

Demanafaatan Model Malthusian Pada Kajian Kunjungan Wisatawan (Studi Kasus: Ambang Batas destinasi wisata Talaga Biru)

Utilization of the Malthusian Model in the Study of Tourist Visits (Case Study: Threshold Talaga Biru tourist destinations)

Meidy Kaseside¹, Fiktor Imanuel Boleu², Radios Simanjuntak³, Boyke Raymond Toisuta⁴, Mario
Nikolaus Dalengkade^{5,*}

^{1,5}Program Studi Matematika, Fakultas Ilmu Alam dan Teknologi Rekayasa, Universitas Halmahera, Jl.
Wari Raya, Tobelo, Halmahera Utara 97762

^{2,3}Program Studi Kehutanan, Fakultas Ilmu Alam dan Teknologi Rekayasa, Universitas Halmahera, Jl.
Wari Raya, Tobelo, Halmahera Utara 97762

⁴Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Ilmu Alam dan Teknologi Rekayasa,
Universitas Halmahera, Jl. Wari Raya, Tobelo, Halmahera Utara 97762

*Email korespondensi: mariodalengkade@gmail.com

Abstract

Talaga Biru is a tourist destination promoted by the North Halmahera Tourism Office with the concept of ecotourism as sustainable development. But in reality the concept was not achieved because the P-RENSTRA 2016 to 2021 did not contain reports on the carrying capacity of the environment, so this has become the focus of research. By carrying out the Malthusian model, the visit rate throughout 2018 was 57.12 tourists. While the analysis of environmental carrying capacity, namely the total capacity of the location of tourist destinations is 47.83 tourists. The results of this research study inform that the level of tourist visits to the Talaga Biru tourist destination is inversely proportional to the capacity of the tourist destination location. In addition, the manager of the tourist destination area needs to regulate the level of tourist visits.

Keywords: *carrying capacity, ecology, environment, Malthusian model, tourists.*

Abstrak

Talaga Biru merupakan destinasi wisata yang diusung oleh Dinas Pariwisata Halmahera Utara dengan konsep ekowisata sebagai pembangunan berkelanjutan. Tapi pada kenyataannya konsep tersebut tidak tercapai karena P-RENSTRA tahun 2016 hingga 2021 tidak memuat laporan mengenai daya dukung lingkungan, maka hal ini menjadi fokus penelitian. Dengan mengusung model Malthusian memperlihatkan tingkat kunjungan sepanjang tahun 2018 yakni 57.12 wisatawan. Sedangkan analisis daya dukung lingkungan yakni total daya tampung lokasi destinasi wisata 47.83 wisatawan. Hasil kajian penelitian ini menginformasikan tingkat kunjungan wisatawan di destinasi wisata Talaga Biru berbanding terbalik dengan daya tampung lokasi destinasi wisata. Selain itu pihak pengelola kawasan destinasi wisata perlu mengatur tingkat kunjungan wisatawan.

Kata kunci: daya dukung, ekologi, lingkungan, model Malthusian, wisatawan.

I. Pendahuluan

Ekowisata didefinisikan sebagai wisata alam dengan tujuan melakukan konservasi lingkungan dan meningkatkan ekonomi masyarakat setempat^[1,2,3]. Dari sisi ekonomi sangat menjanjikan, karena termasuk industri yang berkembang. Hal ini tertuang dalam laporan^[4] yakni banyaknya wisatawan di Nepal tahun 1962 mencapai 6.000 kunjungan, dan terus melonjak mencapai 1 juta kunjungan wisatawan tepat pada tahun 2018. Meskipun berdampak positif pada ekonomi, tapi menyebabkan tekanan terhadap lingkungan berupa perubahan tutupan lahan, peralihan tata guna lahan, dan kondisi kimia-fisik tanah^[5,6,7], yang kesemuanya disebabkan oleh *anthropization*^[8,9,10].

Antisipasi terhadap tekanan lingkungan guna menunjang ekowisata berkelanjutan. Maka banyak peneliti menyarankan manajemen pengelolaan berbasis lingkungan, dengan menerapkan daya dukung lingkungan. Merujuk pada^[11,12,13] daya dukung disimbolkan dengan K merupakan daya tampung kawasan terhadap populasi yang tinggi meliputi pemanfaatan sumber daya lingkungan sekitar, dan lazimnya dapat dijabarkan dengan baik menggunakan model matematika. Model tersebut menjelaskan dua hal, pertama yakni apabila terjadi peningkatan populasi dalam interval waktu, maka peningkatan sebanding dengan besar kuantitas itu sendiri. Dimaksudkan dengan kuantitas disaat tertentu tak lain ialah hasil kali kuantitas sebelumnya hal ini berarti nilai selanjutnya. Sedangkan hal ke dua yakni menggambarkan populasi akan mencapai titik kesetimbangan, dimaknai dengan peningkatan populasi bergantung pada kerapatan suatu kawasan dan efek daya dukung (*carrying capacity*). Selain itu, peningkatan populasi selalu dipengaruhi oleh laju intrinsik yakni nilai yang menggambarkan daya tumbuh suatu populasi^[14,15].

Pemanfaatan daya dukung untuk studi pariwisata berkelanjutan berfungsi sebagai pengontrol lingkungan. Karena degradasi organisme dan perubahan lingkungan sejalan dengan aktivitas manusia berdasarkan perubahan ruang serta waktu^[16,17]. Sebagai contoh, *Varanus komodoensis* merupakan hewan endemik yang berada di Pulau Komodo ditetapkan oleh Indonesia sebagai destinasi wisata^[18]. Aktivitas manusia yang terus meningkat di pulau tersebut menyebabkan terjadinya perubahan perilaku alami *Varanus komodoensis*^[19,20] dan menimbulkan masalah limbah^[21]. Hal serupa juga terjadi dipantai timur Australia, yakni tak terkontrolnya kunjungan wisatawan berimbas pada masalah sampah plastik^[22]. Hal tersebut disebabkan oleh tidak adanya penetapan ambang batas wisatawan. Semakin mempertegas mengenai kajian pemanfaatan daya dukung sebagai pengontrol lingkungan melalui laporan^[23] yakni meningkatnya aktivitas wisatawan, memberi sumbangan terhadap perubahan pH air laut berimbas pada peningkatan konsentrasi logam antara lain Cr (kromium) dan Zn (seng) di Huatulco. Krisis lingkungan oleh industri pariwisata seperti yang telah diuraikan sebelum juga terjadi di China, tapi dengan menerapkan kebijakan ambang batas wisatawan menghasilkan tingkat keamanan ekologi 0.621 sepanjang tahun 2011 hingga 2016 untuk destinasi wisata sungai Yangtze^[24]. Sama halnya dengan pemaparan^[25] pembangunan berkelanjutan di pulau Zhoushan dengan memperhatikan daya dukung kawasan, menunjukkan keamanan ekologi meningkat sejak tahun 2010 yakni 0.095 hm² menjadi 0.130 hm².

Uraian mengenai daya dukung paragraf dua menjadi landasan mengenai pertanyaan yaitu, "Berapa nilai ambang batas kunjungan wisatawan di destinasi Talaga Biru Halmahera Utara?". Pentingnya penelitian ambang batas wisatawan untuk destinasi wisata Talaga Biru. Karena dalam^[26] tertuang konsep ekowisata sebagai model pariwisata berkelanjutan untuk destinasi Talaga Biru. Dan menunjang model tersebut pemerintah membangun infrastruktur, tapi parameter ekologi yakni ambang batas wisatawan tidak termuat dalam "Perubahan Rencana Strategis (P-RENSTRA) tahun 2016 hingga 2021" Dinas Pariwisata Halmahera Utara.

II. Metode Penelitian

Deskriptif merupakan metode yang diusung dalam penelitian ini. Pemanfaatan metode tersebut difungsikan untuk menganalisis ambang batas wisatawan di destinasi wisata Talaga Biru. Adapun data yang dipakai terbagi dua yakni data sekunder berupa kunjungan wisatawan sepanjang tahun 2018 berasal dari Dinas Pariwisata Halmahera Utara. Dan data primer yaitu luasan area destinasi wisata Talaga Biru.

Prosedur analisis luas area destinasi wisata dan ambang batas diuraikan sebagai berikut: 1) Luas area destinasi wisata diawali dengan pengukuran menggunakan GPS, dilanjutkan pengolahan oleh *arcGIS*; 2) Menganalisis tingkat kunjungan wisatawan menggunakan persamaan (1) merujuk pada^[27,28,29].

$$\frac{dN}{dT} = rN \left(\frac{1 - N}{K} \right) \dots \dots \dots (1)$$

Dengan dN/dT = kerapatan populais setiap selang waktu (t), r = laju pertumbuhan dengan nilai konstanta 1, N = populasi, dan K = daya dukung; 3) Selanjutnya dengan mendeferenensialkan persamaan (1), sehingga menghasilkan persamaan (2).

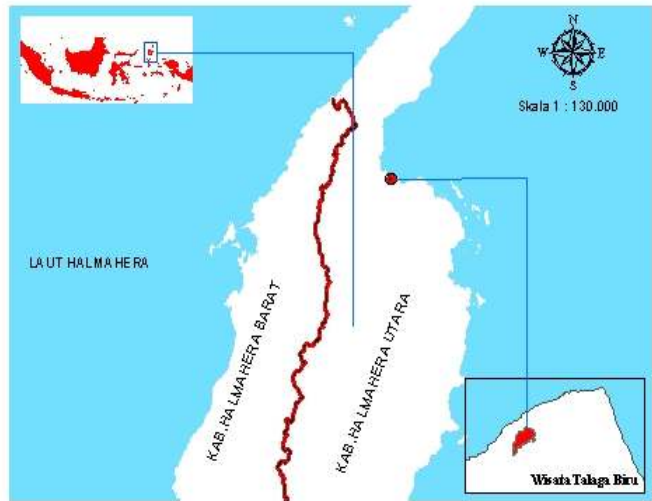
$$N = \frac{K}{1 + [K - N_0/N_0]e^{-rt}} \dots \dots \dots (2)$$

Persamaan (2) merupakan model Malthusian yang diterapkan untuk mendapatkan nilai ambang batas pada penelitian ini.

III. Hasil dan Pembahasan

3.1. Deskripsi Talaga Biru

Mengacu pada prosedur analisis menggunakan *arcGIS* menghasilkan gambar peta destinasi wisatawan yang tersaji di Gambar 1.



Gambar 1 Destinasi wisata Talaga Biru. Keterangan lainnya area destinasi wisata ditunjukkan oleh warna merah dalam kotak hitam.

Luas area destinasi wisata Talaga Biru Gambar 1 sebesar 84,54 m² dan pada kenyataannya area tersebut termasuk area parkir untuk kendaraan wisatawan, serta dijadikan sebagai tempat mencuci kendaraan oleh wisatawan. Data kunjungan wisatawan sepanjang 2018 sebanyak 574 wisatawan, dan keseluruhannya merupakan wisatawan lokal. Selain itu tidak adanya pengelolaan yang baik, karena terjadi penumpukan sampah plastik wisatawan di area destinasi wisata.

3.2. Kunjungan Maksimum Wisatawan

Analisis tingkat kunjungan dengan menerapkan persamaan (1), dan ambang batas wisatawan persamaan (2), serta grafik ke dua persamaan dirangkum ke dalam Tabel 1. Grafik tersebut menunjukkan bentuk kurva eksponensial menginformasikan tingkat kunjungan meningkat sepanjang tahun 2018 dengan kunjungan tertinggi 57.12 ≈ 5.712 wisatawan. Pemanfaatan persamaan (1) menunjukkan luran grafik yang sama dengan peneliti terdahulu^[30,31]. Sedangkan luaran persamaan (2) membentuk kurva biru (Tabel 1) menyerupai grafik *S* merupakan grafik logistik, dimaknai dengan kunjungan maksimum 47.83 ≈ 4.783 wisatawan atau merupakan daya tampung destinasi wisata destinasi Talaga Biru. Sama hanya dengan laporan^[32], penerapan persamaan (2) memberikan informasi mengenai daya tampung destinasi wisata Taman Nasional Baluran yakni dalam setahun mampu menampung 151.248 wisatawan. Dan informasi yang diberikan oleh persamaan (2) sangat berguna dalam memproteksi lingkungan sejak dini. Berselancar kembali dari hasil simulasi persamaan (1) dan (2), maka daya tampung destinasi Talaga Biru berbanding terbalik dengan kunjungan wisatawan sepanjang tahun 2018.

Tabel 1. Luaran penggunaan persamaan (1) dan (2)

Bulan	Analisis		Visualisasi Persamaan (1) Kurva Hitam dan Persamaan (2) kurva Biru
	Persamaan (1)	Persamaan (2)	
Januari	1.00	1.00	
Februari	1.27	2.88	
Maret	1.48	7.73	
April	6.26	17.54	
Mei	26.80	30.37	
Juni	50.86	40.15	
Juli	56.68	44.97	
Agustus	57.12	46.84	
September	54.54	47.49	
Oktober	55.46	47.72	
November	55.67	47.79	
Desember	55.33	47.82	

Konsekuensi yang diterima lingkungan disebabkan oleh meningkatnya populasi kunjungan wisatawan antara lain berupa meningkatnya permintaan akan air bersih setiap tahun di Malaga-Spain^[33]. Selain itu, pihak lain^[34,35] mempertegas kajian daya dukung yakni perubahan yang terjadi pada lingkungan (abiotik dan biotik) ditinjau berdasarkan ruang dan waktu seirama dengan meningkatnya populasi manusia dalam penelitian ini diwakili kurva hitam (Tabel 1). Upaya yang dapat dilakukan untuk menekan populasi tak

lain dengan cara menerapkan daya dukung seperti hasil dalam penelitian ini (kurva biru Tabel 1).

IV. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Merujuk pada penjelasan mengenai model ekowisata berkelanjutan, sebagaimana telah dijabarkan pada pendahuluan yang diusung Dinas Pariwisata Halmahera Utara untuk destinasi wisata Talaga Biru. Tapi hasil penelitian membuktikan tidak adanya manajemen berbasis lingkungan. Karena hasil analisis membuktikan jumlah kunjungan wisatawan destinasi wisata Talaga Biru melebihi ambang batas (analisis persamaan 1 dan 2). Selain itu tak terkendalinya wisatawan menyebabkan masalah baru di destinasi wisata Talaga Biru yaitu berupa penumpukan sampah plastik wisatawan. Menyikapi hal tersebut maka seharusnya menjadi perhatian serius bagi pihak pengelola kawasan wisata Talaga Biru.

4.2. Saran/Rekomendasi

Karena kajian lingkungan bagi pariwisata sangat penting untuk dilakukan, sehingga penelitian lanjutan yakni: 1) Kajian perubahan kimia-fisik tanah di kawasan destinasi wisata Talaga Biru; 2) Estimasi pengaturan waktu bagi wisatawan dan; 3) Edukasi pentingnya lingkungan pada wisatawan. Usulan penelitian berikutnya agar terciptanya pariwisata berkelanjutan.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih seluruh penulis kepada Dinas Pariwisata Halmahera Utara yang telah bersedia memberikan data kunjungan tahun 2018 untuk dianalisis.

Daftar Pustaka

- [1] M. Das and B. Chatterjee, "Ecotourism: A Panacea or a Predicament?," *Tour. Manag. Perspect.*, vol. 14, pp. 3–16, Apr. 2015.
- [2] A. L. Stronza, C. A. Hunt, and L. A. Fitzgerald, "Ecotourism for Conservation?," *Annu. Rev. Environ. Resour.*, vol. 44, no. 1, pp. 229–253, Oct. 2019.
- [3] M. Noh, A. N. A. R. Razzaq, M. M.Z, and I. B. M.N, "Sustainable Community Based Ecotourism Development," *Palarch'S J. Archaeol. Egypt/Egyptology*, vol. 17, no. 9, pp. 5049–5061, 2020.
- [4] S. Joshi and R. Dahal, "Relationship between Social Carrying Capacity and Tourism Carrying Capacity: A Case of Annapurna Conservation Area, Nepal," *J. Tour. Hosp. Educ.*, vol. 9, pp. 9–29, Apr. 2019.
- [5] Y. Gurtner, "Returning to paradise: Investigating Issues of Tourism Crisis and Disaster Recovery on the Island of Bali," *J. Hosp. Tour. Manag.*, vol. 28, no. January, pp. 11–19, Sep. 2016.
- [6] A. Barros, C. Monz, and C. Pickering, "Is Tourism Damaging Ecosystems in the Andes? Current Knowledge and an Agenda for Future Research," *Ambio*, vol. 44, no. 2, pp. 82–98, Mar. 2015.
- [7] D. N. Cole, "Impacts of Hiking and Camping on Soils and Vegetation: a Review," in *Environmental impacts of ecotourism*, D. B. Weaver, Ed. Wallingford: CABI, 2004, pp. 41–60.

- [8] M. N. Dalengkade, "Pemodelan Reaksi Suhu Udara terhadap Penyinaran Cahaya Matahari dalam Hutan Bakau," *BAREKENG J. Ilmu Mat. dan Terap.*, vol. 13, no. 2, pp. 061–068, Jul. 2019.
- [9] M. N. Dalengkade, "Profil 24 Jam Kuat Penerangan, Suhu Udara, Kelembaban Udara Di Luar Dan Di Dalam Hutan Mangrove," *BAREKENG J. Ilmu Mat. dan Terap.*, vol. 14, no. 1, p. 047058, Mar. 2020.
- [10] M. N. Dalengkade, "Fluktuasi Temporal Kelembaban Udara Di Dalam Dan Luar Ekosistem Mangrove," *BAREKENG J. Ilmu Mat. dan Terap.*, vol. 14, no. 2, pp. 159–166, Sep. 2020.
- [11] "Book: Sociology (Boundless)." Sep. 02, 2020, [Online]. Available: <https://socialsci.libretexts.org/@go/page/7560>.
- [12] C. Lehman, S. Loberg, M. Wilson, and E. Gorham, "Ecology of the Anthropocene Signals hope for Consciously Managing the Planetary Ecosystem," *Proc. Natl. Acad. Sci.*, vol. 118, no. 28, p. e2024150118, Jul. 2021.
- [13] B. F. Snyder, "The Genetic and Cultural Evolution of Unsustainability," *Sustain. Sci.*, vol. 15, no. 4, pp. 1087–1099, Jul. 2020.
- [14] P. Turchin, "Does population ecology have general laws?," *Oikos*, vol. 94, no. 1, pp. 17–26, Jul. 2001.
- [15] L. R. Ginzburg, "The theory of population dynamics: I. Back to first principles," *J. Theor. Biol.*, vol. 122, no. 4, pp. 385–399, Oct. 1986.
- [16] C. R. Marshall and T. B. Quental, "The Uncertain Role of Diversity Dependence in Species Diversification and the Need to Incorporate Time-Varying Carrying Capacities," *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.*, vol. 371, no. 1691, p. 20150217, Apr. 2016.
- [17] F. Ye, J. Park, F. Wang, and X. Hu, "Analysis of Early Warning Spatial and Temporal Differences of Tourism Carrying Capacity in China's Island Cities," *Sustainability*, vol. 12, no. 4, p. 1328, Feb. 2020.
- [18] J. Cochrane, "Exit the Dragon? Collapse of Co-Management at Komodo National Park, Indonesia," *Tour. Recreat. Res.*, vol. 38, no. 2, pp. 127–143, Jan. 2013.
- [19] Ardiantiono *et al.*, "Effects of Human Activities on Komodo Dragons in Komodo National Park," *Biodivers. Conserv.*, vol. 27, no. 13, pp. 3329–3347, Nov. 2018.
- [20] T. S. Jessop *et al.*, "Komodo Dragons are not Ecological Analogs of Apex Mammalian Predators," *Ecology*, vol. 101, no. 4, pp. 1–11, Apr. 2020.
- [21] A. Ardhyanto and N. A. Ardiani, "Tourism Impacts of Sail Komodo to the Development of Komodo District, Indonesia," in *Proceedings of the 6th International Conference of Arte-Polis*, no. October 2018, C. Silver, L. Marques, H. Hanan, and I. Widiastuti, Eds. Singapore: Springer Singapore, 2017, pp. 187–195.
- [22] S. P. Wilson and K. M. Verlis, "The Ugly Face of Tourism: Marine Debris Pollution Linked to Visitation in the Southern Great Barrier Reef, Australia," *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 117, no. 1–2, pp. 239–246, Apr. 2017.
- [23] I. Retama, S. B. Sujitha, D. M. Rivera Rivera, V. C. Shruti, P. F. Rodríguez-Espinosa, and M. P. Jonathan, "Evaluation and Management Strategies of Tourist Beaches in the Pacific Coast: A Case Study From Acapulco and Huatulco, Mexico," in *Coastal Management*, Elsevier, 2019, pp. 79–93.
- [24] W. Ruan, Y. Li, S. Zhang, and C.-H. Liu, "Evaluation and Drive Mechanism of Tourism Ecological Security Based on the DPSIR-DEA Model," *Tour. Manag.*, vol. 75, no. December 2018, pp. 609–625, Dec. 2019.
- [25] Y. Wu *et al.*, "Factors Influencing the Ecological Security of Island Cities: A Neighborhood-Scale Study of Zhoushan Island, China," *Sustain. Cities Soc.*, vol. 55, no. January, p. 102029, Apr. 2020.

- [26] D. Pariwisata, *Perubahan Rencana Strategis (P-RENSTRA) Tahun 2016 s/d 2021*. Tobelo: Dinas Pariwisata Kabupaten Halmahera Utara, 2019.
- [27] I. Seidl and C. A. Tisdell, "Carrying Capacity Reconsidered: from Malthus' Population Theory to Cultural Carrying Capacity," *Ecol. Econ.*, vol. 31, no. 3, pp. 395–408, 1999.
- [28] M. A. Hixon, "Carrying Capacity," in *Encyclopedia of Ecology*, vol. 31, no. 3, Elsevier, 2008, pp. 528–530.
- [29] M. M. Meerschaerts, *Mathematical Modeling*, Fourth Edi. Netherlands: Elsevier Inc, 2013.
- [30] D. Anggreini, "Penerapan Persamaan Diferensial Verhulst dalam Menentukan Proyeksi Penduduk di Kabupaten Tulungagung," *J. Fourier*, vol. 7, no. 2, pp. 87–102, Oct. 2018.
- [31] J. Mujib., Mardiyah., Suherman., R, Rakhmawati M., S, Andriani., Mardiyah., H, Suyitno., Sukestiyarno., I, "The Application of Differential Equation of Verhulst Population Model on Estimation of Bandar Lampung Population," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1155, no. 1, p. 012017, Feb. 2019.
- [32] H. D. Armono, D. M. Rosyid, and N. I. Nuzula, "Carrying Capacity Model Applied to Coastal Ecotourism of Baluran National Park, Indonesia," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 79, no. 1, p. 012004, Jul. 2017.
- [33] E. Navarro Jurado *et al.*, "Carrying capacity assessment for tourist destinations. Methodology for the creation of synthetic indicators applied in a coastal area," *Tour. Manag.*, vol. 33, no. 6, pp. 1337–1346, Dec. 2012.
- [34] C. R. Marshall and T. B. Quental, "The uncertain role of diversity dependence in species diversification and the need to incorporate time-varying carrying capacities," *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.*, vol. 371, no. 1691, p. 20150217, Apr. 2016, doi: 10.1098/rstb.2015.0217.
- [35] F. Ye, J. Park, F. Wang, and X. Hu, "Analysis of Early Warning Spatial and Temporal Differences of Tourism Carrying Capacity in China's Island Cities," *Sustainability*, vol. 12, no. 4, p. 1328, Feb. 2020, doi: 10.3390/su12041328.