

Volume 9, Nomor 1, Mei 2011

ISSN:1693-9018

# LOGIKA

*Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*



**ALUMNI PASCA SARJANA  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
AMBON**

## DESAIN STRUKTUR PENGELOLAAN DAERAH TANGKAPAN AIR DALAM KEBERLANJUTAN SUMBERDAYA AIR DI DAS WAI RUHU

Jusmy D. Putuhena\*

**Abstrack:** Catchment Area Management is a step that must be implemented to ensure the sustainability of water resources due to the current condition of catchment areas. In the upper watersheds, there are many who have converted to other uses of the main functions as an upstream watershed catchment areas. The purpose of writing this paper is (a) Determining alternative the management of catchment areas, (b) Analysis of the sustainability of watershed management, (c) design of watershed management structures. Methods for simulation used in this paper is method: Win.Exys, and ISM. The conclusion that can be applied: (1) Analysis of catchment management continuity with the application of expert system indicates the possibility of reforestation activities made possible and is able to support water resources sustainability; (2) Design of catchment management structures to (a) Elements of Change obtained sub-elements possible that key physical condition upstream, policy implementation and awareness of irrigation farmer play an active role, (b) Elements of activities require in planning work that is obtained sub-elements key technical explanation of water resources regulation to improve information and communication farming, (c) Element related institution that is key sub-elements acquired Farmers Group, Institute for Micro Entrepreneurs and Non-Governmental Organizations.

**Keywords:** Catchment Area, Sustainability of Water Resources

### PENDAHULUAN

Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) sebagai bagian dari pembangunan wilayah pada hakekatnya merupakan optimalisasi pemanfaatan lahan dan konservasi sumber daya alam untuk memenuhi berbagai kepentingan manusia secara berkelanjutan (*sustainable*). Namun sampai saat ini pengelolaan DAS masih diperhadapkan dengan berbagai permasalahan yang kompleks seperti penurunan luas kawasan hutan dan makin meluasnya lahan kritis, yang berakibat pada meningkatnya laju erosi tanah, pencemaran air, banjir dan kekeringan, besarnya fluktuasi debit aliran sungai pada musim kemarau musim hujan, kecenderungan penggunaan air yang belum efisien, serta berkurangnya kemampuan pemulihan kembali kondisi DAS oleh manusia

Pengelolaan sumberdaya air secara berkelanjutan merupakan proses yang terintegrasi karena keterlibatan dari berbagai elemen yang ada di DAS dikaji secara holistic, antara lain komponen fisik, biologi, sosial dan ekonomi. (Lee and Schaaf, 2000). Simulasi dalam Pengelolaan sumberdaya air yang dilakukan di Hulu DAS Dudhi, dan Bewas, Madhya Pradesh India menggunakan Decision Support Systems dengan komponen biofisik DAS, kearifan local masyarakat hulu DAS sebagai skenario, menghasilkan masyarakat sekitar hulu DAS sebagai elemen kunci (Lee and Schaaf, 2000).

---

\* Jusmy D. Putuhena, S.Hut, MP adalah Dosen Pertanian Unpatti Ambon

## 12 *Putuhen, J.D: Desain Struktur Pengelolaan Daerah*

Komponen daerah tangkapan air yang selalu dikaji dalam pengelolaan sumberdaya air antara lain adalah: karakteristik DAS, system pertanian, ekonomi masyarakat, penggunaan lahan, sumber air bersih, pariwisata, tutupan hutan, luasan hutan, erosi tanah dan pencemaran air (Wang et al., 2006). Hal ini juga di perkuat lewat penelitian Pahmode (2003) di daerah gunung api Deccan di India, yang mengkaji karakteristik DAS seperti permeabilitas dan kerapatan DAS dan frekuensi aliran sungai, ekonomi masyarakat pedesaan yang berkaitan langsung dengan daerah tangkapan air.

Penyebab utama dari permasalahan sumberdaya air di Kota Ambon khususnya, adalah : (1) kerusakan lahan khususnya pada sub-sistem daerah hulu DAS di Pulau Ambon akibat tekan penduduk yang terus meningkat; (2) penggunaan lahan yang tidak berdasarkan pada daya dukung lahan; (3) peningkatan erosi tanah dan sedimentasi di alur sungai dan di laut (teluk dalam Pulau Ambon); (4) tidak ada sumur-sumur resapan air untuk membendung aliran air permukaan untuk mengisi airtanah; (5) untuk pulau-pulau kecil seperti Pulau Ambon, waktu perjalanan air (travel time of the water) relatif pendek sehingga laju infiltrasi lebih lambat daripada laju aliran permukaan (walaupun sifat tanah mendukung penyerapan air ke dalam tanah), mengakibatkan sebagian besar dari air hujan yang jatuh hilang melalui aliran permukaan menuju ke sungai dan akhirnya ke laut, sebelum air hujan tersebut mengisi air bawah tanah melalui proses infiltrasi dan perkolasi; dan (6) kondisi sosial, ekonomi, dan budaya masyarakat yang kurang mendukung pelestarian sumberdaya alam dan lingkungannya.

DAS Wai Ruhū dipilih sebagai perwakilan dari beberapa DAS lainnya di Pulau Ambon yang menjadi sumber air PDAM untuk sarana penelitian ini karena lebih efisien (hanya mengandalkan energi gravitasi) untuk mengalirkan air, dan digunakan oleh masyarakat sekitar DAS tersebut untuk mandi, cuci, dan lain-lain. Hasil dari Penelitian ini nantinya akan dijadikan acuan dalam perencanaan pengelolaan DAS-DAS lainnya yang ada di Pulau Ambon.

### **METODE**

Penelitian lapangan ini secara fisik berlokasi di DAS Wai Ruhū di Pulau Ambon, Propinsi Maluku. Dalam penelitian ini batasan yang digunakan adalah hanya pada wilayah Hulu DAS yang merupakan daerah resapan air. Tipe penelitian adalah deskriptif kualitatif yang menganalisa berbagai indikator yang terkait dengan perancangan model Pengelolaan sungai yang berkelanjutan. Selanjutnya melakukan pendekatan sistem dalam mendesain model pengelolaan daerah tangkapan air dalam keberlanjutan sumberdaya air. Pemilihan kegiatan reboisasi daerah tangkapan air (DTA) didasarkan bahwa kondisi daerah tangkapan air saat ini telah berkurang pohon-pohon karena banyak di tebang oleh masyarakat sehingga siklus hidrologi menjadi terputus. Kegiatan reboisasi ini merupakan salah satu Program Nasional Departemen Kehutanan Republik Indonesia yaitu Gerakan Rehabilitas Hutan Nasional (GERHAN) dengan maksud untuk mengembalikan fungsi hutan sebagai areal konservasi sumberdaya air, dengan jenis-jenis tanaman yang akan di tanam adalah jenis kayu produksi, kayu yang menghasilkan buah secara ekonomi dan juga jenis kayu lokal daerah tujuan kegiatan GERHAN ini dilaksanakan.

Kriteria yang digunakan pada elemen sistem kegiatan reboisasi di daerah tangkapan air (DTA) ini terdiri atas empat kriteria antara lain sebagai berikut:

1. Tutupan vegetasi hutan
2. Intensitas hujan
3. Jenis pohon untuk reboisasi
4. Dukungan masyarakat

Untuk analisis struktur pengelolaan daerah tangkapan air dalam keberlanjutan sumberdaya air di DAS Wai Ruhū menggunakan analisis Interpretative Structural Modeling (ISM).

Formula yang digunakan dalam teknik CPI adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A_{ij} &= X_{ij} (\min) \times 100 / X_{ij} (\min) \\ A_{(i+1,i)} &= (X_{(i+1,i)}) / X_{ij} (\min) \times 100 \\ I_{ij} &= A_{ij} \times P_j \\ &n \end{aligned}$$

$$I_j = \sum_{i=1} (I_{ij})$$

Keterangan :

- $A_{ij}$  = Nilai alternatif ke-i pada kriteria ke-j
- $X_{ij}(\text{min})$  = Nilai alternatif ke-i pada kriteria awal minimum ke-j
- $A_{(i+1,j)}$  = Nilai alternatif ke-i +1 pada kriteria ke-j
- $(X_{(i+1,j)})$  = Nilai alternatif ke-i +1 pada kriteria awal ke-j
- $P_j$  = Bobot kepentingan kriteria ke-j
- $I_{ij}$  = Indeks alternatif ke-i
- $I_i$  = Indeks gabungan kriteria pada alternatif ke -i
- $i$  = 1,2,3,4
- $j$  = 1,2,3,4

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Analisis Keberlanjutan pengelolaan Daerah Tangkapan Air Dengan Penerapan Aplikasi Sistem Pakar

Tindak lanjut terhadap keputusan yang di ambil lewat analisis CPI di atas maka akan di analisa lanjut menggunakan aplikasi sistem pakar dengan membuat Qualifier yang diinput pada aplikasi program pakar terdiri dari 4 (empat) pertanyaan adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana kondisi tutupan vegetasi hutan di hulu DAS?
  - a. 80 % (dinilai 4)
  - b. 60 – 80 % (dinilai 3)
  - c. 40 – 60 (dinilai 2)
  - d. < 40 % (dinilai 1)
- b. Berapa besar intensitas curah hujan di Hulu DAS?
  - a. 50 mm jam<sup>-1</sup> (dinilai 4)
  - b. 12,5 – 50 mm jam<sup>-1</sup> (dinilai 3)
  - c. 6,25 – 12,5 mm jam<sup>-1</sup> (dinilai 2)
  - d. < 6,25 mm jam<sup>-1</sup> (dinilai 1)
- c. Jenis pohon apa yang akan di pilih oleh masyarakat hulu DAS untuk di tanam untuk mendukung kegiatan reboisasi?
  - a. Pohon kayu yang berbuah (Durian, jambu mete, mangga) (dinilai 4)
  - b. Pohon berkayu (Mahoni, jati mas, dll) (dinilai 3)
  - c. Kayu lokal (kemiri) (dinilai 2)
  - d. Kayu lunak yang tidak bernilai ekonomis (dinilai 1)
- d. Bagaimana dukungan masyarakat di hulu DAS terhadap kegiatan reboisasi yang akan dilakukan?
  - a. Sangat tinggi (nilai 4)
  - b. Tinggi (nilai 3)
  - c. Rendah (dinilai 2)
  - d. Sangat rendah (dinilai 1)

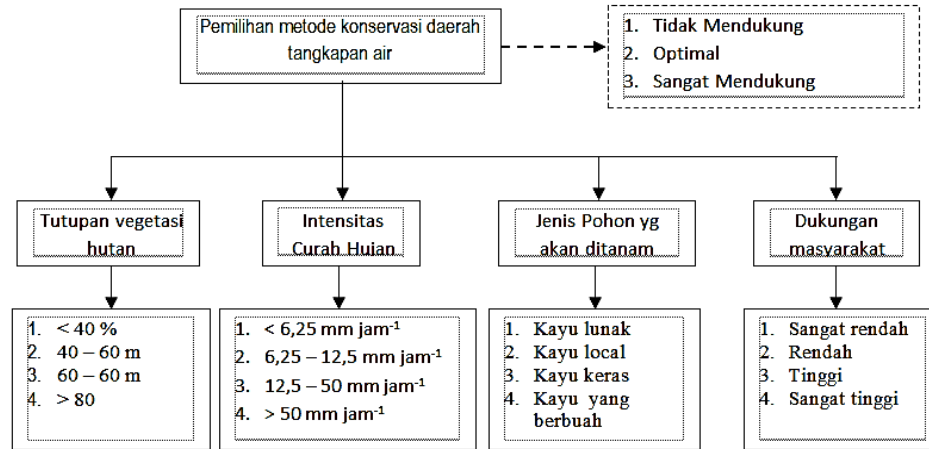
Alternatif keputusan yang digunakan untuk menarik kesimpulan tentang penerapan konsep ekohidrolik pada sungai dengan menggunakan sistem pakar berbasis *winexsys* berupa *Choice* atau *output* dari sistem pakar, yaitu

- a. Kondisi hulu DAS sangat mendukung kegiatan reboisasi → Baik
- b. Kondisi hulu DAS optimal mendukung kegiatan reboisasi → Optimum
- c. Kondisi hulu DAS tidak mendukung kegiatan reboisasi → Buruk

Pemilihan bahwa metode dapat diterapkan atau tidak dapat diterapkan adalah berdasarkan jumlah nilai dari empat kriteria penentu yang di bagi dalam 3 (tiga) kelas nilai tengah, yaitu :

14 *Putuhena, J.D: Desain Struktur Pengelolaan Daerah*

- a. Kondisi hulu DAS sangat mendukung kegiatan reboisasi jika jumlah nilai kriteria adalah  $> 13$ , dengan Alasan bahwa semua kriteria mendukung kegiatan reboisasi dan sangat kecil kemungkinan terjadinya kegagalan.
- b. Kondisi hulu DAS cukup mendukung kegiatan reboisasi jika kriteria adalah 8-12, dengan Alasan bahwa kriteria-kriteria diatas dapat mendukung kegiatan reboisasi pada kondisi yang berada pada nilai optimum untuk mendukung kegiatan reboisasi dalam rangka keberlanjutan sumberdaya air.
- c. Kondisi hulu DAS tidak mendukung kegiatan reboisasi jikakriteria adalah  $< 8$ , dengan Alasan bahwa walaupun kegiatan reboisasi di jalankan, namun hanya merupakan suatu seremonial saja, namun sasaran utama kegiatan reboisasi berpeluang gagal.



Gambar 1. Struktur hierarki yang menunjukkan hubungan antara kriteria-kriteria, dan level masing-masing dengan alternatif keputusan dari pemilihan metode konservasi Daerah Tangkapan Air.

Berdasarkan hubungan tersebut, maka disusun kemungkinan yang dapat muncul pada hubungan tersebut sebagaimana diuraikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Simulasi Keputusan Menggunakan Exel terhadap Pengelolaan Daerah Tangkapan Air

No.	Tutupan vegetasi hutan	Intensitas hujan	Jenis pohon reboisasi	Dukungan masyarakat	Jumlah	Keputusan
1	4	4	4	4	16	Baik
2	4	4	4	3	15	Baik
3	4	4	4	2	14	Baik
.	.	.	.	.	.	...
.	.	.	.	.	.	...
255	1	1	1	2	5	buruk
256	1	1	1	1	4	buruk

Dengan menggunakan kriteria yang digunakan pada elemen sistem kegiatan reboisasi di daerah tangkapan air (DTA) dalam tugas ini ada terdiri atas empat kriteria antara lain : a). Tutupan vegetasi hutan; b). Intensitas hujan; c). Jenis pohon untuk reboisasi; d). Dukungan masyarakat; maka hasil yang didapat dari simulasi exel dan wyn.exys menunjukkan bahwa ada

35 kemungkinan kegiatan reboisasi berjalan dengan baik, 33 kemungkinan kegiatan reboisasi tidak dapat berjalan dengan baik dan sisanya 188 kemungkinan kegiatan reboisasi dapat berjalan secara optimum. Dengan demikian maka dapat disimpulkan bahwa 223 kemungkinan kegiatan reboisasi dapat terlaksana dan mampu untuk mendukung keberlanjutan sumberdaya air.

**2. Analisis Interpretative Struktural Modeling (ISM) Pengelolaan Daerah Tangkapan Air terhadap Elemen yang Terkait**

**a. Elemen Perubahan yang dimungkinkan**

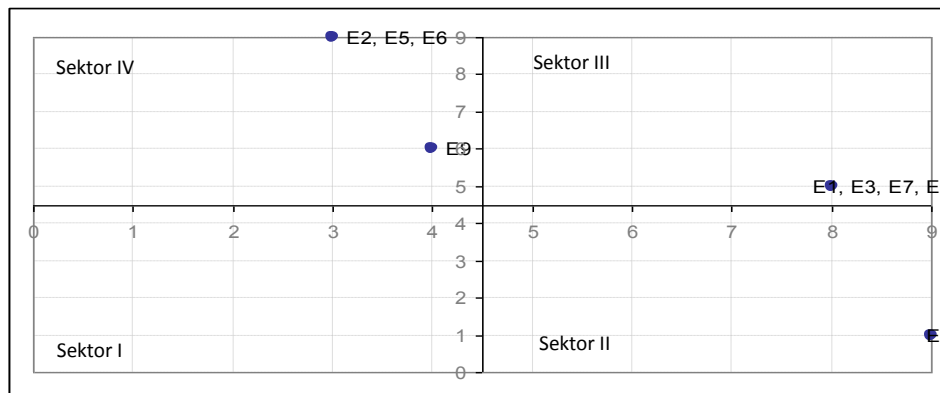
- ⇒ Debit sumber air
- ⇒ Kondisi fisik hulu
- ⇒ Efisiensi dan efektivitas jaringan air
- ⇒ Produktivitas jaringan
- ⇒ Kebijakan pelaksanaan distribusi air
- ⇒ Kesadaran petani untuk berperan aktif
- ⇒ Pola tanaman tumpang sari
- ⇒ Jenis tanaman
- ⇒ Operasi dan pemeliharaan jaringan air

Penilaian pakar terhadap hubungan kontekstual antar subelemen sasaran dengan pendekatan V, A, X, dan O. Pendekatan tersebut digunakan untuk memperoleh hubungan langsung dan tingkat hierarki kontribusi sasaran program. *Structural Self Interaction Matrix* (SSIM) elemen perubahan yang dimungkinkan disajikan sebagai berikut :

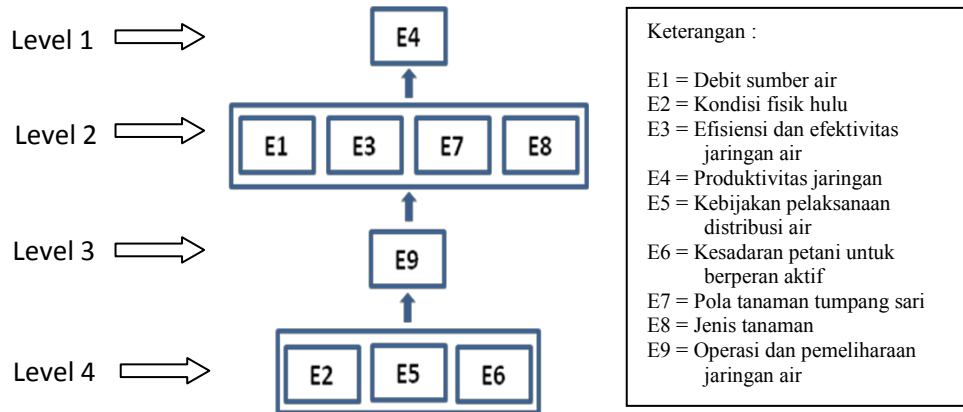
**Tabel 2. SSIM Final yang telah memenuhi Aturan Transitivisme Elemen Perubahan yang Dimungkinkan Pengelolaan Daerah Tangkapan Air**

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		A	x	V	A	A	X	X	A
2			V	V	X	A	V	V	O
3				V	A	A	X	X	A
4					A	A	A	A	A
5						X	V	V	V
6							V	V	V
7								X	A
8									A
9									

Koordinat hasil matriks reachability diplot kedalam matriks driver power dependent untuk elemen yang masih dapat dirubah. Seperti yang disajikan dalam gambar dibawah ini.



Subelemen (4) merupakan subelemen yang akan sangat di pengaruhi secara langsung oleh pelaksanaan pengelolaan daerah tangkapan air atau artinya dependensi subelemen ini terhadap subelemen lain tinggi namun memiliki kemampuan pendorong rendah yang terdapat pada Sektor II. Subelemen (1), (3), (7) dan (8) yang berada pada Sektor III adalah subelemen yang termasuk peubah bebas, yang artinya kekuatan penggerak (driver power) yang besar, namun punya sedikit ketergantungan terhadap program. Sedangkan subelemen (2), (5), (6) dan (9) yang berada pada Sektor IV merupakan peubah Independent yang mempunyai driver power lebih rendah dan sedikit ketergantungannya.



**Gambar 2. Diagram Matriks Stuktur dari Elemen hal yang dapat dirubah Program Pengelolaan Daerah Tangkapan Air**

Pada Gambar 2, tingkat (*level-L*) dari setiap subelemen ditentukan melalui pemisahan tingkat pada RM. Penetapan tingkat dari subelemen dapat ditentukan rangking dari masing-masing subelemen. Hasil dari studi kasus didapatkan 4 tingkat hierarki dimana subelemen (4) menempati tingkat pertama. Elemen kunci (*key element*) adalah subelemen dengan peringkat 1, yang dalam kasus ini adalah subelemen (2), (5) dan (6).

**b. Vaxo elemen aktivitas yang diperlukan dalam perencanaan kerja**

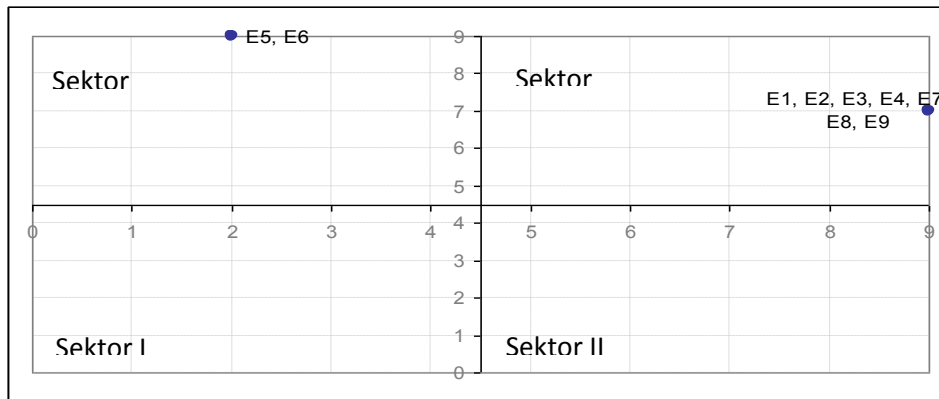
- ⇒ Reboisasi, dan Operasi, pemeliharaan dan rehabilitasi jaringan air
- ⇒ Pemberdayaan Masyarakatdi hulu DAS
- ⇒ Pendanaan yang cukup melalui iuran dan APBD
- ⇒ Penjelasan teknis peraturan sumberdaya air
- ⇒ Meningkatkan informasi dan komunikasi usaha tani
- ⇒ Meningkatkan kesadaran peran serta masyarakat terhadap SDA
- ⇒ Melibatkan KPL dan LSM menjaga/melestarikan lingkungan
- ⇒ Meningkatkan teknis dan peralatan jaringan air

**Tabel 3. SSIM Final yang telah memenuhi Aturan Transitivisme Elemen yang diperlukan untuk perencanaan kerja**

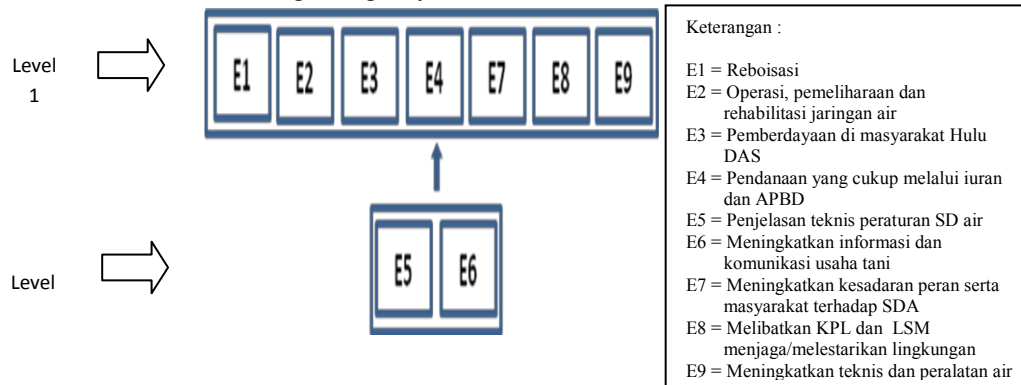
No	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		V	X	X	A	A	X	X	X
2			V	X	A	A	X	X	V
3				V	A	A	X	X	X
4					A	A	X	X	X

5						X	V	V	V
6							V	V	V
7								X	X
8									X
9									

Koordinat hasil matriks reachability diplot kedalam matriks driver power dependent untuk elemen yang diperlukan untuk perencanaan kerja. Seperti yang disajikan dalam gambar dibawah ini:



Subelemen (1), (2), (3), (4), (7) (8) dan (9) yang berada pada Sektor III adalah subelemen yang termasuk peubah bebas, yang artinya kekuatan penggerak (driver power) yang besar, namun punya sedikit ketergantungan terhadap program. Sedangkan subelemen (5), dan (6) yang berada pada Sektor IV merupakan peubah Independent yang mempunyai driver power lebih rendah dan sedikit ketergantungannya.



Gambar 3. Diagram Matriks Stuktur dari Elemen yang diperlukan

Pada Gambar 3, tingkat (level-L) dari setiap subelemen ditentukan melalui pemisahan tingkat pada RM. Penetapan tingkat dari subelemen dapat ditentukan rangking dari masing-masing subelemen. Hasil dari studi kasus didapatkan 2 tingkat hierarki dimana subelemen (1), (2), (3), (4), (7), (8) dan (9) menempati tingkat pertama. Elemen kunci (*key element*) adalah subelemen dengan peringkat 1, yang dalam kasus ini adalah subelemen (5) dan (6)

**c. Vaxo elemen lembaga yang terkait**

⇒ Pemerintah Tingkat Kabupaten



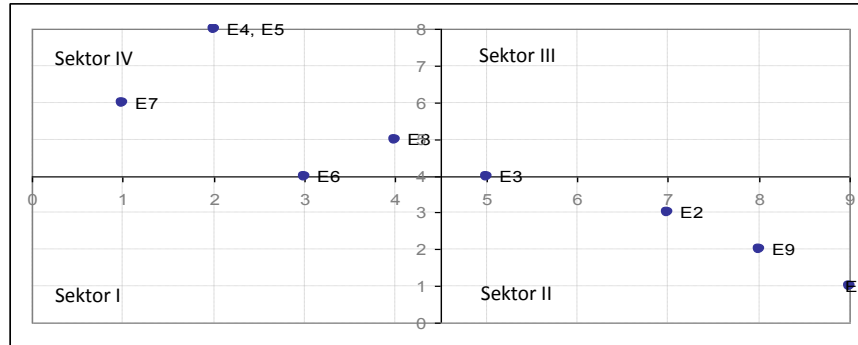
18 *Putuhena, J.D: Desain Struktur Pengelolaan Daerah*

- ⇒ Pemerintah Propinsi
- ⇒ Pemerintah Pusat
- ⇒ Kelompok Tani
- ⇒ Lembaga Pengusaha Mikro
- ⇒ Lembaga Keuangan Mikro
- ⇒ LSM
- ⇒ Perguruan Tinggi
- ⇒ Lembaga Keagamaan

Tabel 4. SSIM Final yang telah memenuhi Aturan Transitivisme Elemen Lembaga yang terkait

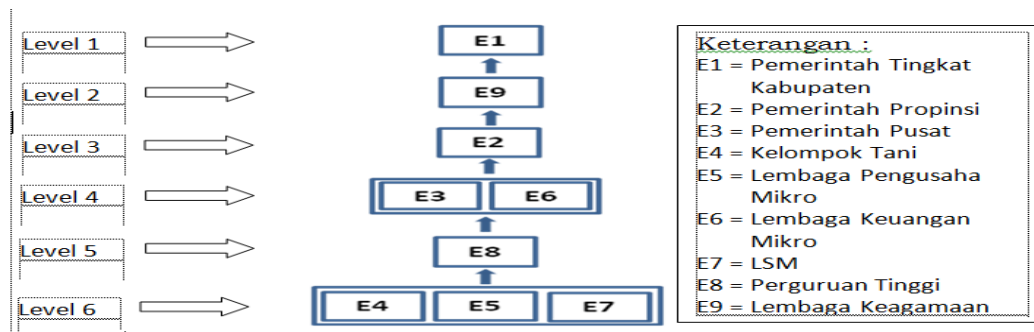
No	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		A	A	A	A	A	A	A	A
2			A	A	A	A	A	A	V
3				A	A	O	A	A	V
4					X	V	O	V	V
5						V	O	V	V
6							O	O	V
7								V	V
8									V
9									

Koordinat hasil matriks reachability diplot kedalam matriks driver power dependent untuk elemen lembaga yang terkait.



Subelemen (6) yang berada pada Sektor I merupakan subelemen yang tidak berkaitan dengan sistem, dan mungkin mempunyai hubungan sedikit, meskipun hubungan tersebut bisa saja kuat.

Subelemen (1), (2), (3) dan (9) merupakan subelemen yang akan sangat di pengaruhi secara langsung oleh pelaksanaan pengelolaan daerah tangkapan air atau artinya dependensi subelemen ini terhadap subelemen lain tinggi namun memiliki kemampuan pendorong rendah yang terdapat pada Sektor II. Sedangkan subelemen (4), (5), (7) dan (8) yang berada pada Sektor IV merupakan peubah Independent yang mempunyai driver power lebih rendah dan sedikit ketergantungannya terhadap sektor jika di dibandingkan dengan subelemen lain yang berada di Sektor III.



**Gambar 4. Diagram Matriks Struktur dari Elemen Lembaga yang Terkait**

Pada Gambar 4, tingkat (level-L) dari setiap subelemen ditentukan melalui pemisahan tingkat pada RM. Penetapan tingkat dari subelemen dapat ditentukan rangking dari masing-masing subelemen. Hasil dari studi kasus didapatkan 6 tingkat hierarki dimana subelemen (1) menempati tingkat pertama. Elemen kunci (key element) adalah subelemen dengan peringkat 1, yang dalam kasus ini adalah subelemen (4), (5) dan (7).

### KESIMPULAN

1. Analisis keberlanjutan pengelolaan daerah tangkapan air dengan penerapan sistem pakar menunjukkan bahwa ada 35 kemungkinan kegiatan reboisasi berjalan dengan baik, 33 kemungkinan kegiatan reboisasi tidak dapat berjalan dengan baik dan sisanya 188 kemungkinan kegiatan reboisasi dapat berjalan secara optimum. Dengan demikian maka dapat disimpulkan bahwa 223 kemungkinan kegiatan reboisasi dapat terlaksana dan mampu untuk mendukung keberlanjutan sumberdaya air..
2. Desain struktur pengelolaan daerah tangkapan air menggunakan analisis ISM untuk simulasi terhadap 3 elemen yaitu
  - a. Elemen Perubahan yang dimungkinkan  
 Pada elemen yang masih dapat dirubah pada pengelolaan sumberdaya air untuk irigasi secara keberlanjutan diperoleh subelemen kunci, yaitu Kondisi fisik hulu (2), Kebijakan pelaksanaan irigasi (5), dan Kesadaran petani untuk berperan aktif(6).
  - b. Elemen aktivitas yang diperlukan dalam perencanaan kerja  
 Pada elemen yang diperlukan dalam perencanaan kerja pada pengelolaan daerah tangkapan air dalam keberlanjutan sumberdaya air diperoleh subelemen kunci yaitu Penjelasan teknis peraturan sumberdaya air (5), dan meningkatkan informasi dan komunikasi usaha tani (6)
  - c. Elemen lembaga yang terkait  
 Pada elemen Lembaga yang terkait dala pengelolaan sumberdaya air untuk irigasi secara keberlanjutan diperoleh subelemen kunci yaitu Kelompok tani (4), Lembaga Pengusaha Mikro (5) dan Lembaga Swadaya Masyarakat (7).

### DAFTAR RUJUKAN

- Asdak, Chay, 2007. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Cetakan ke-4, Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Direktorat Kehutanan dan Konservasi Sumberdaya Air, 2003, *Kajian Model Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (Das) Terpadu*.
- Eriyatno, 2003. *Ilmu Sistem : Meningkatkan Mutu dan Efektivitas Manajemen*. Jilid 1. IPB Press Bogor
- Lee C. and T. Schaaf. 2006. *Decision Support Systems for Water Resources Management in Dudhi and Bewas Watershed, Madhya Prades, India*. Journal The Future of Dryland.
- Marimin, 2005. *Pengambilan Keputusan Kriteria Majemuk*. Jakarta: Grasindo.

20 *Putuhena, J.D: Desain Struktur Pengelolaan Daerah*

- Wibisono, Bambang, 2008. *Model Kebijakan Pengelolaan Lingkungan Pertambangan Mineral Yang Berkelanjutan*. Disertasi . Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Pakhmode Vijay, Himanshu Kulkarni and S. B. Deolankar. 2003. *Hydrological-drainage Analysis in Watershed-Programme Planning: a Case From the Deccan Basalt, India*. Hydrogeology Journal.
- Peraturan Pemerintah Nomor 35 Tahun 1991 Tentang Sungai.
- Wang Lijing, Wei Meng, Huaicheng Guo, Zhenxing Zhang, Yong Liu dan Yingying Fan 2006. *An Interval Fuzzy Multiobjective Watershed Management Model for the Lake Qionghai Watershed, China*. Journal Water Resources Management.