

## IMPLIKASI PENAMBANGAN BATUGAMPING TERHADAP LINGKUNGAN KUARI CITEUREUP, CIBINONG KABUPATEN BOGOR, JAWA BARAT

Achmad Subardja DJ<sup>1</sup>, Nyoman Sumawijaya<sup>1</sup>, Dedi Mulyadi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pusat Penelitian Geoteknologi – LIPI  
Jl. Sangkuriang, Bandung 40135  
Email: subardja@geotek.lipi.go.id

### Sari

Masalah utama yang timbul akibat kegiatan penambangan batugamping di kuari Citeureup, adalah hilangnya vegetasi serta terjadinya perubahan morfologi dan topografi (*engineering impact*), yang akan diikuti dengan perubahan karakteristik hidrologi limestone (*cascading impact*). Untuk menganalisis kemungkinan penggunaan lahan pascatambang sebagai penampung air, dilakukan pendataan geologi dan litologi batugamping, tanah, dan air melalui interpretasi petrografi, uji infiltrasi, karakterisasi hidrologi, curah hujan, sifat fisik serta kimia air dan tanah. Penambangan batugamping di Citeureup dilakukan dengan memotong bukit (*open cut*) dari samping yang menyebabkan bukit menjadi lebih landai dan menyisakan batugamping yang lebih masif; dengan minimal rekahan (*secondary porosity*). Beberapa upaya untuk mengelola lahan paska tambang yang sudah dilakukan difokuskan untuk memperbaiki siklus hidrologi antara lain dengan kegiatan revegetasi. Namun demikian pada beberapa lokasi reklamasi dan revegetasi yang dilakukan banyak yang kurang berhasil, tanah penutup terlalu tipis, tanaman tidak tumbuh dengan baik, terlihat dari kapasitas infiltrasi lahan paska tambang sangat rendah dibandingkan lahan asli.

**Kata kunci:** kuari batugamping, siklus hidrologi, dampak lingkungan, “*engineering impact*”, “*cascading impact*”, paska tambang, kapasitas infiltrasi

### Abstract

*The main problem that emerges as an environmental impact of limestone quarrying in Citeureup are lost of vegetation, morphology and topography changes (engineering impact) that is followed by changes of limestone hydrological characteristic (cascading impact). To analyze the prospect of using the post mining area as water storage, data of geology and lithology both limestone, soil and water, through, infiltratin test, petrographic interpretation, hydrological characteristics, rainfall and both water physics and chemistry data have been collected. Limestone mining in Citeureup done by cutting the hill (open cut) from the side which led to a more gently sloping hill, leaving the more massive limestones, with a minimum of fractures (secondary porosity). Efforts that have been done to manage post mining land mainly focused in rehabilitating hidrological cycle such as land revegetation. However some area of reclamation and revegetation that have been done could not get good result; soil cover is too thin, most seed are not growing well and infiltration capacity of the post mining area is too law compared with the non mining land (original land)*

**Keyword:** *limestones quarry, , hidrological cycle, environmental impact, engineering impact, cascading impact, post mining, infiltration capacity*

## PENDAHULUAN

Dampak kegiatan penambangan terbuka antara lain menghilangkan morfologi perbukitan dan vegetasi penutup, membentuk lereng-lereng yang terjal, yang rentan terhadap longsor serta mengubah sistem hidrologi dan kesuburan tanah. Keterdapatannya batugamping di Citeureup adalah merupakan bagian dari morfologi perbukitan, oleh karenanya teknik penambangan yang dilakukan adalah penambangan terbuka dengan bentuk kuari tipe sisi bukit (*side hill type*). Langer (2001) menyatakan bahwa kegiatan penambangan dapat memicu timbulnya permasalahan degradasi ekosistem yang berawal dari hilangnya tutupan vegetasi dan perubahan topografi (*engineering impact*) yang berdampak menurunnya kemampuan peresapan air dan tingginya tingkat erosi (*cascading impact*) yang bermuara kepada menurunnya dayadukung dan kesuburan tanah. Sedangkan karakter pergerakan air di kawasan karst, seperti halnya daerah kuari Citeureup adalah melalui sistem retakan, celahan, dan gua, sehingga airtanah akan bergerak lebih cenderung bersifat turbulen. Air yang mengalir melalui lorong lorong gua dapat dianggap sebagai akuifer utama yang berbentuk sungai bawah tanah. Sebagian kecil airtanah mengalir melalui ruang antar butir atau retakan sempit dikenal sebagai air perkolasi. Air perkolasi di kawasan karst bergerak dengan kecepatan beragam tergantung pada derajat karstifikasi dan jaringan sistem percelahan yang sudah terjadi (Sari, 2003). Hilangnya bagian atas batugamping yang mempunyai porositas sekunder tinggi, sangat rentan terhadap perubahan dayadukung lingkungan paska tambang.

### Studi Pustaka

**Geologi.** Secara stratigrafi daerah penelitian menurut Effendi (1984), terdiri dari beberapa formasi dari stratigrafi paling tua adalah Formasi Jatiluhur terdiri dari batulempung napalan dengan sisipan batupasir dan batugamping serta serpih lempungan berumur Miosen Bawah-Miosen Tengah. Diatasnya diendapkan secara menjemari dengan Formasi Klapanunggal terdiri dari batugamping terumbu dengan sisipan batupasir dan batu lempung berumur Miosen Atas. Diatasnya diendapkan secara tidak selaras endapan vulkanik terdiri dari breksi vulkanik berumur Kuartar. Beberapa peneliti melakukan studi mengenai sedimentasi Formasi Klapanunggal. (Fauzielly, 2000) dalam penelitiannya membagi fasies batugamping menjadi *Fasies Coral-Algae Boundstone*, *Fasies Algae Foraminifera Packstone-Grainstone*, *Fasies Coral Boundstone*, *Fasies Algae Boundstone Foraminifera Grainstone-Packstone*, *Fasies Algae-Foram Packstone-Grainstone*. Penelitian mengenai fasies dan diagenesa telah dilakukan Praptisih dkk. (2009), menyimpulkan bahwa daerah penelitian mempunyai fasies: *Fasies Boundstone*, *Fasies Packstone*, *Fasies Rudstone* dan *Fasies Breccias Limestone* (Dunham, 1985).

**Hidrogeologi.** Lapisan bawah tanah daerah penelitian membentuk *multilayered aquifer* yang kompleks, yang didalamnya mengandung batu lumpur, batu pasir dan batu kapur. Batuan ini mempunyai *intergranular permeability* yang rendah. Airtanah dapat mengalir berkat adanya siku, retakan dan patahan di batuan. *Secondary permeability* dari aliran air ini berpengaruh terhadap permeabilitas akifer dan terhadap sistem aliran airtanah. Sedangkan pola aliran permukaan sudah banyak berubah sesuai dengan perubahan morfologi yang diakibatkan oleh pengambilan batugamping dalam proses penambangan (Anonim, 2003). Sistem hidrologi daerah karst secara umum bersifat kedap air, tetapi karena terdapat celah dan rekahan maka batuan menjadi lolos air. Air hujan dapat masuk ke dalam batuan, melalui proses kimia membentuk rekahan-rekahan yang melebar, terbentuk gua-gua dan menyatu antara rekahan satu dengan yang lain akhirnya terjadilah sungai bawah tanah (Sari, 2003).

**Iklim.** Kondisi Meteorologi dicatat di Citeureup, di Stasiun Pemantauan Iklim di Dermaga, di Balai Wilayah II Bogor, dan di Balai Meteorologi dan Geofisika, seperti halnya di Indonesia, lokasi penelitian mempunyai dua musim yakni musim kemarau (Juni s/d September) dan musim hujan (Oktober s/d Mei). Suhu di kawasan kuari berkisar antara 26.4°C sampai dengan 27.5°C

(kemarau) dengan curah hujan rata-rata sekitar 150 mm. Di musim hujan, suhu berkisar antara 26°C sampai dengan 28°C dengan curah hujan rata-rata per bulan sekitar 300 mm. Sedangkan arah angin secara dominan adalah dari barat laut ke tenggara. (Anonim, 2003).

## **TUJUAN PENELITIAN**

Tujuan penelitian ini adalah mengkaji perubahan karakter lingkungan batugamping, sebagai dampak dari kegiatan penambangan dan implikasinya terhadap sistem hidrologi, dengan menganalisis kemampuan resapan air (infiltrasi) pada lahan paska tambang. Lokasi penelitian secara administratif terletak di Kecamatan Citeureup, merupakan bagian wilayah Kabupaten Bogor, Propinsi Jawa Barat. Kuari batugamping ini adalah satu divisi dari PT. Indocement Tunggal Prakarsa yang merupakan pemasok sumber bahan baku pabrik semen Citeureup.

## **METODOLOGI**

### **a. Kerangka Pemikiran**

Dalam prosesnya batugamping mengalami diagenesa, salah satunya proses perubahan porositas dari porositas primer menjadi sekunder. Karena mempunyai porositas yang sangat besar, batugamping dapat meloloskan air hujan, sehingga batugamping umumnya mempunyai sungai-sungai bawah permukaan, umumnya digunakan penduduk sekitarnya. Pada umumnya dampak negatif industri pertambangan, seperti halnya penambangan batugamping di Citeureup, adalah: perubahan morfologi dan hilangnya vegetasi, yang bisa berdampak terganggunya sumberdaya airtanah. Hal ini terkait dengan infiltrasi di daerah penambangan dan wilayah sekitarnya dan meningkatnya laju erosi permukaan yang berdampak kepada kualitas tanah dan air.

Untuk mengetahui akibat perubahan lahan pada paska penambangan, dilakukan penelitian dengan mengumpulkan informasi, pengambilan conto, uji lapangan dan analisis laboratorium, sehingga memungkinkan dilakukan penilaian terhadap rencana dan kegiatan pengelolaan paska tambang. Sampling dan uji insitu akan dilakukan di lapangan dan analisis laboratorium serta studio dilakukan di Puslit Geoteknologi. Hasil yang akan diperoleh meliputi parameter bio-fisik-kimia air dan tanah, serta analisis petrografi batugamping.

### **b. Metoda Pengumpulan Data**

Penelitian data dan informasi sekunder, kegiatan lapangan dan pekerjaan laboratorium dilakukan untuk mengumpulkan data dan informasi dan melingkupi secara keseluruhan karakteristik lingkungan, air, tanah, dan batuan. Secara rinci kegiatan yang dilakukan adalah :

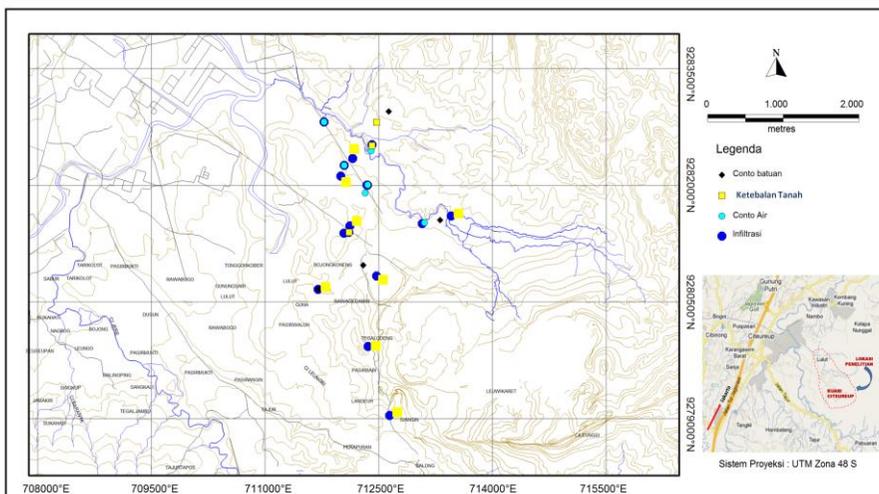
- Studi literatur: informasi penelitian terkait karakter lahan karst, data iklim (curah hujan, temperatur, kelembaban).
- Survei Lapangan: pengambilan conto air, conto tanah, conto batuan, pengamatan kualitas air dan pengukuran laju infiltrasi tanah (*double ring infiltration test*)
- Studio dan analisis laboratorium yang meliputi parameter fisika dan kimia air, parameter fisika tanah dan batuan termasuk analisis petrografi

## PENGAMATAN LAPANGAN

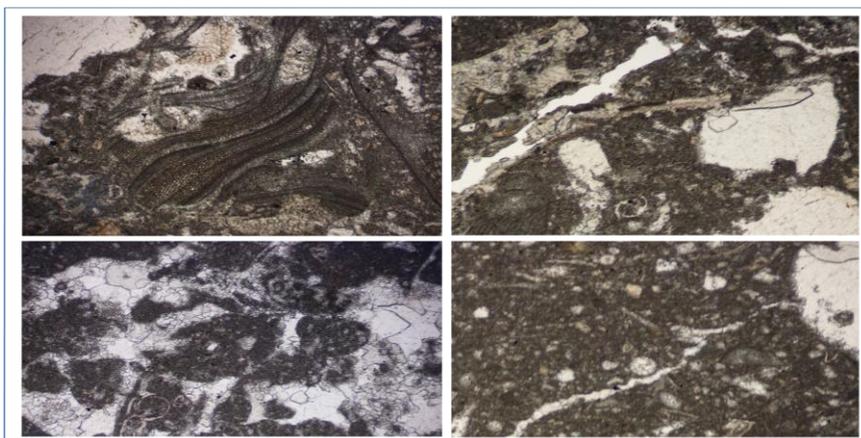
Pengambilan conto air, tanah, dan batugamping serta uji infiltrasi dilakukan di beberapa lokasi yang belum ditambang (lahan asli), pada kuari D yang masih aktif dan lahan yang sudah direklamasi di kuari C, dan kuari A (sudah selesai ditambang). Sedangkan pengambilan conto air dan pengukuran sifat fisika dan kimia air dilakukan pada mata air Cikukulu, kolam penampungan, serta sumur penduduk disekitar lokasi kuari (lihat Gambar 1).

### a. Karakterisasi Batugamping

Hasil pengamatan lapangan batugamping Klapanunggal memperlihatkan tekstur *packstone*, batuan dicirikan dengan batugamping warna putih kekuning, tekstur sedang sampai halus, terlihat dengan jelas cangkang *fossil foraminifera* besar komponen pembentuk. Pengamatan lebih memfokuskan pada gejala pelarutan baik dilapangan maupun pengamatan petrografi dari *hand specimen*. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui jenis *fasies* mana saja yang diduga mempunyai porositas primer terbaik, yang bisa menentukan sejauh mana batugamping daerah penelitian mempunyai kapasitas sebagai *reservoir* air.



Gambar 1. Lokasi pengamatan dan pengambilan conto serta uji infiltrasi



Gambar 2. Sayatan tipis conto batugamping

### b. Pengamatan dan Uji Laboratorium Kualitas Air

Untuk mendapatkan gambaran kualitas kimia air di kawasan Kuari Citeureup dilakukan pengamatan dan pengambilan conto air pada sejumlah mata air dan sumur penduduk, yang airnya diduga bersumber dari airtanah kawasan batugamping sebanyak 21 titik pengamatan.

Untuk mengetahui karakteristik fisika dan kimia airtanah dan air permukaan yang ada, dilakukan pengukuran parameter fisik air di lapangan seperti warna, temperatur dan bau serta pengukuran pH (keasaman) dan daya hantar listrik (berkaitan dengan kandungan ion, terutama Cl<sup>-</sup> dan Na<sup>+</sup>). Hasil pengamatan dan pengukuran parameter fisik dan kimia air di lapangan dapat dilihat pada Tabel 1. Sedangkan hasil analisis laboratorium yang difokuskan pada parameter kualitas air untuk standar keperluan rumahtangga dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 1. Hasil pengukuran parameter fisik dan kimia air di lapangan**

No	Lokasi	Jenis sumber	pH	DHL	Temp	MAT (m)	Koordinat		Keterangan
1	Cikukulu	Mata air	7,42	115,7	26,7		-	-	Untuk Pencucian
2	Kolam kecil	Permukaan	8,57	456	28,4		713656	9286242	-
3	Pembibitan jarak	Permukaan	8,21	676	28,9		712470	9280835	-
4	Citoke Ds. Lulut	Sumur Gali	5,11	134,6	28,2	8,7	712105	9281397	Kemarau air surut
5	Citoke Ds. Lulut	Sumur gali	5,78	164,5	27,9	11,1	712039	9281386	Kemarau tdk berair
6	Rawa Siluman	Sumur Gali	5,24	119,6	26,5	2,4	712118	9281479	Pesawahan
7	Lawang Kedamin	Mata air	5,87	179	26,5		711698	9280663	Elevasi : 162
8	Gua Gajah	Sumur Gali	5,44	91,7	26	7,18	712357	9279928	El: 226, tdk diambil
9	Guha Siangin	Sumur Gali	6,25	80,1	26,2	3	712641	9279039	El: 199, tdk diambil
10	Cioray	Mata air	7,23	110,6	27,5		-	-	Conto tdk diambil
11	Curug Dengdek Lulut	Sumur Gali	6,37	107,2	29,8	2	712399	928447	El: 167
12	Curug Dengdek Lulut	Sumur Gali	5,8	475	27,7	2	712410	9282524	El: 153, dpn mesjid
13	Curug Dengdek Lulut	Mata Air	6,89	1028	29,3		-	-	Conto tdk diambil
14	Bendungan	Permukaan	7,79	1206	29,5		713455	9281605	El :148
15	Cikulawing Lulut	Sumur Gali	7,18	1265	29,1	3,8	712352	9282005	El:161, tdk diambil
16	Cikulawing	Sumur Gali	7,3	676	29	4,9	712344	9282005	El: 159
17	Cikulawing Lulut	Sumur gali	6,31	391	28,5	3,5	712042	9282257	El : 171
18	Pancuran Lulut	Mata Air	6,45	365	29,5	-	711998	9282118	El : 164
19	Lulut	Sumur Gali	7,3	905	26,7	5,1	-	-	Analisis Fe saja
20	Lulut	Sumur Gali	6,97	965	26,5	2,5	712154	9282346	conto tidak diambil
21	Kamp Tegal Sempur	Sumur Gali	6,37	616	26,7	5,2	711778	9282815	E l:140, tdk diminum

**Tabel 2. Hasil analisis parameter kimia air**

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisis											
			CBG-1	CBG-2	CBG-3	CBG-4	CBG-5	CBG-6	CBG-7	CBG-11	CBG-13	CBG-14	CBG-16	CBG-21
1	Keasaman (pH)		7,42	8,57	8,21	5,11	5,78	5,24	5,87	6,37	6,89	7,79	7,18	6,37
2	Daya Hantar Listrik	S/cm	587	198	315	64	84	60	88	480	465	490	260	286
3	Temperatur	( <sup>o</sup> C)	26,7	28,5	28,9	28,3	27,9	26,5	26,5	29,8	29,5	29,5	29,3	26,7
4	Natrium (Na)	mg/l	1,48	1,6	1,6	14,75	10,25	5,99	18,76	10,75	26,02	4,74	14,25	18,76
5	Kalium (K)	mg/l	5,49	ttt	2,84	5,93	5,93	2,84	3,93	3,93	5,97	0,37	2,60	5,01
6	Kalsium (Ca)	mg/l	86,5	19,58	44,06	9,78	6,53	4,9	6,53	55,28	62,02	78,34	16,32	27,74
7	Magnesium (Mg)	mg/l	15,20	15,20	10,55	4,87	4,87	2,92	4,87	12,35	7,49	12,31	8,75	8,68
8	Kesadahan (CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	279,6	89,44	154,1	20,37	36,63	24,42	20,34	223,0	186,3	247,2	77,28	105,5
9	Bikarbonat (HCO <sub>3</sub> )	mg/l	310	97,4	105,5	72,54	66,49	45,54	66,49	168,68	257,31	267,01	105,5	123,63
10	Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/l	30	31,5	40,5	0,25	1,25	4,15	5,25	26,5	14,1	30	5,75	13,2
11	Klorida (Cl)	mg/l	8,66	4,33	7,8	12,99	9,94	0,29	18,19	23,86	23,39	7,8	12,13	12,99
12	Besi (Fe)	mg/l	0,06	9,10	0,33	ttt	0,06	0,06	0,07	0,13	0,2	0,08	0,33	ttt

### c. Uji Infiltrasi

Air hujan yang jatuh di permukaan tanah akan terdistribusi menjadi aliran permukaan (mengalir sebagai aliran permukaan), meresap ke dalam tanah (infiltrasi) dan sebagian kecil akan menguap. Sebagian dari air yang terinfiltrasi ke dalam tanah akan masuk lebih dalam dan mengisi akifer (menjadi airtanah) atau masuk ke sungai bawah tanah. Perubahan tutupan lahan, terutama hilangnya tanah penutup dan vegetasi akan mengubah karakteristik hidrologi daerah tersebut (laju infiltrasi). Pengujian infiltrasi dilakukan pada beberapa lahan yang belum ditambang (tanah asli) dan yang sudah direklamasi dengan beberapa jenis tanaman dan waktu revegetasi yang berlainan. Hasil uji infiltrasi (dalam bentuk grafik) disajikan pada Gambar 4 dan Gambar 5. Kode lokasi dan kondisi lahan, disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3. Kode dan kondisi lokasi uji infiltrasi**

No	Kode Titik	Deskripsi Lokasi
1	QD 1	Kuari D, puncak bukit, tanah asli, kebun campuran, tebal tanah 60 cm
2	QD 2	Kuari D, pembibitan jarak, reklamasi, jarak, tebal tanah 20 cm
3	QD 3	Kuari D, 200 m barat QD 2, reklamasi, jarak, tebal tanah 20 cm
4	QD 5	Kuari D, 300 m timur QD 4, reklamasi jarak, tebal tanah 20 cm
5	QD 6	Kuari D, 1 km barat Crusher, reklamasi tanaman keras, tebal tanah 20 cm
6	QD 7	Kuari D, 200 m timur QD 6, reklamasi tanaman keras, tebal tanah 30 cm
7	QD 8	Kuari D, 300 m barat Cikukulu, tanah asli, kebun campur, tebal tanah 60 cm
8	QD 9	Kuari D, 200 m barat QD 8, reklamasi, masih alang-alang, tebal tanah 60 cm
9	QA 1	Kuari A, gerbang diklat satpam, reklamasi, jarak pagar, tebal tanah 40 cm
10	QA 2	Kuari A, 200 m barat QA 1, reklamasi, tanaman keras, tebal tanah 37 cm

## ANALISIS/DISKUSI

### Geologi dan Batugamping

Secara stratigrafi daerah penelitian menurut terdiri dari beberapa formasi dari stratigrafi paling tua adalah Formasi Jatiluhur terdiri dari batulempung napalan dengan sisipan batupasir dan batugamping serta serpih lempungan berumur Miosen Bawah-Miosen Tengah. Diatasnya diendapkan secara menjemari dengan Formasi Klapanunggal yang terdiri dari batugamping terumbu dengan sisipan batupasir dan batu lempung berumur Miosen Atas. Dan diatasnya diendapkan secara tidak selaras endapan vulkanik terdiri dari breksi vulkanik berumur Kuartar.

Analisis pengamatan petrografi batugamping lebih memfokuskan pada gejala pelarutan baik dilapangan maupun pengamatan petrografi dari *hand specimen*. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui jenis fasies mana saja yang diduga mempunyai porositas terbaik. Jenis porositas yang teramati antara lain: porositas jenis *vuggy* dengan tipe intergranular, dimana porositas ini mendominasi pada beberapa fasies batugamping Klapanunggal, dengan besaran sangat bervariasi terutama untuk porositas jenis *vuggy*. Batugamping disusun oleh foraminifera besar. *Fasies Packstone* terdiri foram besar mendominasi, matriks *Foraminifera Bentos* dengan ukuran yang bervariasi. Diagenesa Batugamping Formasi Klapanunggal menunjukkan tahapan, antara lain proses diagenesa sementasi, teramati pada cangkang foram besar yang diisi oleh semen kalsit, dan terkadang mengisi bagian antara cangkang; proses pelarutan menghasilkan porositas sekunder antara lain *vug*; proses kompaksi teramati pada pertemuan antara fosil; dan gejala mikritisasi teramati pada bagian cangkang luar fosil.

### Hidrogeologi:

Potensi air suatu wilayah ditentukan oleh faktor iklim, jenis tanah dan batuan serta tutupan lahan. Pada wilayah yang tertutup hutan potensi airnya pada umumnya tinggi. Air hujan yang jatuh di wilayah hutan sebagian besar meresap ke dalam tanah yang kemudian sebagian menjadi airtanah dan sebagian lagi menjadi aliran bawah permukaan mengisi air sungai sehingga sungai yang berhulu di kawasan hutan yang lebat pada umumnya berair sepanjang tahun. Perubahan kondisi tutupan lahan akan mengubah kondisi keseimbangan sumber daya air. Pada lahan non hutan (lahan budidaya) air hujan yang jatuh lebih banyak menjadi aliran permukaan (*run off*).

Di wilayah penambangan batugamping Citeureup, sumber air ditemukan dalam bentuk mata air/keluaran sungai bawah tanah, kolam yang berair selama musim penghujan dan airtanah (sumur). Masyarakat yang tinggal di sekitar kawasan kuari Citeureup sangat mengandalkan sumber airnya dari mata air. Air di sumur-sumur penduduk kebanyakan hanya berair sepanjang musim hujan, pada musim kemarau masyarakat harus mengambil air dari mata air atau air sungai yang mengalir dari kawasan penambangan kuari D.

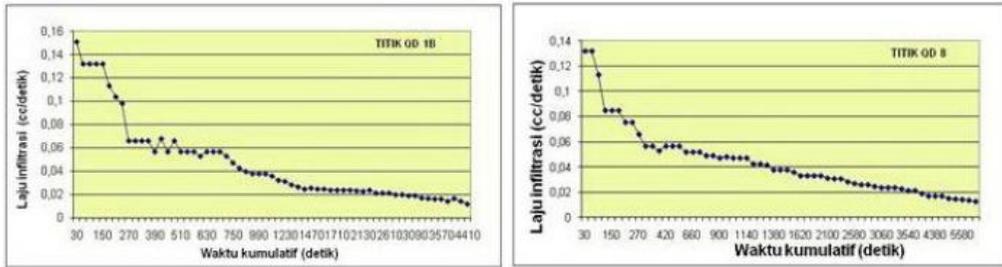


**Gambar 3. Profil bagian atas batugamping dan tanah penutup**

Pada kasus penambangan, bukan hanya tutupan lahan yang berubah, tetapi kondisi geologi juga berubah. Volume batugamping, yang diharapkan sebagai media penyimpan air, berkurang karena diambil sebagai bahan semen. Penambangan batu gamping di Citeureup yang dilakukan secara tambang terbuka, dimana tanah penutup dan batugamping bagian atas yang banyak mengandung rekahan (porositas sekunder) diambil dan menyisakan batu gamping yang relatif masif. Pada Gambar 3 dapat dilihat adanya tanah penutup yang relatif tebal (sekitar 60 cm) dan adanya rongga-rongga pada lapisan atas dari batugamping. Lapisan ini akan hilang setelah ditambang dan akan menyisakan batugamping yang masif yang bersifat kedap air.

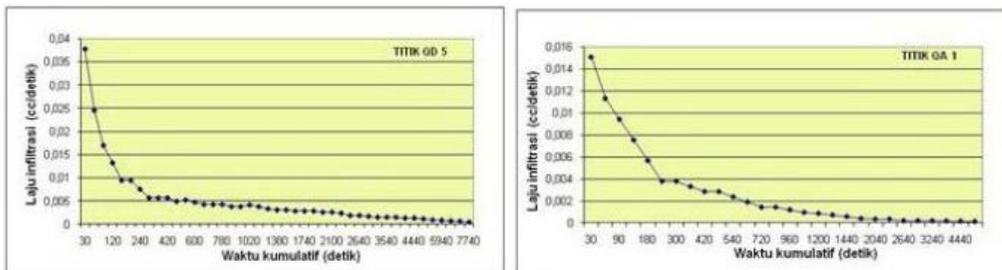
### Uji infiltrasi

Parameter yang biasa dipakai untuk mengetahui tingkat perubahan kondisi hidrologi suatu kawasan atau lahan adalah laju infiltrasi. Perubahan tutupan lahan dari hutan dan semak menjadi lahan pertanian akan menurunkan kapasitas infiltrasi tanah, selanjutnya jika tanah tersebut diubah lagi menjadi kawasan permukiman, kapasitas infiltrasinya akan menurun lagi. Untuk memperbaiki kondisi hidrologi lahan bekas tambang adalah dengan melakukan reklamasi dengan menimbun lahan dengan tanah dan kemudian dilakukan penghijauan. Uji infiltrasi dilakukan pada lahan yang belum ditambang (tanah asli) dan lahan yang sudah direklamasi dengan kondisi tanah dan jenis tanaman yang berbeda-beda, dimana jumlah keseluruhannya ada 10 lokasi titik uji.



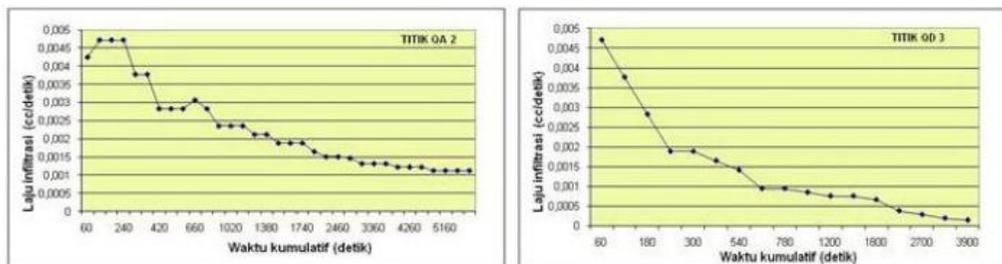
Gambar 4. Grafik laju infiltrasi pada tanah asli

Dari data hasil uji infiltrasi (11 titik) maka dapat diketahui ada 3 kelompok tanah berdasarkan laju infiltrasinya. Kelompok pertama adalah lokasi yang masih ditutupi tanah asli seperti terlihat pada Gambar 4 (no.1b dan no.8). Profil tanah di lokasi ini diperlihatkan pada Gambar 3. Lahan mempunyai laju infiltrasi cukup besar, yaitu 0,16 mm/detik s/d 0,14 mm/detik atau 576 mm/jam pada menit pertama, kemudian turun dan stabil pada menit ke 20,5 (1.230 detik) dengan laju sekitar 0,015 mm/detik atau 54 mm/jam. Ini berarti bahwa tanah asli yang ada di kawasan kuari Citeureup mampu menyerap air hujan dengan intensitas 54 mm selama 1 jam.



Gambar 5. Grafik Laju Infiltrasi Pada Lahan Reklamasi Cukup Bagus

Untuk lahan bekas tambang yang sudah direklamasi cukup bagus dengan berbagai jenis tanaman (Gambar 5, no.5 dan no.9), laju infiltrasi berkisar antara 0,04 mm/detik s/d 0,014 mm/detik pada menit pertama, kemudian menurun dan stabil pada kisaran laju antara 0,002 mm/detik. Kelompok ini diwakili oleh titik pengukuran no. 5 dan no. 9.



Gambar 6. Grafik Laju Infiltrasi Lahan Reklamasi Kurang Bagus

Sementara lahan bekas tambang yang kurang bagus penanganannya, laju infiltrasi sangat rendah; berkisar antara paling besar 0,007 mm/detik pada menit pertama dan kemudian dalam waktu sekitar 15 menit laju infiltrasi turun menjadi hanya 0,001 mm/detik sampai 0,003 mm/detik. Atau dengan kata lain lahan ini hanya mampu menyerap air sekitar 1 mm dalam satu jam. Kelompok ini diwakili oleh titik pengukuran; no. 3 dan no. 10 yang terlihat pada Gambar 6.

### **Kualitas air**

Dari data hasil pengukuran dan pengamatan lapangan dapat dilihat bahwa sebagian besar contoh air bersifat agak asam ( $\text{pH} < 7$ ) seperti terlihat pada Tabel 1, yang mencirikan bukan air dari kawasan batu gamping, terutama tuntut contoh air yang berasal dari sumur gali. Sementara untuk contoh air dari mata air Cikukulu dan contoh air dan kolam yang berada di lingkungan kuari D bersifat basa ( $\text{pH} > 7$ ), ciri air yang berasal dari kawasan batu gamping. Hal lain yang perlu diperhatikan dari data air ini adalah beberapa contoh air mempunyai temperatur yang melebihi batasan air untuk rumahtangga yaitu  $28,5^{\circ}\text{C}$  (contoh air CBG-11, CBG-13, CBG-14 dan CBG-16) pada Tabel 2. Airtanah dengan temperatur yang agak tinggi (diatas temperatur udara) biasanya sudah mengalami perjalanan kontak yang panjang dengan batuan. Air seperti ini biasanya mempunyai kandungan ion-ion yang agak tinggi juga. Sedangkan dari data hasil analisis laboratorium (Tabel 2) pada umumnya air memenuhi persyaratan digunakan untuk kebutuhan rumahtangga, kecuali contoh CBG-3 yang mengandung ion besi jauh diatas ambang batas yang diijinkan berdasarkan Kepmenkes No. 907/MENKES/ SK/VII/ 2002.

### **KESIMPULAN**

- Pada beberapa lokasi lahan pasca penambangan dengan restorasi kurang baik, memberikan indikasi adanya penurunan laju infiltrasi yang diakibatkan oleh ketebalan dan kepadatan tanah penutup yang menyebabkan berkurangnya porositas dan sirkulasi air pada tanah.
- Eksploitasi batugamping bagian atas yang mempunyai porositas sekunder dan menyisakan batugamping yang relatif masif, mengakibatkan aliran air hujan kebawah tanah berkurang dan akan berdampak berkurangnya debit mata air dan sumur penduduk.
- Perubahan kondisi air lebih banyak terhadap kuantitas (debit) terutama dimusim kemarau. Sedangkan secara kualitas pada umumnya air memenuhi persyaratan digunakan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga

### **UCAPAN TERIMAKASIH**

Ucapan terima kasih kepada Kepala Pusat Penelitian Geoteknologi-LIPI serta pengelola DIPA TA 2010 atas kesempatan yang diberikan untuk melakukan penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada berbagai pihak terutama PT. Indocement Tungal Prakarsa, khususnya Divisi Mining, yang telah membantu kami dengan informasi, izin, dan fasilitas yang diberikan, terutama selama melaksanakan kegiatan lapangan.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- \_\_\_\_\_. 2003. *Laporan Akhir Rencana Pengelolaan Lingkungan Citeureup*. PT Indocement Tungal Prakarsa

- \_\_\_\_\_, 2002. *Lampiran Keputusan Menteri Kesehatan RI, Nomor : 907/MENKES/SK/VII/2002 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.*
- Dunham, 1985, *Clasification of Carbonate Rocks According to Depositional Tektur, and Depositional Environment in Carbonate Rocks.* Am. Ass. Petro Geology 1.p108-121
- Effendi, A.C., Kusnama, Hermanto, B., 1998. *Peta Geologi Lembar Bogor, Jawa.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Fauzielly L, 2000, *Diagenesa Batugamping Formasi Klapanunggal,* Thesis ITB
- Praptisih dkk., 2009, *Penelitian batuan Karbonat di Daerah Klapanunggal, Bogor.* Proceeding Seminar Geoteknologi, Desember 2009
- Sari Bahagiarti K., 2003. *"Mengelola Airtanah, Perlu Model Yang Pas"*, UPN, Yogyakarta
- Langer, W.H., 2001. *Potential Environmental Impacts of Quarrying Stone in Karst—A Literature.* Open-File Report OF-01-04842001, U.S. Geological Survei (USGS)