

MORFOLOGI DAN KARAKTERISTIK SUNGAI SEBAGAI PENDUKUNG PANAS BUMI DI DAERAH LERENG SELATAN GUNUNG API UNGARAN

Ev. Budiadi¹ & T. Listyani R.A^{1*}

Teknik Geologi, STTNAS Yogyakarta
Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta 55281

*listyani_theo@yahoo.co.id

INTISARI

Salah satu aspek geologi yang perlu dikaji dalam suatu pengembangan panas bumi adalah geomorfologi daerah prospek. Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji morfologi dan karakteristik sungai di daerah lereng selatan Gunung api Ungaran sebagai bagian dari upaya pengembangan lapangan panas bumi. Adapun metode yang dipakai adalah survei geomorfologi di lapangan, meliputi pendataan / deskripsi bentang alam dan kondisi sungai, baik morfologi lembahnya maupun debit alirannya. Bentang alam di daerah lapangan panas bumi Gunung api Ungaran meliputi puncak Gunung api Ungaran hingga lereng gunung membentuk bentang alam bergelombang lemah hingga perbukitan tersayat kuat. Pola pengaliran radier berkembang dari puncak hingga lereng bawah. Di daerah lereng selatan gunung ini, pola tersebut berkembang menjadi paralel, dendritik dan rektanguler. Pola dendritik berkembang pada litologi dengan resistensi yang relatif sama, umumnya memiliki lembah V, dimana erosi vertikal lebih dominan. Pola paralel berkembang pada breksi andesit dan breksi laharik dengan lembah V pula. Sementara itu pola rektanguler berkembang pada breksi andesit dan sisipan lava, dikontrol oleh struktur kekar dengan bentuk lembah sungai V. Sungai di daerah penelitian cukup banyak walaupun kecil-kecil, dengan debit bervariasi pada bagian hulu hingga hilir, berkisar dari 0,02 hingga 3,11 m³/detik.

Kata kunci: morfologi, panas bumi, pola sungai, Ungaran.

1. PENDAHULUAN

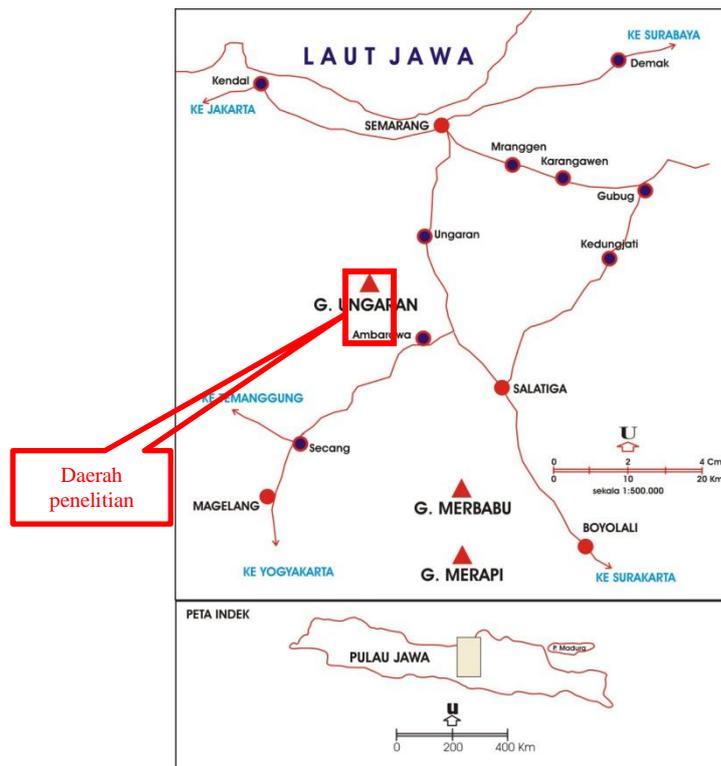
Daerah penelitian secara administratif termasuk dalam wilayah Kecamatan Bandungan dan Ambarawa (Gambar 1). Secara geografis daerah ini termasuk dalam Peta Rupa Bumi Digital Indonesia, Lembar 1408-541, Sumowono dan Lembar 1408-542 Ungaran skala 1 : 25.000. Secara regional daerah penelitian termasuk dalam Peta Geologi Lembar Magelang dan Semarang, skala 1 : 100.000 yang diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung (1996).

Penelitian geomorfologi di daerah panas bumi Gedongsongo merupakan bagian dari penelitian geologi secara menyeluruh di daerah lapangan panas bumi. Berbagai aspek geologi seperti geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi maupun geologi lingkungan perlu dikembangkan guna mendukung pengembangan panas bumi di suatu daerah prospek. Daerah Gedongsongo merupakan daerah prospek panas bumi yang telah lama dieksplorasi namun hingga kini tahap eksploitasi belum juga dilakukan. Untuk mendukung keberlangsungan potensi panas bumi di daerah ini, beberapa studi perlu dikembangkan supaya potensi panas bumi di daerah tersebut dapat terjaga kuantitasnya dan dalam waktu yang cukup panjang.

Daerah Gedongsongo terletak pada ketinggian kurang lebih 1300 m di atas permukaan laut, pada lereng bagian selatan Gunung api Ungaran, salah satu gunungapi Kuartar yang berada di Provinsi Jawa Tengah. Daerah Gedongsongo merupakan daerah manifestasi utama dari lapangan panas bumi Gunung api Ungaran. Posisinya yang berada di lereng selatan menjadi daya tarik daerah lereng selatan di tempat tersebut untuk dikaji dalam berbagai aspek geologi, di antaranya aspek geomorfologi.

Salah satu hal yang sangat penting dilakukan untuk mempertahankan potensi panas bumi suatu daerah adalah menjaga ketersediaan airtanah. Airtanah adalah sumber uap panas bumi yang mana uap itu akan dikonversi menjadi energi listrik. Apabila airtanah habis, maka potensi panas bumi tak dapat dipertahankan lagi, artinya sumber daya energi alternatif ini tak dapat dihasilkan lagi. Panas bumi adalah sumber daya energi terbarukan, yang dapat kita peroleh selama kita dapat mempertahankan potensi airtanah di lapangan panas bumi. Airtanah dapat diperoleh dari air hujan maupun air permukaan yang ada di lapangan panas bumi. Oleh karenanya, kajian tentang

morfologi dan pola pengaliran daerah panas bumi dapat bermanfaat untuk melihat sejauh mana pola-pola sungai tersebut berperan terhadap pasokan air ke dalam wilayah lapangan panas bumi.



Gambar 1.1. Peta lokasi daerah penelitian.

2. METODOLOGI

Metode yang dipakai adalah survei geomorfologi di lapangan, meliputi pendataan / deskripsi bentang alam dan kondisi sungai. Deskripsi bentang alam meliputi relief/morfometri dan morfogenesis, adapun aspek pengaliran meliputi pola pengaliran, bentuk lembah, tipe erosi maupun debit alirannya. Peralatan yang digunakan adalah peralatan geologi standar (GPS, palu, kompas, lup) ditambah dengan peralatan pengukur debit sungai secara konvensional menggunakan pelampung dan tali ukur. Kedudukan muka sungai dan muka airtanah yang diukur dari sumur-sumur gali ditentukan dengan bantuan GPS, *stop watch* dan tali ukur.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Geologi Regional Daerah Lereng Selatan Gunung Api Ungaran

Menurut Van Bemmelen (1949), daerah penelitian termasuk dalam fisiografi regional Zone Kendeng. Zone ini tergabung dalam fisiografi Antiklinorium Bogor – Serayu Utara – Kendeng.

Zone Kendeng memanjang dari Gunung api Ungaran di bagian barat menuju ke arah timur sampai Sungai Brantas. Panjang zone ini diperkirakan sekitar 250 km, dengan lebar di bagian barat mencapai 40 km dan makin menyempit ke arah timur menjadi kurang lebih 20 km (Genevraye & Samuel, 1972). Bagian utara zone ini dibatasi oleh Zone Rembang, sedangkan di bagian selatannya dibatasi oleh Zone Depresi Pusat Pulau Jawa. Ke arah barat zone ini menerus menjadi Pegunungan Serayu Utara.

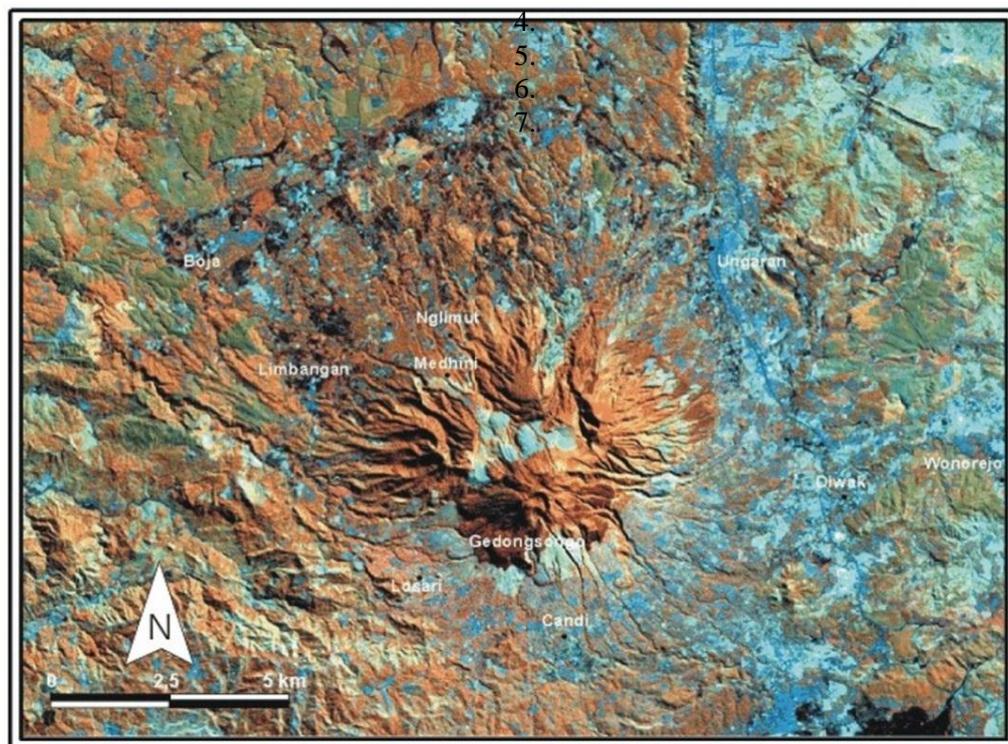
Zone Kendeng tersusun oleh batuan sedimen Tersier, terutama berumur Neogen yang terlipat kuat sehingga membentuk suatu antiklinorium. Antiklinorium Kendeng ini dibagi menjadi tiga bagian, yaitu Zone Kendeng bagian barat, tengah dan timur (Van Bemmelen, 1949; Genevraye & Samuel, 1972). Stratigrafi regional daerah penelitian termasuk dalam stratigrafi Jawa Tengah bagian utara. Menurut Genevraye dan Samuel (1972), urutan stratigrafi daerah ini dari tertua sampai ke muda dimulai dari Formasi Pelang, Kerek, Banyak, Kalibeng, Damar dan Notopuro.

3.2 Geomorfologi Daerah Penelitian

Topografi Gunung api Ungaran berbentuk kerucut dengan ketinggian mencapai 2031 m dpl. Di sebelah timur terdapat Gunung Telomoyo yang mempunyai umur sama dengan Gunung api Ungaran yaitu Kuartar. Tampak jelas dari citra landsat pada Gambar 2 di bawah menunjukkan bahwa daerah Gedongsongo merupakan bagian dari lereng sebelah selatan Gunung api Ungaran.

Daerah morfologi perbukitan menempati bagian barat daya dan timur daerah kajian. Di bagian baratdaya, morfologi ini tersusun oleh seri batuan vulkanik produk Gunungapi Ungaran Tua, berupa perselingan breksi dan batupasir vulkanik sisipan lava andesit basaltik. Di bagian timur, satuan ini terutama tersusun oleh seri batuan sedimen vulkanik fasies turbidit hasil aktivitas vulkanik “*sub marine volcanoes*”, sedang hamparan dataran dijumpai di bagian tenggara daerah kajian (di sekitar Rawa Pening) yang tersusun oleh batuan hasil rombakan.

Berdasarkan pada sifat kelerengannya, kondisi geomorfologi di Komplek Panas Bumi Gunung api Ungaran dapat dibedakan menjadi empat satuan yaitu Satuan Perbukitan Sangat Terjal, Satuan Perbukitan Terjal, Satuan Perbukitan Bergelombang Kuat, dan Satuan Perbukitan Bergelombang Lemah – Sedang (Dinas Pertambangan dan Energi Jawa Tengah – Geomap, 2006).



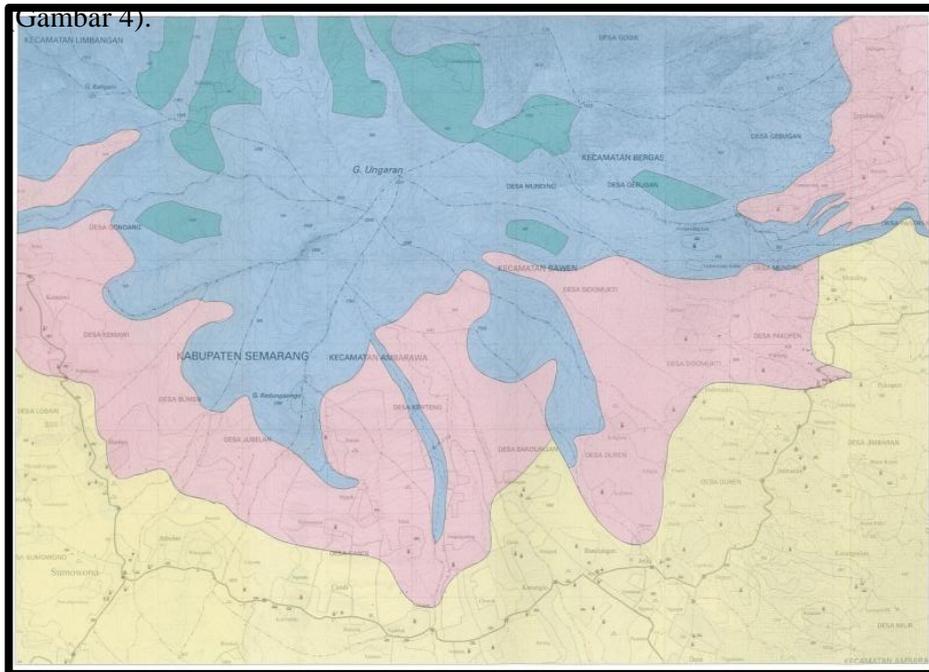
Gambar 2.2. Citra landsat daerah Ungaran dan sekitarnya (Dinas Pertambangan dan Energi Jawa Tengah – Geomap, 2006).

Bentang alam daerah Gunung api Ungaran merupakan morfologi kerucut gunungapi, daerah perbukitan vulkanik dan hamparan daerah dataran. Kerucut gunungapi menempati sebagian besar daerah kajian, terutama di bagian tengah (Gambar 3). Morfologi kerucut ini tersusun oleh seri batuan vulkanik berkomposisi andesitik terdiri dari lava, breksi andesit dan batupasir vulkanik.



Gambar 3. Foto morfologi Gunung api Ungaran.

Trend Team Jawa - IBT (1997) secara sederhana membagi daerah Gunung api Ungaran dan sekitarnya menjadi tiga satuan geomorfologi, yaitu : satuan kerucut vulkanik, satuan perbukitan dan satuan pedataran. Sementara itu, Astuti & Listyani (2006) membagi daerah penelitian menjadi empat satuan geomorfologi yaitu satuan morfologi bergelombang lemah vulkanik, bergelombang kuat vulkanik, perbukitan kuat vulkanik dan perbukitan tersayat kuat vulkanik (Gambar 4).



KETERANGAN :

- : Satuan Perbukitan tersayat kuat vulkanik
- : Satuan Perbukitan vulkanik
- : Satuan morfologi bergelombang kuat vulkanik
- : Satuan morfologi bergelombang lemah vulkanik

Gambar 4. Peta geomorfologi daerah Gedongsongo dan sekitarnya (Astuti & Listyani, 2006).

3.3 Pola Pengaliran Dan Debit Sungai

Pada satuan kerucut vulkanik, pola pengaliran yang berkembang adalah radial, sedangkan pada satuan perbukitan berkembang pola sub dendritik. Pola aliran radial tersebut sedikit banyak dipengaruhi oleh kekar yang berkembang (radial) dan pola struktur melingkar (*collapse*) yang membuka ke arah utara (puncak Gunung api Ungaran). Pola aliran sub dendritik hanya dijumpai

di bagian timur, tepatnya pada penyebaran seri batuan vulkanik laut (Trend Team Jawa – IBT, 1997).

Pola pengaliran yang berkembang di daerah penelitian adalah dendritik, paralel dan rektanguler (Ginting, 2008). Pola dendritik umumnya berkembang pada batuan sedimen horizontal atau pada batuan kristalin yang miring dengan resistensi seragam. Pola ini umumnya merupakan awal pola yang terjadi pada suatu lereng regional yang landai, menyerupai pola percabangan suatu pohon (Van Zuidam, 1983). Di daerah penelitian, pola aliran dendritik berkembang di daerah dengan litologi yang resistensinya relatif sama. Pola ini dibentuk oleh Sungai Kalipanjang dengan bentuk lembah umumnya V, menunjukkan erosi vertikal yang lebih besar daripada erosi horisontal.

Pola paralel umumnya mengindikasikan adanya lereng cukup terjal hingga terjal, pada suatu bentang alam yang paralel, memanjang. Kadang-kadang pola ini membuat pola transisi dengan tipe trellis dan dendritik (Van Zuidam, 1983). Pola aliran paralel menempati satuan kaki lereng vulkanik dan kerucut vulkanik, mengalir di atas batuan vulkanik (breksi andesit dan breksi laharik) dengan bentuk lembah sungai V pula. Sementara itu pola rektanguler biasanya dikontrol oleh kelurusan dari suatu kekar dan atau sesar (Van Zuidam, 1983). Pola ini di lapangan berkembang pada breksi andesit dan sisipan lava, dikontrol oleh struktur kekar dengan bentuk lembah sungai V. Lembah-lembah sungai berbentuk V dan umumnya relatif lurus serta mengalir di atas batuan dasar. Hal tersebut menunjukkan bahwa daerah penelitian masih berstadia muda.

Sungai-sungai yang berada pada daerah penelitian cukup banyak walaupun kecil-kecil. Sungai-sungai ini umumnya masih bersih dan airnya jernih dengan di bantaran sungai masih banyak tumbuh-tumbuhan (Gambar 5). Kebanyakan sungai tersebut tidak terlalu lebar, tapi memiliki debit yang cukup



Gambar 5. Salah satu contoh kenampakan sungai daerah penelitian bagian: a. hulu (Kali Tuk Lanang); b. tengah (K. Gelaran); c. hilir (K. Nglarangan).

banyak, masih jernih dan mengalir terus menerus walaupun bukan musim hujan. Banyaknya air yang mengalir membuat penduduk sekitar Gunung api Ungaran memakai air sungai di sekitar gunung untuk keperluan sehari-hari baik untuk kebutuhan rumah tangga maupun pengaliran sawah walaupun debit air tak terlalu besar. Debit sungai terukur rata-rata adalah $0,78 \text{ m}^3/\text{detik}$ (Ridwan, 2012).

Debit sungai yang terukur di lapangan bervariasi pada bagian hulu hingga hilir (Tabel 1; Gambar 6). Debit sungai terukur sebesar $0,02$ hingga $3,15 \text{ m}^3/\text{detik}$. Debit sungai umumnya kecil di hulu dan meningkat ke arah hilir. Beberapa sungai terlihat kering pada musim kemarau.

Tabel 1. Perhitungan debit sungai (Ridwan, 2012)

No	Lp	x (m)	T (detik)	L (m)	D(m)	V (m/detik)	A (m ²)	Q m ³ /detik
1	3	10	99,29	1,5	0,4	0,1007151	0,43	0,0433075
2	4	10	17,82	1,3	0,2	0,5611672	0,18	0,1010101
3	32	5	15,72	1	0,1	0,3180662	0,07	0,0222646
4	38	10	11,37	1	0,1	0,8795075	0,08	0,0703606
5	41	10	18,53	1	0,15	0,5396654	0,2	0,1079331
6	43	10	11,63	4	0,6	0,8598452	0,54	0,4643164
7	44	10	7,02	5	1	1,4245014	1,58	2,2507122
8	105	10	8,09	9	0,5	1,2360939	2,55	3,1520394
Rata-rata = 0,776493								

Dimana : $V = X / T$ dan $Q = V \times A$

Keterangan :

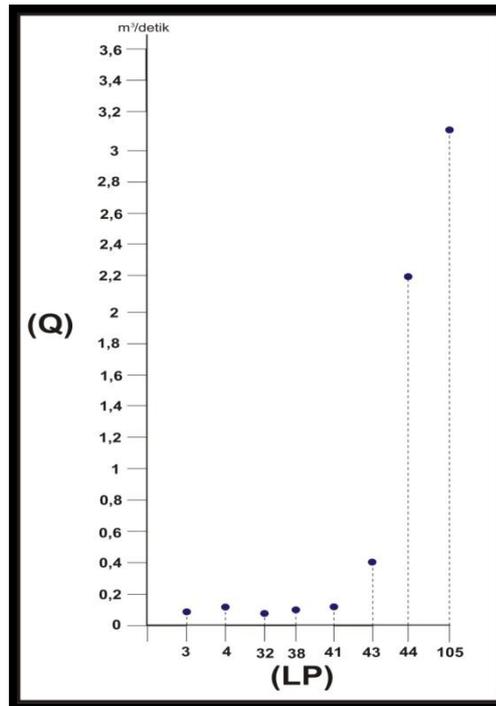
- LP : Lokasi pengamatan
- X : Jarak yang ditempuh pelampung
- T : Waktu yang ditempuh pelampung
- L : Lebar lembah sungai
- D : Kedalaman air
- V : Kecepatan aliran air
- A : Luas penampang
- Q : Debit aliran

Debit aliran di daerah lereng atas hingga bawah seperti tampak pada Tabel 1 di atas menunjukkan nilai yang cukup kecil, kondisi demikian kurang mendukung pasokan airtanah di sekitarnya. Hal ini juga dipicu oleh morfologi yang cukup terjal sehingga air permukaan cukup sulit berinfiltrasi ke bawah permukaan, melainkan lebih cenderung bersifat *run off*.

Banyaknya sungai yang ada di daerah penelitian merupakan wadah bagi tertampungnya air hujan. Berkembangnya pengaliran permukaan ini mendukung terbentuknya airtanah terlebih apabila sungai berkembang dengan tipe influen. Namun sayang, Ridwan (2012) mencatat bahwa sungai-sungai yang berkembang di daerah lereng atas hingga tengah Gunung api Ungaran umumnya bertipe efluin. Sungai bertipe influen mungkin kita dapatkan pada lereng bawah hingga kaki gunung api.

4. KESIMPULAN

Daerah lereng selatan Gunung api Ungaran memiliki morfologi yang bergelombang lemah hingga perbukitan tersayat vulkanik. Pola pengaliran berkembang secara parallel, dendritik dan rektanguler dengan lembah sungai berbentuk V menandai bahwa erosi vertical lebih dominan dibandingkan erosi horizontal. Sungai-sungai dijumpai cukup banyak namun memiliki debit yang cukup kecil. Dengan kondisi relief yang cukup terjal menjadikan sungai-sungai di daerah ini sulit berkembang sebagai sungai influen, dengan demikian dukungan air permukaan sebagai pemasok airtanah di lereng selatan Gunung api Ungaran (bagian atas) / daerah Gedongsongo dan sekitarnya kurang berarti.



Gambar 6. Grafik debit aliran sungai Daerah Gunung api Ungaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, B.S., dan Listyani, T., 2006, *Tinjauan Geologi Pengembangan Wilayah Daerah Prospek Panas Bumi Gedongsongo, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah*, Laporan Penelitian Dosen Muda, Dirjend Dikti, Depdiknas, Jakarta, September 2006.
- Budiadi, Ev. dan **Listyani, T.**, 2013, *Penelitian Hidrogeologi dan Zonasi Daerah Konservasi Airtanah untuk Mendukung Keberlangsungan Prospek Panas Bumi Gedongsongo, Jawa Tengah*, Penelitian Hibah Fundamental Dikti Lanjutan (Tahun ke-2).
- Dinas Pertambangan dan Energi Jawa Tengah – Geomap, 2006, *Survai dan Penyusunan Profil Energi Panas bumi Jawa Tengah*, Laporan Akhir, tidak dipublikasikan.
- Genevraye, P. Dan Samuel, D., 1972, *The Geology of Kendeng Zone at Central Java and East Java, Proceedings of the 1st Annual Convention, Indonesian Petroleum Association*, Jakarta.
- Ginting, A.B., 2008, *Geologi Daerah Gedongsongo dan Sekitarnya, Kabupaten Semarang, Provinsi Jawa Tengah*. Sekolah Tinggi Teknologi Nasional, tidak dipublikasikan.
- Thanden RE., Sumadirdja H., Richard PW., Sutisna K. dan Amin TC., 1996, *Peta Geologi Regional Lembar Magelang dan Semarang*, skala 1 : 100.000, Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Trend Team Jawa – IBT, 1997, *Prospek Panas Bumi Daerah Ungaran Jawa Tengah*, Dinas Eksplorasi Panas bumi – Pertamina, Jakarta.
- Van Bemmelen, R.W., 1949, *The Geology of Indonesia*, Vol. 1A, Martinus Nijhoff, The Hague, Netherland.
- Van Zuidam, R.A., 1983, *Guide to Geomorphology Aerial Photographic Interpretation and Mapping*, Study of Geology and Geomorphology, ITC, Enschede, The Netherland.