

ASPEK HIDROLOGI PADA PENAMBANGAN BATUGAMPING DI PULAU NUSAKAMBANGAN, CILACAP, JAWA TENGAH

Sumawijaya, N¹., S. Y. Wibowo¹ dan A. Subardja¹

¹Puslit Geoteknologi – LIPI. Jln Sangkuriang, Bandung 40135

Phone +62 (22) 2503654, Fax : +62 (22) 2504593

Email : nyomans@geotek.lipi.go.id

ABSTRAK

Batugamping selain merupakan bahan utama pembuatan semen juga berfungsi sebagai tempat penyimpanan air. Salah satu dampak yang mungkin terjadi akibat penambangan gamping adalah pada kondisi hidrologi. Oleh karena itu salah satu tujuan penelitian pada lahan tambang batugamping PT Holcim di Nusakambangan adalah untuk mengetahui pengaruh kegiatan penambangan terhadap kondisi hidrologi dan upaya penanganan lahan paska tambang. Untuk memperkirakan pengaruh penambangan batugamping terhadap kondisi hidrologi dilakukan pendekatan aspek geologi, pendugaan geofisika, analisa hubungan fluktuasi air tanah terhadap curah hujan dan analisa sifat fisika dan kimia air. Pulau Nusakambangan terusun dari batuan breksi bersusunan andesitik, fragmen batuan beku dan oksida besi dan batugamping klastik, dolomitan. Batumpaing menempati sekitar 30% dari P Nusakambangan, terutama bagian Utara bagian tengah sampai barat. PT Holcim mendapat konsesi penambangan seluas 1000 ha sejak tahun 1976. Penambangan dilakukan secara tambang terbuka (open pit) dan terhadap areal yang sudah selesai ditambang dilakukan reklamasi menggunakan tanaman asli setempat. Air dari kawasan karst yang mengalir ke arah Utara berupa mata air dan sungai bawah tanah selama ini digunakan masyarakat dan juga perusahaan. Hasil analisa kimia air menunjukkan air dari mata air, sungai bawah tanah dan air tanah mempunyai tipe kalsium-becarbonate sementara rekaman muka air tanah menunjukkan fluktuasi harian yang sangat tajam, yang mencirikan adanya hubungan langsung dengan air hujan.

Kata kunci : batugamping, pertambangan, hidrologi, air, paska tambang

ABSTRACT

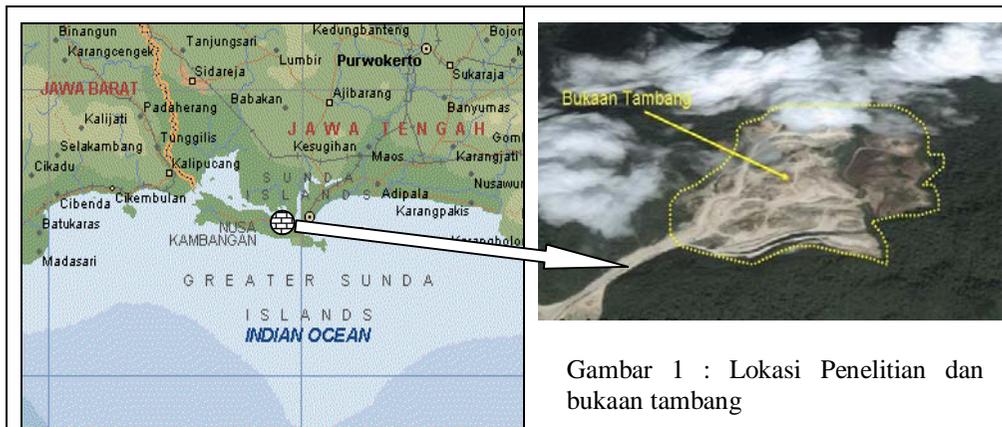
Limestone which is the main raw material for cement production, is also source of water for many areas. Limestone quarrying have been done by PT Holcim in Nusakambangan since 1976 for its cement factory in Cilacap. Study on the hydrological aspect of limestone quarrying in Nusakambangan aims to understand the possible effect of quarrying to the hydrological condition and to develop post mining area management. To understand the possible hydrogeological effect of quarrying this study comprise geological data analysis, geophysical measurement, water level data and rainfall data analysis and water sampling and analyses. Nusakambangan island composed by andesitic breccia rock, fragment of igneous rock, volcanic material and iron oxide material and limestone. Limestone occupied about 30% of the Nusakambangan 246 km² area island, mainly in the northern area from west up to near east. Government allocate 1000 ha area for PT Holcim cement industry. Since 1976 about 200 ha limestone have been quarried applying open pit method and part of the post mining area have been reclaimed using local trees species. Spring and underground water mainly distributed in the northern area and the chemistry type of water is calcium-becarbonate type and the ground water level fluctuation is like river water, directly responding to rainfall. Reclamation to the post mining area using local trees species showing good progress.

Keywords : limestone, karst, mining, hydrology

PENDAHULUAN

Batugamping selain merupakan komponen utama (+80%) dalam industri pembuatan semen juga merupakan sumber air (porositas sekunder) bagi sejumlah area. Untuk memenuhi kebutuhan pabrik semennya di Cilacap, Jawa Tengah dilakukan penambangan batugamping di Pulau Nusakambangan berdasarkan perjanjian kerja sama antara Departemen Kehakiman dan HAM No: E.PL.03.06-629 dengan PT Holcim Indonesia Tbk No: 004/Dir/XI/2001 tertanggal 27 November 2001 untuk kurun waktu 30 tahun untuk areal seluas 1000ha. Sebenarnya kegiatan penambangan batugamping di Nusakambangan telah dimulai sejak tahun 1976 (PT Semen Nusantara) dengan menerapkan system penambangan terbuka (open pit mining) dan sampai saat ini luas areal yang ditambang sudah mencapai 200 ha.

Pulau Nusakambangan dengan luas daerah 246 km², merupakan pulau kecil yang sangat terbatas daya dukung lingkungannya. Apabila tidak dikelola dengan baik, perubahan tutupan lahan dan perubahan morfologi yang diakibatkan oleh kegiatan penambangan sangat berpotensi untuk menurunkan daya dukung lingkungannya, diantaranya sumber daya air. Dampak lingkungan akibat penambangan dapat diminimalisir dengan menerapkan metode penambangan yang baik dan benar serta melakukan pengelolaan lingkungan, khususnya lahan pasca tambang dengan baik. Tulisan ini merupakan hasil penelitian tahun pertama dari rencana 2 tahun kegiatan penelitian di Nusakambangan dan berbagai sumber lainnya yang terutama difokuskan pada aspek hidrologi dan reklamasi lahan pasca tambang.



Gambar 1 : Lokasi Penelitian dan bukaan tambang

METODOLOGI

Untuk mendapatkan gambaran pengaruh penambangan batugamping oleh PT Holcim di Nusakambangan terhadap kondisi hidrologi dilakukan pendekatan aspek geologi, morfologi, iklim (curah hujan) dan pendataan sifat fisika dan kimia air. Data geologi diperoleh melalui pengumpulan data sekunder dan pengamatan lapangan. Untuk mengetahui kondisi geologi bawah permukaan dilakukan pengukuran geofisika tahanan jenis pada sejumlah lintasan pada areal yang belum ditambang dan yang sudah selesai ditambang. Data curah hujan diambil dari stasiun meteorologi kota Cilacap dan alat pengukur curah hujan yang ada di PT Holcim, Nusakambangan. Untuk mengetahui karakteristik kimiawi air diambil sejumlah conto dan dianalisa di lab air Psulit Geoteknologi – LIPI.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi umum Pulau Nusakambangan.

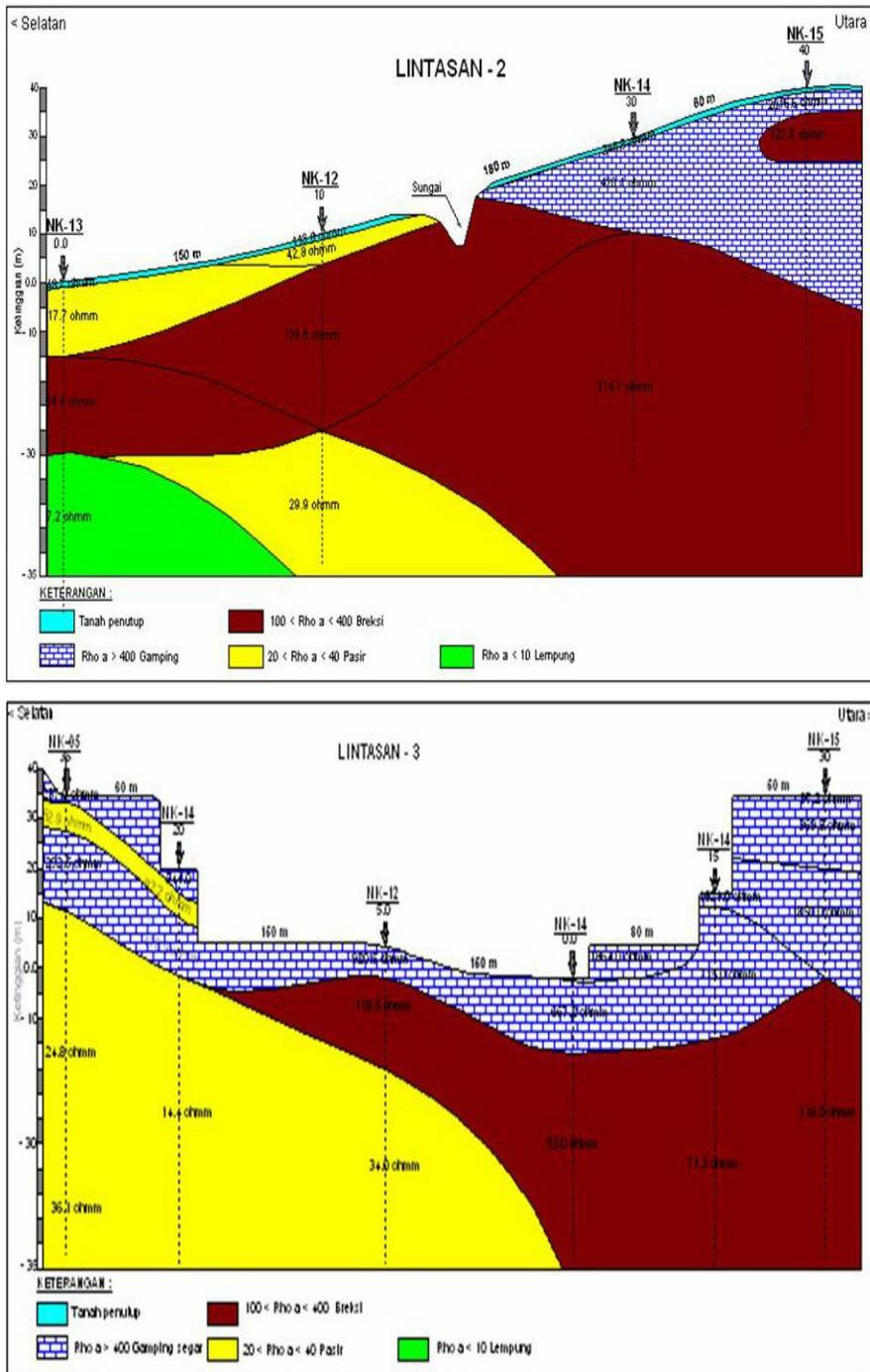
Pulau Nusakambangan termasuk katagori pulau kecil dengan luas sekitar 46.721 ha yang dipisahkan oleh selat yang sangat sempit dengan daratan P Jawa (Gambar 1). Morfologi pulau ini terdiri dari perbukitan, dengan kelerengan mulai sangat curam, khususnya pada bagian selatan sampai landai, yaitu di bagian utara. Sebagai sebuah ekosistem pulau kecil, Pulau Nusakambangan memiliki peranan yang sangat penting sebagai pengatur tata lingkungan kawasan Segara Anakan. Menurut Suwelo (2003) sebagaimana dikutip Dartoyo (2004) keberadaan hutan hujan dataran rendah di Pulau Nusakambangan memiliki kekayaan habitat berbagai jenis satwa, seperti macan kumbang (*Panthera pardus*), landak (*Hystrix brahyura*), trenggiling (*Manis javania*), ular sanca (*Python* sp) dan berbagai jenis burung seperti rangkong (*Buceros* sp) dan burung-burung merandai.

Adapun penggunaan lahan, secara umum daerah ini merupakan kawasan hutan dan sedikit lahan yang dibuka untuk lahan pertanian dan perkebunan, terutama untuk memberikan kegiatan para narapidana yang sudah memenuhi persyaratan untuk bersosialisasi dengan masyarakat sekitar. Penggunaan lainnya adalah untuk kawasan lembaga pemasyarakatan dan perkantornya serta perumahan karyawan. Penambangan batugamping dilakukan dibagian utara-timur (gambar 1). Dari luas konsesi 1000 ha, berdasarkan hasil survey perusahaan, hanya 470 ha yang mengandung batugamping dan akan ditambang.

Geologi

Berdasarkan peta geologi lembar Banyumas (Asikin dkk, 1992) dan lembar Pangandaran (Simanjuntak dan Surono, 1992) pulau Nusakambangan tersusun dari batuan endapan alluvial, terutama di bagian utara, batugamping Formasi Pamutuan, dan Tufa Napalan formasi Pamutuan. Batugamping terutama menempati bagian utara mulai dari ujung barat sampai di tengah agak ke timur. Lokasi penambangan batugamping PT Holcim menempati satuan batugamping yang paling timur. Stratigrafi daerah Nusakambangan dari tua ke muda berupa; breksi bersusunan andesitik, fragmen batuan beku dan oksida besi, tertanam pada massa dasar pasir halus – sedang. Secara tidak selaras di atasnya diendapkan batugamping klastik, dolomitan, berumur Miosen, dan di atasnya diendapkan alluvial berumur Holosen, berupa lumpur, lempung, lanau dan pasir serta sisa tumbuhan, batuan ini bersifat lunak, berwarna abu-abu kecoklatan, kurang kompak sampai lepas-lepas. Satuan ini penyebarannya cukup luas khususnya dibagian timur daerah penelitian.

Sementara berdasarkan hasil pengukuran geolistrik pada lintasan 2 dan lintasan 3 seperti terlihat pada gambar 2 sebagai batuan dasar adalah lempung yang terletak pada kedalaman 30 meter dibawah muka laut. Di atasnya berupa lapisan pasir – breksi vulkanik hingga pada ketinggian 10 meter diatas permukaan laut, kemudian di atasnya diendapkan batugamping hingga pada ketinggian \pm 40 meter diatas muka laut. Alluvial tipis terdeteksi pada lintasan 2 yang belum ditambang.



Gambar 2 : Penampang Geologi berdasarkan hasil pendugaan geolistrik

Hidrologi

Hidrologi pada kawasan karst bersifat unik, akuifer terutama merupakan porositas sekunder yang berbentuk celah atau rekahan yang terbentuk baik akibat kegiatan tektonik maupun hasil pelarutan batugamping. Faktor utama yang menentukan kondisi hidrologi suatu kawasan yaitu iklim (curah hujan), morfologi, geologi dan tutupan lahan.

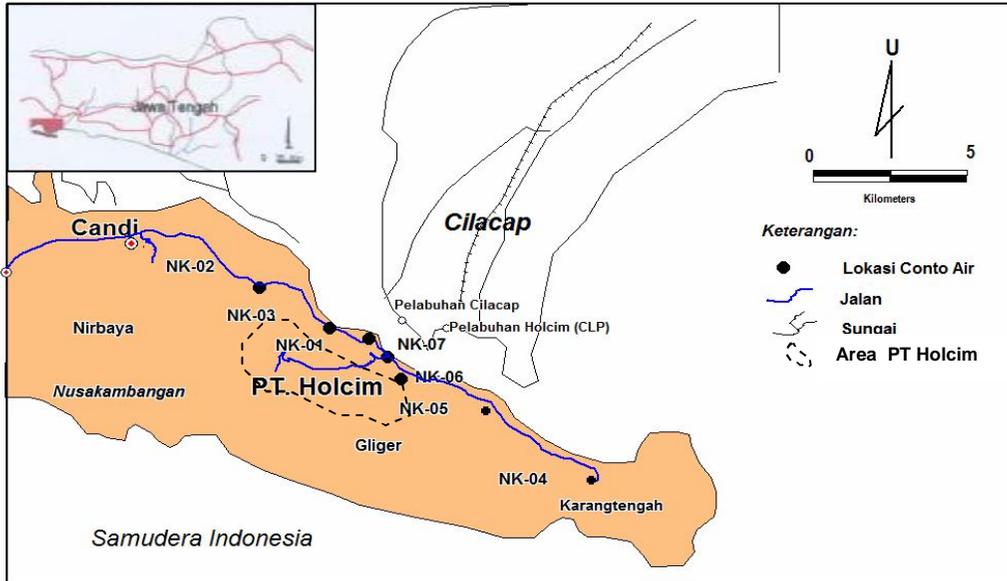
Curah hujan di daerah Nusakmbangan dan Cilacap pada umumnya termasuk tinggi, dengan curah hujan tahunan berkisar antara 2000 mm – 3500 mm. Berdasarkan data curah hujan di stasiun Meteorologi Cilacap dan Nusakambangan (tabel 1) maka iklim di daerah ini dapat digolongkan kedalam kelompok iklim basah menurut Smith and Ferguson (Lakitan, 1994), dengan bulan basah berkisar antara 6 - 11 bulan dalam setahun. Curah hujan di Nusakambangan sedikit lebih rendah dari kota Cilacap. Sejumlah mata air dan sungai bawah tanah mengalirkan airnya keluar dari kawasan karst Nusakambangan yang banyak dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan air masyarakat di P Nusakambangan, seperti untuk petugas dan keluarga petugas LP dan juga untuk memenuhi kebutuhan perusahaan (PT Holcim).

Tabel 1 : Data curah hujan bulanan

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)						
Stasiun kota Cilacap												
2003	408.3	343.1	529.7	265.5	219.1	82.2	2	1	91.7	362.6	505.9	588
2004	265.8	238.7	388.1	186.7	631.1	140	187	32.6	54.6	98.5	834.7	684.1
2005	718.9	292.2	557.2	290.3	537.3	319.6	246.3	66.7	541.9	568.9	734.3	615.5
2006	396.1	365.9	252.1	200	282.9	114	57.2	5	0	60	31.3	194.6
2007	152.6	447.5	227	434.7	377.3	251.6	13.1	16.6	12.9	333.7	693.3	539.6
Stasiun Nusakambangan												
2005	789	213.5	654	224.9	272.4	428.3	212.5	95.5	116.3	525.7	673.2	134
2006	376.7	304.2	244.8	169	270.6	50	42.1	0	0	9.3	30.9	38.5
2007	26.4	122.5	103.7	348.6	373.7	216.2	13.6	20.7	12.5	277.2	361.7	442
2008	128.1	215.1	186.1	76.1	8.5							

Untuk mendapatkan gambaran kualitas kimiawi air di kawasan Pertambangan P Nusakambangan dilakukan pengamatan dan pengambilan contoh air pada sejumlah mata air, sungai bawah tanah dan juga air tanah (lihat gambar 3). Sebanyak 7 contoh air diambil dari P Nusakambangan dan analisa kimia air dilakukan di Laboratorium hidrologi Puslit Geoteknologi LIPI dengan hasil seperti terlihat pada tabel 2.

Seperti terlihat pada tabel 2, semua conto air menunjukkan nilai kesadahan yang tinggi dan bersifat basa ($pH > 7$) yang menandakan air berasal dari batuan karbonat. Sementara dilihat dari data kimianya terlihat tidak ada kandungan ion-ion yang membatasi penggunaan air untuk kebutuhan rumah tangga kecuali untuk contoh Nk7 yang mempunyai kandungan besi yang agak tinggi. Namun kandungan besi yang agak tinggi ini dengan mudah dapat diatasi dengan cara aerasi. Contoh air Nk7 diambil dari sumur pantau dan tidak dimanfaatkan. Diduga sumur ini menembus lapisan yang mengandung oksida besi. Kemungkinan lain sumber besi dari air tanah pada sumur pantau ini adalah berasal dari infiltrasi air permukaan yang banyak terdapat berbagai peralatan bekas pakai disekitar sumur.



Gambar 3 : Peta lokasi Pengambilan conto air

Tabel 2 : Hasil analisa kimia air Nusakambangan (Lab. Air, Puslit Geoteknologi LIPI)

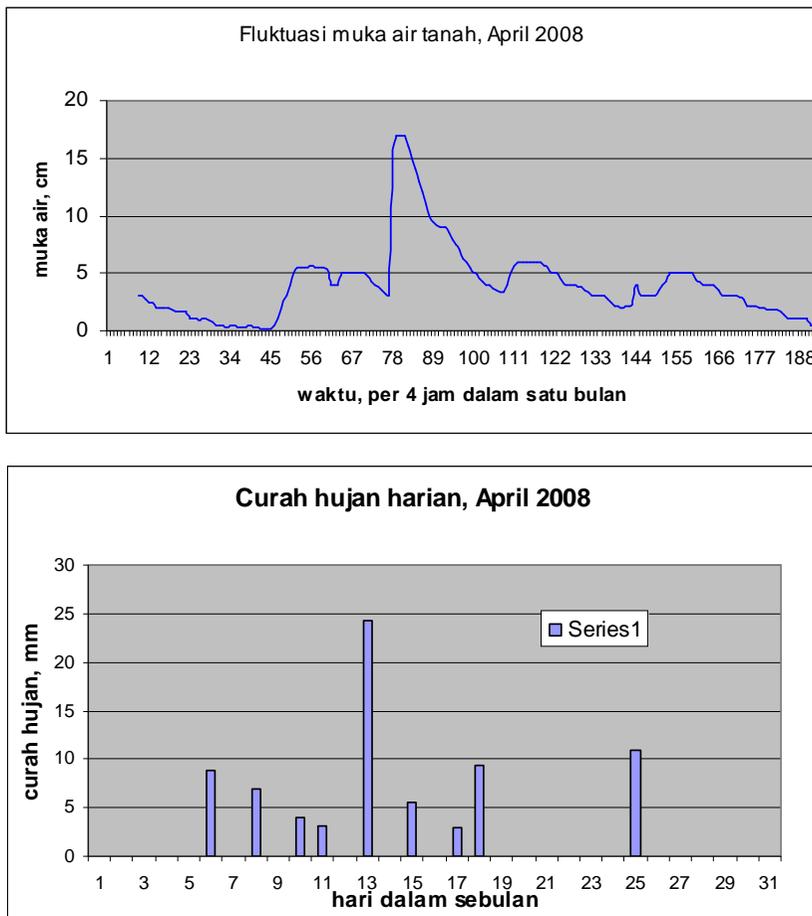
PARAMETER	SATUAN	KODE CONTO						
		Nk 1	Nk2	Nk3	Nk4	Nk5	Nk6	Nk7
Keasaman (pH)		7.29	7.15	6.92	7.01	7.36	7.35	7.37
Daya Hantar Listrik (DHL)	$\mu\text{S/cm}$	465	545	550	579	684	475	795
Temperatur	$^{\circ}\text{C}$	27	27.6	27.3	27.3	27.7	28.5	28.8
Natrium (Na)	mg/l	4.88	4.02	4.59	17.86	18.79	17.24	22.18
Kalium (K)	mg/l	0.25	0.2	0.25	0.89	2.84	2.19	4.78
Kalsium (Ca)	mg/l	80.07	100.53	95.12	84.88	84.28	49.97	107.2
Magnesium (Mg)	mg/l	4.72	3.09	7.43	7.72	25.88	21.27	18.25
Kesadahan (CaCO_3)	mg/l	219.86	264.79	268.79	244.40	318.61	213.61	344.00
Bikarbonat (HCO_3)	mg/l	259.35	272.1	290.98	227.73	327.73	251.4	278.3
Sulfat (SO_4)	mg/l	2.85	3.50	3.00	5.25	13.00	6.00	8.00
Klorida (Cl)	mg/l	10.65	12.39	10.74	30.14	39.75	11.09	78.74
Fe (besi)	mg/l	0.33	0.18	0.4	0.44	0.25	0.46	1.2

Keterangan : Nk1, Nk2, Nk3, = keluaran sungai bawah tanah; Nk4 dan Nk5 = sumur gali (digunakan penduduk), Nk6= mata air; dan Nk7= sumur pantau.

Untuk mendapatkan gambaran karakteristik akuifer; apakah dominan akuifer berupa pori antar butir atau rekahan/celah dilakukan analisa data curah hujan dan dibandingkan dengan data fluktuasi muka air tanah. Hanya ada satu sumur pantau yang dilengkapi dengan alat pengukur muka air tanah otomatis (Nk7). Bersebelahan dengan sumur pantau ini juga terdapat alat pengukur curah hujan. Pada gambar 3 disajikan data rekaman muka air tanah dan data curah hujan untuk bulan April 2008 hanya sebagai contoh. Model respon air tanah terhadap curah hujan

untuk bulan-bulan lainnya adalah sama. Terlihat disini bahwa muka air tanah sangat berfluktuasi seiring dengan data curah hujan. Dalam hitungan jam air hujan sudah mengakibatkan kenaikan muka air tanah dan kemudian muka air tanah turun segera setelah hujan berhenti. Model ini menandakan bahwa air hujan masuk kedalam tanah melalui celahan dengan kecepatan tinggi; model aliran dalam saluran, bukan model aliran air dalam pori. Kalau dilihat dari jenis batugampingnya yang banyak mengalami pelapukan maka dapat diperkirakan sebagian air tanah juga tersimpan dalam pori antar butir, namun dari respon muka air tanah (fluktuasi muka air tanah) terhadap curah hujan yang memperlihatkan hubungan sangat sensitif maka diperkirakan pori akuifer pori sangat kecil dibandingkan dengan volume rekahan. Selain itu ketebalan batugamping yang relatif tipis (sekitar 40 meter) juga mempengaruhi waktu tempuh air hujan mencapai permukaan air tanah. Jarak tempuh yang pendek dan aliran melalui celahan sehingga waktu tempuh sangat pendek.

Kemungkinan penyebab lainnya adalah karena makin tipisnya lapisan gamping yang tersisa, terutama pada lantai kuari (+ 10 meter). Perlu dilakukan pemantauan yang terus menerus terhadap perilaku muka air tanah dan juga debit sungai bawah tanah untuk dapat mengetahui akibat penambangan dalam jangka panjang dan menentukan langkah penanganannya.

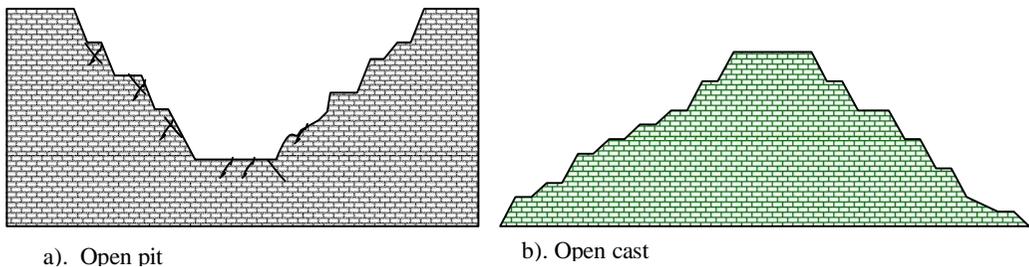


Gambar 3 : Grafik curah hujan harian dan fluktuasi muka air tanah selama bulan April 2008; terlihat respon muka air tanah sangat cepat terhadap curah hujan, mirip dengan hidrograf sungai

Penambangan dan kemungkinan dampaknya terhadap kondisi hidrologi

Penambangan batugamping dilakukan dengan metode tambang terbuka (open pit). Bukaan tambang dibuat dari bagian tengah dengan memotong puncak bukit dan kemudian melebar dan pada akhir penambangan akan terbentuk bukaan seperti terlihat dalam gambar 4a. Penambangan dilakukan secara berjenjang (bench system) dengan lebar dan tinggi jenajng disesuaikan dengan peralatan yang ada dan target produksi. Dengan target produksi 5 juta ton batugamping per tahun maka dimensi jenjang yang dipakai saat ini berkisar antara : lebar 15 m sampai 20 m sedangkan tinggi jenjang 6m sampai 10m. Dalam rangka mengurangi dampak penambangan terhadap fungsi kawasan batugamping sebagai penyimpan air maka penambangan dibatasi sampai ketinggian 10 (dokumen AMDAL) meter diatas permukaan laut dan jarak 200 meter dari batas tepi utara endapan batugamping dan ketebalan batugamping yang disisakan minimal 10 m.

Batu gamping yang ada di kawasan kuasa pertambangan PT Holcim termasuk batuan dengan kekerasan sedang, banyak yang mengalami pelapukan sehingga sekitar 50% batugampiung ditambang dengan menggunakan buldozer (ripper) dan 50% dilakukan dengan cara peledakan. Batu gamping hasil penggalian, setelah melalui proses penghancuran pada mesin pemecah batu (crusher) langsung dimasukkan kealat angkut menggunakan ban berjalan (belt conveyor) dan selanjutnya dengan menggunakan tongkang dikirim kepabrik semen yang ada di Cilacap.



Gambar 4: Model skematik bukaan pada penambangan sistem tambang terbuka.

Dampak dari suatu kegiatan penambangan sangat dipengaruhi oleh sistem atau metode penambangan yang diterapkan. Model penambangan yang diterapkan di Nusakambangan adalah model tambang terbuka (open pit) seperti gambar 4a. Dengan model penambangan seperti ini maka air larian dari areal penambangan akan masuk kedalam pit dan selanjutnya akan terdistribusi menjadi : meresap kedalam tanah (rekahan), masuk dalam celahan dan menguap. Tidak ada bagian air hujan yang mengalir sebagian air larian (run off) keluar area. Oleh karena itu, dengan penerapan bukaan model ini maka tidak ada dampak pengurangan air hujan yang akan menjadi air tanah. Berbeda jika model bukaan yang diterapkan adalah model bukaan seperti gambar 4b. Jika model bukaan gambar 4b yang diterapkan maka akan ada bagian air hujan dari area bukaan tambang yang mengalir sebagai air larian keluar area sehingga akan mempengaruhi ketersediaan air tanah.

IV. KESIMPULAN

Batugamping yang ditambang oleh PT Holcim di Nusakambangan banyak mengalami pelapukan dengan tingkat kekerasan sedang, kurang kompak. Untuk batugamping jenis ini, air tanah selain tersimpan dalam rekahan juga ada yang tersimpan dalam pori antar butir. Berdasarkan pola perubahan muka air tanah dikaitkan dengan data curah hujan maka akuifer utama di daerah ini adalah berupa celah atau rekahan.

Dari data hasil analisa kimia air terlihat, air tanah dan air sungai bawah tanah mempunyai tipe kalsium becarbonat dan tidak ada unsur yang membatasi penggunaan air ini untuk keperluan rumahtangga.

Berdasarkan model bukaan tambang yang diterapkan maka kegiatan penambangan batugamping di Nusakambangan diperkirakan tidak berdampak pada kondisi air tanah secara signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

Asikin dkk, 1992, Peta Geologi lembar Banyumas, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung

Bonnaci O, 1987, Karst Hydrology, Springer-Verlag, London

Dartoyo A.A, 2004, Model Pengelolaan Wilayah Pesisir Kabupaten Berbasis Dijital, : Studi Kasus Kabupaten Cilacap Jawa Tengah, Disampaikan dalam Temu Alumni MPKD 9-11 September 2004

Lakitan,B., 1994., Dasar-dasar Klimatologi, PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.

Simanjuntak dan Surono, 1992, Peta Geologi lembar Pangandaran, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung

----- Dokumen AMDAL Penambangan Batugamping PT Holcim Nusakambangan

----- Peraturan Pemerintah No. 20 tahun 1990, Lampiran A, Standar Kualitas Air di Perairan Umum.

