STUDI IDENTIFIKASI PROFIL PELAPUKAN BATUAN BREKSI VULKANIK FORMASI PITANAK DI KABUPATEN BANJAR PROVINSI KALIMANTAN SELATAN

Adip Mustofa
Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat
e-mail: adipmustofa@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini merupakan penelitian geoteknik batuan dengan objek material yang diteliti adalah batuan breksi vulkanik Formasi Pitanak (Kvpi) berumur Kapur beserta meterial pelapukannya di Kecamatan Karang Intan dan Aranio Kabupaten Banjar. Target temuan yang diharapkan adalah diketahuinya perkembangan mineral sekunder hasil pelapukan sebagai indikasi adanya proses pelapukan dan bertambahnya data dasar geoteknik fisik untuk mendukung perencanaan penyelidikan geoteknik lanjut.

Ketersediaan data dasar geoteknik diperlukan dalam proses pembangunan yang alokasi lahannya telah ditetapkan sesuai Rencana umum tata ruang pemerintah Kabupaten Banjar. Karakteristik yang dikaji dari batuan termasuk material pelapukannya adalah komposisi mineralogi, jenis batuan/ tanah, kluster pelapukan dan sifat geoteknik khususnya fisik material kelas pelapukan.

Kata-kata kunci: Batuan breksi vulkanik, formasi pitanak, mineralogi, pelapukan

PENDAHULUAN

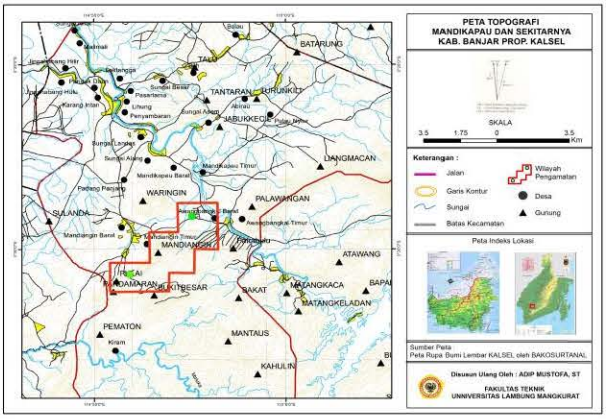
Aktifitas vulkanik di daerah penelitian pernah terjadi pada zaman Kapur Akhir (65-95 juta tahun lalu) dicirikan kehadiran Formasi Pitanak (Kvpi). Formasi Pitanak tersusun oleh lava andesitis dan breksi vulkanik (Sikumbang,1984).

Batuan vulkanik oleh proses alam dapat melapuk.. Dekomposisi mineral primer feldspar batuan vulkanik akan menghasilkan beberapa jenis mineral sekunder dan perubahan karakter fisik material pelapukannya dimana sebagian hingga seluruh struktur, tekstur, dan jenis mineral dapat terubah serta butir mineral secara berangsur bersifat lepas.

Fenomena lapangan menun jukkan tanah residual tersingkap diatas massa batuan breksi vulkanik. Sebelum tahun 2012 jalan rusak dan sering diperbaiki, sekarang dikonstruksi rigid (beton). Karakteristik subgrid jalan perlu diketahui.

Gambar-1. Foto jalan konstruksi beton diatas lapukan batuan breksi vulkanik

Mengetahui profil lapukan batuan vulkanik beserta ciri mineraloginya serta karakter perubahan sifat fisik bermanfaat bagi peneliti geoteknik termasuk para perencana konstruksi.



Gambar-2. Peta topografi mandikapau dan sekitarnya

METODOLOGI

Pengumpulan Data

Pengumpulan data penelitian dilakukan dengan metoda Studi pustaka, dan observasi lapangan. Objek yang diobservasi adalah singkapan tanah dan batuan pada dinding lereng. Pengambilan contoh batuan dan tanah dilakukan secara tersistim menurut kluster pelapukan. Sample batuan dan tanah lapangan merupkan sample undistrub. untuk kemudian diuji dilaboratorium.

Uji laboratorium mencakup Uji petrografi, Uji XRD, dan Uji Fisik diperlukan untuk mengidentifkasi jenis dan kandung an/ komposisi mineral serta sifat fisik material uji terutama: kadar air, bobot isi, angka pori, porositas, derajat kejenuhan serta ukuran butir tanah, sifat plastisitas-elastisitas, dan Specific Grafity.

Pengolahan data dilakukan di studio., menggunakan bantuan peralatan komputer untuk melakukan penghitungan matematis, membuat tabel dan gambar berkait sifat fisik batuan serta tanah lapukan. Sedang analisis data dilakukan dengan mengkaji profil dan klasifikasi batuan Breksi Vulkanik yang terlapukkan.

Hasil Pengumpulan Data

Morfologi daerah penelitian

Berupa bentang alam dengan topografi beragam yang dapat dike lompokkan menjadi 2 satuan geomor fik yaitu Satuan Geomorfik Topogra fi Bergelombang Lemah dan Satuan Topografi Bergelombang Kuat. Level topografi tertinggi berada di bagian tengah daerah penelitian yaitu pada Puncak G. Mandiangin (255 m dpal) sedang level terendah berada diutara daerah penelitian di wilayah Desa Mandi Kapau Timur dengan ketinggian 50 m dpal.

Gambar-3. Landscape daerah penelitian

Gambar-4. Singkapan breksi vulkanik melapuk di Desa Mandi Kapau timur

Perlapisan Material Hasil Pelapukan Batuan Breksi Vulkanik

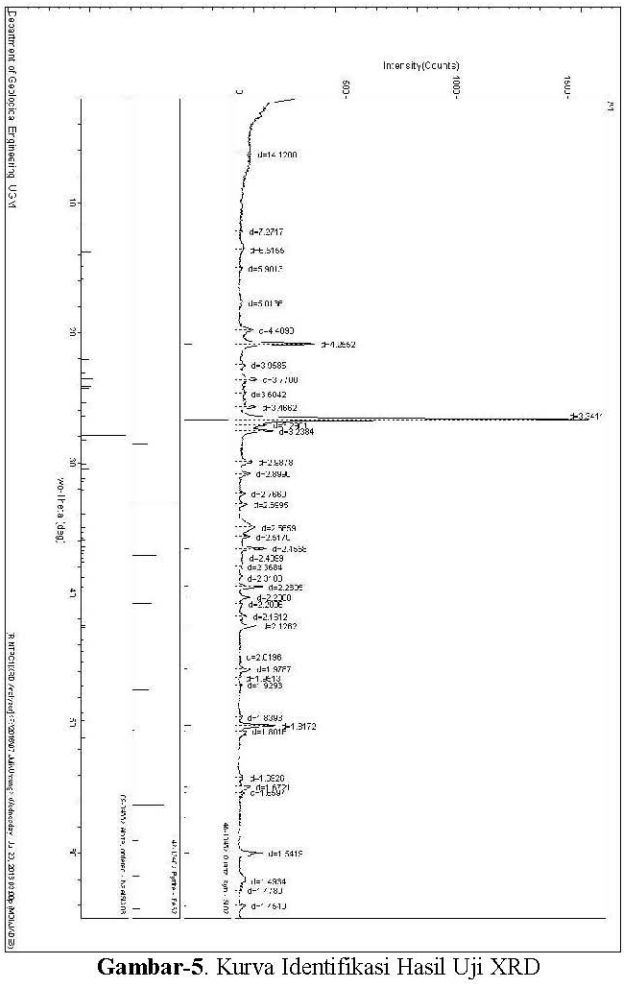
Berdasar observasi lapangan teramati 6 jenis lapis material lapukan batuan Breksi Vulkanik :

- Lapisan ke1. Jenis lapis material ini terletak paling bawah dengan ciri material sangat kompak (berupa batuan) , warna permuka an batuan segar (fresh) - coklat muda keabu-abuan, struktur masif , fenomena perubahan rona belum / sedikit sekali nampak, permuka an rekahan batuan tidak berubah.
- Lapisan ke2. Jenis lapis material ini terletak diatas lapis ke1, sangat kompak, mineral penyusun terlihat jelas bentuk dan warnanya tetapi mulai muncul bercak bercak warna pudar (kurang segar) dari mineral sekunder dalam jumlah sangat kecil, warna umum coklat muda, kenampakan garis rekahan nampak sangat jelas, struktur masif.
- Lapisan ke3. Jenis lapis material ini terletak diatas lapis ke2, material kompak, permukaan batuan mulai nampak dominan buram akibat bercak warna pudar dari mineral sekunder, warna umum batuan coklat sedang, struktur masif, bidang dari garis rekahan nampak melebar namun jejak rekahan masih jelas, berkembang rekahan baru dengan arah tidak teratur.
- Lapisan ke4. Jenis lapis material ini terletak diatas lapis ke3, material keras kurang kompak, warna permukaan batuan sudah sangat pudar (buram/tidak segar), warna umum coklat sedang, muncul struktur berongga, singkapan rekahan mulai pudar kenampakannya.
- Lapisan ke 5. Jenis lapis material ini terletak diatas lapis ke4, material sudah sangat tidak kompak (berupa tanah berbongkah), bongkah terselimuti tanah kerikilan, hampir seluruh massa batuan mengalami perubah an warna menjadi coklat tua, tekstur dan struktur batuan asal masih sedikit dapat diamati, rekahan batuan hanya sedikit masih dapat diamati, rekahan telah berkembang menjadi tanah kerikilan, tertembus oleh akar tanaman keras, pendeterminasian batuan asal sudah sulit dilakukan.
- Lapisan ke 6. Jenis lapis material ini terletak diatas lapis 5 material bersifat lepas sudah tidak padu (berupa tanah), jika ditekan jari dapat berubah bentuk, warna umum coklat kehitaman, tertembus akar rerumputan dan semak belukar, mengandung unsur organik, keberadaan struktur rekahan tidak nampak.

Identifikasi Mineralogi Material dan Jenis Batuan Terlapukkan

Komposisi mineral menurut gride lapisan diketahui berdasar pengamatan mikroskopis petrografi, dan XRD, dengan hasil sebagai berikut :

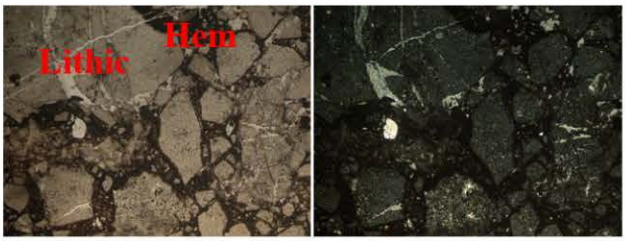
- Grid 6 mengandung Mineral Primer (Kuarsa), dan Mineral Sekunder(Kaolinit,Monmorilonit, illite) , serta Mineral Tambahan (Pirite).
- Grid 5 mengandung Mineral Primer (Kuarsa, Albite), dan Mineral Sekunder (Kaolinit, Monmorilonit, illite), serta Mineral Tambahan (Pirite).



Gambar-5. Kurva Identifikasi Hasil Uji XRD

- Grid 4 mengandung Mineral Primer (Kuarsa, Augit, Albite), dan Mineral Sekunder (Monmorilonit, illite), serta Mineral Tambahan (Pirite, Magnetite, Hematite).
- Grid 3 mengandung Mineral Primer (Kuarsa, Augite, Albite), dan Mineral Sekunder (Monmorilonit, illite), serta Mineral Tambahan (Pirite, Magnetite, Hematite).
- Grid 2 mengandung Mineral Primer (Lempung, Mineral Serisit, Gelas Kuarsa, Albite), dan Mineral Sekunder (Andesit, Kuarsa, Plagioklas, illite), serta Mineral Tambahan (Fragmen, Hematite, Opac, Pirite).

- Grid 1 mengandung Mineral Primer (Kuarsa, Plagioklas, Glass), dan Mineral Sekunder (Clorite, Lempung), serta Mineral Tambahan (Fenokris, Clinopiroxen, Opac).



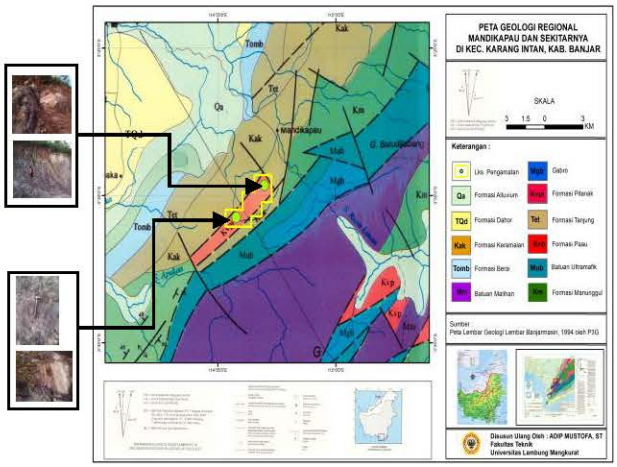
Gambar-6. Foto Mikroskopis Sayatan Batuan Breksi Vulkanik

Hasil identifikasi mikroskopis terhadap batuan segar yang terlapukkan (lapis gride 1), diketahui batuan tersusun oleh komponen: Lithik 76%, Kristal 14%, dan Gelas 10% dengan keragaman jenis mineral penyusun, sebagai berikut :

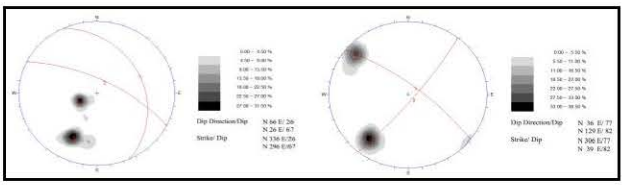
- Massa dasar : Gelas, mineral plagioklas, dan mineral kuarsa.
- Fragmen : Hematite, clinopiroxen ,mineral opac , clorit, dan lempung.
- n lempung.

Hasil plotting pada diagram QPFA didapatkan nama batuan : Lithic Tuff / Andesite Tuff (After Pettijohn, 1975) atau Breksi vulkanik. Jenis batuan lain juga ditemukan disekitar objek batuan diteliti. Hasil pengama tan mikroskopis diketahui kehadiran beberapa mineral, antara lain : Mineral Utama (Kuarsa, plagioklas , clino piroxen) ; Mineral Sekunder (Clorite) ; dan mineral tambahan (Hematit, min opac., dan glas). Hasil plotting pada diagram QPFA didapatkan nama batuan : Andesit Vulkanik.

Kondisi geologi daerah penelitian



Gambar-7. Peta Geologi Regional Daerah Mandi Kapau dan Sekitarnya



Gambar-8. Kontur Struktur Rekahan di Daerah Mandi Kapau Timur

Jenis batuan breksi vulkanik dan batuan andesit vulkanik diketahui terdapat bersama sebagai batuan penyusun Formasi Pitanak di daerah penelitian. Persebaran formasi berjalur memanjang mulai Desa Mandiangin Kecamatan Aranio hingga Desa Mandi Kapau Timur. Shear joint dengan kedudukan umum : N338E/25 dan N208E/69 sedang Tension dan ekstension join berkembang dengan kedudukan umum: N2E/78 dan N95E/71. Sesar geser yang terbentuk pengaruh tektonik Akhir Kapur dan tektonik Akhir Miosen.

Sifat Fisik Batuan Terlapukan

Massa batuan di lapangan umumnya masif tetapi memiliki bidang diskontinuitas berupa bidang rekahan dan bidang sesar. Kerapatan rekahan pada zona sesar >10 buah/m, sedang kerapatan struktur rekahan luar zona sesar < 3 buah/m. Sifat fisik lapis batuan breksi vulkanik lapuk menurut gride lapisan berdasar hasil uji laboratorium, sebagai berikut :

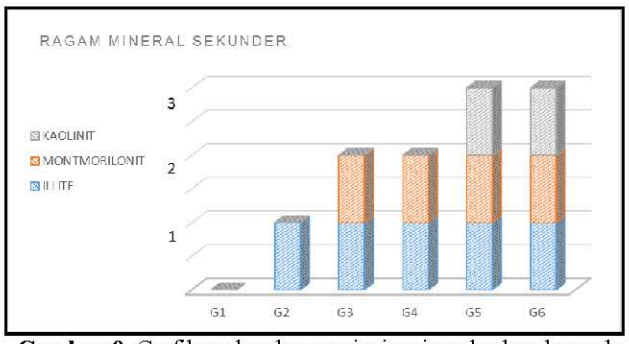
- Lapis Gride 1: Kadar air 4,12-4,33 %; Bobot isi asli 1,78-1,82 gr/cm3; Bobot isi kering 1,70-1,77 gr/cm3; Angka pori 0,12-0,18 ; Porositas 10,91-15,16 %.
- Lapis Gride 2 : Kadar air 6,39-6,51 % ; Bobot isi asli 1,64-1,72 gr/cm3 ; Bobot isi kering 1,54-1,61 gr/cm3; Angka pori 0,27-0,34 ; Porositas 21,49-25,38 %; Derajat kejenuhan 35,08-50,90 %.
- Lapis Gride 3 : Kadar air 11,17-12,31 %; Bobot isi asli 1,41-1,58 gr/cm3; Bobot isi kering 1,25-1,44 gr/cm3; Angka pori 0,45-0,67; Porositas 31,24-40,21 %; Derajat kejenuhan 35,36-44,71 %.
- Lapis Gride 4 : Kadar air 14,10-14,58 %; Bobot isi asli 1,28-1,40 gr/cm3; Bobot isi kering 1,12-1,23 gr/cm3;p Angka pori 0,72-0,87; Porositas 41,92-46,63 %; Derajat kejenuhan 34,18-40,40 %.
- Lapis Gride 5 : Kadar air 17,61-20,73 %; Bobot isi asli 1,20-1,33 gr/cm3; Bobot isi kering 1,00-1,13 gr/cm3; Angka pori 1,1-1,54; Porositas 52,38-60,62 %; Derajat kejenuhan 33,33-39,78 %, Gradasi butir (Butir halus 33,23-34,58% sedang butir kasar 55,42-66,77%) ; SG 2,68; Jenis tanah CL; batas atterberg (LL 47,14-49,27% ; PL 24,72-24,81% ; PI 34,51-35,21).
- Lapis Gride 6: Kadar air 20,59 - 36,42 %; Bobot isi asli 1,01-1,03 gr/cm3; Bobot isi kering 1,0- 1,03 gr/cm3; Angka pori 1,23- 3,64; Porositas 55,21-78,45 %; Derajat kejenuhan 26,66-35,44 %. Gradasi butir (Butir halus 41,69-46,29% sedang butir kasar 53,71-58,31%) ; SG 2,63 ; Jenis tanah CH ; batas atterberg (PL 26,43-26,91% ; LL 60,80-61,40% ; PI 33,89-34,97).

Hasil Pengolahan Data
Pelapukan Batuan

Batuan breksi vulkanik yang belum terlapukkan dari hasil pengamatan petrografi diketahui tersusun oleh mineral primer, mineral sekunder dan mineral tambahan. Mineral primer dapat terlapukkan jika berada di atau dekat permukaan tanah oleh proses dekomposisi menyebabkan perubahan komposisi kimiawi, dan proses disintegrasi menyebabkan perubahan bentuk permukaan mineral dan terlepasnya ikatan semen antar butir. Mineral primer yang terlapukkan mengalami ubahan menjadi mineral sekunder. Oleh karenanya kehadiran mineral sekunder dapat menjadi penciri berlangsungnya proses pelapukan. Proses alterasi juga merupakan proses ubahan yang prosesnya berlangsung bersamaan proses pembentukan batuan

khususnya batuan beku termasuk batuan beku luar dan vulkanik. Semakin meningkat tingkat pelapukan batuan akan menghasilkan jumlah dan jenis mineral sekunder yang lebih besar.

Hasil analisa petrografi dan XRD telah diketahui kehadiran mineral sekunder. Secara vertikal dari bawah keatas mulai grade 1 sampai grade 6 nampak kehadiran mineral sekunder yang jenis dan prosentasenya meningkat. Kehadiran mineral sekunder batuan yang belum terlapukkan (lapis gride 1) yaitu mineral yang terbentuk akibat proses alterasi. Pemunculan mineral sekunder illite memperbanyak ragam mineral jenis sekunder pada lapis pelapukan batuan grade 2. Pada lapis pelapukan batuan grade 3 dan grade 4 muncul 2 jenis mineral sekunder dengan prosentase yang semakin membesar yaitu illite dan montmorlionite. Selnjutnya pada lapis pelapukan batuan grade 5 dan grade 6 muncul 3 jenis mineral sekunde yaitu illite, montmorlionite dan kaolinite. Pemunculan mineral sekunder yang bertambah ragamnya dan prosentasenya menandakan terjadinya dekomposisi dalam proses pelapukan.



Gambar-9. Grafik perkembangan jenis mineral sekunder pada batuan Breksi vulkanik Terlapukkan

Proses dekomposisi diawali dengan adanya butiran mineral penyusun batuan yang bersinggungan dengan air sehingga terjadi reaksi dengan udara (O2 atau CO2) menyebabkan sebagian dari mineral penyusun batuan segar Breksi vulkanik khusunya feldspar , hornblende tergangggu stabilitas kimiawinya karena reaksi kimia. Secara kimiawi proses dekomposisi dimulai dengan proses hidrasi membentuk oksida hidrat, oksida amorf hidrat, mika hidrat dan kemudian diikuti proses pengurangan dan atau penambahan ion membentuk mineral lempung sampai akhirnya tinggal oksida besi dan atau oksida aluminium.

Mineral memiliki warna tertentu umumnya berbeda antara mineral satu dengan lainnya, tak terkecuali mineral sekunder. Perubahan mineralogi dapat menyebabkan perubahan warna. Didaerah penelitian perubahan warna batuan nampak terjadi secara vertikal dari bawah keatas. Lapis gride 1 berwarna coklat keabu-abuan (pengaruh warna mineral kuarsa, plagioklas, lempung, ferromagnesi an piroxine) berubah menjadi warna coklat tua (pirit, dan lempung) pada lapis gride 6 dipermukaan tanah.

Perubahan mineralogi akan merubah bentuk kristal yang dapat berakibat perubahan ukuran mineral dan berlanjut perubahan sifat ikatan butir. Pada lapis gride 1 butir massa material berukuran pasir hingga kerikil dan bersifat padu (terikat) namun pada gride 6 menjadi bersifat lepas dengan ukuran butir berubah menjadi lempung (mineral lempung). Perubahan kondisi tersebut menandakan terjadinya proses pelapukan disintegrasi.

Perubahan Sifat Fisik Material Lapukan

Secara umum perubahan karakteristik sifat fisik batuan yang melapuk telah diketahui perkembangan perubahannya secara vertikal menurut grid kluster pelapukan sebagai berikut :

- Kadar Air (w) : Hubungan yang terjadi adalah Perubahan berangsur kadar air dimana Semakin tinggi tingkat (grade) pelapukan semakin tinggi kadar airnya.
- Bobot Isi Asli (pn) : Hubungan yang terjadi adalah Perubahan berangsur bobot isi asli dimana Semakin tinggi tingkat (grade) pelapukan semakin tinggi bobot isi aslinya.
- Bobot Isi Kering (pd) : Hubungan yang terjadi adalah Perubahan berangsur bobot isi kering dimana Semakin tinggi tingkat (grade) pelapukan semakin tinggi bobot isi kering.
- Angka Pori (e) : Hubungan yang terjadi adalah Perubahan berangsur angka pori dimana Semakin tinggi tingkat (grade) pelapukan semakin tinggi angka porinya.
- Porositas (n) : Hubungan yang terjadi adalah Perubahan berangsur porositas dimana Semakin tinggi tingkat (grade) pelapukan semakin tinggi porositasnya.
- Derajat Kejenuhan (s) : Semakin tinggi tingkat pelapukan yang terjadi menunjukkan hubungan semakin tinggi derajat kejenuhannya.

HASIL DAN DISKUSI

Profil dan Klasifikasi Pelapukan Batuan Breksi Vulkanik

Memperhatikan hasil observasi dan uji laboratorium khususnya uji petrografi dan XRD diketahui batuan breksi vulkanik yang terlapukkan dapat dipilahkan menjadi 6 grade pelapukan yang bisa dikategorikan urutan tingkat pelapukannya mulai Tingkat Tanpa Pelapukan sampai Tingkat Lapuk Sangat Sempurna. Pelapukan menyebabkan proses dekomposisi yang akan merubah mineral primer menjadi mineral sekunder sehingga tiap gride pelapukan bercirikan kehadiran jenis mineral sekunder yang tertentu pula. Secara umum jumlah prosestase mineral sekunder akan semakin membesar seiring dengan peningkatan tingkat pelapukan.

Proses pelapukan mempengaruhi perubahan sifat fisik batuan breksi vulkanik yang terlapukkan. Makin kuat tingkat pelapukannya maka ikatan butir mineral makin banyak terlepaskan, ukuran mineral semakin mengecil, porositas menjadi semakin besar. Berdasar penjelasan diatas maka karakter Profil Batuan Breksi Vulkanik melapuk, berikut klasifikasinya disajikan sebagaimana tersebut dibawah.

Proses pelapukan mempengaruhi perubahan sifat fisik batuan breksi vulkanik yang terlapukkan. Makin kuat tingkat pelapukannya maka ikatan butir mineral makin banyak terlepaskan, ukuran mineral semakin mengecil, porositas menjadi semakin besar. Berdasar penjelasan diatas maka karakter Profil Batuan Breksi Vulkanik melapuk, berikut klasifikasinya disajikan sebagaimana tersebut di atas.

a. Batuan Tanpa Pelapukan : sangat kompak,warna segar (fresh) coklat muda keabu-abuan, masif, fenomena perubahan rona belum/sedikit sekali nampak,permukaan rekahan batuan tidak berubah, mineral sekunder hasil pelapukan tidak ada (tidak hadir). Kadar air 4,12-4,33 % ; Bobot isi asli 1,78-1,82 gr/cm3; Bobot isi kering 1,70-1,77 gr/cm3; Angka pori 0,12-0,18 ; Porositas 10,91-15,16 %.
b. Batuan Lapuk Ringan : Sangat kompak, warna coklat muda mulai muncul bercak bercak warna pudar (kurang segar) dari mineral sekunder, , kenampakan garis rekahan nampak lebih jelas, struktur masif, 1

jenis mineral sekunder hadir (illite). Kadar air 6,39-6,51 %; Bobot isi asli 1,64-1,72 gr/cm3; Bobot isi kering 1,54-1,61 gr/cm3 ; Angka pori 0,27-0,34 ; Porositas 21,49-25,38 %.

c. Batuan Lapuk Sedang : Kompak, warna coklat sedang dengan bercak warna pudar dari mineral sekunder, struktur masif, bidang dari garis rekahan nampak melebar namun jejak rekahan masih jelas, berkembang rekahan baru dengan arah tidak teratur, 2 jenis mineral sekunder hadir (illite, monmorilonite). Kadar air 11,17-12,31 %; Bobot isi asli 1,41-1,58 gr/cm3; Bobot isi kering 1,25-1,44 gr/cm3; Angka pori 0,45-0,67 ; Porositas 31,24-40,21 %.

Tabel-1. Klasifikasi tingkat pelapukan

No Urut	Profil Dan Zonasi Grade Pelapukan	Diskripsi Umum Karakteristik Material Pelapukan	Deskripsi Khusus Karakteristik Fisik Geoteknik Material	Tingkat Pelapukan
1	VI	Jenis material adalah tanah tanpa fragmen kerikil batuan asal, warna permukaan material kusam (warna tanah), warna umum coklat kehitaman, berbutir lempung , rekahan tidak nampak, dan sisa /jejak batuan asal sudah tidak tampak, 3 jenis mineral sekunder hadir (illite, monmorilonite, kaolinite).	Kadar air 20,59 - 36,42 % Bobot isi asli 1,01-1,03 gr/cm3 Bobot isi kering 1,0- 1,03 gr/cm3 Angka pori 1,23- 3,64 Porositas 55,21-78,45 %	Lapuk Sangat Sempurna
2	V	Jenis material adalah tanah berfragmen batuan asal, warna permukaan material kusam (warna tanah), warna umum coklat tua, berbutir lempung kerikilan-berangkalan, kerikil-berangkal dari sisa /jejak batuan asal, dimana rekahan sudah tidak nampak, 3 jenis mineral sekunder hadir (illite, monmorilonite, kaolinite).	Kadar air 17,61-20,73 % Bobot isi asli 1,20-1,33 gr/cm3 Bobot isi kering 1,00-1,13 gr/cm3 Angka pori 1,1-1,54 Porositas 52,38-60,62 %	Lapuk Sempurna
3	IV	Jenis material adalah batuan kurang kompak, warna permukaan batuan sudah sangat pudar (tidak segar), warna umum coklat sedang, muncul struktur berongga, rekahan lama mulai pudar kenampakannya, 2 jenis mineral sekunder hadir (illite, monmorilonite).	Kadar air 14,10-14,58 % Bobot isi asli 1,28-1,40 gr/cm3 Bobot isi kering 1,12-1,23 gr/cm3 Angka pori 0,72-0,87 Porositas 41,92-46,63 %	Lapuk Kuat
4	III	Jenis material adalah batuan kompak, permukaan batuan mulai dominan dengan bercak warna pudar dari mineral sekunder, warna batuan coklat sedang, struktur masif, bidang dari garis rekahan nampak melebar namun jejak rekahan masih jelas, berkembang rekahan baru dengan arah tidak teratur, 2 jenis mineral sekunder hadir (illite, monmorilonite).	Kadar air 11,17-12,31 % Bobot isi asli 1,41-1,58 gr/cm3 Bobot isi kering 1,25-1,44 gr/cm3 Angka pori 0,45-0,67 Porositas 31,24-40,21	Lapuk Sedang
5	II	Jenis material adalah batuan sangat kompak, warna permukaan batuan masih nampak segar tetapi mulai muncul bercak bercak warna pudar (kurang segar) dari mineral sekunder namun dalam jumlah sangat kecil, warna coklat muda, kenampakan garis rekahan nampak lebih jelas, struktur masif, 1 jenis mineral sekunder hadir (illite).	Kadar air 6,39-6,51 % Bobot isi asli 1,64-1,72 gr/cm3 Bobot isi kering 1,54-1,61 gr/cm3 Angka pori 0,27-0,34 Porositas 21,49-25,38 %	Lapuk Ringan
6	I	Jenis material adalah batuan sangat kompak,warna permukaan batuan nampak segar (fresh), warna coklat muda kabu-abuan, struktur masif, fenomena perubahan rona belum/sedikit sekali nampak,permukaan rekahan batuan tidak berubah, mineral sekunder hasil pelapukan tidak ada (tidak hadir).	Kadar air 4,12-4,33 % Bobot isi asli 1,78-1,82 gr/cm3 Bobot isi kering 1,70-1,77 gr/cm3 Angka pori 0,12-0,18 Porositas 10,91-15,16 %	Tanpa Pelapukan

d. Batuan Lapuk Kuat : Batuan kurang kompak, warna permukaan batuan sudah sangat pudar (tidak segar), warna umum coklat sedang, muncul struktur berongga, rekahan lama mulai pudar kenampakannya, 2 jenis mineral sekunder hadir (illite, monmorilonite). Kadar air 14,10-14,58 %, Bobot isi asli 1,28-1,40 gr/cm3; Bobot isi kering 1,12-1,23 gr/cm3; Angka pori 0,72-0,87; Porositas 41,92-46,63 %.

e. Batuan Lapuk Sempurna : Tanah berfragmen batuan asal, warna coklat tua kusam, berbutir lempung kerikilan-berangkalan, kerikil/berangkal dari sisa /jejak batuan asal, dimana rekahan sudah tidak nampak, 3 jenis mineral sekunder hadir (illite, monmorilonite, kaolinite). Kadar air 17,61-20,73 %, Bobot isi asli 1,20-1,33 gr/cm3; Bobot isi kering 1,00-1,13 gr/cm3; Angka pori 1,1-1,54; Porositas 52,38-60,62 %.

f. Batuan lapuk Sangat Sempurna : Tanah tanpa fragmen kerikil batuan asal, warna permukaan material kusam (warna tanah), warna umum coklat kehitaman, berbutir lempung , rekahan tidak nampak, dan sisa /jejak batuan asal sudah tidak tampak, 3 jenis mineral sekunder hadir (illite, monmorilonite, kaolinite). Kadar air 20,59 - 36,42 %; Bobot isi asli 1,01-1,03 gr/cm3; Bobot isi kering 1,0- 1,03 gr/cm3; Angka pori 1,23- 3,64; Porositas 55,21-78,45 %.

KESIMPULAN

Batuan Breksi Vulkanik Formasi Pitanak yang kehadirannya sering bersama dengan batuan andesit vulkanik di lapangan dapat mengalami proses pelapukan. Proses pelapukan menyebabkan terjadinya perubahan fenomena umum secara vertikal dari kenampakan fisik material lapukan batuan Breksi Vulkanik yang dapat dipisahkan menjadi 6 grade/ kluster pelapukan, dengan fenomena umum material, jenis mineral sekunder yang hadir, dan karakteristik sifat fisik geoteknik material terlapukkan sebagai berikut.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Bell, F.G. 2007. *Engineering Geology, Second Edition*. Butterworth-Heinemann. Great Britain.

[2] Bieniaswki, Z T. 1989. *Engineering Rock Mass Classification*. John Willey & sons Inc., Canada, New York –London-Sydney.

[3] Bronto, S. 2006. Fasies gunung api dan aplikasinya, *Jurnal Geologi Indonesia*. Vol. 1 No.2 Juni 2006: 59-71.

[4] Bronto, S., Mulyanigsih, S., Hartono, G., dan Astuti, B., 2008, Gunungapi Purba Watuadeg: Sumber Erupsi dan Posisi Stratigrafi. *Jurnal Geologi Indonesia*. Vol. 2 No. 3 September 2008 : 117-128.

[5] Das, B.M., (translated by Mochtar N.E, and Mochtar I.B.). 1988. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik) Jilid I*. Erlangga. Jakarta.

[6] Dearman, W.R. & Irfan, T.Y. 1978. Classification and index properties of weathered coarse-grained granites from south-west England. *Proceedings of the Third International Congress International Association of Engineering Geology*, 2, 119-130.

[7] Hirnawan, F. 1999. Peningkatan Parameter Ketahanan Lempung Lapukan Breksi vulkanik Jurnal Vulkanik. Peran Vegetasi, Teknologi Indonesia, Jilid XXII, No. 1 – 2.

[8] Irfan, T.Y. dan Dearman, W.R. 1978. Engineering classification and index properties of a weathered granite. *Bulletin of the International Association of Engineering Geology*, 17 : 79-90.

[9] Sadisun, I. A., Sampurno, Bandono, and Matsui. 2011. Engineering Grade Zones of Weathered Claystone in the Wet Tropical Region of West Java – Indonesia, *Proc. Second Vol. 16 [2011], Bund. H 886 Asian Symposium on Engrg Geology and the Environment*. Bangi, Malaysia. pp. 7-37 - 7-46.

[10] Setiadji, P., Sadisun, I.A., dan Bandono. 2006. Pengamatan dan pengujian lapangan dalam karakterisasi pelapukan breksi vulkanik di Purwakarta. *Jurnal Geoaplika*. 1(1), h.003 - 013.

[11] Wibowo, YS. 2009. *Karakterisasi Ketahanan Massa Tanah Residual Breksi Vulkanik Produk Gunung Ciremai Melalui Kajian Hubungan Antar Vaiabelnya* (Thesis). Magister Teknik Geologi, Universitas Pajajaran, Bandung (tidak dipublikasikan).