

## PENGEMBANGAN MODEL IDENTIFIKASI DAERAH TERGENANG (*INUNDATED AREA*) MENGGUNAKAN DATA LANDSAT-8

Wiweka<sup>\*)</sup>, Suwarsono<sup>\*)</sup>, Jalu T Nugroho<sup>\*)</sup>  
<sup>\*)</sup>Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, LAPAN  
 e-mail: wiweka@lapan.go.id

### Abstract

Rapid mapping of flood inundation as one of the duties that must be produced by a team of disaster response in order to generate information on the extent, height, and volume of inundation. Selection of Landsat 8 spectral sensitivity associated with the presence of a pool of water as the main parameter in the identification, in this study a method adapted to modify the available band remote sensing image is NDWI, MNDWI, NWI. Based on calculations, the object has a land surface spectral response varies at the time of the flood (stagnant water) and flood (dry/not flooded). In vegetated areas, a flood occurs when an increase in reflectance values in the canals appeared (bands 1-4 OLI). In contrast to the canals Infrared (NIR, SWIR, MIR) has decreased. This condition is different for ground objects (open land), where both the visible and infrared spectrum decreased. A variable has a good ability to detect if an object has a value normalize distance  $> 1$ . Based on the results of the calculation can be seen that all the variables (NDWI<sub>(Gao)</sub>, NDWI<sub>(Mc Feeters)</sub>, MNDWI<sub>(Xu)</sub>, NWI<sub>(Haibo)</sub>) has good ability in detecting inundation (value  $> 1$ ). In this paper, a method of change detection with variable water index (NDWI and equations modifications) can be used as a basis for the identification of flooded areas .

**Key Words:** *Inundated, Flood, Landsat 8, Band Ratio, Water Index*

### Abstrak

Pemetaan cepat genangan banjir sebagai salah satu tupoksi yang harus dihasilkan oleh team reaksi bencana agar dapat menghasilkan informasi mengenai luas, ketinggian, dan volume genangan. Pemilihan sensitivitas spektral Landsat 8 terkait dengan keberadaan air suatu genangan sebagai parameter utama dalam identifikasi, dalam penelitian ini memodifikasi metoda disesuaikan dengan band yang tersedia citra penginderaan jauh yaitu NDWI, MNDWI, NWI. Berdasarkan hasil perhitungan, obyek permukaan lahan mempunyai respon spektral yang bervariasi pada saat banjir (tergenang air) dan tidak banjir (kering/tidak tergenang air). Pada daerah bervegetasi, pada saat banjir terjadi peningkatan nilai reflektansi di kanal-kanal tampak (band 1 – 4 OLI). Sebaliknya untuk kanal-kanal Inframerah (NIR, SWIR, MIR) mengalami penurunan. Kondisi ini berbeda untuk obyek tanah (lahan terbuka), dimana baik pada spektrum tampak maupun inframerah mengalami penurunan. Suatu variabel memiliki kemampuan yang baik dalam mendeteksi obyek apabila memiliki nilai *Normalize Distance*  $> 1$ . Berdasarkan hasil perhitungan dapat diketahui bahwa semua variabel (NDWI<sub>(Gao)</sub>, NDWI<sub>(Mc Feeters)</sub>, MNDWI<sub>(Xu)</sub>, NWI<sub>(Haibo)</sub>) memiliki kemampuan yang baik dalam mendeteksi genangan banjir (nilai  $> 1$ ). Dalam makalah ini, metode *change detection* dengan variabel *water index* (NDWI dan persamaan-persamaan modifikasinya) dapat dipergunakan sebagai dasar untuk identifikasi daerah tergenang banjir.

**Kata Kunci :** *Genangan, Banjir, Landsat 8, Band Ratio, Water Index*

## 1. Pendahuluan

Bencana banjir merupakan isu utama di Indonesia karena sering terjadi di musim penghujan pada beberapa wilayah Indonesia. Delineasi luas genangan banjir diperlukan secara cepat sebagai informasi spasial penting untuk mendukung tanggap darurat bencana. Bencana banjir sering menyebabkan kerusakan baik secara fisik, ekonomi, dan sosial budaya. Tuntutan perkembangan teknologi informasi seringkali memunculkan tantangan, yaitu bagaimana distribusi daerah yang terkena banjir dapat ditentukan dengan lebih cepat, tepat, dan akurat. Selain itu, daerah manakah daerah yang terkena banjir. Hal ini terkait erat dengan kondisi tutupan lahan dan infrastruktur yang terkena dampak banjir. Data penginderaan jauh diharapkan dapat digunakan untuk mendukung upaya penanggulangan banjir. Salah satu upaya adalah untuk memberikan informasi yang cepat dan akurat mengenai daerah yang terkena banjir. Salah satu dari beberapa metode deteksi banjir didasarkan pada penginderaan jauh yang dapat digunakan adalah menggunakan variabel indeks air.

Ada banyak penelitian sebelumnya yang mencoba untuk menggunakan data penginderaan jauh untuk mengidentifikasi daerah genangan. Anersen et al. (2013) telah mencoba sebuah metode untuk memantau variasi luas banjir menggunakan ALOS ScanSAR gambar, diuji di dataran banjir Danau Curuai, Sungai Amazon bagian bawah, Brasil. Dalam penelitian ini, dua belas *scene* ScanSAR diperoleh antara tahun 2006 dan 2010, termasuk tujuh selama tahun 2007. Penelitian ini menerapkan sebuah metode hirarki, algoritma klasifikasi berbasis obyek, dan mampu memetakan jenis tutupan lahan dan status banjir di wilayah studi.

Ordoyne, et al. (2008) telah mencoba menggunakan data MODIS untuk mengkarakterisasi pola genangan musiman di Florida Everglades. Dalam studi tersebut, model empiris untuk memprediksi genangan permukaan di Everglades diestimasi dengan menggunakan data MODIS yang dikalibrasi dengan data tinggi permukaan air dari Badan Pengelolaan Air Distrik Florida Selatan untuk tahun kalender 2004. Beberapa indeks telah diuji, termasuk NDWI dan data harian permukaan perbedaan suhu permukaan tanah, tetapi Tasseled Cap Wetness Index (TCWI) menunjukkan korelasi terkuat di berbagai jenis vegetasi permukaan. Feng et al. (2012) telah menggunakan data MODIS untuk menilai perubahan genangan Danau Poyang menggunakan pengamatan antara tahun 2000 dan 2010. Penelitian tersebut telah menunjukkan nilai unik dari data MODIS resolusi menengah dan metode FAI dalam mempelajari perubahan genangan jangka pendek dan jangka panjang untuk danau yang sangat dinamis seperti Danau Poyang Cina. Selanjutnya, Feng et al. (2012) menyatakan bahwa untuk alasan yang sama, metode ini dapat diterapkan untuk tubuh air sejenis lainnya untuk mempelajari respon potensial terhadap perubahan iklim dan pengaruh dari manusia.

NDWI diusulkan pertama dalam teknik penginderaan jauh oleh Gao (1996) untuk deteksi kandungan air vegetasi. Indeks ini menggunakan *radiances* atau *reflectances* dari saluran merah di sekitar 0,66  $\mu\text{m}$  dan saluran inframerah dekat sekitar 0,86  $\mu\text{m}$ . Saluran merah terletak di wilayah penyerapan klorofil yang kuat, sedangkan saluran inframerah dekat ini terletak pada pantulan tinggi dari kanopi vegetasi. Kedua saluran memiliki kedalaman yang sangat berbeda sepanjang kanopi vegetasi. NDWI menggunakan dua saluran NIR, satu berpusat sekitar pada 0,86  $\mu\text{m}$ , dan yang lainnya di 1,24  $\mu\text{m}$ . Mengikuti model NDVI yang sederhana, indeks NDWI didefinisikan sebagai (Gao, 1996):

$$NDWI = \frac{\rho(0.86\mu\text{m}) - \rho(1.24\mu\text{m})}{\rho(0.86\mu\text{m}) + \rho(1.24\mu\text{m})} \quad (1-1)$$

dimana  $\rho(\lambda)$  merupakan nilai pantulan, dan  $\lambda$  merupakan panjang gelombang.

Ekstraksi tubuh air dengan menggunakan penginderaan jauh telah menjadi metode yang paling penting dalam penyelidikan sumber daya air, penilaian prediksi bencana banjir dan perencanaan air dengan efektivitas yang cepat dan akurat (Haibo, Y et al., 2011). NDWI telah digunakan untuk mencapai tujuan memisahkan fitur air dan non-air (Ho, et al., 2010). Ada beberapa rumus NDWI yang menggabungkan pasangan yang berbeda dari *band-band* dari Landsat TM atau ETM<sup>+</sup>. Jadi, menurut Gao (1996), rumus NDWI dapat disusun dengan menggunakan NIR dan gelombang inframerah pendek (SWIR) (band4 dan band5). Mcfeeters (1996) menggunakan band hijau dan inframerah dekat (NIR) (band 2 dan band 4). Kedua formula NDWI tersebut sebagai berikut:

$$NDWI = \frac{\rho_4 - \rho_5}{\rho_4 + \rho_5} \quad (\text{Gao, 1996}) \quad (1-2)$$

$$NDWI = \frac{\rho_2 - \rho_4}{\rho_2 + \rho_4} \quad (\text{McFeeters, 1996}) \quad (1-3)$$

Xu (2006) mendemonstrasikan variabel NDWI baru ini dan disebut MNDWI (*Modified NDWI*). Karena, NDWI berasal dari McFeeters memberikan nilai positif bagi daerah perkotaan secara bersamaan sebagai pola pantulan dari daerah perkotaan bertepatan dengan air pada band hijau dan NIR band (band 2 dan band 4). Selain itu, dalam MIR (band 5) reflektansi daerah perkotaan jauh lebih tinggi daripada band hijau, sedangkan penggunaan band 5 bukannya band 4 untuk pengukuran NDWI signifikan menghindari kebingungan ekstraksi air dan perkotaan dengan nilai-nilai positif dan negatif air dari nilai fitur lainnya termasuk perkotaan. Rumus MNDWI dari Xu (2006) sebagai berikut:

$$MNDWI = \frac{\rho_2 - \rho_5}{\rho_2 + \rho_5} \quad (\text{Xu, 2006}) \quad (1-4)$$

Haibo et al. (2011) mengusulkan *New Water Index* (NWI) sebagai indeks baru untuk ekstraksi tubuh air. NWI diusulkan berdasarkan temuan lanjut dan analisis air dan fitur spektrum obyek tanah lain di Landsat ETM<sup>+</sup>. NWI menggunakan band biru, band inframerah dekat dan band-inframerah tengah pada waktu yang sama. Rumus NWI sebagai berikut:

$$NWI = \left[ \frac{(\rho_1 - (\rho_4 + \rho_5 + \rho_7))}{(\rho_1 + (\rho_4 + \rho_5 + \rho_7))} \right] \quad (\text{Haibo, 2011}) \quad (1-5)$$

Dalam penelitian ini akan diterapkan empat metode deteksi banjir dengan NDWI yaitu NDWI Gao (1996), NDWI dari McFeeters (1996), MNDWI Xu (2006) dan NWI dari Haibo (2010).

## 2. Tinjauan Pustaka

Berdasarkan kajian literatur terhadap beberapa penelitian terkait dengan identifikasi daerah tergenang banjir menggunakan data citra, seperti didasarkan pada kajian Gao (1996), McFeeters (1996), Xu (2006) dan Haibo (2010), maka dapat diketahui bahwa model-model identifikasi daerah tergenang banjir yang telah dihasilkan memiliki potensi untuk diaplikasikan dengan menggunakan data Landsat-8 OLI. Persamaan 2 hingga 5 merupakan parameter-parameter indeks *remote sensing* untuk identifikasi daerah tergenang banjir dengan menggunakan data Landsat-7 ETM<sup>+</sup>. Apabila hendak menerapkan model-model persamaan tersebut dengan menggunakan data Landsat-8, maka yang harus dikaji adalah karakteristik spektral data Landsat-8 OLI dan kesamaannya atau kemiripannya dengan data Landsat-7 ETM<sup>+</sup>. Tabel 1 berikut memperlihatkan perbandingan antara data Landsat-7 ETM<sup>+</sup> dan Landsat-8 OLI.

Tabel 2-1. Perbandingan antara data Landsat-7 ETM+ dan Landsat-8 OLI.

Sensor ETM <sup>+</sup>				Sensor OLI dan TIRS			
No Kanal	Nama Spektrum	Julat Spektral	Resolusi spasial	No Kanal	Nama Spektrum	Julat Spektral	Resolusi spasial
				1	Visible	0.433 – 0.453	30 m
1	Visible	0.45 – 0.52	30 m	2	Visible	0.450 – 0.515	30 m
2	Visible	0.52 – 0.60	30 m	3	Visible	0.525 – 0.600	30 m
3	Visible	0.63 – 0.69	30 m	4	Visible	0.630 – 0.680	30 m
4	NIR	0.77 – 0.90	30 m	5	NIR	0.845 – 0.885	30 m
				9	Cirrus	1.360 – 1.390	30 m
5	NIR	1.55 – 1.75	30 m	6	SWIR	1.560 – 1.660	30 m
6	Thermal	10.40 – 12.50	60 m	10	TIRS 1	10.6 – 11.19	100 m
				11	TIRS 2	11.5 – 12.51	100 m
7	Mid-IR	2.08 – 2.35	30 m	7	SWIR	2.100 – 2.300	30 m
8	Panchromatic	0.52 – 0.90	15 m	8	Panchromatic	0.500 – 0.680	15 m

Berdasarkan persamaan/kemiripan karakteristik spektral kanal-kanal antara Landsat-7 ETM+ dan Landsat-8 OLI maka untuk mencari nilai parameter *water index* pada persamaan 2 hingga 5 dapat dimodifikasi berturut-turut menjadi persamaan 6 hingga 9 sebagai berikut:

$$NDWI = \frac{\rho_5 - \rho_6}{\rho_5 + \rho_6} \quad \text{modifikasi dari Gao} \quad (1996) \quad (2-1)$$

$$NDWI = \frac{\rho_3 - \rho_5}{\rho_3 + \rho_5} \quad \text{modifikasi dari McFeeters} \quad (1996) \quad (2-2)$$

$$MNDWI = \frac{\rho_3 - \rho_6}{\rho_3 + \rho_6} \quad \text{modifikasi dari Xu} \quad (2006) \quad (2-3)$$

$$NWI = \frac{\rho_2 - (\rho_5 + \rho_6 + \rho_7)}{\rho_2 + (\rho_5 + \rho_6 + \rho_7)} \quad \text{modifikasi dari Haibo} \quad (2011) \quad (2-4)$$

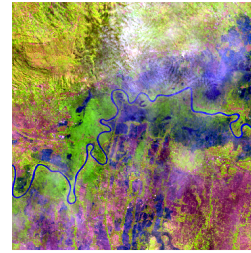
Dimana  $\rho_2, \rho_3, \rho_5, \rho_6,$  dan  $\rho_7$  berturut-turut merupakan nilai reflektansi kanal 2, 3, 5, 6, dan 7 dari Landsat-8 OLI.

### 3. Metodologi

Karakteristik spektral obyek pada saat banjir dan tidak banjir, Gambar 3-1 memperlihatkan kenampakan visual daerah tergenang banjir pada citra Landsat-8 OLI komposit RGB 654, Lokasi di Kabupaten Bojonegoro dan Tuban Jawa Timur, pada saat banjir dan setelah banjir. Gambar 3-2 hingga 3-5 memperlihatkan hasil penerapan model identifikasi daerah tergenang dengan parameter modifikasi NDWI dari Gao (1996), NDWI dari McFeeters (1996), MNDWI dari (Xu, 2006), dan NWI dari Haibo (2011) kondisi pada saat banjir dan tidak banjir serta perubahannya menggunakan data Landsat-8 OLI.

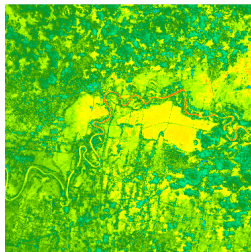


Tgl. 14 April 2013  
(Pada Saat Banjir)

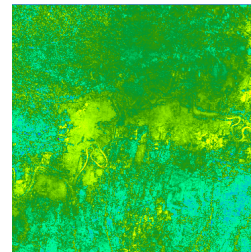


Tgl. 19 Juli 2013  
(Setelah Banjir)

Gambar 3-1. Kenampakan Visual Daerah Tergenang Banjir Pada Citra Landsat-8 OLI Komposit RGB 654 Pada Saat Banjir Dan Setelah Banjir. (Lokasi: Kecamatan Kanor Kabupaten Bojonegoro dan Kecamatan Rengel Kabupaten Tuban, Jawa Timur.)



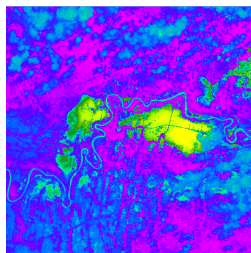
Tgl. 14 April 2013  
(Pada Saat Banjir)



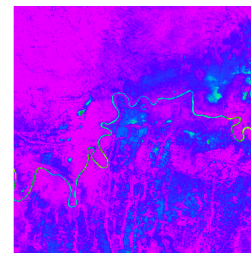
Tgl. 19 Juli 2013  
(Setelah Banjir)



Gambar 3-2. Hasil Formulasi NDWI Modifikasi Dari Gao (1996) Pada Data Landsat-8 OLI.



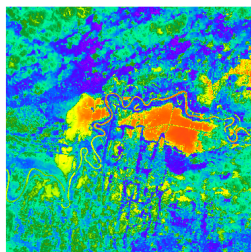
Tgl. 14 April 2013  
(Pada Saat Banjir)



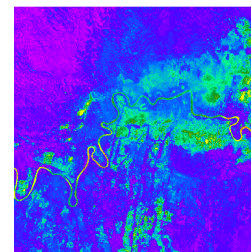
Tgl. 19 Juli 2013  
(Setelah Banjir)



Gambar 3-3. Hasil Formulasi NDWI Modifikasi Dari Mc Feeters (1996) Pada Data Landsat-8 OLI.



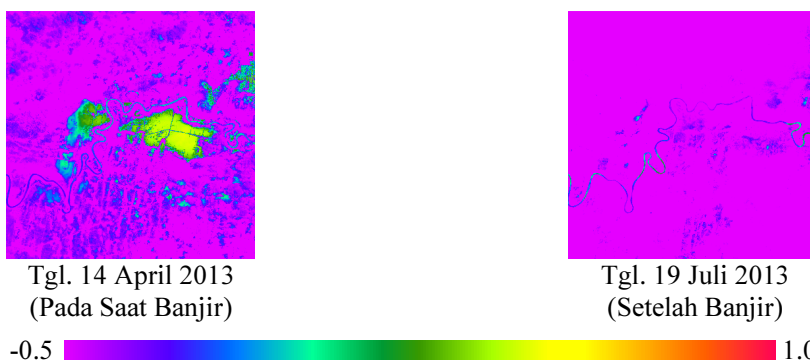
Tgl. 14 April 2013  
(Pada Saat Banjir)



Tgl. 19 Juli 2013  
(Setelah Banjir)



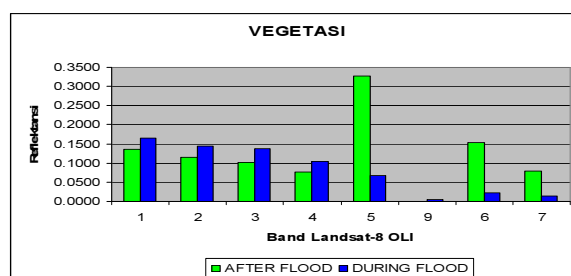
Gambar 3-4. Hasil Formulasi NDWI Modifikasi Dari Xu (2006) Pada Data Landsat-8 OLI.



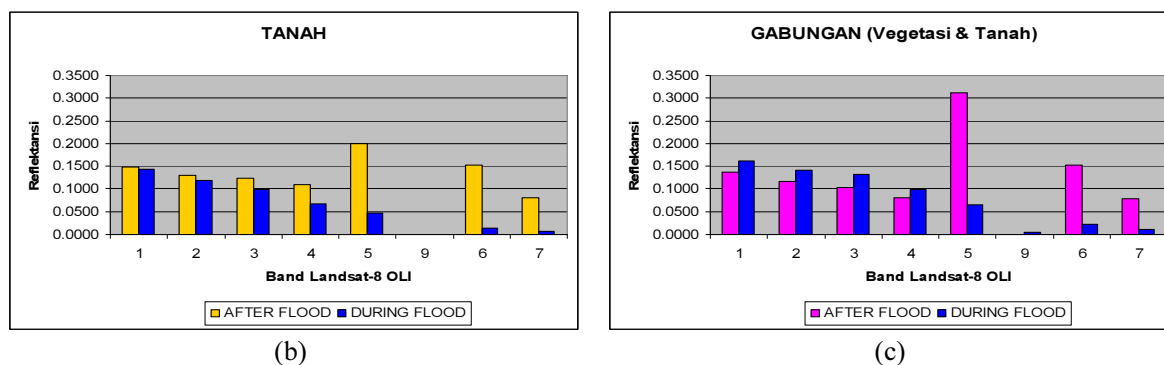
Gambar 3-5. Hasil Formulasi NDWI Modifikasi Dari Haibo (2011) Pada Data Landsat-8 OLI.

Berdasarkan hasil perhitungan, obyek permukaan lahan mempunyai respon spektral yang bervariasi pada saat banjir (tergenang air) dan tidak banjir (kering/tidak tergenang air). Pada daerah bervegetasi, pada saat banjir terjadi peningkatan nilai reflektansi di kanal-kanal tampak (band 1 – 4 OLI). Sebaliknya untuk kanal-kanal Inframerah (NIR, SWIR, MIR) mengalami penurunan. Kondisi ini berbeda untuk obyek tanah (lahan terbuka), dimana baik pada spektrum tampak maupun inframerah mengalami penurunan (Gambar 3-6). Memperhatikan kondisi tersebut, akan terjadi kesulitan bagi kita untuk memisahkan antara obyek genangan banjir dengan obyek yang tidak tergenang banjir secara simultan pada suatu wilayah yang memiliki kondisi tutupan yang beragam (vegetasi dan lahan terbuka) hanya dengan menggunakan kanal tunggal (*single band*).

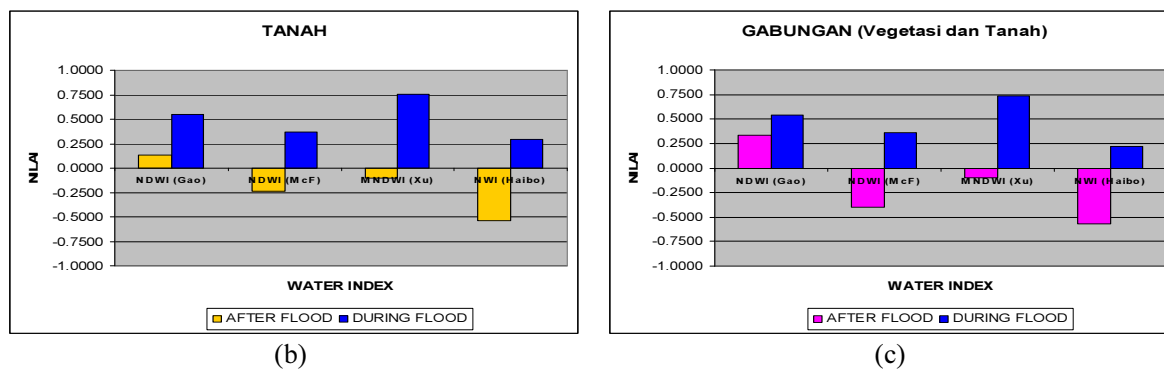
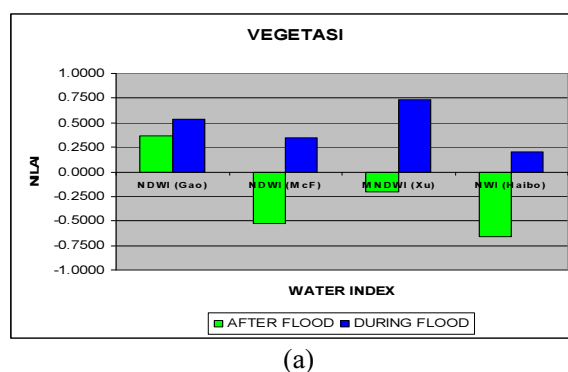
Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dipergunakan parameter *water index* yang telah dikembangkan oleh beberapa peneliti sebelumnya, seperti telah diuraikan sebelumnya. Gambar 3-7 memperlihatkan grafik pola perubahan nilai rerata *water index* dari data OLI pada saat banjir dan tidak banjir, pada obyek vegetasi (a), tanah (lahan terbuka (b) dan gabungan obyek vegetasi dan lahan terbuka (c). Berdasarkan grafik tersebut terlihat bahwa semua nilai *water index* baik NDWI modifikasi dari Gao (1996), NDWI modifikasi dari Mc Feeters (1996), MNDWI modifikasi dari Xu (2006), dan NWI modifikasi dari Haibo (2011), pada saat banjir cenderung mengalami peningkatan baik untuk obyek vegetasi, lahan terbuka maupun gabungan keduanya.



(a)



Gambar 3-6. Grafik pola perubahan nilai rerata reflektansi dari data OLI pada saat banjir dan tidak banjir, pada obyek vegetasi (a), tanah (lahan terbuka) (b) dan gabungan obyek vegetasi dan lahan terbuka (c).



Gambar 3-7. Grafik pola perubahan nilai rerata *water index* dari data OLI pada saat banjir dan tidak banjir, pada obyek vegetasi (a), tanah (lahan terbuka) (b) dan gabungan obyek vegetasi dan lahan terbuka (c).

Untuk mengetahui kemampuan masing-masing variabel *water index* dalam mendeteksi genangan banjir dilakukan dengan menghitung nilai *Normalize Distance*. Suatu variabel memiliki kemampuan yang baik dalam mendeteksi obyek apabila memiliki nilai *Normalize Distance* > 1. Berdasarkan hasil perhitungan dapat diketahui bahwa semua variabel ( $NDWI_{(Gao)}$ ,  $NDWI_{(Mc\ Feeters)}$ ,  $MNDWI_{(Xu)}$ ,  $NWI_{(Haibo)}$ ) memiliki kemampuan yang baik dalam mendeteksi genangan banjir (nilai > 1) (Tabel 3-1).

Tabel 3-1. Perhitungan nilai *water index* dari Landsat-8 OLI pada obyek-obyek penutup lahan (vegetasi dan tanah) pada saat tergenang banjir dan setelah banjir (tidak tergenang)

OBYEK	Statistik	PADA SAAT BANJIR				SETELAH BANJIR				PERUBAHAN			
		NDWI (Gao)	NDWI (McF)	MNDWI (Xu)	NWI (Haibo)	NDWI (Gao)	NDWI (McF)	MNDWI (Xu)	NWI (Haibo)	NDWI (Gao)	NDWI (McF)	MNDWI (Xu)	NWI (Haibo)
VEGETASI	Minimum	0.2967	0.0108	0.3642	-0.2031	0.3057	-0.6158	-0.2983	-0.7274	-0.0587	0.5129	0.5470	0.4455
	Maximum	0.6355	0.4677	0.8462	0.3709	0.4149	-0.4176	-0.1168	-0.5939	0.3082	1.0502	1.1033	1.0071
	Mean	0.5402	0.3503	0.7339	0.2032	0.3602	-0.5227	-0.2014	-0.6561	0.1800	0.8730	0.9353	0.8593
	Median	0.5733	0.3999	0.7935	0.2722	0.3616	-0.5283	-0.2068	-0.6617	0.1978	0.9117	0.9838	0.9237
	Std.	0.0880	0.1179	0.1337	0.1595	0.0231	0.0442	0.0396	0.0294	0.0922	0.1252	0.1359	0.1560
TANAH	Minimum	0.4388	0.1219	0.5648	0.0378	0.0079	-0.3287	-0.1885	-0.5859	0.2189	0.3516	0.7047	0.5721
	Maximum	0.6228	0.5237	0.8577	0.4513	0.2268	-0.1684	-0.0240	-0.4863	0.5823	0.7730	0.9580	0.9838
	Mean	0.5435	0.3632	0.7531	0.2933	0.1332	-0.2366	-0.1066	-0.5331	0.4103	0.5999	0.8597	0.8265
	Median	0.5416	0.3636	0.7639	0.3027	0.1413	-0.2385	-0.1018	-0.5338	0.4077	0.6298	0.8739	0.8358
	Std.	0.0522	0.1014	0.0669	0.0976	0.0452	0.0276	0.0371	0.0196	0.0701	0.1084	0.0618	0.1003
GABUNGAN (VEGETASI dan TANAH)	Minimum	0.2967	0.0108	0.3642	-0.2031	0.0079	-0.6158	-0.2983	-0.7274	-0.1351	-0.1208	-0.1474	-0.1238
	Maximum	0.6355	0.5590	0.8780	0.4799	0.5550	0.2671	0.6440	0.0495	0.5823	1.0502	1.1033	1.0071
	Mean	0.5388	0.3594	0.7365	0.2246	0.3345	-0.3993	-0.0949	-0.5690	0.2042	0.7587	0.8314	0.7936
	Median	0.5733	0.4018	0.7917	0.2798	0.3520	0.1985	0.1768	0.6391	0.2096	0.8581	0.9170	0.8878
	Std.	0.0888	0.1288	0.1336	0.1758	0.0768	0.2190	0.2190	0.1717	0.1267	0.2498	0.2666	0.2433

Sumber : Analisis



Tabel 3-2. Nilai *Normalize Distance*

OBJEK	NDWI <sub>(Gao)</sub>	NDWI <sub>(Mc Feeters)</sub>	MNDWI <sub>(Xu)</sub>	NWI <sub>(Haibo)</sub>
Vegetasi	2.78	11.85	9.94	6.61
Tanah	58.71	8.13	28.78	10.61
Gabungan (vegetasi dan tanah)	17.00	8.40	9.73	194.99

Sumber : Analisis

Ekstraksi daerah tergenang banjir dilakukan dengan metode pengambangan (thresholding) berdasarkan nilai rerata ( $\mu$ ) dan standar deviasi ( $\sigma$ ) *water index* dari lokasi sampel *daerah tergenang* pada saat banjir dan perubahannya dari ketika tidak banjir. Tabel 3 memperlihatkan hasil perhitungan *threshold* masing-masing *water index* untuk ekstraksi daerah tergenang banjir

Tabel 3-3. Hasil Perhitungan *Threshold* Masing-Masing *Water Index* Untuk Ekstraksi Daerah Tergenang Banjir

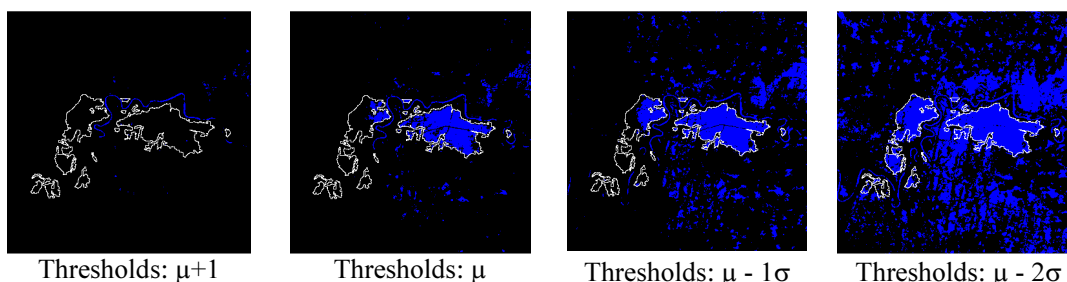
Variabel	<i>Threshold</i>							
	$\mu + 1\sigma$		$\mu$		$\mu - 1\sigma$		$\mu - 2\sigma$	
	<i>During</i>	<i>Change</i>	<i>During</i>	<i>Change</i>	<i>During</i>	<i>Change</i>	<i>During</i>	<i>Change</i>
NDWI (Gao)	0.6276	0.3310	0.5388	0.2042	0.4499	0.0775	0.3611	-0.0492
NDWI (McF)	0.4882	1.0085	0.3594	0.7587	0.2306	0.5089	0.1018	0.2591
MNDWI (Xu)	0.8700	1.0980	0.7365	0.8314	0.6029	0.5648	0.4693	0.2982
NWI (Haibo)	0.4004	1.0369	0.2246	0.7936	0.0488	0.5503	-0.1270	0.3070

Sumber : Analisis

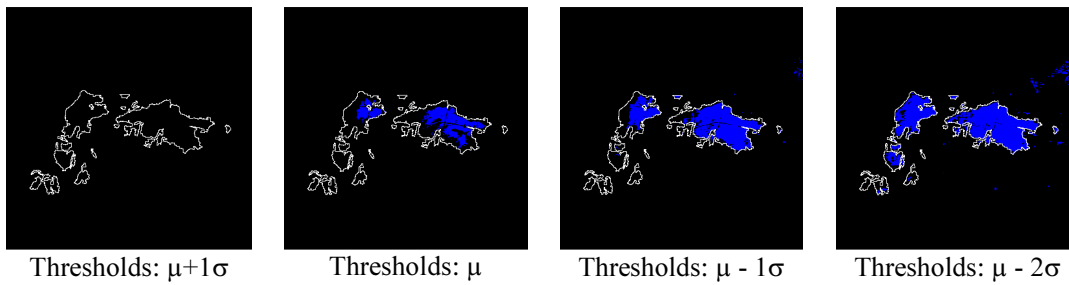
#### 4. Hasil Esktraksi Daerah Tergenang Banjir

Gambar 4-1 hingga 4-4 memperlihatkan hasil ekstraksi daerah tergenang banjir menggunakan variabel modifikasi NDWI dari Gao (1996), NDWI dari McFeeters (1996), MNDWI dari (Xu, 2006), dan NWI dari Haibo (2011) untuk masing-masing nilai ambang batas yang ditetapkan ( $\mu + 1\sigma$ ,  $\mu$ ,  $\mu - 1\sigma$ , dan  $\mu - 2\sigma$ ).

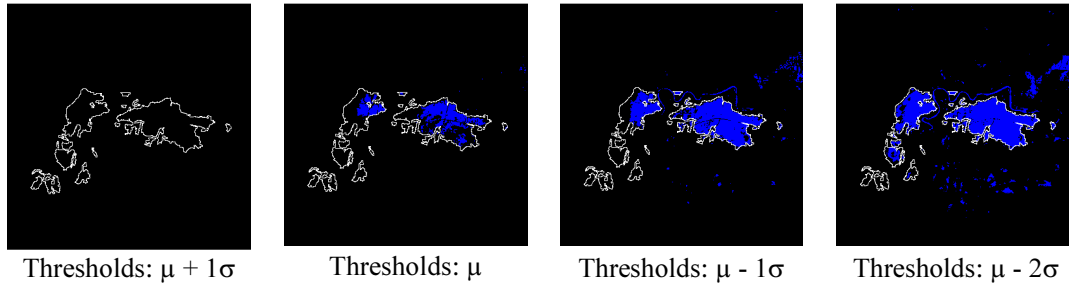
Berdasarkan hasil ekstraksi dapat diketahui bahwa model NDWI modifikasi dari Mc Feeters (1996), MNDWI dari Xu (2006) dan NWI dari Haibo (2011) memberikan hasil yang cukup baik. Namun demikian, dari ketiga model tersebut model NDWI modifikasi dari Mc Feeters (1996) dengan *threshold*  $\mu - 2\sigma$  memberikan hasil yang paling representatif, dengan akurasi sekitar 71%.



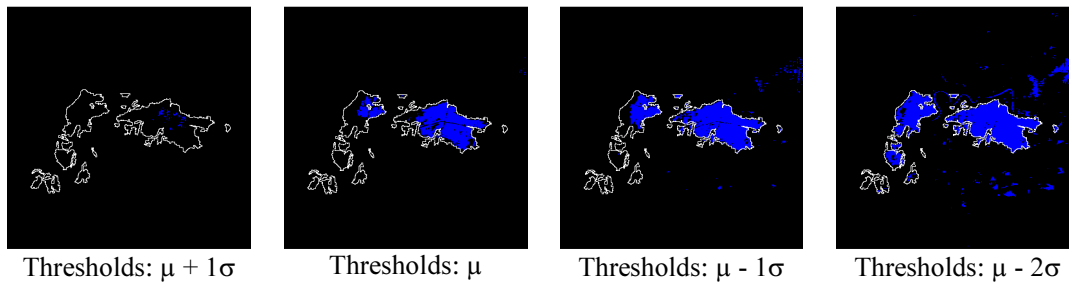
Gambar 4-1. Hasil-Hasil Identifikasi Daerah Tergenang Banjir Menggunakan Metode *Thresholding* Dengan Parameter NDWI Modifikasi Dari Gao (1996) Dengan Berbagai *Threshold*. Garis Putih Adalah Data Referensi Batas Daerah Tergenang Banjir.



Gambar 4-2. Hasil-Hasil Identifikasi Daerah Tergenang Banjir Menggunakan Metode *Thresholding* Dengan Parameter NDWI Modifikasi Dari Mc Feeters (1996) Dengan Berbagai *Threshold*. Garis Putih Adalah Data Referensi Batas Daerah Tergenang Banjir.



Gambar 4-3. Hasil-Hasil Identifikasi Daerah Tergenang Banjir Menggunakan Metode *Thresholding* Dengan Parameter MNDWI Modifikasi Dari Xu (2006) Dengan Berbagai *Threshold*. Garis Putih Adalah Data Referensi Batas Daerah Tergenang Banjir.



Gambar 4-4. Hasil-Hasil Identifikasi Daerah Tergenang Banjir Menggunakan Metode *Thresholding* Dengan Parameter NWI Modifikasi Dari Haibo (2011) Dengan Berbagai *Threshold*. Garis Putih Adalah Data Referensi Batas Daerah Tergenang Banjir.

## 5. Kesimpulan

1. Penelitian ini telah memberikan hasil pengembangan model pemanfaatan penginderaan jauh untuk pemetaan cepat daerah terkena bencana, khususnya banjir, terutama sekali dalam hal pemanfaatan data inderaja Landsat-8 LDCM
2. Metode *change detection* dengan variabel *water index* (NDWI dan persamaan-persamaan modifikasinya) dapat dipergunakan sebagai dasar untuk identifikasi daerah tergenang banjir.

## 6. Daftar Rujukan

Arnesen, A.S, Silva, T.S.F., Hess, L.L., Novo, E.M.L.M., Rudorff, C.M., Chapman, B.D., Kyle C. McDonald, K.C., 2013, *Monitoring Food Extent in the Lower Amazon River floodplain Using ALOS/PALSAR ScanSAR Images*, Remote Sensing of Environment, 120, 51-61.

- Ordoyne, C., and Friedl, M.A., 2008, *Using MODIS Data to Characterize Seasonal Inundation Patterns in the Florida Everglades*, *Remote Sensing of Environment*, 112, 4107-4119
- Feng, L., Hu, C., Chen, X., Cai, X., Tian, L., and Gan, W., 2012, *Assessment of Inundation Changes of Poyang Lake Using MODIS Observations Between 2000 and 2010*, *Remote Sensing of Environment*, 121, 80-92
- Gao, B.C., 1996, *NDWI A Normalized Difference Water Index for Remote Sensing of Vegetation Liquid Water From Space*, *Remote Sensing of Environment*, 58, 257-266
- Ho, L.T.K., Umitsu, M., & Yamaguchi, Y., 2010. *Flood Hazard Mapping by Satellite Images and SRTM DEM in the Vu Gia-Thu Bon Alluvial Plain, Central Vitenam*. *International Archieve of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science*, 38(8), 275-280.
- McFeeters, S. K., 1996, *The Use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the Delineation of Open Water Features*. *International Journal of Remote Sensing*, 17(7), 1425-1432
- Xu, H., 2006, *Modification of Normalised Difference Water Index (NDWI) to Enhance Open Water Features in Remotely Sensed Imagery*, *International Journal of Remote sensing*, 27(14), 3025-3033.