

KAJIAN KEBIJAKAN DALAM PENETAPAN KETENTUAN UMUM ATURAN ZONASI (KUPZ) DI KAWASAN KARST (STUDI KASUS: KECAMATAN KLAMBU KABUPATEN GROBOGAN)

Jamilla Kautsary¹

Ardiana Yuli Puspitasari²

Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota Universitas Islam Sultan Agung Semarang^{1,2}

Penulis Korespondensi e-mail: jamilla@unissula.ac.id

ABSTRACT

The karst area in the Klambu sub-district of Grobogan Regency is part of the Kapur Kendeng Mountains region. This area through the Minister of Energy and Mineral Resources regulation was designated as a Geological Protection Area in 2014. This determination is based on the uniqueness and importance of the role of karst areas for life support. As a geological protected area, this area has limits in its use. This article aims to review the policies and rules that guide the development of karst areas, especially in Klambu District, which has now developed into a residential area. Policy data and information are assessed using a qualitative rationalistic approach, based on the parameters of protection interests. At the end of the article, the findings of the direction of policies that can be used for the determination of KUPZ will be presented.

Keywords: polices, zoning, karst Area

ABSTRAK

Kawasan karst di kecamatan Klambu Kabupaten Grobogan, merupakan bagian dari kawasan Pegunungan Kapur Kendeng. Kawasan ini melalui peraturan menteri Energi Sumber Daya dan Mineral ditetapkan sebagai kawasan Lindung Geologi pada Tahun 2014. Penetapan ini didasarkan pada keunikan dan pentingnya peran kawasan karst untuk penyangga kehidupan. Sebagai kawasan lindung, kawasan ini tentu memiliki batasan dalam pemanfaatannya. Artikel ini bertujuan untuk mengkaji kebijakan dan aturan yang menjadi rambu-rambu pengarah pengembangan kawasan karst khususnya di Kecamatan Klambu, yang saat ini sudah berkembang menjadi kawasan permukiman. Data dan informasi kebijakan dikaji dengan pendekatan kualitatif rasionalistik, berdasarkan parameter kepentingan perlindungan. Pada bagian akhir artikel, akan disampaikan temuan rekomendasi arahan kebijakan yang bisa digunakan untuk Penetapan KUPZ.

Kata Kunci: kebijakan, zonasi, kawasan karst

1. PENDAHULUAN

Kawasan karst merupakan salah satu bentang alam yang memiliki potensi hidrologi cukup besar dan penting sebagai penyedia sumberdaya air (Cahyadi & Ayuningtyas, 2013). Karst itu sendiri merupakan area yang memiliki bentang alam dan pola hidrologi khusus. Bentang alam dan pola hidrologi tersebut terbentuk dari perpaduan antara bantuan mudah larut dengan porositas sekunder karst yang berkembang dengan baik. Hal ini karena bentang alam ini tersusun atas batuan batu gamping, gipsum, dolomit dan batuan lainnya yang sifatnya mudah larut (Endah, Yoseph, Sukiyah, & Setiawan, 2017). Kekhususan bentang alam dan pola hidrologi juga dicirikan dengan munculnya goa-goa, sungai bawah tanah, munculnya banyak mata air danau, cekungan-cekungan tertutup, serta adanya jejak aliran purba (*flute rock outcrops*) (Falah & Adiardi, 2011).

Pada kawasan bentang alam karst sistem hidrologi lebih didominasi oleh sistem aliran bawah permukaan dibandingkan dengan sistem permukaan (Adji, 2006). Dominasi ini menyebabkan sumberdaya air permukaan di kawasan karst sangat terbatas. Air permukaan hanya dijumpai pada daerah telaga yang jumlahnya relatif sangat sedikit (Priyano, Amin, & Jauhari, 2016). Hal inilah yang mengakibatkan penampakan permukaan lahan kawasan karst pada umumnya terlihat kering atau kritis, meskipun di bawah permukaannya menyimpan potensi air.



Gambar 1. Penampakan Permukaan Lahan kawasan Karst yang cenderung Kering dan Menyerupai Lahan Kritis.
Sumber: Hasil Analisis, 2019

Sistem hidrologi bawah permukaan yang berupa rongga pada kawasan karst ini menyimpan kerentanan (*vulnerability*). Kerentanan di kawasan karst dibedakan menjadi dua yaitu kerentanan intrinsik (*intrinsic permeability*) dan kerentanan spesifik (*specific vulnerability*). Kerentanan intrinsik adalah kerentanan yang disebabkan karena sifat bentang alam karst. Kerentanan spesifik adalah kerentanan akibat ancaman langsung dari kegiatan manusia seperti penggunaan lahan, pencemaran limbah domestik dan lainnya.

Kerentanan spesifik di kawasan karst ini mempengaruhi kualitas air tanah. Hal ini karena serta minimnya proses penyaringan (*filtering*) bahan pencemar serta sistem hidrologi di dalam karst berbentuk rongga dan saluran yang dihasilkan dari hasil proses pelarutan (Adji, 2006 dan Endah et al., 2017).

Kawasan karst yang tersusun oleh batu gamping dan batu cepat larut lainnya, memiliki kemampuan untuk menyerap dan menyimpan air hujan dalam rentang waktu yang lama. Kemampuan ini tidak terlepas dari peran zona epikarst. Zona ini dalam kawasan karst merupakan zona yang memiliki kemampuan untuk menyimpan air paling banyak dalam lapisan batu gamping. Zona epikarst ini terletak di dekat permukaan tanah, akibatnya potensi gangguan dari aktivitas manusia sangat besar terhadap zona ini. Salah satu bentuk gangguan yang paling banyak muncul adalah kegiatan penambangan batu gamping (Falah & Adiardi, 2011).



Gambar 2. Kegiatan Penambangan Batu Kapur di Kecamatan Klambu
Sumber: Hasil Analisis, 2019

Perubahan lingkungan di kawasan karst, selain akibat penambangan juga terjadi akibat kegiatan budidaya lain seperti pertanian, permukiman dan kehutanan. Perubahan lingkungan di kawasan karst saat ini merupakan isu yang mendesak untuk di pahami lebih dalam. Pemahaman ini berkaitan dengan dampak perubahan lingkungan terhadap kawasan karst baik jangka pendek dan jangka panjang. Pemahaman ini sangat penting artinya guna menjaga kelestarian lingkungannya (Urich, 2002). Perubahan lingkungan karst akibat aktivitas manusia dapat terjadi di permukaan maupun di bawah tanah dan dampaknya bisa bersifat langsung atau tidak langsung.

Perubahan lingkungan ini secara fisik dapat merubah bentang alam dan sistem hidrologi karst (Urich, 2002). Permukaan karst yang terpotong akan menyisakan batuan keras dengan sedikit pori/rongga dan saluran. Kondisi ini menyebabkan daya resap karst

akan menurun dan bahkan tidak mampu lagi menyerap air ketika hujan turun. Air hujan yang turun tidak bisa meresap dan akan berubah menjadi air limpasan permukaan. Peningkatan volume air limpasan ini akan meningkatkan potensi timbulnya banjir bandang, utamanya di area yang memiliki singkapan besar dan kelerengan yang terjal (Falah & Adiardi, 2011), serta meningkatkan ancaman banjir kekeringan di musim kemarau.

Permasalahan untuk menjaga keberlanjutan kawasan karst, membutuhkan perhatian yang lebih dalam pengendalian pemanfaatan ruang. Upaya pencegahan melalui pengaturan zonasi kegiatan di kawasan ini sangat mendesak. Sementara untuk pengendalian selain dari pengendalian pemanfaatan ruang selain kegiatan perizinan, penerapan insentif dan disinsentif serta pengenaan sanksi (Indonesia, 2010). Pengaturan zonasi ini penting untuk membantu pemerintah daerah untuk melaksanakan perencanaan yang komprehensif dan untuk mencapai tujuannya dalam pengembangan tertib pembangunan (Fidel, McCarthy, & Murray, 2013).

Pemerintah, melalui pengaturan zonasi dengan memisahkan penggunaan lahan untuk memastikan adanya ketersediaan ruang yang memadai untuk setiap penggunaan serta ada area transisi atau buffer diantara penggunaan yang berbeda dan tidak kompatibel. Pemisahan penggunaan yang memadai akan dapat mencegah kerusakan lingkungan, kemacetan, meminimalkan kebakaran dan bahaya kesehatan dan keselamatan lainnya, dan menjaga daerah perumahan bebas dari potensi gangguan komersial dan industri seperti asap, kebisingan, dan cahaya. Peraturan zonasi juga dapat membatasi jenis dan lokasi secara terstruktur. Peraturan ini berlaku sama di setiap zona yang sama di kabupaten, tetapi dapat bervariasi dari satu kabupaten ke kabupaten lainnya (Fidel et al., 2013)

Artikel ini bertujuan untuk mengkaji kebijakan-kebijakan dan aturan yang berlaku yang dapat dijadikan arahan dalam penetapan ketentuan umum aturan zonasi di kawasan karst. Ketentuan umum aturan zonasi ini sesuai dengan Peraturan Menteri Agraria dan Tata Ruang Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 1 Tahun 2018 Tentang Pedoman Penyusunan Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi, Kabupaten dan Kota adalah ketentuan umum yang mengatur pemanfaatan ruang dan ketentuan pengendalian pemanfaatan ruang yang disusun untuk setiap klasifikasi peruntukan/fungsi ruang dan kawasan sekitar jaringan prasarana sesuai dengan RTRW Kabupaten. Ketentuan umum zonasi ini menjabarkan secara umum ketentuan-ketentuan yang mengatur tentang persyaratan pemanfaatan ruang dan ketentuan pengendaliannya yang mencakup seluruh wilayah

administratif. Ketentuan ini berisi aturan kegiatan, intensitas pemanfaatan ruang, kebutuhan sarana dan prasarana dasar minimal, serta aturan khusus.

2. METODOLOGI

Kajian kebijakan dan peraturan dalam artikel ini menggunakan metode pendekatan deduktif kualitatif. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini akan lebih menekankan pada arahan aturan kegiatan, dengan beberapa variabel aturan berupa kegiatan yang diperbolehkan, boleh bersyarat dan kegiatan tidak boleh dilakukan di kawasan karst. Kecamatan Klambu dipilih sebagai lokasi kajian, karena kecamatan ini berdasarkan Peraturan Daerah Kabupaten Grobogan No. 11 Tahun 2012 ditetapkan sebagai Pusat Pelayanan Lokal, sementara 80% luas kawasan kecamatan ditetapkan bagian Inti Lindung Geologi. Keluaran penelitian ini diharapkan akan dapat digunakan oleh Kabupaten Grobogan sebagai pertimbangan untuk penetapan ketentuan kegiatan dalam Rancangan KUPZ draft revisi Rencana Tata Ruang Kabupaten.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

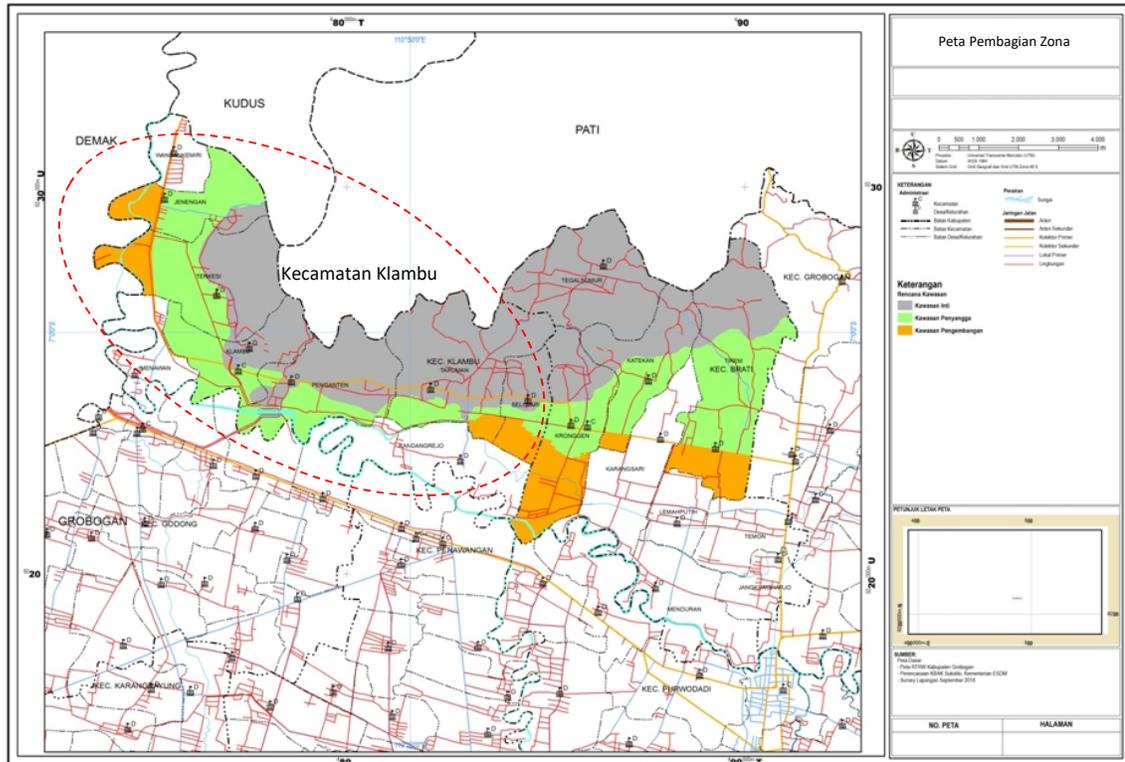
Karst sendiri sesuai dengan Peraturan Menteri ESDM No. 17 Tahun 2012 merupakan bentang alam yang terbentuk akibat pelarutan air pada batu gamping dan/atau dolomit. Kawasan bentang alam karst (KBAK) adalah karst yang menunjukkan bentuk eksokarst dan endokarst tertentu. Kawasan karst di Kabupaten Grobogan sesuai dengan Surat Keputusan Menteri ESDM No. 2641 K/40/MEM/2014 tertanggal 16 Mei 2014 merupakan kawasan lindung geologi dan merupakan bagian dari kawasan lindung nasional. Penetapan KBAK Sukolilo kawasan lindung Geologi dilakukan dengan pertimbangan bahwa kawasan karst Sukolilo memiliki komponen geologi yang unik serta berfungsi sebagai pengatur alami air tanah. Pentingnya fungsi tersebut membutuhkan upaya pelestarian dan perlindungan guna mencegah kerusakan untuk menunjang pembangunan yang berkelanjutan dan untuk pengembangan ilmu pengetahuan.

Kawasan KBAK Kabupaten Grobogan tersebar di Kecamatan Klambu, Brati, Grobogan, Tawangharjo, Wirosari dan Kecamatan Ngaringan. Luas KBAK ini sekitar 112,2 km². Zona karst yang menjadi bagian dari lindung Geologi, ini di kabupaten Grobogan ditetapkan sebagai kawasan inti dan zona di sekitar inti yang berada dalam satu administrasi desa ditetapkan sebagai kawasan penyangga (Tabel 1 dan Peta Pembagian Zona). Secara umum, kawasan ini telah berkembang menjadi kawasan perhutanan hutan/kebun, pertanian (sawah irigasi, ladang, tegalan) dan permukiman (Tabel 2).

Tabel 1. Sebaran Zona Inti dan Penyangga KBAK Di Kecamatan Klambu Kab. Grobogan

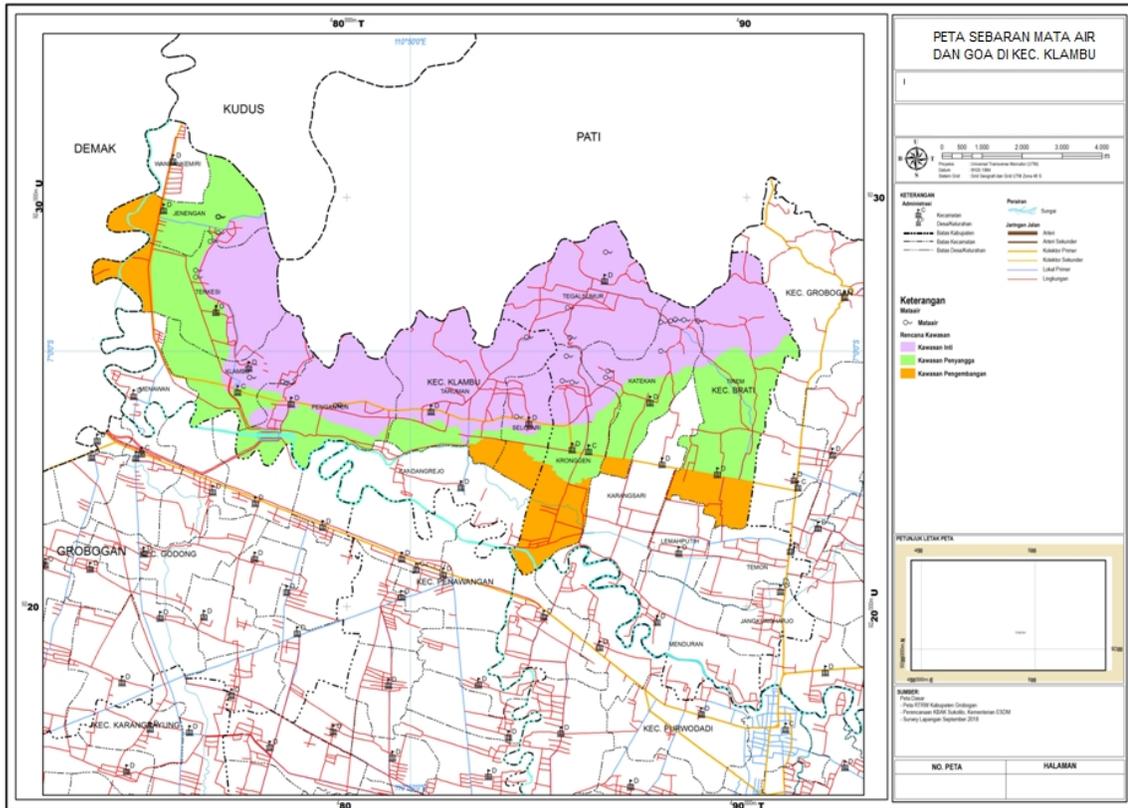
Desa	Kasifikasi Zona	Luas (ha)	% Terhadap Luas Desa
Jenengan	Zona inti sesuai dengan Permen ESDM	61,79	12,7
Klambu		248,79	48,5
Penganten		472,03	62,7
Selojari		160,12	52,4
Taruman		829,12	82,1
Terkesi		437,56	49,2
Jenengan	Zona Peyangga yang ditentukan di lapangan (berbatasan langsung dengan KBAK)	321,66	66,1
Klambu		263,81	51,5
Penganten		280,39	37,3
Selojari		59,81	19,6
Taruman		134,54	13,3
Terkesi		331,74	37,3

Sumber: Hasil Analisis, 2019



Gambar 3. Peta Pembagian Zona

Sumber: Hasil Analisis, 2019



Gambar 4. Peta Sebaran Mata Air
 Sumber: Hasil Analisis, 2019

Tabel 2. Penggunaan Lahan Di Kawasan Inti.

Desa	Zona	Guna Lahan	Luas (Ha)	Desa	Zona	Guna Lahan	Luas (Ha)
Jenengan	Inti	Permukiman	15,15	Jenengan	Peyangga	Permukiman	23,619
		Ladang/Tegalan	44,34			Ladang/Tegalan	16,6137
		Kebun/Hutan	1,28			Kebun/Hutan	3,0468
		Sawah Irigasi	1,02			Sawah Irigasi	380,8899
Klambu	Inti	Semak Belukar	58,49	Klambu	Peyangga	Tanah Kosong	0,6177
		Permukiman	44,23			Kebun/Hutan	1,4584
		Sawah Irigasi	31,83			Permukiman	14,3025
		Sawah Tadah Hujan	10,86			Tanah Kosong	0,3687
		Ladang/Tegalan	50,94			Sawah Irigasi	247,6806
		Tanah Kosong	0,41			Semak Belukar	20,1281
		Kebun/Hutan	52,03			Permukiman	14,6485
Penganten	Inti	Semak Belukar	95,58	Pengan- ten	Peyangga	Kebun/Hutan	4,7864
		Sawah Irigasi	98,24			Sawah Irigasi	240,8314
		Sawah Tadah Hujan	0,54			Kebun/Hutan	2,699
		Ladang/Tegalan	31,78			Sawah Irigasi	142,6964
Solojari	Inti	Kebun/Hutan	215,46	Solojari	Peyangga	Permukiman	28,5154
		Permukiman	33,13			Sawah Irigasi	387,6179
		Kebun/Hutan	74,61			Kebun/Hutan	29,4694
		Semak Belukar	47,73			Ladang/Tegalan	6,054
		Permukiman	31,25			Permukiman	0,9838
Solojari	Inti	Sawah Irigasi	4,7	Taruman	Peyangga	Permukiman	0,9075

Desa	Zona	Guna Lahan	Luas (Ha)	Desa	Zona	Guna Lahan	Luas (Ha)
		Ladang/Tegalan	1,83			Kebun/Hutan	0,6169
Taruman	Inti	Semak Belukar	24,17			Sawah Irigasi	179,3459
		Sawah Irigasi	34,58				
		Sawah Tadah Hujan	20,67				
		Permukiman	57,22				
		Kebun/Hutan	568,84				
		Ladang/Tegalan	154,52				
Terkesi	Inti	Semak Belukar	18,19				
		Permukiman	20,83				
		Sawah Irigasi	20,06				
		Kebun/Hutan	92,26				
		Ladang/Tegalan	286,23				
Klambu	Inti	Semak Belukar	58,49				
		Permukiman	44,23				
		Sawah Irigasi	31,83				
		Sawah Tadah Hujan	10,86				
		Ladang/Tegalan	50,94				
		Tanah Kosong	0,41				
		Kebun/Hutan	52,03				

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Kawasan bentang alam seperti telah dijelaskan di atas dapat dikatakan unik dan spesifik. Keunikan hidrologi karst ini terbentuk dari morfologi bentang alam dengan sistem hidrologi berupa jaringan rongga atau celah. Sistem ini ditunjukkan oleh adanya sungai bawah tanah dan munculnya mata air (Endah et al., 2017). Mata air ini di kawasan Klambu banyak yang berada di tengah kawasan Permukiman (permukiman lama yang berkembang disekitar mata air) (lihat Peta Sebaran Mata Air). Mata air ini dimanfaatkan untuk berbagai kegiatan oleh masyarakat mulai untuk menyokong kebutuhan air bersih untuk minum, mandi, cuci, kakus juga untuk mengalir sawah pertanian lahan basah yang banyak berada di kaki bukit karst.



Gambar 4. Sumber Air Permukaan dan Pemanfaatannya di Kawasan KBAK
 Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019

Tabel 3. Analisis Pesandingan Kebijakan Penataan Ruang di Kawasan Kars.

No	RTRWN (PP No.26/2008 Jo Pp 13/2017) (1)	Penetapan Kws. Bentang Alam Karst Kep. Men ESDM No. 17/2018 (2)	RTRWP (Perda Prov. Jateng No. 6/2010) (4)	RTRW Kab. Grobogan (Perda Kab. Grobogan No. 11/2012 (5)
	<p>Pasal 51 (PP 13/2017) Ketentuan huruf c Pasal 51 diubah dan huruf d dihapus, sehingga Pasal 51 berbunyi sebagai berikut: Kawasan lindung nasional terdiri atas: a. kawasan yang memberikan perlindungan terhadap kawasan bawahannya; b. kawasan perlindungan setempat; c. kawasan konservasi; d. dihapus; e. kawasan lindung geologi; dan f. kawasan lindung lainnya. Pasal 52 (1) Kawasan yang memberikan perlindungan terhadap kawasan bawahannya terdiri atas: a. kawasan hutan lindung; b. kawasan gambut; dan c. kawasan resapan air. (2) Kawasan perlindungan setempat terdiri atas: a. sempadan pantai; b. sempadan sungai; c. kawasan sekitar danau atau waduk; dan d. ruang terbuka hijau kota. (3) Kawasan konservasi terdiri atas: a. kawasan suaka alam, yang terdiri atas suaka margasatwa, suaka margasatwa laut, cagar alam, dan cagar alam laut; b. kawasan pelestarian alam, yang terdiri atas taman nasional, taman nasional laut, taman hutan raya, taman wisata alam, dan taman wisata alam laut; c. kawasan taman buru; dan</p>	<p>Pasal 2 Penetapan Kawasan Bentang Alam Karts bertujuan untuk: a. Melindungi KBAK yang berfungsi sebagai pengatur air alami; b. Melestarikan KBAK yang memiliki Keunikan dan nilai ilmiah sebagai objek penelitian bagi pengembangan ilmu pengetahuan. Pasal 3 KBAK merupakan kawasan lindung geologi sebagai bagian kawasan lindung nasional Pasal 14 Pada saat Peraturan Menteri ini mulai berlaku terhadap permukiman yang berada di KBAK sebelum ditetapkan Peraturan Menteri ini tetap dapat digunakan sebagai permukiman sepanjang tidak mengganggu dan merusak nilai keunikan dan fungsi alamiah tata air. Pasal 15 (1) Pada saat peraturan menteri ini mulai berlaku, kawasan perbukitan batu gamping yang telah diklasifikasikan dan/atau ditetapkan oleh gubernur atau bupati/walikota sebagai kawasan karst kelas I tetap berlaku dan wajib disesuaikan menjadi KBAK sesuai dengan peraturan menteri ini; (2) Untuk menyesuaikan menjadi KBAK sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), hasil inventarisasi dan penyelidikan yang dilakukan berdasarkan Keputusan Menteri Energi No. 1436 K/20/MEM/200 tanggal 3 November 2000 tentang pedoman pengelolaan Karst dianggap sebagai hasil penyelidikan sesuai dengan Peraturan menteri ini, gubernur atau bupati/walikota wajib mengusulkan penetapan KBAK kepada menteri.</p>	<p>Pasal 8 (1) Kebijakan pengembangan kawasan lindung sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7 huruf a, meliputi: a. pemeliharaan dan perwujudan kelestarian fungsi dan daya dukung lingkungan hidup; a. pencegahan dampak negatif kegiatan manusia yang dapat menimbulkan kerusakan lingkungan hidup. (2) Strategi Pengembangan Kawasan Lindung Untuk Pemeliharaan Dan Perwujudan Kelestarian Fungsi Dan Daya Dukung Lingkungan Hidup meliputi: a. penetapan kawasan lindung di ruang darat, ruang laut, dan ruang udara, termasuk ruang di dalam bumi; b. mewujudkan kawasan hutan dengan luas paling sedikit 30% (tiga puluh persen) dari luas Daerah Aliran Sungai dengan sebaran proporsional; c. mengembalikan dan meningkatkan fungsi kawasan lindung yang telah menurun akibat pengembangan kegiatan budi daya, dalam rangka mewujudkan dan memelihara keseimbangan ekosistem wilayah; d. mengarahkan kawasan rawan bencana sebagai kawasan lindung. (3) Pencegahan dampak negatif kegiatan manusia yang dapat menimbulkan kerusakan lingkungan hidup: a. menyelenggarakan upaya terpadu untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup; b. melindungi kemampuan lingkungan hidup dari tekanan perubahan dan/atau dampak negatif yang ditimbulkan oleh suatu kegiatan agar tetap mampu mendukung perikehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya;</p>	<p>Pasal 29 Kawasan lindung sebagaimana dimaksud dalam Pasal 28 ayat (1) huruf a terdiri atas: a. kawasan yang memberikan perlindungan kawasan bawahannya; b. kawasan perlindungan setempat; c. kawasan ruang terbuka hijau; d. kawasan suaka alam, pelestarian alam, dan cagar budaya; e. kawasan rawan bencana alam; f. kawasan lindung geologi; dan g. kawasan lindung lainnya. Pasal 35 (1) Kawasan lindung geologi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 29 huruf f terdiri dari : a. kawasan lindung karst; dan b. kawasan imbuhan air tanah. (2) Kawasan lindung karst sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) huruf a merupakan bagian dari bentang alam karst Sukolilo terdapat di : a. Kecamatan Brati; dan b. Kecamatan Grobogan. (3) Kawasan imbuhan air tanah sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) huruf b berupa Cekungan Air Tanah Semarang – Demak. Kawasan strategis dari sudut kepentingan fungsi dan daya dukung lingkungan hidup sebagaimana dimaksud dalam Pasal 47 ayat (2) huruf b berupa kawasan bentang alam karst Sukolilo yang terdapat di: 1. Kecamatan Klambu; 2. Kecamatan Brati; 3. Kecamatan Grobogan; 4. Kecamatan Tawangharjo; 5. Kecamatan Wirosari; dan 6. Kecamatan Ngaringan. Ketentuan umum peraturan zonasi pada kawasan lindung geologi sebagaimana dimaksud ayat (1) huruf f disusun dengan ketentuan: a. kegiatan yang diperbolehkan berupa penyadaran masyarakat tentang manfaat kawasan lindung geologi.</p>

No	RTRWN (PP No.26/2008 Jo Pp 13/2017)	Penetapan Kws. Bentang Alam Karst Kep. Menteri ESDM No. 2641K/40/MEM/2014 (3)	RTRWP (Perda Prov. Jateng No. 6/2010) (4)	RTRW Kab. Grobogan (Perda Kab. Grobogan No. 11/20012 (5))
	<p>d. kawasan konservasi di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil, yang terdiri atas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. kawasan konservasi pesisir dan pulau-pulau kecil yang meliputi suaka pesisir, suaka pulau kecil, taman pesisir, dan taman pulau kecil; 2. kawasan konservasi maritim yang meliputi daerah perlindungan adat maritim dan daerah perlindungan budaya maritim; dan kawasan konservasi perairan. <p>(4) Kawasan lindung geologi terdiri atas:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. kawasan cagar alam geologi; dan b. kawasan yang memberikan perlindungan terhadap air tanah. <p>(5) Kawasan lindung lainnya terdiri atas:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. cagar biosfer; b. ramsar; c. cagar budaya; d. kawasan perlindungan plasma nutfah; e. kawasan pengungsian satwa; dan f. kawasan ekosistem mangrove. <p>PP No. 26 Tahun 2008, Pasal 60 ayat (2) (pasal ini tidak mengalami perubahan seperti tersebut di PP 13/2017) Kawasan keunikan bentang alam diatas ditetapkan dengan kriteria:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. memiliki bentang alam gumuk pasir pantai; b. memiliki bentang alam berupa kawah, kaldera, maar, leher vulkanik, dan gumuk vulkanik; c. memiliki bentang alam goa; d. memiliki bentang alamngarai/lembah; e. memiliki bentang alam kubah; atau f. memiliki bentang alam karst. <p>Ketentuan Pasal 110 ditambahkan 1 (satu) huruf, yakni huruf d, sehingga berbunyi sebagai berikut: Pasal 110 Peraturan zonasi untuk kawasan peruntukan pertambangan disusun dengan memperhatikan: Huruf d. pengaturan kawasan tambang dengan memanfaatkan kawasan karst sesuai daya dukung ekosistem karst.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Menetapkan KBAK Sukolilo yang dituangkan dalam lembar peta sebagaimana tercantum dalam Lampiran I yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Keputusan Menteri ini dan dalam bentuk digital dengan skala 1:50.000; 2) KBAK Sukolilo sebagaimana dimaksud dalam diktum kesatu meliputi daerah: <ol style="list-style-type: none"> a. Kabupaten Pati yang meliputi Kec. Sukolilo, Kec. Kayen dan Kecamatan Tambak Kromo; b. Kabupaten Grobogan yang meliputi Kec. Brati, Kec Grobogan, Kec. Tawangharjo, kec.Wirosari dan Kec. Ngaringan; c. Kabupaten Blora yang meliputi Kec. Todanan dan Kunduran. <p>Dengan uraian tatanan geologi dan fungsi hidrologi sebagaimana tercantum dalam lampiran II yang merupakan bagian tang tidak terpisahkan dari keputusan menteri ini</p> 3) KBAK Merupakan kawasan lindung geologi sebagai bagian kawasan lindung nasional; 4) KBAKSukolilo menjadi dasar bagi gubernur dan bupati/walikota sesuai dengan kewenangannya untuk menyusun rencana tata ruang wilayah provinsi dan kabupaten kota 	<ol style="list-style-type: none"> c. melindungi kemampuan lingkungan hidup untuk menyerap zat, energi, dan/atau komponen lain yang dibuang ke dalamnya. d. mencegah terjadinya tindakan yang dapat secara langsung atau tidak langsung menimbulkan perubahan sifat fisik lingkungan yang mengakibatkan lingkungan hidup tidak berfungsi dalam menunjang pembangunan yang berkelanjutan; e. mengendalikan pemanfaatan sumber daya alam secara bijaksana untuk menjamin kepentingan generasi masa kini dan generasi masa depan; f. mengelola sumber daya alam tak terbarukan untuk menjamin pemanfaatannya secara bijaksana dan sumber daya alam yang terbarukan untuk menjamin kesinambungan ketersediaannya dengan tetap memelihara dan meningkatkan kualitas nilai serta keanekaragamannya; g. mengembangkan kegiatan budidaya yang mempunyai daya adaptasi bencana di kawasan rawan bencana. <p>Pasal 31 Kawasan lindung sebagaimana dimaksud dalam Pasal 30, meliputi:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. kawasan yang memberi perlindungan terhadap kawasan bawahannya; b. kawasan perlindungan setempat; c. kawasan suaka alam, kawasan pelestarian alam, dan kawasan cagar budaya; d. kawasan rawan bencana alam; e. kawasan lindung geologi; f. kawasan lindung lainnya. <p>Pasal 60 Kawasan lindung geologi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 31 huruf e, terdiri dari:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. kawasan lindung kars; b. kawasan cagar alam geologi; c. kawasan imbuhan air. <p>Pasal 61 Kawasan lindung kars sebagaimana dimaksud dalam Pasal 60 huruf a adalah kawasan kars Sukolilo meliputi Kabupaten Pati, Kabupaten Grobogan, Kabupaten Blora; kawasan kars Pracimantoro Kabupaten Wonogiri; kawasan kars Gombong Kabupaten Kebumen, Kabupaten Banyumas.</p>	<ol style="list-style-type: none"> b. kegiatan yang diperbolehkan dengan syarat berupa pendirian bangunan yang menunjang kegiatan pendidikan, penelitian, dan wisata geologi; c. kegiatan yang tidak diperbolehkan meliputi: 1. tidak diperbolehkan melakukan kegiatan yang mengubah bentuk geologi tertentu yang mempunyai manfaat untuk pengembangan ilmu pengetahuan; 2. tidak diperbolehkan melakukan kegiatan yang mengganggu kelestarian lingkungan di sekitar wilayah dengan bentuk geologi tertentu; dan 3. tidak diperbolehkan melakukan kegiatan yang mengganggu dan/atau menimbulkan dampak negatif bentang alam. <p>Kawasan strategis dari sudut kepentingan fungsi dan daya dukung lingkungan hidup sebagaimana dimaksud dalam Pasal 47 ayat (2) huruf b berupa kawasan bentang alam karst Sukolilo yang terdapat di:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kecamatan Klambu; 2. Kecamatan Brati; 3. Kecamatan Grobogan; 4. Kecamatan Tawangharjo; 5. Kecamatan Wirosari; dan 6. Kecamatan Ngaringan. <p>Ketentuan umum peraturan zonasi kawasan strategis dari sudut kepentingan fungsi dan daya dukung lingkungan hidup sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. kegiatan yang diperbolehkan berupa pembuatan sumur-sumur resapan; b. kegiatan yang diperbolehkan bersyarat berupa kegiatan percepatan rehabilitasi lahan; dan c. kegiatan yang tidak diperbolehkan berupa kegiatan selain sebagaimana dimaksud pada huruf a dan huruf b

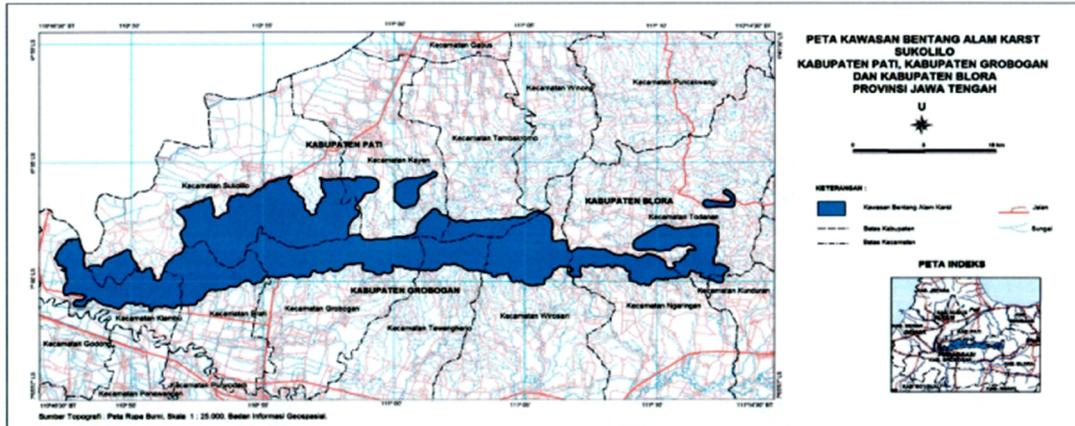
No	RTRWN (PP No.26/2008 Jo Pp 13/2017)	Penetapan Kws. Bentang Alam Karst Kep. Menteri ESDM No. 17/2018	RTRWP (Perda Prov. Jateng No. 6/2010)	RTRW Kab. Grobogan (Perda Kab. Grobogan No. 11/200
<u>Poin – poin arahan kebijakan</u>	<p>1) Kawasan Bentang Alam Karst (KBAK) sesuai dalam RTRWN ditetapkan sebagai kawasan lindung geologi dan kawasan yang memiliki keunikan bentang alam sebagai bagian dari kawasan cagar alam geologi dalam kawasan lindung geologi.</p> <p>2) Kebijakan RTRWN mengarahkan bahwa dalam perencanaan tata ruang kawasan karst harus memperhatikan:</p> <p>1) Kawasan karst yang masuk dalam kawasan lindung geologi: pemanfaatannya bagi pelindungan bentang alam yang memiliki ciri langka untuk pengembangan ilmu pengetahuan, budaya, dan/ atau pariwisata; dan/atau</p> <p>2) Kawasan karst yang tidak masuk dalam kawasan lindung dan masuk dalam kawasan budidaya (tambang), maka harus memperhatikan peraturan zonasi untuk kawasan peruntukan pertambangan bahwa pengaturan kawasan tambang dengan memanfaatkan kawasan karst sesuai daya dukung ekosistem karst.</p>	<p>1) Tujuan Perlindungan KBAK adalah untuk</p> <p>a. Melindungi fungsi pengatur air alami;</p> <p>b. Melestarikan Keunikan dan nilai ilmiah sebagai objek penelitian bagi pengembangan ilmu pengetahuan.</p> <p>2) KBAK merupakan kawasan lindung geologi sebagai bagian kawasan lindung nasional</p> <p>3) permukiman yang berada di KBAK sebelum ditetapkannya Peraturan Menteri ini tetap dapat digunakan sebagai permukiman dengan syarat tidak mengganggu dan merusak nilai keunikan dan fungsi alamiah tata air.</p> <p>4) Kawasan pegunungan kapur klasifikasi 1, wajib disesuaikan dengan KBAK</p>	<p>(1) Kebijakan pengembangan kawasan lindung untuk:</p> <p>b. pemeliharaan dan perwujudan kelestarian fungsi dan daya dukung lingkungan hidup;</p> <p>b. pencegahan dampak negatif kegiatan manusia yang dapat menimbulkan kerusakan lingkungan hidup.</p> <p>(2) KBAK berfungsi sebagai lindung geologi;</p> <p>(3) Kawasan lindung geologi, terdiri dari:</p> <p>a. kawasan lindung kars;</p> <p>b. kawasan cagar alam geologi;</p> <p>c. kawasan imbuhan air.</p>	<p>1) KBAK Sukolilo di Kabupaten Grobogan berfungsi sebagai kawasan lindung geologi;</p> <p>2) Kawasan Lindung Geologi terdiri dari :</p> <p>a) kawasan lindung karst; dan</p> <p>b) kawasan imbuhan air tanah</p> <p>3) Kawasan lindung karst dan imbuhan air dengan memperhatikan ketentuan Peraturan Menteri ESDM No. 17 Tahun 2012 dan No. 2641K/40/MEM/2014; berada di</p> <p>1. Kecamatan Klambu;</p> <p>2. Kecamatan Brati;</p> <p>3. Kecamatan Grobogan;</p> <p>4. Kecamatan Tawangharjo;</p> <p>5. Kecamatan Wirosari; dan</p> <p>6. Kecamatan Ngaringan.</p> <p>4)</p>

Sumber:

1. (Indonesia, 2008)
2. (Indonesia, 2017)
3. (Menteri ESDM, 2012)
4. (Menteri ESDM, 2014)
5. (Tengah, 2010)
6. (Kabupaten Grobogan, 2012)

LAMPIRAN I
 KEPUTUSAN MENTERI ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL
 REPUBLIK INDONESIA
 NOMOR : 2641 K/40/MEM/2014
 TANGGAL : 16 Mei 2014
 TENTANG
 PENETAPAN KAWASAN BENTANG ALAM KARST SUKOLILO

PETA KAWASAN BENTANG ALAM KARST SUKOLILO



Salinan sesuai dengan aslinya
 KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL
 Kepala Biro Hukum,

Susyanto
 Susyanto

MENTERI ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL
 REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

JERO WACIK

LAMPIRAN II
 KEPUTUSAN MENTERI ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL
 REPUBLIK INDONESIA
 NOMOR : 2641 K/40/MEM/2014
 TANGGAL : 16 Mei 2014
 TENTANG
 PENETAPAN KAWASAN BENTANG ALAM KARST SUKOLILO

URAIAN TATANAN GEOLOGI DAN HIDROLOGI KAWASAN BENTANG ALAM KARST SUKOLILO

WILAYAH	LUAS (Km ²)	URAIAN	KETERANGAN
Kabupaten Pati: 1. Kecamatan Sukolilo 2. Kecamatan Kayen 3. Kecamatan Tambakromo	71,80	- Kawasan Bentang Alam Karst dibentuk oleh batu gamping terumbu Formasi Bulu. Di bagian bawah Formasi Bulu terdapat Formasi Ngrayong dan Formasi Tawun.	1. Inventarisasi bersifat rinci; 2. Salah satu mata air permanen di Kabupaten Pati antara lain mata air Beduren (Kecamatan Sukolilo); 3. Salah satu goa berair yang terdapat di Kabupaten Pati antara lain Goa Banyu Sumerup (Kecamatan Sukolilo).
Kabupaten Grobogan: 1. Kecamatan Klambu 2. Kecamatan Brati 3. Kecamatan Grobogan 4. Kecamatan Tawangharjo 5. Kecamatan Wirosari, dan 6. Kecamatan Ngaringan	112,20	- Kawasan Bentang Alam Karst terdiri atas eksokarst dan endokarst. - Eksokarst terdiri atas: Bukit Karst dengan bentuk kerucut, membulat, menara, dan/atau bentukan lainnya, Dolina, Telaga, dan Mata Air Permanen.	1. Inventarisasi bersifat rinci; 2. Salah satu mata air di Kabupaten Grobogan antara lain Mata Air Widuri (Kecamatan Tawangharjo); 3. Salah satu goa berair yang terdapat di Kabupaten Grobogan antara lain: Goa Urang (Kecamatan Tawangharjo).
Kabupaten Blora : 1. Kecamatan Todanan 2. Kecamatan Kunduran	16,79	- Endokarst terdiri atas: Gua berair yang disertai dengan adanya speleotem. Disamping itu gua berair diperkirakan terhubung dengan aliran sungai bawah tanah.	1. Inventarisasi bersifat rinci; 2. Salah satu mata air di Kabupaten Blora antara lain: Mata Air Kajengan (Kecamatan Todanan); 3. Salah satu goa berair yang terdapat di Kabupaten Blora antara lain: Goa Macan (Kecamatan Todanan).

		- Kawasan Bentang Alam Karst ditetapkan berdasarkan kemunculan eksokarst dan endokarst, serta mempertimbangkan kawasan perbukitan batu gamping yang telah diklasifikasikan dan/atau ditetapkan oleh gubernur atau bupati/walikota sebagai kawasan karst Kelas I sebagaimana dimaksud dalam Pasal 15 Peraturan Menteri ESDM Nomor 17 Tahun 2012 tentang Penetapan Kawasan Bentang Alam Karst.	
--	--	--	--

Salinan sesuai dengan aslinya
KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL
Kepala Biro Hukum,


Susyanto

MENTERI ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL
REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

JERO WACIK

Komponen lain yang harus diperhatikan dalam penyusunan KUPZ yang bisa digunakan untuk mengarahkan pemanfaatan kawasan, selain kajian kebijakan adalah pemahaman akan perkiraan dampak dari kegiatan yang sudah ada di KBAK. Upaya perlindungan kawasan karst membutuhkan kesadaran dan pemahaman tentang karakter KBAK dan keinginan untuk melindungi sumber daya alam di dalamnya untuk keberlanjutan kehidupan. Hal ini karena kegiatan sehari-hari di KBAK dapat mencemari air tanah yang menjadi sandaran banyak orang untuk pemenuhan kebutuhan air sehari-hari.

Perlindungan untuk menjaga kelestarian bentang alam juga merupakan komponen penting dalam upaya perlindungan. Area permukaan tanah sampai kedalaman beberapa meter ke bawah adalah area yang menyumbangkan air bagi akuifer. Area ini sangat penting untuk dilindungi dari kegiatan yang merusak (Zokaites, 1997). Selain alasan sumber air, kawasan karst juga menawarkan sumber daya mineral, ekologi dan menyimpan sejarah budaya bermukim manusia (Veni et al., 2001). Di Indonesia kawasan karst juga diyakini menyimpan potensi penting dari sisi sosial-ekonomi dan ilmu pengetahuan, bahkan kawasan karst memiliki fungsi hidrologi yang sangat penting dalam mendukung kelangsungan kehidupan makhluk hidup di atasnya tidak hanya untuk mendukung kehidupan manusia (Oktariadi & Tarwedi, 2011).

Pentingnya upaya pelestarian karst ini dalam ranah pemanfaatan ruang sudah diatur dalam Peraturan Pemerintah No. 26 Tahun 2008 Jo No. 13 Tahun 2017 tentang RTRWN. Kawasan karst dalam peraturan pemerintah ini ditetapkan sebagai kawasan Lindung Geologi.

Lahan merupakan bagian dari bentang alam (landscape) yang di dalamnya terdiri atas iklim, topografi atau relief, kondisi hidrologi, keadaan vegetasi alami (natural vegetation) yang semuanya secara potensial akan berpengaruh terhadap penggunaan lahan (FAO, 1976 dalam Arsyad, 1989). Berdasarkan pada pengertian tersebut, maka pengelolaan lahan akan sangat dipengaruhi oleh hal-hal yang terwadahi di dalamnya. Tidak semua jenis pemanfaatan lahan dapat dilakukan di kawasan karst (Cahyadi, 2014). Meskipun demikian, evaluasi kemampuan lahan di kawasan karst perlu dimodifikasi agar dapat mengakomodasi perlindungan terhadap sumber air berupa telaga, mataair dan airtanah (Cahyadi dkk, 2012). Cahyadi dkk. (2012) menambahkan bahwa modifikasi tersebut sangat penting mengingat sumber-sumber air tersebut merupakan komponen terpenting bagi kehidupan masyarakat di kawasan karst, yang sering mengalami bencana kekeringan. Penduduk daerah karst juga perlu menyadari dampak dari kegiatan sehari-hari juga akan mempengaruhi kualitas air tanah dan ekosistem yang rapuh di kawasan karst mereka (Zokaites, 1997)

Dari hasil kajian kebijakan seperti yang tercantum pada tabel 3, terdapat beberapa poin penting dari kebijakan tersebut yang harus dijadikan pengarah pada penetapan ketentuan umum aturan zonasi di kawasan karst Kabupaten Grobogan. Poin-poin penting dari kebijakan di atas antara lain:

- 1) Kawasan karst kabupaten grobogan merupakan bagian KBAK Sukolilo yang ditetapkan sebagai kawasan Lindung geologi;
- 2) Kawasan Karst Kabupaten Grobogan merupakan bagian dari KBAK yang meliputi:
 - a. **Kecamatan Klambu;**
 - b. Kecamatan Brati;
 - c. Kecamatan Grobogan;
 - d. Kecamatan Tawangharjo;
 - e. Kecamatan Wirosari; dan
 - f. Kecamatan Ngaringan.
- 3) Fungsi KBAK sebagai kawasan lindung geologi adalah untuk perlindungan fungsi pengatur air alami dan untuk pelestarian keunikan dan nilai ilmiah untuk pengembangan ilmu pengetahuan;
- 4) Kawasan lindung geologi di Kabupaten Grobogan berupa:
 - a. kawasan lindung karst;
 - b. kawasan imbuhan air.
- 5) Arahan zonasi untuk kawasan karst dari peraturan perundangan yang berlaku:

- a. kegiatan pengembangan ilmu pengetahuan, budaya, dan/ atau pariwisata, pengembangan sumur resapan di kawasan karst diperbolehkan;
- b. peruntukan permukiman eksisting di KBAK, tetap bisa dimanfaatkan sepanjang tidak mengganggu dan merusak nilai keunikan dan fungsi alamiah tata air di kawasan Karst (kategori boleh bersyarat)
- c. Peruntukan selain peruntukan kegiatan di poin a dan b tidak diperbolehkan di kawasan karst.

Temuan arahan kebijakan/perauran perundangan yang berkaitan langsung dengan pemanfaatan dan pengelolaan KBAK di atas merupakan satu bagian dari komponen yang harus dipertimbangkan dalam penentuan KUPZ. Poin-poin penting di atas, akan memberikan peluang dan sekaligus arahan bagi kabupaten grobogan untuk bisa menggunakan/memanfaatkan kawasan KBAK tanpa mengganggu fungsi lindungnya. Hal ini sangat menjadi penting untuk diperhatikan mengingat KBAK merupakan lansekap yang menyimpan aliran bawah tanah dan akuifer yang mensuplai sumber air sumur dan mata air. Air sumur dan mata air ini merupakan komponen sumber kehisapan yang utama bagi digunakan masyarakat yang hidup di KBAK.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang bisa diambil dari hasil kajian kebijakan pemanfaatan kawasan karst di Kabupaten grobogan adalah:

- 1) Kawasan karst Kabupaten Grobogan merupakan bagian dari kawasan lindung geologi dan kawasan lindung nasional;
- 2) Kawasan betang alam karst di Kabupaten Grobogan masih bisa dimanfaatkan untuk kegiatan penelitian untuk pengembangan ilmu, budaya, pariwisata dan permukiman (eksisting) dengan syarat tidak mengganggu fungsi tata air alami dan tidak mengganggu keunikan bentang alam.

4.2. Saran

Saran yang diberikan dari kajian ini:

- 1) Kajian ini perlu didampingi kajian perkiraan dampak dari kegiatan eksisting yang ada di kawasan inti maupun peyangga, untuk melengkapi ketentuan bersyarat.
- 2) Hasil kajian ini dapat digunakan sebagai pertimbangan awal dalam penyusunan KUPZ RTRW kabupaten Grobogan.

- 3) Keberlanjutan fungsi penting dari kawasan karst membutuhkan kesadaran dan komitmen bersama untuk menjaga kelangsungan fungsi tata air alami.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Adji, T. (2006). Peranan Geomorfologi Dalam Kajian Kerentanan Air Bawah Tanah Karst
Citation : Gunung Sewu , Indonesian Cave and Karst Journal , Vol 2 , No 1 , April 2006.
Indonesian Cave and Karst Journal, 2(1), 64–74.
- Cahyadi, A. (2014). Chapter 9 Sumberdaya Lahan Kawasan Karst Gunungsewu. In *Ekologi Lingkungan Kawasan Karst Indonesia: Menjaga Asa Kelestarian Kawasan Karst Indonesia* (pp. 1–13). Penerbit Deepublish.
- Cahyadi, A., & Ayuningtyas, E. A. (2013). Urgensi Pengelolaan Sanitasi Dalam Upaya Konservasi Sumberdaya Air Di Kawasan Karst Gunungsewu Kabupaten Gunungkidul.
Indonesian Journal of Conservation, 2(1), 23–32.
- Endah, R., Yoseph, B., Sukiyah, E., & Setiawan, T. (2017). Karakteristik Sistem Hidrogeologi Karst Berdasarkan Analisis Hidrokimia Di Teluk Mayalibit , Raja Ampat.
Bulletin of Scientific Contribution, 15(3), 217–222.
- Falah, A. B. R., & Adiardi, A. Z. (2011). *MENGENAL FUNGSI KAWASAN KARST DAN UPAYA*. Retrieved from <https://speleoside.wordpress.com/2011/11/27/mengenal-fungsi-kawasan-karst-dan-upaya-perlindungannya/>
- Fidel, J., McCarthy, K., & Murray, S. (2013). Conservation Zoning Districts. In *Community Strategies for Vermont's Forests and Wildlife: A Guide for Local Action*.
- Menteri ESDM. (2012). *Peraturan Menteri ESDM No. 12 Tahun 2012.PDF*. Retrieved from <https://jdih.esdm.go.id/peraturan/Permen ESDM 17 2012.pdf>
- Oktariadi, O., & Tarwedi, E. (2011). Klasifikasi kars untuk kawasan lindung dan kawasan budi daya: Studi Kasus Kars Bukit Bulan Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi. *Jurnal Lingkungan Dan Bencana Geologi*, 2(1), 1–19.
- Pemerintahan Indonesia (2008). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2008 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional Dengan* (Vol. 49, pp. 1–12). Retrieved from <http://ditjenpp.kemenkumham.go.id/arsip/ln/2017/pp13-2017bt.pdf>
- Pemerintahan Indonesia (2017). *PP No 13 Tahun 2017 Perubahan Atas Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 2008 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional* (pp. 1–51).. Retrieved from <http://ditjenpp.kemenkumham.go.id/arsip/ln/2017/pp13-2017bt.pdf>
- Pemerintahan Indonesia (2010). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2010 Tentang Penyelenggaraan Penataan Ruang*. Retrieved from jdih.pu.go.id
- Kabupaten Grobogan. (2012). *Peraturan Daerah Kabupaten Grobogan Nomor 7 Tahun 2012 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Grobogan Tahun 2011 - 2031*.
- Menteri ESDM. (2012). *Peraturan Menteri ESDM No. 12 Tahun 2012.PDF*. Retrieved from <https://jdih.esdm.go.id/peraturan/Permen ESDM 17 2012.pdf>
- Pemerintahan Jawa Tengah. (2010). *Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 6 Tahun 2010 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Jawa Tengah Tahun 2009 – 2029*. Retrieved from <http://ditjenpp.kemenkumham.go.id/files/ld/2010/ProvinsiJawaTengah-2010-6.pdf>
- Priyano, Amin, C., & Jauhari, A. (2016). Strategi Adaptasi Masyarakat Terhadap Bencana Kekeringan Di Kawasan Karst. *Prosiding Seminar Nasional Geografi UMS 2016 Upaya Pengurangan Risiko Bencana Terkait Perubahan Iklim*, 323–333.

- Tengah, P. P. J. (2010). *Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 6 Tahun 2010 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Jawa Tengah Tahun 2009 – 2029*. Retrieved from <http://ditjenpp.kemenkumham.go.id/files/ld/2010/ProvinsiJawaTengah-2010-6.pdf>
- Urich, P. B. (2002). Land use in karst terrain: Review of impacts of primary activities on temperate karst ecosystems. In *Science for Conservation*.
- Veni, G., DuChene, H., Crawford, N. C., Groves, C. G., Huppert, G. N., Kastning, E. H., Wheeler, B. J. (2001). Living with karst. In *Agri Environmental Awareness Series*. <https://doi.org/PNR61>
- Zokaite, C. (1997). *Living on Karst*. Cave Conservancy of the Virginias.