

*Technical Paper*

## Pemodelan Lahan Basah Potensial Berdasarkan Indeks Topografi Di Bretagne, Prancis

### *Modelling of Potential Wetlands based on a Topographic Index in Brittany, France*

Helena Ariesty, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor Gedung Andi Hakim Nasution, Kampus IPB Darmaga Bogor. Email: helenariesty@yahoo.com  
Blandine Lemerrier, INRA - UMR SASRennes - France. Email: Blandine.lemerrier@agrocampus-ouest.fr  
Lionel Berthier, INRA - UMR SASRennes - France. Email: Lionel.berthier@agrocampus-ouest.fr  
Roh Santoso, Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan Gedung Fateta Kampus IPB Darmaga Bogor. Email: rohsbw@yahoo.com  
Satyanto K. Saptomo, Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan Gedung Fateta Kampus IPB Darmaga Bogor. Email: saptomo.sk@gmail.com

#### **Abstract**

*Wetlands represent an important natural resource which supports natural biodiversity. In France, in mentioned wetlands, it called potential wetlands, which have potential in its use. Topography and geomorphology play a major role for the development of wetlands and are decisive factors for modeling wetlands extension. The importance of identifying wetlands, can be used as a basis for determining the development priorities that will be based on technical and socioeconomic aspects. The objective of this research was to predict the spatial extent of potential wetlands in Brittany, France from a topographic index calibrated on a set of 10 detailed soil maps. In identifying potential wetlands, it based on soil hydromorph which conducted by method 4 criteria. The following four stages of analysis were respectively categorized: (a) identification hidromorphy, (b) calculation topographic index, (c) calculation of threshold, (d) validation. A threshold method was conducted between soil maps and topographic index to indicate the similarity condition. We use for threshold and validation a new way using 120 combination of soil maps. The result of topographic index was 4.7 and it was applied for all Brittany.*

**Keywords:** *potential wetlands, hydromorphic soil, threshold, topographic index, spatial analysis*

#### **Abstrak**

Lahan basah merupakan sumber daya alam penting yang mendukung keanekaragaman hayati. Di Perancis dalam menyebutkan lahan basah digunakan istilah lahan basah potensial, yaitu suatu lahan basah yang memiliki potensial dalam penggunaannya. Topografi dan geomorfologi memainkan peran utama untuk pengembangan lahan basah dan merupakan faktor yang menentukan dalam pemodelan lahan basah berkelanjutan. Pentingnya mengidentifikasi lahan basah, dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan prioritas pembangunan yang akan didasarkan pada aspek teknis dan sosial ekonomi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memprediksi luas spasial lahan basah potensial di Bretagne, Prancis dari indeks topografi dikalibrasi pada satu set 10 peta tanah rinci. Dalam mengidentifikasi lahan basah yang potensial, berdasarkan hidromorfi tanah yang dilakukan dengan metode 4 kriteria. Penelitian ini mengacu kepada Merrot 2006 yaitu dengan metode yang sama berhasil mengidentifikasi lahan basah potensial berdasarkan indeks topografinya. Hal yang membedakan adalah jumlah peta yang digunakan yaitu 1 peta dan 10 peta, sehingga dapat dilihat apakah penelitian terdahulu memiliki nilai yang sama atau berbeda. Berikut ini empat tahap analisis yang masing-masing dikategorikan: (a) identifikasi hidromorfi, (b) indeks perhitungan topografi, (c) perhitungan ambang batas, (d) validasi. Sebuah metode ambang batas dilakukan antara peta tanah dan indeks topografi untuk menunjukkan kondisi kesamaan. Penggunaan ambang batas dan validasi merupakan pengembangan cara baru dengan menggunakan 120 kombinasi peta tanah. Hasil indeks topografi adalah 4,7 dan diterapkan untuk semua Bretagne.

**Kata kunci :** lahan basah potensial, hidromorfi tanah, ambang batas, indeks topografi, analisis spasial

*Diterima: 22 Desember 2013; Disetujui: 27 Maret 2014*

**Pendahuluan**

**Latar Belakang**

Lahan basah memiliki peranan yang sangat penting bagi manusia dan lingkungan. Fungsi lahan basah tidak saja dipahami sebagai pendukung kehidupan secara langsung seperti sumber air minum dan habitat beraneka ragam makhluk, tetapi juga memiliki berbagai fungsi ekologis seperti pengendali banjir dan kekeringan, pengaman garis pantai dari intrusi air laut dan abrasi, penambat sedimen dari darat dan penjernih air, penyedia unsur hara (Correl, 1996; Gilliam et al., 1997). Fungsi habitat lahan basah sebagai penyedia makanan, air, hasil hutan, tempat perlindungan bagi ikan, burung, mamalia, dan sebagai tempat pemijahan berbagai spesies (Tiner 2009). Fungsi hidrologi lahan basah dapat dikaitkan dengan kuantitas air yang masuk, tinggal, dan keluar di lahan basah. Fungsi kualitas air mencakup penyerapan sedimen dan pengendali polusi pada lahan basah (Vorosmarty et al., 2010).

Dalam mengidentifikasi lahan basah, Perancis mengacu kepada kriteria tanah yaitu berdasarkan hidromorfinya (Merot, 2000; Merot et al., 2006). Tanah dikatakan hidromorfi bila menunjukkan tanda secara fisik adanya kejenuhan air (Merot et al., 1995). Di Perancis lahan basah dikelompokkan ke dalam tiga bagian dengan pendekatan PEE (potensial, efektif, dan efisien) (Merot, 2000; Merot et al., 2006). Lahan basah potensial merupakan lahan basah dengan karakteristik fisik jenuh air yang dengan cepat ditentukan oleh indeks topografi (Merot et al., 2006). Pentingnya melakukan identifikasi lahan basah, dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan

prioritas pengembangan yang nantinya didasarkan pada aspek teknis dan sosial ekonomi.

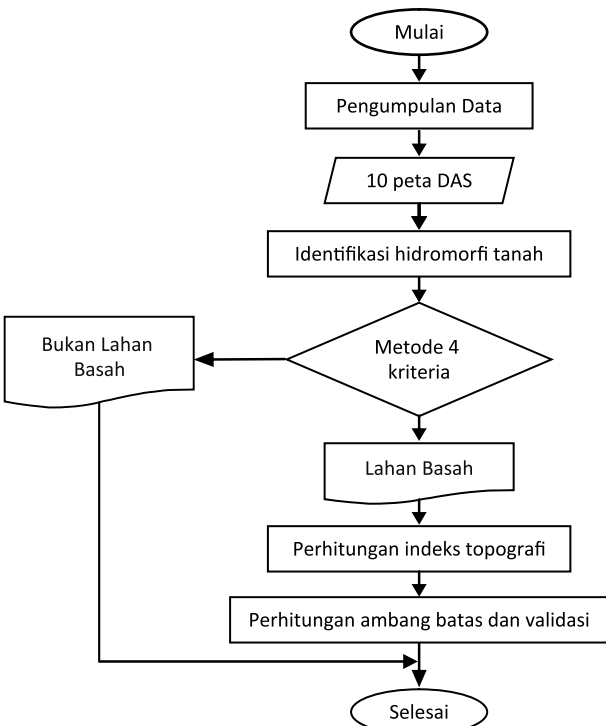
Pendekatan penelitian lahan basah potensial berdasarkan indeks topografi telah direalisasikan di Bretagne dengan menggunakan satu peta DAS (Merot et al, 1995), hasilnya telah didistribusikan secara luas. Contohnya adalah dalam rangka membandingkan indeks topografi dengan negara Eropa lainnya (Merrot, et al., 2003), identifikasi lahan basah ini diintegrasikan dengan indeks iklim-topografi yang kemudian dikalkulasi oleh software (Arousseau and Squidant (1995)). Untuk mengembangkan penelitian tersebut, digunakan 10 peta DAS di daerah Bretagne, Perancis.

Dalam menguji kebenarannya, uji akurasi dilakukan dengan membandingkan dua peta, satu peta bersumber dari hasil analisis penginderaan jauh (peta yang akan diuji) dan satunya adalah peta yang berasal dari sumber lainnya, (Merot et al, 2003). Peta kedua dijadikan sebagai peta acuan, dan diasumsikan memiliki informasi yang benar. Seringkali data acuan ini dikompilasi dari informasi yang lebih detail dan akurat dari data yang akan diuji.

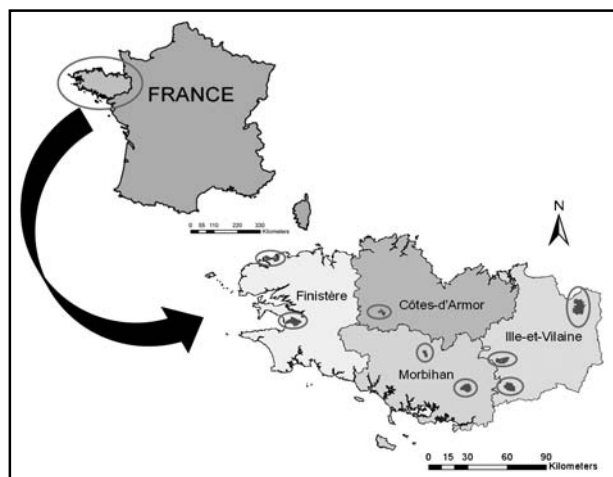
Berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang telah diuraikan sebelumnya maka tujuan penelitian adalah memprediksi luasnya potensi lahan basah pada daerah Bretagne, Perancis yang didasarkan pada indeks topografi dengan pendekatan validasi berdasarkan 120 kombinasi peta DAS.

**Bahan dan Metode**

Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sepuluh peta DAS di wilayah Bretagne, Perancis. Peralatan yang digunakan adalah seperangkat komputer yang dilengkapi dengan software: ArcGIS 10, Geospatial Modelling Environment, Microsoft Excel, Office, Power Point.



Gambar 1. Bagan alir penelitian



Gambar 2. Lokasi penelitian

**Prosedur Penelitian**

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan. Secara umum tahapan-tahapan tersebut disajikan pada Gambar 1.

**Pengumpulan Data Input**

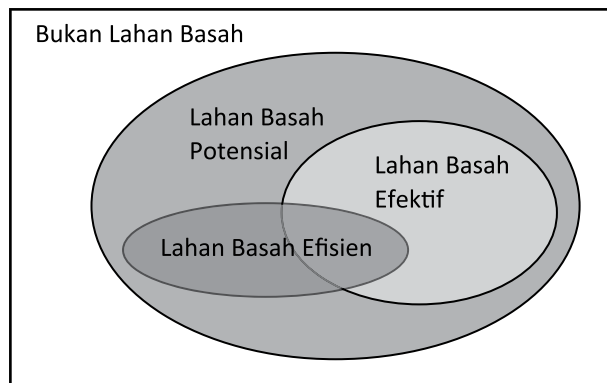
Sepuluh peta DAS (Gambar 2) di daerah Bretagne, Perancis yang digunakan merupakan peta yang didapatkan dari INRA-UMR SAS dengan skala 1/25000- 1/50000.

**Lahan Basah Potensial**

Tambahkan penjelasan singkat terkait input ini Tipologi ini umumnya digunakan untuk menggambarkan kondisi lahan basah, dapat dilihat pada Gambar 3.

**Identifikasi Hidromorfi Tanah**

Identifikasi hidromorfi menggunakan Keputusan 1 Oktober 2009 tentang morfologi tanah lahan



Gambar 3. Lahan basah dengan pendekatan PEE (Merot et al., 2006)

basahamandemen Keputusan 24 Juni 2008, suatu lahan dapat dikatakan lahan basah bila memenuhi syarat: 1) Rédoxiques (saturasi sementara) mulai kedalaman 25 cm dan terus mengalami peningkatan kedalamannya atau 2) Rédoxiques mulai kedalaman kurang dari 50 cm, diperluas atau mengalami peningkatan kedalaman dan didukung sifat reductic (saturasi hampir konstan) yang terjadi antara kedalaman 80 cm dan 120 cm. Gambar dapat dilihat pada Gambar 4.

Kriteria tanah tersebut dikombinasikan dengan kodifikasi tanah Masif Armoricaian yaitu metode 4 kriteria dengan parameter substrat, hidromorfi, jenis solum, dan kedalaman tanah (Riviere, et al., 1992). Dalam menentukan apakah tanah tersebut masuk ke dalam kategori lahan basah dapat dilihat dari hidromorfinya, seperti yang terlihat pada Gambar 5. Setelah menerapkan metode 4 kriteria, hasil petanya dapat dilihat pada Gambar 6. Klasifikasi hidromorfi (Gambar7) terdiri dari 10 kelas, yang terbagi menjadi beberapa bagian. Nilai 0-2 merupakan tanah kering, nilai 3-4 hidromorfi sedang, dan nilai 6-9 sangat hidromorfi. Hasil peta lahan basah dan bukan lahan basah dapat dilihat pada Gambar 8.

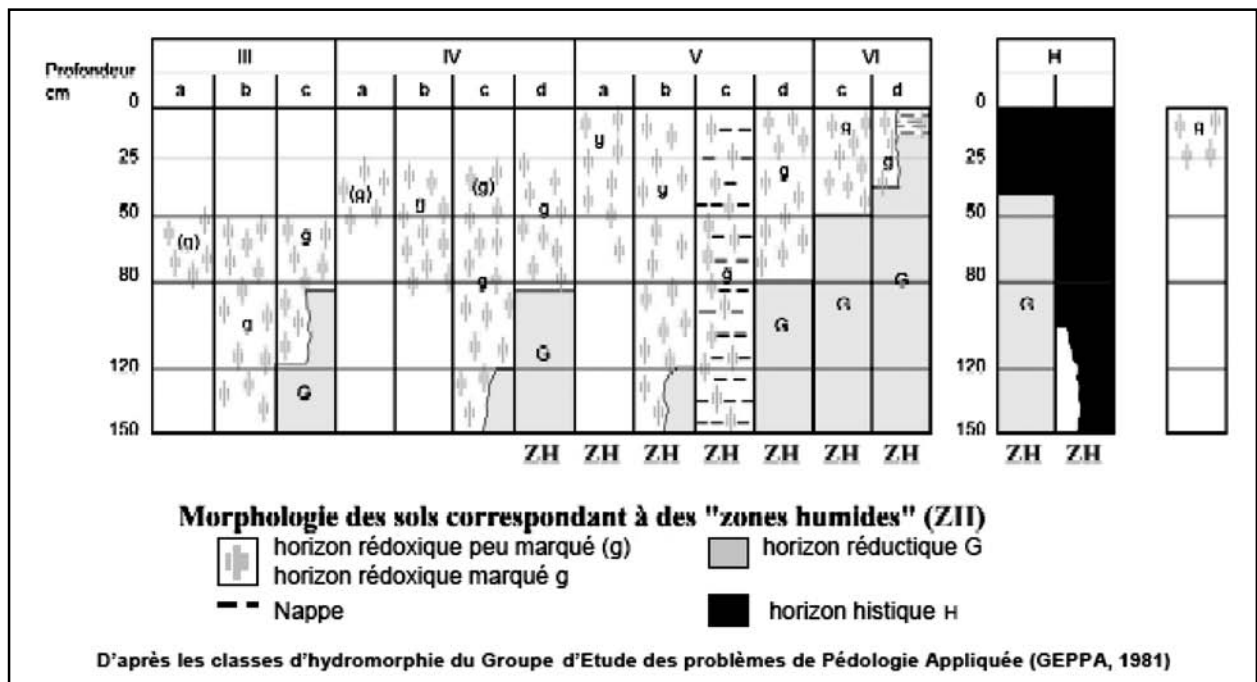
**Perhitungan Indeks Topografi**

Untuk menghitung indeks topografi, diadopsi dari Beven dan Kirkby (1979) oleh Merot 1995 :

$$TI = \ln \left( \frac{\alpha}{\tan \beta} \right)$$

Dengan  $\alpha$  = daerah drainase dan  $\beta$  = kemiringan lereng

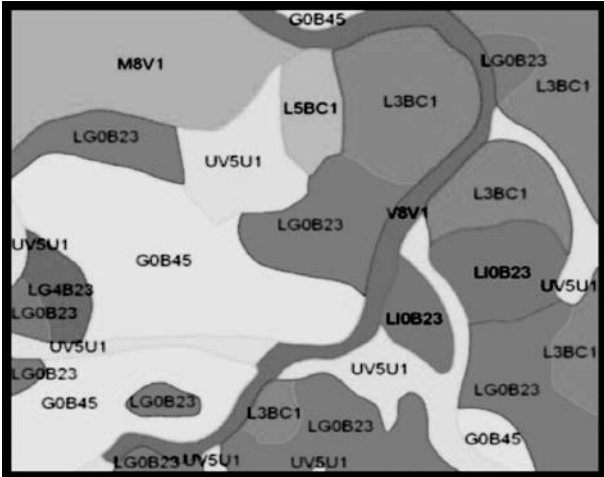
Dihitung dengan DTM (Digital Terrain Model) pada ketinggian 50 m. Indeks topografi di Perancis



Gambar 4. Lahan basah dengan kriteria tanah UU 01 Oktober 2009 (Baize dan Girard, 2009)

Substrat	Hydromorphic	Type of solum	Soil Depth
Granite	Hydromorphic soil	Lessive Soil	Soil over a meter
↓	↓	↓	↓
<b>G</b>	<b>6</b>	<b>L</b>	<b>1</b>

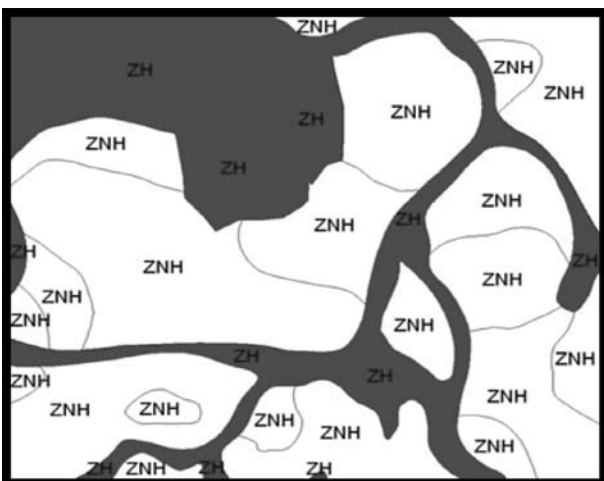
Gambar 5. Kodifikasi tanah : Metode 4 kriteria (Riviere, et al., 1992)



Gambar 6. Peta tanah dengan metode 4 kriteria



Gambar 7. Klasifikasi 10 kelas hidromorfi



Gambar 8. Peta lahan basah dan bukan lahan basah

bervariasi antara 0 hingga 29. Semakin tinggi nilai indeks topografi, maka kemungkinan dugaan lahan basah akan semakin besar.

**Perhitungan Ambang Batas**

Dalam menentukan ambang batas, digunakan probabilitas kombinatorial sebagai berikut :

$$C_n^p = \frac{n!}{p!(n-p)!}$$

Dengan n = jumlah peta yang tersedia dan p = jumlah peta kalibrasi. Hasil yang diperoleh adalah 120 peta kombinasi, dengan 7 peta kalibrasi dan 3 peta validasi. Skema penentuan ambang batas dapat dilihat pada Gambar 9.

**Validasi**

Format baku untuk melaporkan hasil uji akurasi adalah dalam bentuk matriks kesalahan, atau dinamakan juga “matriks konfusi” karena ia mengidentifikasi tidak saja kesalahan untuk suatu kategori tetapi juga kesalahan klasifikasi antar kategori. Matriks kesalahan tersusun dari senarai berukuran n kali n, dimana n adalah banyaknya kelas objek yang ada di peta.

Untuk menyusun matriks kesalahan tersebut, digunakan peta preferensi dan peta hasil analisis, kedua peta harus dapat dibandingkan. Validasi dalam kasus ini, dilakukan pembentukan 120 matriks konfusi.

Dua indikator statistik yang digunakan:

- Presentase Gros =

$$\frac{\text{Jumlah piksel yang diklarifikasi dari LB dan non LB}}{\text{Total piksel}}$$

- Indeks Akurasi =

$$\frac{\text{Jumlah piksel yang diklarifikasi dari lahan basah potensial}}{\text{Jumlah piksel lahan basah pada peta tanah}}$$

Bila nilai < 1 maka mengindikasikan dibawah estimasi lahan basah potensial dimana luas lahan basah prediksi lebih kecil lahan basah observasi.

Bila nilai > 1 maka mengindikasikan diatas estimasi lahan basah potensial dimana luas lahan basah prediksi lebih besar dari lahan basah observasi.

**Hasil dan Pembahasan**

Presentase hidromorfi tanah yang didapat dengan menggunakan kriteria tanah UU 24 Oktober 2009 dalam menentukan lahan basah potensial dapat dilihat pada Tabel 1. Daerah dengan hidromorfi tanah besar cenderung memiliki ambang batas kecil, seperti pada Kervijen dengan hidromorfi tanah 24.3% dan ambang batas 4.3, Pipriac dengan

Tabel 1. Presentase Hidromorfi Tanah dan Ambang Batas

Daerah	Peta DAS	% Hidromorfi Tanah	Ambang Batas
Finistère	1. Kervijen	24,3	4,3
	2. Plouguerneau	18,7	5,3
Morbihan	3. Naizin	18,7	4,7
	4. Pleucadeuc	19,4	5
Côte d'Armor	5. Rostrenen	54,6	4,4
	Ille-et-Vilaine	6. Pipriac	32,6
7. Saint Thurial		53,5	3,8
8. Watershed 1 of the estuary road		14,8	5,3
9. Watershed 2 of the estuary road		9,8	5,9
10. Watershed 3 of the estuary road		12,4	5,2

hidromorfi tanah 32.6% dan ambang batas 4.5, dan Watershed 2 dengan hidromorfi tanah 9.8% dan ambang batas 5.2. Hal tersebut terjadi didukung oleh faktor intensitas hujan dan kemiringan yang berbeda-beda pada setiap DAS.

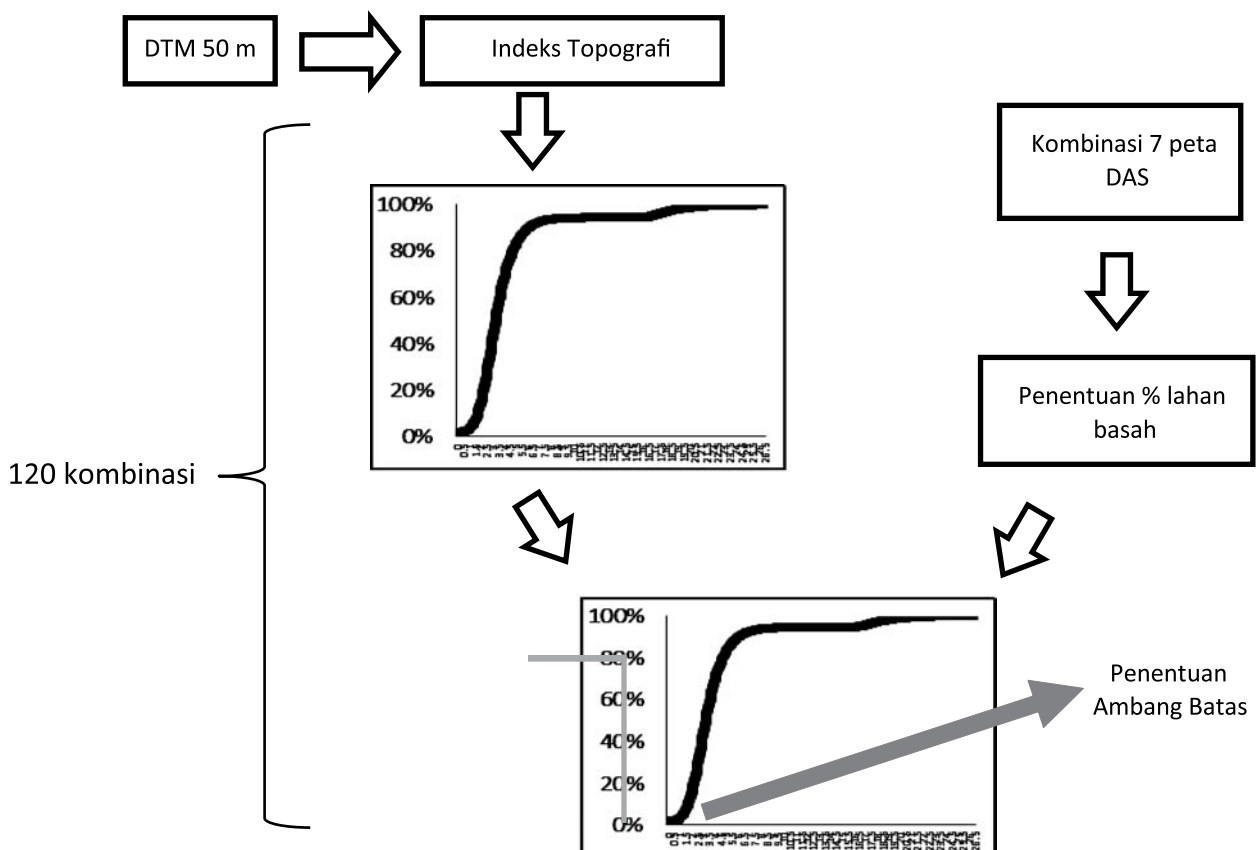
Hampir semua dari sepuluh peta DAS ini memiliki distribusi indeks topografi yang sama di daerah Bretagne kecuali Rostrenen. Hal tersebut terjadi perbedaan disebabkan oleh intensitas hujan dan kemiringan yang cenderung ekstrim. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 10.

Persentase rata-rata kesepakatan gros (Gambar 11) adalah 73%, sedangkan nilai mediannya adalah 72%. Jadi distribusi perjanjian gros ini memiliki dua populasi yang dapat dilihat pada Gambar 11.

Kurva normal, dua populasi memiliki arti dalam menempatkan hipotesis, harus memiliki 2 kombinasi kategori besar. Sebuah distribusi bimodal memiliki rentang nilai minimum sebesar 67%. Kurva normal dua populasi harus dikatakan bahwa presentase tersebut masuk ke dalam batas normal.

Nilai rata-rata pada histogram indeks akurasi bernilai 1.4 dan nilai tengahnya 1.3, sedangkan nilai minimalnya 0.6 dan nilai maksimalnya 2.3. Dalam kasus ini, pemodelan lahan basah diatas estimasi sebesar 75%. Dalam 14% kasus, model memprediksi setidaknya 2 kali lebih banyak dari lahan basah yang telah dipetakan.

Dari Gambar 12, histogram tersebut terdapat dua puncak yang mengindikasikan data berbentuk



Gambar 9. Skema penentuan ambang batas

dua kategori atau dua kelas. Kategori tersebut dinamakan distribusi binomial. Tes ini sangat cocok digunakan sebagai alat pengujian hipotesis dengan ukuran sampel yang kecil. Distribusi binomial adalah suatu distribusi yang terdiri dari dua kelas.

Gambar 13 menampilkan peta lahan basah potensial di Bretagne. Indeks yang didapat dari penelitian ini adalah 4.7 dan diaplikasikan untuk seluruh wilayah Bretagne. Dapat dilihat pada gambar tersebut indeks tersebut merepresentasikan lahan basah potensial di wilayah Bretagne, Perancis. Gambar 14 menunjukkan perbandingan peta hasil prediksi dan observasi di Kervijen, peta yang dihasilkan tepat merepresentasikan keadaan yang ada, sedangkan sebaliknya Gambar 15 perbandingan peta di wilayah Saint Thurial memiliki perbedaan yang signifikan disebabkan oleh kondisi ekstrem berupa dataran tinggi di wilayah tersebut.

Beberapa pemodelan identifikasi lahan basah telah dilakukan di Perancis, seperti identifikasi karakteristik lahan basah di Sungai Seine (Curie,

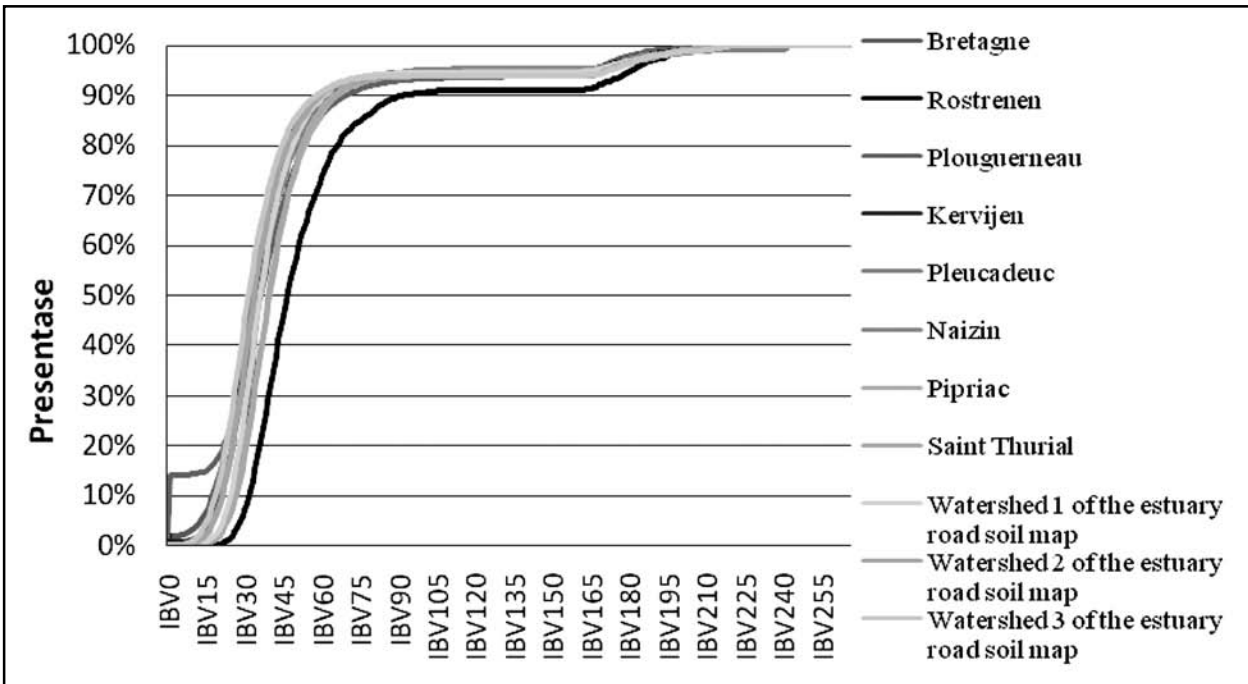
et al., 2007), pra-identifikasi lahan basah di DAS Loire-Bretagne (Mazagolet al., 2008).

### Simpulan

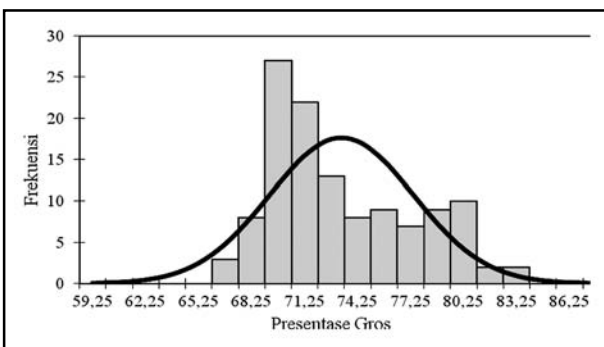
Simpulan yang didapat dari penelitian ini adalah:

1. Pemodelan lahan basah potensial di Bretagne, Perancis dengan menggunakan sepuluh peta DAS hanya merepresentasikan 1% dari wilayah teritorial tapi cukup mewakili keragaman regional.
2. Penerapan metode ambang batas dan validasi memiliki kemampuan mengintegrasikan peta baru dan kemungkinan penerapan ke daerah lain dengan peta DAS lainnya
3. Ambang batas ini tergantung pada peta DAS yang digunakan yang digunakan untuk mengkalibrasi model.

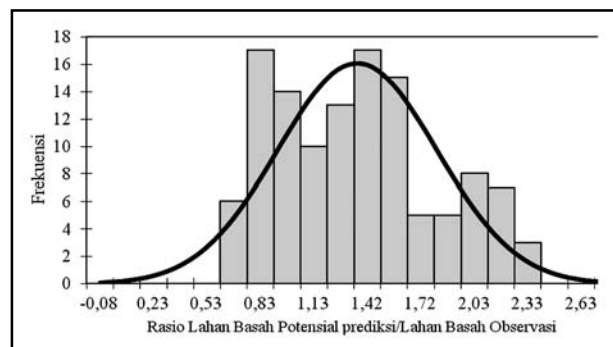
Saran yang dapat diberikan adalah perlunya dilakukan pengembangan metodologi untuk memilih



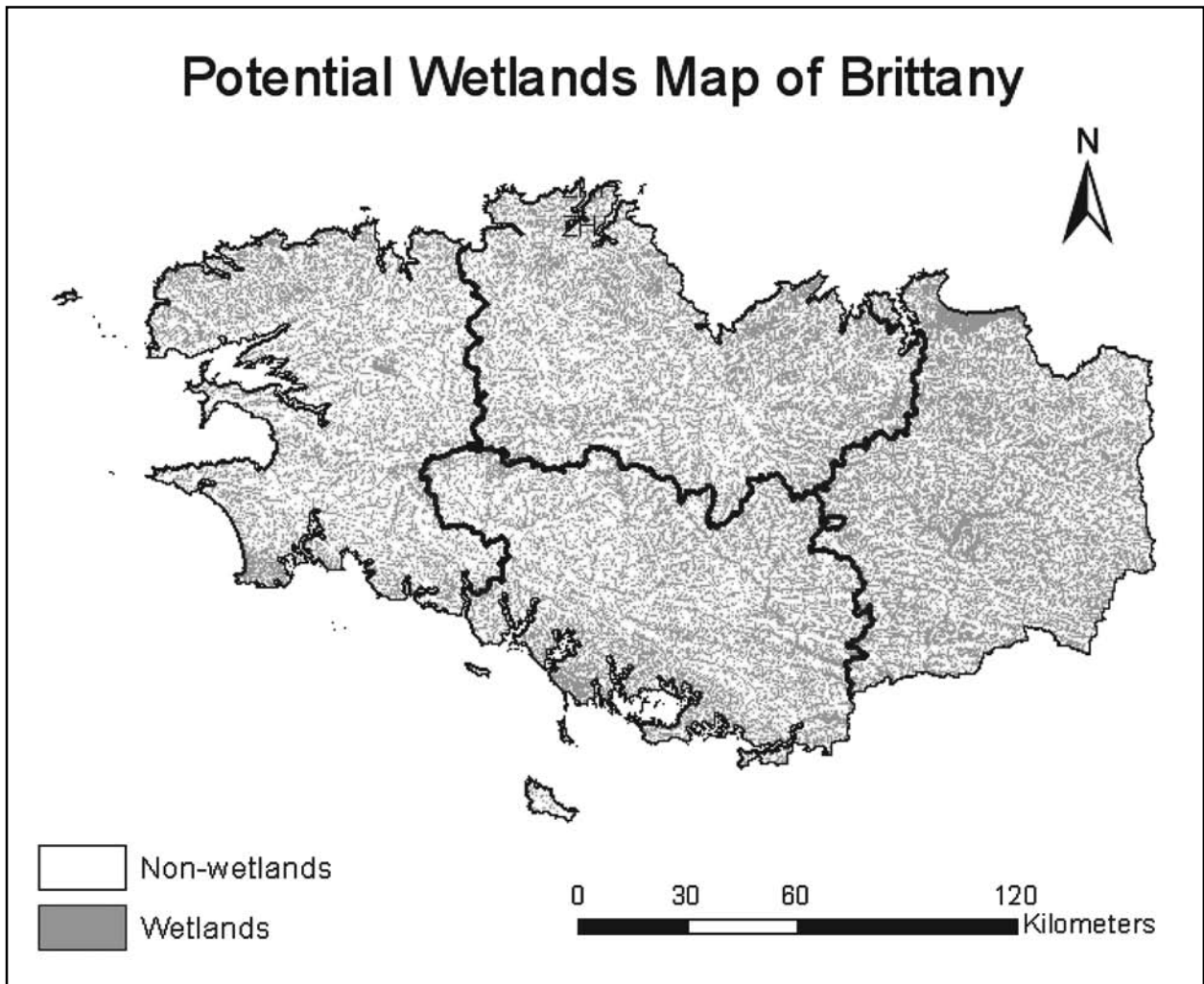
Gambar 10. Frekuensi Kumulatif Indeks Topografi pada Peta DAS di Bretagne



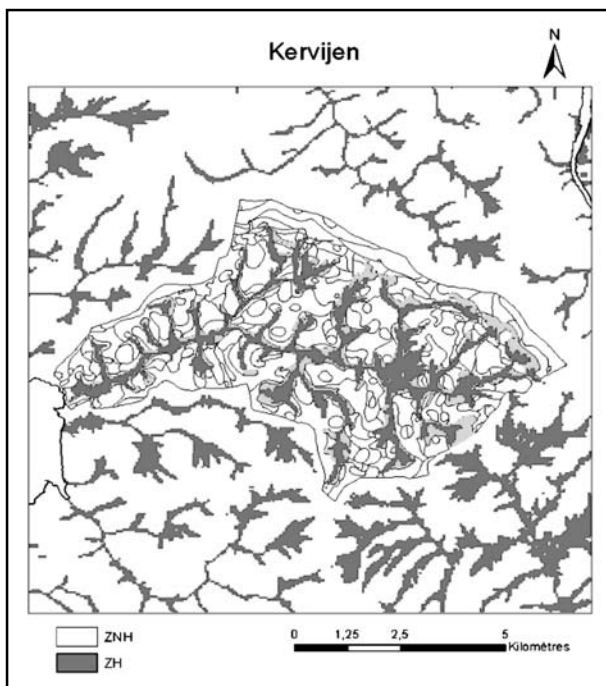
Gambar 11. Histogram Frekuensi dari Presentasi Gros



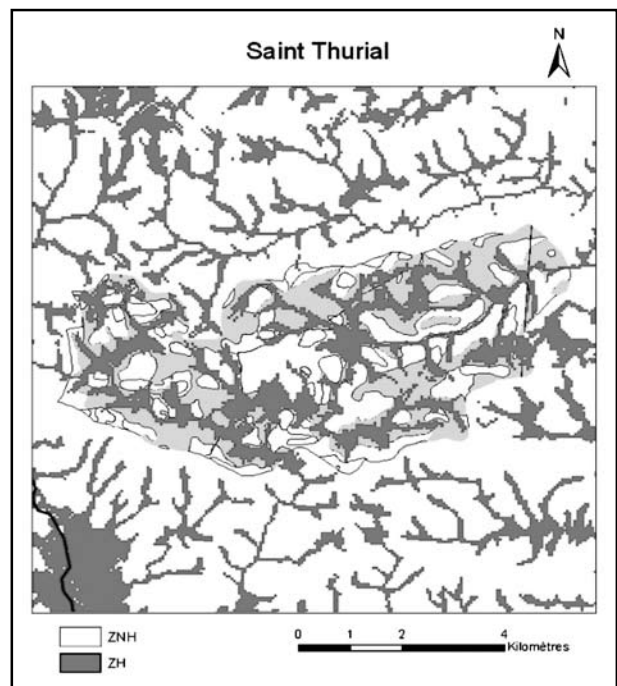
Gambar 12. Histogram Frekuensi dari Indeks Akurasi



Gambar 13. Peta lahan basah potensial dengan pengaplikasian indeks topografi terbaik.



Gambar 14. Perbandingan peta hasil prediksi dan observasi di wilayah Kervijen.



Gambar15. Perbandingan peta hasil prediksi dan observasi di wilayah Saint Thurial.

kombinasi terbaik dari peta DAS. Selain itu, perlu dilakukan pengujian dengan skala peta yang lebih presisi misalnya 1/250000. Dalam mengidentifikasi lahan basah pada dataran tinggi, perlunya perhitungan perbandingan kemiringan local dengan kemiringan hilir

### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada INRA-UMR SAS dan Beasiswa Unggulan Kementerian Pendidikan Nasional yang telah memberikan bantuan dana selama penelitian berlangsung.

### Daftar Pustaka

- Aurousseau, P., Squidant, H., 1996. Raffinement des techniques d'estimation spatiale ou de modélisation spatiale du réseau hydrographique et des zones hydromorphes de bas-fonds par intégration de données climatologiques: les pluies efficaces. UMR INRA ENSA SAS, Rennes, note interne, p. 8.
- Baize, D., et M.-C. Girard. 2009. Referentiel pedologique 2008. Editions QUAE, Versailles.
- Beven, K.J., et M.J. Kirkby. 1979. A physically based, variable contributing area model of basin hydrology. *Hydrological Sciences Bulletin* 24(1): 43-69.
- Correl, D.L., 1996. Buffer zones and water quality protection: general principles. In: Haycock, N.E., Burt T., Goulding, K., Pinay, G. (Eds.), *Buffer Zones: Their Processes and Potential in Water Protection*. Quest Environmental, Harpenden, pp 7-20.
- Curie, F., S. Gaillard, A. Ducharne, and H. Bendjoudi. 2007. Geomorphological methods to characterise wetlands at the scale of the Seine watershed. *Science of the total environment* 375(1): 59-68.
- Gilliam, J.W., Parsons, J.E., Mikkelsen, R.L., 1997. Nitrogen dynamics and buffer zones. In: Haycock, N.E., Burt, T., Goulding, K., Pinay, G. (Eds.), *Buffer Zones: Their Processes and Potential in Water Protection*. Quest Environmental, Harpenden, UK, pp. 54-61.
- Mazagol, P.-O., R. Martin, J. Porteret, C. Thyriot, et B. Etlicher. 2008. Pre-determination des zones humides sur le bassin Loire-Bretagne. SIG 2008 : Conference francophones ESRI, Versailles : France. 19 pages.
- Merot, P., B. Ezzahar, C. Walter, and P. Aurousseau. 1995. Mapping waterlogging of soils using digital terrain models. *Hydrological Processes* 9(1): 27-34.
- Merot, Ph. 2000. Ty-fon: typologie fonctionnelle des zones humides de fond de vallee en vue de la regulation de la pollution diffuse. Rapport de synthese final programme PNRZH ; INRA, Rennes, p.115.
- Merot, P., H. Squidant, P. Aurousseau, M. Heffting, T. Burt, V. Maitre, M. Kruk, A. Butturini, C. Thenail, and V. Viaud. 2003. Testing a climatological index for predicting wetlands distribution along a European climate gradient. *Ecological Modelling* 163(1): 51-71.
- Merot, P., L. Hubert-Moy, C. Gascuel-Oudou, B. Clement, P. Durand, J. Baudry, et C. Thenail. 2006. A method for improving the management of controversial wetland. *Environmental management* 37(2): 258-270.
- Riviere, J.M., Tico, S, Dupont, C. 1992. Methode tariere Massif armoricain Caracterisation des sols. 24 pages.
- Vorosmarty CJ, McIntyre PB, Gessner MO, Dudgeon D, Prusevich A, et al. (2010). Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature* 467: 555-561.
- Tiner, R.W. 2009. Wetland Hydrology. 9.778-789. In Editor-in-Chief: Gene E. Likens (ed.), *Encyclopedia of Inland Waters*. Academic Press, Oxford