

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Kars

2.1.1 Pengertian Kawasan Kars

2.1.1.1 Pengertian berdasarkan para ahli

Kars istilah dalam bahasa Jerman yang merukan kata turunan dari bahasa Slovenia (Kars) berarti lahan gersang dan berbatu. Di negara asalnya kata kars sebenarnya tidak berkaitan dengan batugamping dan proses pelarutan. Kemudian kars telah diadopsi untuk istilah bentukan lahan hasil proses pelarutan (Haryono,2009).

Pengertian kars berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) yaitu daerah yang terdiri atas batuan kapur yang berpori sehingga air di permukaan tanah selalu merembes dan menghilang ke dalam tanah (permukaan tanah selalu gundul karena kurang vegetasi).

Ford dan Williams (1989) dalam Haryono (2009) mendefinisikan kars sebagai medan dengan kondisi hidrologi yang khas sebagai akibat dari batuan yang mudah larut dan mempunyai porositas sekunder yang berkembang baik.

Kars dicirikan oleh:

1. terdapatnya cekungan tertutup dan atau lembah keringn dalam berbagai ukuran dan bentuk,
2. langkanya atau tidak terdapatnya drainase/sungai permukaan, dan
3. terdapatnya goa dari sistem drainase bawah tanah.

Kawasan kars merupakan kawasan berbatuan karbonat yang memiliki kandungan air berlimpah. Pada saat musim hujan, air dalam jumlah banyak tertampung pada telaga-telaga, sedangkan saat musim kemarau, air banyak terdapat di bawah permukaan tanah (sungai bawah tanah) dan mata air sungai bawah tanah (*Indonesian Scientific Kars Forum, 2008*).

Darsoprajitno (2007) dalam Maulana (2011) menjelaskan bahwa batugamping adalah batuan endapan yang terbentuk di dasar lautan dan disusun oleh berbagai cangkang binatang laut dalam kurun waktu jutaan tahun. Melalui

proses geologi, akhirnya endapan batugamping tersebut terangkat ke permukaan laut dan membentuk daratan atau pegunungan batugamping. Selanjutnya oleh kegiatan air yang umumnya air hujan yang mengandung senyawa CO_2 , terjadilah proses kimiawi hingga membentuk rongga berbagai bentuk dan ukuran dalam kurun waktu ribuan tahun atau lebih.

Indonesian Scientific Kars Forum (2008) mengulas bahwa kars tidak hanya terjadi di daerah berbatuan karbonat, tetapi terjadi juga di batuan lain yang mudah larut dan mempunyai porositas sekunder (kekar dan sesar intensitif), seperti batuan gipsum dan batu luas. Kars yang banyak dijumpai adalah kars yang berkembang di batuan karbonat. Potensi batu kapur di Indonesia sangat besar dan tersebar hampir merata di seluruh kepulauan Indonesia. Batugamping secara kimia terdiri atas kalsium karbonat (CaCO_3) dan di alam tidak dan jarang pula dijumpai batu kapur magnesium. Kadar magnesium yang tinggi mengubah batu kapur menjadi batu kapur dolomitan dengan komposisi kimia $\text{CaCO}_3\text{MgCO}_3$. Selain magnesium batu kapur kerap kali tercampur dengan lempung, pasir, bahkan jenis mineral lain. Pada umumnya batu kapur yang padat dan keras mempunyai 2 jenis berat, selain yang pejal (masif) dijumpai pula batu kapur yang berlubang-lubang (porus). Batuan kapur sendiri mempunyai beberapa warna yang bervariasi dari putih susu, abu-abu tua, coklat, merah, bahkan hitam, kesemuanya disebabkan karena jumlah dan jenis pengotor yang ada. Contohnya warna merah disebabkan oleh mangan, oksida besi, sedangkan hitam karena zat organik.

2.1.1.2 Pengertian berdasarkan kebijakan

Dalam peraturan Menteri Energi dan Sumberdaya Mineral Republik Indonesia Nomor 17 tahun 2012 tentang Penetapan Kawasan Bentang Alam Kars (KBAK).

1. Kars adalah bentang alam yang terbentuk akibat pelarutan air pada batugamping dan/atau dolomit.
2. KBAK adalah Kars yang menunjukkan bentuk eksokars dan tertentu endokars tertentu.

3. Mata air permanen adalah mata air yang selalu mengalir sepanjang tahun.
4. Bukit kars adalah bukit dengan bentuk kerucut (*conical*), membulat (*sinusoida*), menara (*tower*), meja (*table*) dan/atau bentukan lainnya.
5. Dolina adalah lekukan tertutup di permukaan akibat proses pelarutan dan peruntuhan yang memiliki ukuran bervariasi dengan kedalaman antara 2 (dua) sampai dengan 100 (seratus) meter dan diameter antara 10 (sepuluh) sampai 1000 (seribu) meter.
6. Uvala adalah gabungan dari 2 (dua) atau lebih Dolina.
7. Polje adalah gabungan dari 2 (dua) atau lebih Uvala.
8. Telaga adalah Uvala atau Polje yang tergenang air.
9. Sungai bawah tanah adalah sungai yang mengalir di bawah permukaan tanah.
10. Speleotem adalah bentukan hasil proses pelarutan kalsium karbonat (CaCO_3) yang menghiasi bagian dalam gua seperti stalaktit, stalakmit, pilar dan *flowstone*.
11. Akuifer adalah lapisan batuan jenuh air tanah yang dapat menyimpan dan meneruskan air tanah dalam jumlah cukup dan ekonomis.

Bentuk eksokars dan endokars tertentu mempunyai kriteria sebagai berikut:

1. memiliki fungsi ilmiah sebagai obyek penelitian dan penyelidikan bagi pengembangan ilmu pengetahuan;
2. memiliki fungsi sebagai daerah imbuhan air tanah yang mampu menjadi media meresapkan air permukaan ke dalam tanah;
3. memiliki fungsi sebagai media penyimpanan air tanah secara tetap (permanen) dalam bentuk Akuifer yang keberadaannya mencukupi fungsi hidrologi;
4. memiliki mata air permanen; dan
5. memiliki gua yang membentuk sungai atau jaringan sungai bawah tanah.

Bentuk eksokars terdiri atas: mata air permanen, bukit kars, dolina, uvala, polje, dan telaga. Bentuk endokars terdiri atas sungai bawah tanah dan speleoterm.

Peraturan Daerah Kabupaten Grobogan No 7 tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Grobogan tahun 2011-2031. Kawasan lindung

Kars adalah bentukan bentang alam pada batuan karbonat bentukan sangat khas berupa bukit, lembah, dolina, dan gua. Dolina adalah lekukan tertutup dipermukaan kawasan kars yang terjadi akibat proses pelarutan dan atau peruntuhan.

2.1.1.3 Karsifikasi

Merupakan proses pembentukan bentuk lahan kars yang didominasi oleh proses pelarutan. Proses pelarutan batugamping diawali oleh larutannya CO_2 di dalam air membentuk H_2CO_3 . Larutan H_2CO_3 tidak stabil terurai menjadi H^+ dan HCO_3^{2-} . Ion H^+ inilah yang selanjutnya menguraikan CaCO_3 menjadi Ca^{2+} dan HCO_3^{2-} .

Sifat batuan karbonat yang mempunyai banyak rongga pencelahan dan mudah larut dalam air, maka sistem drainase permukaan tidak berkembang dan lebih didominasi oleh sistem drainase bawah permukaan (Haryono,2009).

Karsifikasi dipengaruhi oleh dua kelompok faktor yaitu

1. Faktor pengontrol menentukan dapat tidaknya proses karsifikasi berlangsung. Faktor pengontrol meliputi:
 - a) Batuan mudah larut, kompak, tebal, dan mempunyai banyak rekahan.
 - b) Curah hujan yang cukup (>250 mm/tahun). Batuan terekspos di ketinggian yang memungkinkan perkembangan sirkulasi air/drainase secara vertikal.
2. Faktor pendorong adalah menentukan kecepatan dan kesempurnaan proses karsifikasi. Faktor pendorong , meliputi: temperatur dan penutupan hutan. Batuan yang mengandung CaCO_3 tinggi akan mudah larut, semakin berkembang bentuk lahan kars. Kekompakan kars batuan menentukan kestabilan morfologi kars setelah pelarutan. Apabila batuan lunak, maka setiap kenampakan kars yang terbentuk sepeerti karen dan bukit akan cepat hilang karena proses pelarutan itu sendiri maupun proses erosi dan gerak masa batuan, sehingga kenampakan kars tidak dapat berkembang baik.

2.2 Penambangan

Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 tahun 2011 tentang Pengelolaan Pertambangan Mineral Dan Batubara Di Provinsi Jawa Tengah,

penambangan adalah bagian kegiatan usaha pertambangan untuk memproduksi mineral dan/atau batubara dan mineral ikutannya.

Peraturan Menteri ESDM Nomor 5 Tahun 2017 tentang peningkatan nilai tambah mineral melalui kegiatan pengolahan dan pemurnian mineral di dalam negeri yang dimaksud dengan Mineral Bukan Logam adalah mineral yang unsur utamanya terdiri atas bukan logam, misalnya bentonit, kalsit (batu kapur/gamping), pasir kuarsa, dan lain-lain.

2.3 Potensi Sumberdaya Air

Perbukitan batugamping kawasan memiliki sifat-sifat kawasan kars, yaitu terdapat bentukan bukit dan lembah yang khas akibat proses-proses pelarutan, terdapat gua-gua, aliran sungai bawah tanah, dan mata air. Air hujan yang jatuh di perbukitan akan meresap ke dalam tanah, masuk ke pori dan celah batugamping menjadi aliran pori. Selanjutnya, air mengalir ke tempat yang lebih rendah melalui rekahan dan lorong-lorong besar (gua) maupun kecil, menjadi aliran kanal. Hingga akhirnya, air akan muncul lagi di permukaan tanah di tempat yang lebih rendah menjadi mata air. Fisik dan struktur geologi perbukitan ini, dengan sempurna menyimpan dan memelihara air dalam jumlah dan masa tinggal yang ideal. Maka kawasan ini menjadi sebuah tendon air alam raksasa bagi semua mata air yang terletak di kawasan tersebut. Akuifer yang unik menyebabkan sumberdaya air di kawasan kars terdapat sebagai sungai bawah tanah, mata air, danau dolin/telaga, dan muara sungai bawah tanah (*resurgence*). Kawasan kars ini disinyalir merupakan akuifer yang berfungsi sebagai tendon terbesar keempat setelah dataran alluvial, volkan, dan pantai (BLH,2014).

Mata air epikars, menurut studi Linhua (1996) yang diambil dari Naskah IGRA (BLH,2014), mempunyai kelebihan dalam hal:

1. Kualitas air.

Air yang keluar dari mataair epikars sangat jernih karena sedimen yang ada sudah terperangkap dalam material isian atau rekahan.

2. Debit stabil.

Mata air yang keluar dari mintakat epikars dapat mengalir setelah 2-3 bulan setelah musim hujan dengan debit relatif stabil.

3. Mudah dikelola.

Mata air epikars umumnya muncul di kaki-kaki perbukitan, sehingga dapat langsung ditampung tanpa harus memompa.

Terbentuknya aliran bawah permukaan kars dipengaruhi oleh ketebalan lapisan, tanpa adanya lapisan tebal akan membentuk sirkulasi air secara vertikal. Sirkulasi air secara vertikal ini merupakan syarat karsifikasi. Sirkulasi air vertikal ini akan ada aliran lateral seperti pada sungai-sungai permukaan dan cekungan-cekungan tertutup. Kalau tidak ada sirkulasi air vertikal, hal itu tidak akan terbentuk. Rekanan batuan itu menjadi jalan masuknya air membentuk drainase vertikal dan berkembangnya sungai bawah tanah serta pelarutan yang terkonsentrasi.

Menurut Sulistyorini (2015) penambangan batugamping tidak boleh kurang dari 200 meter dari tepi mata air dan kanan kiri sungai. Analogi antara kegiatan penebangan pohon adalah seperti kegiatan penambangan. Penebangan akan merusak/menghilangkan zona epikars sehingga volume dan waktu tinggal air menjadi berkurang, akibatnya suplai air ke sungai bawah tanah akan kering dan sumber air akan mati.

Sumber daya air di kawasan kars bisa hilang akibat adanya kegiatan penambangan batugamping karena kegiatan penambangan menghancurkan bukit kapur. Bukit-bukit di kawasan kars berguna sebagai tempat menyerap air saat turun hujan, air tersebut mengalir kedalam bawah tanah yang tersimpan didalam sungai bawah tanah, doline/telaga, dan mata air. Saat media penyerapan hilang maka air akan mengalir menjadi limpasan (*run off*), sehingga air yang tersimpan di bawah permukaan air berkurang bahkan menghilang.

Dalam penelitian Ravbar (2015) dengan judul "*The Effectiveness of Protection Policies and Legislative Framework with Special Regard to Kars Landscapes: Insights from Slovenia*", menjelaskan unsur-unsur ekosistem kars, sumberdaya alam dan jasa yang dihasilkan dari kawasan kars. Kawasan kars sangat rentan terhadap kegiatan manusia yang dapat mempengaruhi sistem di

ekosistem kars dan kemungkinan dampaknya yang saling berhubungan. Dampak negatif kegiatan manusia adalah a) kerusakan bentang alam, erosi tanah, dan kerusakan goa; b) Pelarutan proses alteration; c) Pencemaran udara; d) Mengurangi CO₂; e) Menurunkan kualitas dan kuantitas sumber mata air; f) Kerusakan habitat dan kehilangan biodiversitas; g) Penurunan energi dan makanan.

2.4 Hidrogeomorfologi

2.4.1 Konsep Hidrogeomorfologi

Hidrogeomorfologi merupakan suatu studi yang menekankan pada kajian tentang karakteristik air (hidrologi) dengan pendekatan geomorfologi. Kajian dalam geomorfologi yaitu proses bentuk lahan (*landform*) yang membentuk permukaan bumi, yang menekankan pada genesis dan dinamikanya. Bentuk lahan merupakan konfigurasi permukaan bumi yang tercermin pada kekhasan relief, dan dikontrol oleh struktur tertentu, akibat bekerjanya proses-proses geomorfologi pada batuan penyusunnya, dalam skala ruang dan waktu tertentu. Proses geomorfik meninggalkan bekas yang nyata pada bentukan lahan. Setiap proses geomorfik yang berkembang akan mencirikan karakteristik tertentu pada bentukannya, yang tercermin pada tipologi wilayah pesisir kars, dan tentunya akan berpengaruh terhadap karakteristik hidrologi air tanah bebas (Haryono,2009).

Jankowski (2001) dalam Haryono (2009) mengatakan bahwa terdapat tiga komponen utama pada sistem hidrologi kars, yaitu: akuifer, sistem hidrologi permukaan dan sistem hidrologi bawah permukaan. Perbedaan hidrologi di atas permukaan tanah dan di bawah permukaan di daerah kars itu sangat berbeda. Secara batas antara DAS permukaan dan bawah permukaan tidak sama. Sistem atas permukaan mempunyai batas igir-igir di kanan kiri sungai. Sedangkan bawah permukaan yang memiliki kemiringan muka air tanah yang rendah dapat mempunyai banyak jalur dan outlet (mata air). Proses yang terus berjalan

kemudian berkembang proses pelarutan, muka air tanah, mata air dan jalur sungai bawah tanah di akuifer kars juga dapat berubah-ubah menurut waktu.

Di kars, cekungan bawah permukaan dapat diidentifikasi dengan mencari hubungan antara sungai yang tertelan (*swallow holes*) dan mata air. cekungan bawah permukaan ini dapat berkorelasi dengan cekungan aliran air permukaan (DAS) jika jalur-jalur lorong solusional pada bawah permukaan utamanya bersumber pada sungai permukaan yang masuk melalui ponor. Sistem hidrologi di daerah kars didominasi oleh pola *diffuse* dan *conduit*. Di permukaan tanah ada tiga komponen daerah tangkapan air yaitu: dari formasi kars itu sendiri, daerah lain non kars lain yang berdekatan, dan masukan dari bagian atas formasi kars atau masukan langsung secara vertikal. Daerah lain non kars yang berdekatan contohnya aliran allogenic, masukan dari bagian atas formasi kars misalnya sungai yang masuk atau tertelan (*swallow hole*). Saat dan setelah hujan, air hujan sebagian akan terevaporasikan ke alam dan sisanya akan masuk ke akuifer kars sebagai limpasan allogenic, limpasan internal dan infiltrasi rekahan-rekahan kecil (*diffuse infiltration*). Hujan yang masuk harus menjenuhkan tanah dan zona rekahan/epikars sebelum masuk ke zona vadose (Haryono, 2009).

Akuifer di daerah kars adalah suatu formasi geologi yang mampu menyimpan dan mengalirkan air tanah dalam jumlah yang cukup pada kondisi hidraulik gradien tertentu (Acworth, 2001 dalam Haryono, 2009). Diartikan bahwa mampu mensuplai suatu sumur ataupun mata air pada suatu periode tertentu.

Ada dua hal ekstrim pada akuifer kars yaitu adanya sistem *conduit* dan *diffuse* yang hampir tidak terdapat pada akuifer jenis lain (White, 1988 dalam Haryono, 2009). Ada kalanya sesuatu formasi kars didominasi oleh sistem *conduit* dan ada kalanya pula tidak terdapat lorong-lorong conduit tetapi berkembang sistem *diffuse*, sehingga hanya mempunyai pengaruh yang sangat kecil terhadap sirkulasi air tanah kars. Tapi di alam umumnya kombinasi diantara dua elemen tersebut.

2.5 Peraturan Tentang Kawasan Lindung Kars

Untuk Tata kelola Kawasan Bentang Alam Kars di Kawasan Bentang Alam Sukolilo telah diatur dengan perundang-undangan dan peraturan pemerintah baik pusat hingga peraturan pemerintah daerah, tentang pengelolaan dan perlindungan Kawasan Bentang Alam Kars Sukolilo.

2.5.1 Undang-Undang No 32 tahun 2009 tentang Pelindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Dalam Bab I ketentuan umum Pasal 1 yaitu

1. Lingkungan hidup adalah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup termasuk manusia dengan perilakunya, yang mempengaruhi alam itu sendiri, kelangsungan perikehidupan, dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain.
2. Perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup adalah upaya sistematis dan terpadu yang dilakukan untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup dan mencegah terjadinya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup meliputi perencanaan, pemanfaatan, penegndalian, pemeliharaan, pengawasan, dan penegakan hukum.
3. Ekosistem adalah tatanan unsur lingkungan hidup merupakan kesatuan menyeluruh dan saling mempengaruhi dalam membentuk keseimbangan, stabilitas, dan produktivitas lingkungan hidup.
4. Perusakan lingkungan hidup adalah tindakan orang menimbulkan perubahan langsung atau tidak langsung terhadap sifat fisik, imia, dan/atau hayati lingkungan hidup sehingga melampaui kriteria baku kerusakan lingkungan hidup.
5. Kerusakan lingkungan hidup adalah perubahan langsung dan/atau tidak langsung terhadap fisik, kimia, dan/atau hayati lingkungan hidup melampaui kriteria baku kerusakan lingkungan hidup.

6. Kearifan lokal adalah nilai-nilai luhur yang berlaku dalam tata kehidupan masyarakat untuk antara lain melindungi dan mengelola lingkungan hidup secara alami.

Tercantum dalam paragraf 4 yaitu Pasal 21 ayat 2, dan 3 tentang kriteria baku kerusakan lingkungan hidup yaitu:

- a. Ayat 2: Kriteria baku kerusakan lingkungan hidup meliputi kriteria baku kerusakan ekosistem dan kriteria baku akibat perubahan iklim.
- b. Ayat 3: kriteria baku kerusakan ekosistem meliputi
 - a) kriteria baku kerusakan tanah untuk produksi biomasa
 - b) kriteria baku kerusakan terumbu karang
 - c) kriteria baku kerusakan lingkungan hidup yang berkaitan dengan kebakaran hutan dan/atau lahan
 - d) kriteria baku kerusakan mangrove
 - e) kriteria baku kerusakan padaa padang lamun
 - f) kriteria baku kerusakan gambut
 - g) **kriteria baku kerusakan kars** dan/atau.
 - h) kriteria baku kerusakan ekosistem lainnya sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

2.5.2 Undang-Undang No 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang berdasarkan fungsi utama kawasan terdiri atas **kawasan lindung** dan kawasan budidaya.

2.5.3 Peraturan pemerintah Nomor 26 Tahun 2008 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional

- a. Pasal 51 huruf (e) menyatakan bahwa salah satu **kawasan lindung geologi**.
- b. Pasal 52 ayat (5) Kawasan lindung geologi terdiri atas:
 1. **kawasan cagar alam geologi;**
 2. kawasan rawan bencana alam geologi;
 3. kawasan yang memberikan perlindungan terhadap air tanah.
- c. Pasal 53 ayat (1) dinyatakan bahwa Kawasan cagar alam geologi sebagaimana dimaksud dalam:
 1. kawasan keunikan batu dan fosil;

2. **kawasan keunikan bentang alam;**
3. kawasan keunikan proses geologi;
- d. Pasal 60 ayat (2) menyatakan bahwa kawasan keunikan bentang alam sebagaimana yang dimaksud dalam Pasal 53 ayat (1) huruf b ditetapkan dengan kriteria yang salah satunya adalah memiliki:
 1. Memiliki bentang alam gumuk pasir pantai;
 2. Memiliki bentang alam berupa kawah, kaldera, maar, leher vulkanik, dan gumuk vulkanik;
 3. Memiliki bentang alam goa;
 4. Memiliki bentang alam ngarai/lembah;
5. **Memiliki bentang alam kars.**

Salah satu kawasan kawasan lindung geologi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 31 huruf e, adalah kawasan lindung kars. Kawasan lindung kars sebagaimana dimaksud dalam Pasal 60 huruf a adalah **kars Sukolilo Kabupaten Pati, Kabupaten Grobogan, Kabupaten Blora**; kawasan kars Pracimantoro Kabupaten Wonogiri; kawasan kars Gombang Kabupaten Kebumen dan Kabupaten Banyumas.

2.5.4 Peraturan Daerah Nomor 6 Tahun 2010 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Propinsi Jawa Tengah Tahun 2009-2029.

1. Pasal 60 yaitu kawasan lindung geologi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 31 huruf e, terdiri dari; **kawasan lindung kars**, kawasan cagar alam geologi, dan kawasan imbuhan air.
2. Pasal 61 dikatakan: 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 Gombang Kabupaten Kebumen, Kabupaten Banyumas.

Penjelasan Pasal 61 kawasan kars Sukolilo, kawasan kars Pracimantoro Kabupaten Wonogiri, kawasan kars Gombang Kabupaten Kebumen ditetapkan berdasarkan klasifikasi kawasan kars sesuai dengan Keputusan Menteri ESDM

Nomor 1456 K/20?MEM/2000 tentang Pedoman Pengelolaan Kawasan Kars. Kawasan kars Sukolilo telah ditetapkan lebih lanjut dengan Peraturan Gubernur Jawa Tengah Nomor 128 Tahun 2008 tentang Penetapan Kawasan Kars Lindung Sukolilo.

- 2.5.5 Pasal 1 angka (1) Keputusan Menteri Energi dan Sumberdaya Mineral No. 1456/K120/MEM/2000 tentang **Pedoman Pengelolaan Kawasan Kars**, yang dimaksud dengan kawasan kars adalah kawasan batuan karbonat (batugamping dan dolomit) yang memperlihatkan morfologi kars.
- 2.5.6 Keputusan Menteri Energi Sumberdaya mineral Republik Indonesia No. 0398 K/40/MEM/2005 tentang Penetapan Kawasan Kars Sukolilo, yang menyatakan bahwa kawasan Perbukitan Batugamping yang terletak di Kecamatan Sukolilo, Kecamatan Kayen, Kecamatan Tambakkromo Kabupaten Pati dan **Kecamatan Brati, Kecamatan Grobogan, Kecamatan Tawangharjo, Kecamatan Wirosari, Kecamatan Ngaringan di Kabupaten Grobogan**, serta Kecamatan Todanan, di Kabupaten Blora Provinsi Jawa Tengah sebagai Kawasan Kars Sukolilo.
- 2.5.7 Keputusan Menteri Energi dan Sumberdaya Mineral Nomor 2641 K/40/MEM/2014. Kawasan Bentang Alam Kars (KBAK) Sukolilo merupakan Kawasan Lindung Geologi sebagai bagian dari Kawasan Lindung Nasional. Penetapan KBAK Sukolilo sebagai cagar budaya Geologi adalah dengan mempertimbangkan kawasan kars tersebut memiliki komponen geologi yang unik serta merupakan pengatur alami air, tata air tanah serta menyimpan nilai ilmiah.
- 2.5.8 Peraturan Menteri Energi Sumberdaya Mineral Republik Indonesia No. 17 Tahun 2012 tentang Penetapan Kawasan Bentang Alam Kars, mengatur kembali mengenai Kawasan bentang Alam Kars, yaitu huruf (e) Kawasan strategis dari sudut kepentingan fungsi dan daya dukung lingkungan.

Penetapan Bentang Alam Kars bertujuan untuk:

- a. Melindungi Kawasan bentang Alam Kars yang berfungsi sebagai pengatur alami tata air.

- b. Melestarikan Kawasan Bentang Alam Kars yang memiliki keunikan dan nilai ilmiah sebagai obyek penelitian dan penyelidikan bagi pengembangan ilmu pengetahuan: dan
- c. Mengendalikan pemanfaatan Kawasan Bentang Alam Kars

2.5.9 Pasal 103, rencana pengembangan kawasan strategis dari sudut kepentingan fungsi dan daya dukung lingkungan hidup sebagaimana yang dimaksud Pasal 98 huruf e, meliputi; point i) Kawasan Kars Sukolilo

2.5.10 Peraturan Daerah Kabupaten Grobogan No 7 tahun 2012 tentang Rencana Tata ruang wilayah kabupaten Grobogan tahun 2011-2031.

Kawasan lindung Kars adalah bentukan bentang alam pada batuan karbonat bentukan sangat khas berupa bukit, lembah, dolina, dan gua. Dolina adalah lekukan tertutup dipermukaan kawasan kars yang terjadi akibat proses pelarutan dan atau peruntuhan.

Pasal 35 tentang Kawasan Lindung Geologi yang menyebutkan bahwa yang termasuk dalam Kawasan lindung geologi adalah kawasan lindung kars dan kawasan imbuhan air tanah. Kawasan lindung kars merupakan bagian dari bentang alam kars Sukolilo terdapat di Kecamatan Brati dan Kecamatan Grobogan.

Kawasan bentang alam kars Sukolilo merupakan kawasan strategis berfungsi sebagai daya dukung lingkungan hidup. Kawasan strategis dari sudut kepentingan fungsi dan daya dukung lingkungan hidup, yang masuk dalam kawasan bentang alam kars Sukolilo terdapat di Kecamatan Klambu, Kecamatan Brati, Grobogan, Tawangharjo, Wirosari dan Kecamatan Ngaringan.

2.6 Dampak dan Kerusakan

Dampak adalah suatu perubahan yang terjadi sebagai akibat dari aktivitas. Aktivitas tersebut dapat bersifat alamiah, baik kimia, fisik maupun biologi (Soemarwoto, 2003:38)

Berdasarkan Undang-undang nomor 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup pada Bab 1 Pasal 1, kerusakan lingkungan hidup adalah perubahan langsung dan/atau tidak langsung terhadap sifat fisik,

kimia, dan/atau hayati lingkungan hidup yang melampaui kriteria baku kerusakan lingkungan hidup.

Undang-undang nomor 32 tahun 2009 Bab 1 Pasal 1 point 15, kriteria baku kerusakan lingkungan hidup adalah ukuran batas perubahan sifat fisik, kimia, dan/atau hayati lingkungan hidup yang dapat ditenggang oleh lingkungan hidup untuk dapat tetap melestarikan fungsinya.

Sulistyorini (2015) menjelaskan dalam penelitiannya mengenai kerusakan atau degradasi lingkungan hidup di kawasan kars berdasarkan:

1. Penggunaan lahan
2. Hilangnya Bukit Kars
3. Aliran permukaan (*Run Off*) : bagian curah hujan yang mengalir diatas permukaan tanah dan menuju ke sungai, danau dan lautan (Asdak, 2010). Koeffisien run off 0,1 artinya jumlah air yang meresap ke dalam tanah sebesar 90% sedangkan sisanya lolos dan mengalir ke daerah yang lebih rendah. Nilai Koeffisien run off berkisar antara 0,1 – 1, semakin tinggi nilai koeffisien run off maka daerah tersebut rusak. Rusak artinya tidak dapat menyerap air.
4. Kerentanan air tanah: Kerentanan air tanah adalah penurunan kualitas air tanah sebagai akibat masuknya zat pencemar atau kontaminan (Cahyadi et al, 2013).

2.7 Pengelolaan Lingkungan

Soemarwoto (2008) menjelaskan pengelolaan lingkungan hidup diartikan sebagai usaha secara sadar untuk memelihara atau dan memperbaiki mutu lingkungan agar kebutuhan dasar kita dapat terpenuhi dengan sebaik-baiknya. Persepsi tentang kebutuhan dasar, terutama untuk kelangsungan hidup yang manusiawi, tidak sama untuk semua golongan masyarakat dan berubah-ubah dari waktu ke waktu, bahwa pengelolaan lingkungan bersifat lentur.

Menurut Purnaweni (2015) pengelolaan lingkungan hidup merupakan usaha pemanfaatan sumberdaya, namun yang berciri khas yaitu merupakan upaya

terpadu pelestarian fungsi lingkungan hidup meliputi kebijakan penataan, pemanfaatan, pengembangan, pemeliharaan, pemulihan, pengawasan dan pengendalian lingkungan hidup.

Ruang lingkup pengelolaan lingkungan yaitu terdiri dari empat bagian, yang mempunyai ruang lingkup yang luas dan dengan cara yang beraneka pula. Pertama, pengelolaan lingkungan secara rutin. Kedua, perencanaan dini pengelolaan lingkungan suatu daerah yang menjadi dasar dan tuntunan bagi perencanaan pembangunan. Ketiga, ialah perencanaan pengelolaan lingkungan berdasarkan perkiraan dampak lingkungan yang akan terjadi sebagai akibat suatu proyek pembangunan yang sedang direncanakan. Keempat, ialah perencanaan pengelolaan lingkungan untuk memperbaiki lingkungan yang mengalami kerusakan, baik karena sebab alamiah maupun karena tindakan manusia (Soemarwoto, 2008).

Pengelolaan sering juga disebut dengan manajemen, Manajemen menurut James Stoner adalah proses perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, dan pengawasan usaha-usaha para anggota organisasi dan penggunaan sumberdaya lain yang ada dalam organisasi guna mencapai tujuan yang telah ditetapkan (Ranupandojo, 1996: 3). Manajemen terdiri oleh:

2.7.1 Perencanaan adalah pengambilan keputusan tentang apa yang akan dikerjakan, bagaimana mengerjakannya, kapan mengerjakannya, siapa yang akan mengerjakannya, dan bagaimana mengukur keberhasilan pelaksanaannya (Ranupandojo, 1996:11). Banyak faktor berubah dengan cepat sehingga, tanpa membuat rencana kita akan kehilangan kesempatan. Oleh karena itu, rencana harus dibuat, sebab rencana memberi alasan terhadap semua tindakan untuk mencapai tujuan tertentu. Perencanaan dalam pemerintah harus berdasarkan (Ranupandojo, 1996:31) yaitu:

- a. Menetapkan kebutuhan dan permasalahan
- b. Merumuskan falsafah dan aspirasi masyarakat
- c. Menetapkan tujuan dan sasaran
- d. Menetapkan kebijakan-kebijakan
- e. Penyusunan program-program pembangunan
- f. Penentuan perencanaan regional dan sektoral

g. Perencanaan proyek dan pelaksanaannya

h. Merumuskan hasil dan evaluasinya

2.7.2 Pengorganisasian adalah kegiatan untuk mencapai tujuan oleh sekelompok orang, dilakukan dengan membagi-bagi tugas, tanggung jawab, dan wewenang diantara mereka, ditentukan siapa yang menjadi pemimpin dan siapa yang dipimpin, serta saling berintegrasi secara aktif. Pengorganisasian menjembatani kegiatan perencanaan dengan pelaksanaannya, tanpa organisasi suatu rencana tidak dapat dilaksanakan. Ini karena para pelaksana tidak memiliki pedoman kerja yang tegas dan jelas, sehingga tumpang tindih dan kesenjangan akan mewarnai pelaksanaan rencana, hasilnya adalah pemborosan bahkan kegagalan (Ranupandojo,1996:35-36)

2.7.3 Pengendalian (*Controlling*) adalah peristiwa perbandingan antara pelaksanaan dengan rencana yang telah ditetapkan sebelumnya, membuat koreksi-koreksi jika pelaksanaan berbeda atau menyimpang dari rencana(Ranupandojo,1996:169).

Menurut Ranupandojo (1996:17) prasyarat sistem pengendalian sebelum dilaksanakan harus disediakan:

1. Rencana, tanpa rencana pengendalian tidak mungkin dilaksanakan, sebab rencana merupakan unsur yang akan diperbandingkan dengan pelaksanaannya.
2. Struktur organisasi, tujuan pengendalian adalah mengukur aktivitas dan meyakinkan bahwa rencana telah dilaksanakan.

Wilayah kars mempunyai karakteristik hidrologi dan geomorfologi unik, termasuk berkembangnya drainase yang baik dan bentang lahan bawah tanah yang dihasilkan dari proses pelarutan. Bentang alam ini merupakan penghasil air tanah tertinggi di dunia, namun peningkatan populasi manusia berdampak pada eksploitasi besar-besaran dan pencemaran kawasan kars. Wilayah kars dan gua-gua kars merupakan sumber yang penting, mempunyai potensi wilayah yang indah yang bisa menarik sejumlah pengunjung. Kawasan ini juga sempurna untuk kegiatan pendidikan. Kompleksitas wilayah ini sangat rentan sehingga manajemen

lingkungan memerlukan pengelolaan yang komprehensif serta multidisiplin (Waele, 2015).

Asdak (2004) menjabarkan bahwa prinsip pengelolaan lingkungan suatu wilayah dapat dilakukan dengan menggunakan empat indikator yang disebut POAC terdiri dari Planning, Organizing, Actuating dan Controlling.

Pengertian POAC menurut Asdak (2004) dalam Purnaweni (2014) adalah:

1. *Planning* (Perencanaan) adalah kegiatan perencanaan disusun dalam rangka pengelolaan lingkungan secara terpadu terhadap suatu wilayah.
2. *Organizing* (pengorganisasian) yaitu pelaksanaan kegiatan pengelolaan lingkungan suatu wilayah secara efektif dan efisien, dalam arti masing-masing pihak yang terlibat dapat menjalankan tugasnya dengan baik dan bertanggungjawab
3. *Actuating* (pelaksanaan) yaitu program-program yang di rancang harus menunjukkan adanya optimalisasi pemanfaatan sumberdaya alam secara efisien, dorongan pelaksanaan konservasi sumberdaya alam dalam penambangan, meningkatkan peran stakeholder dan kelembagaan masyarakat.
4. *Controlling* (pengawasan) yaitu proses pengawasan, penentuan standar yang akan diwujudkan, menilai kinerja pelaksanaan, dan jika diperlukan mengambil tindakan kolektif, sehingga pelaksanaan dapat berjalan dengan semaksimal mungkin dalam mencapai tujuan pengelolaan lingkungan.