

# PEMODELAN LAHAN BASAH POTENSIAL BERDASARKAN INDEKS TOPOGRAFI DI BRETAGNE, PRANCIS

## The Modelling Wetlands Potential Based on Topography Index in Bretagne, France

Helena Ariesty<sup>1)</sup>, Blandine Lemercier<sup>2)</sup>, Lionel Berthier<sup>2)</sup>, Roh Santoso<sup>3)</sup>, dan Satyanto K. Saptomo<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor Gedung Andi Hakim Nasution, Kampus IPB Darmaga Bogor

<sup>2)</sup>INRA – UMR SAS Rennes – France

<sup>3)</sup>Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan Gedung Fateta Kampus IPB Darmaga Bogor

### ABSTRACT

Keberadaan lahan basah merupakan sumberdaya alam yang sangat penting untuk mendukung keanekaragaman hayati. Topografi dan geomorfologi memainkan peranan penting dalam pengembangan lahan basah dan merupakan faktor pengembangan model lahan basah. Identifikasi lahan basah dapat digunakan sebagai dasar penentuan pengembangan prioritas berbasis aspek sosioekonomi dan teknis. Penelitian ini bertujuan untuk menduga luasnya potensi lahan basah pada daerah Bretagne. Untuk mengembangkan penelitian tersebut, digunakan 10 peta DAS di daerah Bretagne, Perancis. Untuk mengidentifikasi lahan basah potensial berdasarkan hidromorf tanah digunakan dengan 4 metode kriteria, yaitu: identifikasi hidromorfi, indeks perhitungan topografi, perhitungan ambang, dan validasi. Metode ambang yang digunakan antara peta lahan dan indeks topografi menunjukkan kondisi yang sama. Kita menggunakan metode ambang dan validasi dengan menggunakan 120 kombinasi peta lahan. Hasil indeks topografi adalah 4,7 dan semuanya dapat digunakan di seluruh wilayah Brittany.

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

### ABSTRACT

Wetlands represent an important natural resource which supports natural biodiversity. 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: identification hydromorphy, calculation topographic index, calculation of threshold, and 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

### PENDAHULUAN

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. Tanah dikatakan hidromorfi bila menunjukkan tanda secara fisik adanya kejenuhan air (Merot *et al.* 1995). 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. Untuk mengembangkan penelitian tersebut, digunakan 10 peta DAS di daerah Bretagne, Perancis.

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.

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Februari - Agustus 2013. Penelitian dilakukan di Unit Spatial Tanah *INRA-UMR SAS (Institut National de la Recherche Agronomique)* di Rennes, Perancis.

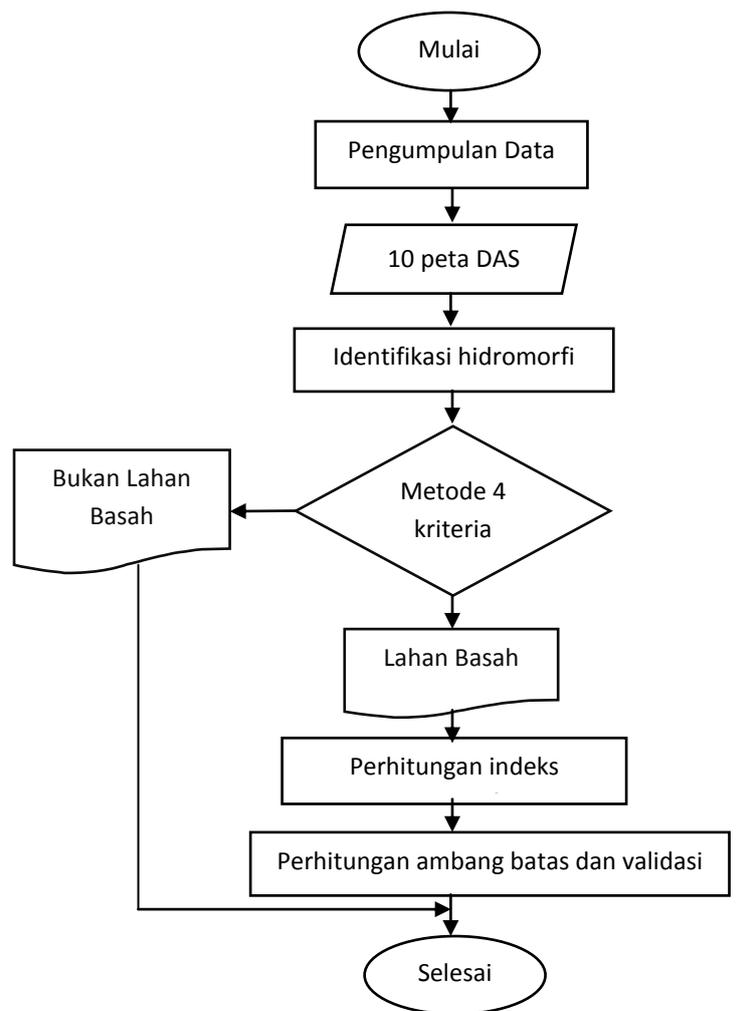
Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sepuluh peta DAS di wilayah Bretagne, Perancis. Peralatan yang digunakan adalah seperangkat komputer yang dilengkapi dengan *software* : ArcGIS 10, *Geospatial Modelling Environment*, *Microsoft Excel*, *Office*, *Power Point*.

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

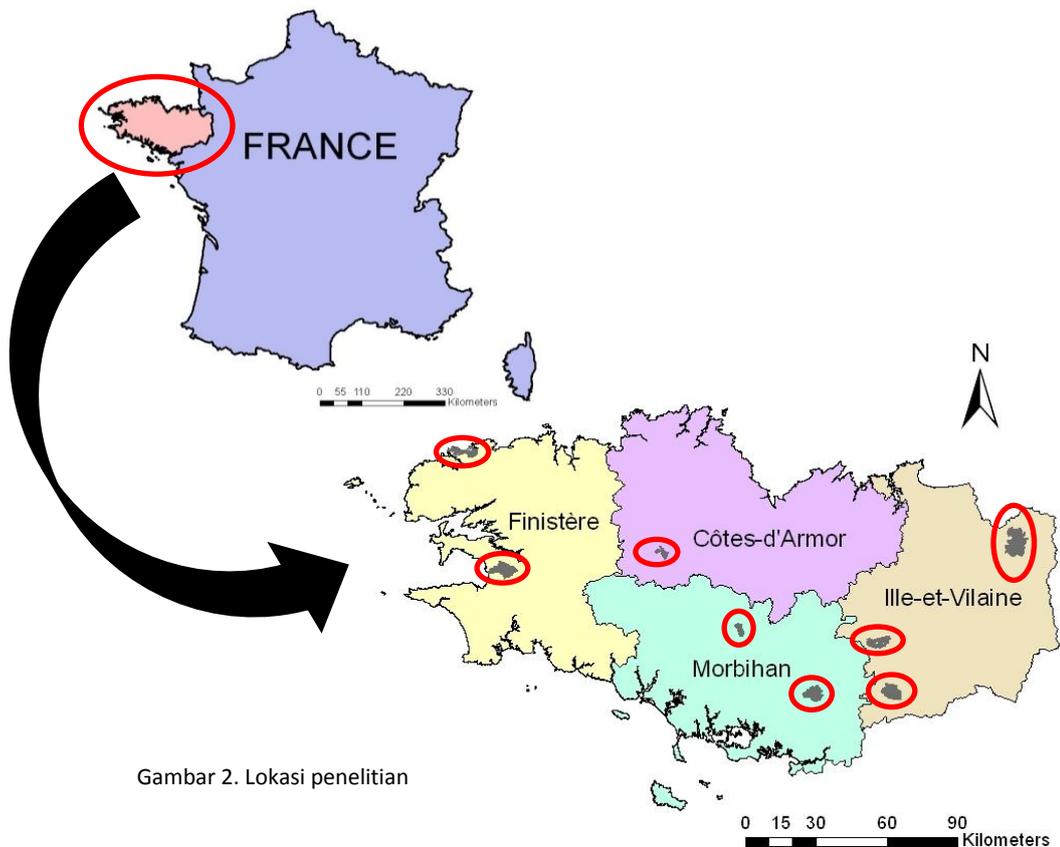
Sepuluh peta DAS (Gambar 2) di daerah Bretagne, Perancis yang digunakan merupakan peta yang didapatkan dari *INRA-UMR SAS* dengan skala 1/25000-1/50000.

### Lahan Basah Potensial

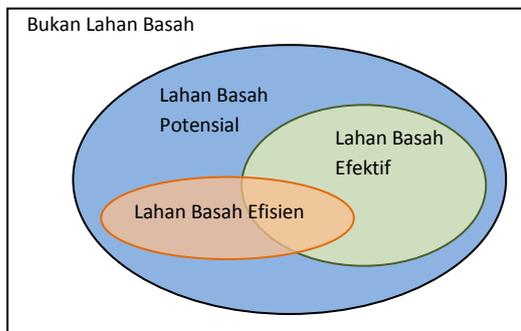
Di Perancis lahan basah dikelompokkan ke dalam tiga bagian dengan pendekatan PEE (potensial, efektif, dan efisien). Lahan basah potensial merupakan lahan basah dengan karakteristik fisik jenuh air yang dengan cepat ditentukan oleh indeks topografi (Merot *et al.* 2006). Tipologi ini



Gambar 1. Bagan alir penelitian



Gambar 2. Lokasi penelitian



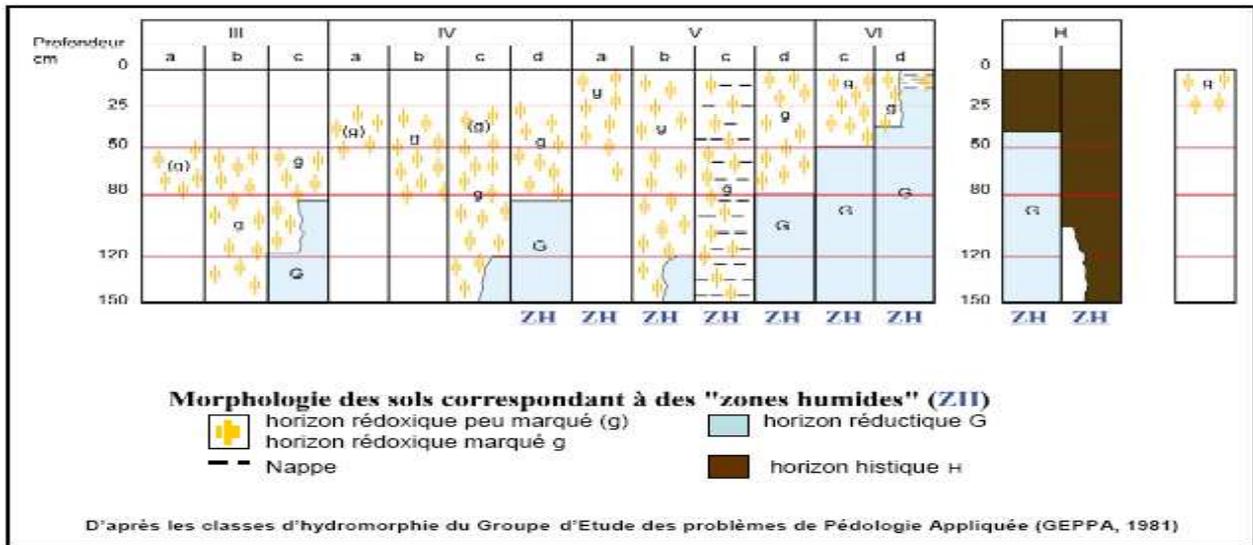
Gambar 3. Lahan basah dengan pendekatan PEE

umumnya digunakan untuk menggambarkan kondisi lahan basah, dapat dilihat pada Gambar 3. 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 Armoricain 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.

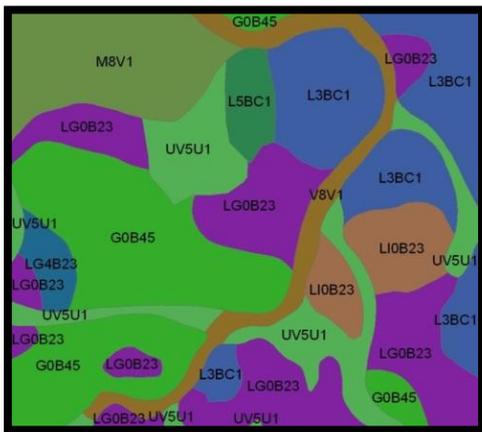
Kriteria, hasil petanya dapat dilihat pada Gambar 6. Klasifikasi hidromorfi (Gambar 7) terdiri dari 10 kelas, yang terbagi menjadi beberapa bagian. Nilai 0-2 merupakan tanah kering, nilai 3-4 hidromorfi sedang, dan nilai 6-9 sangat hidromorfi. Hasil peta lahan basah dan bukan lahan basah dapat dilihat pada Gambar 8.



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>

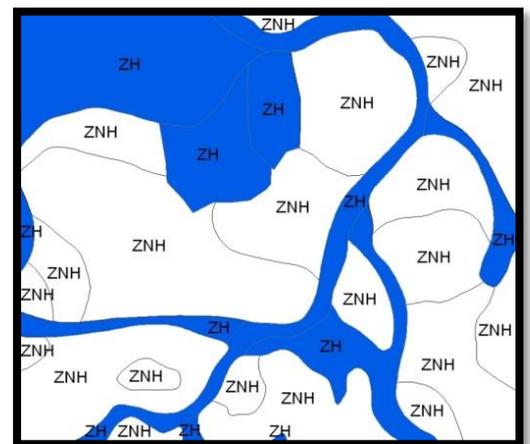
Gambar 5. Kodifikasi tanah : Metode 4 kriteria (Riviere *et al.* 1992)



Gambar 6. Peta tanah dengan metode 4 kriteria



Gambar 7. Klasifikasi 10 kelas hidromorfi



Gambar 8. Peta lahan basah dan bukan lahan basah

### Perhitungan Indeks Topografi

Untuk menghitung indeks topografi, diadopsi dari Beven & 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 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

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.

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, kedua peta harus dapat dibandingkan. Karena itu, keduanya haruslah memiliki sistem koordinat yang sama. Ketidaksamaan posisi titik pada peta yang akan dibandingkan dapat menjadi penyebab terjadinya kesalahan klasifikasi yang pada akhirnya menghasilkan kesalahan pada uji akurasi. Validasi dalam kasus ini, dilakukan pembentukan 120 matriks konfusi.

Dua indikator statistik yang digunakan:

- Presentase Gros
- Indeks Akurasi

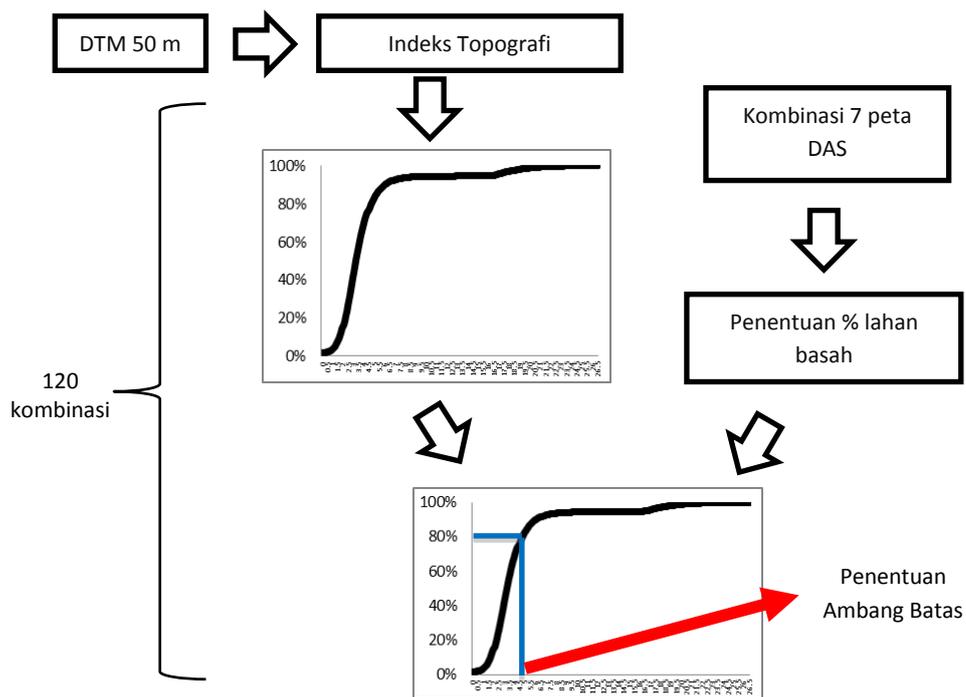
Bila nilai  $< 1$  maka mengindikasikan dibawah estimasi lahan basah potensial dimana luas lahan basah prediksi lebih kecil lahan basah observasi.

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 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.

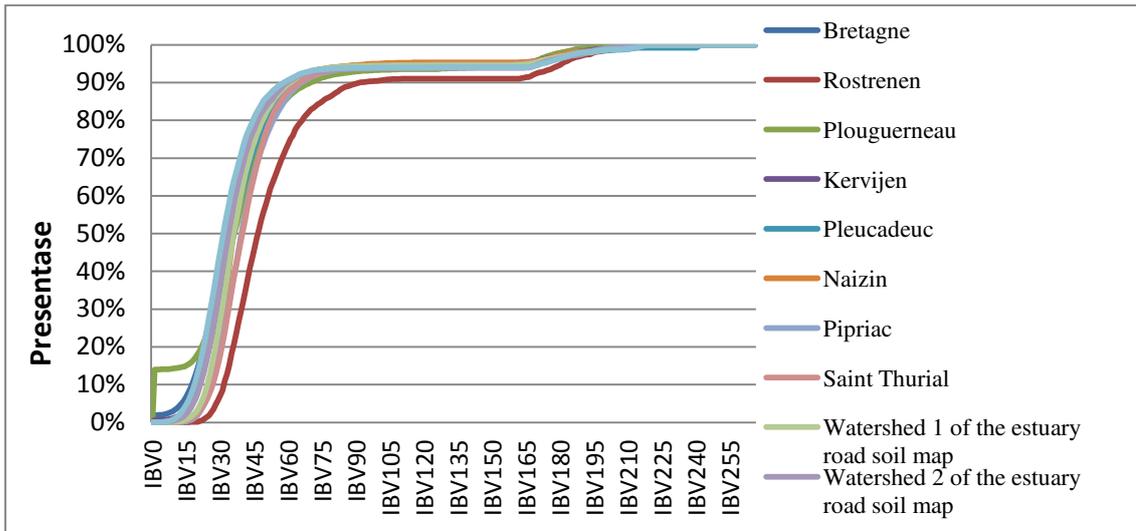
Hampir semua dari sepuluh peta DAS ini memiliki distribusi indeks topografi yang sama di daerah Bretagne kecuali Rostrenen. Hal tersebut terjadi perbedaan disebabkan oleh intensitas hujan dan kemiringan yang cenderung ekstrim. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 10.



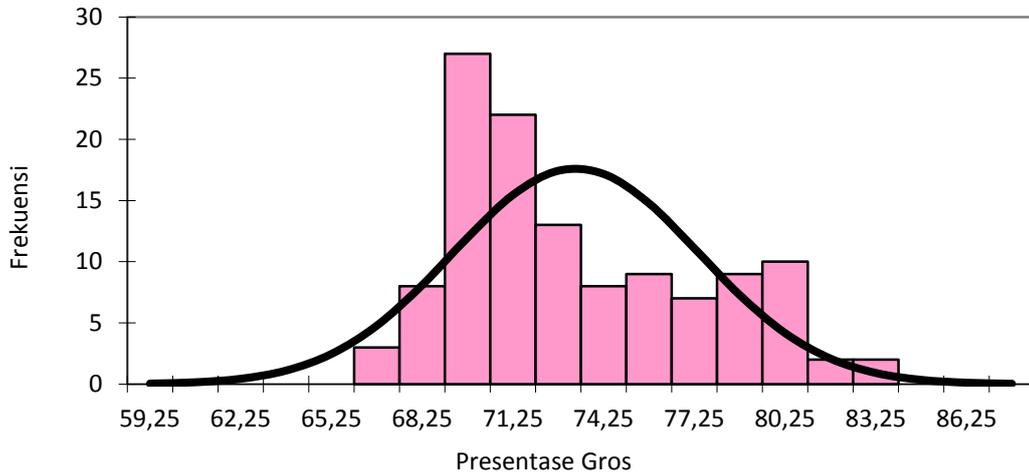
Gambar 9. Skema penentuan ambang batas

Tabel 1. Presentase hidromorfi tanah dan ambang batas

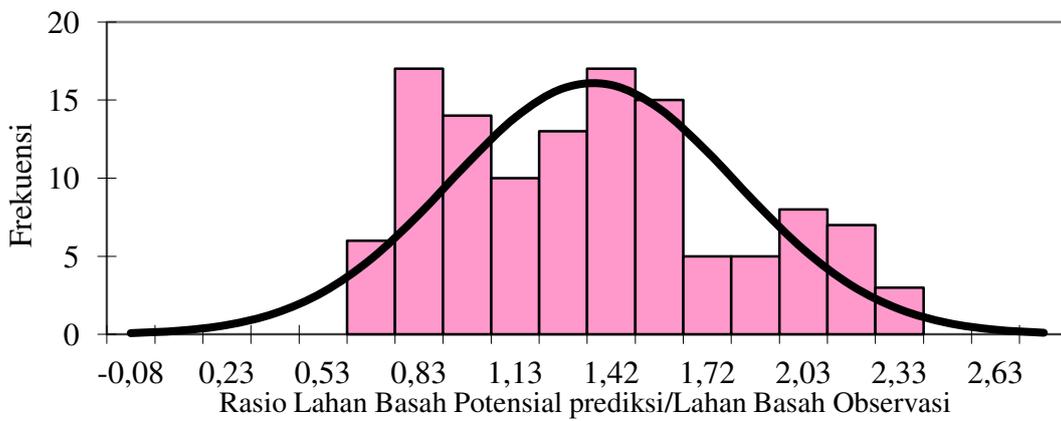
Daerah	Peta DAS	% Hidromorfi Tanah	Ambang Batas
<b>Finistère</b>	1. Kervijen	24,3	4,3
	2. Plouguerneau	18,7	5,3
<b>Morbihan</b>	3. Naizin	18,7	4,7
	4. Pleucadeuc	19,4	5
<b>Côte d'Armor</b>	5. Rostrenen	54,6	4,4
<b>Ille-et-Vilaine</b>	6. Pipriac	32,6	4,5
	7. Saint Thuriel	53,5	3,8
	8. Watershed 1 of the 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



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

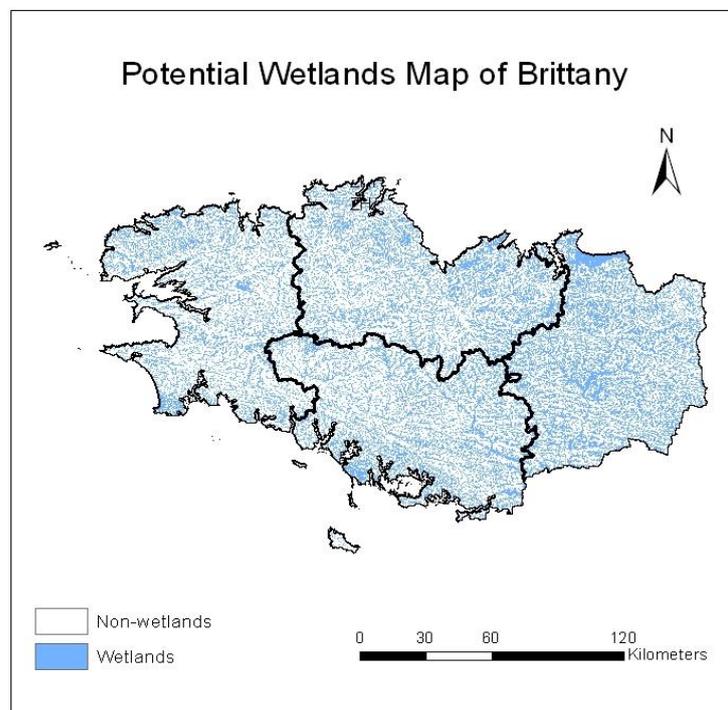
Persentase rata-rata kesepakatan gros (Gambar 11) adalah 73%, sedangkan nilai mediannya adalah 72%. Jadi distribusi perjanjian gros ini memiliki dua populasi yang dapat dilihat pada Gambar 11. Kurva normal, dua populasi memiliki arti dalam menempatkan hipotesis, harus memiliki 2 kombinasi kategori besar. 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.

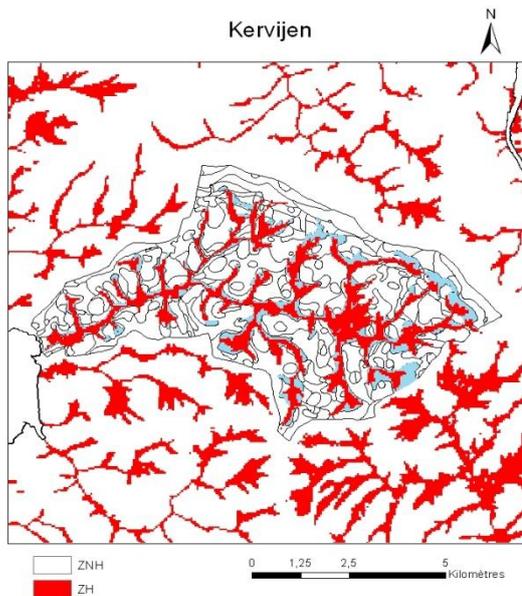
Dari Gambar 12, histogram tersebut terdapat dua puncak yang mengindika-

sikan data berbentuk 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.

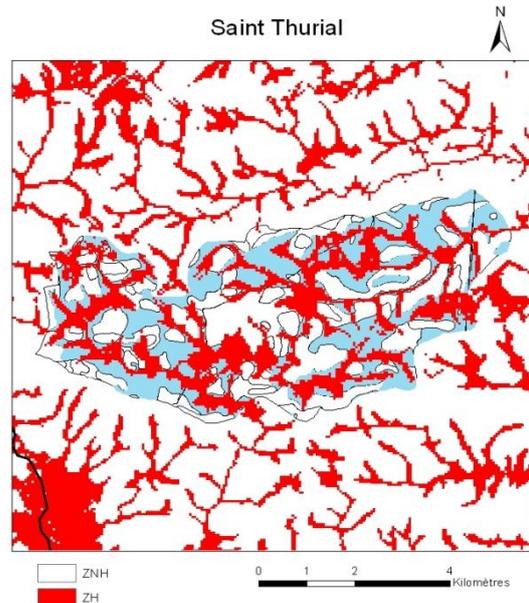
Gambar 13 menampilkan peta lahan basah potensial di Bretagne. Indeks yang didapat dari penelitian ini adalah 4,7 dan diaplikasikan untuk seluruh wilayah Bretagne. Dapat dilihat pada gambar tersebut indeks tersebut merepresentasikan lahan basah potensial di wilayah Bretagne, Perancis. Gambar 14 menunjukkan 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 Thuriau memiliki perbedaan yang signifikan disebabkan oleh kondisi ekstrem berupa dataran tinggi di wilayah tersebut.



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



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



Gambar 15. Perbandingan peta hasil prediksi dan observasi di wilayah Saint Thuriel

## SIMPULAN DAN SARAN

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

Perlunya dilakukan pengembangan metodologi untuk memilih kombinasi terbaik dari peta DAS. Selain itu, perlu dilakukan pengujian dengan skala peta yang lebih presisi misalnya 1/250000.

## DAFTAR PUSTAKA

- Baize, D., et M.-C. Girard. 2009. Referentiel pedologique 2008. Editions QUAE, Versailles.
- Beven, K.J., & 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.
- 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, Hartfordshire, UK, pp. 54-61.
- Merot, P., B. Ezzahar, C. Walter, & P. Auroousseau. 1995. Mapping water-logging of soils using digital terrain models. *Hydrol.Process* 9(1): 27-34.
- Merot, P., H. Squidant, P. Auroousseau, M. Hefting, T. Burt, V. Maitre, M. Kruk, A. Butturini, C. Thenail, & V. Viaud. 2003. Testing a climato-topographic 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, & 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.
- Vorosmarty CJ, McIntyre PB, Gessner MO, Dudgeon D, & Prusevich A. 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.