

## KECEPATAN PERGERAKAN MAGMA DASIT KE PERMUKAAN DI DAERAH PURWOREJO DAN SEKITARNYA, JAWA TENGAH

### Berdasarkan Analisis Penarikan Jejak Belah

S. Permanadewi, I. Saefudin dan D.A. Siregar

Pusat Survei Geologi  
Jl. Diponegoro No. 57, Bandung 40122

#### SARI

Penarikan jejak belah dengan menggunakan zirkon terhadap empat buah percontoh batuan dasit dari daerah Purworejo menghasilkan umur antara  $12,6 \pm 1,5$  sampai  $15,9 \pm 1,0$  juta tahun. Di daerah Purworejo terdapat satu tahapan pendinginan tubuh dasit yang berlangsung sejak 12,6 juta tahun hingga 15,9 juta tahun selama pergerakannya ke permukaan dengan kecepatan antara 0,02 - 0,06 mm/tahun.

Kata kunci: jejak belah, zirkon, pergerakan magma, Purworejo

#### ABSTRACT

Zircon fission track dating using zircon of four dacite samples from Purworejo, yielded age of  $12,6 \pm 1,5$  to  $15,9 \pm 1,0$  m.a. One cooling phase of the dacite body at Purworejo area indicates an uplift velocity of 0.02 - 0.06 mm/year.

Keywords : fission tracks, zircon, uplift, Purworejo

#### PENDAHULUAN

Penelitian penarikan jejak belah dilakukan terhadap batuan dasit di daerah Purworejo dan sekitarnya, Jawa Tengah. Berdasarkan peta geologi lembar Yogyakarta skala 1:100.000 (Rahardjo drr., 1995), di daerah penelitian terdapat tiga lokasi terobosan dasit, yaitu : Dasit Hargorejo; Dasit Wonorejo, dan Dasit Gunung Gandul (Gambar 1). Dari ketiga singkapan tersebut, terobosan yang paling besar adalah Dasit Gunung Gandul, sedangkan yang paling kecil adalah Dasit Wonorejo yang tersingkap di hulu Sungai Jogoresan. Batuan ini sangat baik untuk dianalisis dengan Metode Penarikan Jejak Belah karena bersifat asam yang banyak mengandung zirkon atau apatit. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui proses percepatan pergerakan dan pendinginan yang terjadi pada batuan dasit di daerah Purworejo dengan metode analisis Penarikan Jejak Belah.

Analisis Penarikan Jejak Belah dilakukan di Laboratorium Jejak Belah, Pusat Survei Geologi, Bandung dan iradiasi percontoh dilakukan pada Pusat Penelitian Nuklir Yogyakarta.

#### METODE ANALISIS

Pencapaian tujuan penelitian ini dilakukan dengan penentuan umur dari setiap terobosan dasit. Beberapa percontoh dari setiap terobosan dasit yang akan diketahui umurnya diambil pada lokasi yang berbeda ketinggiannya. Penentuan umur dengan metode Penarikan Jejak Belah menggunakan mineral penentu umur zirkon dan apatit. Pemisahan mineral zirkon dan apatit dilakukan dengan menggunakan cairan berat bromoform dan pemisah Frantz Isodinamik sesuai dengan metode Tagami drr. (1988). Metode yang digunakan untuk menghitung umur adalah metode EDM (*External Detector Method*), yaitu jejak spontan Ns dihitung pada kristal, sedangkan jejak induksi Ni dihitung pada detektor mika (Naeser, 1979). Zirkon dietsa dalam larutan KOH - NaOH pada temperatur 240°C selama 10 - 15 jam, sedangkan apatit dietsa dalam larutan Asam Nitrat (HNO<sub>3</sub>) selama 20 - 30 menit pada suhu kamar. Iradiasi dilakukan di Pusat Penelitian Nuklir Yogyakarta dengan menggunakan Reaktor Triga Mark II berkekuatan 100 KW. Kaca standar yang digunakan untuk zirkon adalah CN2 (*Corning Glass 2*) mengandung uranium sebesar 32,5 ppm, sedangkan untuk apatit adalah CN5 mengandung

uranium sebesar 12,6 ppm (Fleischer drr., 1975). Umur dihitung dengan menggunakan kalibrasi faktor zeta (Hurford dan Green, 1983), untuk zirkon 184, sedangkan untuk apatit 352. Faktor kesalahan dihitung menurut rumus Green (1981) dan Galbraith (1981).

**TATAAN GEOLOGI**

Menurut Rahardjo drr., (1995), secara regional stratigrafi daerah Purworejo dan sekitarnya dari tua ke muda dapat dibagi menjadi beberapa formasi, yaitu : Formasi Nanggulan (Teon); Formasi Andesit (Tmok); Terobosan andesit dan dasit (a,da); Formasi Jonggrangan (Tmj); Formasi Sentolo (Tmps); Endapan Gunung Sumbing Muda (Qsm) dan Aluvium (Qa) (Gambar 2).

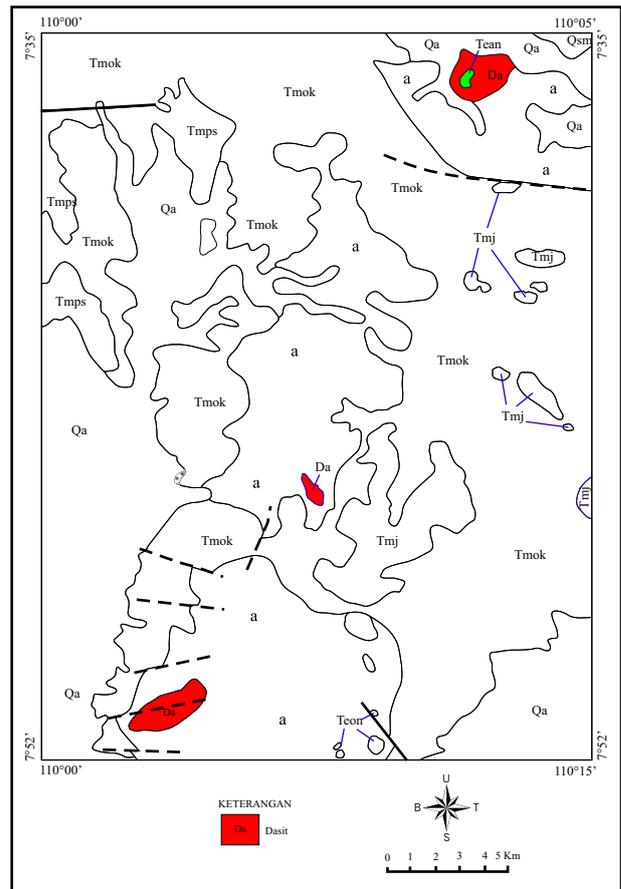
Terobosan andesit (a), yang menerobos Formasi Andesit Tua, terdiri atas andesit hipersten yang tersingkap di gunung Pencu, andesit- augit-horenblenda dan trakiandesit yang tersingkap di gunung Gandul dan Gunung Ijo, sebagian besar batuan ini telah mengalami propilitisasi.

Terobosan dasit (da), tersingkap di tiga lokasi. Dasit Hargorejo tersingkap di desa Hargorejo sebelah timur Bagelen. Batuan ini pada umumnya agak lapuk (Gambar 3a), membentuk suatu perbukitan dengan ketinggian antara 100 - 200 m di atas permukaan laut. Dasit Wonorejo tersingkap di hulu Sungai Jogoresan dekat desa Wonorejo. Batuan ini tampak menerobos batuan terobosan andesit, pada umumnya batuan ini agak segar. Dasit Gunung Gandul tersingkap di sebelah utara daerah penelitian yang tampak menerobos Formasi Nanggulan (Teon) dan batuan terobosan andesit (a), membentuk sebuah bukit dengan ketinggian ± 400 m di atas permukaan laut. Pada umumnya batuan ini sangat lapuk (Gambar 3b).

Pengamatan geologi di lapangan dilakukan terhadap batuan terobosan dasit dan andesit. Untuk memperoleh data lapangan dilakukan pengamatan dan pengambilan percontoh batuan di beberapa daerah (Gambar 4), yaitu di daerah sekitar Hargorejo, Wonorejo, dan Gunung Gandul.

**Daerah Hargorejo**

Pengamatan di daerah Hargorejo dan sekitarnya dimaksudkan untuk mengetahui penyebaran batuan dasit dan batas kontakannya dengan batuan andesit.

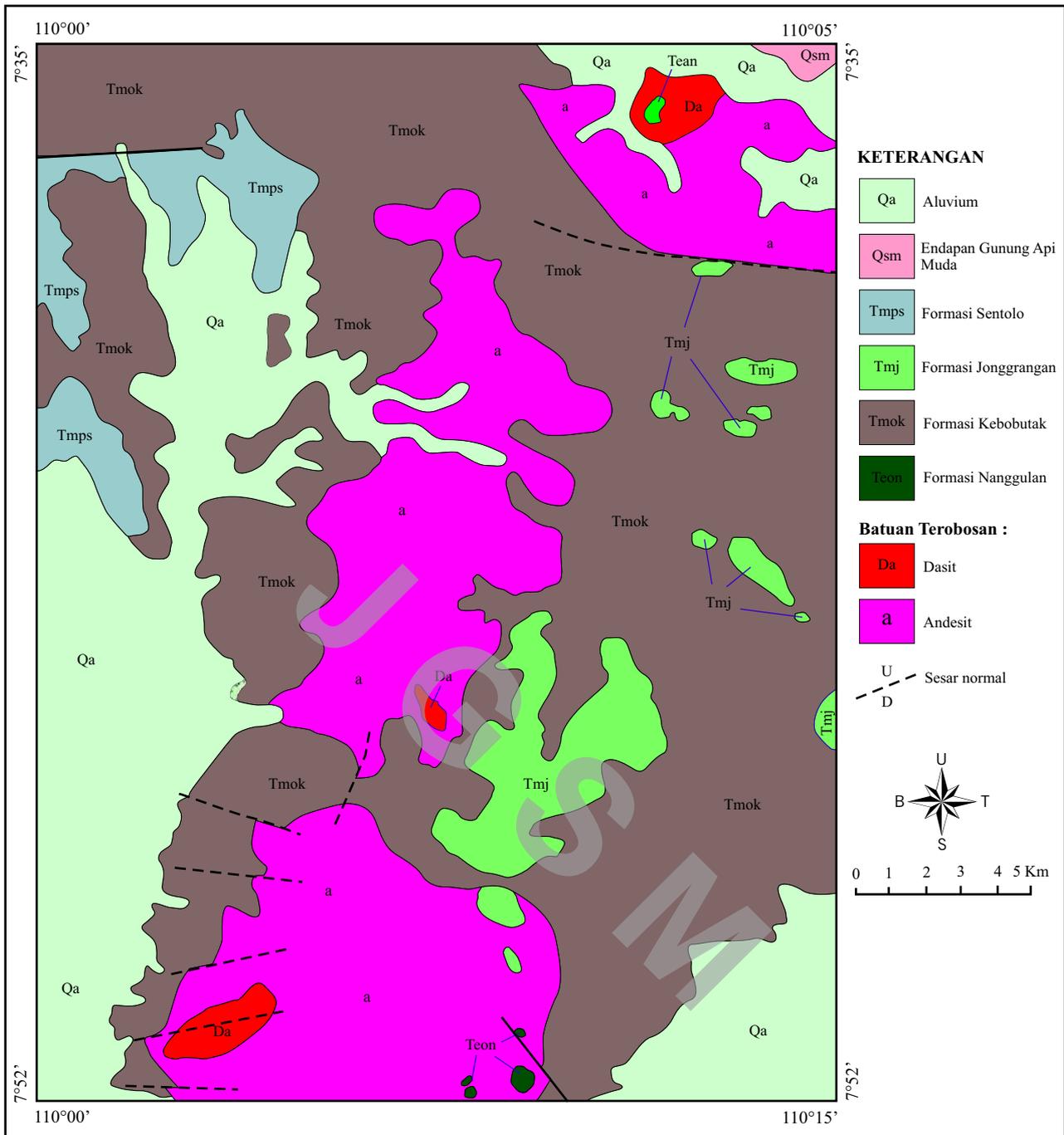


Gambar 1. Peta sebaran dasit daerah Purworejo dan sekitarnya (Rahardjo drr., 1995).

Pada daerah ini tersingkap dengan baik terobosan dasit berupa retas di lokasi IS-01/03, koordinat : 07°48'55,9" BT dan 110°01'49,5" LS di tepi jalan desa antara Krendetan dan Hargorejo; lokasi IS-02/03, koordinat: 07°48'55,1" BT dan 110°03'25,7 LS, di dasar Sungai Kaligrugujan; dan lokasi IS-03/03 koordinat : 07°49'03,5" BT dan 110°03'25,7" LS, di pinggir jalan dekat kampung Ngargo. Pada daerah ini pula ditemui singkapan andesit porfiri di lokasi IS-04/03 koordinat: 07°48'40,8" BT dan 110°02'55,9" LS, di pinggir jalan dekat kampung Hargorejo dan di lokasi IS-05A/03 koordinat: 07°48'35,3" BT dan 110°03'10,3" LS di pinggir jalan desa.

**Daerah Wonorejo**

Di daerah ini tersingkap dua jenis batuan, yaitu andesit di lokasi IS-06/03 koordinat : 07°44'06,8" BT dan 110°05'37,7" LS, dan dasit di lokasi IS-07/03 pada koordinat : 07°43'39,1"BT dan 110°05'11,5" LS.



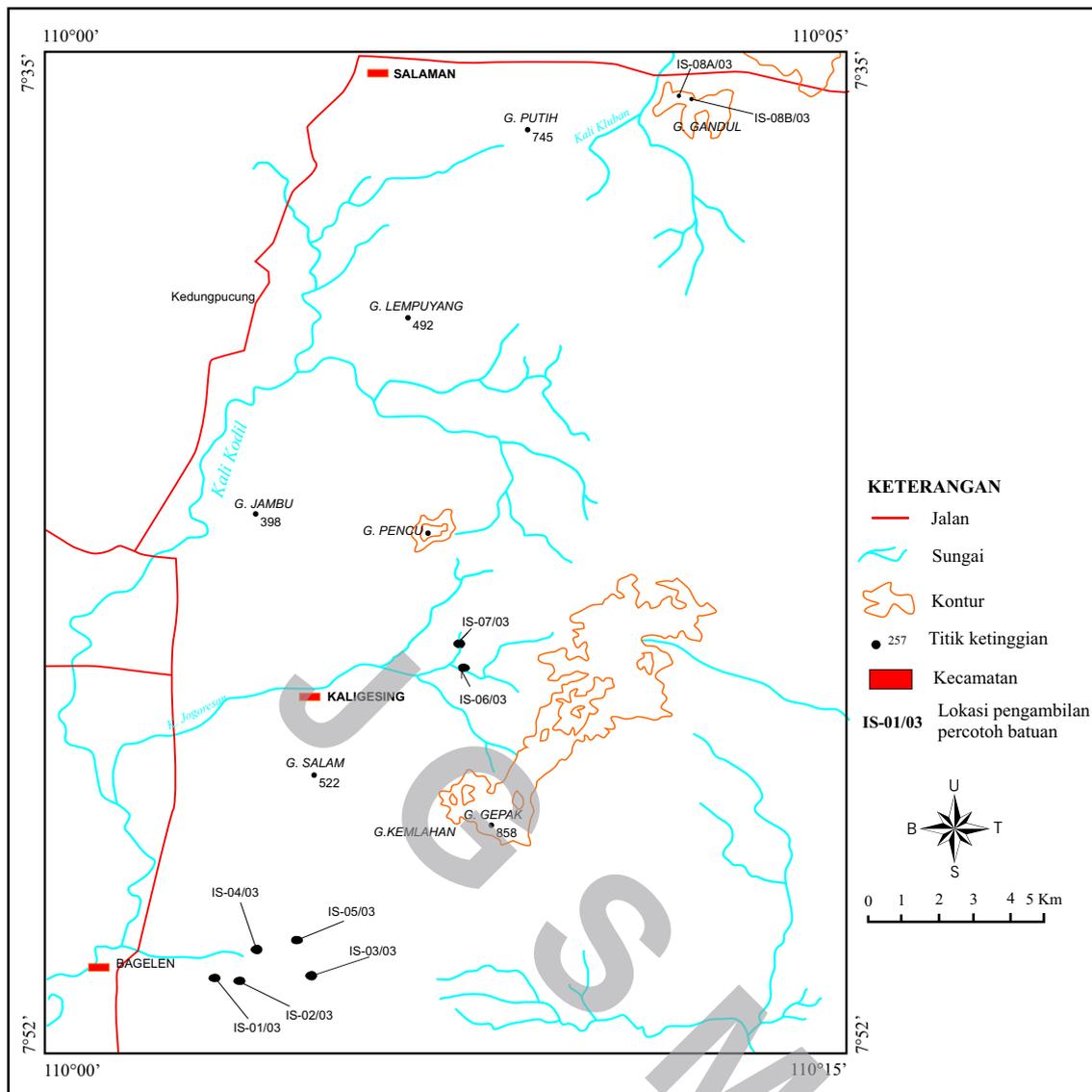
Gambar 2. Peta geologi daerah Purworejo dan sekitarnya (Rahardjo drr., 1995).



Gambar 3a. Singkapan dasit di Desa Hargorejo.



Gambar 3b. Singkapan dasit di Gunung Gandul.



Gambar 3. Peta lokasi pengambilan percontoh batuan standar.

### Daerah Gunung Gandul

Sekitar daerah Gunung Gandul tersingkap bongkah-bongkah dasit di lokasi IS-08A/03 koordinat 07°35'33,7" BT dan 110°08'48,8" LS, yaitu di kaki Gunung Gandul sebelah barat; dan di lokasi IS-08B, kordinat : 07°35'45,1"BT, dan 110°08'50,0"LS dekat puncak Gunung Gandul.

### HASIL ANALISIS

Preparasi sembilan percontoh batuan yang telah dikerjakan sesuai dengan metode preparasi Tagami dr. (1988), menunjukkan bahwa tidak semua percontoh mengandung mineral zirkon dan apatit. Hanya empat percontoh batuan yang cukup banyak

mengandung zirkon atau apatit, yaitu percontoh IS-02/03, IS-03/03, IS-05/03, dan IS-08A/03 (Tabel 2).

Hasil analisis Penarikan Jejak Belah terhadap empat buah percontoh secara berurutan masing-masing berumur :  $15,5 \pm 0,7$  ;  $15,1 \pm 1,1$  ;  $12,6 \pm 1,5$  , dan  $15,9 \pm 1,0$  juta tahun. Lokasi percontoh dasit (IS-02/03; IS-03/03 dan IS-05/03) agak berdekatan terletak di daerah Hargorejo, sedangkan percontoh dasit (IS-08A/03) terletak di Gunung Gandul bagian utara daerah penelitian. Umur dasit di daerah penelitian berkisar antara  $12,6 \pm 1,5$  juta tahun sampai  $15,9 \pm 1,0$  juta tahun ( Miosen Awal - Miosen Tengah).

Tabel 1. Lokasi Pengambilan Percontoh Batuan dari Daerah Purworejo dan Sekitarnya

No Urut	Kode Percontoh	Koordinat	Nama Batuan	Lokasi	Keterangan
1	IS – 01/03	07°.48'.55.9" BT 110°.01'.49,5" LS	Dasit	Krendetan	Lapuk, retak-retak
2	IS – 02/03	07°.48'.55.1" BT 110°.02'.15,2" LS	Dasit	S. Kaligrujugan	Segar, terkekarkan
3	IS – 03/03	07°.49'.03,5" BT 110°.03'.25,7" LS	Dasit Horenblenda	Kp. Ngargo	Agak lapuk
4	IS – 04/03	07°.48'.40,8" BT 110°.02'.55,9" LS	Andesit	Hargorejo	Segar, retak-retak
5	IS – 05/03	07°.48'.35,3" BT 110°.03'.10,3" LS	Dasit	Hargorejo	Segar, senolit
6	IS – 06/03	07°.44'.06,8" BT 110°.05'.37,7" LS	Andesit	S. Kedungrante	Segar, terkekarkan
7	IS – 07/03	07°.43'.39,1" BT 110°.05'.11,5" LS	Andesit	S. Wonorejo	Sangat kompak, terkekarkan
8	IS – 08A/03	07°.35'.33,7" BT 110°.08'.48,8" LS	Dasit Horenblenda	G. Gandul	Agak lapuk, bongkah-bongkah
9	IS – 09B/03	07°.35'.45,1" BT 110°.08'.50,0" LS	Dasit Horenblenda	G. Gandul	Agar segar, bongkah-bongkah

Tabel 2. Kandungan Zirkon dan Apatit di dalam Percontoh Dasit di Daerah Penelitian

No.Urut	Kode Percontoh	Nama Batuan	Zirkon	Apatit
1	IS-02/03	Dasit	Merah, euhedral, jernih, banyak	Bening, subhedral, jernih, sedikit
2	IS-03/03	Dasit horenblenda	Merah, subhedral, banyak	Bening - Putih susu, subhedral, sedikit
3	IS-05/03	Dasit	Merah, euhedral, jernih, banyak	Bening, euhedral, jernih, sedikit
4	IS-08A/03	Dasit horenblenda	Merah, euhedral, jernih, banyak	Bening, putih susu, jernih, sedikit

Tabel 3. Hasil Penarikan Jejak Belah Terhadap Percontoh Dasit dari Daerah Penelitian

No.	Kode Percontoh	Nama Batuan	Lokasi/ Ketinggian	Umur (Juta tahun)
1	IS-02/03	Dasit	Hargorejo / 275 m	15,5 ± 0,7
2	IS-03/03	Dasit	Kp. Ngargo / 250 m	15,1 ± 1,1
3	IS-05/03	Dasit	Hargorejo / 200 m	12,6 ± 1,5
4	IS-08A/03	Dasit	G. Gandul / 225 m	15,9 ± 1,0

Secara terperinci hasil Penarikan Jejak Belah terhadap percontoh dasit di daerah penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.

## BAHASAN

Nama Andesit Tua telah dipakai berulang kali sejak diperkenalkan ke dalam kepustakaan pada tahun 1896, dan dipakai untuk nama batuan di daerah ini (Marks, 1957). Kepingan tuf napalan yang merupakan hasil rombakan dari lapisan yang lebih tua dijumpai di kaki Gunung Mujil, di dekat bagian bawah formasi ini. Fosil plankton pada kepingan dikenali oleh Purnamaningsih (1974) berupa *Globerina ciperoensis* BOLLI, *Globigerina yeguaensis* WEINZIERL dan APLIN, dan *Globigerina praebuloides* BLOW yang menunjukkan umur Oligosen Atas. Oleh karena bagian terbawah Formasi Sentolo berumur Miosen Bawah, maka Formasi Andesit Tua ini mungkin berumur Oligosen sampai Miosen Bawah. Formasi Andesit Tua ini diterobos oleh terobosan andesit (a), yang terdiri atas Andesit hipersten yang tersingkap di Gunung Pencu, Andesit-augit-horenblenda dan Trakiandesit yang tersingkap di Gunung Gandul dan Gunung Ijo; sebagian besar batuan ini telah mengalami propilitisasi.

Penarikan Potasium-Argon (K-Ar) dengan menggunakan mineral plagioklas terhadap batuan dasit Gunung Gandul memberikan umur  $10,09 \pm 0,34$  jt dan dasit Hargorejo  $14,85 \pm 0,91$  jt (Harry Utoyo-Lab.KAr-PSG, komunikasi pribadi). Hasil penarikan Jejak Belah terhadap percontoh yang sama dengan menggunakan zirkon memberikan umur  $15,9 \pm 1,0$  jt dan  $15,5 \pm 0,7$  jt. Data umur ini menunjukkan bahwa penentuan umur dengan metode K-Ar lebih muda, sehingga dapat dipastikan terjadi adanya Argon yang hilang (*loss Argon*). Hal ini kemungkinan karena kemurnian mineral penentu umur sangat kurang dari 98%, yaitu 96% dan 95%. Meskipun diperkirakan terjadi adanya argon yang hilang, umur yang dihasilkan masih dalam toleransi umur relatif geologi yaitu Miosen Tengah sampai Miosen Akhir. Sementara umur hasil penarikan jejak belah di sini dapat dikatakan sebagai umur pendinginan (*cooling age*) suatu batuan, dengan zirkon digunakan sebagai mineral penentu umurnya.

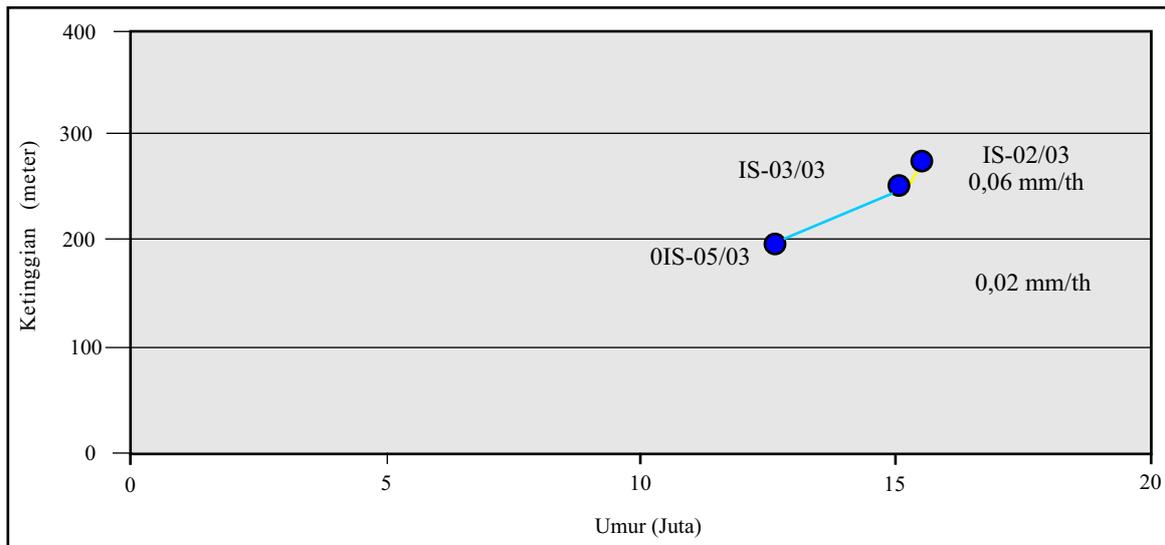
*Closure Temperature* (CT) adalah suatu keadaan mulai terkumpulnya jejak-jejak spontan pada mineral. Pada saat itu kecepatan menghasilkan jejak melebihi penghapusan jejak. CT zirkon sebesar  $225^{\circ}\text{C}$ , artinya jejak-jejak spontan pada zirkon mulai muncul pada temperatur di bawah  $225^{\circ}\text{C}$ . Jejak-jejak spontan ini tidak akan terbentuk pada temperatur di atas  $225^{\circ}\text{C}$  karena terjadi proses penghapusan jejak (*annealing*), demikian pula pada biotit, plagioklas dan apatit. Menurut Hurford (1983), biotit mempunyai CT sekitar  $300^{\circ}\text{C}$ , plagioklas sekitar  $250^{\circ}\text{C}$ , zirkon  $210^{\circ}\text{C}$  sampai  $225^{\circ}\text{C}$ , sedangkan apatit sekitar  $105^{\circ}\text{C}$ .

Penarikan K-Ar terhadap plagioklas dari dasit Hargorejo percontoh IS-02/03 memberikan umur 14,85 jt, dengan CT sebesar  $250^{\circ}\text{C}$ . Hasil penarikan jejak belah terhadap percontoh yang sama memberikan umur 15,5 jt, dengan CT sebesar  $225^{\circ}\text{C}$ . Dari data ini perhitungan kecepatan pendinginan dapat dihitung dengan menggunakan model kecepatan pendinginan dari Lewis (1989), yaitu  $(250^{\circ}\text{C} - 225^{\circ}\text{C}) / (14,85 - 15,5) = -38,46^{\circ}\text{C/jt}$ . Hasil perhitungan yang negatif ini menunjukkan adanya ketidakmungkinan, sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan adanya Argon yang hilang, umur yang dihasilkan tidak dapat mewakili sebagai umur pendinginan suatu batuan.

Percontoh dasit Hargorejo yang tersingkap pada ketinggian 200 m di atas permukaan laut berumur  $12,6 \pm 1,5$  jt, pada ketinggian 250 m berumur  $15,1 \pm 1,1$  jt, dan pada ketinggian 275 m berumur  $15,5 \pm 0,7$  jt. Dengan data umur ini, kecepatan pergerakan intrusi Dasit dapat diketahui dengan menggunakan model dari Kowalis dr. (1989), yaitu selisih ketinggian singkapan dasit dibagi selisih umur umurnya :

- $(275-250) \text{ m} / (15,9 - 15,1) \text{ jt} = 0,06 \text{ mm/tahun}$
- $(250-200) \text{ m} / (15,1 - 12,6) \text{ jt} = 0,02 \text{ mm/tahun}$  (Gambar 5).

Berdasarkan data tersebut di atas kecepatan pergerakan tubuh dasit dengan menggunakan mineral zirkon sebagai mineral penentu umur berkisar antara 0,02 - 0,06 mm/tahun.



Gambar 5. Hubungan antara ketinggian dengan umur zirkon dalam batuan dasit Hargorejo, Purworejo, Jawa Tengah.

## KESIMPULAN

Berdasarkan data dan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa :

- Terhadap percontoh yang sama, umur hasil penarikan K-Ar lebih muda daripada umur hasil penarikan Jejak Belah, sehingga perhitungan kecepatan pendinginan dari Lewis (1989) tidak dapat diterapkan.
- Umur hasil penarikan Jejak Belah yang berkisar antara 12,6 hingga 15,9 jt diyakini sebagai umur pendinginan suatu batuan.

- Di daerah penelitian terdapat satu tahapan pendinginan tubuh dasit, yaitu sekitar 12,6 hingga 15,9 jt (Miosen Awal - Miosen Tengah) dengan kecepatan pergerakan magma ke atas antara 0,02 - 0,06 mm/tahun.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada kawan-kawan di laboratorium Penarikan Jejak Belah dan Potassium-Argon (K-Ar) atas kerja sama yang baik selama pekerjaan di lapangan maupun laboratorium hingga terselesaikannya makalah ini.

## ACUAN

- Fleischer, R.L., Price, P.B. and Walker, R.M., 1975. *Nuclear Tracks in Solids : Principles and Applications*. University of California Press, Berkeley.
- Green, P.F., 1981. A new look at statistics in fission track dating. *Nucl. Tracks. Radiat.* 5 : 77 - 86.
- Galbraith, R.F., 1981. On statistical models of fission track counts. *Math. Geol.* 13 : 471 - 478.
- Hurfurd, A.J., 1983. Interpretation of fission track zircon ages. *Terra cognita* 3 : 138 - 139.
- , and Green, P.F., 1983. The zeta age calibration on fission track dating. *Isotop Geosci.* 1 : 285 - 317.
- Kowallis, B.J., Ferguson, J. and Jorgensen, G.J., 1989. Uplift along the Salt Lake segment of the Wasatch fault from apatite and zircon fission track dating in the little Cottonwood stock. *Nucl. Tracks Radiat. Meas.*, 17 (3) : 325 - 329.

- Lewis, C.L.E., 1989. Thermal history of the Kunlun batholith, N. Tibet, and implications for uplift of the Tibetan Plateau. *Nucl. Tracks Radiat. Meas.* 17(3) : 301-307.
- Marks, P., 1957. Stratigraphic Lexicon of Indonesia. *Pusat Djawatan Geologi Bandung (Geol. Survey of Indonesia), Publikasi Keilmuan.* 31: 233pp.
- Naeser, C.W., 1979. Fission track dating and geologic annealing of fission tracks. In : *Lectures in Isotope Geology (Edited by Jager E. and Hunziker J.C.) Springer, New York.*
- Purnamaningsih, 1974. Stratigrafi dan Paleontologi Formasi Nanggulan, Jawa Tengah. Thesis, Univ. Padjadjaran Bandung (unpublished), 11 pl. 3 gb.
- Rahardjo, W., Sukandarrumidi, Rosidi, H.M.D., 1995. *Peta Geologi Lembar Yogyakarta, Jawa. Skala 1 : 100.000.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Tagami, T., Nand Lal, Sorkhabi Rasoul, B., Ito, H. and Nishimura, S., 1988. Fission Track Dating Using External Detector Method : a Laboratory Procedure. *Faculty of Science. Kyoto University, Series of Geol & Mineral.* LIII(1&2) : 1 - 30.

Naskah diterima : 5 Februari 2007  
Revisi terakhir : 10 Juni 2008