



Analisis dan Prediksi Pemanfaatan DAS Sebangau Secara Berkelanjutan di Desa Garung Provinsi Kalimantan Tengah

(Analysis and Prediction of Sustainable Sebangau River Basin Use in Garung Village, Central Kalimantan Province)

Petrisly Perkasa^{1*}, Sulmin Gumiri², Wahyudi³ dan Indrawan Permana⁴

¹ Jurusan Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Palangka Raya, Jalan Yos Sudarso Kampus UPR, Palangka Raya, 7311, Provinsi Kalimantan Tengah

² Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Palangka Raya, Jalan Yos Sudarso Kampus UPR, Palangka Raya, 7311, Provinsi Kalimantan Tengah

³ Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Palangka Raya, Jalan Yos Sudarso Kampus UPR, Palangka Raya, 7311, Provinsi Kalimantan Tengah

⁴ Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya, Jalan Yos Sudarso Kampus UPR, Palangka Raya, 7311, Provinsi Kalimantan Tengah

* Corresponding Author: petris.perkasa@ptb.upr.ac.id

Article History

Received : June 20, 2023

Revised : July 27, 2023

Approved : August 11, 2023

Keywords:

scenario analysis, sebangau national park, system dynamics, riverside community, canal blocking

ABSTRACT

People who have lived in watersheds for a long time rely on fish and wood for their livelihoods, but these resources are still getting worse because of people. On the one hand, growth keeps going, and the population keeps growing yearly without anyone stopping it. This means that market demand keeps increasing, which makes people using the watershed do too much fishing and logging.

Along the Sebangau watershed, social and environmental problems are now, such as the loss of peat swamp forest land cover and fewer fish. There are also social and cultural problems, such as the incomes of the people who really do sustainable fishing are still decreasing. To solve these complicated and interconnected problems, we need methods from different fields that work together.

The system dynamics methodology is one way to figure out policy scenarios for how watersheds will be used in the future in a complicated, dynamic way that involves many parts and pieces. System dynamics can make the behaviour of the environmental management system easier to understand and model. This helps area managers and the government devise other ways to make decisions about the future.

Palangka Raya University's academics did this study to give TNS managers and local governments information about climate change and the global environment and to predict symptoms or events that are bad for the people, nation, and state of RI. This study is about the University of Palangka Raya's Principal Scientific Pattern (PIP), the Development of Science and Technology in Tropical Peat Swamp Areas and River Streams, also known as Science and Technology Innovation.

© 2023 Authors

Published by the Department of Forestry,
Faculty of Agriculture, Palangka Raya
University. This article is openly accessible
under the license:



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

1. Pendahuluan

Kalimantan Tengah memiliki luas 157.983 km² dan memiliki lebih dari 2.000 km² lahan gambut tropis, yang merupakan salah satu zona perlindungan ibu kota baru pemerintahan Indonesia, yaitu Nusantara (Yulianti et al., 2020). Lebih dari 75 gigaton karbon tersimpan dalam bahan organik lahan gambut tropis. Karbon ini aman dari pembusukan dan kebakaran selama lahan gambut tidak dibuka. Selama ribuan tahun, bahan organik ini menumpuk di antara sungai Sebangau dan Katingan membuat gundukan halus yang disebut kubah gambut (Cobb et al., 2020). Daerah aliran Sungai (DAS) Sebangau menjadi penting bagi perubahan iklim karena menyimpan karbon, melindungi satwa liar, dan masyarakat sekitar (Sosilawaty et al., 2022). DAS Sebangau di Provinsi Kalimantan Tengah terbagi menjadi sungai induk yang terbuka untuk umum dan anak sungai yang dikelola turun temurun melalui pengelolaan berbasis hak sebagai daerah penangkapan ikan terbatas (Nurseptiani et al., 2021). DAS Sebangau berperan penting dalam mendukung komposisi biota dan kualitas air sungai. Ikan tapah (*Wallagonia leerii*), ikan gabus (*Channa striata*), ikan kerandang (*Channa pleurophthalma*) dan ikan kapar (*Belontia hasselti*) yang ditangkap di DAS Sebangau merupakan jenis ikan yang bernilai ekonomis yang menjadi target utama penangkapan ikan. Eksploitasi yang berlebihan terhadap ikan ini dikhawatirkan dapat menyebabkan penurunan dan mengancam kelestarian ikan yang selama ini masih bergantung pada alam (Riza et al., 2021).

DAS Sebangau menunjukkan bagaimana alam dan manusia saling membutuhkan dan bergantung satu sama lain. Dasar sungai terbuat dari tanah gambut hitam, yang membuat air di DAS Sebangau berwarna hitam. Ini adalah hal lain yang membuat DAS Sebangau menonjol. Hanya ada dua tempat di dunia di mana hal ini terjadi: tanah Amazon di Amerika Selatan dan pulau Kalimantan di Indonesia (Ramdhani et al., 2018). Di antara DAS Katingan dan DAS Sebangau terdapat

Taman Nasional Sebangau (TNS) yang merupakan rumah sebagian besar Orangutan Borneo (*Pongo pygmaeus wurmbii*), yang jumlahnya antara 6000 dan 9000 individu (Panda & Krestina, 2021). Tepi sungai dua besar tersebut terdapat komunitas masyarakat suku Dayak dan Banjar yang telah lama memanfaatkan DAS untuk memenuhi kebutuhan hidup (Gai, 2020a). TNS diberkahi dengan keanekaragaman hayati yang melimpah dalam menyediakan obat masa depan yang berasal dari bahan alam terbarukan. Masyarakat setempat menggunakan tanaman tersebut untuk menyembuhkan berbagai penyakit atau gangguan fisiologis manusia lainnya, seperti penawar racun, varises, obat lever, obat amandel, sakit perut, diare, obat sariawan, gatal-gatal, maag, antihipertensi dan malaria (Pasaribu & Waluyo, 2020). TNS dikelilingi oleh hampir 50 ribu orang yang mata pencahariannya bergantung pada sumberdaya alam. Saat ini, sekitar 6-7% masyarakat setempat dikategorikan sebagai masyarakat miskin dan bertahan hidup dari mata pencaharian seperti nelayan dan penebang kayu (M. M. Meilani et al., 2019).

Ada implikasi langsung bagi komunitas manusia yang bergantung pada penangkapan ikan dan kayu untuk mata pencaharian mereka. Karena lahan gambut dan sungainya terus mengalami gangguan dan degradasi oleh manusia, penilaian keanekaragaman hayati ikan dan kualitas air menjadi prioritas tinggi (Thornton et al., 2018). Secara ekonomi hasil tangkapan ikan di DAS Sebangau oleh masyarakat sekitar cukup untuk memenuhi kebutuhan hidup keluarga tetapi kebutuhan lainnya yang menyebabkan masyarakat melakukan penangkapan ikan secara berlebih (Minggawati et al., 2020). Kegiatan ekonomi utama di wilayah ini berpusat pada penangkapan ikan dan kayu, namun pendapatan masyarakat sekitar bergantung pada permintaan yang signifikan dari kota sekitar (Nurseptiani et al., 2021). Masalah sosial-lingkungan di lahan gambut Kalimantan Tengah. Ini termasuk hilangnya hutan rawa gambut, penurunan populasi ikan di lahan

gambut, dan masalah sosial budaya termasuk mata pencaharian masyarakat DAS karena sejarah dan marjinalisasi yang terus berlanjut. Untuk mengatasi tantangan yang kompleks dan saling terkait ini, diperlukan strategi interdisipliner yang saling bergantung (Thornton et al., 2020).

Perusakan hutan adalah salah satu masalah yang paling penting. Saat ini, masyarakat yang tinggal di kawasan penyangga TNS bergantung pada sumber daya alam yang sudah ada. Namun karena kurangnya kesejahteraan, masyarakat harus mengambil bagian dalam banyak hal yang bertentangan dengan kebijakan TNS dan berpotensi mengganggu ekosistem secara langsung (Gai, 2020b). Luasnya TNS dan sebaran masyarakat yang berjauhan menyebabkan masyarakat lokal jarang diajak berkonsultasi atau dilibatkan secara memadai dalam pembentukan dan pengelolaan taman nasional. Selain itu, pendekatan untuk memitigasi dampak merugikan TNS juga perlu dipertimbangkan sepenuhnya dengan keragaman budaya dan adat istiadat yang berlaku ditengah masyarakat untuk menghindari konflik (M. Meilani et al., 2021). Desa Garung tidak bisa dipisahkan dari DAS Sebangau dan TNS sehingga masyarakatnya sebagian besar masih memiliki tingkat ketergantungan terhadap alam yang tinggi dengan melakukan penebangan pohon dan penangkapan ikan secara berlebihan (Tito Surogo, 2020). Perjalanan dari desa Garung ke TNS memakan waktu sekitar 2 jam dengan perahu ces, atau 4 jam jika melewati dermaga Kereng Bangkirai. Saat ini, penduduk desa Garung sebagai kawasan penyangga TNS bergantung pada sumber daya alamnya. Namun, taraf hidup masyarakat yang rendah menuntut sejumlah kegiatan yang melanggar peraturan TNS dan berpotensi merusak lingkungan sekitar.

Di kawasan TNS juga ada proyek pembasahan lahan gambut untuk mencegah kebakaran hutan. Proyek pembasahan gambut ini dengan cara menutup kanal dengan kayu galam (Sutikno et al., 2019). Proyek pembasahan gambut tersebut dikenal dengan

penyekatan kanal atau penabatan berasal dari kata *tabat* dalam Bahasa Dayak (Dohong et al., 2018). Penyekatan kanal ini menggunakan bahan utama dari kayu galam (*Melaleuca cajuputi*) yang memicu penebangan pohon. Beberapa kelompok masyarakat ikut serta dalam membangun sekat kanal dan beberapa lagi menolak karena menyebabkan masyarakat susah dalam mengakses kanal (Purwawangsa, 2018). Pemberdayaan masyarakat telah muncul sebagai strategi yang layak untuk menyelesaikan konflik sosial di TNS (Triana, 2014).

Pada penelitian ini diharapkan dapat mengisi informasi terkait dengan prediksi dinamika penduduk desa Garung terhadap neraca ketersediaan ikan dan penebangan kayu galam. Penelitian menggunakan metodologi dinamika sistem untuk menentukan skenario kebijakan pemanfaatan DAS dalam mengetahui kondisi dan karakteristik tempat dalam kurun waktu mendatang secara kompleks, dinamis dengan banyak aspek dan komponen yang terlibat (Mashaly & Fernald, 2020). Dinamika sistem merupakan salah satu strategi perencanaan pemanfaatan DAS yang memerlukan hubungan timbal balik antara situasi sosial ekonomi masyarakat yang tinggal di DAS dan variabel lingkungan yang mempengaruhinya (Junaidi & Maryani, 2013). Dinamika sistem mampu menyederhanakan dan mensimulasikan perilaku sistem pengelolaan lingkungan yang berguna untuk mengelaborasi peluang pengembangan di masa depan sebagai alternatif dalam pengambilan keputusan bagi pengelola kawasan dan pemerintah (Sjaifuddin, 2020). Dinamika sistem melibatkan beberapa variabel yang saling mempengaruhi (Siregar et al., 2021).

2. Metode Penelitian

2.1. Waktu dan tempat

Penelitian dilakukan di desa Garung kabupaten Pulang Pisau Provinsi Kalimantan Tengah dan Sungai Bangah TNS.

2.2. Alat dan Bahan Penelitian

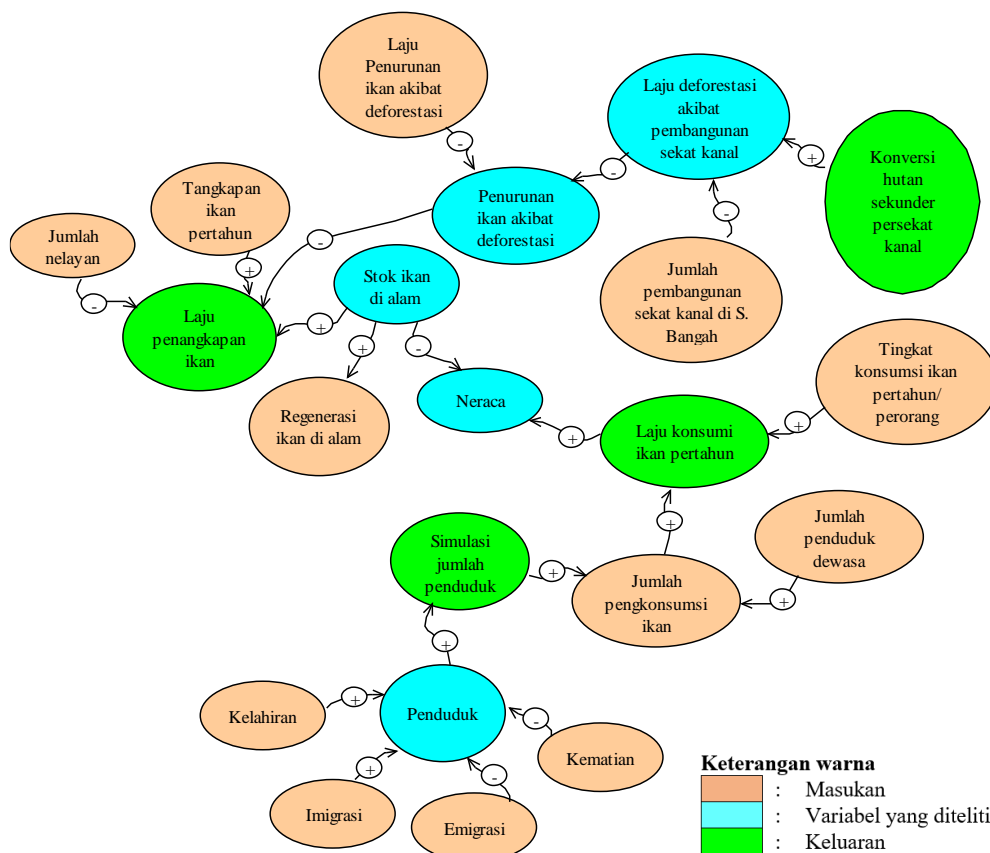
Menggunakan alat sebagai berikut spesifikasi : a) Komputer Notebook ThinkPad i7 VPro, Memory 16 GB dan Harddisk SSD 250 GB; b) Printer Epson L121 digunakan untuk mencetak peta-peta hasil analisis; c) Global Positioning System (GPS) merk Garmin Tipe 78s dengan akurasi ± 3 m yang digunakan untuk plotting lokasi sampel dan menuju koordinat lokasi sekat kanal di lapangan; d) Kamera digital waterprof merk Nixon Coolpix S32 yang digunakan untuk merekam fenomena-fenomena yang terjadi di lapangan; e) Peta lokasi sampel digunakan untuk check lapangan hasil analisis. Perangkat lunak yang digunakan adalah: a) ArcGIS versi 10.8 digunakan untuk menganalisis data keruangan; b) Powersim digunakan untuk menganalisis interaksi dalam struktur sosial ekonomi pemanfaat DAS; d) Microsoft Excell digunakan untuk melakukan perhitungan data lapangan; dan e) Microsoft Word digunakan untuk melakukan penulisan laporan penelitian.

2.3. Prosedur Penelitian

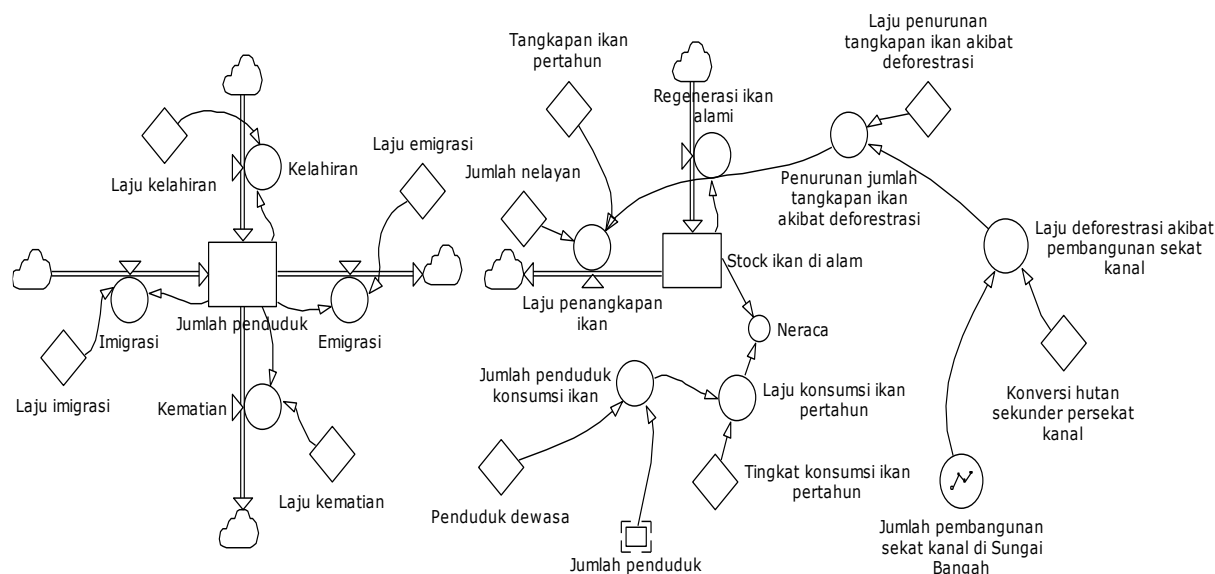
Dinamika sistem digunakan untuk menyederhanakan suatu sistem karena lebih mudah dipahami daripada sistem sebenarnya yang lebih rumit. Tahapan penyelesaian masalah dengan metode pendekatan sistem dimulai dengan analisis kebutuhan, formulasi masalah, identifikasi sistem, skenario sistem, validasi dan implementasi (Forrester J, 1989; Serman, 2002). Penelitian ini hanya sampai pada tahap skenario sistem. Diagram yang digunakan dalam bentuk diagram sebab akibat (*causal loop diagram*) dibuat **Gambar 1**.

3. Hasil dan Pembahasan

Desa Garung berdasarkan pengecekan langsung ke lokasi banyak melakukan kegiatan penebangan kayu galam dan penangkapan ikan secara berlebihan. Struktur sistem dinamis ditampilkan dalam diagram alir yang menjelaskan hubungan yang terjadi antar



Gambar 1. Diagram Sebab Akibat Penelitian

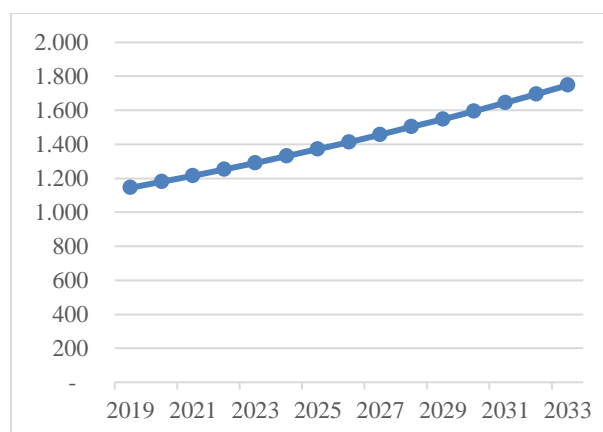


Gambar 2. Diagram Alir Sistem Dinamis Dampak Sekat Kanal Terhadap Sosial dan Ekonomi Bagi Pemanfaat DAS

variabel dalam sistem seperti yang terlihat pada **Gambar 2**.

Data awal yang merupakan tahun awal analisis adalah tahun 2019. Analisis sistem dilakukan selama 15 tahun yaitu dari tahun 2019 sampai dengan 2034. Data awal dan peubah yang digunakan dalam penelitian ini adalah jumlah penduduk, jumlah penduduk dewasa, jumlah nelayan, stok ikan di alam, neraca, jumlah sekat kanal di sungai Bangah, dan konversi hutan sekunder persekat kanal. Jumlah penduduk adalah jumlah penduduk desa Garung. Nilai awal yang dipakai dalam model adalah jumlah penduduk tahun 2019 yaitu 1144 jiwa.

Simulasi pertumbuhan penduduk di desa Garung terlihat pada **Gambar 3** terus mengalami kenaikan jumlah penduduk. Tahun 2023 penduduk desa Garung berjumlah 1291 jiwa, pada tahun 2033 akhir dari simulasi telah mencapai 1.747 jiwa. Penduduk desa Garung selama 15 tahun dari tahun 2019–2033 mengalami penambahan penduduk 603 jiwa dengan laju pertumbuhan penduduk setiap tahun 4 persen, laju kematian setiap tahun 1 persen, laju imigrasi 0,027 persen dan laju emigrasi 0,0017 persen.

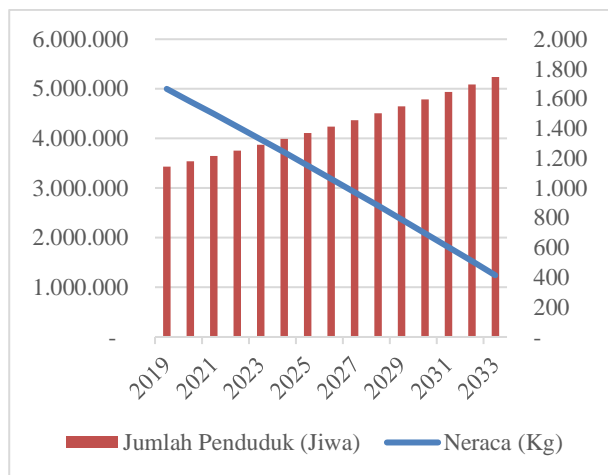


Gambar 3. Perkembangan Jumlah Penduduk Desa Garung

Pertumbuhan penduduk yang terus meningkat menyebabkan tingginya kebutuhan pangan. Kebutuhan pangan di desa Garung selain beras adalah ikan, yang menjadi kebutuhan utama. Ikan selain untuk dikonsumsi juga menjadi sarana ekonomi di desa Garung sehingga tingkat ketergantungan terhadap alam yang tinggi dengan melakukan penangkapan ikan secara berlebihan sebagai mata pencaharian utama.

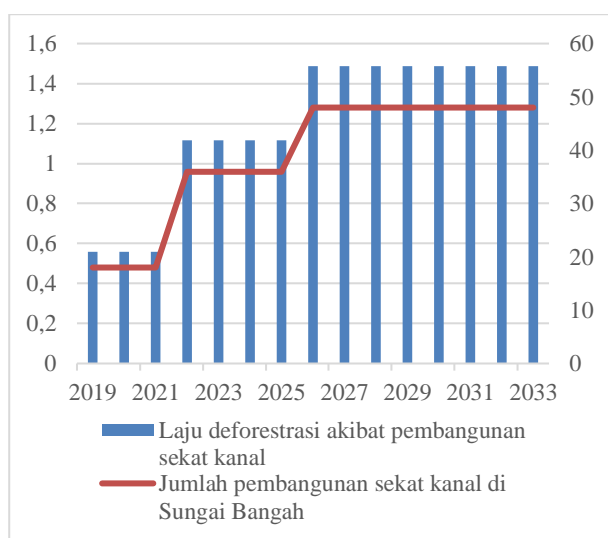
Pada **Gambar 4** merupakan simulasi jumlah penduduk dengan neraca. Neraca merupakan hasil perkalian jumlah nelayan dengan tangkapan ikan pertahun yang dikurangi dengan penurunan jumlah tangkapan

ikan akibat deforestasi. Tren neraca memperlihatkan stok berlimpah di tahun 2019 sampai dengan tahun 2022 tetapi pada tahun 2026 terjadi tren menurun.



Gambar 4. Perbandingan Jumlah Penduduk dengan Neraca

Desa Garung juga memiliki ketergantungan yang tinggi dengan kayu galam selain untuk dipakai sehari-hari, kayu ini juga dijual keluar desa untuk menopang ekonomi keluarga. Kayu galam juga dipakai untuk membangun sekat kanal di TNS dan sekitarnya. Selain ikan desa Garung memiliki tingkat ketergantungan terhadap alam yang tinggi dengan melakukan penebangan kayu galam sebagai mata pencaharian utama.



Gambar 5. Laju Deforestasi Akibat Pembangunan Sekat Kanal dengan Jumlah Pembangunan Sekat Kanal di Sungai Bangah

Pada **Gambar 5** merupakan simulasi laju deforestasi akibat pembangunan sekat kanal dengan jumlah pembangunan sekat kanal di Sungai Bangah. Laju deforestasi akibat pembangunan sekat kanal merupakan hasil perkalian jumlah pembangunan sekat kanal di sungai Bangah dengan konversi hutan sekunder persekat kanal. Tren laju deforestasi menyebabkan hilangnya tutupan lahan sebesar 6.69 Ha ketika membangun sekat kanal berjumlah 216 unit di TNS.

4. Kesimpulan

Analisis dan prediksi dinamika sistem di lokasi penelitian menggambarkan situasi yang menyebabkan hilangnya tutupan lahan sebesar 6.69 Ha ketika membangun sekat kanal berjumlah 216 unit di TNS. Tren penurunan jumlah tangkapan ikan memperlihatkan stok berlimpah di tahun 2019 sampai dengan tahun 2022 tetapi pada tahun 2026 terjadi tren menurun yang tentunya akan berdampak ke semua elemen masyarakat. Sebagian besar masyarakat Desa Garung dan pemanfaat DAS Sebangau masih memiliki tingkat ketergantungan terhadap DAS yang tinggi tetapi memiliki persepsi yang kurang baik dalam memanfaatkan DAS Sebangau secara berkelanjutan, sedangkan hidup mereka sangat bergantung pada hasil hutan dan sungai. Pengelola TNS dan pemerintah desa hendaknya melakukan penguatan pendidikan lingkungan melalui program Adiwiyata ke sekolah-sekolah yang berada sekitar desa Garung agar mendorong terciptanya pengetahuan dan kesadaran masyarakat sejak dini dalam upaya pelestarian lingkungan hidup.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Balai Taman Nasional Sebangau yang telah mengizinkan melakukan penelitian di kawasan tersebut. Juga Kepala Desa Garung, kelompok masyarakat pemanfaat DAS di sepanjang anak sungai Bangah, Pokker SHK, WWF Indonesia – Kalimantan Tengah, Agung Wibowo, Ph. D (Universitas Palangka Raya, Indonesia) dan Sensei Tetsuya

Shimamura (Ehime University, Jepang).

Daftar Pustaka

- Cobb, A. R., Dommain, R., Tan, F., Heng, N. H. E., & Harvey, C. F. (2020). Carbon storage capacity of tropical peatlands in natural and artificial drainage networks. *Environmental Research Letters*, 15(11). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aba867>
- Dohong, A., Abdul Aziz, A., & Dargusch, P. (2018). A Review of Techniques for Effective Tropical Peatland Restoration. In *Wetlands* (Vol. 38, Issue 2, pp. 275–292). <https://doi.org/10.1007/s13157-018-1017-6>
- Efendi, M., Sunoko, H. R., & Sulistya, W. (2012). Kajian Kerentanan Masyarakat Terhadap Perubahan Iklim Berbasis Daerah Aliran Sungai (Studi Kasus Sub Das Garang Hulu). In *Jurnal Ilmu Lingkungan* (Vol. 10, Issue 1, p. 8). academia.edu. <https://doi.org/10.14710/jil.10.1.8-18>
- Forrester J. (1989). *The Beginning of System Dynamics*. MIT Press, Cambridge.
- Gai, A. M. (2020a). Strategi Pemberdayaan Masyarakat Kawasan Penyangga di TN Sebangau Berdasarkan Perspektif Sustainable Livelihood Approach. *Jurnal Planoearth*, 5(2), 129. <https://doi.org/10.31764/jpe.v5i2.3249>
- Gai, A. M. (2020b). Strategi Pemberdayaan Masyarakat Kawasan Penyangga di TN Sebangau Berdasarkan Perspektif Sustainable Livelihood Approach. *Jurnal Planoearth*, 5(2), 129. <https://doi.org/10.31764/jpe.v5i2.3249>
- Hendro Sopha, Wahyudi, W., & Fengky F. Adji. (2021). Persepsi masyarakat terhadap aktivitas pembuatan sekat kanal di kawasan Taman Nasional Sebangau Provinsi Kalimantan Tengah. *Journal of Environment and Management*, 2(1), 89–98. <https://doi.org/10.37304/jem.v2i1.2665>
- Junaidi, E., & Maryani, R. (2013). Pengaruh Dinamika Spasial Sosial Ekonomi Pada Suatu Lanskap Daerah Aliran Sungai (Das) Terhadap Keberadaan Lanskap Hutan (Studi Kasus Pada Das Citanduy Hulu Dan Das Ciseel, Jawa Barat). *Jurnal Penelitian Sosial Dan Ekonomi Kehutanan*, 10(2), 122–139. <https://doi.org/10.20886/jsek.2013.10.2.122-139>
- Mashaly, A. F., & Fernald, A. G. (2020). Identifying capabilities and potentials of system dynamics in hydrology and water resources as a promising modeling approach for water management. In *Water (Switzerland)* (Vol. 12, Issue 5). mdpi.com. <https://doi.org/10.3390/w12051432>
- Meilani, M., Andayani, W., Faida, L. R. W., Susanti, F. D., Myers, R., & Maryudi, A. (2021). Symbolic consultation and cultural simplification in the establishment of an Indonesian national park and its impacts on local livelihoods. *Forest and Society*, 5(2), 495–505. <https://doi.org/10.24259/fs.v5i2.11875>
- Meilani, M. M., Thwaites, R., Race, D., Andayani, W., Faida, L. R. W., & Maryudi, A. (2019). Finding alternatives of livelihood sources for forest dependent communities in protected areas: A case study of Sebangau National Park, Central Kalimantan Province, Indonesia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 285, Issue 1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/285/1/012005>
- Minggawati, I., Mardani, M., & Marianty, R. (2020). Aspek Biologi Dan Manfaat Ekonomi Ikan Yang Tertangkap Di Sungai Sebangau Kota Palangkaraya Kalimantan Tengah. *Ziraa'Ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 45(3), 335. <https://doi.org/10.31602/zmip.v45i3.3454>
- Nurseptiani, S., Kamal, M. M., Taryono, T., & Surjanto, D. (2021). Pengelolaan Perikanan Perairan Darat Berbasis Hak Di Sungai Sebangau, Taman Nasional Sebangau Kalimantan Tengah. *Jurnal Kebijakan Sosial Ekonomi Kelautan Dan Perikanan*, 11(2), 91. <https://doi.org/10.15578/jksek.v11i2.9348>
- Panda, A., & Krestina, W. (2021). Niche Overlap between *Pongo pygmaeus wurmbii* and

- Helarctos malayanus Raffles within Small Scale Habitat in Punggualas Area, Sebangau National Park. *Journal of Tropical Life Science*, 11(3), 317–322. <https://doi.org/10.11594/JTLS.11.03.08>
- Pasaribu, G., & Waluyo, T. K. (2020). Ethnomedicine, phytochemical, and toxicity activity of several alleged medicinal plants from Sebangau National Park, Central Borneo. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 415, Issue 1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/415/1/012007>
- Purwawangsa, H. (2018). Instrumen Kebijakan Untuk Mengatasi Konflik Di Kawasan Hutan Konservasi. *Risalah Kebijakan Pertanian Dan Lingkungan: Rumusan Kajian Strategis Bidang Pertanian Dan Lingkungan*, 4(1), 28. <https://doi.org/10.20957/jkebijakan.v4i1.20059>
- Ramdhani, M. T., Novaryatiin, S., Gunawan, G., Hanafi, N., Ayu, S., & Junaidi, J. (2018). Optimalisasi Palangka Raya menuju Kota Wisata yang Diminati Wisatawan Nusantara/Mancanegara pada Kecamatan Sebangau. *Restorica: Jurnal Ilmiah Ilmu Administrasi Negara Dan Ilmu Komunikasi*, 4(2), 14–19. <https://doi.org/10.33084/restorica.v4i2.443>
- Riza, N., Butet, N. A., Kamal, M. M., Wibowo, A., Simon, O., & Ansori, M. (2021). Some Aspect Biology Reproduction of the Indonesian Predatory Catfish (*Wallagonia leerii* Bleeker, 1851) in Sebangau River Central Kalimantan. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 11(2), 276–284. <https://doi.org/10.29244/jpsl.11.2.276-284>
- Siregar, A. M., Lusiana, L., Utami, I., & Fakhrudin, M. (2021). Modelling Electric Energy Availability Toward Popupation Growth and Land Conversion in Padang Lawas Regency. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 927, Issue 1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/927/1/012006>
- Sjaifuddin, S. (2020). Environmental management of industrial estate based on eco-industrial parks: A system dynamics modeling. *Industrial Engineering and Management Systems*, 19(1), 211–227. <https://doi.org/10.7232/iems.2020.19.1.211>
- Sosilawaty, Jaya, A., Rotinsulu, J. M., Hastari, B., Hidayat, N., & Sianipar, E. (2022). Effect of Drainage Channels on Vegetation Diversity of Tropical Peatswamp Forest of Sebangau National Park, Indonesia. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 10(1), 48–63. [https://doi.org/10.18006/2022.10\(1\).48.63](https://doi.org/10.18006/2022.10(1).48.63)
- Sterman. (2002). *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*.
- Sutikno, S., Nasrul, B., Gunawan, H., Jayadi, R., Rinaldi, Saputra, E., & Yamamoto, K. (2019). The effectiveness of canal blocking for hydrological restoration in tropical peatland. *MATEC Web of Conferences*, 276, 06003. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201927606003>
- Thornton, S. A., Dudin, Page, S. E., Upton, C., & Harrison, M. E. (2018). Peatland fish of Sebangau, Borneo: Diversity, monitoring and conservation. In *Mires and Peat* (Vol. 22). [leicester.figshare.com. https://doi.org/10.19189/MaP.2017.OMB.313](https://doi.org/10.19189/MaP.2017.OMB.313)
- Thornton, S. A., Setiana, E., Yoyo, K., Dudin, Yulintine, Harrison, M. E., Page, S. E., & Upton, C. (2020). Towards biocultural approaches to peatland conservation: The case for fish and livelihoods in Indonesia. *Environmental Science and Policy*, 114, 341–351. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.08.018>
- Tito Surogo. (2020). *Inisiasi Pengembangan Wisata Desa Garung Sebagai Gerbang Menuju TN Sebangau*. Direktorat Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam Dan Ekosistem. <http://ksdae.menlhk.go.id/info/8488/inisiasi-pengembangan-wisata-desa-garung-sebagai-gerbang-menuju-tn-sebangau.html>

Triana, N. (2014). Pendekatan Ekoregion Dalam Sistem Hukum Pengelolaan Sumber Daya Air Sungai di Era Otonomi Daerah. *Pandecta: Research Law Journal*, 9(2), 158. <https://doi.org/10.15294/pandecta.v9i2.3435>

Yulianti, N., Kusin, K., Murni, E., Barbara, B., Naito, D., Kozan, O., Jagau, Y., Kulu, I. P., Adji, F. F., & Susetyo, K. E. (2020). Preliminary Analysis of Cause-Effect on Forest-Peatland Fires Prior To 2020 in Central Kalimantan. In *ECOTROPHIC: Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)* (Vol. 14, Issue 1, p. 62). <https://doi.org/10.24843/ejes.2020.v14.i01.p06>