

Analisis Daya Dukung Wisata *Lava Tour* di Taman Nasional Gunung Merapi (TNGM)

Analysis of Lava Tour Supporting Capabilities in Gunung Merapi National Park

Dhea Anisa Lutfiyanti^{1*}, Anisa Pitriani¹, Sri Lestari¹, Ilyasa Irfan¹, Deval Margen Sagita¹, Putti Nur Amaliah¹, Widyanitha Sugandi¹, Fitri Rahmafritria¹

¹Manajemen Resort dan Leisure, Universitas Pendidikan Indonesia

*Email: dheanisa@upi.edu

Artikel Info

Diajukan: 31 Desember 2023

Direvisi: 14 Juni 2024

Diterima: 14 Juni 2024

Dipublikasi: 01 Oktober 2024

Keywords

Lava Tour

TNGM

Tourism carrying capacity

ABSTRACT

This study investigates the tourism potential of Taman Nasional Gunung Merapi (TNGM) with a particular focus on its constrained natural resources. The primary objective is to assess the sustainable visitor capacity of the area while ensuring the protection of its ecological integrity. Furthermore, the research addresses current tourism pressures and proposes management strategies aimed at promoting sustainable tourism development within TNGM. Utilizing the Cifuentes formula, we calculated the Physical Carrying Capacity (PCC), Real Carrying Capacity (RCC), and Effective Carrying Capacity (ECC) for key sites during Lava Tour activities. Data were collected through photography, interviews, and literature reviews. The results revealed a PCC of 721 visitors per day for the Sisa Hartaku Mini Museum, 1,357 for Batu Alien, and 2,262 for Kalikuning. The RCC values were found to be 537 at Sisa Hartaku Mini Museum, 1,009 at Batu Alien, and 1,635 at Kalikuning. The ECC figures indicated capacities of 143, 303, and 436 visitors per day for the respective sites. These findings suggest that while PCC exceeds RCC, RCC in turn surpasses ECC, indicating that to maintain sustainable tourism in TNGM, actual visitor numbers should remain within the RCC thresholds.

PENDAHULUAN

Kemajuan industri pariwisata di era modern ini telah memberikan dampak signifikan terhadap berbagai destinasi. Meskipun pertumbuhan pariwisata dapat memberikan manfaat ekonomi yang disebabkan oleh peningkatan kunjungan dari wisatawan, ternyata peningkatan kunjungan wisatawan juga berdampak negatif untuk keberlanjutan pariwisata (Kendran *et al.* 2021). Kenaikan jumlah kunjungan wisatawan yang tinggi baik secara langsung maupun tidak langsung pada pariwisata berbasis alam berpotensi menyebabkan gangguan terhadap lanskap dan pelayanan yang disediakan oleh pengelola, dalam hal ini seperti ketersediaan air bersih, proses regenerasi tanah, atau bahkan dapat sampai merusak lingkungan, yang diakibatkan oleh peningkatan penggunaan lahan untuk aktivitas wisata (Muhamad 2013; Arifasihati dan Kaswanto 2016; Gege *et al.* 2023). Permasalahan mengenai kenyamanan dan kepuasan wisatawan pun akan muncul, konsekuensinya kenyamanan dan kepuasan wisatawan akan berkurang apabila terjadi kepadatan yang tinggi. Maka dalam upaya mengoptimalkan manfaat dari pariwisata diperlukan perencanaan yang cermat sejak awal (Siti-Nabiha dan Saad 2015). Upaya ini sejalan dengan implementasi Undang-Undang No. 10 Tahun 2009 tentang Pariwisata, yang mengedepankan prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan di sektor pariwisata alam. Prinsip tersebut bertujuan untuk memastikan bahwa pertumbuhan pariwisata tidak hanya memberikan dampak positif secara ekonomi, tetapi juga menjaga kelestarian lanskap (Arifin *et al.* 2009; Kaswanto *et al.* 2017; Darma *et al.* 2023).

Salah satu daerah yang mengalami kemajuan pariwisata yang pesat dan berpotensi menyebabkan gangguan terhadap ekosistem dan sumber daya adalah Kawasan Taman Nasional Gunung Merapi (TNGM) dengan aktivitas wisata unggulan *Lava Tour* nya. Pada awalnya, penduduk di sekitar Gunung Merapi fokus pada kegiatan pertanian dan peternakan, sementara sektor pariwisata masih belum berkembang seperti yang telah terjadi saat ini. Kesadaran terhadap potensi pariwisata mulai timbul setelah terjadinya erupsi Merapi pada tahun 2010, dimana masyarakat mulai menggunakan sisa-sisa bahan yang dihasilkan oleh awan panas dan lahar dingin sebagai sumber daya pariwisata (Nirmala 2018). Keindahan alam, keunikan budaya, dan kekayaan ekosistem di kawasan ini telah menarik perhatian wisatawan dari berbagai penjuru dunia. Jasa lanskap berupa keindahan pada sebuah taman nasional menjadi potensi yang harus senantiasa dikembangkan (Febriana dan Kaswanto 2015). Gunung Merapi, sebagai salah satu gunung berapi paling aktif di Indonesia, tidak hanya menarik para peneliti geologi tetapi juga wisatawan yang mencari pengalaman alam yang unik. Lanskap TNGM pada dasarnya memiliki pemandangan alam yang spektakuler dengan keragaman hayati yang khas karena memiliki sumber daya alam yang melimpah. Seperti yang dikatakan oleh Arrow *et al.* (1995) bahwa sumber daya alam yang melimpah pun tetap memiliki keterbatasan. Penggunaan sumber daya alam yang berlebihan akan menyebabkan kualitas rendah dalam kegiatan pariwisata dan bisa umumnya menyebabkan kerusakan pada daerah sekitarnya serta lanskap secara luas (Rahmafritria dan Nurazizah 2022; Saputro dan Wibisono 2023; Rahmafritria dan Kaswanto 2024). Jika sumber daya tersebut digunakan secara

terus menerus tanpa disertai perlakuan yang bijak, maka secara perlahan sumber daya alam tersebut akan rusak, habis bahkan hilang di masa yang akan datang. Kemudian jika sudah melampaui batas maksimum, maka yang terjadi adalah kerusakan dalam fungsinya misal dalam hal produksi, konsumsi, atau sarana pelayanan (Cholili 2016). Dengan itu dapat diartikan secara tersirat bahwa daya dukung lingkungan yang ada di muka bumi ini memiliki batasan yang tidak dapat dilampaui.

Sejalan dengan hal tersebut, mengingat potensi pariwisata yang dimiliki oleh TNGM dengan aktivitas wisata *Lava Tour* yang begitu besar sementara sumber daya alamnya memiliki keterbatasan, maka dibutuhkan perencanaan pengembangan kawasan dengan mempertimbangkan kemampuan dan daya dukungnya agar tidak terjadi kerusakan pada ekosistem TNGM. Analisis daya dukung pariwisata menjadi suatu keharusan untuk mengidentifikasi sejauh mana kawasan ini dapat menanggung tekanan pariwisata tanpa mengorbankan keberlanjutan lanskap dan masyarakat setempat (Andereck *et al.* 2005; Karima dan Kaswanto 2017). Dalam penelitiannya, Yulianda (2019) mengatakan bahwa konsep daya dukung suatu kawasan, termasuk kawasan wisata alam berkaitan erat dengan kemampuan kawasan tersebut dalam menampung pengunjung tanpa menimbulkan gangguan terhadap kelestarian alam. Menurut UNWTO (2015), daya dukung pariwisata didefinisikan sebagai jumlah maksimum pengunjung yang dapat mengunjungi suatu daerah tujuan wisata secara bersamaan, tanpa menimbulkan dampak negatif pada lingkungan fisik, ekonomi, sosial-budaya, dan kualitas kepuasan pengunjung. Dalam konsep pariwisata, *carrying capacity* atau daya dukung sering disebut dengan *Tourism Carrying Capacity* (TCC), konsep ini mencakup arti pembatasan atau batasan tertentu yang tidak boleh melebihi tingkat tertentu dalam proses pengembangan destinasi pariwisata. TCC adalah sebuah bagian dari implementasi konsep pembangunan pariwisata berkelanjutan/*Sustainability Tourism* serta merupakan amanah yang terkandung dalam Undang-Undang No. 10 tahun 2009 tentang kepariwisataan. Daya dukung ini melibatkan batasan (*limit*), batas atas (*ceiling*), serta tingkat atau level (*threshold*) yang tidak boleh dilampaui (Ernamayanti dan Yunanda 2019). Faktor-faktor yang mempengaruhi *carrying capacity* mencakup karakteristik wisatawan, kapasitas kawasan, dan zonasi kawasan.

Mengingat objek wisata di kawasan TNGM mempunyai kunjungan wisatawan yang terus meningkat maka perlu untuk dilakukan perhitungan daya dukung pariwisata. Peningkatan kunjungan wisatawan yang semakin tinggi akan semakin memberikan dampak terhadap lingkungan karena semakin banyaknya tekanan fisik terhadap daya dukungnya (Sari *et al.* 2019; Rahmafritria dan Hindayani 2022). Faktor fisik inilah yang akan mempengaruhi kuat atau tidaknya suatu ekosistem, dan akan sangat menentukan besar kecilnya daya dukung yang dimiliki objek wisata tersebut dalam memperhitungkan kebutuhan area untuk aktivitas wisatawan berdasarkan faktor pemulihan atau keterbalikan (*Turning Factor*). Penilaian daya dukung lingkungan pariwisata yang dilakukan pada objek wisata di kawasan TNGM bertujuan untuk menentukan batas maksimum pengunjung yang dapat ditampung secara berkelanjutan tidak hanya mempertimbangkan aspek fisik, tetapi juga mempertimbangkan aspek biofisik lingkungan dan kapasitas manajerial. Penilaian daya dukung juga dilakukan untuk memberikan wawasan tentang tekanan pariwisata saat ini di area-area *Lava Tour* di kawasan TNGM. Hasil dari penelitian nantinya akan menunjukkan kapasitas maksimum wisatawan yang dapat ditampung pada satu waktu bersamaan sebagai

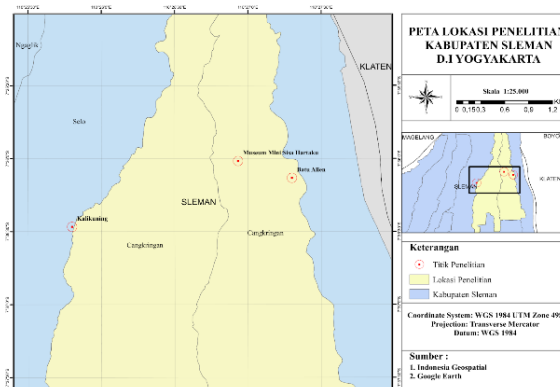
“rambu-rambu” bagi pengelola dalam mengelola dan membuat strategi manajemen di kawasan tersebut. Perhitungan daya dukung pariwisata juga, dapat menghindarkan dari terjadinya *over tourism* di kawasan objek wisata (Jamin dan Rahmafritria 2022).

Penilaian yang dilakukan, dapat memberikan solusi jika jumlah pengunjung telah melampaui batas jumlah kunjungan dalam kurun waktu satu hari kepadatan daya dukung dapat terlampaui, maka dibutuhkan pembatasan pada kunjungan wisatawan (Efendi *et al.*, 2019). Hal ini menunjukkan bahwa suatu wilayah tidak mampu mendukung kesejahteraan pengunjung yang terlalu padat (Lutfi *et al.* 2012). Sebaliknya, jika jumlah pengunjung masih kurang maka dibutuhkan sebuah evaluasi ketersediaan dan daya dukung seperti infrastruktur, kelestarian lanskap, pengelolaan pariwisata, pendidikan dan kesadaran pada masyarakat. Oleh karena itu, penting untuk memastikan bahwa pertumbuhan jumlah pengunjung untuk mencapai keseimbangan antara pertumbuhan pariwisata dan pelestarian lingkungan serta keberlanjutan masyarakat lokal. Proses memahami daya dukung inilah yang dapat membuat lingkungan terhindar dari kerusakan yang tidak diinginkan dan turut menjaga keberlanjutan pariwisata yang nantinya dapat dinikmati oleh generasi sekarang maupun generasi di masa mendatang. Dalam mencapai hal tersebut maka perlu dilakukannya suatu kajian mengenai analisis Daya Dukung Wisata *Lava Tour* di lanskap TNGM.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di lanskap TNGM pada bulan November di musim penghujan tahun 2023. Adapun yang menjadi fokus dan objek penelitian utamanya adalah beberapa destinasi wisata unggulan *Lava Tour* seperti Museum Mini Sisa Hartaku dan Batu Alien yang berlokasi di Kecamatan Cangkringan, serta Manufer Kalikuning yang berlokasi di Kecamatan Pakem, Kabupaten Sleman, DI Yogyakarta.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian Kabupaten Sleman D.I Yogyakarta

Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian adalah data primer dan sekunder. Data primer adalah data yang didapat langsung dari sumbernya yang dicatat dan diamati melalui observasi langsung di lapangan, selain itu dilakukan juga dokumentasi foto meliputi pengumpulan titik koordinat objek-objek wisata yang diambil menggunakan aplikasi GPS Map Camera, serta *purposive interview* atau wawancara yang dilakukan dengan tujuan tertentu. Dalam hal ini, tujuan yang ingin dicapai melalui wawancara tersebut adalah untuk

mendapatkan informasi dan pemahaman mendalam tentang data-data yang dibutuhkan (Sasmitha *et al.* 2014). Adapun pemilihan responden dilakukan dengan teknik *purposive sampling* pada orang-orang yang memiliki pengalaman dan pengetahuan terhadap kegiatan *Lava Tour*, seperti wisatawan yang telah mengikuti kegiatan *Lava Tour*, serta petugas atau pengelola wisatanya. Data sekunder dikumpulkan dengan studi literatur yang diperoleh dari berbagai sumber, seperti data publikasi Balai TNGM, dan berbagai studi ilmiah lainnya mengenai penilaian daya dukung di kawasan wisata.

Dalam penelitian ini, data yang diperoleh diolah menggunakan rumus daya dukung yang dikemukakan oleh Cifuentes (1992). Melalui rumus ini, jumlah kunjungan maksimum suatu area yang didasarkan pada kondisi fisik, biologi, dan kondisi manajemen dapat diketahui. Detail mengenai analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Daya Dukung Fisik (*Physical Carrying Capacity/PCC*)

PCC adalah jumlah maksimum wisatawan yang dapat ditampung oleh suatu area secara fisik pada waktu tertentu. Untuk menghitung PCC di lokasi penelitian, digunakan rumus sebagai berikut:

$$PCC = A \times \frac{V}{a} \times R \quad (1)$$

Dimana PCC adalah *Physical Carrying Capacity* (Daya Dukung Fisik); A adalah luas area yang tersedia untuk berwisata; V/a adalah area yang dibutuhkan untuk aktivitas tertentu (m²), V adalah seorang wisatawan dan a adalah area yang dibutuhkan oleh wisatawan; dan Rf adalah *Rotation factor* (faktor rotasi kunjungan dalam satu hari). *Rotation factor* sendiri diartikan sebagai perbandingan jumlah jam buka objek wisata lalu dibagi dengan rata-rata lama waktu kunjungan wisatawan.

Dalam menghitung PCC, terdapat beberapa pertimbangan dasar yang harus diperhatikan, yaitu:

- 1) Kebutuhan area seorang wisatawan berbeda-beda tergantung aktivitas yang dia lakukan. Adapun menurut Douglas (1975) dalam Lucyanti *et al.* (2013) kebutuhan area wisatawan untuk berpiknik adalah seluas 65 m².
- 2) Faktor rotasi (Rf) adalah jumlah kunjungan harian yang diperbolehkan di suatu lokasi, dan dihitung menggunakan persamaan:

$$Rf = \frac{\text{Lama Buka}}{\text{Rata-rata Lama Tinggal}} \quad (2)$$

Daya Dukung Riil (*Real Carrying Capacity/RCC*)

RCC merupakan jumlah pengunjung maksimum yang diperkenankan berkunjung ke objek wisata setelah adanya pengurangan atau faktor koreksi (*Correction Factor*) yang diambil dari karakteristik objek yang diterapkan pada daya dukung fisik. RCC dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$RCC = PCC \times Cf_1 \times Cf_2 \quad (3)$$

Adapun penjelasan dari rumus (2) di atas, RCC adalah nilai daya dukung riil yang dicari; PCC adalah daya dukung fisik; Cf adalah faktor-faktor koreksi biofisik pada area wisata *Lava Tour*. Untuk mengetahui besaran faktor koreksi, digunakan rumus sebagai berikut:

$$Cfn = 1 - \left(\frac{Mn}{Mt}\right) \quad (4)$$

Dimana Cfn adalah faktor koreksi ke-n; Mn adalah kondisi nyata variabel fn; dan Mt adalah batas maksimum pada variabel fn tersebut

Perhitungan faktor koreksi didasarkan pada rumus yang digunakan pada penelitian daya dukung oleh Lucyanti *et al.* (2013) di TNGM yang disesuaikan. Adapun faktor biofisik

yang diidentifikasi sebagai faktor koreksi dalam perhitungan daya dukung wisata *Lava Tour* ini adalah sebagai berikut:

a. Curah Hujan (Cf₁)

Dalam kegiatan *Lava Tour*, curah hujan cukup mempengaruhi aktivitas dan pengalaman berwisata. Rendah atau tingginya curah hujan dapat mempengaruhi kondisi jalur dan keamanan wisatawan sehingga perlu untuk diperhatikan. Perhitungan faktor koreksi curah hujan dilakukan dengan membandingkan bulan kering dan bulan basah selama 10 tahun terakhir (Sustri dan Fandeli 2009). Rumus yang untuk menghitung Indeks Curah Hujan (ICH) yaitu:

$$\frac{\text{Bulan Kering}}{\text{Bulan Basah}} \quad (5)$$

Dimana bulan kering adalah bulan dengan curah hujan <60 mm; dan bulan basah adalah bulan dengan curah hujan >100 mm (Lakitan dalam Albayudi dan Tiola 2023).

b. Kemiringan Lereng (Cf₂)

Dalam menilai faktor koreksi kemiringan lereng, digunakan sistem skoring terhadap kriteria kelas lereng pada area yang dilewati wisatawan dengan mengacu pada klasifikasi kelas lereng dalam SK Menteri Pertanian No. 837/KPTS/UM/11/1980 (Ayumadany *et al.* 2022). Pada penelitian ini, informasi kelerengan di kawasan penelitian didapatkan dari peta kemiringan lereng yang diterbitkan oleh Pemerintah Kabupaten Sleman. Adapun sistem skoring berdasarkan kelas lereng dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sistem skoring berdasarkan kelas lereng

Kelas Lereng	Klasifikasi Kelas Lereng (%)	Keterangan	Nilai
1	0-8	Datar	20
2	8-15	Landar	40
3	15-25	Agak Curam	60
4	25-40	Curam	80
5	>40	Sangat Curam	100

Sumber: SK Menteri Pertanian No. 837/KPTS/UM/11/1980 dalam Ayumadany (2022)

Daya Dukung Efektif (*Effective Carrying Capacity/ECC*)

ECC merupakan kemampuan daya tampung maksimum yang dimiliki suatu lokasi setelah mempertimbangkan faktor pembatas dan juga kapasitas manajemen di kawasan yang menjadi pokok penelitian. Rumus yang digunakan untuk menghitung ECC ini adalah:

$$ECC = RCC \times MC \quad (6)$$

Dimana ECC adalah Daya Dukung Efektif; RCC adalah daya dukung riil; dan MC adalah Kapasitas Manajemen (*Management Capacity*).

Untuk mengetahui nilai MC, digunakan data persepsi wisatawan yang dikumpulkan menggunakan teknik *purposive sampling*. Dalam hal ini, sampel yang dipilih adalah wisatawan yang terlibat dan merasakan langsung aktivitas *Lava Tour*. Adapun indikator yang menentukan persepsi wisatawan pada pengelola atau manajemen adalah infrastruktur, peralatan, dan jumlah personil yang dinilai dengan skor 1 sampai 5 (Sofiyani *et al.* 2019). Nilai (1) berarti sangat tidak baik, (2) kurang baik, (3) cukup baik, (4) baik, dan (5) sangat baik. MC dihitung dengan rumus:

$$MC = \frac{\text{Infrastruktur} + \text{Peralatan} + \text{Personil}}{3} \times 100\% \quad (7)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Lokasi

Kawasan objek wisata TNGM pada aktivitas wisata *Lava Tour* mencakup 3 (tiga) titik atau lokasi wisata yaitu, Museum Mini Sisa Hartaku, Batu Alien, dan Kalikuning. Dalam kurun waktu 5 (lima) tahun terakhir pada tahun 2018-2022 jumlah pengunjung pada aktivitas wisata *Lava Tour* mengalami fluktuasi yang cukup signifikan. Jumlah total selama kurun waktu 5 (lima) tahun mencapai 1.955.831 pengunjung dengan rata-rata sekitar 391.166 pengunjung. Namun, jika dilihat pada Tabel 2, pada tahun 2020 jumlah kunjungan wisatawan secara konsisten menunjukkan penurunan akibat adanya pandemi covid-19. Pada tahun 2021 jumlah wisatawan yang datang berkunjung hanya sebanyak 201.336 wisatawan mengalami penurunan yang signifikan. Akan tetapi pada tahun selanjutnya setelah pandemi mulai mereda yaitu tahun 2022 wisatawan yang datang kembali mengalami peningkatan menjadi 444.586 wisatawan.

Tabel 2. Jumlah wisatawan yang berkunjung ke Ekowisata *Lava Tour* Merapi tahun 2018 s/d 2022

Pengunjung Wisatawan	Tahun					Jumlah
	2018	2019	2020	2021	2022	
	491.522	409.434	408.953	201.336	444.586	1.955.831

Sumber: Hasil olah data dari Statistik Laporan Kepariwisata Dinis DI Yogyakarta (2021)

Dengan tingginya tingkat fluktuasi yang terjadi, maka tidak menutup kemungkinan di tahun-tahun mendatang akan terjadi lonjakan kunjungan wisatawan untuk aktivitas *Lava Tour*. Ditambah lagi saat penelitian dilakukan, penumpukan wisatawan terjadi di ketiga lokasi yang dijadikan sebagai objek penelitian seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.

Penumpukan wisatawan di ketiga lokasi penelitian dapat mengganggu aktivitas wisata dan menurunkan kenyamanan wisatawan. Hal ini terjadi karena dengan ramainya orang yang datang ke suatu tempat, akan menyebabkan wisatawan kesulitan untuk menikmati spot-spot menarik di tempat tersebut. Disamping itu, banyaknya wisatawan juga meningkatkan potensi rusaknya daya tarik karena adanya kesulitan dari pengelola untuk mengendalikan perilaku wisatawan. Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1, di Museum Mini Sisa Hartaku terlihat wisatawan yang sedang berdesak-desakan. Kawasan Kali Kuning juga memiliki tingkat kepadatan yang cukup tinggi yang ditunjukkan dengan banyaknya hilir mudik *jeep* di kawasan tersebut. Hal serupa juga terjadi di kawasan Batu Alien. Kerumunan wisatawan dapat ditemukan di tempat ini. Padahal Batu Alien merupakan kawasan berbatu dan memiliki permukaan yang tidak rata. Dengan keadaan fisiknya yang seperti itu, penumpukan wisatawan dapat berpotensi menimbulkan bahaya bagi wisatawan.



Gambar 2. Keramaian di lokasi penelitian tahun 2023

Oleh karenanya, perhitungan terkait daya dukung wisata *Lava Tour* perlu dilakukan untuk menjamin kenyamanan pengunjung serta memastikan kegiatan wisata tidak menimbulkan kerusakan pada lanskap.

Daya Dukung Fisik (*Physical Carrying Capacity/PCC*)

Langkah pertama untuk penilaian daya dukung wisata adalah menghitung Daya Dukung Fisik (PCC). Dalam hal ini, perhitungan daya dukung wisata *Lava Tour* berfokus pada tiga destinasi wisata unggulan, yaitu Museum Mini Sisa Hartaku, Batu Alien, dan Kalikuning. Untuk menghitung daya dukung fisik di lokasi-lokasi ini, diketahui bahwa besaran luas area (*a*) untuk berpiknik berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Douglass (1975) dalam Lucyanti *et al.* (2013) adalah sebesar 65 m². Untuk mencari PCC dibutuhkan pula faktor rotasi (*Rf*), faktor rotasi tersebut didapat dari perhitungan waktu operasional lokasi wisata, dalam hal ini *Lava Tour* dan rata-rata lama tinggal wisatawan saat berada di lokasi. Waktu operasional lokasi wisata dimulai dari jam 04.00 WIB-18.00

WIB maka jam operasional wisatanya adalah 14 jam, sedangkan durasi kunjungan wisatawan ke 3 lokasi wisata adalah 2 jam. Sehingga dapat dicari menggunakan perhitungan dengan rumus (2) yaitu:

$$Rf = \frac{\text{Lama Buka}}{\text{Rata - rata Lama Tinggal}}$$

$$Rf = \frac{14}{2}$$

$$Rf = 7$$

Hasil data yang telah diperoleh, dengan menggunakan rumus (1) yang diadaptasi dari Cifuentes (1992), hasil Daya Dukung Fisik atau PCC untuk lokasi-lokasi aktivitas wisata *Lava Tour* adalah dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 3, luasan areal yang dapat didukung secara fisik dari ketiga destinasi *Lava Tour* adalah 6.700 m² untuk Museum Mini Sisa Hartaku, 12.600 m² untuk Batu Alien, dan 21.000 m² untuk Kalikuning. Setelah didapatkannya nilai dari faktor rotasi (*Rf*) yaitu 7 jam, maka selanjutnya dapat dilakukan perhitungan nilai PCC. Nilai Daya Dukung Fisik atau PCC untuk setiap aktivitas *Lava Tour* yaitu untuk aktivitas wisata Museum Mini Sisa Hartaku bernilai 721 pengunjung/hari, aktivitas wisata Batu Alien 1.357 pengunjung/hari dan aktivitas wisata di Kalikuning 2.262 pengunjung/hari.

Tabel 3. Nilai daya dukung riil (*Real Carrying Capacity/RCC*) *Lava Tour*

Lokasi Wisata	Nilai Cfn		Nilai PCC	Nilai RCC
	Cf ₁	Cf ₂		
Museum Mini Sisa Hartaku	0,929524	0,8	721	537
Batu Alien	0,929524	0,8	1.357	1.009
Kalikuning	0,904082	0,8	2.261	1.635
Jumlah			4.340	3.181

Daya Dukung Efektif (*Effective Carrying Capacity/ECC*)

Menentukan Daya Dukung Efektif disini dipengaruhi oleh beberapa aspek, mulai dari infrastruktur, peralatan, dan personil yang juga akan melibatkan evaluasi persepsi

Tabel 4. Penilaian persepsi wisatawan

Lokasi Wisata	Nilai Persepsi			MC	RCC	ECC
	Infrastruktur	Peralatan	Personil		(Pengunjung / hari)	(Pengunjung/ hari)
Museum Mini Sisa Hartaku	2	3	3	0,266667	537	143
Batu Alien	3	3	3	0,3	1.009	303
Kali- kuning	2	2	4	0,266667	1.635	436
Jumlah					3.181	882

wisatawan sekitar objek wisata yang secara langsung terlibat dalam kegiatan pariwisata. Hasil dari wawancara juga observasi pun menunjukkan bahwa pada tiga aspek tersebut di beberapa lokasi ini masih dalam tingkatan cukup. Mulai dari infrastruktur yang masih terbilang kurang misalnya dalam penyediaan toilet, padahal infrastruktur merupakan aspek terpenting untuk pengembangan dan menunjang sebuah destinasi wisata (Agustina *et al.* 2018).

Dalam aspek peralatan yang menunjang kegiatan pariwisata sudah cukup baik namun belum dapat dikatakan modern atau menggunakan teknologi yang mutakhir, bahkan di salah satu lokasi tidak ada peralatan yang menunjang karena fungsinya yang hanya sebagai lintasan jeep. Peralatan yang tersedia di lokasi ini seperti papan penjelasan setiap objek benda, peta atau denah kawasan, plang nama tempat, dan tempat duduk. Untuk aspek personil dapat diartikan sebagai petugas di lokasi yang mana pada kawasan *Lava Tour* ini diisi oleh masyarakat sekitar sendiri seperti menjadi pemandu, penjaga, hingga pengemudi jeep (Siagian 2019; Aristanti *et al.* 2020). Keterlibatan masyarakat dalam aktivitas pariwisata inilah merupakan hal penting guna menciptakan lingkungan yang mendukung pertumbuhan sektor pariwisata. Ini merupakan langkah dalam menciptakan suasana yang positif untuk mendorong perkembangan kegiatan pariwisata. Perhitungan rinci dari Daya Dukung Efektif tersaji di Tabel 4

Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa dengan jumlah dari kemampuan daya tampung maksimum yang dimiliki lokasi-lokasi tersebut adalah sebanyak 882 wisatawan per harinya. Hal tersebut setelah mempertimbangkan faktor pembatas juga kapasitas manajemen di kawasan. Dimana untuk Museum Mini Sisa Hartaku hanya berkapasitas 143 pengunjung/hari, lalu Batu Alien yang memiliki jumlah yang lebih banyak yaitu 303 pengunjung/hari, dan Kalikuning dapat menampung hingga 436 pengunjung/hari. Dalam penjelasan PCC disebutkan bahwa kunjungan per hari kegiatan *Lava Tour* mencakup tiga lokasi di atas adalah 331 pengunjung/hari untuk Museum Mini Sisa Hartaku, 428 pengunjung/hari untuk Batu Alien, dan 1.235 pengunjung/hari untuk Kalikuning. Artinya kunjungan perhari telah melebihi kapasitas atau kemampuan daya dukung maksimum dari lokasi-lokasi tersebut. Dengan begitu, diperlukan peran pengelola untuk membuat kebijakan yang bertujuan membatasi pengunjung di setiap tempat wisata perharinya. Beberapa kebijakan yang dapat dilakukan misalnya menetapkan sistem pemesanan tiket dengan kuota terbatas, baik secara *online* maupun *offline*. Hal ini dilakukan untuk mengontrol kedatangan pengunjung. Pengaturan waktu kunjungan juga menjadi strategi efektif dengan menetapkan batas jam operasional, sehingga jumlah pengunjung dapat diatur dengan lebih baik.

SIMPULAN

Berdasarkan analisis daya dukung wisata *Lava Tour* di tiga lokasi unggulan yaitu Museum Mini Sisa Hartaku, Batu Alien, dan Kalikuning, dapat disimpulkan bahwa meskipun kapasitas fisik maksimum (PCC) untuk setiap lokasi masih jauh dari batas yang ditentukan, faktor-faktor lingkungan dan

infrastruktur yang ada menyebabkan penurunan dalam daya dukung riil (RCC) dan efektif (ECC). Dengan mempertimbangkan curah hujan, kemiringan lereng, serta kondisi infrastruktur dan keterlibatan masyarakat, total kapasitas efektif untuk ketiga lokasi hanya mencapai 882 pengunjung per hari, jauh lebih rendah dibandingkan jumlah kunjungan aktual yang terjadi. Oleh karena itu, penting untuk menerapkan kebijakan pengelolaan yang dapat mengatur jumlah pengunjung, seperti sistem pemesanan tiket dengan kuota dan pengaturan waktu kunjungan, guna menjaga keberlanjutan dan kualitas pengalaman wisata di daerah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, Winarno GDM, Darmawan A. 2018. Polarisasi Persepsi para Pihak dalam Pengembangan Hospitalitas Ekowisata di Unit Pengelola Wisata Kubu Taman Nasional Bukit Barisan Selatan (TNBBS). *Jurnal Hutan Tropis* 6(2): 154. <http://dx.doi.org/10.20527/jht.v6i2.5403>
- Albayudi, Tiola IS. 2023. Daya Dukung Ekowisata Jalur Pendakian Danau Gunung Tujuh Taman Nasional Kerinci Seblat. *Jurnal Silva Tropika* 6(2): 125-134. <https://doi.org/10.22437/jsilvtrop.v6i2.26013>
- Andereck KL, Valentine KM, Knopf RC, Vogt CA. 2005. Residents Perceptions of Community Tourism Impacts. *Annals of Tourism Research* 32(4): 1056-1076. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2005.03.001>
- Arifasihati Y, Kaswanto RL. 2016. Analysis of Land Use and Cover Changes in Ciliwung and Cisadane Watershed in Three Decades. *Procedia Environmental Sciences* 33: 465-469. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.03.098>
- Arifin HS, Munandar A, Nurhayati HSA, Kaswanto RL. 2009. Permukiman Sehat dan Berwawasan Lingkungan (Buku Seri III: Manajemen Lanskap Perdesaan bagi Kelestarian dan Kesejahteraan Lingkungan). Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Arifin HS, Munandar A, Nurhayati HSA, Kaswanto RL. 2009. Potensi Kegiatan Agrowisata di Perdesaan (Buku Seri IV: Manajemen Lanskap Perdesaan bagi Kelestarian dan Kesejahteraan Lingkungan). Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Aristanti PI, Sihabudin AA, Yuliani D. 2020. Peran Satuan Tugas SAPTA Pesona dalam Mengedukasi Wisatawan di Destinasi Wisata Pantai Pangandaran.
- Arrow K, Bolin B, Costanza R, Dasgupta P, Folke C, Holling CS, Jansson BO, Levin S, Maler KG, Charles P, Pimentel D. 1995. Economic Growth, Carrying Capacity, and the Environment. *Ecological Economics* 15(1): 91-95. <https://doi.org/10.2307/2269541>
- Ayumadany MA, Prasetya JD, Gomareuzzaman M. 2022. Daya Dukung Kawasan dan Daya Dukung Rill pada Ekowisata Sungai Mudal Banyunganti, Jatimulyo, Kulon Progo, DIY. *Dinamika Lingkungan Indonesia* 9(2): 90. <https://doi.org/10.31258/dli.9.2.p.90-97>
- Cholili MS. 2016. Konservasi Sumberdaya Alam dalam Islam Sebagai Wujud Pendidikan dan Akhlaq Manusia

- terhadap Lingkungan. *MODELING: Jurnal Program Studi PGMI* 3(1).
- Cifuentes M. 1992. *Tourism Principles and Practice*. Longman Group.
- Darma IGTKIP, Widana IKA, Kristina NMR, Nuriawan INA, Ariputra IPS, Nirmalayani IA, Risadi MY. 2023. Green Movement di Ekowisata Subak Sembung Desa Peguyangan, Kecamatan Denpasar Utara Kota Denpasar. *Sevanam: Jurnal Pengabdian Masyarakat* 150-158. <https://doi.org/10.25078/sevanam.v2i2.3023>
- Dinas Pariwisata Daerah Istimewa Yogyakarta. 2023. Statistik Kepariwisata 2022 Daerah Istimewa Yogyakarta. <https://visitingjogja.jogjapro.go.id/webdinas/download/statistik-kepariwisataan-diy-tahun-2022/>
- Efendi Y, Slamet R, Siahaan S. 2019. Penilaian Daya Tarik Wisata Ai Sipatn Lotup Peruntan di Desa Sapekabupaten Sanggau. *Jurnal Hutan Lestari* 7(1): 372-378. <https://doi.org/10.26418/jhl.v7i1.31961>
- Ernamaiyanti, Yunanda M. 2019. Analisis Daya Dukung dan Daya Tampung Lahan Pengembangan Perumahan dan Pemukiman Provinsi Banten. *Jurnal Teknik Sipil* 9(1): 25-31. <http://dx.doi.org/10.36546/tekniksipil.v9i1.266>
- Febriana NPR, Kaswanto RL. 2015. Tourism Track Management of Cibeureum Waterfall As a Provider of Landscape Beautification Service at Gunung Gede Pangrango National Park. *Procedia Environmental Sciences* 24:174-183. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.03.023>
- Gege MJ, Setyabudi I, Budiyo D. 2023. Evaluasi Lanskap Agrowisata Desa Colol di Kabupaten Manggarai Timur. *Jurnal Lanskap Indonesia* 15(1):1-7. <https://doi.org/10.29244/jli.v15i1.40744>
- Jamin A, Rahmafritria F. 2022. Visitor Management Concept through Carrying Capacity Analysis in Forest Recreation. *Journal of Indonesian Tourism, Hospitality and Recreation* 5(1): 1-12. <https://doi.org/10.17509/jithor.v5i1.46821>
- Karima A, Kaswanto RL. 2017. Land Use Cover Changes and Run Off Potention of Cipunten Agung Watershed Banten. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 91(1): 012002. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/91/1/012002>
- Kaswanto RL, Filqisthi TA, Choliq MBS. 2017. Revitalisasi Pekarangan Lanskap Perdesaan sebagai Penyedia Jasa Lanskap untuk Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat. *Jurnal Lanskap Indonesia* 8(1): 50-60. <https://doi.org/10.29244/jli.v8i1.17638>
- Kendran DA, Kusuma HE, Riska AS. 2021. Korespondensi Preferensi dan Karakteristik Tipe Wisatawan Grup pada Kawasan Agrowisata. *Jurnal Lanskap Indonesia* 13(1): 7-12. <https://doi.org/10.29244/jli.v13i1.33072>
- Lucyanti S, Hendrarto B, Izzati M. 2013. Penilaian Daya Dukung Wisata di Obyek Wisata Bumi Perkemahan Palutungan Taman Nasional Gunung Ciremai Provinsi Jawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan* 2013, 232-240.
- Lutfi M, Kinasih SSK, Sumini. 2012. *Pengembangan Wilayah Daya Dukung Lingkungan* (Cet. 1). Yogyakarta Badan Penerbit Fakultas Geografi (BPPG) UGM.
- Muhamad. 2013. Kapasitas Daya Dukung Fisik dan Lingkungan Optimal sebagai Daya Dukung Kepariwisata Alam Yogyakarta Utara setelah Pascaerupsi Merapi 2010. *Jurnal Kawistara* 3(2): 117-128. <https://doi.org/10.22146/kawistara.3975>
- Nirmala. 2018. Ekowisata Merapi: Pengembangan Wisata Alam dan Konservasi di Gunung Merapi, Yogyakarta. *E-Prosiding Pascasarjana ISBI Bandung*, 1 (Diversitas Pariwisata di Era Kontemporer) 142-154. <https://jurnal.isbi.ac.id/index.php/prosidingpasca/article/viewFile/1360/906>
- Rahmafritria F, Hindayani P. 2022. Integrasi Analisis Preferensi Visual dan Bahaya Lanskap dalam Perencanaan Wisata di Taman Hutan Raya Ir. H. Djuanda, Bandung. *Jurnal Lanskap Indonesia* 14(2): 60-68. <https://doi.org/10.29244/jli.v14i2.39833>
- Rahmafritria F, Kaswanto RL. 2024. The Role of Eco-attraction in the Intention to Conduct Low-Carbon Actions: A Study of Visitor Behavior in Urban Forests. *International Journal of Tourism Cities* 10(3): 881-904. <https://doi.org/10.1108/IJTC-07-2023-0138>
- Rahmafritria F, Nurazizah GR. 2022. The Management Concept of Mountain-Based Destination through Carrying Capacity Analysis. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1111(1):012028. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1111/1/012028>
- Saputro SN, Wibisono BH. 2023. Peran Budaya dalam Perubahan Penggunaan Lahan di Permukiman Adat Kasepuhan Ciptagelar Sukabumi. *Jurnal Lanskap Indonesia* 15(2):136-143. <https://doi.org/10.29244/jli.v15i2.46131>
- Sari GD, Makalew AD, Nasrullah N. 2019. Perencanaan Lanskap Kawasan Wisata Danau Bandar Khayangan di Rumbai Pesisir, Pekanbaru Riau. *Jurnal Lanskap Indonesia* 10(2): 91-100. <https://doi.org/10.29244/jli.v10i2.23285>
- Sasmita, E, Darsiharjo, Rahmafritria, F. 2014. Analisis Daya Dukung Wisata sebagai Upaya Mendukung Fungsi Konservasi dan Wisata di Kebun Raya Cibodas Kabupaten Cianjur. *Manajemen Resort Leisure* 11(2): 14. <https://ejournal.upi.edu/index.php/jurel/article/download/2960/1986>
- Siagian SP. 2019. *Manajemen Sumber Daya Manusia* (1st ed.). Bumi Aksara.
- Siti-Nabiha AK, Saad NHM. 2015. Tourism Planning and Stakeholders Engagement: The case of Penang Island. *Problems and Perspectives in Management* 13(2): 269-276.
- Sofiyan A, Hidayat W, Winarno GD, Harianto SP. 2019. Analisis Daya Dukung Fisik, Riil dan Efektif Ekowisata di Pulau. *Sylva Lestari* 7(2): 225-234.
- Sustri, Fandeli C. 2009. Daya Dukung Wisata Alam di Taman Nasional Kepulauan Togean Provinsi Sulawesi Tengah. UNWTO. 2015. *Carrying Capacity*.
- Yulianda F. 2019. *Ekowisata Perairan*: Vol. C.01.