjir di Kabupaten Pati dan Kudus

NO.	PENUTUP LAHAN	LUAS(M2)	LUAS(HA)	LUAS(KM2)	Prosen
1	KUDUS	155,272,605.0	15,527.3	155.3	34.1
	Air Danau / Situ	6,839.1	0.7	0.0	
	Air Tawar Sungai	664,224.6	66.4	0.7	
	Padang Rumput	3,088,692.4	308.9	3.1	
	Perkebunan / Kebun	3,570,940.4	357.1	3.6	
	Permukiman dan Tempat Kegiatan	3,234,464.6	2,323.4	23.2	
	Sawah	118,893,754.0	11,889.4	118.9	
	Sawah non irigasi	5,006,925.6	500.7	5.0	

**Bunga Rampai Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh
untuk Mitigasi Bencana Banjir**

Tabel 2. Luasan terdampak akibat genangan banjir di Kabupaten Pati dan Kudus (lanjutan)

NO.	PENUTUP LAHAN	LUAS(M2)	LUAS(HA)	LUAS(KM2)	Prosen
	Tegalan / Ladang	806,764.4	80.7	0.8	
2	PATI	236,349,795.6	23,635.0	236.3	14.7
	Air Empang	63,334,082.6	6,333.4	63.3	
	Air Penggaraman	7,972,880.6	797.3	8.0	
	Air Tawar Sungai	1,973,386.8	197.3	2.0	
	Padang Rumput	5,777,117.8	577.7	5.8	
	Pasir / Bukit Pasir Laut	15.3	0.0	0.0	
	Perkebunan / Kebun	378,405.1	37.8	0.4	
	Permukiman dan Tempat Kegiatan	18,670,173.7	1,867.0	18.7	
	Sawah	127,232,833.6	12,723.3	127.2	
	Sawah non irigasi	7,369,969.2	737.0	7.4	
	Tegalan / Ladang	3,640,930.8	364.1	3.6	

Genangan di sungai Juana yang meluap ke sawah, permukiman, jalan, dan fasilitas yang lain ini dipetakan sebagai peta banjir seperti ditunjukkan pada gambar citra satelit.

Luas terdampak banjir cukup besar dan menimbulkan kerugian materi yang cukup banyak, baik materi tergenang langsung maupun kerugian ekonomi tidak langsung akibat jalur jalan terputus. Wilayah tergenang di kabupaten kudus kurang lebih 34,1% di dominasi daerah permukiman 2.323,4 ha, sawah irigasi 11.889,4 ha dan non irigasi 500,7 ha, kebun 357 ha, dan lading 80,7 ha. Permukiman di daerah ini secara umum mempunyai tingkat kepadatan bangunan rendah sampai sedang yaitu antara 11 sampai 40 unit bangunan tiap hektar. Jika diambil rata-rata 20 unit tiap hektar maka rumah yang terkena dampak banjir mencapai 46.460 unit. Sedangkan kerugian pertanian terjadi bila sawah sedang ditanami padi atau palawija, sayur, dan lainnya. Menurut informasi penduduk pada umumnya sawah sering puso karena penduduk cukup memahami bahwa pada bulan Januari sampai Februari sering terjadi genangan banjir, untuk itu sawah belum ditanam padi.

Wilayah tergenang di Kabupaten Pati kurang lebih 14,7% didominasi daerah permukiman 1.867 ha, sawah irigasi 12.723,3 ha dan non irigasi 737.0 ha, kebun 37,8 ha, dan ladang 364,1ha, tambak/empang 6.333,4 ha. Jika permukiman di daerah ini secara umum mempunyai tingkat kepadatan bangunan sama dengan di Kudus maka rumah yang terendam mencapai 37.340 unit rumah.

Menurut pengamatan di lapangan saat banjir, kondisi lingkungan daerah Pati dan Kudus secara umum jalan-jalan protokol banyak yang tergenang karena drainase di sekitarnya tidak mencukupi atau banyak tersumbat. Saluran irigasi meluap dimungkinkan sudah terjadi pendangkalan atau memang meluap karena debit sangat tinggi. Anak sungai dan sungai utama semuanya meluap sehingga menyebabkan beberapa tanggul jebol dan rusak sehingga perlu di inventarisasi untuk diperbaiki.

3.6. Sistem DAS di Kudus dan Pati.

Pati dan Kudus merupakan bagian dari Daerah Aliran Sungai Lusi, Serang, Wulan, dan Juana sehingga banjir yang terjadi ditentukan oleh sistem DAS dan curah hujan di daerah DAS Seluna tersebut. Pada saat kejadian banjir tanggal 27 Januari sampai 4 Februari 2014 di informasikan pengelola BBWS bahwa Sungai Lusi dan Serang alirannya dalam kondisi normal sehingga jelas bisa disimpulkan bahwa banjir besar berasal dari aliran sungai-sungai yang berasal dari Gunung Muria dan utara Perbukitan Kendeng.

Adapun kondisi DAS adalah sebagai berikut, Hulu Sungai Serang di Gunung Merbabu dengan *catchment area* 937 km², panjang 128.7 km, hulu Sungai Lusi di Pegunungan Kapur Utara mempunyai *catchment area* 2,057 km² panjang sungai 82 km, kedua sungai ini bertemu di daerah Penawangan (Purwodadi), diatur dalam dua pintu di bendung Wilalung, yaitu Sungai Wulan dan Sungai Juana. Panjang Sungai Juana dari pintu Wilalung sampai ke muara 62.50 km. Sungai Wulan dari pintu Wilalung sampai ke muara mempunyai panjang 49.80 km

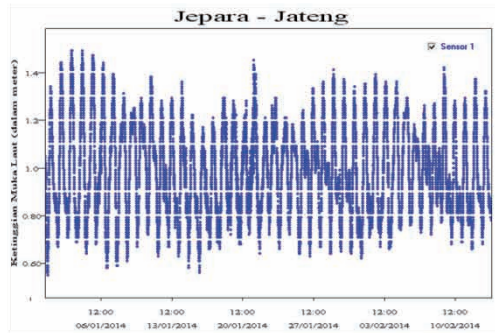
Bunga Rampai Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh untuk Mitigasi Bencana Banjir

Kejadian banjir yang hampir sama terjadi pada tahun 2008, akibat dari tanggal 13, 14, dan 15 Februari terjadi hujan dengan intensitas sangat lebat sebesar 324 mm di R72 Sta. Kedung Gupit, 324 mm/ R72 Sta. Tanjungrejo dan 377 mm/R72 Sta. Karang Gayam. Kejadian ini menyebabkan pola genangan banjir yang hampir sama, namun luasannya lebih kecil dibanding kejadian tahun 2014 seperti Gambar 10 berikut.



Gambar 10. Wilayah tergenang banjir tahun 2008 di sws Seluna (sumber BBWS Jratun seluna)

Kejadian tahun 2014 lebih luas karena curah hujan lebih merata dengan intensitas sangat lebat yaitu diatas 300 mm/hari dengan genangan yang lebih lama, waktunya bisa mencapai 10 sampai 15 hari di bagian hilir Juana. Menurut data pengamatan pasang surut di stasiun terdekat yaitu di Stasiun Jepara saat terjadi banjir bersamaan dengan terjadinya pasang air laut naik rata rata 1,5 m antara tanggal 27 Januari sampai 6 Februari ditunjukkan pada Gambar 11 berikut.



Gambar 11. Grafik pasang surut di Stasiun Jepara bulan Januari dan Februari tahun 2014 (Sumber: BIG)

Dari model lamanya tergenang bisa diperkirakan bahwa banjir di muara Kali Juana sangat dipengaruhi pasang dan surut laut sehingga pengelolaan muara sungai harus mempertimbangkan hal ini. Dengan kejadian banjir di Pati dan Kudus ini semua tipe banjir telah terjadi, yaitu dari longsor karena banjir bandang, banjir kota, banjir luapan sungai, dan banjir pesisir. Namun yang saling terkait di daerah ini adalah banjir kota, luapan sungai, dan pesisir.

KESIMPULAN

1. Pesawat UAV medium bisa dimanfaatkan dalam menginventori wilayah banjir maupun kondisi lingkungan suatu daerah pada skala 1:5000 sampai skala 1:2.000,
2. Foto udara hasil pemotretan bisa untuk memilah wilayah yang tergenang dan tidak tergenang namun supaya tepat sarasannya harus direncanakan dengan baik sebelum dilakukan penerbangan
3. Foto udara juga bisa untuk menginventarisasi adanya saluran irigasi yang tertutup air penuh dan membedakan petakan sawah yang tergenang dan tidak tergenang.
4. Dengan foto ini bisa diketahui dengan jelas jalan yang tergenang air dan jalan yang tidak tergenang air.

Bunga Rampai Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh untuk Mitigasi Bencana Banjir

5. Banjir yang terjadi pada tahun 2014 memiliki pola yang hampir sama dengan kejadian tahun 2008 sehingga ada kemungkinan berulang pada masa yang akan datang.
6. Dapat diperkirakan penyebab banjir adalah sebagai berikut:
 - Curah hujan tinggi bahkan ekstrem yaitu diatas 300 mm/hari dan merata
 - Kapasitas sungai dan saluran drainase terlampaui (diamati saat orientasi di lapangan)
 - Perubahan penggunaan lahan tanpa diimbangi pengganti fungsi resapan
 - Terjadi erosi dan sedimentasi yang menyebabkan pendangkalan sungai secara cepat
 - Pemanfaatan bantaran sungai yg kurang sesuai peruntukan
 - Prasarana pengendali banjir yang belum dioptimalkan
 - Genangan banjir Sungai Juana dipengaruhi pasang surut laut, sehingga penurunan genangan cukup lama terkait pasang laut setinggi 1,5 m dari tanggal 28 Januari sampai tanggal 7 Februari 2014.

DAFTAR PUSTAKA

- Suryanta, J. 2008. Pemetaan Multirawan Bencana Alam. Bakosurtanal, Bogor, Indonesia.
- Sartohadi, J. 2012. Pemetaan Wialayah Rawan Banjir Dengan Pendekatan Bentang Lahan. UGM Yogyakarta.
- Leopold, L.B., Wolman, M.G. and Miller, J.P. 1964. *Fluvial Processes in Geomorphology*. San Francisco, California: W.H. Freeman
- Moore, O.K. and North, G.W. 1974. Flood inundation in the Southeastern United States from aircraft and satellite imagery. *Water Resources Bulletin*, 10, (5): 1082–1096.

- Nurwadjadi. 2005. Penyusunan Basis data Geospasial Daerah Rawan Banjir: Tinjauan dari aspek geomorfologis.
- Pidwiny, M. 2006. *The Drainage Basin Concept. Fundamental of Physical Geography, 2nd Edition*. Colombia: University of British
- Ray K.Linsley, JR. 1996. *Hydrology for Engginering*.
- Seminar sehari dalam rangka hari meteorologi Dunia ke-55 tahun 2005 Jakarta. Kerjasama WMO, BMG, dan ITB.
- Spesifikasi pemetaan rawan banjir. 2012. Pusat Pemetaan Integrasi Tematik, Badan Informasi Geospasial. Bogor, Indonesia.
- Thornbury, W. D. 1969. *Principles of Geomorphology*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Van Zuidam, R.A. and V. Z. Cancelado. 1979. Terrain analysis and classification using aerial photographs: a geomorphological approach. ITC textbook. International Institute for Aerial Surey and earth sciences. Enschede, The Netherlands