



# PROSIDING SEMINAR NASIONAL

Ke-4 Tahun 2009

ReKAYASA T EKNOLOGI I NDUSTRI DAN I NFORMASI

*Environment Resources And Technology For Better Life*

STTNAS

SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI NASIONAL  
YOGYAKARTA



## SUSUNAN PANITIA

- Penanggungjawab** : Ketua STTNAS Yogyakarta  
( Ir. H.R. Soekrisno, MSME, Ph.D. )
- Pengarah** : ➤ Pembantu Ketua I STTNAS Yogyakarta  
( Ir. Harianto, M.T. )  
➤ Pembantu Ketua II STTNAS Yogyakarta  
( Ir. H. Ircham, M.T. )  
➤ Pembantu Ketua III STTNAS Yogyakarta  
( Ir. Rr. Amara Nugrahini, M.T. )
- Ketua Pelaksana** : Joko Prasajo, S.T., M.T.
- Sekretaris Pelaksana Anggota** : Muhammad Arsyad, S.T.  
: ➤ Trie Handayani, S.T.
- Bendahara Pelaksana Anggota** : Titin Nur'ani, S.T., M.T.  
: ➤ Ir. Hj. Oni Yuliani, M.Kom.
- Seksi Makalah**
- a. Teknik Sipil : 1. Retnowati Setioningsih, S.T., M.T.  
2. Lilis Zulaicha, S.T., M.T.
- b. Teknik Planologi : 1. Drs. Achmad Wismoro, S.T., M.T.  
2. Solikhah Retno Hidayati, S.T.
- c. Teknik Mesin : 1. Ir. Muhammad Abdulkadir, M.T.  
2. Ratna Kartikasari, S.T., M.T.
- d. Teknik Elektro : 1. Suyanta, S.T.  
2. Ir. Budi Utama, M.T.
- e. Teknik Geologi : 1. Ir. Sukartono, M.T.  
2. Th. Listyani Retno Astuti, S.T., M.T.
- f. Teknik Pertambangan : 1. Ir. Agustinus Isjudarto, M.T.  
2. R. Andy Erwin Wijaya, S.T., M.T.
- Seksi Redaksional dan Proseding**
- Koordinator** : Ir. H. Sugiarto, M.T.  
**Anggota** : ➤ Arif Basuki, S.T., M.T.  
➤ Djoko Purwanto, S.T.
- Seksi Acara**
- Koordinator** : Janny F. Abidin, S.T., M.T.  
**Anggota** : ➤ Indra Gunawan, S.T., M.T.
- Seksi Publikasi dan dokumentasi**
- Koordinator** : Tugino, S.T., M.T.  
**Anggota** : ➤ Fathie Kumalasari, S.T.  
➤ Ferry Okto Satriya, S.T.
- Seksi Perlengkapan**
- Koordinator** : Suharyanto, S.T., M.T.  
**Anggota** : ➤ Dra. Hj. Aminah, M.Ag.  
➤ Diah Suwarti Widyastuti, S.T.  
➤ Saldiono



17	PENGURANGAN RUGI-RUGI DAYA LISTRIK AKIBAT BEBAN TAK LINIER MENGUNAKAN TAPIS DI PT. BRANITA SANDHINI KLATEN Suharyanto .....	94
18	EVALUATION OF TRANSMISSION SYSTEM LOSSES TO UNBALANCED LOAD: THE CASE OF JAVA 500 KV INTERCONNECTION LINES Sugiarto .....	101
19	PENENTUAN LETAK DAN UKURAN KAPASITOR PADA SISTEM DISTRIBUSI DENGAN ADAPTIVE GENETIC ALGORITHM Patria Julianto .....	108
20	STUDI PERENCANAAN JARINGAN BERGERAK SELULER DENGAN METODE PENDEKATAN TERINTEGRASI Mytha Arena .....	113
21	IMPLEMENTASI PARTIAL INDEK UNTUK MENINGKATKAN UNJUK KERJA QUERY PADA TIPE DATA KARAKTER VARCHAR JB Budi Darmawan .....	118
22	VOLT-AMPERE METER BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S52 Martanto, A. Bayu Primawan, Frederik Erik, & Lucia Santi Palupi Darmakusuma .....	122
23	PENYUSUNAN PETA RENTAN BENCANA ALAM LONGSOR DENGAN TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH MELALUI INTERPRETASI CITRA SATELIT DI PROPINSI DIY Anggun Fitriani Isnawati, Sulistyarningsih, Rintania Elliyati Nuryarningsih, Iis Hamsir Wahab & Risanuri Hidayat .....	129
24	PENGOLAHAN AIR LIMBAH LAUNDRY DENGAN MENGGUNAKAN ELEKTROKOAGULASI Hudori & P. Soewondo .....	134
25	OPTIMASI HIDROLISA ASAM PADA PROSES SAKARIFIKASI BONGGOL JAGUNG SEBAGAI TAHAPAN PREREATMENT DALAM PEMBUATAN BIOETHANOL Kurniawan Yuniarto, Sukmawaty & Sirajuddin .....	139
26	PENGARUH PERBANDINGAN BERAT BAHAN DAN WAKTU EKSTRAKSI TERHADAP MINYAK BIJI PEPAYA TERAMBIL Sri Rahayu Gusmarwani .....	147
27	PENGARUH WAKTU PROSES, UKURAN BAHAN DAN VOLUME AIR PADA PENGAMBILAN MINYAK KAPULAGA DENGAN DISTILASI UAP M.Sri Prasetyo Budi .....	152
28	PENGARUH UKURAN BAHAN DAN WAKTU EKSTRAKSI RIMPANG KUNYIT SEBAGAI INDIKATOR KEASAMAN ALAMI Oni Yuliani .....	155
<b>BUMI, LINGKUNGAN DAN TEKNIK SIPIL</b>		
1	Hidrokimia dan Geologi Air Panas daerah Parangwedang, Kabupaten Bantul, Yogyakarta, T. Listyani R.A. ....	161
2	STUDI SIFAT PENGEMBANGAN ( <i>SWEALLING</i> ) LEMPUNG SEBAGAI DASAR PONDASI JALAN WATES DI KM 22 DAN SEKITARNYA KABUPATEN KULONPROGO DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA Sukartono .....	178
3	PALEOEKOLOGI FORMASI PUCANGAN DI DAERAH KABUH DITINJAU DARI KANDUNGAN FOSIL MOLUSKA Hita Pandita, & Yahdi Zaim .....	172
4	STUDI <i>INDUCED POLARIZATION (IP)</i> UNTUK EKSPLORASI MINERAL MANGAN DI DAERAH SRATI, KECAMATAN AYAH, KABUPATEN KEBUMEN, JAWA TENGAH Winarti, Chusni Ansori .....	181
5	PENELITIAN AWAL GUNUNG API PURBA DI DAERAH MANGGARAI BARAT, FLORES, NUSA TENGGARA BARAT, INDONESIA Hill. Gendoet Hartono, Partama Misdiyanta, Djoko Purwanto, Faidzil Chabib, dan Ones Kambu .....	188



## HIDROKIMIA DAN GEOLOGI AIR PANAS DAERAH PARANGWEDANG, KABUPATEN BANTUL, YOGYAKARTA

T. Listyani R.A.

Jurusan Teknik Geologi STTNAS Yogyakarta

E-mail : [listyani\\_theo@yahoo.co.id](mailto:listyani_theo@yahoo.co.id)

### ABSTRAK

Keberadaan air panas di Parangwedang merupakan salah satu manifestasi gejala panas bumi yang mungkin berasosiasi dengan keberadaan intrusi batuan beku yang terjadi pada Jaman Tersier atau Miosen Bawah. Hidrokimia air panas tersebut ditentukan oleh imbuhan serta proses-proses yang terjadi di dalamnya. Batuan sampling yang diterobos magma yang berfungsi sebagai akifer di daerah penelitian adalah Formasi Nglanggran. Oleh karenanya, batuan dari Formasi Nglanggran yang dilalui airtanah akan berpengaruh pada komposisi kimia air panas ini. Hubungan antara komposisi kimiawi / mineralogi batuan sampling dengan hidrokimia mataair panas tersebut perlu dikaji untuk mengetahui geologi air panas ini.

Metode penelitian diawali dengan melakukan analisis terhadap data sekunder yang berupa hasil penelitian geologi di daerah Parangwedang dan sekitarnya. Data primer diambil langsung di lapangan dengan melakukan survei hidrogeologi disertai dengan pengambilan contoh batuan dan air panas di Parangwedang. Analisis kimia terhadap contoh air panas dikompilasikan dengan analisis petrografi batuan diharapkan akan memberikan gambaran komposisi kimiawi batuan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa mataair panas yang muncul di Parangwedang dikontrol oleh porositas antar butir dan rekahan / kekar. Batuan sampling yang merupakan Formasi Nglanggran memiliki pengaruh terhadap keberadaan beberapa unsur kimia pada air panas yang diteliti. Komposisi dominan yang berupa ion klorida dapat dipasok dari hornblende dan gelas vulkanik yang terdapat cukup melimpah pada satuan breksi, lava dan intrusi andesit Formasi Nglanggran. Namun, air panas dengan tingkat keasaman yang merupakan air asin dan tipe kimia berupa kalsium natrium klorida menunjukkan bahwa proses hidrokimia seperti evolusi, pencampuran / *mixing* dan intrusi air laut sangat dominan dalam mempengaruhi hidrokimia air panas tersebut.

### PENDAHULUAN

Keberadaan air panas merupakan salah satu manifestasi gejala panas bumi yang tersingkap di permukaan. Salah satu sumber air panas yang ada di daerah Bantul terdapat di Parangwedang. Air panas ini merupakan manifestasi panas bumi yang dapat berasosiasi dengan keberadaan intrusi batuan beku yang terjadi pada Jaman Tersier atau Miosen Bawah.

Panas bumi di daerah ini juga berkaitan dengan tektonik lempeng yang mengakibatkan magma menerobos batuan yang sudah ada sebelumnya sebagai intrusi dan memanaskan air pada batuan akifer. Proses pemanasan oleh magma tersebut mengakibatkan terbentuknya air panas.

Hidrokimia mataair panas ditentukan oleh *recharge* serta proses-proses yang terjadi di dalamnya. Batuan sampling yang diterobos magma yang berfungsi sebagai akifer di daerah penelitian adalah Formasi Nglanggran. Penelitian kali ini ingin mengungkapkan hubungan antara komposisi kimiawi/mineralogi batuan sampling dengan hidrokimia mataair panas tersebut.

Daerah Parangwedang dan sekitarnya merupakan bagian dari fisiografi Pegunungan Selatan bagian barat yang melampar di daerah Kabupaten Gunung Kidul sampai bagian timur Kabupaten Bantul. Lokasi penelitian ini berdekatan

dengan Pantai Parangtritis yang terletak di ujung selatan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Adanya air panas di daerah ini mungkin berkaitan dengan panas bumi yang diakibatkan oleh proses intrusi pada Jaman Tersier di daerah penelitian. Intrusi batuan beku yang berupa *dyke* ini di Parangkusumo menunjukkan umur yang berkisar antara 26,40 – 26,55 Ma berdasarkan penanggalan K – Ar (Soeria Atmadja dkk., 1994).

Aktifitas magma yang bersifat plutonis maupun vulkanis merupakan sumber panas bumi. Batuan pamanas bisa berupa gunungapi, tubuh intrusi atau batuan yang dipengaruhi oleh pergeseran sesar aktif. Sementara itu, batuan tudung berfungsi sebagai penutup akumulasi airtanah. Batuan tudung ini memiliki permeabilitas rendah, misalnya batuan alterasi, abu vulkanik atau batulempung.

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menganalisis berbagai sifat fisik dan kimiawi dari batuan serta airtanah di daerah Parangwedang, Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul, Yogyakarta. Adapun tujuannya adalah untuk mengetahui hubungan antara geokimia batuan dengan hidrokimia air panas di daerah penelitian. Karakteristik hidrokimia airtanah yang berdekatan dengan mataair panas Parangwedang diteliti untuk mendapatkan gambaran pengaruh batuan sampling



terhadap komposisi kimiawi airtanah di daerah tersebut.

### Geologi Daerah Parangwedang

Daerah Parangwedang dan sekitarnya terdapat di perbatasan zona fisiografi Pegunungan Selatan dengan dataran rendah Yogya – Bantul. Air panas Parangwedang dijumpai di ujung barat laut dari Zona Pegunungan Selatan ini. Zona Pegunungan Selatan dibatasi oleh Dataran Yogyakarta-Surakarta di sebelah barat-utara, sedang di sebelah timur oleh Waduk Gajahmungkur, Wonogiri dan di sebelah selatan oleh Lautan India. Di sebelah barat antara Dataran Yogyakarta dengan Pegunungan Selatan dibatasi oleh Sungai Opak, sedangkan di bagian utara berupa Gawir Baturagung. Bentuk Pegunungan Selatan ini membujur dengan dimensi melengkung sepanjang barat hingga timur. Zona Pegunungan Selatan ini dapat dibagi menjadi tiga Subzona (Harsolumakso dkk., 1997, dalam Bronto dan Hartono, 2001), yaitu Subzona Baturagung, Subzona Wonosari dan Subzona Gunung Sewu.

Soladopo (2007) telah melakukan pemetaan geologi di daerah Parangwedang dan sekitarnya. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa daerah penelitian tersusun atas endapan vulkaniklastik Merapi, endapan hasil rombakan batuan (endapan *talus*) dan endapan gumuk pasir pantai yang berumur Kuartar serta batuan yang berumur Tersier. Selanjutnya, peneliti tersebut mengatakan bahwa daerah penelitian terbagi menjadi 4 satuan batuan Tersier dan 6 satuan endapan Kuartar. Beberapa satuan batuan yang diinterpretasikan berhubungan erat dengan kemunculan air panas di Parangwedang antara lain satuan breksi andesit Nglanggran, satuan lava andesit Nglanggran serta satuan intrusi andesit Nglanggran (Tabel 1).

### Pengaruh Batuan terhadap Hidrokimia Airtanah

Matthess (1982) mengatakan bahwa kualitas airtanah dipengaruhi oleh material akifer karena perubahan diagenetik yang terjadi selama airtanah melewati akifer tersebut, misalnya karena berbagai proses hidrokimia. Proses-proses itu antara lain adalah disolusi – hidrolisis – presipitasi, adsorpsi, pertukaran ion, reduksi – oksidasi, pencampuran/*mixing*, membran filtrasi maupun metabolisme mikrobiologi. Komposisi kimia airtanah tergantung pada komposisi kimia air di daerah imbuhan serta reaksi-reaksi yang terjadi pada sistem aliran tersebut.

Kualitas airtanah merupakan suatu sistem bersama dengan komponen-komponen sistem lain yang saling berinteraksi sehingga sangat mungkin terjadi perbedaan-perbedaan kualitas airtanah di setiap tempat (Suharyadi, 1984). Walaupun demikian, secara umum kualitas airtanah mempunyai sifat yang khas di setiap jenis batuan.

Airtanah pada batuan endapan mempunyai kualitas yang beragam mulai dari air yang asin sampai air yang kandungan jumlah garam terlarutnya kurang dari 100 ppm. Airtanah yang letaknya jauh di bawah permukaan bumi mempunyai kadar yang semakin jelek. Kualitas airtanah pada batupasir umumnya beragam tergantung pada komposisi mineral, kedalaman akifer, jauh dekatnya pengaliran dan sebagainya tetapi pada umumnya berupa airtanah yang kualitasnya baik (Suharyadi, 1984).

Matthess (1982) mengatakan bahwa karakteristik airtanah pada batupasir umumnya memiliki TDS yang tergantung dari material batupasir. TDS yang rendah bisa diakibatkan oleh air hujan.

Hidrokimia airtanah dapat dilihat dari komposisi kimia yang terkandung dalam airtanah. Komposisi kimia ini mempengaruhi kualitas airtanah. Kualitas airtanah dipengaruhi oleh material batuan yang dilaluinya. Davis dan De Wiest (1966) mengatakan bahwa perkembangan ion pada airtanah tergantung pada *mineral availability* dan *mineral solubility*-nya. Peneliti tersebut juga mengungkapkan hubungan antara ion-ion penyusun airtanah dengan mineral batuan. Tabel 2 secara ringkas menjelaskan beberapa komposisi kimia airtanah dan kemungkinan sumber mineral / batuan yang mempengaruhinya.

Domenico & Schwartz (1990) mengatakan bahwa beberapa padatan inorganik dan organik, cairan organik dan gas-gas dijumpai dalam airtanah. Keragaman zat terlarut dalam airtanah dapat terjadi. Kandungan inorganik terlarut diklasifikasikan sebagai komponen utama dengan konsentrasi >5 mg/l, kandungan minor dengan konsentrasi < 0,01 mg/l (Davis & De Wiest, 1966). Analisis terhadap airtanah umumnya dilakukan untuk mengetahui komponen mayor dan minor.

Komposisi airtanah bervariasi dalam proses alirannya. Kandungan kimia ini juga mengalami perubahan / evolusi selama airtanah bergerak di bawah permukaan. Dari sudut pandang geokimia, urutan evolusi anion sangat ditentukan oleh ketersediaan dan kelarutan mineral. Kandungan  $\text{HCO}_3^-$  dalam airtanah umumnya berasal dari  $\text{CO}_2$  zone tanah dan dari disolusi kalsit / dolomit. Karena kalsit dan dolomit terdapat dalam jumlah cukup besar pada hampir semua cekungan sedimen dan karena mineral ini cepat larut,  $\text{HCO}_3^-$  hampir selalu merupakan anion dominan pada daerah imbuhan (Freeze & Cherry, 1979).

Parameter pH yang berhasil diukur di lapangan terhadap mataair panas di pemandian air panas Parangwedang adalah sebesar 7,28, sedangkan dari hasil uji laboratorium sebesar 6 – 7 (BTKL, 1998; Tabel 3). Sementara itu pH air panas dari sumur gali diketahui sebesar 7,3 dari hasil uji di BTKL (2008; Tabel 4). Hal tersebut menunjukkan bahwa air panas yang diteliti



merupakan air yang netral. Dengan melihat nilai DHL dan besarnya kandungan Cl-nya maka air panas yang diteliti merupakan air asin.

Unsur-unsur yang didapatkan dalam jumlah sedikit dalam air panas yang diteliti, seperti K, Mg, SO<sub>4</sub>, B, Al, Fe tidak mudah dikorelasikan dengan komposisi kimia / mineralogi batuan sampling. Kebiasaan CaCO<sub>3</sub> yang rendah juga menunjukkan tidak ada / sedikitnya batuan karbonat yang berpengaruh dalam menentukan komposisi kimia air panas yang diteliti.

Walaupun proses hidrokimia sangat dominan menentukan karakteristik kimiawi air panas di Parangwedang, namun dalam penelitian ini ingin dikaji pengaruh litologi batuan sampling terhadap hidrokimia air panas ini. Air panas ini sangat mungkin berasal dari imbuan air hujan masa kini, berada pada akifer dangkal, kemudian terpanasi oleh gas vulkanik yang terkait dengan keberadaan intrusi pada Formasi Nglanggran. Namun demikian, asal-usul (*origin*) air panas ini perlu diteliti lebih lanjut. Untuk mendukung hal itu, maka perlu dilakukan penanggalan (*dating*) dari umur air panas ini.

Dengan menganggap bahwa air panas ini merupakan air meteorik yang keluar melalui celah-celah, baik pori maupun retakan pada batuan dari Formasi Nglanggran, maka berikut ini akan diuraikan kajian komposisi kimia batuan formasi ini dalam kaitannya dengan komposisi kimiawi air panas yang diteliti.

#### 1. Satuan Breksi Andesit Nglanggran

Satuan ini disusun oleh breksi, dengan fragmen berupa andesit dan matriksnya adalah batupasir tuf (Gambar 2). Fragmen andesit memiliki komposisi mineral yang terdiri dari plagioklas, mineral opak dan gelas vulkanik :

- Mineral plagioklas merupakan termasuk dalam keluarga mineral feldspar dan dapat menjadi sumber silika bagi airtanah yang melarutkannya. Dengan komposisi plagioklas berupa andesin, maka mineral ini dapat juga berfungsi sebagai sumber natrium / sodium. Selain itu, magnesium, besi, dan kalium juga dapat dihasilkan dari pelarutan mineral ini.
- Mineral opak dapat berfungsi sebagai sumber silika, besi, dan magnesium, kalsium, natrium dan kalium.
- Gelas vulkanik merupakan mineral yang dapat memberikan komponen kimiawi seperti : silika, besi, magnesium, kalsium, natrium, kalium, serta sebagian kecil klorida.

Matriks breksi andesit berupa batupasir tuf, dengan komposisi mineral tersusun oleh feldspar, fragmen batuan, piroksen, mineral opak dan gelas vulkanik.

- Mineral plagioklas yang didominasi oleh andesin dalam batuan ini juga berfungsi sebagai

sumber silika, natrium, magnesium, besi dan kalium seperti pada fragmen andesit.

- Fragmen batuan yang berupa pecahan batuan beku berfungsi sebagai pemasok unsur silika, besi, magnesium, kalsium, natrium, serta kalium.
- Piroksen dapat menambah unsur besi, magnesium, kalsium, natrium maupun kalium.
- Mineral opak dan gelas vulkanik dapat bertindak sebagai pemasok beberapa unsur sama seperti yang telah dijelaskan pada fragmen andesit di atas.

#### 2. Satuan Lava Andesit Nglanggran

Satuan lava andesit memiliki komposisi batuan andesit, dengan komposisi mineral tersusun oleh plagioklas, hornblende, piroksen, kuarsa, mineral opak dan gelas vulkanik.

- Plagioklas, piroksen, mineral opak dapat berfungsi sebagai pemasok beberapa unsur kimia seperti telah diterangkan pada fragmen andesit pada satuan breksi andesit.
- Kuarsa merupakan sumber unsur silika yang potensial karena mineral ini umumnya hanya mengandung silika, kecuali jika ada mineral-mineral pengotornya.
- Hornblende juga dapat menambah unsur silika, besi, magnesium, kalsium, natrium ataupun kalium serta klorida.

#### 3. Satuan Intrusi Andesit Nglanggran

Satuan ini terdiri dari andesit, dengan komposisi mineral plagioklas, piroksen, mineral opak dan gelas vulkanik. Berbagai macam mineral tersebut dapat bertindak sebagai sumber silika, besi, magnesium, kalsium, natrium, kalium, sulfat, maupun klorida.

Namun perlu dicatat dalam tulisan ini, walaupun Formasi Nglanggran didominasi oleh batuan beku yang dapat memasok begitu banyak unsur silika, ternyata unsur ini tidaklah terlalu dominan pada airtanah yang diteliti. Hal ini perlu dikaji lebih lanjut dengan melihat kapasitas kelarutan unsur ini. Silika merupakan mineral yang sulit larut, apalagi pada suhu normal. Mineral dengan unsur dominan silika juga merupakan mineral yang resisten dan sulit lapuk (ingat Deret Bowen dalam urutan-urutan pelapukan batuan).

Unsur klorida yang sangat mendominasi komposisi kimia air panas yang diteliti sangat mungkin dihasilkan terutama oleh penyusupan air laut. Namun, pelapukan hornblende dan gelas vulkanik dapat menyumbang sebagian unsur ini sehingga klorida dalam air panas yang diteliti semakin berlimpah. Selain itu, kehadiran beberapa ion mayor yang dominan juga membuktikan adanya proses evolusi hidrokimia maupun pencampuran / *mixing* dalam sistem aliran airtanah di daerah penelitian.



## KESIMPULAN

Mataair panas di Parangwedang muncul melalui porositas antar butir dan rekahan / kekar batuan. Batuan sampling yang sangat berpengaruh terhadap komposisi kimia air panas yang diteliti adalah Formasi Nglanggran. Formasi ini tersusun oleh breksi andesit, lava dan intrusi andesit.

Air panas yang diteliti merupakan air asin, ditandai dengan DHL dan kandungan Cl yang tinggi. Komposisi kimia yang dominan pada air panas ini adalah Cl, Ca dan Na, dengan tipe kimia kalsium natrium klorida ( $\text{CaNaCl}_2$ ). Sementara itu, komposisi mineral yang dominan pada batuan sampling yang diteliti adalah plagioklas. Mineral ini menjadi pemasok unsur silika, Ca, Na dan sebagian kecil Cl.

Dengan melihat komposisi kimia dominan pada air panas yang diteliti, maka mineral pada batuan dari Formasi Nglanggran tidak sepenuhnya bertanggung jawab terhadap komposisi kimia air panas tersebut. Proses hidrokimia seperti evolusi kimia serta pertukaran kation pada saat terjadinya intrusi air laut justru sangat berpengaruh terhadap pengayaan unsur Cl pada air panas di daerah Parangwedang.

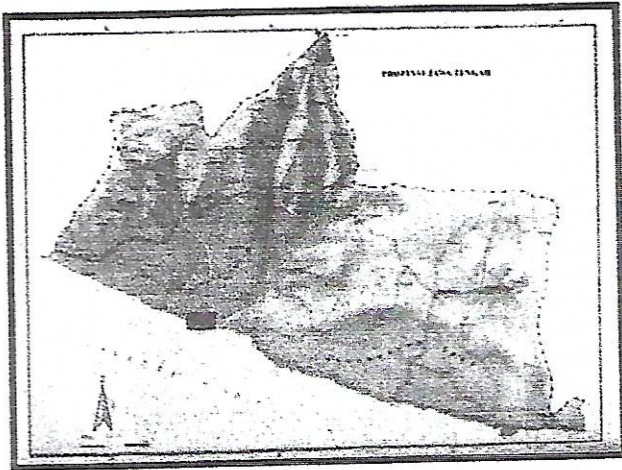
Satuan breksi dan lava andesit Nglanggran, dengan komposisi mineral berupa plagioklas, mineral opak, gelas vulkanik, fragmen batuan beku dan piroksen, berfungsi sebagai sumber silika, besi, natrium, kalium, magnesium, kalsium dan mungkin juga klorida. Mineral kuarsa pada batuan ini dapat menambah mineral silika terlarut dalam air panas. Hornblende dapat berfungsi sebagai penambah silika, besi, magnesium, kalsium, natrium, kalium serta klorida. Satuan intrusi andesit Nglanggran memiliki komposisi mineral plagioklas, piroksen, mineral opak dan gelas vulkanik yang merupakan sumber silika, besi, magnesium, kalsium, natrium, kalium, sulfat, maupun klorida.

Kandungan silika yang tidak terlalu besar pada airtanah sangat tergantung dari kelarutan mineral-mineral pada batuan dari Formasi Nglanggran. Banyaknya unsur-unsur mayor (terutama klorida) pada air panas yang diteliti sangat dipengaruhi oleh proses evolusi hidrokimia, pencampuran / *mixing* dan penyusupan air laut, namun mungkin juga dibantu oleh adanya pelarutan mineral pada batuan dari Formasi Nglanggran ini.

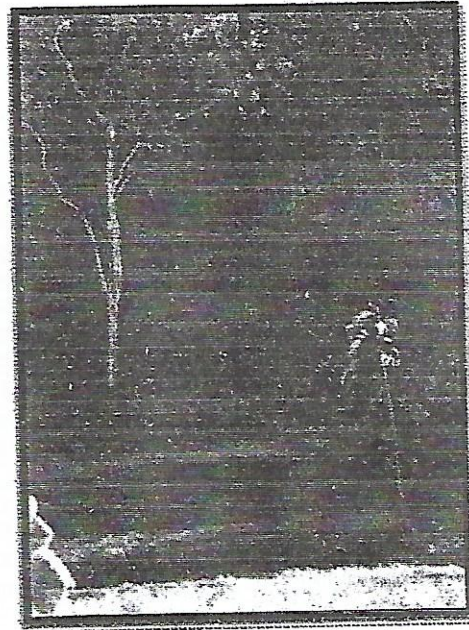
## DAFTAR PUSTAKA

- Bronto, S., dan Hartono, H.G, 2001, *Panduan Ekskursion Geologi Kuliah Lapangan 2*, STTNAS, Yogyakarta.
- Davis, S.N. & De Wiest, R.J.M., 1966, *Hydrogeology*, Edisi ke-1, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Domenico P.A. dan Schwartz, F.W., 1990, *Physical and Chemical Hydrogeology*, John Wiley & Sons, New York.
- Freeze, R.A. dan Cherry, J.A., 1979, *Groundwater*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- Nasruli, E., 2005, *Aspek Geologi Mataair Panas di Daerah Parangwedang - Parangtritis, Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta*, Seminar Industri, Jurusan Teknik Geologi, STTNAS Yogyakarta, tidak dipublikasikan.
- Rahardjo, W., Sukandarrumidi dan Rosidi, H.M.D., 1995, *Peta Geologi Lembar Yogyakarta*, Skala 1 : 100.000, Edisi Kedua, P3G, Bandung.
- Soeria Atmadja, R., Maury, R.C., Bellon, H., Pringgoprawiro, H., Polves, M., Priadi, B., 1994, *Tertiary Magmatic Belts in Java*, dalam Noeradi, D. dan Koesoemadinata, R.P., 2003, *Indonesian Island Arcs : Magmatism, Mineralization, and Tectonic Setting*, ITB, Bandung.
- Soladopo, F.V., 2007, *Geologi Daerah Kretek dan Sekitarnya serta Kajian Dampak Kerusakan Akibat Gempa di Kecamatan Kretek Kabupaten Bantul, Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta*, Tugas Akhir Tipe I, Jurusan Teknik Geologi, STTNAS, Yogyakarta, tidak dipublikasikan.
- Todd, D.K., 1980, *Groundwater Hydrology*, 2<sup>nd</sup> Edition, John Wiley & Sons, New York.





Gambar 1. Lokasi terdapatnya air panas di Parangwedang, Kabupaten Bantul, kurang lebih 500 m dari Pantai Parangtritis.



Gambar 2. Salah satu kenampakan breksi vulkanik Formasi Nglanggran, tersingkap di utara pemukiman Parangwedang.

Tabel 1. Kolom litologi satuan breksi andesit Nglanggran (tidak dalam skala sebenarnya; Soledopo, 2007).

Saluran	Tebal (meter)	Struktur Sedimen	Kolom Litologi	No. Contoh Batuan yang dianalisa		Deskripsi
				Petrografi	Paleontologi	
Satuan Breksi Andesit Nglanggran	500			LP 125		<p>Secara megaskopis dengan warna abu-abu kehitaman, masif, penilahan buruk, kemas terbuka dengan fragmen yang meruncing. Fragmen dengan warna abu-abu kehitaman, masif, tekstur porfiritik, tersusun atas plagioklas, mineral opak dan gelas. Fragmennya berupa batuan beku andesit. Matriks dengan warna kuning kecoklatan, ukuran butir pasir sedang-kasar, sortasi baik, kemas tertutup, komposisi feldspar, mineral opak, gelas vulkanik dengan nama lapangan batupasir tuf.</p> <p>Kanampakan mikroskopis pada sayatan tipis fragmen breksi dengan ciri warna kuning kecoklatan, dengan tekstur porfiritik, bentuk <i>anhedral-subhedral</i> ukuran (0,2-2) mm terdiri dari plagioklas jenis Andesit (An 48) (65%), dan mineral opak (10%) sebagai fenokrisnya dan massa dasarnya adalah gelas (25%), sehingga namanya Andesit Porfir (Travis, 1955) (Lampiran Petrografi 1/125). Untuk matriksnya dengan warna kuning kecoklatan, tekstur klastik, ukuran butir (0,1-1,3) mm, kemas terbuka, bentuk <i>subangular-subrounded</i>, kemas terbuka terdiri dari Feldspar (40%), fragmen batuan (20%), Piroksen (15%), dan mineral opak (5%). Massa dasarnya berupa gelas vulkanik (20%) yang umumnya telah lapuk menjadi lempung sehingga namanya <i>Tuffaceous Feldspathic Graywacke</i> (Petijohn, 1975) (Lampiran Petrografi 2/125).</p>

Keterangan : Masif



Tabel 2. Asosiasi mineral batuan dengan unsur kimia airtanah (modifikasi dari Davis & De Wiest, 1966 dan Bowen, 1986).

No.	Unsur terlarut	Sumber / asosiasi mineral dan batuan	Keterangan
1.	Silika	Feldspar, kuarsa, mineral lempung, batuan vulkanik, batuan granitik, dan mineral-mineral ferromagnesian silikat, silika seperti rijang dan opal.	Berkisar 1-30 mg/l tetapi bisa mencapai 100 mg/l; dalam air asin bisa mencapai 4.000 mg/l.
2.	Besi	Mineral penyusun batuan beku seperti amfibol, mika, mineral ferromagnesian, piroksen, pirit, magnesit, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; mineral lempung, biotit, garnet, batupasir, mineral bijih besi, oksida / sulfida besi.	Biasanya pada air yang jenuh gas / zona aerasi di bawah 0,5 mg/l. Airtanah yang pH-nya <8 dapat mengandung 10-50 mg/l.
3.	Magnesium	Berasal dari tanah dan sedimen, batuan sedimen / dolomit, mineral penyusun batuan beku (olivin, biotit, hornblende, augit), batuan metamorf (serpentin, talk, diopsid, tremolit).	Biasanya berkisar 0,2-10 mg/l.
4.	Kalsium	Terutama dari mineral dalam batuan sedimen asal laut (kalsit, aragonit, dolomit, anhidrit, gypsum), hasil pelapukan batuan beku / metamorf (apatit, wolastonit, fluorit, feldspar, amfibol, kelompok piroksen, olivin), mineral lempung.	Biasanya di bawah 100 mg/l; pada air asin bisa mencapai >75.000 mg/l.
5.	Sodium / natrium	Feldspar (albit), mineral lempung, hasil evaporasi / halit, hasil pelapukan batuan beku / metamorf (nefelin, sodalit, stilbit, natrolit, jadeit, glaukofan, aegirit).	Pada umumnya di bawah 200 mg/l, 10.000 mg/l di air laut sampai 25.000 mg/l di air asin.
6.	Potassium / kalium	Mineral lempung, mineral penyusun batuan beku / metamorf (ortoklas, mikroklin, mika, biotit, feldspatoid, leusit, nefelin), evaporit (silvit, niter).	Biasanya di bawah 10 mg/l; pada mata air panas di atas 100 mg/l dan mencapai 25.000 mg/l pada air asin.
7.	Karbonat dan bikarbonat	CO <sub>2</sub> dari atmosfer dan tanah, pelarutan batuan karbonat (batugamping dan dolomit), presipitasi CaCO <sub>3</sub> .	Kandungan karbonat biasanya di bawah 20 mg/l tetapi dapat > 50 mg/l pada air bersodium. Kandungan bikarbonat biasanya < 500 mg/l tapi dapat melebihi 1000 mg/l pada air yang banyak mengandung CO <sub>2</sub> .
8.	Sulfat	Hasil oksidasi mineral sulfida pada batuan beku / vulkanik, presipitasi atmosferik, <i>organic shales</i> , endapan evaporasi, pirit, markasit, gas-gas di daerah vulkanik.	Biasanya di bawah 300 mg/l kecuali pada mata air yang bersifat asam; di beberapa air asin mencapai 20.000 mg/l.
9.	Klorida	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Air laut purba</li> <li>- Endapan evaporasi (halit)</li> <li>- Hasil evaporasi hujan / salju</li> <li>- Pelarutan atmosferik di daerah arid.</li> <li>- Penyusupan air laut</li> <li>- Batuan sedimen, sebagian kecil dari batuan beku / metamorf.</li> </ul>	Biasanya di bawah 10 mg/l di daerah pemukiman, di atas 1.000 mg/l di beberapa daerah kering.
10.	Total zat padat	Mineral terlarut dalam air.	Biasanya di bawah 5.000 mg/l tetapi pada air asin dapat mencapai 300.000 mg/l.

Tabel 3. Hasil analisis kimia mataair panas Parangwedang (BTKL DIY, 1998, dalam Nasruli, 2005).

Parameter	Hasil Uji	%
pH	6 - 7	
Cl (mg/l)	6528,6	75
SO <sub>4</sub> (mg/l)	1122	20
HCO <sub>3</sub> (mg/l)	204,05	5



Tabel 4. Hasil uji kimiawi air panas dari sumur gali di timur pemandian Parangwedang.

Parameter	Hasil Uji
pH	7,3
K (mg/l)	17
Na (mg/l)	1960
Cl (mg/l)	7498,0
Ca (mg/l)	2296,80
Mg (mg/l)	132,31
SO <sub>4</sub> (mg/l)	616
Kebasaan / CaCO <sub>3</sub> (mg/l)	40,61
B (mg/l)	12,0215
Al (mg/l)	Tak terdeteksi
Fe (mg/l)	< 0,0258
SiO <sub>2</sub> (mg/l)	39,910
Kekeruhan	1
DHL	17500