
**Evaluasi Kawasan Bentang Alam Karst, Suatu Usaha untuk Optimalisasi
Perlindungan dan Pemanfaatan
Studi Kasus: Karst di Kabupaten Tulungagung**

Aris Dwi Nugroho, Kurniah, Tantan Hidayat, Moch. Wachyudi Memed

Pusat Air Tanah dan Geologi Tata Lingkungan, Badan Geologi
arisdwinugroho78@gmail.com

Article History

accepted 05/08/2021

approved 15/08/2021

published 11/09/2021

Abstrak

Pemanfaatan kawasan karst yang tidak terkendali akan memberikan dampak negatif terhadap lingkungan yaitu dengan hilangnya fungsi-fungsi strategis karst, baik fungsi estetika, ilmiah, maupun fungsi hidrologisnya. Di sisi lain, perlindungan yang sangat ketat tanpa memperhatikan kriteria perlindungan karst dapat memberikan efek tidak baik terhadap kondisi sosial ekonomi bagi masyarakat. Tujuan dari studi ini adalah untuk mengevaluasi kesesuaian karst di Kabupaten Tulungagung dengan kriteria berdasarkan Peraturan Menteri ESDM No.17 Tahun 2012 tentang Penetapan Kawasan Bentang Alam Karst (KBAK) sehingga dapat diusulkan untuk ditetapkan sebagai KBAK. Metode yang dilakukan adalah deskriptif kualitatif, survei lapangan, dan tumpang susun. Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa pada beberapa lokasi menunjukkan eksokarst dan endokarst tertentu yang merupakan kriteria kawasan bentang alam karst sesuai dengan Permen ESDM No. 17/2012. Eksokarst dan endokarst tertentu tersebut berupa mata air permanen, dolina, gua basah dan sungai bawah tanah.

Kata kunci: *Karst, Perlindungan, Tulungagung.*

PENDAHULUAN

Karst merupakan istilah dalam bahasa Jerman yang diturunkan dari bahasa Slovenia (kras) yang berarti lahan gersang berbatu. Istilah ini di negara asalnya sebenarnya tidak berkaitan dengan batugamping dan proses pelarutan, namun saat ini istilah kras telah diadopsi untuk istilah bentuklahan hasil proses pelarutan. Ford dan Williams (1989) mendefinisikan karst sebagai medan dengan kondisi hidrologi yang khas sebagai akibat dari batuan yang mudah larut dan mempunyai porositas sekunder yang berkembang baik. Kawasan bentang alam karst adalah kawasan keunikan bentang alam dengan ciri eksokarst dan endokarst tertentu. Bentang alam karst terbentuk dari hasil pelarutan batuan karbonat dan dolomit yang kemudian mengalami proses pengangkatan sehingga muncul di permukaan membentuk perbukitan.....106 kata

Nilai penting karst saat ini telah berkembang luas, bukan hanya sebagai fungsi hidrologis, ekstraksi dan penambangan, namun juga berkembang menjadi objek wisata, khususnya wisata minat khusus. Bahkan potensi ekonomi dari kandungan akuifer karst dalam perannya sebagai sumber air kemasan mencapai \$US18,87 miliar pada Tahun 2016 dan kemungkinan diperkirakan akan mencapai \$US 36,5 miliar pada Tahun 2025 (Onac & van Beynen, 2020). Tidak heran sebab menurut Ford dan Williams (2007) karst menyediakan setengah dari persediaan air minum dunia. Diperkirakan sebanyak 25% populasi manusia di dunia menggantungkan sumber air minumnya dari karst (Fleury, 2011). Untuk pemanfaatan pariwisata, karst telah dijadikan objek sejak 400 tahun yang lalu, dengan jumlah pengunjung bisa mencapai 250 juta per tahun, suatu angka yang cukup fantastis dengan asumsi pendapatan yang diperoleh dari pembayaran tiket masuk (Cigna & Forti, 2013).

Pada sektor penambangan, pertambangan batuan dapat membuka lapangan kerja dan menyerap angkatan kerja lokal, hingga akhirnya meningkatkan taraf hidup masyarakat (Giansi, 2018). Di Kabupaten Tulungagung, kontribusi kategori Pertambangan dan Penggalian terhadap pembentukan PDRB sebesar 1.168,35 milyar rupiah atau sekitar 3,75 persen tahun 2016 dan meningkat menjadi 1.338,81 milyar rupiah atau sekitar 3,50 persen pada tahun 2020 (BPS Kab. Tulungagung, 2021)

Di balik dampak ekonomi yang menggiurkan, di sisi lain, karst rentan terhadap kerusakan lingkungan atau degradasi (Ford dan William, 2007; Day, 2010; Cigna & Forti, 2013) dikarenakan sistem karst sangat kompleks, baik dari segi karakteristik geologis maupun hidrologis (Brinkmann & Parise, 2012). Peristilahan desertifikasi batuan karst kini semakin dikenal seiring dengan meluasnya pemanfaatan karst. Desertifikasi batuan karst terjadi untuk memenuhi kebutuhan areal pemukiman dan dampak dari pertumbuhan penduduk, serta termasuk didalamnya adalah kegiatan penambangan dalam perannya memenuhi kebutuhan sumber daya pembangunan (János dkk., 2013; Zhang dkk., 2021). Di bidang pertanian, umumnya petani memanfaatkan lapisan tipis tanah yang subur di atas dolina (Anica & Mojca, 2010), namun semuanya akan hilang saat proses desertifikasi batuan berlangsung. Bukti meluasnya desertifikasi ini bila batuan karst tersingkap dengan jelas (Budyanto, 2014) dan menyisakan batuan dasar yang tidak lagi bisa dimanfaatkan untuk kegiatan pertanian. Selain itu, turunnya muka air tanah salah satunya disebabkan oleh kegiatan penambangan (Langer, 2001).

Indonesia memiliki kawasan karst dengan persebaran luas. Sementara itu, konflik pemanfaatan dan perlindungan karst seakan tak pernah pudar sepanjang masa. Secara keekonomian yang menjadi bahan industri, dan pihak yang berdiri untuk perlindungan fungsi karst itu sendiri. Memang benar bahwa, pemanfaatan kawasan karst yang tidak terkendali akan memberikan dampak negatif terhadap lingkungan yaitu dengan hilangnya fungsi-fungsi strategis karst, baik fungsi estetika, fungsi ilmiah, maupun fungsi hidrologisnya. Untuk mengendalikan pengembangan kawasan karst, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) telah mengeluarkan Permen

ESDM No.17 Tahun 2012 tentang Penetapan Kawasan Bentang Alam Karst (KBAK). Dengan kriteria kawasan bentang alam karst pada Permen ini bisa dibedakan mana karst yang harus dilindungi dan mana karst yang bisa dibudidaya. Berdasarkan Permen tersebut kawasan bentang alam karst ditetapkan oleh Menteri ESDM.

METODE

Evaluasi karst di Kabupaten Tulungagung dilaksanakan pada Bulan Februari 2020. Metode yang dilakukan adalah deskriptif kualitatif, survei lapangan, dan tumpang susun. Identifikasi diawali dengan telaah kondisi geologi (geomorfologi, litologi, stratigrafi, dan struktur geologi, kondisi hidrogeologi) dan identifikasi melalui citra setelit, serta sebaran eksokarst dan endokarst. Selanjutnya dilakukan survei lapangan untuk verifikasi kondisi geologi dan sebaran eksokarst dan endokarst. Keberadaan eksokarst dan endokarst tersebut kemudian ditumpang susun dengan sebaran batugamping hasil verifikasi lapangan, aspek hidrologi, dan data sekunder lainnya untuk penentuan delineasi usulan KBAK.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Evaluasi KBAK tidak terlepas dari keberadaan batugamping sebagai salah satu batuan pembentuk karst. Berdasarkan Peta Geologi Lembar Tulungagung, skala 1: 250.000 (Samodra dkk, 1992), sebaran batugamping di daerah ini merupakan Formasi Campurdarat dan Formasi Wonosari bentuknya memanjang barat – timur mengikuti rangkaian perbukitan selatan Kabupaten Tulungagung. Formasi Campurdarat terdiri batugamping hablur, bersisipan batulempung berkarbon. Kenampakan fisik batugamping hablur berwarna kelabu muda - tua, kompak, dan berfosil. Sebagian mengalami proses terpualamkan dan terpiritkan. Setempat berstruktur bergelombang. Batugamping banyak mengandung koral, ganggang, moluska, duri echinoid dan foraminifera. Menurut peneliti terdahulu, formasi ini berumur Miosen Awal, pada jenjang Te atas Tf bawah, dan terendapkan pada laut dangkal yang berhubungan dengan terumbu. Adapun Formasi Wonosari terdiri atas batugamping dengan komposisi batugamping terumbu, batugamping berlapis, batugamping berkeping, batugamping pasiran kasar, batugamping tufan dan napal. Batugamping terumbu, putih kelabu, kompak, banyak foraminifera, ganggang dan brioza, permukaan kasar dan tajam, tebalnya beberapa puluh meter. Batugamping berlapis, dicirikan: warna kelabu, tebal perlapasan beberapa milimeter hingga beberapa sentimeter, mengandung foraminifera, tersingkap



Gambar 1. Sebaran batugamping Kab. Tulungagung (berdasarkan Samodra dkk, 1992)

berselingan dengan batuan lainnya berupa batu gamping berwarna kelabu muda - tua bersifat kristalin.

Penentuan Delineasi KBAK mengacu pada batas sebaran batugamping, sebaran eksokarst - endokarst tertentu, dan kontur topografi. Bentuk eksokarst - endokarst tertentu sebagaimana dimaksud pasal 4 ayat (1) Permen ESDM No.17/2012 yaitu: memiliki fungsi ilmiah sebagai obyek penelitian dan penyelidikan bagi pengembangan ilmu pengetahuan, memiliki fungsi sebagai daerah imbuan airtanah yang mampu menjadi media meresapkan air permukaan ke dalam tanah, memiliki fungsi sebagai media penyimpan air tanah secara permanen dalam bentuk akuifer, memiliki mataair permanen, dan memiliki gua yang membentuk sungai atau jaringan sungai bawah tanah.

Lokasi evaluasi dan manifestasi karst ditunjukkan pada Gambar 2, sedangkan hasil analisis karst yang diusulkan menjadi KBAK terlihat pada Tabel 1.



Gambar 2. Peta lokasi evaluasi KBAK (a), Perbukitan karst Kabupaten Tulungagung, (b) Mulut Gua Tenggar (c), Mataair Beji (d), Sungai Bawah Tanah Kali Bendo (e).
Sumber: (Nugroho dkk, 2020)

Eksokarst yang dijumpai pada kawasan karst Kabupaten Tulungagung berupa bukit, dolina dan mataair. Bukit-bukit pada kawasan ini dicirikan oleh bukit yang menonjol dan terpisah satu sama lain (*scatter*) berarah Barat – Timur, diantaranya : G. Indrakila, G. Ngalamat, G. Teras, G. Tumpak Semut, G. Begagan, G. Sumber, G. Takriak.

Daerah penyelidikan memiliki sejumlah cekungan akibat depresi dengan bentuk dan ukuran yang bervariasi. Cekungan tersebut digenangi air atau tanpa air dengan kedalaman dan jarak yang berbeda-beda. Keterdapatannya mataair umumnya di daerah kaki lereng pegunungan karst Kabupaten Tulungagung. Mataair tersebut dimanfaatkan oleh penduduk dengan debit mataair kecil - besar berkisar antara 0,5 - 10 liter/detik

Tabel 1. Hasil Analisis Sebaran Karst Yang Dapat Diusulkan Menjadi KBAK

Lokasi	Eksokarst	Endokarst	Keterangan	Kesimpulan
Karst Bandung - Besuki	Bukit karst, Dolina, Mataair permanen	Gua basah sungai bawah tanah dan Speleotem	Semua Kriteria KBAK Permen ESDM No.17 pasal 4 ayat 4 terpenuhi	Diusulkan menjadi KBAK
Karst Campurdarat	Bukit karst, Dolina, Mataair permanen	Gua basah sungai bawah tanah dan Speleotem	Semua Kriteria KBAK Permen ESDM No.17 pasal 4 ayat 4 terpenuhi	Diusulkan menjadi KBAK
Karst Kalidawir	Bukit karst, Dolina, Mataair permanen	Gua basah, sungai bawah tanah dan Speleotem	Semua Kriteria KBAK Permen ESDM No.17 pasal 4 ayat 4 terpenuhi	Diusulkan menjadi KBAK
Karst Pucanglaban	Bukit karst, Dolina, Mataair permanen	Gua basah, sungai bawah tanah dan Speleotem	Semua Kriteria KBAK Permen ESDM No.17 pasal 4 ayat 4 terpenuhi	Diusulkan menjadi KBAK

Sumber: (Nugroho dkk, 2020)

Endokarst yang dijumpai pada kawasan karst Kabupaten Tulungagung berupa gua dan sungai bawah tanah. Gua yang teramati di pegunungan karst Kabupaten Tulungagung berupa gua-gua horizontal dan vertikal, gua tersebut berupa gua kering dan gua basah. Kebanyakan gua yang terdapat di daerah ini berupa gua horizontal berjarak pendek dan bersifat kering. Salah satu gua yang menjadi lokasi penemuan artefak dan tulang manusia purba berjenis Homo Wajakensis adalah Gua So Gentong di Desa Campurdarat.

Indikasi jaringan sungai bawah tanah adalah adanya sungai dengan aliran air yang deras berasal dari sungai bawah tanah biasanya terakumulasi pada cekungan yang kedap air menjadi sebuah telaga. Keterdapatannya gua karena pada umumnya tidak dijumpai hanya satu gua saja, tetapi merupakan sistem perguaan, antara satu gua dengan gua lainnya saling berhubungan, terutama yang berada di bawah permukaan tanah sebagian mempunyai hubungan dengan keberadaan sungai bawah tanah dan mataair. Sungai bawah tanah di daerah penyelidikan dijumpai di daerah Pucanglaban, kondisi aliran air mengalir sepanjang tahun dengan debit air berkisar 14,5 liter/detik. Air tersebut digunakan oleh penduduk untuk keperluan sehari-hari.

Luas kawasan karst yang diajukan menjadi KBAK dari evaluasi ini sekitar 11.182,38 Ha dari 27.321,98 Ha luas batugamping atau 40,93% yang masuk dalam kriteria KBAK, bertambah sekitar 2.074,8 Ha dari usulan KBAK Pemkab. Tulungagung (Gambar 3). Usulan KBAK hasil evaluasi dapat diajukan untuk ditetapkan menjadi KBAK oleh Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral, sehingga bisa menjadi salah satu dasar penentuan kawasan lindung pada RTRW Kabupaten Tulungagung, sebagaimana amanat PP No 26 Tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional. Dengan dimasukkannya KBAK menjadi kawasan lindung menjadi suatu legalitas dalam upaya konservasi melalui program kerja dan penganggaran.

Upaya konservasi penting dilakukan, seperti diketahui bahwa kawasan karst adalah kawasan rentan (Brinkmann & Parise, 2012). Sebagai salah contoh perlunya

perlindungan adalah Gua So Gentong yang terancam oleh aktifitas penambangan batu marmor. Tak kalah pentingnya adalah menjaga debit air pada mataair dan sungai bawah tanah. Sedangkan kawasan karst yang tidak masuk dalam KBAK, dapat dimanfaatkan untuk industri ataupun penggalian, sehingga usaha untuk perlindungan dan pemanfaatan dapat berlangsung beriringan. Hanya saja, dalam pemanfaatan budidaya nantinya harus memperhatikan keunikan bentang alam karst, serta fungsi estetika dan hidrologis kawasan karst, sebab aktivitas manusia di kawasan karst seperti penambangan mempunyai pengaruh terhadap apa yang disebutkan sebelumnya (Ikhsan dkk., 2019). Apabila melaksanakan konstruksi di daerah karst, sebaiknya dilakukan kajian geologi detail untuk mitigasi bencana yang mungkin terjadi (Cui dkk., 2015), bahkan menurut Wang dkk., (2020) agar lebih baik menghindari membangun terowongan pada daerah karst.



Gambar 3. Peta Kawasan Karst yang diajukan oleh Pemda Kab. Tulungagung (a), Peta Usulan KBAK hasil evaluasi (b).

Sumber: (a) Pemkab. Tulungagung; (b) Nugroho dkk, 2020)

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa pada beberapa lokasi menunjukkan eksokarst dan endokarst tertentu yang merupakan kriteria kawasan bentang alam karst sesuai dengan Permen ESDM No. 17/2012. Eksokarst dan endokarst tertentu tersebut berupa mata air permanen, dolina, gua basah dan sungai bawah tanah. Selain itu, kawasan karst yang tidak masuk dalam KBAK, dapat berfungsi untuk kegiatan budidaya sesuai dengan peraturan yang berlaku, misalnya untuk usaha industri dan penggalian setelah melalui studi kelayakan, ataupun untuk peruntukan kawasan budidaya lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anica, C.-G., & Mojca, Z. (2010). The Impact of human activities on dolines (sinkholes) – Typical geomorphologic features on karst (Slovenia) and possibilities of their preservation. *Geographica Pannonica*, 14(4), 109–117.
- BPS/Badan Pusat Statistik Kabupaten Tulungagung. (2021). Produk Domestik Regional Bruto Kabupaten Tulungagung Menurut Lapangan Usaha. Tulungagung: Badan Pusat Statistik Kabupaten Tulungagung.
- Brinkmann, R., & Parise, M. (2012). Karst environments: Problems, management, human impacts, and sustainability an introduction to the special issue. *Journal of*

-
- Cave and Karst Studies*, 74(2), 135–136. <https://doi.org/10.4311/2011JCKS0253>.
- Budiyanto, E. (2014). Evaluasi Laju Desertifikasi Batuan Pada Bentang Lahan Karst Gunungsewu Melalui Penginderaan Jauh. Prosiding Pertemuan Imiah Tahunan (PIT) Ikatan Geografi Indonesia-2014, (pp. 1150 - 1164).
- Cigna, A., & Forti, P. (2013). Caves: The most important geotouristic feature in the world. *Tourism and Karst Areas*, 6(1), 9–26.
- Cui, Q. L., Shen, S. L., Xu, Y. S., Wu, H. N., & Yin, Z. Y. (2015). Mitigation of geohazards during deep excavations in karst regions with caverns: A case study. *Engineering Geology*, 195, 16–27. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2015.05.024>.
- Day, M. (2010). Human interaction with caribbean karst landscapes: Past, present and future. *Acta Carsologica*, 39(1), 137–146. <https://doi.org/10.3986/ac.v39i1.119>
- Fleury, E. S. (2011). Karst Management. *Karst Management, Back 1983*, 349–360. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-1207-2>.
- Giansi, S. (2018). Analisis Dampak Kebijakan Pertambangan Batuan Terhadap Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat Desa Gunung Wetan Kecamatan Jatilawang Kabupaten Banyumas. Banyumas: IAIN Purwokerto. Skripsi. Diakses dari <http://repository.iainpurwokerto.ac.id/4416/>
- Ikhsan, F. A., Astutik, S., Kantun, S., & Apriyanto, B. (2019). The hazard of change landscape and hydrogeology zone south karst mountain impact natural and human activity in Region Jember. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 243(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/243/1/012036>.
- János, M., Klaudia, K., Mária, S., Andrea, K. B., András, K., László, M., Mónika, K., & Veronika, I. (2013). Hazards and landscape changes (degradations) on Hungarian karst mountains due to natural and human effects. *Journal of Mountain Science*, 10(1), 16–28. <https://doi.org/10.1007/s11629-013-2400-7>.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral RI. (2012). *Peraturan ESDM tentang Penetapan Kawasan Bentang Alam Karst* (Permen ESDM Nomor 17 Tahun 2012). Jakarta.
- Langer, W. H. (2001). Potential Environmental Impacts of Quarrying Stone in Karst-. *USGS, Science for Changing World, 1.0*. <https://pubs.usgs.gov/of/2001/ofr-01-0484/ofr-01-0484so.pdf>.
- Li, S. cai, Zhou, Z. qing, Li, L. ping, Xu, Z. hao, Zhang, Q. qing, & Shi, S. shuai. (2013). Risk assessment of water inrush in karst tunnels based on attribute synthetic evaluation system. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 38, 50–58. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2013.05.001>.
- Nugroho, A.D., Susanto, E., Kurniah, & Hidayat, T. (2020). Laporan Evaluasi Kawasan Bentang Alam Karst Indonesia Kabupaten Tulungagung Provinsi Jawa Timur. Bandung: Pusat Air Tanah dan Geologi Tata Lingkungan, Badan Geologi.
- Onac, B., & van Beynen, P. (2020). Caves and Karst. In *Encyclopedia of Geology* (2nd edition ed., p. 15). Elsevier Inc. doi:10.1016/B978-0-12-409548-9.12437-6.
- Parise, M. (2012). Management of water resources in karst environments, and negative effects of land use change in the Murge Area (Apulia, Italy). *Karst Development*, 2(1), 16–20.
- Pemerintah Kabupaten Tulungagung. Peta Sebaran Kawasan Karst Kabupaten Tulungagung.
- Republik Indonesia. (2008). *Peraturan Pemerintah tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional* (PP No 26 Tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional). Jakarta.
- Samodra, H., Suharsono, Gafoer, S., & Suharti, T. (1992). Peta Geologi Lembar Tulungagung, Jawa. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Wang, X., Lai, J., He, S., Garnes, R. S., & Zhang, Y. (2020). Karst geology and mitigation measures for hazards during metro system construction in Wuhan, China. *Natural Hazards*, 103(3), 2905–2927. <https://doi.org/10.1007/s11069-020->

04108-3.

Zhang, J., Liu, M., Liu, X., Luo, W., Wu, L., & Zhu, L. (2021). Spectral analysis of seasonal rock and vegetation changes for detecting karst rocky desertification in southwest China. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, *100*, 102337. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2021.102337>.