

KARST CITEUREUP UNTUK SUPLEMEN DOKUMEN AMDAL DAN PENAMBANGAN BATUGAMPING

Geni Dipatunggoro

Lab. Geologi Teknik, Jurusan Geologi, FMIPA, Universitas Padjadjaran

ABSTRACT

Karst can be defined as a peculiar and dry landscape developed as a result of dominantly dissolutional erosion of limestone by rain origin water which enter into the limestone and circulate in the underground drainage then resurgent to the surface as springs. The term karst is derived from the Yugoslavian language "kras" meaning "stone", and has a root of Italian place Carso. This term is applied to a relative narrow strip of limestone extending along the northeastern coast of the Adriatic Sea.

The composition of rocks in the investigated area consists of bioclastic Miocene aged limestone of the Kelapanunggal Formation overlying alternating claystone and sandstone belonging to the Cibulakan Formation of the same age.

The Karst developed in investigation areas : 1. Dolines and 2. Kockpit Doline, 3. Swallow Holes, 4. Collapse Cave, 5. Singking Stream and 6. Uvala.

Keyword : Karst

ABSTRAK

Karst dapat didefinisikan sebagai bentang alam yang khas dan kering sebagai akibat dominasi erosi pelarutan batugamping dan bersirkulasi dalam drainase bawah tanah kemudian muncul kembali ke permukaan tanah sebagai mata air. Istilah karst berasal dari bahasa Yugoslavia "kras" yang berarti "batu", dan bersumber dari tempat di Italia yang bernama Carso. Istilah ini digunakan untuk lajur relatif sempit dari plato batugamping yang memanjang searah dengan pantai di sebelah timur-laut Laut Adriatik dimana gejala karst berkembang komprehensif.

Susunan batuan di daerah penyelidikan terdiri dari batugamping bioklastik berumur Miosen dari Formasi Kelapanunggal yang menindih perselingan batulempung dan batupasir dari Formasi Cibulakan yang berumur sama.

Jenis karst yang berkembang di daerah penyelidikan : 1. Dolin dan 2. Dolin kokpit, 3. Lubang telan, 4. Guha Runtuh, 5. Sungai Tenggelam dan 6. Uvala

Kata Kunci : Karst

PENDAHULUAN

Karst dapat didefinisikan sebagai bentangalam khas dan kering sebagai akibat dominasi erosi pelarutan batugamping dan bersirkulasi dalam drainase bawah-tanah kemudian muncul kembali ke permukaan-tanah sebagai mata-air. Karena itu, memahami karst secara komprehensif, dan mengenali corak karst di permukaan-tanah diperlukan dalam menentukan kebijakan untuk menjaga kelangsungan sirkulasi air bawah-tanah, dan konservasi sumberdaya batuan, tanah, aki-fer dan keperluan khusus lain.

Lokasi penyelidikan di daerah Citeureup milik perusahaan PT Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk.

Tujuan dari penyelidikan ialah menyusun bahan masukan mengenai karst sebagai suplemen dalam dokumen AMDAL dan Penambangan Batugamping.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Tatanan Geologi dan Hidrologi

Daerah penyelidikan terdiri dari perbukitan dan punggung batugamping yang sebagai keseluruhan menjulang di atas daerah lebih rendah yang hampir mengelilingi seluruhnya. Di daerah ini hanya terdapat dua sungai yang berhulu dan memotong batugamping di bagian timur yaitu Cibogo dan Cigado yang menjadi lem-

bah luah setempat dari airtanah. Lembah lainnya kering atau berair sedikit hanya pada musim hujan yang menunjukkan bahwa sebagian besar air meteorik meresap ke dalam batugamping melalui bukaan pelarutan. Gejala ini adalah salah satu corak diagnostik yang umum dari karst.

Susunan batuan di daerah penyelidikan terdiri dari batugamping bioklastik berumur Miosen dari Formasi Kelapanunggal yang menindih perselingan batulempung dan batupasir dari Formasi Cibulakan yang berumur sama. Batugamping di daerah penyelidikan umumnya ditemukan menindih lapisan tebal batulempung. Karena relatif impermeable, maka lapisan perselingan batu-lempung dan batupasir dapat bertindak sebagai dasar dari airtanah (Gambar 1).

Batugamping bioklastik tersebut di atas berlapis tebal yang setempat tipis, lebih sedikit yang masif, keras, dan padat dan berongga-rongga pada permukaan tersingkap. Batugamping bioklastik yang berlapis disisipi oleh batulempung, batupasir, napal dan batulumpur. Sisipan yang ketahanannya lebih besar daripada batugamping dan relatif impermeable dapat menjadi lantai dari guha.

Perlipatan yang ditunjukkan, membentuk kekar dan celah lain yang memotong jauh ke dalam batugamping sebagaimana umum ditemukan di daerah penyelidikan. Sekarang celah-celah tersebut telah menjadi bukaan pelarutan yang banyak memasukan air meteorik ke dalam saluran permukaan bawah-tanah. Selain itu, jurus dari kekar mengendalikan orientasi dari sungai tenggelam dan kekar diperbesar.

Hampir seluruh batugamping di daerah penyelidikan dapat dikatakan terisolir dari air alogenik yang disebabkan sebagai berikut :

a. Dasar batugamping menapak di atas lapisan dari perselingan batulempung dan batupasir yang relatif impermeabel sehingga airtanah tidak bisa dengan mudah masuk ke dalam batugamping.

b. Karena pengangkatan menjadi daratan yang disusul oleh penghanyutan lapisan batuan vulkanik klastik oleh erosi yang semula menutupinya, maka tidak ada lagi sungai alogenik yang memasuki daerah batugamping.

Dengan demikian batugamping di daerah penyelidikan berfungsi ganda yaitu sebagai daerah tangkapan atau daerah resapan dan sekaligus sebagai akifer. Jadi pelarutan praktis berlangsung hanya oleh air otogenik saja.

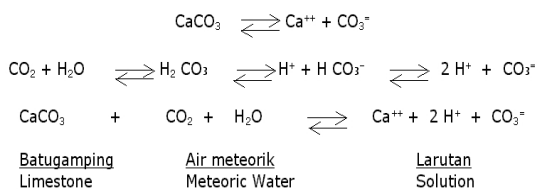
Sebagaimana dikemukakan di atas, semula daerah penyelidikan tertutup oleh batuan vulkanik klastik yang relatif permeabel yang ditunjukkan oleh diketemukannya bidang kontakannya dan rombakannya di daerah rendah dan setempat di daerah perbukitan dan punggung. Pada waktu itu sungai-sungai alogenik turut mengimbuhi kontinuitas daerah batugamping dengan air agresif yang menyebabkan terbentuknya lubang-lubang yang umum dijumpai dan sedikit guha-guha vertikal. Perkembangan karst yang intensif dimulai setelah batuan vulkanik klastik yang semula menindihnya terkupas.

Dari bahasan diatas dapat disimpulkan bahwa daerah batugamping di daerah penyelidikan telah hampir memenuhi 3 dari 4 persyaratan untuk perkembangan karst yang maksimal atau penuh yaitu : 1) Batugamping rapat dan mudah larut tapi berlapis tebal yang seharusnya tipis, 2) Sirkulasi air yang cukup baik. 3) Batugamping berkekar yang memotong dalam sekali, tapi penyebarannya tidak begitu banyak yang seharusnya secara rapat. Persyaratan ke 4 yang tidak ada adalah lembah sungai yang menoreh dalam sekali ke dalam batugamping sebagai lembah luah airtanah yang mempercepat sirkulasi airtanah. Karena itu perkembangan karst di daerah penyelidikan tidak maksimal.

Pengertian Karst

Pada umumnya pengubah bentang-alam ialah air mengalir (sungai), air larian, air tanah, gelombang, arus, pasang-surut, tsunami, angin, glasir, vulkanisme, jatuhnya meteorit, deformasi tektonik (perlipatan, penyesaran), kegiatan manusia dan sebagainya yang masing-masing disebut *daya geomorfologi*. Dalam kondisi-kondisi tertentu, daerah batugamping seperti daerah penyelidikan, bentang-alamnya diubah oleh daya geomorfologi yang didominasi oleh pelarutan. Pelarutan batugamping di daerah penyelidikan berlangsung terus-menerus oleh air permukaan-tanah asal hujan yang disebut *air meteorik* yang bersirkulasi dengan cukup baik, dan daya larutnya telah dipertinggi sebagaimana dibahas dengan singkat berikut ini. Air meteorik masuk secara terkonsentrasi ke dalam batugamping melalui celah-celah dan gerowong-gerowong saling berhubungan yang telah ada. Karena pelarutan sepanjang dindingnya, sekarang sudah berupa depresi atau hanya diperbesar saja yang disebut *bukaan pelarutan*. Kemudian mengalir dalam lorong jaringan guha tiga-dimensi untuk kemudian muncul kembali ke permukaan-tanah sebagai mata-air.

Daya larut air meteorik dipertinggi karena melarutkan CO₂ dari udara, tanah, sisa tanaman membusuk dan hasil pernafasan tumbuhan hidup menurut reaksi kimia yang disederhanakan sebagai berikut :



Dengan demikian proses pelarutan berlangsung hampir tanpa meninggalkan residu karena larutannya terbawa oleh aliran air meteorik.

Pengubahan selanjutnya bentang-alam disebabkan oleh penggubangan karena perluasan dan perdalaman bukaan pelarutan yang menghasilkan depresi lebih luas dan dalam. Selain itu, setempat-setempat langit-langit dari guha di bawah bukaan pelarutan dimana air meteorik masuk ke dalamnya, berangsur-angsur runtuh. Perombakan langit-langit guha yang utamanya menjalar ke atas akhirnya menembus permukaan tanah dengan amblesan disertai longsor batuan. Cara pengubahan bentang-alam di atas jelas berbeda dengan pada umumnya yang disebabkan oleh daya geomorfologi lain yang dikemukakan sebelumnya, dan karenanya menghasilkan bentang-alam khas yang disebut topografi karst.

Kelanjutan dari pengubahan bentang-alam di daerah penyelidikan ialah hampir pendataran yang ditandai dengan banyaknya depresi luas dan tonjolan sisa erosi.

Istilah karst berasal dari bahasa Yugoslavia *kras* yang berarti batu, dan bersumber dari tempat di Italia yang bernama Carso. Istilah ini digunakan untuk lajur relatif sempit dari plato batugamping yang memanjang searah dengan pantai di timur-laut Laut Adriatik dimana gejala karst berkembang komprehensif. Karst terdapat banyak sekali di berbagai tempat dalam kepulauan Indonesia. Hampir semua negara menggunakan sepe-rangkat istilah karst sendiri. Karena perbedaan litologi, struktur, tinggi muka airtanah dan iklim, tidak semua corak diagnostik karst yang memungkinkan terbentuk, terdapat semuanya dalam suatu daerah karst batugamping. Di daerah penyelidikan dapat dibedakan daerah-daerah yang menunjukkan derajat perkembangan karst berbeda-beda yang nantinya akan digunakan sebagai dasar klasifikasi bentang-alam karst. Kekhusuan kondisi utama daerah penyelidikan ialah tidak ada imbuhan air permukaan tanah dari luar daerah batugamping, yang disebut *air*

alogenik karena kedudukan batugamping lebih tinggi dari daerah di sekelilingnya. Selain itu, hasil pemboran inti menunjukkan bahwa bidang kontak batugamping yang menindih lapisan relatif impermeabel dari perselingan batulempung dan batupasir ialah sinusoidal yang disebabkan oleh perlipatan dengan elevasi terendah sekitar 170 meter dpl, dan yang tertinggi sekitar 400 meter dpl. Dengan demikian, akifer terdapat sepanjang lembah-lembah sinklin, bukannya di atas lapisan relatif impermeabel yang hampir rata.

Lintasan masuk air meteorik ke dalam batugamping

Bahasan mengenai bukaan pelarutan sengaja didahulukan karena terkait erat dengan hampir semua aspek perkembangan karst dan konservasi air-tanah. *Bukaan* ialah celah-celah dari kekar, sesar, belahan lain, dan gerowong-gerowong pada batugamping yang sedikit banyak terbuka untuk dapat dimasuki oleh air meteorik yang mengalir di permukaan-tanah. *Bukaan pelarutan* ialah bukaan yang telah diperbesar karena pelarutan dindingnya oleh air meteorik yang mengalir masuk ke dalamnya yang kemudian bergerak dalam rute bawah-tanah dan keluar kembali ke permukaan-tanah sebagai mata-air. Sebagian besar batugamping di daerah penyelidikan bersifat rapat, sehingga air meteorik hanya bisa masuk ke dalam batugamping melalui bukaan pelarutan, dan karenanya dengan terkonsentrasi dan relatif cepat, bukannya meresap secara masal dan relatif lambat ke dalam ruang halus antar butiran seperti pada batuan lain yang permeable. Sejalan dengan waktu, bukaan pelarutan makin besar dengan bentuk, ukuran dan kedalaman berbeda-beda yang tergantung terutama dari bentuk semula celah dan gerowong, cara dan lamanya pembentukan, dan apakah batugamping tertindih oleh lapisan batuan lain yang permeabel, atau terbuka. Di

daerah penyelidikan tersebar cukup banyak bukaan pelarutan yang secara keseluruhan serupa dengan lubang-lubang saringan luas sekali dari batu yang meloloskan hampir semua air meteorik ke dalam batugamping. Karenanya lembah-lembah kering atau hanya dialiri sedikit untuk sementara pada musim hujan. Jadi bukaan pelarutan meng-alihkan atau membelokan turun ke bawah arah aliran air meteorik yang kemudian masuk ke dalam batugamping. Di dalam batugampingnya sendiri terdapat juga bukaan pelarutan berupa konduit dan guha.

Jenis Bukaan Pelarutan di Daerah Penyelidikan

Untuk dapat membayangkan bentuk sebenarnya sebelum tertutup oleh tanah dan atau tanaman, maka pada gambar-gambar diberikan sketsa semua jenis bukaan pelarutan yang diketemukan dan yang tidak dapat dilihat karena tertutup oleh batugamping longsoran dan tumbuhan. Karena berupa depresi atau lubang ke bawah, maka bukaan pelarutan termasuk dalam *bentuk negatif*, sedangkan yang menonjol ke atas seperti bukit, menara dan sejenisnya termasuk dalam *bentuk positif*. Berikut ini deskripsi singkat dari masing-masing jenis bukaan pelarutan.

a. Dolin

Dolin adalah bukaan pelarutan yang fundametal dari karst. Terdapat sebagai depresi menyerupai corong yang melebar ke atas dengan diameter sampai 7 meter (Gambar 3). Terbentuk karena aliran sentripetal dari air meteorik pada waktu masuk ke dalam bukaan. Dolin terbentuk banyak sekali di daerah landai sampai datar seperti di Cikarang yang bertepatan dengan daerah kontak batugamping yang menindih lapisan perselingan batulempung dan batupasir. Di daerah penyelidikan, dasar corong umumnya tertutup oleh lapisan tanah yang sengaja ditanamai petani

setempat karena subur dan dibasahi airtanah yang dangkal. Sebelum masuk ke dalam batugamping, air meteorik harus melewati dahulu lapisan tanah tersebut. Petani setempat menamakannya *kadal meteng* yang artinya kadal bunting karena kesamaan dengan bentuk perutnya. Dengan memelihara dolin, tanpa disadari petani telah melestarikannya untuk menjaga kelangsungan imbuhan air meteorik ke dalam akifer.

b. Dolin kokpit

Variasi kedua dari dolin yang disebut dolin kokpit dibahas tersendiri karena bentuknya berbeda. Dolin kokpit ialah depresi dengan bentuk tidak teratur yang dikelilingi sepenuhnya oleh bukit-bukit menyerupai kerucut tanpa ada saluran keluar. Pusat bukaan pelarutan itu berada di sekitar bagian tengah. Dolin-dolin kokpit juga dapat bergabung akibat pelebaran dan pendalaman masing-masing. Perluasan terjadi karena kaki bukit-bukit terkikis relatif cepat karena pelarutan dan korosi oleh aliran air meteorik yang memasukinya. Korosi ialah erosi kimiawi yang disebabkan baik oleh daya erosi yang tidak bergerak maupun yang bergerak. Karena itu bongkah megabesar dari lerengnya longsor atau jatuh menutupi depresi.

c. Lubang Telan

Bukaan pelarutan yang dapat memasukkan langsung air meteorik ke dalam batugamping tanpa melalui tanah seperti pada dolin. Terdapat dua variasi lubang telan yaitu *pipa vertikal* berdiameter 5 meter, dan *kekar vertical diperbesar* dengan panjang 5 meter dan lebar 1 meter (Gambar 4 dan 5). Kedua jenis bukaan pelarutan tersebut ber dinding batu. Kemungkinan pipa vertical berasal dari celah kekar yang terbuka lebih lebar. Lubang telan dijumpai di lereng-lereng bukit dan punggung.

d. Guha Runtuh

Bukaan pelarutan yang terbentuk karena sebagian atap guha dari ho-

rizontal runtuh, sehingga seperti melalui jendela dapat dilihat aliran airnya sepanjang lantainya. Guha runtuh terdapat setempat-setempat dalam daerah dolin tersebut sebelumnya. Seperti terhadap dolin, petani setempat juga melestarikannya dengan tujuan dapat mengambil airnya dengan mudah karena dangkal sekali. Berarti selain menghindari penyumbatan pada bukaan pelarutan, juga menjaga kelangsungan drainase airtanah yang terkurung dalam jaringan saluran-saluran kecil yang kemudian masuk lebih dalam ke guha lebih besar di bawahnya.

e. Sungai Tenggelam

Lubang pelarutan berupa lintasan relatif sempit, vertical dan ber dinding batu yang terbentuk karena pembesaran kekar. Di daerah penyelidikan, dasarnya tertutup oleh tanah yang ditumbuhi tanaman.

f. Uvala

Uvala ialah depresi luas karena penggabungan dolin-dolin yang masing-masing melebar dan mendalam. Di daerah penyelidikan berdiameter sampai 50 meter. Dasar corong tertutup penuh oleh tanah subur yang ditanami oleh petani setempat.

Sebaran dan jenis guha

Dalam garis besarnya sebaran vertikal dari sistim guha di daerah penyelidikan mulai dari permukaan tanah ke bawah berturut-turut adalah guha fosil yang sudah runtuh, guha vertikal yang bercabang dengan guha bertingkat yang hampir horizontal, guha lateral dan terakhir konduit utama yang meluahkan sebagai mata-air utama seperti Cikukuluk dan Cilalay. Cabang-cabangnya meluahkan sebagai mata-air kecil dari hulu sungai seperti terdapat banyak di sepanjang lereng selatan di luar daerah penyelidikan. Sebaran guha yang ditemukan diperlihatkan dalam. Guha-guha yang dihuni burung walet produktif ialah Gajah, Siputri, Simenteng, Sipayung,

Sinagara, Sibunut, Sigoong, Sitami-
yang dan Siduren.

Mata-air dan muka-airtanah karst

Mata-air karst ialah tempat luah di permukaan-tanah dari jaringan 3 dimensi celah, saluran kecil dan guha bawah-tanah yang bisa disingkat menjadi tubuh air karst. Pada tahap awal dari kartifikasi bawah-tanah hanya bagian pinggiran saja yang mengarahkan airnya ke mata-air, sedang bagian utamanya masih merupakan pusat tubuh air karst yang meneruskan air tanpa arah pilihan ke bagian pinggiran. Dengan makin intensifnya drainase bawah-tanah, daerah tangkapan dari masing-masing mata-air makin jauh, melebar dan mendalam, maka penyadapan satu terhadap lainnya makin efektif, sehingga mata-air yang kecil debitnya berangsur-angsur berkurang sampai berhenti, sedangkan debit mata-air yang besar bertambah. Perubahan banyak dan debit mata-air tersebut dewasa ini dialami di daerah penyelidikan, yaitu hanya satu-satunya mata-air yang debitnya >50 l/detik (Cikukuluk), sedang lainnya <1 l/detik yang jumlahnya sedikit dibandingkan dengan luas daerahnya.

Mata-air Cikukuluk dan Cilalay ialah berturut-turut merupakan jenis guha tubuler dan guha bidang per-lapisan, sedang mata-air yang kecil ialah salah satu jenis dari kontak, belahan, kekar dan bidang per-lapisan.

Berdasarkan sifat rapat dari batugamping, sebagian besar airtanah karst terkekang dalam celah belahan dan lorong guha, bukan dalam gerowong halus antara butiran seperti umumnya dalam batuan lain yang permeabel. Karena itu muka airtanahnya tidak teratur dan terputus-putus sehingga elevasinya sukar diukur. Pada batuan tersebut kedua muka airtanah menerus dan bentuknya merupakan replika diperhalus dari topografi di atasnya yang lebih mudah menentukan elevasinya.

KESIMPULAN

Delinasi kawasan konservasi untuk kegunaan khusus yang disajikan dalam peta, masing-masing ditentukan dengan pertimbangan sebagai berikut :

a. Tanah Pertanian dan untuk Sains

- Tanah subur dan airtanahnya dangkal
- Tanahnya landai sampai datar
- Dewasa ini sudah menjadi tanah pertanian luas
- Terdapat banyak dan beberapa jenis corak diagnostik karst yang indah, aktif dan terpelihara. Mungkin tidak ada dua-nya atau akan sukar sekali dijumpai ditempat lain.

b. Kawasan Pemukiman

Dewasa ini penduduknya sudah relatif padat dan sudah ada infrastruktur, pengangkutan, perdagangan dan beberapa macam jasa pelayanan yang memadai.

c. Area Guha Walet Ekonomis

Delinasi didasarkan pada guha yang menghasilkan cukup banyak pendapatan bagi penduduk setempat.

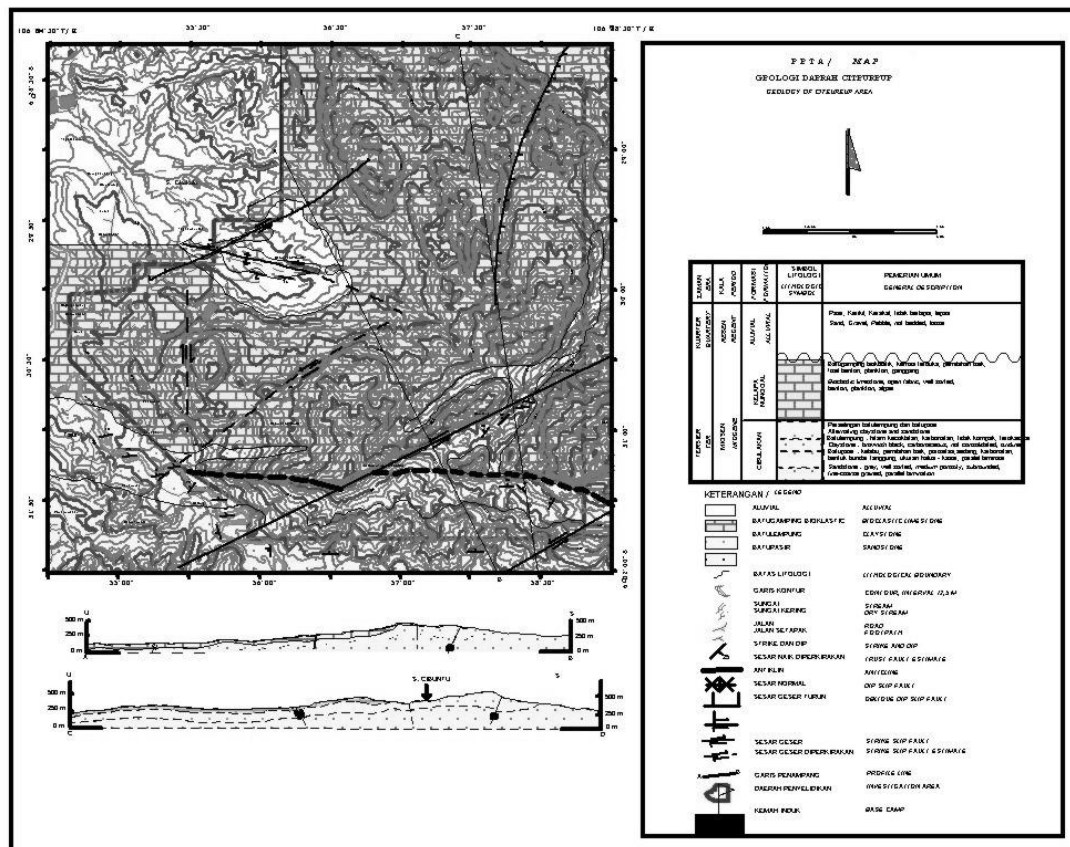
d. Daerah Guha untuk Pariwisata

Terdapat stalagtit dan stalagmit yang dikunjungi oleh turis lokal.

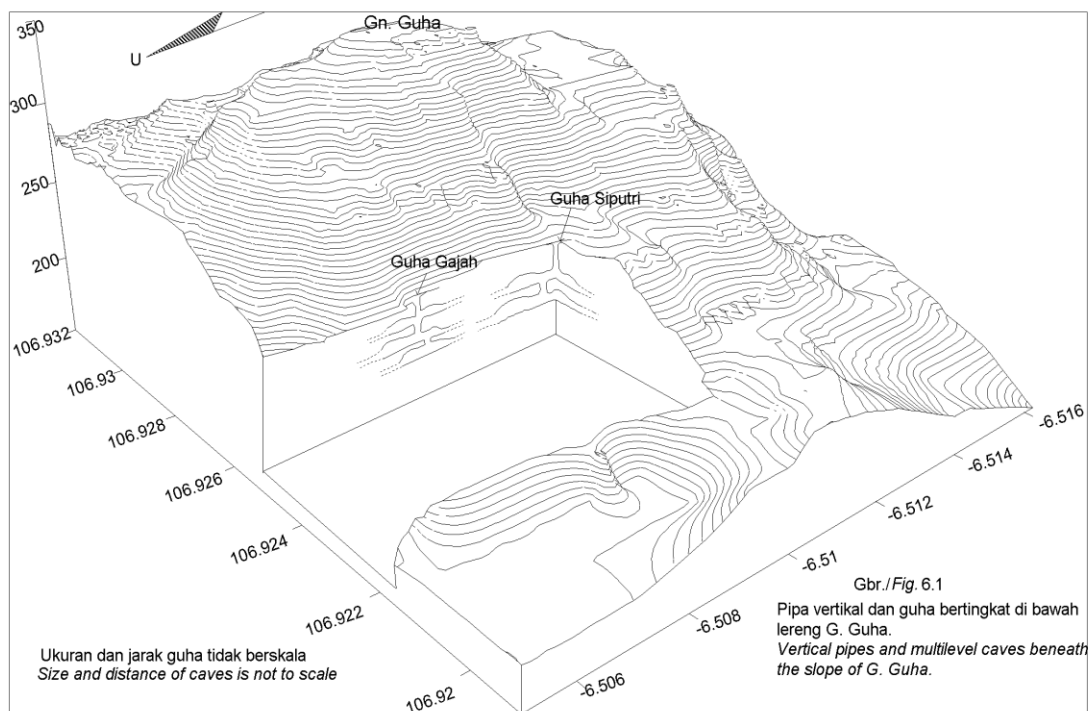
DAFTAR PUSTAKA

- Hanshaw B. Bruce and Back William, 1979, *Major Geochemical Processes In the Evolution of Carbonate - Aquifer system*, U.S. Geological Survey, National Center 432, Reston, VA 22092 (USA), p 287 - 307.
- Johnson F. Robert and Sukanto RAB, 1960, *Cave Deposits of Phosphate Rock in Central Djawa Indonesia*, Publikasi Teknik - Seri Geologi Ekonomi No. 2 - 1960, 36 p.
- Komatina Miomir and Mijatovic F. Borivoje, 1960, *Geology of Karst Terrains and Theory in the Works*

- of Jovan Cvijic, Geozavod – Institute of Hydrogeological and Geotechnical Research, 17 p, Belgrade.
- Kratzsch Helmut, 1983, *Mining Subsidence Engineering*, Springer – Verlag, Berlin- Heidelberg-New York, 543 p.
- Marinos G. Paul, 1992, *Kartification and Ground-water Hydroulics pf the Interior of Large Calcareous Massifs : The Case of Giona Mountain in Central Greece*, International Contributions to Hydrogeology, Vol. 13 (1992), Patision 42, Athens 10682, Greece, p 241 – 247.
- Miller E. Thomas, 1996, *Geologic and Hydrologic Controls on Karst and Cave Development in Belize*, Journal of Cave and Karst Studies, Washington 99004 U.S.A., p 100 – 120.
- Nutter J. Larry, 1974, *Hydrogeology of Antietam Creek Basin*, Jour. Research U.S. Geol. Survey, Vol 2, No. 2, Mar – Apr 1974, p 249 – 252.
- Thornbury D. William, 1969, *Principles of Geomorphology*, Second Edition, John Wiley & Sons, New York – USA, p 303 – 344.
- Van Zuidam A. Robert, 1985, *Aerial Photo – Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*, ITC, Smith Publisher, The Hague, 440 p.
- Verstappen H. Th., 1983, *Applied Geomorphology*, Geomorphological Surveys for Environmental Development, ITC, Enschede, The Netherlands, 437 p.



Gambar 1. Peta daerah kajian karst



Gambar 2. Blok diagram daerah penyelidikan



Gambar 3.

Dolin dengan dasar corong tertutup lapisan tanah di dataran Cikarang.



Gambar 4.

Pipa vertikal berdiameter sekitar 5 m dengan dinding batu di Guha Bentang



Gambar 5.

Pembesaran kekar dilihat dari atas dengan arah jurus hampir utara-selatan. Lokasi di Simenteng.