

**SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN UNTUK MENGANALISA KESESUAIAN
JENIS VEGETASI MANGROVE MENGGUNAKAN
ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP)**

Retno Kusumaningrum¹⁾, Sukmawati Nur Endah²⁾

Program Studi Ilmu Komputer FMIPA UNDIP
Jl. Prof. Soedharto, SH Tembalang Semarang

¹⁾ retno_ilkom@undip.ac.id, ²⁾ sukma_ne@undip.ac.id

Abstrak

Kesesuaian jenis vegetasi mangrove dengan kondisi fisik area reboisasi hutan mangrove dipengaruhi oleh beberapa kriteria, dan hal tersebut merupakan salah satu faktor penting di dalam meningkatkan keberhasilan kegiatan reboisasi hutan mangrove. Kondisi fisik suatu wilayah yang berbeda-beda serta beranekaragamnya jenis vegetasi mangrove, menjadikan proses pengambilan keputusan di dalam menentukan tumbuhan untuk reboisasi hutan mangrove menjadi suatu permasalahan yang kompleks, yaitu pengambilan keputusan berdasarkan kriteria majemuk. Sistem pendukung keputusan DESSTA ApMa (*Decision Support System To Analyze the Appropriateness of Mangrove*) merupakan sistem pendukung keputusan yang dapat digunakan untuk menentukan kesesuaian jenis vegetasi mangrove terhadap faktor lingkungannya dengan menggunakan *Analytic Hierarchy Process* sebagai modelnya. Kriteria dari model AHP merupakan faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi kehidupan mangrove meliputi salinitas, toleransi terhadap kekuatan ombak dan angin, toleransi terhadap kandungan lumpur, toleransi terhadap kandungan pasir serta frekuensi penggenangan. Sedangkan alternative yang digunakan adalah 14 jenis vegetasi mangrove yang baik untuk proses reboisasi hutan mangrove di Indonesia. Fasilitas-fasilitas yang disediakan oleh DESTA AppMa antara lain pembobotan kriteria, pembobotan alternatif untuk masing-masing kriteria, dan tingkat kesesuaian jenis vegetasi.

Kata kunci : sistem pendukung keputusan, *analytic hierarchy process*, AHP, vegetasi mangrove

1. Pendahuluan

Hutan mangrove merupakan ekosistem peralihan yang memiliki keistimewaan, yakni mangrove merupakan ekosistem yang sangat produktif dan mampu mendukung kelangsungan hidup dari ekosistem lain. Hal tersebut terjadi karena mangrove merupakan pelindung dan sekaligus sumber nutrisi bagi organisme yang hidup di tengahnya. Selain hal tersebut, keistimewaan lain yang dimiliki mangrove adalah kemampuan untuk mengikat polutan berupa logam berat maupun senyawa racun yang lain [5]. Berdasarkan hal-hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa ekosistem mangrove merupakan salah satu ekosistem yang harus dijaga kelestariannya. Akan tetapi, pada masa sekarang ini, banyak hutan mangrove di Indonesia telah mengalami kerusakan yang disebabkan karena terjadinya alih fungsi hutan mangrove menjadi perumahan, tambak, dan kawasan wisata pantai serta terjadinya polusi laut dan reklamasi pantai.

Strategi yang dapat digunakan untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan melakukan reboisasi bagi hutan mangrove yang mengalami kerusakan. Salah satu upaya untuk meminimalisasi kegagalan usaha reboisasi yang akan dilakukan adalah dengan pengelolaan secara terencana terutama dalam menentukan formasi jenis tumbuh-tumbuhan yang membentuk hutan mangrove.

Penanaman tumbuh-tumbuhan di hutan mangrove ini membutuhkan medium dengan ciri-ciri fisik yang khusus sehingga dapat tumbuh secara optimal. Mengacu pada hal tersebut, dan keanekaragaman jenis tumbuh-tumbuhan mangrove maka perlu dilakukan analisa kesesuaian antara jenis tumbuhan mangrove dengan karakteristik hutan mangrove yang akan diperbaiki. Berdasarkan hal-hal tersebut maka proses analisa kesesuaian tersebut dilakukan berdasarkan sejumlah kriteria dan sejumlah alternative sehingga dapat diambil keputusan mengenai jenis tumbuhan mangrove yang paling sesuai untuk suatu area hutan mangrove.

Analytic Hierarchy Process (AHP) merupakan salah satu metode yang menggunakan struktur hierarki untuk menyelesaikan permasalahan pengambilan keputusan yang kompleks dan tidak terstruktur, khususnya pada situasi dimana terdapat aspek kualitatif (penilaian subyektif) digabungkan dengan berbagai aspek kuantitatif [3],[4]. Keunggulan utama AHP apabila dibandingkan dengan metode yang lain adalah kemampuannya untuk mengontrol konsistensi dari keputusan yang diperoleh [4].

Berdasarkan hal-hal tersebut di atas maka AHP merupakan metode yang tepat untuk menganalisa kesesuaian jenis vegetasi mangrove dengan faktor lingkungannya, dan diterapkan ke dalam suatu sistem pendukung keputusan.

Pembahasan pada makalah ini terbagi ke dalam 4 bagian. Bagian pertama berisi mengenai latar belakang pengambilan masalah. Bagian kedua membahas mengenai karakteristik vegetasi mangrove terhadap faktor-faktor lingkungannya. Penjelasan mengenai sistem pendukung keputusan yang dikembangkan untuk menganalisa kesesuaian jenis vegetasi mangrove dijelaskan pada bagian ketiga.

Sedangkan pada bagian terakhir akan dibahas mengenai kesimpulan dan saran.

2. Karakteristik Vegetasi Mangrove Terhadap Faktor-Faktor Lingkungannya

Faktor-faktor yang secara umum banyak mempengaruhi perkembangan vegetasi mangrove, yaitu [2]:

1. Salinitas, yaitu salinitas tinggi, sedang, atau rendah
2. Tipe tanah yang didominasi oleh lumpur, pasir, atau lumpur berpasir
3. Pasang surut

Berdasarkan Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.03/MENHUT-V/2004 Tanggal 22 Juli 2004 menyebutkan bahwa karakteristik yang perlu diperhatikan di dalam menentukan kesesuaian antara jenis vegetasi mangrove dengan faktor lingkungannya meliputi salinitas, toleransi terhadap kekuatan ombak & angin, toleransi terhadap kandungan pasir, toleransi terhadap lumpur, dan frekuensi penggenangan. Tabel 1 berikut ini akan menjelaskan data kesesuaian antara jenis vegetasi mangrove dengan faktor lingkungan.

Tabel 1. Kesesuaian Jenis Vegetasi Mangrove dengan Faktor Lingkungan

Jenis	Salinitas	Toleransi thd kekuatan ombak & angin	Toleransi thd kandungan pasir	Toleransi thd Lumpur	Frekuensi Penggenangan
<i>Rhizophora mucronata</i> (bakau)	10-30	S	MD	S	20 hr/bln
<i>R. stylosa</i> (tongke besar)	10-30	MD	S	S	20 hr/bln
<i>R. apiculata</i> (tinjang)	10-30	MD	MD	S	20 hr/bln
<i>Bruguiera parviflora</i> (bius)	10-30	TS	MD	S	10-19 hr/bln
<i>B. sexangula</i> (tancang)	10-30	TS	MD	S	10-19 hr/bln
<i>B. gymnorhiza</i> (tanjang merah)	10-30	TS	TS	MD	10-19 hr/bln
<i>Sonneratia alba</i> (pedada bogem)	10-30	MD	S	S	20 hr/bln
<i>S. caseolaris</i> (pedada)	10-30	MD	MD	MD	20 hr/bln
<i>Xylocarpus granatum</i> (nyirih)	10-30	TS	MD	MD	9 hr/bln
<i>Heritiera littoralis</i> (bayur laut)	10-30	STS	MD	MD	9 hr/bln
<i>Lumnitzera racemosa</i> (tarumtum)	10-30	STS	S	MD	Bbrp kali/thn
<i>Carbera manghas</i> (bintaro)	0-10	STS	MD	MD	Tergenang musiman
<i>Nypa fruticans</i> (nipah)	0-10	STS	TS	S	20 hr/bln
<i>Avecinea spp.</i> (api-api)	10-30	MD	TS	S	
Keterangan :					
S : Sesuai					

MD	: Moderat
TS	: Tidak Sesuai
STS	: Sangat Tidak Sesuai

Sumber : Lampiran I. Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.03/MENHUT-V/2004 Tanggal 22 Juli 2004

3. Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menganalisa Kesesuaian Jenis Vegetasi Mangrove

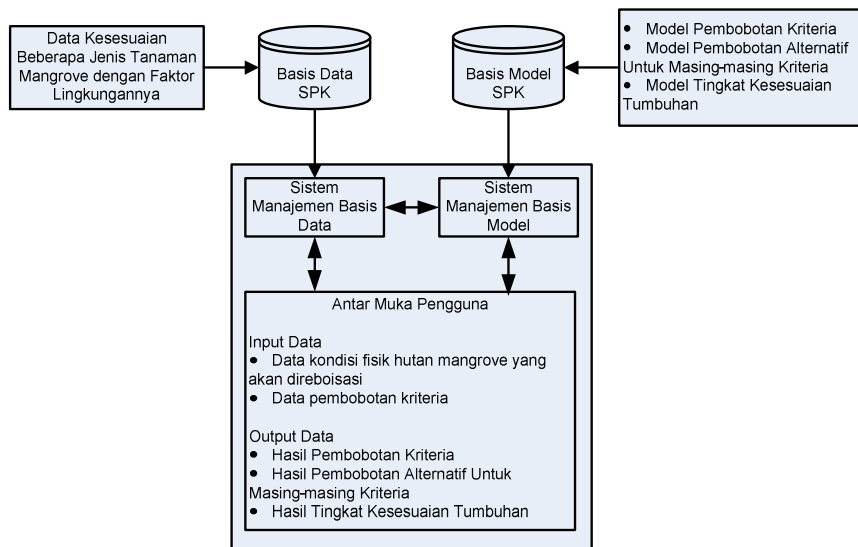
Sistem pendukung keputusan (SPK) merupakan bagian dari sistem informasi berbasis komputer yang dapat digunakan untuk membantu penggunaanya di dalam mengambil keputusan. Aplikasi SPK ini terdiri dari 4 subsistem, yakni [1]:

- Subsistem manajemen data merupakan subsistem yang digunakan untuk menyimpan data yang relevan untuk pengambilan keputusan dan disimpan dalam suatu sistem manajemen basis data.
- Subsistem model berupa suatu metode statistik, model keuangan, maupun model kualitatif lainnya yang mampu memberikan kemampuan analitik untuk mengambil keputusan.

- Subsistem antar muka pengguna merupakan subsistem yang menghubungkan antara pengguna dan sistem.
- Subsistem manajemen basis pengetahuan merupakan komponen yang memberikan intelegensi untuk memperbesar pengetahuan di dalam proses pengambilan keputusan.

Seperti telah dijelaskan sebelumnya, sistem pendukung keputusan yang dikembangkan adalah sistem pendukung keputusan untuk menganalisa kesesuaian jenis vegetasi mangrove dan selanjutnya sistem ini disebut sebagai “DESSTA AppMa” (*Decision Support System To Analyze the Appropriateness of Mangrove*).

Gambar 1 berikut ini menjelaskan mengenai struktur dari “DESSTA AppMa”



Gambar 1. Struktur “DESSTA AppMa”

Berdasarkan gambar 1 di atas, penjelasan selanjutnya akan dilakukan untuk masing-masing subsistem.

A. Subsistem Basis Data

Basis data DESSTA AppMa memiliki satu buah tabel, yakni tabel Faktor. Tabel ini untuk menyimpan data karakteristik dari beberapa jenis tumbuhan

mangrove, meliputi salinitas, toleransi terhadap kekuatan ombak dan angin, toleransi terhadap kandungan pasir, toleransi terhadap lumpur dan frekuensi penggenangan. Adapun struktur dari tabel tersebut dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Struktur tabel Faktor

Nama Atribut	Tipe Data	Field Size
Jenis	Teks	20
S_bawah	Number	Integer
S_atas	Number	Integer
T_ombak	Number	Integer
T_pasir	Number	Integer
T_lumpur	Number	Integer
F_bawah	Number	Integer
F_atas	Number	Integer

Pada tabel di atas T_ombak menyatakan nilai dari toleransi terhadap kekuatan ombak dan angin, T_pasir menunjukkan toleransi terhadap kandungan pasir, dan T_lumpur menunjukkan toleransi terhadap kandungan Lumpur. Ketiga atribut tersebut bernilai 0, 1, 2, dan 5, dengan kriteria sebagai berikut :

- 0 : Sesuai
- 1 : Tidak Sesuai
- 2 : Sangat Tidak Sesuai
- 5 : Moderat

Hal ini dimaksudkan untuk memudahkan di dalam pembobotan kriteria ataupun pembobotan alternatif untuk masing-masing kriteria. Sedangkan untuk salinitas dan frekuensi penggenangan dibuat menjadi field S_bawah dan S_atas untuk salinitas serta F_bawah dan F_atas untuk frekuensi penggenangan, dikarenakan suatu field di dalam tabel tidak bisa berbentuk range data.

B. Subsistem Basis Model

Seperti telah disebutkan sebelumnya, AHP merupakan model yang digunakan dalam DESSTA AppMa untuk pengambilan keputusan di dalam menentukan vegetasi yang paling sesuai untuk reboisasi di suatu wilayah hutan mangrove. Adapun struktur hierarki untuk dari model AHP dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini.

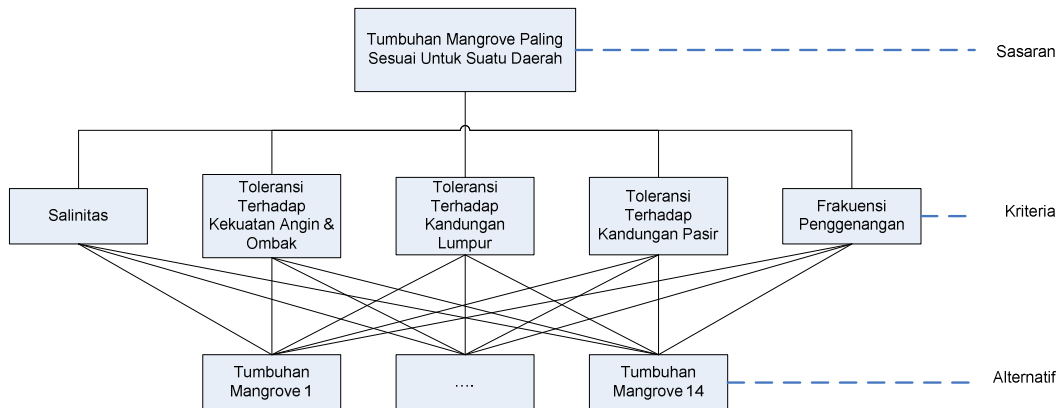
Alternatif yang digunakan dalam model ini merupakan jenis-jenis vegetasi (tumbuhan) mangrove

yang dapat digunakan sebagai pilihan untuk melakukan reboisasi. Vegetasi-vegetasi tersebut adalah *Rhizopora mucronata*, *R. stylosa*, *R. apiculata*, *Bruguiera parvilofa*, *B. sexangula*, *B. gymnorhiza*, *Sonneratia alba*, *S. caseolaris*, *Xylocarpus granatum*, *Heritiera littoralis*, *Lumnitzera racemosa*, *Carbera manghas*, *Nypa fruticans*, dan *Avecinea spp.*

Sedangkan 5 kriteria yang digunakan meliputi salinitas, toleransi terhadap kekuatan angin dan ombak, toleransi terhadap kandungan Lumpur, toleransi terhadap kandungan pasir, serta frekuensi penggenangan.

Proses pembobotan kriteria pada sistem DESSTA AppMa dilakukan secara interaktif oleh pengguna disesuaikan dengan tingkat kepentingan kriteria tersebut terhadap kondisi lingkungan yang akan dilakukan reboisasi. Berdasarkan nilai tingkat kepentingan suatu kriteria relative terhadap kriteria lain yang telah diinputkan, maka langkah berikutnya adalah menyusun matriks perbandingan berpasangan untuk pembobotan kriteria, memanipulasi matriks dengan cara menentukan nilai *eigen* (*eigenvector*) sedemikian sehingga nilai *eigen* pada suatu iterasi ke-*n* sama dengan nilai pada iterasi ke-(*n*-1), dan melakukan pengecekan terhadap nilai *consistency ratio* (*CR*). Pembobotan kriteria tersebut akan diterima apabila nilai *CR* < 0,1. Apabila nilai yang diperoleh sebaliknya maka DESSTA AppMa akan memberikan kesempatan bagi pengguna untuk mengulangi proses penentuan tingkat kepentingan suatu kriteria.

Langkah-langkah di dalam tahap pembobotan alternatif untuk masing-masing kriteria analog dengan langkah-langkah pembobotan kriteria. Akan tetapi pada saat penyusunan matriks perbandingan berpasangan untuk setiap kriteria terdapat perbedaan seperti terlihat pada tabel 3 berikut ini.



Gambar 2. Struktur Hierarki Penentuan Tumbuhan Mangrove Paling Sesuai

Tabel 3. Perbedaan penyusunan matriks perbandingan berpasangan untuk pembobotan kriteria dan pembobotan alternatif untuk masing-masing kriteria

Pembobotan Kriteria	Pembobotan Alternatif untuk Masing-masing Kriteria
Dilakukan secara manual melalui perangkat lunak yang dikembangkan	Dilakukan dengan membandingkan data kondisi fisik hutan mangrove yang akan direboisasi dengan data kesesuaian beberapa jenis tanaman mangrove dengan faktor lingkungannya yang sudah disimpan di dalam basis data

Berdasarkan hasil nilai eigen yang diperoleh dari tahapan pembobotan kriteria dibentuklah matriks bobot kriteria sebagai berikut :

$$M_K = \begin{bmatrix} EV_{k1} \\ EV_{k2} \\ EV_{k3} \\ EV_{k4} \\ EV_{k5} \end{bmatrix} \dots \dots \dots (1)$$

dimana :

- M_k : Matriks Bobot Kriteria
- EV_{ki} : Nilai eigen kriteria ke-i ($i = 1, 2, \dots, 5$)

Sedangkan berdasarkan nilai eigen yang diperoleh dari tahapan pembobotan alternatif dibentuklah matriks nilai eigen dari alternatif sebagai berikut :

$$ME_A = \begin{bmatrix} EV_{a1k1} & EV_{a1k2} & EV_{a1k3} & EV_{a1k4} & EV_{a1k5} \\ EV_{a2k1} & EV_{a2k2} & EV_{a2k3} & EV_{a2k4} & EV_{a2k5} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ EV_{a14k1} & EV_{a14k2} & EV_{a14k3} & EV_{a14k4} & EV_{a14k5} \end{bmatrix} \dots (2)$$

dimana :

- ME_k : Matriks Nilai Eigen dari Alternatif
- EV_{aikj} : Nilai eigen dari alternatif ke-i , kriteria ke-j dimana $i = 1, 2, \dots, 14$ dan $j = 1, 2, \dots, 5$

Selanjutnya berdasarkan dua buah matriks di atas dapat diperoleh matriks tingkat kesesuaian alternatif sebagai berikut :

$$MP = ME_A \times M_K \dots \dots \dots (3)$$

C. Subsistem Antar Muka Pengguna

DESSTA AppMa memiliki 2 buah antar muka untuk memberikan nilai masukan, yakni form masukan data kondisi fisik hutan mangrove yang akan direboisasi dan form data pembobotan kriteria seperti terlihat pada gambar-gambar berikut ini.



Nilai Nilai Faktor Fisik Lingkungan Hutan Mangrove

Salinitas: 34

Kekuatan Ombak & Angin: Tinggi Sedang Rendah

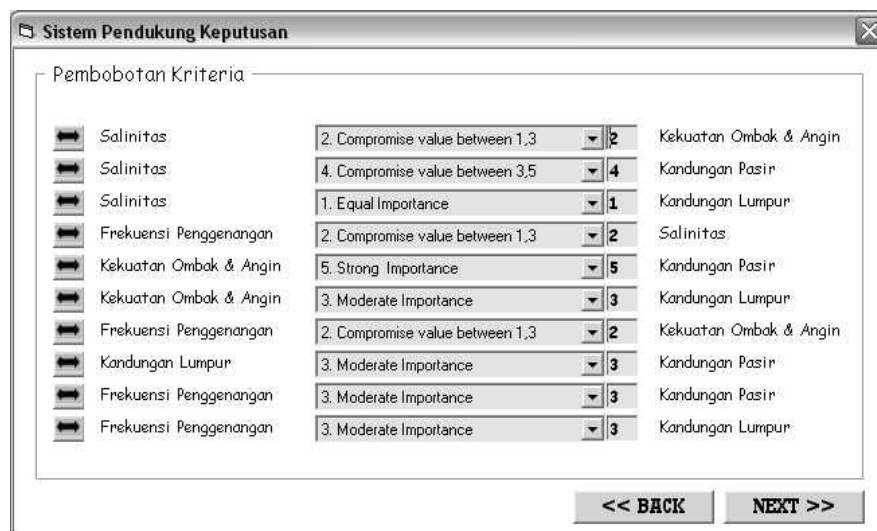
Kandungan Pasir: Tinggi Sedang Rendah

Lumpur: Tinggi Sedang Rendah

Frekuensi Penggenangan: 6 Hari/Bulan

BATAL NEXT >>

Gambar 3. Form masukan data kondisi fisik hutan mangrove

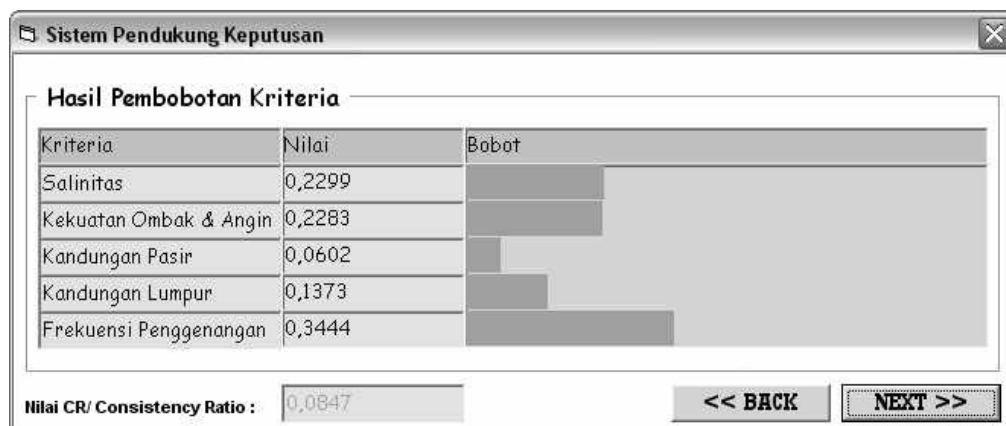


Pembobotan Kriteria

Salinitas	2. Compromise value between 1,3	2	Kekuatan Ombak & Angin
Salinitas	4. Compromise value between 3,5	4	Kandungan Pasir
Salinitas	1. Equal Importance	1	Kandungan Lumpur
Frekuensi Penggenangan	2. Compromise value between 1,3	2	Salinitas
Kekuatan Ombak & Angin	5. Strong Importance	5	Kandungan Pasir
Kekuatan Ombak & Angin	3. Moderate Importance	3	Kandungan Lumpur
Frekuensi Penggenangan	2. Compromise value between 1,3	2	Kekuatan Ombak & Angin
Kandungan Lumpur	3. Moderate Importance	3	Kandungan Pasir
Frekuensi Penggenangan	3. Moderate Importance	3	Kandungan Pasir
Frekuensi Penggenangan	3. Moderate Importance	3	Kandungan Lumpur

<< BACK NEXT >>

Gambar 4. Form data pembobotan kriteria



Hasil Pembobotan Kriteria

Kriteria	Nilai	Bobot
Salinitas	0,2299	
Kekuatan Ombak & Angin	0,2283	
Kandungan Pasir	0,0602	
Kandungan Lumpur	0,1373	
Frekuensi Penggenangan	0,3444	

Nilai CR/ Consistency Ratio : 0,0847

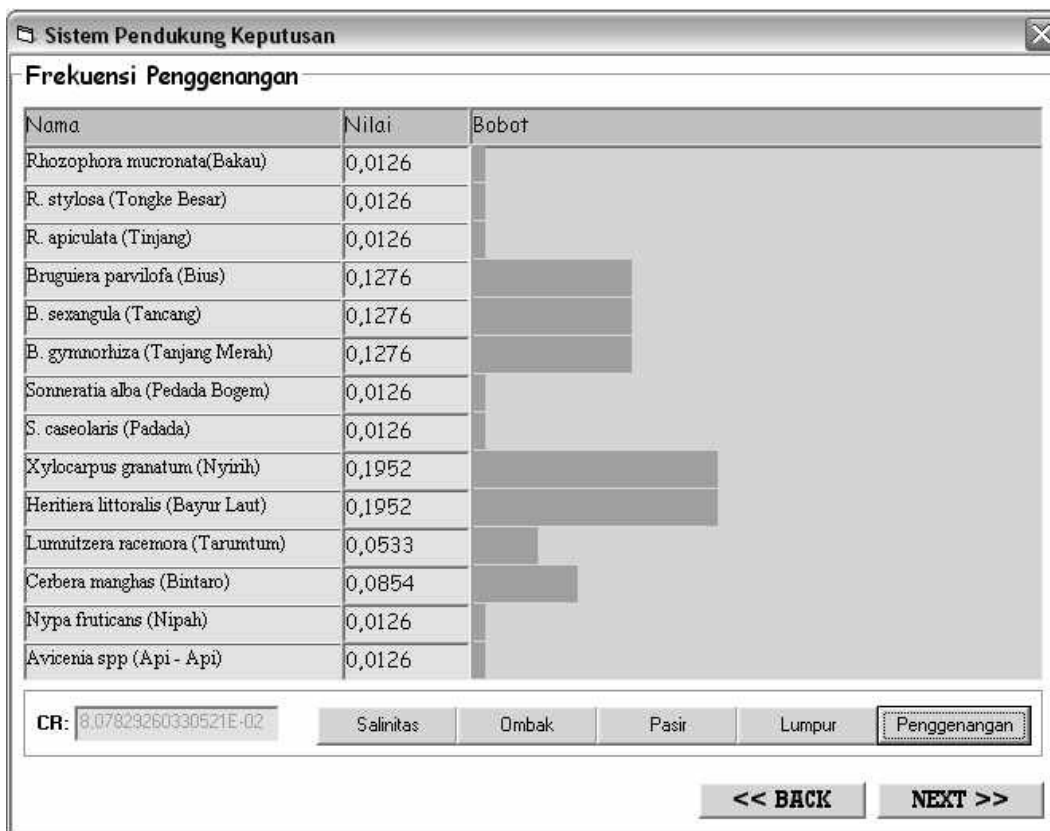
<< BACK NEXT >>

Gambar 5. Form Hasil Pembobotan Kriteria

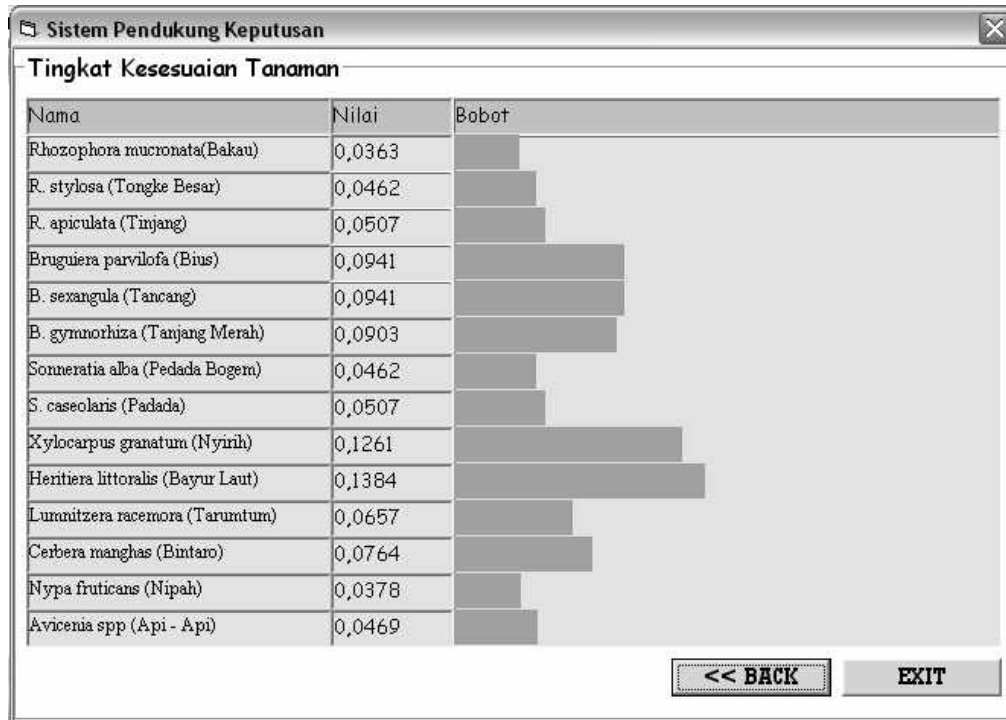
Adapun form-form keluaran dari DESSTA AppMa adalah form hasil pembobotan kriteria, form hasil pembobotan alternatif untuk masing-masing kriteria, dan form hasil tingkat kesesuaian tumbuhan. Gambar 5 adalah form hasil pembobotan kriteria.

Pada gambar di atas terdapat nilai CR yang digunakan sebagai acuan untuk menentukan apakah pembobotan kriteria yang telah dilakukan konsisten atau tidak. Adapun form hasil pembobotan alternatif untuk masing-masing kriteria dapat dilihat pada

gambar 6 berikut ini. Dalam form tersebut terdapat nilai bobot kesesuaian dari masing-masing vegetasi mangrove terhadap masing-masing kriteria. Informasi pada gambar 6 adalah nilai bobot kesesuaian vegetasi-vegetasi mangrove, apabila dilihat dari kriteria frekuensi penggenangan, yakni vegetasi nyirih dan bayur laut adalah vegetasi yang paling sesuai apabila kita hanya memperhatikan kriteria frekuensi penggenangan. Sedangkan hasil akhir berupa tingkat kesesuaian jenis tumbuhan dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 6. Form Hasil Pembobotan Alternatif untuk masing-masin kriteria



Gambar 7. Form Hasil Tingkat Kesesuaian Jenis Vegetasi untuk Reboisasi Hutan Mangrove

4. Kesimpulan

Sistem pendukung keputusan DESSTA ApMa merupakan sistem pendukung keputusan yang mampu digunakan untuk menganalisa kesesuaian jenis vegetasi mangrove terhadap faktor lingkungannya meliputi salinitas, toleransi terhadap kekuatan ombak dan angin, toleransi terhadap kandungan lumpur, toleransi terhadap kandungan pasir serta frekuensi penggenangan. Adapun model yang digunakan dalam sistem tersebut adalah *Analytic Hierarchy Process*. Sistem ini dilengkapi fasilitas pembobotan kriteria, sehingga tingkat kepentingan suatu kriteria yang harus diperhatikan, dapat disesuaikan dengan kondisi wilayah hutan mangrove yang akan direboisasi. Selain itu, sistem ini juga dilengkapi dengan fasilitas pembobotan alternatif untuk masing-masing kriteria sehingga dapat diketahui pula tingkat kesesuaian suatu jenis tumbuhan jika hanya dilihat dari satu kriteria.

Sistem pendukung keputusan ini masih terbatas hanya untuk 14 jenis tumbuhan mangrove sebagai alternatifnya, sehingga masih dapat dikembangkan lebih lanjut dengan melengkapi data tumbuhan mangrove yang lainnya.

Referensi

- [1]. E. Turban, E. Jay, and Ting-Peng Liang, *Decision Support Systems and Intelligent Systems (Sistem Pendukung Keputusan dan Sistem Cerdas)*. Yogyakarta : Andi, 2005
- [2]. Gunarto, Konservasi Mangrove sebagai Pendukung Sumber Hayati Perikanan Pantai, *Jurnal Litbang Pertanian*, 23(1), 2004, 15 – 21
- [3]. I. Syamsuddin and J. Hwang, The Application of AHP TO Evalate Information Security Policy Decision Making, *IJSSST*, 10(5), 2009, 33-37.
- [4]. M. Khanzadi, S. Dabirian, and V. Yousefi, Application of Analytic Hierarchy Process (AHP) to Prioritize Causes of Claims Based on The Effect on The Time and Costs of Infrastructural Projects in The Field of Iran Oil and Gas. *Proceeding of the 10th International Symposium on The Analytic Hierarchy / Network Process*, 2009.
- [5]. M. Vannuci, What Is So Special About Mangroves?, *Brazilian Journal of Biology*. 61(4), 2001, 599-603
- [6]. Peraturan Menteri Kehutanan Nomor Nomor : P.03/MENHUT-V/2004 Tanggal 22 Juli 2004