

Kebijakan Pemanfaatan Hutan Mangrove Berkelanjutan dengan Teknik *Interpretative Structural Modeling* di Taman Nasional Rawa Aopa, Sulawesi Tenggara

Policy on Sustainable Use of Mangrove Forest Using Interpretative Structural Modeling Techniques in Rawa Aopa National Park, Southeast Sulawesi

*Abdillah Munawir, Nurhasanah, Edi Rusdiyanto dan Siti Umamah Naili Muna

Program Magister Studi Lingkungan, Universitas Terbuka.
Jalan Cabe Raya, Pondok Cabe. Pamulang, Tangerang Selatan 15418, Banten. Indonesia.

ARTICLE INFO

Diterima tanggal : 9 September 2022
Perbaikan naskah: 29 November 2022
Disetujui terbit : 23 Desember 2022

Korespondensi penulis:
Email: abdillahmunawir@ecampus.ut.ac.id

DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/marina.v8i2.11693>



ABSTRAK

Konversi hutan mangrove akibat faktor antropogenik semakin meningkat di Kawasan Taman Nasional Rawa Aopa. Kajian keanekaragaman biota hutan mangrove, valuasi lingkungan ekonomi mangrove telah banyak dilakukan, tetapi penelitian tentang kebijakan kelembagaan belum pernah dilakukan untuk mengantisipasi perubahan kawasan hutan mangrove. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis elemen pemanfaatan hutan mangrove; menganalisis peran lembaga yang terlibat dalam pengelolaan Taman Nasional Rawa Aopa; dan menganalisis model kelembagaan dalam pengelolaan Taman Nasional Rawa Aopa. Penelitian dilakukan selama bulan Juni sampai Desember 2021. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode teknik analisis *Interpretif Structural Modeling* (ISM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa 11 lembaga yang terkait dalam pengelolaan Taman Nasional Rawa Aopa terdapat tiga lembaga yakni (Balai Taman Nasional Rawa Aopa, Dinas Kehutanan Provinsi Sulawesi Tenggara dan Dinas Lingkungan Hidup Propinsi Sulawesi Tenggara) yang memiliki pengaruh paling besar dan menjadi faktor kunci dalam perumusan kebijakan pemerintah dalam hal pengelolaan keberlanjutan hutan mangrove di TNRA. Elemen tujuan yang merupakan elemen kunci dalam pengembangan model pengelolaan Taman Nasional Rawa Aopa adalah penegakan supremasi hukum, dukungan antar pemangku kepentingan dan upaya perlindungan hutan mangrove TNRA untuk keberlanjutan flora dan fauna. Kondisi ini menjelaskan beberapa subelemen tersebut menjadi penggerak utama dan mempengaruhi subelemen pada level berikutnya. Kelembagaan pengelolaan hutan mangrove memiliki kinerja rendah karena ketiadaan kelembagaan khusus yang bertanggungjawab atas pengelolaan TNRA. Oleh karena itu, diperlukan kehadiran kelembagaan formal yang dibentuk berdasarkan *memorandum understanding* Balai TNRA Dinas Kehutanan dan Lingkungan Hidup Provinsi Sulawesi Tenggara yang mampu mengakomodir kepentingan pemangku kepentingan dan bertanggungjawab atas pengelolaan hutan mangrove TNRA.

Kata Kunci: kelembagaan; hutan mangrove; Taman Nasional Rawa Aopa (TNRA), flora dan fauna, *interpretif structural modeling*

ABSTRACT

The conversion of mangrove forests due to anthropogenic factors is increasing in the "Rawa Aopa National Park (RANP)" area. Studies of diversity and economic valuation have been widely carried out. Still, research on institutional policies has never been carried out to anticipate changes in mangrove forest areas. This study aims to analyze the elements uses of mangrove forest, the role of agencies in the RANP management, and institutional models. Research carried out from June to December 2021, which used the *Interpretive Structural Modeling* (ISM) analysis. The results show three institutions involved in management of the RANP Center consist of the Forestry Service and the Environment Service of Southeast Sulawesi Province. The three institutions have the most influence and are key factors in formulating government policies in terms of managing the sustainability of mangrove forests in RANP. The critical elements in developing the RANP management model are the enforcement of the law, support between stakeholders, and efforts to protect RANP mangrove forests for the sustainability of flora and fauna. Some of sub-elements are the main drivers and affect the sub-elements at the next level. However, the management institutions of mangrove forest have low performance due to the absence of particular institutions responsible for RANP management. Therefore, it is necessary to have a formal institutional presence formed based on a memorandum of understanding of the three institutions that can accommodate the interests of stakeholders and responsible for the management of mangrove forests.

Keywords: institutional; mangrove forest; Rawa Aopa National Park (TNRA), Flora and Fauna, *interpretive structural modeling*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Taman Nasional Rawa Aopa (TNRA) memiliki berbagai macam tipologi habitat serta keanekaragaman biota yang tinggi dan memiliki beberapa tipe ekosistem. Selain memiliki potensi flora dan fauna, TNRA juga memiliki keindahan

dan fenomena alam sebagai tempat wisata alam, pendidikan lingkungan dan penelitian yang merupakan salah satu potensi untuk dikembangkan dan dimanfaatkan secara berkelanjutan dan lestari (Putri & Allo, 2016; Sugiarto *et al.*, 2013). Salah satu bentuk ekosistem TNRA adalah ekosistem hutan mangrove. Hutan mangrove memiliki bermacam-macam fungsi, antara lain fungsi fisik, biologis dan

sosial ekonomis (Istomo *et al.*, 2020; Ministry of Environment & Forestry, 2016; Nutriawani *et al.*, 2017). Fungsi fisik ekosistem mangrove berhubungan dengan kondisi lingkungan fisik, seperti kondisi tanah, dan lain sebagainya. Fungsi fisik hutan mangrove bisa digunakan untuk mencegah abrasi dan melindungi ekosistem dari badai besar (Oliviera *et al.*, 2014; Kusmana, 2003). Fungsi biologis yang dimiliki hutan mangrove antara lain sebagai daerah asuhan (*nursery ground*), daerah mencari makan (*feeding ground*) dan daerah pemijahan (*spawning ground*) dari berbagai biota laut, tempat bersarangnya burung, habitat alami bagi berbagai jenis biota, sumber plasma nutfah (Kusmana, 2017; Anwar, 2005). Akar mangrove mampu mengikat dan menstabilkan substrat lumpur, mengurangi energi gelombang dan memperlambat arus, sementara vegetasi secara keseluruhan dapat memerangkap sedimen (Wahyudi *et al.*, 2013; Masiyah & Sunarni, 2015). Hutan mangrove memiliki fungsi sosial karena hutan mangrove banyak dimanfaatkan oleh masyarakat yang tinggal di sekitar hutan demi meningkatkan taraf hidup mereka (Butarbutar *et al.*, 2020). Tumbuhan di hutan mangrove sendiri bisa dimanfaatkan untuk sumber mata pencaharian, dan umumnya digunakan sebagai bahan konstruksi, kayu bakar, pariwisata, kerajinan, dan lain sebagainya (Nutriawani *et al.*, 2017).

Seiring pertambahan penduduk yang demikian cepat dan kebutuhan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan hidupnya yang semakin meningkat mengakibatkan jumlah pemanfaatan sumber daya alam tidak terkendali (Munawir *et al.*, 2019; Rusdiyanto *et al.*, 2020; Yusuf *et al.*, 2016). Aktivitas nelayan di kawasan hutan mangrove dari tahun ke tahun yang semakin meningkat akan memberikan tekanan atau ancaman terhadap habitat mangrove. Upaya mengkonversi areal mangrove menjadi areal pemukiman dan areal tambak serta meningkatnya permintaan terhadap produk kayu bakau sebagai bahan bangunan dan kayu bakar akan menyebabkan eksploitasi yang berlebihan terhadap hutan mangrove (Istomo *et al.*, 2020; Parvaresh, 2011). Situasi seperti ini mengakibatkan habitat dasar dan fungsi hutan mangrove menjadi hilang, dan kehilangan ini jauh lebih besar dari nilai pergantiannya (Kusmana *et al.*, 2010). Tekanan tuntutan hidup yang makin meningkat mengakibatkan masyarakat cenderung mengeksploitasi sumber daya dan lingkungan secara tidak berkesinambungan (Ariwidodo, 2014; Marcus *et al.*, 2006) sehingga mengakibatkan degradasi dan mengganggu keseimbangan lingkungan (Bengen, 2003; Munawir *et al.*, 2022; Kusmana, 2012). Selain itu, kegiatan lain juga sering

tidak mengindahkan kaidah-kaidah pembangunan berwawasan lingkungan dan berkelanjutan, seperti konversi mangrove untuk tambak, pembangunan pemukiman, dan sebagainya (Butarbutar *et al.*, 2020; Cokhester *et al.*, 2006).

Penelitian kawasan hutan mangrove telah banyak dilakukan terutama analisis perubahan kawasan hutan mangrove (Kamal *et al.*, 2016; Rodriguez *et al.*, 2016), keanekaragaman biota hutan mangrove (Wang *et al.*, 2014), valuasi ekonomi mangrove (Hochard *et al.*, 2019; Malik *et al.*, 2015). Namun demikian, penelitian terkait kebijakan kelembagaan belum pernah dilakukan pada kawasan hutan mangrove. Untuk itu analisis pengelolaan kelembagaan penting untuk dilakukan untuk meminimalkan terjadinya konversi hutan mangrove (Ostrom *et al.*, 2012) akibat faktor antropogenik (Casey & Robert, 2022). Kelembagaan TNRA yang tidak efektif menggambarkan dari degradasi hutan mangrove yang terus berlanjut. Seperti yang disampaikan oleh Ostrom (2005), kelembagaan merupakan aturan lengkap terperinci, sebagai panduan yang dipakai untuk mengatur hubungan antar aktor yang saling berkepentingan satu sama lain. Berdasarkan permasalahan dan potensi TNRA tersebut, dibutuhkan strategi pengelolaan dan peran lembaga serta pengembangan kelembagaan Taman Nasional Rawa Aopa sehingga kawasan TNRA dapat lestari dan berkelanjutan. Kelembagaan diartikan sebagai bentuk atau wadah atau organisasi sekaligus mengandung pengertian tentang norma-norma, aturan, dan tata cara atau prosedur yang mengatur hubungan antar manusia, bahkan kelembagaan merupakan sistem yang kompleks, rumit, dan abstrak (Kartodiharjo, 1999; Santoso, 2002; Nasution, 2002). Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini difokuskan untuk (1) menganalisis tujuan dalam pemanfaatan hutan mangrove; (2) menganalisis peran lembaga dalam pengelolaan Taman Nasional Rawa Aopa; dan (3) merancang model kelembagaan pengelolaan Taman Nasional Rawa Aopa.

Pendekatan Ilmiah

Penelitian ini bersifat studi kasus (*case study research*) yang dilakukan pada bulan Juni sampai Desember tahun 2021. Pengumpulan data dilakukan dengan *Focus Group Discussion* (FGD) menggunakan instrumen penelitian berupa kuesioner yang dirancang untuk mengetahui dampak dan upaya pengelolaan akibat konversi hutan mangrove dari aktivitas masyarakat muara sungai Lanowulu kawasan TNRA di Provinsi Sulawesi Tenggara.



Gambar 1. Lokasi Penelitian di TNRA, Sulawesi Tenggara.

Sumber : <https://earth.google.com/web/search/South+East+Sulawesi, 2022>.

Data primer bersumber dari lapangan dan responden. Responden dalam penelitian ini meliputi responden umum dan responden pakar. Responden umum yakni responden yang dipilih dari tokoh masyarakat yang sangat memahami pentingnya kelembagaan dan keberlanjutan hutan mangrove, sedangkan responden pakar adalah para ahli (*expert*) yang memenuhi kriteria sebagai pakar (Yusuf & Daris, 2018), meliputi; 1) kepakaran atau keahlian dalam jenjang akademik atau peneliti, 2) kepakaran atau keahlian sebagai pengambil kebijakan (*decision maker*), dan 3) kepakaran karena kekhususan seperti pakar kearifan lokal. Total responden umum sebanyak 1 orang dan responden pakar dalam penelitian ini sebanyak 4 (empat) orang. Hal ini sesuai pendapat Hora (2004) yang menyebutkan bahwa jumlah pakar yang memadai dan memiliki presisi yang tinggi adalah 3 sampai 7 orang. Metode pengumpulan data dalam penentuan responden umum dan responden pakar (*ahli/expert*) dilakukan dengan pendekatan *nonprobability sampling* melalui metode *purposive sampling* yaitu memilih secara sengaja pada beberapa tokoh masyarakat, orang yang mendiami kawasan sekitar hutan mangrove, dan pihak Balai TNRA yang sangat memahami gangguan akibat adanya kerusakan hutan mangrove. Hal yang sama juga dilakukan pada beberapa responden pakar (*ahli/expert*) dengan memilih beberapa dosen termasuk guru besar (profesor) yang banyak melakukan penelitian terkait kawasan hutan mangrove.

Analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Interpretive Structural Modeling* (ISM) yang dimaksudkan untuk merumuskan model kebijakan pengelolaan hutan mangrove berkelanjutan di Provinsi Sulawesi Tenggara. *Interpretive Structural*

Modeling merupakan suatu teknik berbasis komputer yang dapat membantu kelompok mengidentifikasi hubungan antara ide dengan struktur pada suatu isu yang kompleks menggunakan metode bentuk proses metode ini adalah *focus learning process*. Menurut Saxena *et al.* (1992), teknik ISM bersangkut paut dengan interpretasi dari suatu objek yang utuh atau perwakilan sistem melalui aplikasi teori grafis secara sistematis dan interaktif. Metode ISM juga telah luas digunakan, terutama untuk menganalisis struktural elemen-elemen berdasarkan hubungan kontekstual-nya (Saxena *et al.*, 1992; Machfud, 2001; Marimin, 2004). Eriyatno (2003) menyebutkan bahwa metodologi atau teknik ISM dibagi menjadi dua bagian yaitu penyusunan hirarki dan klasifikasi sub-elemen. Prinsip dasarnya adalah identifikasi dari struktur di dalam suatu sistem akan memberikan nilai manfaat yang tinggi guna meramu sistem secara efektif dan pengambilan keputusan yang lebih baik. Tahapan ISM akan dibagi menjadi dua bagian, yaitu penyusunan hierarki dan klasifikasi subelemen (Eriyatno & Sofyar, 2007). Oleh karena itu, tahapan yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

- Identifikasi elemen kajian, dalam hal ini terkait elemen peluang dan elemen kendala dalam pengelolaan hutan mangrove di Provinsi Sulawesi Tenggara.
- Identifikasi sub-elemen.
- Menentukan hubungan kontekstual antara sub-elemen yang mengandung suatu pengarah (*direction*) dalam terminologi subordinat yang menuju perbandingan berpasangan berdasarkan pendapat ahli (*expert judgement*).

Hubungan antar elemen tersebut dinyatakan dalam perkalian *cartesian*. Matrik harus memenuhi sifat *reflexive dan transitive* (Machfud, 2001). Proses transformasi hubungan kontekstual (*Matrix Structural Self-Interaction*) menjadi bentuk hubungan matematik dalam bentuk *Matrix Reachability* dengan aturan yang secara lengkap disajikan pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kontekstual Antar Sub-Elemen (SSIM) Menjadi Bentuk Hubungan Matematik.

Elemen i dan j (eij)	Elemen i dan j (eij)
V	Jika eij=1 dan eji=0
A	Jika eij=0 dan eji=1
X	Jika eij=1 dan eji=1
O	Jika eij=0 dan eji=0

- V jika $e_{ij} = 1$ dan $e_{ji} = 0$; V = sub-elemen ke-i harus lebih dulu ditangani dibandingkan sub-elemen ke-j (relasi dari elemen E_i sampai E_j , tetapi tidak berlaku untuk kebalikannya).
- A jika $e_{ij} = 0$ dan $e_{ji} = 1$; A = sub-elemen ke-j harus lebih dulu ditangani dibandingkan sub-elemen ke-i (relasi dari elemen E_j sampai E_i , tetapi tidak berlaku untuk kebalikannya).
- X jika $e_{ij} = 1$ dan $e_{ji} = 1$; X = kedua sub-elemen harus ditangani bersama (inter-relasi antara E_i dan E_j atau berlaku untuk kedua arah).
- O jika $e_{ij} = 0$ dan $e_{ji} = 0$; O = kedua sub-elemen bukan prioritas yang ditangani (merepresentasikan bahwa E_i dan E_j adalah tidak berkaitan).
- Pengertian nilai $e_{ij} = 1$ adalah adanya hubungan kontekstual antara sub-elemen ke-i dan ke-j, sedangkan nilai $e_{ji} = 0$ adalah tidak adanya

hubungan kontekstual antara sub-elemen ke-i dan ke-j.

- f. Hasil olahan tersebut tersusun dalam *structural self interaction matrix* (SSIM). SSIM dibuat dalam bentuk tabel *reachability matrix* (RM) dengan mengganti V, A, X dan O menjadi bilangan 1 dan 0.

Setelah *structural self interaction matrix* (SSIM) terisi sesuai pendapat responden, simbol (V, A, X, O) dapat digantikan dengan simbol (1 dan 0) sesuai dengan ketentuan sehingga dari dapat diketahui nilai dari hasil *reachability matrix* (RM) final elemen. Bentuk pengisian hasil *reachability matrix* (RM) final elemen disajikan pada Tabel 2.

Setelah *structural self interaction matrix* (SSIM) terisi sesuai pendapat responden, simbol (V, A, X, O) dapat digantikan dengan simbol (1 dan 0) sesuai dengan ketentuan sehingga dapat diketahui nilai dari hasil *reachability matrix* (RM) final elemen. Bentuk pengisian hasil *reachability matrix* (RM) final elemen disajikan pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3, dapat diketahui nilai *driven power* dengan menjumlahkan nilai sub-elemen secara horizontal; untuk nilai *ranking* ditentukan berdasarkan nilai dari *driver power* yang diurutkan mulai dari yang terbesar sampai yang terkecil; nilai *dependence* diperoleh dari penjumlahan nilai sub-elemen secara vertikal; untuk nilai *level* ditentukan berdasarkan nilai dari *dependence* yang diurutkan mulai dari yang terbesar sampai yang terkecil. Secara garis besar klasifikasi sub-elemen digolongkan dalam 4 sektor. Analisis matrik dari klasifikasi sub-elemen disajikan pada Gambar 2.

Tabel 2. Hasil Reachability Matrix (RM) Final Elemen.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	n
1	1											
2	1	1										
3	1	1	1									
4	1	1	1	1								
5	1	1	1	1	1							
6	1	1	1	1	1	1						
7	1	1	1	1	1	1	1					
8	1	1	1	1	1	1	1	1				
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
...	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
...	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
n	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

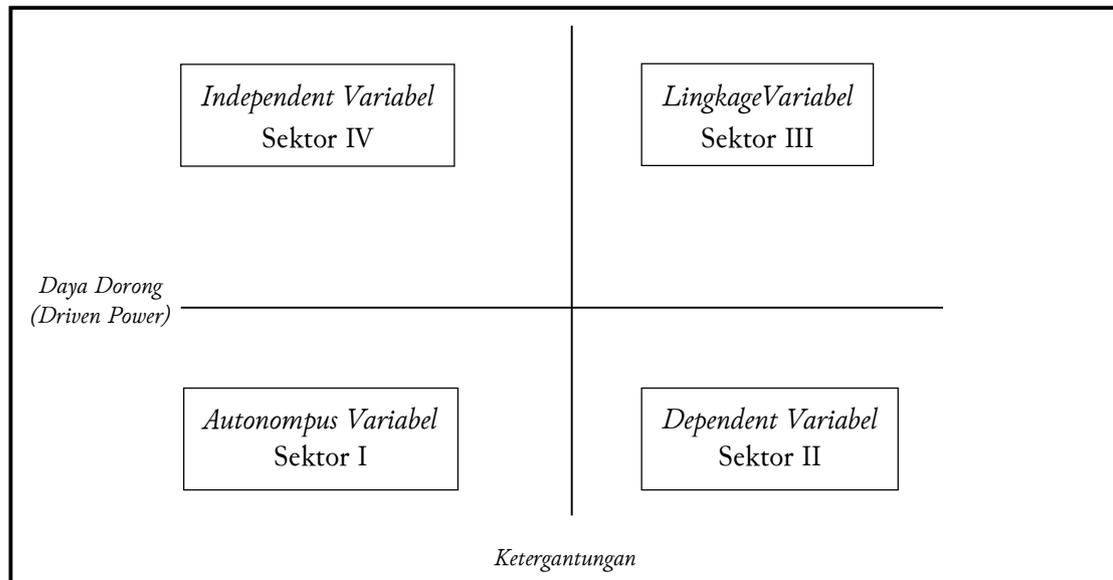
Sumber : Munawir et al., 2021

Tabel 3. Hasil *Reachability Matrix (RM) Final Elemen.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	n	DP	R
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
...														
...														
n														
D														
L														

Sumber : Munawir *et al.*, 2021

Keterangan : DP (*driven power*), R (*rangking*), D (*dependence*), L (*level/hierarki*)



Gambar 2. Grafik Pengaruh dan Ketergantungan Antar Sub-Elemen.

Sumber : Munawir *et al.*, 2021

- Sektor 1; *weak driver-weak dependent variabls (autonomous)*. Sub-elemen yang masuk dalam sektor ini umumnya tidak berkaitan dengan sistem dan mungkin mempunyai hubungan sedikit meskipun hubungan tersebut bisa saja kuat. Sub-elemen yang masuk pada sektor 1 jika: Nilai $DP \leq 0.5 X$ dan nilai $D \leq 0.5 X$, X adalah jumlah sub-elemen.
- Sektor 2; *weak driver-strongly dependent variabls (dependent)*. Umumnya sub-elemen yang masuk dalam sektor ini adalah sub-elemen yang tidak bebas. Sub-elemen yang masuk pada sektor 2 jika: Nilai $DP \leq 0.5 X$ dan nilai $D > 0.5 X$, X adalah jumlah sub-elemen.
- Sektor 3; *strong driver- strongly dependent variabls (linkage)*. Sub-elemen yang masuk dalam sektor ini harus dikaji secara hati-hati, sebab hubungan antara elemen tidak stabil. Setiap tindakan pada sub-elemen akan memberikan dampak terhadap sub-elemen lainnya dan pengaruh umpan baliknya dapat memperbesar dampak. Sub-elemen yang masuk pada sektor 3 jika : Nilai $DP > 0.5 X$ dan nilai $D > 0.5 X$, X adalah jumlah sub-elemen.
- Sektor 4; *strong driver-weak dependent variabls (independent)*. Sub-elemen yang masuk dalam sektor ini merupakan bagian sisa dari sistem dan disebut peubah bebas. Sub-elemen yang masuk

pada sektor 4 jika: Nilai DP > 0.5 X dan nilai D ≤ 0.5 X, X adalah jumlah sub-elemen.

Elemen Tujuan dalam Pengelolaan Hutan Mangrove secara Berkelanjutan

Elemen tujuan merupakan suatu bentuk capaian perencanaan strategis secara komprehensif dalam meningkatkan pengelolaan sumber daya alam hutan mangrove secara berkelanjutan di TNRA. Pencapaian tujuan pengelolaan hutan mangrove dapat menjamin keberlanjutan ekologi baik jenis vegetasi dalam menyediakan dan menjaga keanekaragaman hayati, juga sebagai rumah berbagai spesies endemik yang menjadikan kawasan hutan mangrove sebagai *hotspot* keanekaragaman hayati terutama sebagai habitat bersarang dan berkembang biak bagi ikan, kerang, kepiting, burung migran dan species lainnya. Berdasarkan hasil *Focus Group Discussion*, elemen tujuan dalam pengelolaan hutan mangrove secara berkelanjutan di Kawasan TNRA dijabarkan menjadi 6 sub-elemen yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Sub-Elemen Tujuan Pengelolaan Hutan Mangrove TNRA.

No	Sub Elemen Tujuan/ Destination Sub Element
A1	Dukungan antar pemangku kepentingan untuk pengelolaan hutan mangrove TNRA
A2	Penegakan supremasi hukum untuk pengelolaan hutan mangrove TNRA
A3	Upaya perlindungan flora dan fauna endemik TNRA
A4	Peningkatan Pendapatan Asli Daerah (PAD) melalui pariwisata dan perikanan
A5	Upaya Konservasi Kawasan hutan mangrove di kawasan TNRA
A6	Upaya Peningkatan Pendapatan Masyarakat

Sumber : Data Primer Diolah, 2021.

Tujuan pengelolaan hutan mangrove di kawasan TNRA menjadi sangat penting, karena tujuan tersebut menjadi acuan bersama bagi semua aktor/kelembagaan yang berperan dalam pengelolaan dan pemanfaatan jasa lingkungan terutama di kawasan TNRA secara berkelanjutan. Menurut Herry *et al.* (2017), dalam pengelolaan sumber daya alam sampai saat ini belum terdapat bentuk lembaga pengelola yang baku. Kelembagaan terkait dalam pengelolaan/pemanfaatan jasa lingkungan hutan mangrove di kawasan TNRA menjadi sangat penting (Sugiartha *et al.*, 2013; Indrayanti *et al.*, 2015) guna menunjang keberlanjutan pengelolaan hutan mangrove sehingga tetap menjaga tempat hidup berbagai spesies keanekaragaman hayati (Poedjirahajoe *et al.*, 2015 Hana & Munasinghe,

1995). Hasil analisa SSIM sub-elemen tujuan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Structural Self Interaction Matrix (SSIM).

No	1	2	3	4	5	6
1		A	X	X	V	V
2			V	V	V	V
3				X	X	X
4					A	A
5						X
6						

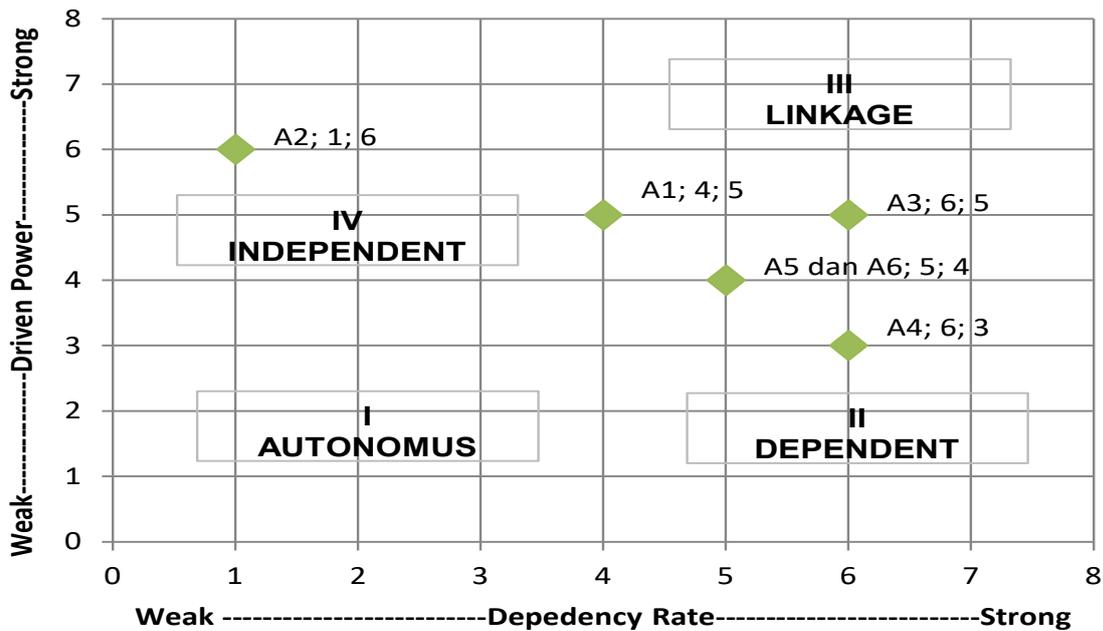
Structural Self Interaction Matrix (SSIM) merupakan nilai agregat dari penilaian para pakar. Nilai agregat tersebut selanjutnya dikalkulasi dalam dengan *Reachability Matrix* (RM) untuk melakukan konversi nilai VAXO ke dalam nilai numerik (angka 1 atau 0). Hasil konversi nilai VAXO ke dalam table *Reachability Matrix* dari sub-elemen tujuan disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Final Structural Self Interaction Matrix (SSIM) in the Element Reachability Matrix (RM).

No	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Driven power	Rank
A1	1	0	1	1	1	1	5	2
A2	1	1	1	1	1	1	6	1
A3	1	0	1	1	1	1	5	2
A4	1	0	1	1	0	0	3	4
A5	0	0	1	1	1	1	4	3
A6	0	0	1	1	1	1	4	3
Dependence	4	1	6	6	5	5		
Rank	3	4	1	1	2	2		

Sumber : Data Primer Diolah, 2021.

Berdasarkan tabel 6, hasil penentuan *driven power* diperoleh sub-elemen tujuan ke 2 menempati ranking 1, yang berarti sub-elemen ini merupakan sub-elemen yang memiliki *driven power* tertinggi (kemampuan untuk mempengaruhi sub-elemen lain), sedangkan dari hasil penentuan *dependency rate* diketahui bahwa sub-elemen tujuan ke 3 dan 4 menempati ranking 1 sehingga kedua sub-elemen tujuan tersebut merupakan sub-elemen tujuan yang paling mudah dipengaruhi. Sub-elemen tujuan ke 2 memiliki tingkat *dependency rate* paling rendah, yang menunjukkan bahwa sub-elemen tujuan tersebut paling tidak mudah dipengaruhi oleh sub elemen tujuan lain. Berdasarkan hasil analisa *driving power* dan *dependency rate*, maka sub-elemen tujuan dapat digambarkan pada matriks yang menunjukkan posisi dari sub-elemen tujuan di dalam kuadran yang berbeda (gambar 3).



Gambar 3. Matriks Driver Power (DP) dan Dependence (D).

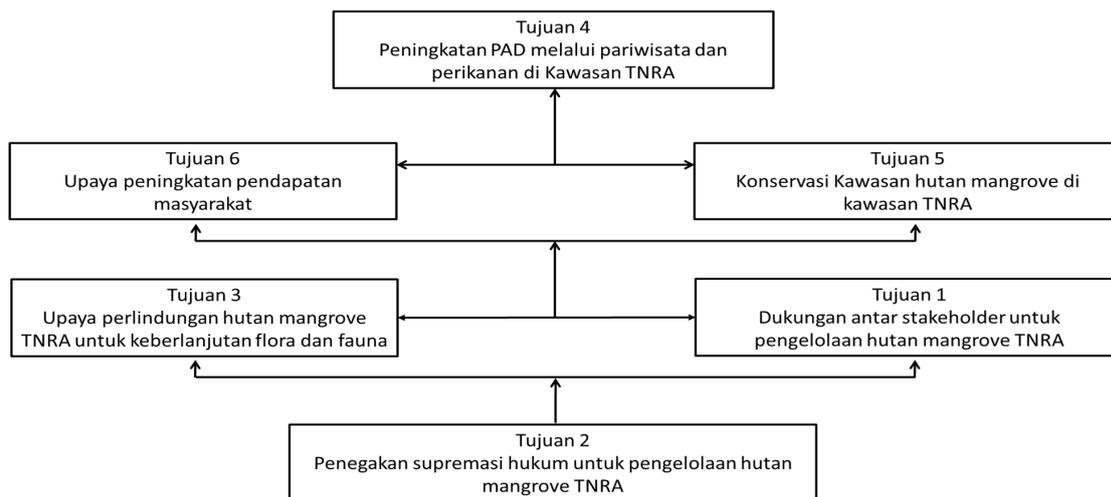
Sumber : Data Primer Diolah, 2021.

Berdasarkan matriks *driven power* dan *dependent* variabel diperoleh bahwa sub-elemen kunci untuk elemen tujuan (sub elemen 2) berada pada kuadran IV (*Independent*). Sub-elemen kunci tersebut memiliki peranan yang tinggi dan ketergantungan yang rendah. Dengan kata lain, sub-elemen kunci tersebut sangat berperan dalam pengelolaan hutan mangrove di kawasan TNRA, dan tidak dipengaruhi oleh sub-elemen tujuan lainnya. Dari hasil iterasi dan matriks pada gambar 2, maka dapat dilakukan penentuan struktur hirarki sub elemen tujuan. Pengelompokkan sub-elemen berdasarkan *Driver Power* (DP) dan *Dependence* (D) disajikan pada gambar 3. Berdasarkan nilai *Driver Power* dan *Dependence* dari 6 sub-elemen dapat dikelompokkan ke dalam 4 level.

Pada gambar 4 terlihat bahwa sub-elemen tujuan ke 2 (Penegakan supremasi hukum untuk pengelolaan TNRA) menjadi sub-elemen kunci dalam tujuan pengelolaan hutan mangrove di kawasan TNRA secara berkelanjutan. Penegakan supremasi hukum untuk pengelolaan TNRA secara berkelanjutan merupakan tujuan kunci yang harus menjadi prioritas di dalam merancang rencana pengelolaan TNRA. Menurut Sumardjani (2007), penebangan hutan mangrove menjadi masalah yang sering muncul dan tidak terkendali sehingga menjadi penyumbang terbesar atas kerusakan Taman Nasional Rawa Aopa. Penebangan hutan itu pada dasarnya dilakukan oleh warga yang memiliki

ketergantungan pada hutan mangrove. Gelombang besar-besaran perpindahan penduduk dari Provinsi Sulawesi Selatan ke Sulawesi Tenggara pada tahun 1998 kian menambah jumlah kerusakan areal taman nasional, karena banyak terjadi pengalihan fungsi kawasan lindung menjadi kawasan budi daya. Salah satu bukti terjadinya perubahan lahan di Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai yaitu adanya kebakaran hebat tahun 1997-1998 (Paul, 1998).

Dengan demikian, elemen kunci tujuan penegakan supremasi hukum harus terpenuhi sehingga menjadi alat ukur pencegahan perubahan lahan sekitar hutan mangrove taman nasional. Apabila penegakan supremasi dijalankan sesuai dengan rencana pengelolaan TNRA dan tata ruang wilayah, secara langsung dan tidak langsung tujuan-tujuan lain dari pengelolaan TNRA akan dapat terpenuhi. Hasil ini sejalan dengan pendapat Katong *et al.*, (2020) yang menjelaskan bahwa penegakan hukum baik hukum administrasi dan pidana dapat meminimalkan resiko pengrusakan kawasan hutan sehingga status kawasan hutan dapat tetap terjaga dan dipertahankan. Penegakan supremasi hukum yang dimaksudkan meliputi pelaksanaan rencana pengelolaan TNRA yang sesuai dengan rencana tata ruang wilayah dan berdasarkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan terkait dimensi keberlanjutan pengelolaan hutan mangrove taman nasional sebagai kawasan konservasi dan juga sebagai sumber daya untuk pembangunan.



Gambar 4. Struktur/Level Sub-Elemen Kunci Tujuan Pengelolaan TNRA.

Sumber : Data Primer Diolah, 2021.

Peran Lembaga dalam Pengelolaan TNRA

Kajian kedudukan dan kewenangan para aktor, pemanfaat, dan kelembagaan terkait dalam pengelolaan Taman Nasional Rawa Aopa secara berkelanjutan menjadi sangat penting. Sub-elemen aktor atau lembaga yang memiliki pengaruh paling besar dalam perumusan kebijakan pemerintah dalam hal pengelolaan TNRA yang berkelanjutan adalah faktor penunjang keberlanjutan hutan mangrove. Dalam upaya pengelolaan TNRA yang berkelanjutan diperlukan persiapan dari aspek nonfisiknya yakni mengenai kelembagaannya.

Hubungan kontekstual antar sub-elemen aktor atau pelaku pada wilayah Taman Nasional Lore Lindu adalah sub-elemen aktor yang satu memberikan kontribusi atau menyebabkan pengaruh terhadap sub-elemen aktor yang lain. Kelembagaan pengelola, pemanfaat dan kelembagaan terkait pemanfaatan Kawasan hutan mangrove secara berkelanjutan (Oliviera *et al.*, 2014; Mangora, 2011) di kawasan TNRA (Putri, 2016), menjadi sangat penting, hal tersebut terkait dengan kewenangan pengelolaan (Kusmana, 2003).

Hasil analisis sub-elemen kelembagaan diharapkan memberikan arahan akan peran dan kapasitas kelembagaan. Menurut Kapucu *et al.* (2011) arahan peran dan kapasitas merupakan pemanfaatan suatu sumber daya, tingkat kepemimpinan, kemampuan atau keahlian masyarakat yang memadai, pada tingkatan tertentu dalam pelebagaan (perubahan hal-hal baru yang bernilai baik). Kapasitas institusi atau kelembagaan dapat dilihat dari level-level kapasitas masyarakatnya yaitu tingkat sistem, tingkat organisasi antar pemangku kepentingan, dan tingkat individu (Lio & Stanish, 2018; Munawir *et al.*, 2021; Yavuz & Baycan,

2014). Kelembagaan terkait dalam pengelolaan hutan mangrove di kawasan TNRA menjadi sangat penting guna menunjang keberlanjutan pengelolaan jasa lingkungan tersebut. Elemen aktor/lembaga yang berperan dalam pengelolaan hutan mangrove secara berkelanjutan di kawasan TNRA dijabarkan menjadi 11 sub-elemen dan disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Sub-Elemen Kelembagaan Pengelolaan Hutan Mangrove TNRA.

No	Sub Elemen Aktor/Lembaga
B1	Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi
B2	Dinas Kehutanan Provinsi
B3	Tokoh Adat/Masyarakat
B4	Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah Kabupaten dan Provinsi
B5	Dinas Lingkungan Hidup Daerah/ Propinsi
B6	Balai Taman Nasional Rawa Aopa
B7	Forum Kemitraan LSM Kawasan Taman Nasional Rawa Aopa/FKKRA
B8	Perguruan Tinggi
B9	Pemerintah Kabupaten di kawasan TNRA
B10	Pemerintahan Desa di kawasan TNRA
B11	Pihak swasta

Sumber : Data Primer Diolah, 2021.

Pengelolaan hutan mangrove di kawasan Taman Nasional Rawa Aopa menjadi sangat penting karena pengelolaan didasarkan pada kesepakatan seluruh unsur pemangku kepentingan. Kesepakatan ini menjadi acuan dan panduan bersama bagi semua pihak yang berkepentingan terutama aktor/ kelembagaan yang berperan dalam pemanfaatan pengelolaan hutan mangrove di kawasan Taman Nasional Rawa Aopa secara berkelanjutan. Hasil analisa SSIM sub-elemen tujuan disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Structural Self Interaction Matrix (SSIM) Sub Elemen Kelembagaan.

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11
B1		A	V	A	V	O	O	O	X	X	X
B2			X	X	X	A	O	X	X	V	V
B3				X	A	A	V	X	X	V	V
B4					X	A	V	O	V	V	O
B5						A	V	X	V	V	V
B6							V	A	V	V	V
B7								A	O	X	O
B8									O	O	O
B9										O	O
B10											O
B11											

Sumber : Data Primer Diolah, 2021.

Structural Self Interaction Matrix (SSIM) merupakan nilai agregat dari penilaian hasil *focus group discussion* (FGD) dan disajikan pada Tabel 8. Nilai agregat tersebut selanjutnya dikalkulasi dalam *Reachability Matrix* (RM) untuk melakukan konversi nilai VAXO ke dalam nilai numerik (angka 1 atau 0). Berikut adalah nilai *Reachability Matrix* dari sub-elemen kelembagaan (Tabel 9).

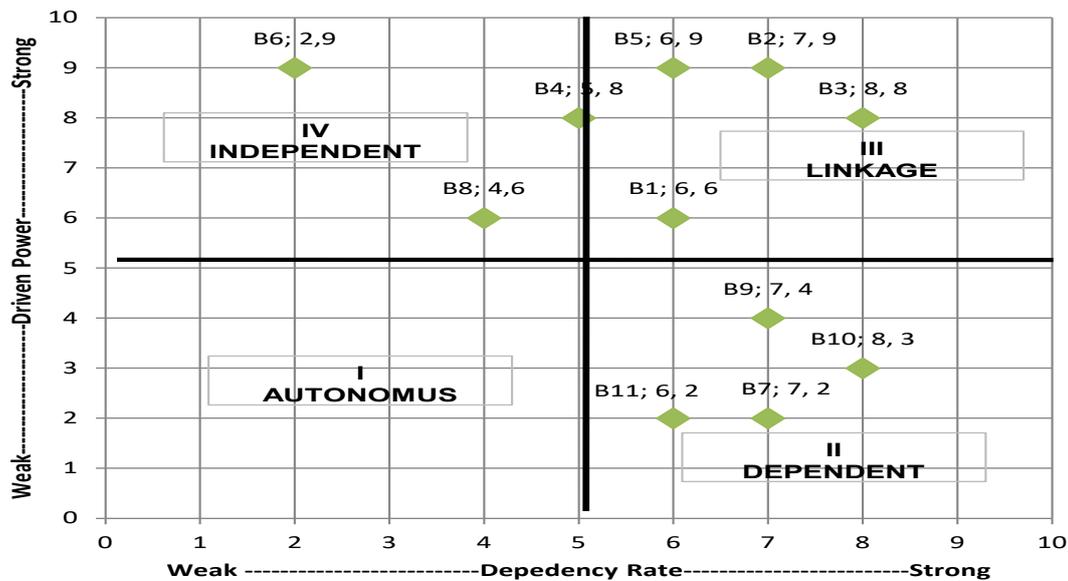
Berdasarkan hasil analisis yang disajikan pada Tabel 6, sub elemen aktor point B2 (Dinas Kehutanan Provinsi), B5 (Dinas Lingkungan Hidup Propinsi Sulawesi Tenggara) dan B6 (Balai Taman Nasional Rawa Aopa) merupakan aktor/lembaga yang memiliki tingkat *driving power* paling tinggi di dalam pengelolaan Kawasan hutan mangrove di

kawasan TNRA. Hal tersebut menunjukkan bahwa ketiga aktor/lembaga tersebut memiliki pengaruh yang kuat di dalam menentukan rencana pengelolaan kawasan hutan mangrove di kawasan TNRA. Hasil analisis *dependency rate* pada Tabel 6 menunjukkan bahwa sub-elemen aktor/lembaga point B3 (tokoh adat/masyarakat) dan B10 (Pemerintah Desa) merupakan aktor/lembaga yang sangat mudah dipengaruhi dalam kaitannya dengan rencana pengelolaan kawasan hutan mangrove di kawasan TNRA. Berdasarkan hasil analisis *driving power* dan *dependency rate*, beberapa sub-elemen tujuan dapat digambarkan pada matriks yang menunjukkan posisi dari sub-elemen tujuan di dalam kuadran yang berbeda (gambar 5).

Tabel 9. Final SSIM in the Reachability Matrix (RM) Elements.

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	Driven Power	Rank
B1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	6	3
B2	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	9	1
B3	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	8	2
B4	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	8	2
B5	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	9	1
B6	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	9	1
B7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	6
B8	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	6	3
B9	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	4	4
B10	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	3	5
B11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	6
Dependence	6	7	8	5	6	2	7	4	7	8	6		
Ranking	3	2	1	4	3	6	2	5	2	1	3		

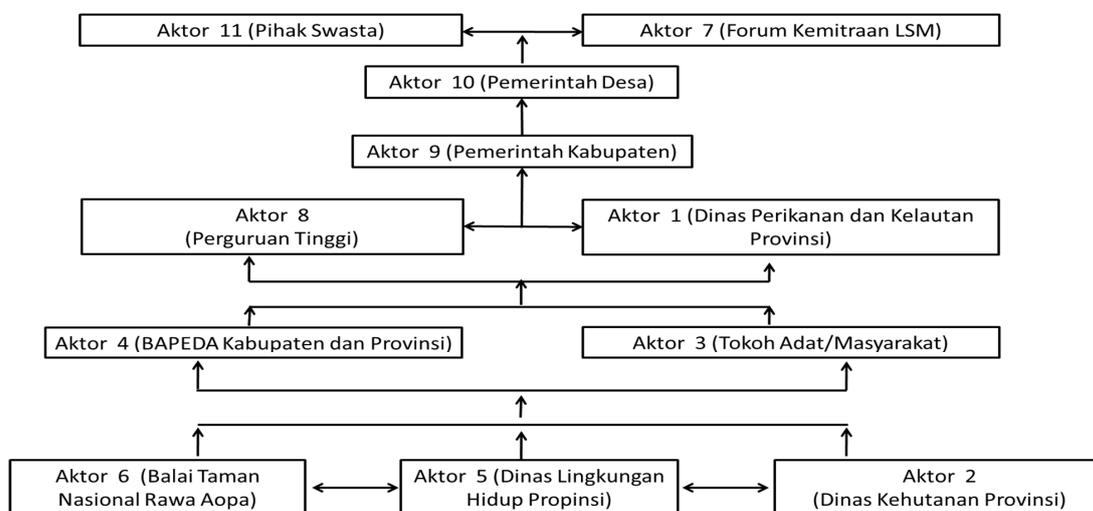
Sumber : Data Primer Diolah, 2021.



Gambar 5. Matriks Driver Power (DP) dan Dependence (D) Sub-Elemen Kelembagaan.
 Sumber : Data Primer Diolah, 2021.

Berdasarkan matriks *driven power* dan *dependent* variabel diperoleh bahwa tidak ada sub-elemen aktor/lembaga yang berada pada kuadran I (*autonomus*). Sub elemen aktor/lembaga Forum Kemitraan LSM (aktor B7), Pemerintah Kabupaten (aktor B9), Pemerintah Desa (aktor B10) dan pihak swasta (aktor 11) berada kuadran II (*Dependent*), yang menunjukkan bahwa aktor-aktor tersebut memiliki tingkat ketergantungan yang tinggi (mudah dipengaruhi oleh pihak yang memiliki kekuatan besar) dan memiliki *driving power* (kekuatan untuk mempengaruhi) yang kecil. Pada kuadran III (*linkage*) terdapat sub-elemen aktor/lembaga Dinas Perikanan dan Kelautan (aktor 1), Dinas Kehutanan Provinsi (aktor 2), Tokoh Adat/Masyarakat (aktor 3), BAPPEDA Kabupaten dan Provinsi (aktor 4) dan

Dinas Lingkungan Hidup Propinsi (aktor 5). Sub elemen aktor yang berada pada kuadran III (*linkage*) cenderung untuk memiliki tingkat ketergantungan yang tinggi (mudah dipengaruhi) namun juga memiliki kekuatan (*driving force*) atau posisi yang tinggi pula. Pada kuadran IV (*independent*) terdapat sub-elemen aktor/lembaga Balai Taman Nasional Rawa Aopa (aktor 6) dan Perguruan Tinggi (aktor 8), yang menunjukkan bahwa kedua aktor/lembaga tersebut memiliki kekuatan dan posisi (*driving force*) yang tinggi, namun tidak mudah dipengaruhi oleh pihak/aktor lain. Berdasarkan hasil iterasi dan matriks pada gambar 5, maka dapat dilakukan penentuan struktur hirarki sub-elemen tujuan (gambar 6).



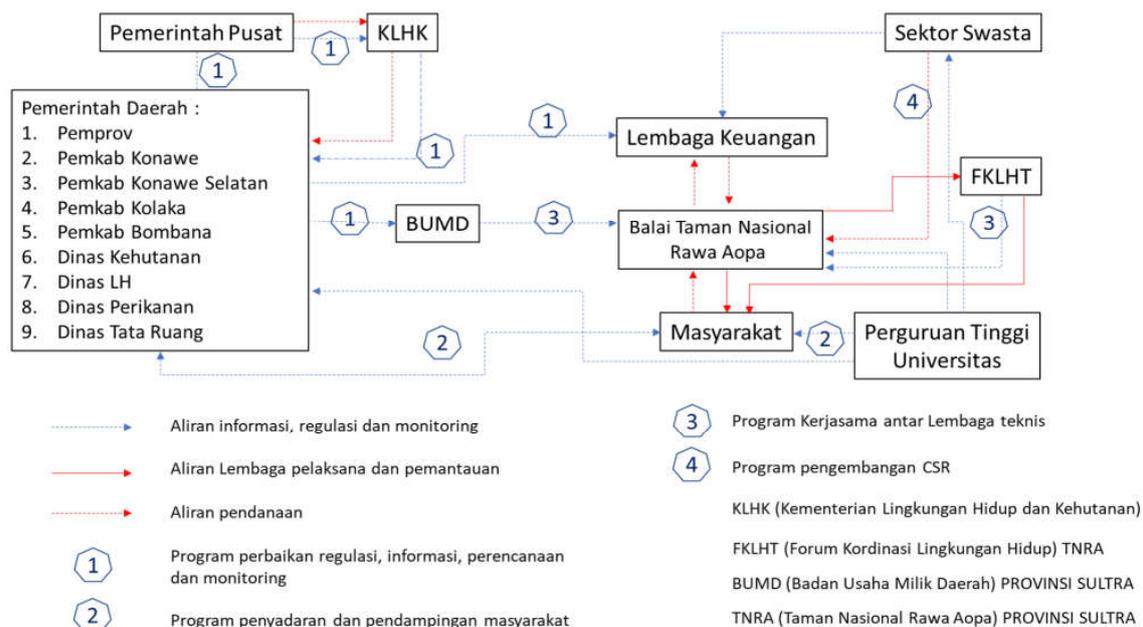
Gambar 6. Struktur/Level Sub-Elemen Kunci Aktor Kelembagaan.
 Sumber : Data Primer Diolah, 2021.

Pengelompokan sub elemen berdasarkan *Driver Power* (DP) dan *Dependence* (D) disajikan pada Gambar 5. Berdasarkan nilai *Driver Power* dan *Dependence* dari 11 sub-elemen dapat dikelompokkan ke dalam 6 level. Pada Gambar 6 terlihat bahwa terdapat 3 sub elemen aktor/ lembaga kunci, yaitu Balai Taman Nasional Rawa Aopa, Dinas Lingkungan Hidup Propinsi dan Dinas Kehutanan Provinsi pada konteks tujuan pengelolaan hutan mangrove di kawasan TNRA secara berkelanjutan. Balai Taman Nasional Rawa Aopa merupakan pengelola utama TNRA yang bernaung pada Kementreian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Balai Taman Nasional Rawa Aopa memiliki kewenangan untuk menentukan kawasan yang memang diperbolehkan untuk diusahakan (dalam konteks pengelolaan sumber daya alam). Di lain pihak, peran keterlibatan dan kewenangan Dinas Kehutanan Provinsi adalah menanggulangi tindak pidana *illegal logging* pada kawasan hutan dan Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Sulawesi Tenggara berperan dalam meningkatkan partisipasi masyarakat dalam kegiatan patrol, studi lingkungan dan penyuluhan pentingnya kawasan hutan mangrove. Integrasi, koordinasi, peran dan kewenangan ketiga institusi Balai TNRA, Dinas Kehutanan dan Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Sulawesi perlu ditingkatkan dengan adanya *memorandum of understanding* (MoU) dari segi perlindungan dan pengelolaan Kawasan hutan mangrove dan konservasi flora dan fauna endemik

TNRA. Perencanaan pengelolaan sumber daya alam terutama kawasan hutan mangrove TNRA merupakan proses yang memerlukan keterlibatan multi instansi pemerintah. Berdasarkan analisis ISM, diperlukan koordinasi utama oleh Balai TNRA, Dinas Kehutanan Provinsi dan Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Sulawesi Tenggara. Ketiga aktor kunci tersebut memiliki kekuatan dan posisi paling tinggi di dalam perencanaan pengelolaan hutan mangrove secara berkelanjutan.

Model Kelembagaan dalam Pengelolaan TNRA

Model kebijakan dan kelembagaan pengelolaan hutan mangrove sebagaimana berfokus pada model kelembagaan, elemen utama dalam analisis ISM bahwa elemen pengelolaan hutan mangrove adalah kelembagaan. Selanjutnya, model kelembagaan digambarkan pada peranan dari pemangku kepentingan (Kartodihardjo *et al.*, 2004). Berdasarkan hasil analisis ISM, unit teknis merupakan salah satu pemangku kepentingan yang memberikan peranan paling penting dalam pengelolaan hutan mangrove secara berkelanjutan (Kusmana, 2017; Lewis, 2001). Selanjutnya, model tersebut menjelaskan keterkaitan pemangku kepentingan dengan program yang dapat memberikan input terhadap terbentuknya regulasi atau peraturan yang berdasarkan hasil analisis ISM merupakan elemen utama dalam konteks kelembagaan.



Gambar 7. Struktur Model Kelembagaan TNRA.

Sumber : Data Primer Diolah, 2021.

Penataan kelembagaan ditentukan oleh beberapa unsur seperti aturan operasional untuk pengaturan pemanfaatan sumber daya, aturan kolektif untuk menentukan, menegakan hukum atau aturan itu sendiri, dan untuk merubah aturan operasional serta mengatur hubungan kewenangan organisasi. Oleh karena itu, untuk mewujudkan kebijakan pengelolaan diperlukan kelembagaan yang baku seperti tersaji pada gambar 7. Menurut Ostrom *et al.* (2007) kelembagaan akan mempengaruhi pelibatan aktor-aktor dan tujuan dalam pengelolaan, sehingga berimplikasi terhadap kondisi keberlanjutan sumber daya alam. Oleh karena itu, kelembagaan TNRA penting dibentuk untuk memperjelas aturan main dari masing-masing pemangku kepentingan terkait. Hasil observasi lapangan memberikan informasi bahwa koordinasi dalam agenda pengelolaan hutan mangrove TNRA sangat lemah. Menurut Ostrom *et al.* (2012), diakibatkan pendekatan pengelolaan sumber daya alam yang selama ini terfragmentasi pada arogansi sektor dan adanya tumpang tindih kebijakan sehingga dibutuhkan kerangka kerja kelembagaan yang terintegrasi untuk menjembatani kesenjangan. Model kelembagaan perlu diperkuat dalam bentuk peraturan daerah (PERDA) Provinsi Sulawesi Tenggara. Dasar penyusunan PERDA tersebut adalah nota/akta kesepahaman balai TNRA, gubernur dan bupati, kemudian diajukan ke Dewan Perwakilan Rakyat Daerah (DPRD) Provinsi Sulawesi Tenggara.

PENUTUP

Hutan mangrove di Taman Nasional Rawa Aopa telah mengalami konversi yang sangat signifikan sehingga diperlukan upaya terintegrasi untuk mencegah terjadinya penurunan luasan kawasan hutan mangrove di TNRA. Keberadaan hutan mangrove di TNRA memiliki fungsi utama sebagai penahan abrasi pantai dan tempat berpusat seluruh spesies endemi Sulawesi. Upaya mengoptimalkan pengelolaan hutan mangrove TNRA memerlukan penyatuan lembaga formal untuk menyamakan pemahaman dengan langkah nyata seluruh pihak, tokoh adat/masyarakat, pemangku kepentingan, perguruan tinggi, instansi kehutanan dan Balai Taman Nasional Rawa Aopa untuk menjaga dan meningkatkan kinerja perlindungan setiap tegakan pepohonan pada kawasan hutan mangrove karena setiap satu tegakan jenis pohon hutan mangrove yang hilang butuh puluhan bahkan ratusan tahun untuk dapat *recovery* kembali. Peran Lembaga Balai TNRA, Dinas Kehutanan dan Dinas Lingkungan Hidup Propinsi Sulawesi Tenggara perlu ditingkatkan sebagai input

kebijakan karena merupakan aktor/lembaga yang memiliki tingkat *driving power* paling tinggi di dalam pengelolaan kawasan hutan mangrove di kawasan TNRA. Informasi kelembagaan yang meliputi integrasi, koordinasi, peran dan kewenangan ketiga institusi Balai TNRA, Dinas Kehutanan dan Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Sulawesi perlu ditindaklanjuti dengan adanya *memorandum of understanding* (MoU) dari segi perlindungan dan pengelolaan kawasan hutan mangrove dan konservasi flora dan fauna endemik TNRA sehingga dapat dijadikan sebagai informasi dan data untuk pemerintah dalam upaya penanggulangan kerusakan hutan mangrove dan habitat endemik TNRA di Provinsi Sulawesi Tenggara.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Bapak Azizul Ahmad selaku petugas Balai Taman Nasional Rawa Aopa dan warga Desa sekitar Taman Nasional Rawa Aopa Provinsi Sulawesi Tenggara yang telah banyak membantu sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

PERNYATAAN KONTRIBUSI PENULIS

Dengan ini kami menyatakan bahwa kontribusi setiap penulis terhadap pembuatan karya tulis ini adalah Abdillah Munawir sebagai kontributor utama serta Nurhasanah, Edi Rusdiyanto, dan Siti Umamah Naili Muna sebagai kontributor anggota.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariwidodo, E. (2014). Relevansi Pengetahuan Masyarakat Tentang Lingkungan Dan Etika Lingkungan Dengan Partisipasinya Dalam Pelestarian Lingkungan. *Nuansa*, Vol 11(1), 1–20.
- Anwar, C. (2005). Mengapa ekosistem hutan mangrove harus diselamatkan dari kerusakan lingkungan. *Jurnal Konservasi kehutanan*. Volume 2 Agustus 2007.
- Bengen, D.G., & Nikijulw, V. (2006). Kajian partisipasi masyarakat dalam pengelolaan mangrove. *Jurnal Pesisir dan Lautan*. 4 (8) : 12- 17.
- Butarbutar, D.N.P., Sintani, L., & Harinie, L.T. (2020). Peningkatan Kesejahteraan Ekonomi Masyarakat Pesisir Melalui Pemberdayaan Perempuan. *Journal of Environment and Management*, Vol 1(1), 31–39. doi: 10.37304/jem.v1i1.1203.
- Casey Keat-Chuan Ng, & Robert Cyril Ong. 2022. A review of anthropogenic interaction and impact characteristics of the Sundaic mangroves in Southeast Asia, Estuarine, Coastal and Shelf Science, 10.1016/j.ecss.2022.107759, 267, (107759).

- Eriyatno. (2003). *System Science: Increasing Quality and Management Effectiveness*. IPB Press, Bogor. [in Indonesian].
- Eriyatno., & Sofyar, F. (2007). *Riset Kebijakan Metode Penelitian untuk Pascasarjana*. IPB Press(ID). Bogor.
- Hana S., & Munasinghe, M. (1995). *Property Rights and The Environment. Social and Ecological Issues*. Beijer Internasional Institute of Ecological Economics and The World Bank. Washington DC.
- Herry, P., Shantiko, B., Sitorus, S., Gunawan, H., Achdiawan, R., Kartodihardjo, H., & Dewayani, A.A. (2017). Fire economy and actor network of forest and land fires in Indonesia. *Forest Policy and Economics*. Elsevier Vol. 78 Pages 21-31. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2017.01.001>.
- Hora, S.C. (2004). Probability judgments for continuous quantities: linear combinations and calibration, *Management Science* 50. 597-604.
- Hochard, J. P., Hamilton, S. & Barbier, E. B. Mangroves shelter coastal economic activity from cyclones. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 116, 12232–12237 (2019).
- Indrayanti., Dwi, M., Fahrudin, A., & Setiobudiandi, I. (2015). Penilaian Jasa Ekosistem Mangrove di Teluk Blanakan Kabupaten Subang. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, Vol 20(2), 91–96. doi: 10.18343/jipi.20.2.91.
- Istomo., Kusmana, C., Dwiyanti, F.G., & Malik, D. (2020). Comparison of several methods of stands inventory prior to logging towards the yield volume of mangrove forest in Bintuni Bay, West Papua Province, Indonesia. *Biodiversitas Journal*; Volume 21, Number 4, April 2020; Pages: 1438-1447.
- Kapucu, N., Healy, B.F., & Arslan, T. (2011). Survival of the fittest: Capacity building for small nonprofit organizations. *Evaluation and Program Planning*, 34 (3) : 236-245.
- Kartodihardjo, Hariadi. (1999). *Policy Issues on Management of Natural Production Forests*. Bogor [ID]. Pustaka Latin. [in Indonesian].
- Kartodihardjo, H., Murtilaksono, K., & Sudadi, U. (2004). *Institutions of Watershed Management: Concept and Introduction of Policy Analysis*. Bogor Agricultural University. [in Indonesian].
- Kusmana C. (2017). Lesson Learned From Mangrove Rehabilitation Program In Indonesia. *Jurnal Pengelolaan Sumber daya Alam dan Lingkungan* Vol. 7 No. 1 (April 2017): 89-9. IPB Bogor.
- Kusmana C. (2003). *Teknik Rehabilitasi Mangrove*. Fakultas Kehutanan IPB. IPB Press. Bogor.
- Kusmana, C., Istomo, C., Wibowo, S.W., Budi, I.Z., Siregar, T., Tiryana, S., & Sukardjo. (2010). *Konservasi dan Pengelolaan Mangrove*. Presented on: Konferensi dan Pameran Nasional “Penyelamatan Hutan Pantai dan Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat Pesisir”, 23 November 2010.
- Kusmana, C. (2012). Management of mangrove ecosystem in Indonesia. *Workshop on Mangrove Re-plantation and Coastal Ecosystem Rehabilitation*. In: editor.; Jogjakarta. p 219-227.
- Katong, N., Abas, A.Y., & Sendow, D.C. (2020). Studi Kasus Tindak Pidana Kehutanan Di Taman Nasional Bogani Nani Wartabone. *Jurnal Hukum Ekonomi Syariah (EL-IQTISHADY)*. Volume 2 Nomor 2 Desember 2020. DOI:10.24252/el-iqthisadi.v2i2.18560
- Kamal, M., Hartono, H., Wicaksono, P., Adi, N.S, & Arjasakusuma, S. (2016). Assessment of Mangrove Forest Degradation Through Canopy Fractional Cover in Karimunjawa Island, Central Java, Indonesia *Geoplanning J. Geomatics Plan.* 3 107
- Lewis, R.R. (2001). *Mangrove Restoration. Cost and Benefits of Successful Ecological Restoration*. Proceedings of the Mangrove Valuation Workshop, University Sains, Malaysia, Penang, 4-8 April 2001. Cohosted by the Beijer International Institute of Ecological Economics, Stockholm, Sweden.
- Lio, F.X.S., & Stanis, S. (2018). Partisipasi Masyarakat Dalam Pelestarian Hutan Mangrove Di Kelurahan Oesapa Barat Kota Kupang. *Jurnal Kawistara*, Vol 7(3), 226. doi: 10.22146/kawistara.17150.
- Machfud. (2001). *Rekayasa Model Penunjang Keputusan Kelompok dengan Fuzzy-Logic untuk Sistem Pengembangan Agroindustri Minyak Atsiri*. Disertasi, Institut Pertanian Bogor.
- Cokhester, M., Sirait, M., & Wijardjo, B. (2006). “Penerapan Prinsip-prinsip Forest Stewardship Council (FSC) No. 2 dan No. 3 di Indonesia”, Hambatan dan Kemungkinan, Aliansi Masyarakat Adat (AMAN) dan Wahana Lingkungan Hidup (WALHI), Cetakan Pertama.
- Masiyah, S., & Sunarni. (2015). Komposisi jenis dan kerapatan mangrove di Pesisir Arafura Kabupaten Merauke Provinsi Papua. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, Vol 8(1), 60. doi: 10.29239/j.agrikan.8.1.60-68.
- Mangora, M.M. (2011) Poverty and institutional management stand-off: a restoration and conservation dilemma for mangrove forests of Tanzania. *Wetl Ecol Manag* 19(6):533–543
- Marimin. (2004). *Teknik dan aplikasi pengambilan keputusan kriteria majemuk*. Jakarta: Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Malik, A., Fensholt, R., & Mertz, O. (2015). Economic Valuation of Mangroves for Comparison with Commercial Aquaculture in South Sulawesi, Indonesia. *Forests* 2015; 6(9):3028-3044. <https://doi.org/10.3390/f6093028>.
- Munawir, A., June, T., Kusmana, C., & Setiawan Y. (2019). Dynamics Factors that Affect the land Use Change in the Lore Lindu National

- Park. Proceeding of SPIE 11372. Event: Sixth Internasional Symposium on LAPAN-IPB Satelite. Bogor (ID).
- Munawir, A., June, T., Kusmana, C., & Setiawan Y. (2021). Environmental Institution Improvement Using Interpretative Structural Modeling (ISM) Techniques In Lore Lindu National Park (Llnp), Central Of Sulawesi Province Indonesia. *Plant Archives Enviromental Science Journal*. 21 (1);: 251 – 260.
- Munawir, A., Rusdiyanto, E., & Nurhasanah. (2022). *Metode Penelitian Aplikasi SOFTWARE MDS-RAP Settlements (Analisis Statistik Pengelolaan Sumber daya Alam dan Lingkungan)*. Penerbit Universitas Terbuka. ISBN 978-623-480-737-0. Tangerang selatan, Banten
- Ministry of Environment & Forestry. (2016). Regulations of The Director General of Sustainable Production Forest Management No.P.8/PHPL/SET/3/2016 Concerning Guidelines for Silviculture Systems in Mangrove Forests. Director General of Sustainable Production Forest Management, Directorate General of Sustainable Production Forest Management, Indonesia.
- Nasution, M. (2002). *Institutional Development of Rural Cooperatives for Agroindustry*. Bogor. IPB Press. [in Indonesian].
- Nutriawani, R., Nurdjali, B., & Nugroho, J. (2017). Sikap Masyarakat Dusun Pasir Laut terhadap Keberadaan Hutan Mangrove di Dusun Pasir Laut Kecamatan Mempawah Hilir Kabupaten Mempawah. *Jurnal Hutan Lestari*, Vol 5 (2), 418–24.
- Ostrom E. (2005). *Developing Methods for Institutional Analysis: Institutional Diversity in Resource Management*. Bloomington (US). Indiana University.
- Ostrom E. (2007). *Developing a Method for Analyzing Institutional Change*. Arizona (US). Center for the Study of Institutional Diversity - Arizona State University.
- Ostrom E. (2012). *Understanding Institutional Diversity*. New Jersey (US). Princeton University.
- Oliveira, D.D., Santos, L.P.S., & Silva, H.K, Macedo, S.J. (2014). Toxicity of sediments from a mangrove forest patch in an urban area in Pernambuco (Brazil). *Ecotoxicol Environ Saf* 104: 373-37
- Parvaresh, H., Abedi, Z., Farshchi, P., Karami, M., Khorasani, N., & Karbassi, A. (2011). Bioavailability and concentration of heavy metals in the sediments and leaves of gray Mangrove, *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh, in Sirik Azini Creek, Iran. *Biol Trace Elem Res* 143 (2): 1121- 1130.
- Paul, K.G. (1998). A Brief history and analysis of Indonesia's forest fires crisis. *Academic Research Library*, Apr 1998; 65 pg 63.
- Putri, I.A, & Allo, M.K. (2016). Degradasi keanekaragaman hayati Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 6(2): 169–194.
- Poedjirahajoe, E., Sulistyorini, I.S. & Komara, L.L. (2019). Mangrove conservation land suitability analysis based on environmental carrying capacity in Lombok Bay East Kalimantan, Indonesia. *Journal of Environmental Treatment Techniques*, Vol 7(4), 717–21
- Rusdiyanto, E., Sitorus, SRP, Pramudya, B., & Sobandi, R. (2020). The Dynamic of Built Land Development in the Cikapundung Riverside Area, Bandung City, Indonesia. *Journal of AES Bioflux* 12 (2): 146 – 159.
- Rodriguez, W., Feller, IC, & Cavanaugh, KC. (2016). Spatio-temporal changes of a mangrove-saltmarsh ecotone in the northeastern coast of Florida, USA. *Glob Ecol Conserv* 7:245–261.
- Sugiaro, D.P., Gandasmita, K., & Syaufina, L. (2013). Analisis risiko kebakaran hutan dan lahan di Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai dengan pemanfaatan pemodelan spasial. *Majalah Ilmiah Globe*. 15(1).
- Santoso, H. (2002). *Rasionalisasi Kawasan Hutan di Indonesia, Kajian Keadaan Sumber Daya Hutan dan Reformasi Kebijakan*, Badan Planologi Kehutanan ICRAF-WB.
- Saxena, J.J., P. Sushil & Vrat, P. (1992). Hierarchy and Classification of Program Plan Element Using Interpretative Structural Modelling. *System Practice* Vol 12 (6): 651:670
- Sumardjani, L. (2007). *Konflik Sosial Kehutanan: Mencari Pemahaman untuk Penyelesaian Terbaik*. Bogor (ID): Flora Mundial Communications.
- Wahyudi. (2013). Non-timber forest products (NTFP's) commodities harvested and sold by indigenous people at ndlocal markets in Manokwari, West Papua. In: 2 International Conference of Indonesian Forestry Researchers 2013, Manggala Wanabakti, 27–28 August, Jakarta
- Wang, X., Blanchet, FG, & Koper N. (2014). Measuring habitat fragmentation: An evaluation of landscape pattern metrics. *Methods Ecol. Evol.* 5, 634–646 (2014)
- Yavuz, F., & Baycan, T. (2014). Pemangku kepentingan-based decision making in integrated watershed management using SWOT and analytic hierarchy process combination. *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*. 6 (1): 10 – 25.
- Yusuf, & Daris. (2018). *Analisis Data Penelitian, Teori dan Aplikasi Dalam Bidang Perikanan*. IPB Press.
- Yusuf, M., Fahrudin, A., Kusmana, C., & Mukhlis, M. (2016). Analisis Faktor Penentu Dalam pengelolaan Berkelanjutan Estuaria Das Tallo. *Jurnal Analisis Kebijakan* Vol. 13 No. 1, April 2016: 41-51.