

Perencanaan Pengadaan Sanitasi Lingkungan di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru dengan Pendekatan Sanitasi Total Berbasis Masyarakat

Mohammad Jamhuri¹, Imam Sujarwo², Evawati Alisah³

^{1,2,3}Jurusan Matematika, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

m.jamhuri@live.com, imam.sujarwo@mat.uin-malang.ac.id, evawatialisah@mat.uin-malang.ac.id

Info Artikel

Riwayat Artikel:

Diterima: 12 Januari 2020

Direvisi: 10 Februari

Diterbitkan: 01 Maret 2020

Keywords:

Sanitation,
TNBTS,
Queueing,
Tourist Forecast,
Community Mentoring

ABSTRACT

Bromo Tengger Semeru National Park (TNBTS) is one of Indonesia's premier tourist destinations, experiencing surging visitor numbers each year. During peak hours—especially early morning for sunrise—tourists flock to popular spots such as Penanjakan, Seruni, Mentingen, Kingkong, and Bukit Cinta, often causing long queues at toilet facilities. This community service program aimed to (1) identify sanitation needs in critical TNBTS locations, (2) propose additional sanitation facilities where required, and (3) conduct community mentoring to ensure sustainable involvement in facility planning and management. The methods included field surveys, queueing analysis, visitor forecasting, water requirement and cost calculations, and a Community-Based Total Sanitation (STBM) approach for local empowerment.

Results indicate a need for more toilet units at several sunrise viewpoints and in the jeep and motorcycle parking areas. Queueing analysis suggests that to maintain waiting times under one minute per person at high-traffic spots, at least nine toilets for men and thirteen for women are necessary. Economic feasibility calculations reveal potential for self-financing through toilet fees, since visitor numbers are projected to rise above one million annually within five years. Community mentoring is crucial for collaborative efforts and shared ownership among local managers, residents, and relevant government agencies, thereby ensuring the facilities' long-term sustainability.

*Copyright © 2020 JRCE.
All rights reserved.*

Korespondensi:

Mohammad Jamhuri,
UIN Maulana Malik Ibrahim Malang,
Jl. Gajayana No. 50 Malang, Jawa Timur, Indonesia 65144
m.jamhuri@live.com

1. PENDAHULUAN

Fenomena antrean panjang di fasilitas sanitasi kawasan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS) sebagian besar dipicu oleh meningkatnya jumlah wisatawan dari tahun ke tahun. Data yang dikumpulkan oleh Dinas Pariwisata TNBTS [1] menunjukkan lonjakan signifikan kunjungan wisatawan domestik dan mancanegara dalam satu dekade terakhir, terutama pada momen-momen tertentu seperti hari libur nasional. Kondisi ini diperparah oleh keterbatasan jumlah toilet di area sunrise view dan sekitar kawah,

sehingga waktu tunggu bisa mencapai belasan menit ketika wisatawan memadati titik yang sama secara bersamaan.

Selain masalah kepadatan, terbatasnya fasilitas sanitasi juga diperburuk oleh perbedaan pola penggunaan toilet antara pria dan wanita. Studi tentang perbandingan durasi buang air mengungkapkan bahwa wanita rata-rata membutuhkan waktu lebih lama di dalam toilet. Menurut Fitzgerald [2], durasi penggunaan toilet wanita bisa mencapai 5,5 menit, sedangkan pria relatif lebih singkat, berkisar antara 2 hingga 3 menit. Survei serupa yang dilakukan oleh Rawl [3] juga menunjukkan bahwa antrian di toilet wanita dapat berjalan hingga beberapa kali lebih lama dibandingkan pria, terutama di tempat-tempat dengan jumlah kamar kecil terbatas. Temuan itu diperkuat oleh Wang dan Ouyang [4], [5] yang menyatakan bahwa minimnya pemisahan bilik antara toilet pria dan wanita semakin memicu kepadatan antrean dan ketidaknyamanan pengguna.

Peningkatan jumlah pengunjung dan disparitas durasi penggunaan toilet tersebut mendorong perlunya solusi yang komprehensif. Jika tidak segera diatasi, antrean panjang akan menjadi kendala serius bagi kenyamanan wisatawan dan dapat menurunkan citra destinasi. Di sisi lain, peningkatan kunjungan membawa potensi pendapatan dari pemanfaatan tarif penggunaan toilet yang bisa dikelola untuk investasi penambahan bilik dan perbaikan sistem pasokan air. Oleh karena itu, pengembangan sanitasi di TNBTS tidak hanya berkaitan dengan aspek teknis penambahan sarana, tetapi juga harus melibatkan partisipasi masyarakat lokal dalam kerangka Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM). Melalui pendekatan tersebut, diharapkan masyarakat dan pelaku usaha dapat berkolaborasi dalam menyediakan, mengelola, serta memelihara fasilitas sanitasi yang memadai dan berkelanjutan.

2. METODE PENELITIAN

Kegiatan pengabdian ini diawali dengan survei dan observasi lapangan pada sembilan titik di kawasan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS) yang dipilih berdasarkan tingginya intensitas kunjungan wisatawan [6]. Penjajakan awal ini dilaksanakan untuk memetakan kondisi fasilitas sanitasi (toilet), ketersediaan air bersih, serta pola antrean yang terjadi pada jam-jam sibuk. Pada tahap tersebut, pengumpulan data juga mencakup wawancara singkat dengan petugas setempat, pelaku usaha lokal, serta wisatawan yang tengah menggunakan toilet. Hasil penelusuran wilayah yang memuat lokasi-lokasi survei ditunjukkan secara garis besar pada Gambar 1, yang menampilkan titik-titik kritis seperti Penanjakan, Seruni, Mentingen, Kingkong, Bukit Cinta, area parkir jeep, area parkir motor, Savana Teletubis, dan lautan pasir.



Gambar 1. Pemetaan titik-titik survei dan kebutuhan sanitasi di TNBTS.

Survei juga mencatat jarak antarlokasi, jumlah toilet yang tersedia, jumlah wisatawan, serta tingkat kepadatan pada rentang waktu tertentu. Pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa beberapa titik memang menyediakan toilet, namun tidak sebanding dengan banyaknya wisatawan yang memadati tempat tersebut secara serentak, terutama saat menjelang matahari terbit dan beberapa jam setelahnya. Keterbatasan sumber air bersih menjadi faktor penghambat lain, khususnya di kawasan sunrise view yang hanya mengandalkan suplai dari truk tangki berkapasitas tertentu. Di sisi lain, area parkir jeep dan motor relatif lebih mudah mendapatkan pasokan air karena memiliki jalur pipa permanen dari mata air setempat [7].

Data yang diperoleh kemudian dianalisis melalui beberapa tahapan. Pertama, dilakukan pemetaan kebutuhan sanitasi berdasarkan persebaran wisatawan dan ketersediaan toilet yang ditemukan di lokasi. Kedua, dilakukan kajian antrian untuk menentukan jumlah ideal toilet agar waktu tunggu tetap berada dalam batas yang nyaman. Analisis tersebut mempertimbangkan perbedaan rata-rata durasi penggunaan toilet antara pria dan wanita, sekaligus memerhatikan konfigurasi penggunaan toilet yang bisa bersifat campur atau terpisah menurut jenis kelamin. Ketiga, dilakukan peramalan jumlah kunjungan wisatawan dengan metode regresi linier sederhana [8] dan *double exponential smoothing* [9] untuk memproyeksikan pertumbuhan kunjungan hingga beberapa tahun mendatang. Hasil proyeksi ini menjadi dasar menilai urgensi penambahan fasilitas sanitasi dalam jangka panjang.

Aspek ekonomi turut menjadi perhatian, terutama untuk memperkirakan kelayakan investasi toilet baru. Biaya operasional mencakup pengadaan air dan pemeliharaan rutin, sedangkan di sisi pendapatan dihitung dari tarif penggunaan toilet yang dikenakan kepada wisatawan. Dalam kegiatan ini, pendekatan Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM) diterapkan sejak awal perencanaan agar masyarakat setempat dan pelaku usaha turut dilibatkan dalam pengadaan, manajemen, serta perawatan fasilitas. Mereka diajak merencanakan skema pendanaan kolaboratif dan strategi pemeliharaan, sehingga fasilitas sanitasi diharapkan mampu berdiri secara mandiri dan berkelanjutan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil observasi lapangan mengonfirmasi bahwa penumpukan wisatawan terjadi pada jam-jam tertentu, terutama sebelum matahari terbit di area Penanjakan, Seruni, Mentingen, Kingkong, dan Bukit Cinta. Beberapa di antara titik tersebut telah memiliki dua hingga empat bilik toilet, namun jumlah itu belum mampu mengatasi kepadatan yang meningkat drastis. Gambar 2 memperlihatkan antrean panjang di Poin Sunrise Penanjakan pada sekitar pukul 05.30 WIB, saat wisatawan berbondong-bondong hendak menggunakan toilet secara bersamaan. Dalam kondisi ini, antrean sering kali memakan waktu di atas 15 menit.



Gambar 2. Antrean wisatawan di Poin Sunrise Penanjakan pada jam sibuk.

Setelah menyaksikan matahari terbit, para pengunjung biasanya turun menuju kawah Bromo dan lautan pasir. Pola kunjungan semacam ini menciptakan gelombang massa yang juga memadati area parkir jeep. Kondisi tersebut tampak pada Gambar 3, dimana enam bilik toilet yang tersedia harus melayani puluhan wisatawan secara simultan. Waktu tunggu di area parkir bervariasi antara 2 hingga 5 menit per orang, tergantung pada jam kedatangan dan seberapa padat antrean. Di area parkir motor (Gambar 4), empat bilik toilet relatif cukup memadai pada hari-hari biasa, namun masih menimbulkan antrean ketika akhir pekan atau musim liburan.

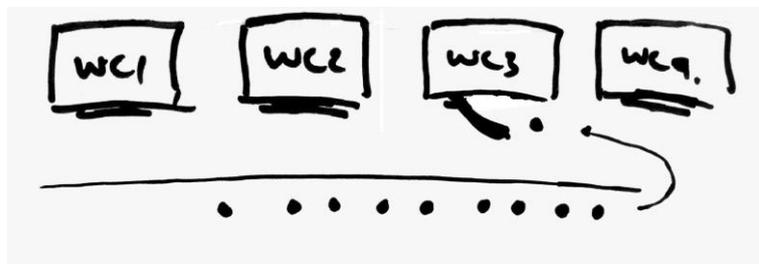


Gambar 3. Kondisi antrian di parkir jeep yang memanjang pada pagi hari.



Gambar 4. Antrean yang terjadi di parkir motor meski jumlah toilet lebih sedikit.

Analisis data di lapangan menunjukkan bahwa wanita membutuhkan waktu lebih lama di dalam toilet, rata-rata sekitar lima hingga 5,5 menit, sedangkan pria sekitar dua menit. Gambar 5 dan Gambar 6 merupakan ilustrasi model antrian yang kami gunakan untuk memandu perhitungan jumlah toilet ideal. Model seri cenderung mencampur semua pengguna dalam satu jalur antrian, sehingga apabila jumlah kamar toilet terbatas, waktu tunggu akan berlipat seiring bertambahnya orang dalam antrian. Sementara itu, model paralel dapat mengurangi beban antrian pada tiap bilik, meskipun pada praktiknya tetap diperlukan pemisahan yang jelas antara toilet pria dan wanita agar proses penggunaan menjadi lebih efisien.

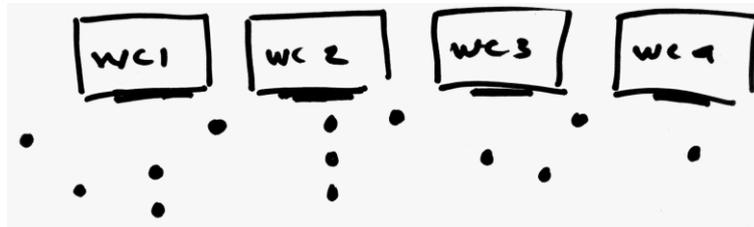


Gambar 5. Ilustrasi antrian toilet model seri yang kerap menimbulkan kepastian waktu tunggu lebih lama.



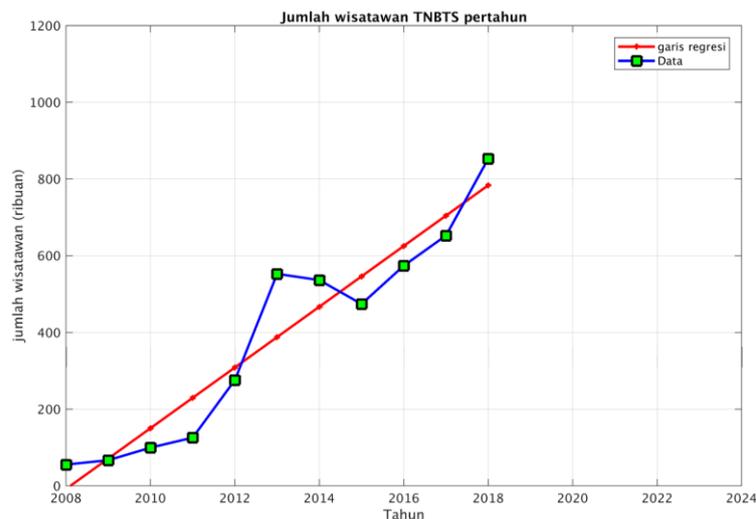
Gambar 6. Ilustrasi antrian toilet model paralel yang dapat menekan lamanya antrian jika penambahan bilik toilet mencukupi.

Pada lokasi parkir jeep, model antrian yang terjadi cenderung semi-campur sebagaimana terlihat pada Gambar 7, di mana wisatawan kerap berkerumun di depan masing-masing pintu toilet tanpa jalur antrian tunggal. Model seperti ini dapat mempersulit perkiraan waktu tunggu secara akurat karena tidak ada keseragaman penempatan pengunjung dalam antrian.

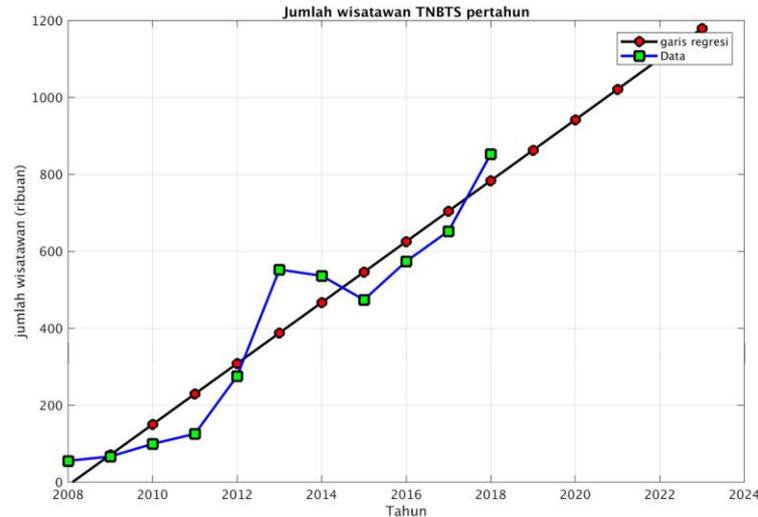


Gambar 7. Model antrian semi-campur di parkir jeep yang menyulitkan perkiraan waktu tunggu.

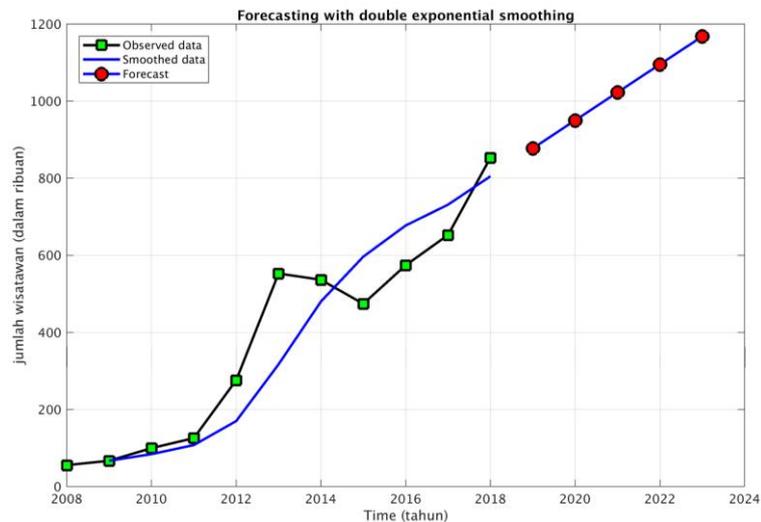
Dalam rangka memperoleh gambaran jangka menengah hingga panjang, data jumlah pengunjung TNBTS pada periode 2008--2018 dianalisis menggunakan regresi linier serta $\text{\textit{double exponential smoothing}}$. Hasil perhitungan regresi pada Gambar 8 dan Gambar 9 menunjukkan tren peningkatan jumlah wisatawan yang signifikan dengan nilai korelasi yang tinggi. Apabila laju pertumbuhan ini terus berlanjut, maka jumlah kunjungan TNBTS diproyeksikan dapat menembus satu juta orang per tahun dalam empat hingga lima tahun ke depan. Penerapan $\text{\textit{double exponential smoothing}}$ seperti terlihat pada Gambar 10 juga mengonfirmasi perkiraan pertumbuhan yang serupa.



Gambar 8. Analisis regresi linier terhadap data jumlah wisatawan TNBTS (2008--2018).



Gambar 9. Perbandingan hasil regresi linier dengan data riil kunjungan wisatawan TNBTS



Gambar 10. Penerapan double exponential smoothing untuk memproyeksikan jumlah kunjungan wisatawan.

Pertumbuhan wisatawan yang demikian cepat menuntut ketersediaan fasilitas sanitasi yang semakin memadai, baik dari segi jumlah bilik maupun pasokan air. Pemetaan biaya menunjukkan bahwa kawasan sunrise view mengandalkan tandon berkapasitas 500 liter, dengan harga pengisian mencapai Rp75.000 per tandon. Jika setiap kali penggunaan toilet memerlukan sekitar tujuh liter air (lima liter untuk flush dan dua liter untuk kebersihan pribadi), maka estimasi biaya air per orang dapat mencapai Rp1.050. Di sisi lain, tarif penggunaan toilet di titik sunrise view berkisar Rp4.000 per orang, sedangkan di area parkir Rp3.000 per orang. Artinya, meski pembiayaan air di titik sunrise tergolong tinggi, selisih tarif ini masih bisa menutupi biaya operasional, asalkan volume kunjungan berada di angka yang stabil atau meningkat.

Di sisi lain, ketersediaan air di area parkir lebih stabil karena adanya pipa mata air gunung. Hal ini membuat biaya dasar operasional air lebih terjangkau dan memudahkan proses pemeliharaan kebersihan. Selain itu, pendekatan Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM) penting diterapkan agar masyarakat dan pelaku usaha lokal memiliki rasa kepemilikan serta tanggung jawab bersama terhadap fasilitas yang dibangun. Melalui sosialisasi dan pelatihan, masyarakat diajak mengelola pendanaan, kebersihan, dan perbaikan berkala secara mandiri sehingga upaya peningkatan sanitasi di TNBTS dapat berlangsung secara berkelanjutan..

4. KESIMPULAN

Identifikasi kebutuhan sanitasi melalui survei lapangan dan pengumpulan data kunjungan wisatawan mengonfirmasi bahwa penambahan unit toilet di TNBTS sudah sangat mendesak. Jumlah toilet di titik-titik sunrise view dan area parkir saat ini tidak mencukupi, khususnya pada jam padat, sehingga mengakibatkan

antrean yang mengganggu kenyamanan wisatawan. Peramalan data hingga lima tahun mendatang menunjukkan tren peningkatan jumlah kunjungan yang akan memperburuk kondisi apabila tidak segera diantisipasi.

Perhitungan kebutuhan air dan analisis ekonomi memperlihatkan adanya potensi pembiayaan mandiri yang wajar jika tarif penggunaan toilet dikelola dengan baik. Meskipun biaya tandon air relatif tinggi di area sunrise, selisih tarif masih mampu menutup biaya operasional dan pemeliharaan asalkan jumlah wisatawan stabil atau meningkat. Pendampingan komunitas dengan pendekatan Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM) memegang peranan kunci. Partisipasi masyarakat, pelaku usaha, dan pemangku kepentingan lain sangat diperlukan untuk menyusun kolaborasi pendanaan, pemeliharaan, serta pengawasan kualitas sanitasi. Diharapkan, perencanaan pengadaan sanitasi ini tidak hanya menyelesaikan masalah antrean dan kebersihan jangka pendek, tetapi juga mampu menjadi landasan pengelolaan fasilitas umum yang berkelanjutan..

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada LP2M UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah mendukung berlangsungnya pengabdian ini..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. M. Wibowo, S. Muljaningsih, and D. Satria, "Competitiveness of sustainable ecotourism at the bromo tengger semeru national park," *Jurnal Penelitian Sosial Dan Ekonomi Kehutanan*, vol. 18, no. 1, pp. 45–62, 2021.
- [2] M. P. Fitzgerald, U. Stablein, and L. Brubaker, "Urinary habits among asymptomatic women," *Am J Obstet Gynecol*, vol. 187, no. 5, pp. 1384–1388, 2002.
- [3] S. K. Rawls, *Restroom usage in selected public buildings and facilities: A comparison of females and males*. Virginia Polytechnic Institute and State University, 1988.
- [4] X. WANG, J. ZHANG, M. ZHANG, and S. GAO, "Queueing Model of Public Toilet and its Performance Analysis".
- [5] H. Ouyang, T. Ding, N. Tian, and B. Wu, "How long can you hold it?-Measurement of toilet seat demand in public restrooms based on Agent-based models," *Measurement of Toilet Seat Demand in Public Restrooms Based on Agent-Based Models*.
- [6] Y. Firmansyah, L. Hakim, and A. Darmawan, "Analisis pemanfaatan ruang wisata SPTN 1 Taman Nasional Bromo Tengger Semeru menuju destinasi yang berkelanjutan," *Jurnal Administrasi Bisnis*, vol. 58, no. 2, pp. 56–65, 2018.
- [7] H. S. Utami, "Pengelolaan Kawasan Pariwisata (Studi di Balai Besar Taman Nasional Bromo Tengger Semeru)," *Jurnal Ilmiah Administrasi Publik*, vol. 3, no. 1, 2017.
- [8] W. M. Baihaqi, M. Dianingrum, and K. A. N. Ramadhan, "Regresi Linier Sederhana Untuk Memprediksi Kunjungan Pasien Di Rumah Sakit Berdasarkan Jenis Layanan Dan Umur Pasien," *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, vol. 10, no. 2, pp. 671–680, 2019.
- [9] S. Hansun and S. Subanar, "H-WEMA: A New Approach of Double Exponential Smoothing Method," *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, vol. 14, no. 2, pp. 772–777, 2016.