

KAJIAN HIDROGEOMORFOLOGI MATAAIR DI SEBAGIAN LERENG BARAT GUNUNGAPI LAWU

Study of Spring Hydrogeomorphology on Part of West Slope in Lawu Vulcano

Oleh:

Drs. Langgeng Wabyu Santosa, M.Si.

Jurusan Geografi Fisik, Fakultas Geografi, UGM

ABSTRACT

Magma activities on earth surface cause dynamic of volcanic morphology from the volcanic cone up to fluvial volcanic plain. The changing of morphology is always followed by different slope, composition and thickness of material, and break of slope. This geomorphological conditions result in groundwater emerges forming spring belt. Accordingly, whether such phenomena are also the case in the west slope of Lawu volcano is investigated in this research. Hydrogeomorphology approach is applied to study of the spring characteristic and distribution in the research area. The result research shows that the distribution pattern of springs in the west slope of Lawu volcano is not like spring belt perfectly, like the strato volcano generally. It is caused by erosion processes, mass wasting intensively, Lawu fault and other faults. Most springs flow on the volcanic slope and volcanic foot morphology.

Keywords: Spring, Break of Slope, Spring Belt, Morphology

PENDAHULUAN

Latar Belakang Penelitian

Mataair (*spring*) adalah pemusatan keluarannya airtanah yang muncul di permukaan tanah sebagai arus dari aliran airtanah (Tolman, 1937). Menurut Bryan (1919) dalam Todd (1980), berdasarkan sebab terjadinya mataair diklasifikasikan menjadi 2, yaitu: mataair yang dihasilkan oleh tenaga non gravitasi (*non gravitational spring*) dan mataair yang dihasilkan oleh tenaga gravitasi (*gravitational spring*). Mataair yang dihasilkan oleh tenaga non gravitasi meliputi: mataair vulkanik, mataair celah, mataair hangat, dan mataair panas. Mataair gravitasi diklasifikasikan menjadi beberapa tipe, yaitu: mataair depresi (*depression spring*) yang terbentuk bila permukaan airtanah terpotong oleh topografi; mataair kontak (*contact spring*)

terjadi bila lapisan yang lulus air terletak di atas lapisan kedap air; mataair artesis (*artesian spring*) yang keluar dari akuifer tertekan; dan mataair turbuler (*turbulence spring*) yang terdapat pada saluran-saluran alami pada formasi kulit bumi, seperti goa lava atau *joint*.

Salah satu wilayah yang mempunyai potensi mataair besar adalah wilayah lereng gunungapi, dan di antara wilayah gunungapi yang mempunyai persebaran mataair yang cukup melimpah adalah lereng Gunungapi Lawu bagian Barat. Gunungapi Lawu merupakan gunungapi strato tua yang mempunyai potensi mataair cukup tinggi sebagaimana gunungapi strato muda, seperti Gunungapi Merapi. Pada gunungapi strato muda, umumnya mempunyai pola persebaran mataair yang melingkari badan gunungapi membentuk pola seperti sabuk,

yang biasa disebut sabuk mataair (*spring belt*). Hal ini merupakan gejala pemunculan mataair yang khas dan umum terdapat pada gunungapi strato di Indonesia, khususnya di Pulau Jawa. Pada ketinggian-ketinggian tertentu terdapat jalur mataair (*spring belt*) yang berkaitan dengan sifat orohidrologinya, juga berkaitan dengan perubahan lereng yang diakibatkan oleh perubahan struktur batuan pembentuknya (Purbohadiwidjojo, 1967).

Gunungapi Lawu secara geomorfologis berada pada zona tengah Jawa Tengah. Zona ini merupakan suatu depresi yang diisi oleh endapan vulkanik muda dan termasuk dalam deretan Gunungapi Kuartar dengan bentuk strato. Aktivitas gunungapi pada zona ini umumnya menghasilkan batuan berkomposisi andesit sampai basalt, baik berupa batuan lepas dalam bentuk rempah-rempah gunungapi berbutir halus sampai kasar (piroklastik), maupun batuan padu dalam bentuk aliran maupun kubah lava (Pannekoek, 1949).

Pengendapan material hasil proses tersebut, pada akhirnya membentuk akuifer yang mempunyai porositas dan permeabilitas tinggi, khususnya pada morfologi lereng gunungapi hingga dataran fluvio-vulkanik. Hal ini lebih didukung lagi oleh adanya curah hujan yang jatuh di atas bentanglahan ini cukup tinggi. Persebaran mataair dengan berbagai debit aliran terdapat pada tubuh gunungapi bagian tengah (lereng gunungapi) hingga bawah (kaki gunungapi), dengan tempat pemunculan kurang lebih bersesuaian dengan tempat terjadinya perubahan kemiringan lereng (*break of slope*), yang mengindikasikan perubahan tingkat kelulusan batuan (Purbohadiwidjojo, 1967). Suatu pertanyaan muncul: “Apakah konsepsi ini

berlaku untuk Gunungapi Lawu yang bertipe strato tua?”

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik dan pola agihan mataair pada setiap morfologi di sebagian lereng Barat Gunungapi Lawu.

KERANGKA PEMIKIRAN TEORETIS

Tinjauan Pustaka

Sutanto, dkk. (1980) dalam penelitiannya tentang persebaran mataair di lereng Gunungapi Merapi bagian selatan, merupakan suatu contoh yang menjelaskan tentang pola persebaran mataair pada tipe gunungapi strato, seperti halnya dengan Gunungapi Lawu. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa di wilayah lereng Gunungapi Merapi bagian selatan terbagi menjadi 3 (tiga) satuan pemunculan mataair, yaitu satuan mataair pada *volcanic slope*, satuan mataair *volcanic foot*, dan satuan mataair *volcanic foot plain*.

Pada satuan *volcanic slope*, keluarnya mataair disebabkan oleh kemiringan lereng yang cukup besar, sehingga air hujan hanya dapat merembes (infiltrasi) masuk ke dalam formasi piroklastis di atas formasi *lava flow* yang kedap air. Mataair yang muncul di daerah ini selain tergantung luas hutan sebagai penahan air hujan, juga tergantung lapisan tanah yang umumnya sangat tipis yang terbentuk karena pelapukan piroklastis atau aliran-aliran lava yang telah mengalami pelapukan. Debit mataair pada satuan ini relatif kecil, kecuali adanya rekahan (*fracture*) pada *lava flow* yang bergabung menjadi aliran yang cukup besar dan muncul di ujung *volcanic slope* atau bahkan di satuan *volcanic foot*. Pada satuan

kaki volkan dijumpai jalur mataair (*spring belt*) yang terdapat pada ujung aliran lava Gunungapi Merapi Muda di bagian Barat, dan ujung aliran lava Gunungapi Merapi Tua di bagian timur. Pada satuan *volcanic plain* juga banyak dijumpai mataair sebagai akibat perbedaan kemiringan karena perubahan morfologi akibat perubahan tekstur batuan yang kasar ke tekstur halus.

Ardina (1985) menjelaskan tentang hubungan antara litologi (gunungapi tua, gunungapi muda, batugamping tua, dan batugamping muda) dengan debit mataair yang keluar dari masing-masing formasi batuan tersebut. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pada formasi gunungapi tua memberikan nilai korelasi sebesar 0,90 terhadap debit mataair, sedangkan pada gunungapi muda memberikan korelasi sebesar 0,95 terhadap debit mataair. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tua umur batuan gunungapi, maka semakin kecil pengaruhnya terhadap debit mataair yang muncul. Hal ini dapat terjadi karena dalam perkembangannya semakin tua umur batuan gunungapi, maka proses pemadatan dan perekatan berjalan lebih intensif yang menyebabkan rongga antar butir menjadi kecil, sehingga nilai kesarangan dan kelulusannya juga kecil. Oleh karena itu debit mataairnya juga akan lebih kecil dibandingkan dengan debit mataair pada formasi gunungapi muda. Pada formasi batugamping umur Miosen memiliki debit mataair yang lebih besar dari pada batugamping yang berumur Pliosen. Hal ini dikarenakan perkembangan batugamping Miosen mengalami proses pelarutan yang lebih intensif, sehingga berakibat pada nilai kelulusan yang lebih besar dengan bertambahnya umur batugamping, akibatnya debit mataair yang muncul melalui zona pelarutan tersebut juga akan bertambah besar pula.

Curah hujan merupakan hal pokok yang berkaitan dengan ketersediaan mataair di suatu daerah, tetapi dengan litologi yang berbeda suatu daerah akan memiliki debit mataair yang berbeda dengan daerah lainnya. Bahkan di suatu daerah yang mempunyai curah hujan yang lebih tinggi dapat memiliki rata-rata debit mataair yang lebih rendah (sedikit) apabila litologinya tidak mendukung. Daerah dengan curah hujan dan litologi sama, seperti pada gunungapi muda, dapat memiliki debit mataair yang berbeda, karena susunan kimia batumannya yang berbeda (Ardina, 1985).

Murdiono (1972) melakukan penelitian tentang hidrogeologi pada tahun 1971-1972 di Surakarta-Sragen, Jawa Tengah. Menurutnya, hubungan antara jenis batuan dengan kondisi airtanah dan luah mataair pada masing-masing wilayah airtanah menunjukkan bahwa pada satuan pegunungan lipatan dijumpai mataair dengan debit yang kecil berkisar antara 0,4 hingga 5 lt/dt; sedang pada satuan gunungapi muda mataair mempunyai kisaran debit yang cukup bervariasi, yaitu <10 lt/dt hingga >50 lt/dt. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Wara (1993) yang bertujuan untuk mengetahui hubungan antara debit dan kualitas mataair dengan kondisi topografi, litologi, hidrogeologi serta curah hujan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat keterkaitan antara agihan dan debit mataair dengan kondisi litologi dan struktur batuan yang ada, seperti sesar dan kekar.

Abdulrahman (1990) melakukan penelitian mataair pada suatu daerah vulkanik yang tersusun atas beberapa formasi batuan berumur Kuartar dan Tersier. Umur batuan ini berpengaruh

terhadap air yang dikandungnya, bahwa semakin tua umur batuan maka debit mataair umumnya makin kecil. Daerah yang tersusun oleh batuan vulkanis memiliki jauh lebih banyak mataair daripada yang berbatuan lain. Pada batuan yang berumur Kuartar terdiri atas material lepas dari hasil erupsi gunungapi berupa pasir dan kerikil, yang memungkinkan dijumpainya airtanah tertekan.

Kerangka Teori

Pergerakan airtanah pada berbagai tempat akan mengakibatkan airtanah keluar ke permukaan bumi sebagai mataair (*spring*) ataupun rembesan (*seepage*) dengan debit yang bervariasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi karakteristik dan persebaran mataair antara lain: perubahan morfologi lereng, proses geomorfologis, jenis batuan, dan struktur geologis penyusunnya.

Perubahan morfologi yang ditandai oleh adanya tekuk lereng atau pemotongan topografi, akan menyebabkan pemunculan aliran airtanah dari dalam akuifer ke permukaan bumi, baik secara terpusat maupun rembesan. Perlapisan antara batuan yang bersifat porous, seperti bahan-bahan piroklastis atau bahan-bahan aluvium di bagian atas, dengan batuan yang bersifat kedap air, seperti batuan beku di bagian bawah yang relatif kompak, juga akan menyebabkan mengalirnya airtanah melalui batas perlapisan tersebut, dan muncul sebagai mataair kontak. Demikian juga kedudukan antara satu perlapisan batuan dengan perlapisan yang lain, dan struktur geologis yang menyusunnya, seperti patahan, retakan, maupun lipatan, merupakan faktor lain pengontrol pemunculan dan pola sebaran mataair. Pemunculan mataair di suatu tempat, juga tidak terlepas dari kedudukan lokasi itu

sendiri, kaitannya dengan tenaga gravitatif yang mempengaruhinya maupun energi-energi lain, seperti tekanan hidrostatik yang kuat akibat struktur perlapisan batuan yang sangat tebal (*geyser*), atau akibat dorongan energi magma pada daerah vulkanik. Proses-proses geomorfologis yang bekerja pada suatu daerah, sangat menentukan dinamika bentanglahan di wilayah tersebut. Hal ini secara langsung maupun tidak langsung, dalam jangka waktu yang lama akan mempengaruhi keberadaan dan karakteristik mataair di daerah tersebut. Oleh karenanya, untuk mempelajari karakteristik dan pola agihan mataair, dapat digunakan pendekatan hidrogeomorfologi. Artinya bahwa dengan mempelajari kondisi geomorfologi di suatu daerah, maka dapat diperkirakan dan dianalisis secara baik tentang karakteristik, persebaran, dan dinamika pemunculan mataair. Konsepsi ini juga sesuai diterapkan pada bentanglahan vulkanik, yaitu dengan mendasarkan pada variasi geomorfologi lereng, khususnya pada vulkanik tipe strato seperti Gunungapi Lawu.

Munculnya mataair di daerah vulkanik lebih disebabkan oleh tenaga dari dalam bumi, sebagai mataair non gravitasi. Daerah lereng Barat Gunungapi Lawu adalah daerah berbatuan gunungapi yang memiliki banyak mataair. Pada daerah yang berumur Kuartar terdiri atas material lepas hasil erupsi gunungapi berupa pasir dan kerikil, dan kemungkinan mempunyai airtanah tertekan, sehingga terdapat akumulasi air yang muncul secara melimpah ke permukaan berupa mataair. Daerah lereng Barat Gunungapi Lawu terdiri atas beberapa jenis batuan yang terdapat dalam formasi tertentu, sehingga dimungkinkan adanya variasi debit pada beberapa mataair. Pada batuan berumur kuartar terdapat kontak

antara materi batuan bertekstur kasar dengan materi batuan yang bertekstur halus dan juga terdapat beberapa mataair artesis pada jalur-jalur munculnya mataair (*spring belt*). Proses-proses geomorfologi vulkanik, baik yang bersifat endogen akibat gerakan magma ke permukaan bumi, maupun eksogen akibat aliran lava dan lahar, sangat menentukan perkembangan morfologi lereng dan bentanglahan Gunungapi Lawu secara keseluruhan. Sifat magma dan alirannya, menyebabkan pembentukan tipe strato pada gunungapi ini, dan perkembangan morfologi lereng, mulai dari kerucut, lereng, kaki, dataran kaki, hingga data-

ran fluvial gunungapi. Kontak antara lapisan material Gunungapi Lawu Tua di bagian bawah yang relatif kedap air dengan bahan-bahan piroklastis Gunungapi Lawu Muda di bagian atas dan perubahan morfologi lereng yang ditandai oleh keberadaan tekuk-tekuk lereng, merupakan dua faktor penentu pemunculan mataair dan pola sebarannya. Di samping itu, keberadaan struktur-struktur patahan sedemikian rupa di lereng Barat Gunungapi Lawu, lebih menjadi faktor pengontrol kedudukan, karakteristik, dan pola persebaran mataair di daerah ini. Secara sistematis, kerangka pemikiran ini dituangkan dalam Diagram 1.

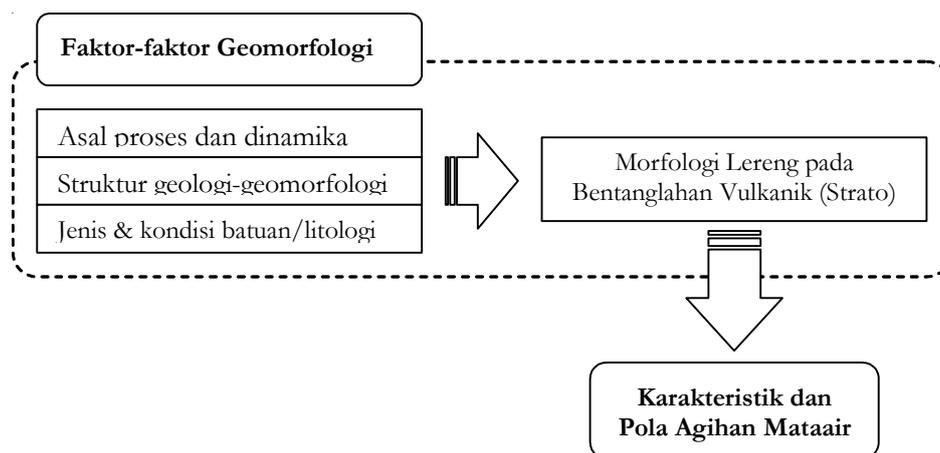


Diagram 1. Konsep dan Pemikiran Hidrogeomorfologi Mataair pada Bentanglahan Vulkanik

CARA PENELITIAN

Data dalam penelitian ini meliputi: morfologi lereng bagian Barat Gunungapi Lawu, tipe, persebaran, dan debit mataair yang ada di daerah penelitian. Tahapan penelitian mulai dari penyusunan peta dasar, survei lapangan, analisis data dan penyajiannya, disajikan pada Diagram 2.

Pengumpulan data dikelompokkan menjadi 2 (dua), yaitu: (i) data morfologi lereng yang diinterpretasi dari peta topografi dan geologi, dan (ii) data karakteristik mataair yang didapatkan berdasarkan hasil pengukuran langsung di lapangan secara *systematic sampling* dan didukung pula dengan data hasil-hasil penelitian terdahulu. Pengukuran debit mataair dapat dilakukan

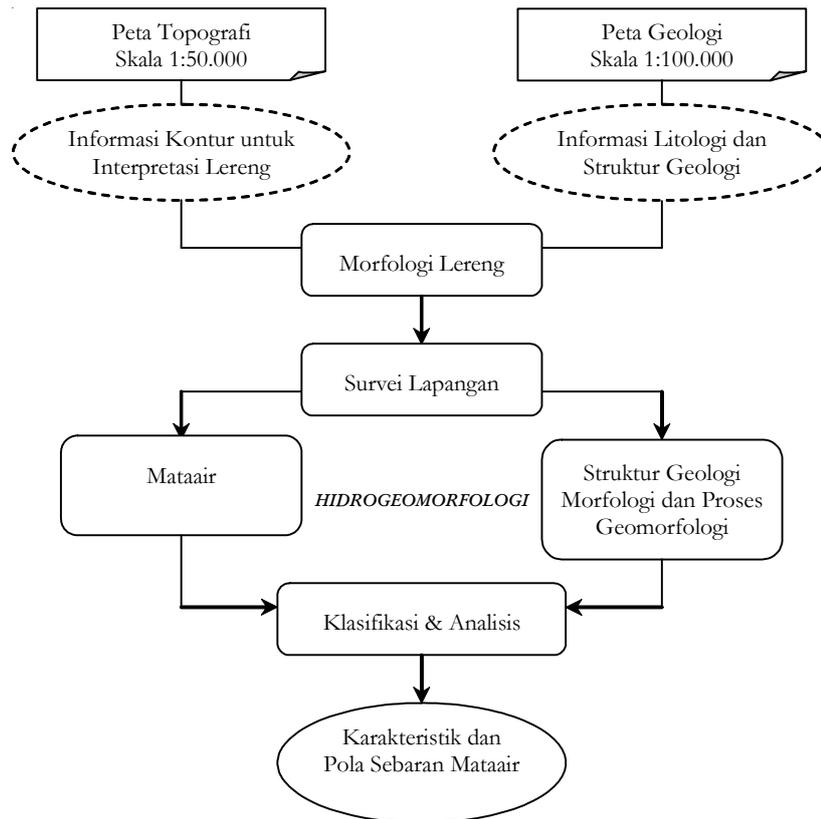


Diagram 2. Tahapan Penelitian

dengan merunut pada metode volumetrik, pelampung dan/atau injeksi, bergantung pada kondisi aliran dan morfometri saluran.

Cara analisis dilakukan secara spasial dan deskriptif. Analisis spasial berupa peta yang menjelaskan pola sebaran mataair pada berbagai morfologi lereng; sedangkan analisis deskriptif dilakukan untuk menjelaskan pola agihan mataair kaitannya dengan faktor-faktor yang mempengaruhi debit dan persebaran mataair di daerah penelitian. Klasifikasi mataair didasarkan atas sifat aliran, debit aliran, dan temperatur (Tolman, 1937; Meinzer, 1923 dalam Todd, 1980). Hubungan antara karakteristik dan persebaran pemunculan mataair dengan kondisi geomorfologi (morfologi lereng), dilakukan dengan cara tumpang-susun (*over-*

lay) peta-peta topografi (lereng), geologi, dan plotting lokasi mataair hasil pengukuran lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Geomorfologi Lereng Barat Gunungapi Lawu

Daerah penelitian secara administratif termasuk dalam wilayah Kecamatan Matesih, Tawangmangu, Ngargoyoso, dan Kecamatan Karangpandan, Kabupaten Karanganyar, Propinsi Jawa Tengah, dengan posisi koordinat 111°03' - 111°11' BT dan 7°34' - 7°39' LS.

Batuan Gunungapi Lawu dapat dipisahkan menjadi batuan Gunungapi Lawu Tua (kompleks Jobolarangan) dan

batuan Gunungapi Lawu Muda. Gunungapi Lawu termasuk dalam jalur Gunungapi Kuarter. Aliran lava yang bersumber dari beberapa kerucut parasiter tersebar di bagian badan Gunungapi Lawu Tua dan Gunungapi Lawu Muda.

(a) Kompleks Gunungapi Lawu Tua (Gunung Jobolarangan)

- Breksi Jobolarangan (Qvjb) tersusun atas breksi gunungapi, setempat bersisipan lava andesit. Umumnya menempati bagian puncak kompleks Gunungapi Lawu Tua, yaitu di Kabupaten Karanganyar bagian selatan dan sedikit di bagian Timurlaut. Warna batuan kelabu keco-klatan, dan bila lapuk menjadi kemerahan. Menempati pada kemiringan lereng antara 30-50%, dengan tebal lapisan mencapai puluhan meter. Di daerah penelitian kelompok ini disisipi lava andesit berwarna kelabu kehitaman. Contoh sisa breksi gunungapi yang dikelilingi endapan lahar adalah: Gunung Nguworak, Gunung Bulu, dan Gunung Kukusan di Baratlaut Gunungapi Lawu Tua.
- Lava Sidoramping (Qvsl) berupa lava andesit. Lava ini bertekstur alir yang berasal dari kompleks Sidoramping, Gunung Puncakdalang, Gunung Kukusan dan Gunung Ngampiyungan, yang secara umum mengalir ke arah Barat. Warna dominan kelabu tua dan tersusun atas plagioklas, kuarsa dan felspar.

(b) Kompleks Gunungapi Lawu Muda

- Batuan Gunungapi Lawu (Qvl), terdiri atas tuf breksian dan breksi tufaan bersisipan lava andesit. Tuf breksian berwarna coklat keme-

rahan, umumnya lapuk dan berukuran 2-10 cm. Tersusun atas mineral andesit, kuarsa, felspar, kepingan kaca gunungapi, batuapung, dan sedikit piroksin serta ampibol. Felspar sebagian berubah menjadi lempung dan klorit, dengan tebal lapisan >2 meter. Breksi tufaan berwarna kelabu coklat, bila lapuk berwarna coklat kemerahan, memiliki ukuran antara 1-10 cm, dengan tebal lapisan >5 meter. Lava andesit berwarna kelabu, tersusun atas mineral plagioklas, felspar sedikit kuarsa dan mineral mafik. Umumnya berstruktur leleran dengan ketebalan lapisan sekitar 2 meter. Satuan batuan ini mempunyai persebaran luas, mulai dari kerucut, lereng, hingga kaki gunungapi.

- Lava Condrodimuko (Qvcl) terdiri atas lava andesit berwarna kelabu tua, yang tersusun atas mineral andesit, kuarsa, felspar, sedikit hornblende, piroksin, dan mineral bijih. Leleran yang berasal dari kawah Condrodimuko ini mengalir ke arah Baratdaya. Bagian Baratlaut dibatasi oleh sesar turun yang memotong puncak Gunungapi Lawu, sementara aliran yang ke Selatan dibatasi oleh sesar Cemorsewu. Satuan batuan ini mengalir dari kawah Gunung Banyuurip dan menempati morfologi kerucut hingga lereng gunungapi.
- Lava Anak Lawu (Qvcl) mempunyai karakteristik seperti Lava Condrodimuko, yang keluar dari salah satu kerucut parasiter Lawu Muda di bagian Timurlaut, pada morfologi lereng gunungapi.
- Lahar Lawu (Qlla) berupa endapan lahar, yang terdiri atas andesit, ba-

salt, dan sedikit batuapung bermacam-macam dengan pasir gunungapi, membentuk perbukitan rendah ataupun mengisi dataran kaki gunungapi. Agihan cukup luas mulai dari Kecamatan Karangpandan hingga batas bagian Barat Kabupaten Karanganyar, yang menempati morfologi kaki hingga dataran kaki gunungapi.

- (c) Batuan Terobosan Andesitis (Tma), dengan ukuran kristal antara 0,5-1 mm, tersusun atas mineral andesit, ortoklas, kuarsa, bijih, mikrolit plagioklas, dan silika. Sebagian besar felspar berubah menjadi klorit dan lempung. Batuan terobosan ini (Gunung Bangun) terdapat pada tekuk lereng antara morfologi kaki dan dataran kaki di bagian Baratdaya.

Pada lereng Barat Gunungapi Lawu terdapat struktur patahan yang cukup kompleks, yang dikontrol oleh dua sesar utama, yaitu Sesar Lawu dan Sesar Sidoramping. Sesar Lawu membentang arah Baratdaya-Timurlaut, yang bersesuaian dengan tekuk lereng antara morfologi lereng dengan kaki gunungapi, serta antara morfologi kaki dengan dataran kaki gunungapi. Di sekitar Sesar Lawu ini terdapat sesar-sesar diperkirakan yang relatif tegak-lurus, yaitu di sekitar jajaran kerucut parasiter Gunung Cemorobulus, Gunung Tempurung, dan intrusi andesitis Gunung Bangun. Sesar-sesar kecil diperkirakan ini, terbentang memotong kontur antara morfologi kaki hingga dataran kaki gunungapi. Sesar Sidoramping merupakan sesar utama yang memotong kawah parasiter Gunung Banyuurip dan kawah utama Gunungapi Lawu Muda dengan arah Utara-Selatan. Dua sesar lainnya terbentuk mulai dari kawah utama ke arah Timurlaut,

dan ke arah Baratlaut memotong Sesar Lawu.

Menurut Pannekoek (1949), daerah penelitian termasuk dalam satuan geomorfologi deretan Gunungapi Kuartar berupa gunungapi strato, yang menghasilkan batuan berkomposisi andesitis sampai basaltis, baik berupa batuan lepas dalam bentuk rempah gunungapi berbutir halus sampai kasar, maupun batuan padu dalam bentuk aliran dan kubah lava. Keterdapatannya ditentukan oleh kondisi morfologi dan sifat batuan terhadap air, baik disebabkan oleh kelulusan air karena terdapatnya ruang antar butir maupun terdapatnya celahan, rekahan, maupun struktur sesar.

Daerah penelitian merupakan bagian lereng Barat Gunungapi Lawu yang mempunyai topografi bertebing-tebing curam dan memiliki potensi pemunculan mataair yang cukup baik. Secara geomorfologi, daerah penelitian dapat dibagi ke dalam 4 satuan morfologi, seperti diuraikan berikut ini.

- (a) Satuan Morfologi Kerucut Gunungapi (*Volcanic Cone*)
Satuan ini terletak di sekitar puncak Gunungapi Lawu dengan ketinggian antara 2.250 - 2.911 m dpal, lereng terjal dengan kemiringan >40%, sebagian besar merupakan lahan gundul, dan memungkinkan terjadinya bencana lahar dingin bila terjadi hujan dengan intensitas tinggi dan durasi lama.
- (b) Satuan Morfologi Lereng Gunungapi (*Volcanic Slope*)
Satuan ini terletak pada ketinggian 1.100 - 2.250 m dpal, kemiringan lereng berkisar 20-40%, didominasi oleh proses erosi tebing dan gerakan massa.

Pada satuan morfologi lereng ini mulai tumbuh vegetasi berupa hutan yang bercampur belukar.

(c) Satuan Morfologi Kaki Gunungapi (*Volcanic Foot*)

Ciri satuan ini adalah kemiringan lereng berkisar 8-20%, ketinggian 550 - 1.100 m dpal, dengan vegetasi didominasi hutan hujan tropis. Proses yang sering berlangsung adalah pengangkutan, erosi, dan mulai terjadi pengendapan. Pada satuan morfologi ini banyak terdapat sesar-sesar kecil searah kemiringan lereng, dan memotong relatif tegak-lurus dengan Sesar utama Lawu.

(d) Satuan Morfologi Dataran Kaki Gunungapi (*Volcanic Foot Plain*)

Satuan ini mempunyai lereng kemiringan 2-8%, dengan proses yang dominan berupa erosi lateral dan pengendapan. Materi penyusunnya terdiri atas pasir, tuff, dan lempung yang beresistensi rendah hingga sedang, pada ketinggian antara 50 - 550 m dpal.

Distribusi Umum Pemunculan Mataair

Di samping faktor geomorfologi, pemunculan mataair di suatu daerah juga dipengaruhi oleh kondisi geohidrologi, yaitu: kelulusan akuifer (permeabilitas), luas daerah imbuhan, dan besarnya imbuhan. Jenis material batuan sangat mempengaruhi sifat kelulusan akuifer. Batuan hasil kegiatan gunungapi pada umumnya berupa lava, lahar-piroklastik, dan fragmen-fragmen individual hasil aktivitas vulkanik. Celah-celah batuan dapat menyimpan air, terutama pada endapan lava; sedangkan bahan-bahan piroklastik dapat menyimpan air dalam rongga-rongga antar butirnya, sehingga keterdapatan airtanah dapat dikatakan berada pada akuifer berproduksi

sedang dengan penyebaran luas, khususnya pada gunung-gunungapi Kwartir Muda (Puspowardoyo, 1984 dalam Cahyani, 2000). Luas daerah imbuhan (*recharge area*) mempengaruhi aliran mataair yang muncul. Morfologi kerucut gunungapi berfungsi sebagai *recharge area* bagi munculnya banyak mataair di daerah bawahnya. Pemunculan mataair ini berkaitan pula dengan perubahan lereng dan perubahan bahan pembentuknya, sedangkan rembesan (*seepage*) umumnya terdapat pada daerah-daerah yang terbatuan Tertier dengan tingkat erosi yang tinggi.

Pada sebagian lereng Barat Gunungapi Lawu, mataair dapat muncul di mana-mana dengan berbagai cara, tetapi distribusinya tidak merata. Distribusi pemunculan mataair berhubungan dengan keterdapatan curah hujan, karakteristik hidrologi permukaan, topografi, karakteristik akuifer, dan struktur geologinya (Tolman, 1937). Pemunculan mataair di daerah penelitian terjadi secara menyebar, terutama pada daerah yang mempunyai perubahan lereng yang tajam, karena pada bagian ini permukaan topografi memotong muka airtanah (tekuk lereng), sehingga muncul sebagai mataair topografik (*topographic spring*), seperti disajikan dalam Gambar 1. Selain itu mataair juga muncul pada kontak antara batuan bertekstur kasar dan batuan bertekstur halus sepanjang jalur mataair (*spring belt*) yang sudah tidak jelas keberadaannya. Hal ini disebabkan oleh proses erosi yang cukup intensif, sehingga mataair muncul di daerah atasnya, atau karena adanya gerakan massa yang menyebabkan mataair muncul di daerah bawahnya. Mataair di daerah penelitian pemunculannya banyak terdapat pada ketinggian <1.500 m dpal.

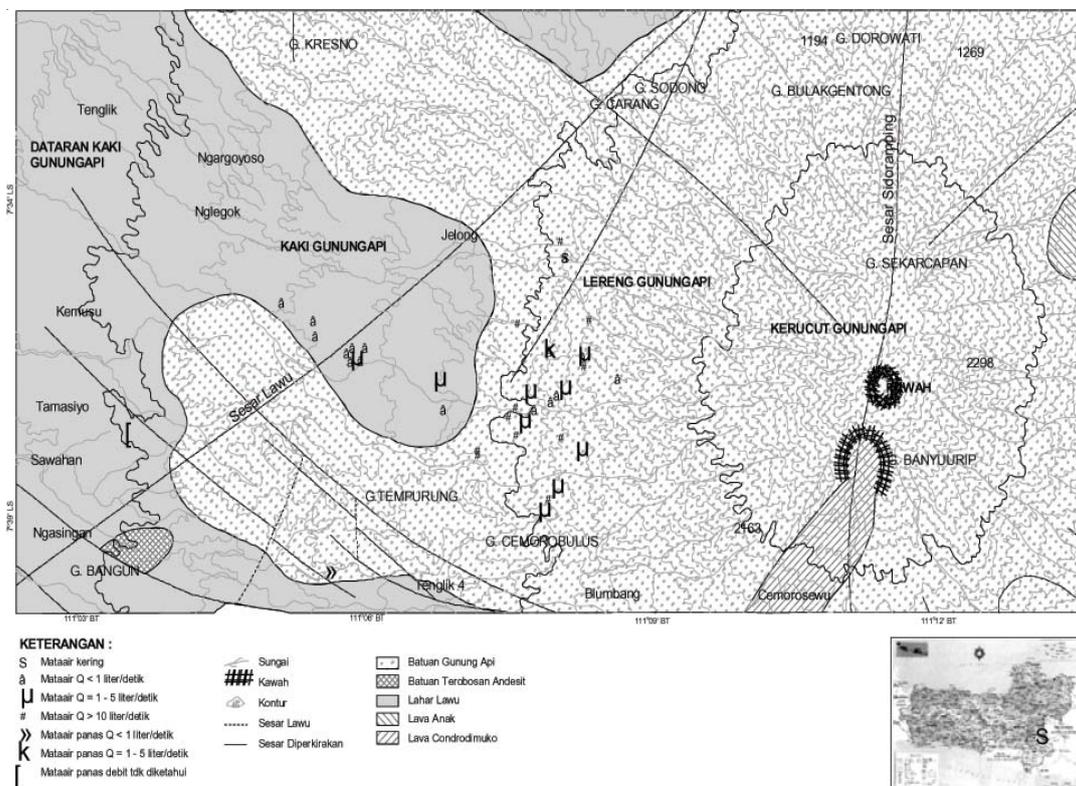
Mataair dengan debit besar dijumpai pada daerah vulkanik berumur Kuartar dengan batuan penyusun berupa aliran lahar Lawu dan batuan piroklastik Gunungapi Lawu, yang berasosiasi dengan tekuk lereng antara morfologi lereng dengan kaki gunungapi. Di samping itu, pertemuan antara bahan-bahan vulkanik yang relatif muda dan bersifat porous di bagian atas, dengan lahan yang lebih tua dan bersifat lebih kedap air di bagian bawah, juga merupakan faktor pengontrol pemunculan mataair-mataair di sekitar lokasi ini. Di samping juga keberadaan struktur sesar yang mengontrol kedua satuan morfologi ini.

Klasifikasi Mataair dan Faktor Penyebabnya

Berdasarkan sifat alirannya, pemunculan mataair dapat diklasifikasikan menjadi 3 (tiga), yaitu: mataair yang mengalir terus-menerus

sepanjang tahun dan tidak dipengaruhi curah hujan (*perennial spring*); mataair yang mengalir beberapa bulan saja sepanjang tahun dan dipengaruhi oleh curah hujan disebut mataair temporal (*intermittent spring*); dan mataair yang sama dengan mataair temporal tetapi perubahan debitnya tidak langsung dipengaruhi oleh curah hujan disebut mataair periodik (*periodic spring*) (Tolman, 1937).

Berdasarkan klasifikasi tersebut, maka seluruh mataair yang ada di daerah penelitian dapat dikelompokkan dalam tipe mataair perenial, yaitu mataair yang mengalir sepanjang tahun. Hal ini sesuai kenyataan di lapangan, dan didukung oleh konsepsi Todd (1980), bahwa pada daerah berbatuan vulkanik merupakan tempat di mana terdapat mataair kekal, karena adanya hujan orografis sebagai input air yang selalu ada dalam



Gambar 1. Distribusi Pemunculan Mataair di Lereng Barat Gunungapi Lawu

musim hujan maupun kemarau, yang merata hampir sepanjang tahun. Di samping itu juga dipengaruhi oleh material piroklastik yang berperan sebagai akuifer yang sangat baik.

Berdasarkan besarnya debit yang mengalir menurut Meinzer (1923) dalam Todd (1980), mataair di daerah dapat diklasifikasikan ke dalam klas III hingga VII, seperti yang terlihat pada Tabel 1. Jika ditinjau dari sebarannya, hampir semua mataair yang ditemukan terdapat pada morfologi lereng dan kaki gunungapi. Hal ini dapat dimengerti, karena kedudukan kedua morfologi ini tepat di bawah daerah hujan yang umumnya jatuh pada morfologi kerucut gunungapi. Dua faktor penyebab lokasi pemunculan mataair ini adalah: (i) adanya perubahan antar morfologi ditandai

oleh adanya tekuk lereng (*break of slope*), dan (ii) material utama penyusun morfologi lereng dan kaki gunungapi adalah bahan-bahan piroklastik di bagian atas yang berfungsi sebagai akuifer, yang didasari oleh batuan vulkanik tua (Kwartir Tua) yang relatif lebih kedap air. Air hujan yang jatuh berinfiltrasi ke dalam batuan penyusun morfologi kerucut gunungapi, mengalir ke bawah menyusuri lapisan bahan-bahan lepas piroklastik, dan muncul di sekitar tekuk-tekuk lereng dan kaki gunungapi, akibat pemotongan topografi permukaan dan kontak antar lapisan batuan porous di bagian atas dengan batuan kedap di bagian bawah.

Menurut Karmono dan Cahyono (1978), temperatur air tidak dibandingkan berdasarkan litologi karena tidak terdapat

Tabel 1. Klasifikasi Mataair di Daerah Penelitian Berdasarkan Debitnya

Klas	Debit (Lt/det)	Mataair	Persebaran
III	28,3 – 283	Punden Berjo, Jublek, Plesungan, Semprong, Puton, dan Suren III	Lereng dan Kaki Gunungapi
IV	6,31 – 28,3	Sumber Gondang, Telogo I, Semiri, Dukuh, Ngerak I, dan Ngerak II	Lereng Gunungapi
V	0,63 – 6,31	Ndadah, Tibogiri, Tambak, Telogo II, Telogo III, Ngranten, Suren II, Ngerak III, Kalianget, Kajaran I, dan Kajaran II	Lereng Gunungapi
VI	0,063 – 0,63	Sumber Gombong, Sumber Jendel, Mbah Sumber, Munggur, Seguwo, Nglenjing, Sendang Mulyo, Puntuk, Jembangan, Talok, dan Setup I	Lereng dan Kaki Gunungapi
VII	0,0079 – 0,063	Sembung	Lereng Gunungapi

Sumber: Analisis Data (Cahyani, 2000)

variasi nilai temperatur yang menunjukkan perbedaan jenis batuan. Temperatur mataair dipengaruhi oleh kedudukan asal air, di mana semakin dalam asal air semakin tinggi pula temperaturnya. Berdasarkan tempe-

rturnya, mataair dapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis (Tolman, 1937), yaitu:

- (a) mataair dingin (*cold spring*), yaitu mataair yang berasal dari pencairan salju atau gletser;

- (b) mataair biasa (*nonthermal* atau *ordinary temperature springs*), yaitu mataair dengan temperatur lebih dingin dari pada temperatur udara disekitarnya; dan
- (c) mataair panas (*thermal springs*), yaitu mataair dengan temperatur lebih panas dari pada temperatur udara di sekitarnya.

Berdasarkan temperaturnya, mataair di daerah penelitian dapat diklasifikasikan seperti pada Tabel 2. Sebagian besar mataair yang ditemukan merupakan mataair biasa (*non thermal springs*), dengan suhu rerata $< 25^{\circ}\text{C}$ dan DHL rerata $< 500 \mu\text{mhos/cm}$. Di samping itu ditemukan beberapa mataair panas, seperti di Pablengan sebanyak 9 mataair panas (*thermal spring*), dengan suhu berkisar $29,4 - 35,9^{\circ}\text{C}$ dan DHL antara $1.618,29 - 9.371,00 \mu\text{mhos/cm}$. Mataair-mataair panas ini ternyata muncul pada batas antara litologi endapan vulkanik muda dengan batuan vulkanik Kuartar Tua, dan berada di sekitar Sesar Lawu. Keberadaan perlapisan antara batuan yang lebih kompak (tua) dengan yang muda, serta terdapatnya sesar, memungkinkan proses pemanasan mataair oleh penerobosan magma melalui bidang-bidang patahan atau celah-celah yang ada. Pengaruh penerobosan magma tersebut, kemungkinan juga menyebabkan larutnya mineral-mineral tertentu dalam air, seperti: sulfur dan metana, sehingga menyebabkan pula tingginya nilai daya hantar listrik air. Contoh mataair panas ditemukan di Pablengan, Cumpuleng, dan Kalianget, yang berada pada Sesar Lawu.

Hubungan antara Morfologi dan Keberadaan Sesar Lawu dengan Pemunculan Mataair di Lereng Barat Gunungapi Lawu

Daerah penelitian berada di lereng Barat Gunungapi Lawu, yang dibatasi oleh gugusan Gunung Kresna dan Gunung

Wangi yang membentuk pegunungan Loro. Pada bagian Baratdaya Gunungapi Lawu terdapat *lava flow* yang mengalir membentuk deretan Gunung Cemorobulus, Tempurung, Ngargolamus, dan Gunung Bangun. Keadaan ini menyebabkan mataair muncul di sekitar lembah (*intermountain valley*) antara deretan pegunungan Loro dan deretan gunung-gunung di Baratdaya Gunungapi Lawu, yang memungkinkan besarnya potensi airtanah, baik yang muncul sebagai mataair atau rembesan maupun sebagai airtanah dangkal.

Menurut Purbohadiwidjono (1967), simpanan airtanah pada daerah yang tersusun atas batuan gunungapi Kuartar Muda akan mempunyai potensi yang baik. Daerah penelitian tersusun oleh batuan lava andesit sampai basalt berumur Kuartar Tua yang mempunyai banyak pori-pori atau lubang-lubang akibat pengkerutan bekas gelembung gas, dan bahan-bahan piroklastik berumur Kuartar Muda yang bersifat mudah meluluskan air (permeabilitas tinggi), sehingga airtanah yang terkandung di dalamnya juga besar. Di samping karena didukung oleh kondisi batuan penyusunnya, pemunculan mataair di daerah penelitian sangat dipengaruhi oleh struktur geologi regional yang ada berupa sesar. Kontrol sesar merupakan faktor yang sangat menentukan, seperti ditunjukkan pada peta pemunculan mataair di lereng Barat Gunungapi Lawu, bahwa mataair muncul bergelombang di sekitar sesar utama Lawu dan sesar-sesar yang diperkirakan (lihat Gambar 1 di muka).

Berdasarkan morfologinya, mataair terbanyak muncul pada morfologi lereng Gunungapi Lawu dengan ketinggian antara 1100 - 2000 meter dpl. Dari 47 mataair yang ditemukan, 22 mataair berada pada

Tabel 2. Klasifikasi Pemunculan Mataair Berdasarkan Temperatur Air

No	Nama Mataair	Temperatur Air °C	DHL (μ mhos/cm)	Klasifikasi
1	Punden Berjo	17,7	175,85	Biasa
2	Sumber Gondang	19,5	262,89	Biasa
3	Ndadah	19,7	208,88	Biasa
4	Jublek	19,5	424,05	Biasa
5	Tibogiri	19,4	130,02	Biasa
6	Sembung	18,4	130,02	Biasa
7	Sumber Gombong	19,4	200,48	Biasa
8	Sumber Jendel	18,4	199,76	Biasa
9	Tambak	17,0	209,35	Biasa
10	Telogo I	18,1	132,56	Biasa
11	Telogo II	18,1	132,56	Biasa
12	Telogo III	20,0	132,56	Biasa
13	Plesungan	18,9	219,79	Biasa
14	Semprong	18,0	153,57	Biasa
15	Semiri	19,6	138,22	Biasa
16	Cumpleng	35,2	1.623,91	Thermis
17	Pablengan (air bleng)	32,5	1.915,90	Thermis
18	Pablengan (air obat)	35,9	7.659,00	Thermis
19	Pablengan (air kesekten)	34,2	6.962,00	Thermis
20	Pablengan (air hidup)	29,9	7.242,58	Thermis
21	Pablengan (air mati tenang)	29,4	8.262,65	Thermis
22	Pablengan (air Soda)	30,9	1.658,50	Thermis
23	Pablengan (air urus-urus)	30,9	9.371,00	Thermis
24	Ngranten	22,9	180,34	Biasa
25	Puton	19,5	451,49	Biasa
26	Suren II	17,5	77,20	Biasa
27	Suren III	15,2	86,96	Biasa
28	Dukuh	14,7	104,09	Biasa
39	Ngerak I	16,1	333,71	Biasa
30	Ngerak II	20,8	445,89	Biasa
31	Ngerak III	20,8	232,43	Biasa
32	Mbah Sumber	20,3	281,67	Biasa
33	Kalianget	33,1	1.618,27	Thermis
34	Munggur	24,8	156,87	Biasa
35	Seguwo	22,4	257,29	Biasa
36	Tegalrejo	23,6	154,84	Biasa
37	Nglanjing	17,7	187,04	Biasa
38	Sendang Mulyo	23,2	181,72	Biasa
39	Puntuk	23,6	180,96	Biasa
40	Segendol	17,9	189,30	Biasa
41	Jembangan	18,0	194,32	Biasa
42	Talok	18,5	298,09	Biasa
43	Setup I	16,8	231,72	Biasa
44	Setup II	16,3	229,30	Biasa
45	Kajaran I	20,8	129,11	Biasa
46	Kajaran II	20,8	135,66	Biasa

morfologi lereng Gunungapi Lawu, 17 mataair berada pada morfologi kaki Gunungapi Lawu dengan ketinggian 550 - 1100 meter dpal, dan 7 mataair lainnya berada pada morfologi dataran kaki Gunungapi Lawu dengan ketinggian 50 - 550 m dpal.

Keberadaan mataair terbanyak ditemukan di sekitar tekuk lereng antara morfologi lereng gunungapi dengan morfologi kaki Gunungapi Lawu. Jalur-jalur mataair yang biasa disebut sabuk mataair (*springs belt*) sudah tidak jelas keberadaannya, artinya pola persebaran mataair sudah tidak membentuk *springs belt* secara sempurna. Dari peta pemunculan mataair dapat dilihat bahwa distribusi mataair tidak mengikuti pola *springs belt* seperti umumnya pola pemunculan mataair pada gunungapi strato. Hal ini dikarenakan Gunungapi Lawu adalah gunungapi strato tua dengan dinamika proses pengikisan dan erosi sangat kuat, sehingga penggal-penggal lereng yang menunjukkan pergantian morfologi lereng sudah tidak nampak dengan jelas. Proses gerakan massa yang selama ini terjadi juga menyebabkan tertutupnya tempat-tempat yang memungkinkan pemunculan mataair. Adanya sesar Lawu dan sesar-sesar lain yang diperkirakan juga memungkinkan munculnya mataair pada zona patahan tersebut. Sebagian besar mataair merupakan mataair rekahan yang ada kaitannya dengan pengaruh aktivitas magma, sehingga terbentuklah mataair panas. Contoh pemunculan mataair rekahan terdapat di Sumber Gondang, Desa Berjo, dan Sumber Jubelek, Desa Berjo, Kecamatan Ngargoyoso.

Pada ketinggian 1400 m dpal, ditemukan 5 lokasi mataair, yaitu mataair Punden Berjo, Ndadah, Sumber Gondang, Puton, dan Munggur, yang membentuk jalur mataair; kemudian hilang dan muncul

lagi beberapa mataair di bawahnya, pada ketinggian 400 - 1300 m dpal. Berdasarkan pola yang umum dan pola garis pergeserannya, kemungkinan jalur-jalur sabuk mataair berada pada ketinggian 1400 meter dpal dan 1100 meter dpal. Namun demikian, akibat erosi lereng yang intensif dan adanya sesar Lawu, mataair muncul tidak beraturan pada lereng bagian bawahnya dengan ketinggian rata-rata 900 - 1000 meter dpal.

Kondisi mataair dengan aliran air yang deras, bersifat turbulen, dan berada pada topografi yang terjal, antara lain: mataair Suren III (917 lt/dt), yang terletak pada ketinggian 1100 m dpal, pada pergantian antara morfologi lereng dengan kaki gunungapi. Mataair lain yang mempunyai debit >10 lt/dt yang berada pada pergantian lereng dan kaki gunungapi adalah mataair Punden Berjo, Sumber Gondang, Jublek, Telogo I, Plesungan, Semprong, Semiri, Puton, Dukuh, dan Ngerak II. Sebagian besar mataair muncul karena adanya sesar Lawu dan sesar-sesar yang diperkirakan.

Secara umum pola pemunculan mataair di daerah penelitian disebabkan karena muka airtanah memotong topografi sehingga muncul mataair depresi, dan juga berasosiasi dengan keberadaan sesar Lawu serta sesar-sesar yang diperkirakan. Mataair Punden Berjo dan Sumber Gondang adalah contoh mataair yang muncul karena adanya sesar, dan merupakan rekahan yang tidak terlalu dalam, sehingga muncul secara gravitatif. Mataair Cumpleng, Pablengan, dan Kalianget merupakan contoh mataair vulkanik, karena muncul melalui retakan dan terpengaruh aktivitas magma yang menyebabkan suhunya >30°C.

Mataair panas merupakan mataair yang disebabkan oleh tenaga non gravitasi,

berada pada patahan kerak bumi yang panjang dan sangat dalam. Mataair panas biasanya mempunyai temperatur yang lebih tinggi dibanding air normal, dan mempunyai kandungan mineral tinggi (yang ditunjukkan oleh nilai DHL yang tinggi pula). Sumber mataair panas sebagian besar berasal dari air hujan yang jatuh di sekitar lokasi, dan hanya sebagian kecil berasal dari dalam bumi (*magmatic*). Air hujan jatuh mengalami infiltrasi dan masuk dalam airtanah, kemudian meresap melalui retakan atau bidang patahan dan menembus hingga batuan dasar yang sangat dalam. Air tersebut selanjutnya terpanasi oleh magma di bawahnya, dan membentuk arus konveksi besar yang mendorong ke permukaan tanah.

Proses pemunculan mataair panas di daerah penelitian berkaitan dengan aktivitas vulkanik Gunungapi Lawu. Gunungapi Lawu merupakan sumber panas bumi yang potensial, layaknya jalur gunungapi yang mempunyai sumber panas bumi di sepanjang sesar gunung berapi. Mataair panas Pablengan dan Cumpuleng berada pada daerah sempit yang relatif datar dengan dikelilingi tebing terjal di deretan pegunungan Bangun. Berkembangnya struktur geologi pada lapisan batuan penyusunnya menyebabkan batuan tersebut mengalami pergeseran, terpatahan dan terlipat. Pada daerah patahan yang merupakan zona lemah, biasanya terdapat mataair yang keluar ke permukaan. Hal ini merupakan proses yang wajar karena pada zona yang lemah tersebut akan terjadi rekahan atau celah-celah yang cukup banyak, sehingga sangat memungkinkan munculnya aliran airtanah ke permukaan. Apabila airtanah melewati jalur patahan tersebut, maka sirkulasinya akan mencapai keseimbangan, sehingga airtanah akan bergerak melalui celah-celah pada jalur patahan dan keluar sebagai mataair.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dari pemaparan ini adalah seperti berikut.

- (1) Gunungapi Lawu mempunyai potensi mataair yang besar meskipun merupakan gunungapi tipe strato tua.
- (2) Persebaran mataair di lereng Barat Gunungapi Lawu sudah tidak membentuk jalur-jalur mataair yang membentuk pola seperti sabuk mataair (*spring belt*) secara sempurna sebagaimana pola persebaran mataair pada gunungapi strato pada umumnya, karena disebabkan oleh proses erosi (pengikisan) dan gerakan massa yang intensif, serta keberadaan sesar Lawu dan sesar-sesar kecil di sekitarnya yang dominan mengontrol lokasi pemunculan mataair.
- (3) Pemunculan mataair pada umumnya terdapat pada morfologi lereng (*volcanic slope*) dan kaki gunungapi (*volcanic foot*), dengan debit terbesar terdapat pada morfologi lereng gunungapi, yaitu mataair Suren III (917 Lt/detik) pada ketinggian 1.140 meter dpl yang berupa mataair sesar.
- (4) Mataair yang muncul pada lereng Barat Gunungapi Lawu sebagian besar berasosiasi atau dikontrol oleh keberadaan sesar Gunungapi Lawu dan sesar-sesar lain yang diperkirakan dan berukuran kecil-kecil, relatif tegak-lurus dengan Sesar utama Lawu.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya saya sampaikan kepada Bapak Drs. Soenarso Simoen, guru saya di Fakultas Geografi UGM dulu, yang telah banyak menularkan ilmu Geohidrologi kepada saya selama ini; juga kepada Bapak Prof. Dr.

Sutikno selaku Dosen Pembina yang telah banyak memberikan saran dan pengarahan yang baik demi kemajuan akademik dan karir saya selama ini. Ucapan terima kasih dan penghargaan yang tinggi juga saya sampaikan kepada Saudari Nur Cahyani,

alumni Fakultas Geografi UGM yang telah banyak memberikan masukan data yang terkait dengan kajian ini. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua, amien.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulrahman, 1990, Studi Hidrologi Mataair di Kabupaten Kuningan Jawa Barat, *Skripsi*, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Ardina-Purbo, 1985, Hubungan antara Litologi dan Luah di Pulau Jawa, *Skripsi*, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Karmono dan Joko Cahyono, 1978, *Pengantar Penentuan Kualitas Air*, Serayu Valley Project NUFFIC, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada,
- Murdiono, 1972, *Penelitian Hidrogeologi di Surakarta-Sragen*, Direktorat Geologi, Bandung
- Cahyani, N., 2000, Studi Mataair di Lereng Barat Gunungapi Lawu, *Skripsi*, Fakultas Geografi, UGM, Yogyakarta
- Pannekoek, A.J., 1949, *Outline of the Geomorphology of Java*, E.J. Brill, Leiden
- Purbohadiwidjojo, 1967, *Hydrology of Strato Volcanoes*, Geological Survey of Indonesia, Bandung
- Sutanto, B.R, Darmakusuma, D., dan Suyono, 1980, Distribusi Kuantitatif dan Kualitatif Mataair-mataair di Lereng Merapi Bagian Selatan, *Laporan Penelitian*, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Todd, D.K., 1980, *Groundwater Hydrology*, John Wiley & Sons. Inc, New York
- Tolman, C.F., 1937, *Groundwater*, McGraw-Hill Book Company, New York
- Wara-Hesti-Utami, 1993, Studi Mataair di Lereng Utara Perbukitan Rembang, *Skripsi*, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Lampiran 1: Data Mataair di Lereng Barat Gunungapi Lawu

No	Nama Mataair	Lokasi		Karakteristik			Morfologi	
		Koordinat	Administrasi	Tipe	Suhu (°C)	Debit (Lt/det)	Elevasi (m dpal)	Materi
1.	Punden Berjo	111,1279° BT 7,6322° LS	Berjo, Ngargoyoso	Rekahan	17,7	154,820	1110	Qlla
2.	Sumber Gondang	111,1290° BT 7,6307° LS	Berjo, Ngargoyoso	Rekahan	19,5	13,786	1060	Qlla
3.	Ndadah	111,1300° BT 7,6334° LS	Berjo, Ngargoyoso	Kontak	19,7	2,86	1160	Qlla
4.	Jublek	111,1370° BT 7,6353° LS	Tambak, Ngargoyoso	Rekahan	19,5	57,612	1290	Qlla
5.	Tibogori	111,1371° BT 7,6280° LS	Gandu, Ngargoyoso	Artesis	19,4	1,25	1420	Qlla
6.	Sembung	111,1364° BT 7,6286° LS	Gandu, Ngargoyoso	Depresi	18,4	0,029	1360	Qlla
7.	Sumber Gombang	111,1352° BT 7,6297° LS	Gandu, Ngargoyoso	Depresi	19,4	0,13	1280	Qlla
8.	Sumber Jendel	111,1470° BT 7,6260° LS	Gandu, Ngargoyoso	Kontak	18,4	0,15	1600	Qvl
9.	Tambak	111,1401° BT 7,6377° LS	Tambak, Ngargoyoso	Rekahan	17,0	4,783	1360	Qvl
10.	Telogo I	111,1348° BT 7,6450° LS	Telogo, Ngargoyoso	Rekahan	18,1	15,271	1240	Qvl
11.	Telogo II	111,1358° BT 7,6436° LS	Telogo, Ngargoyoso	Rekahan	18,1	2,827	1270	Qlla
12.	Telogo III	111,1334° BT 7,6473° LS	Telogo, Ngargoyoso	Rekahan	20,0	1,870	1150	Qlla
13.	Plesungan	111,1292° BT 7,6350° LS	Plesungan, Ngargoyoso	Artesis	18,9	218,080	1150	Qlla
14.	Semprong	111,1225° BT 7,6374° LS	Semprong, Ngargoyoso	Artesis	18,0	115	1030	Qlla
15.	Semiri	111,1225° BT 7,6382° LS	Plesungan, Ngargoyoso	Artesis	19,6	10,080	1000	Qlla
16.	Cumpleng	111,0963° BT 7,6569° LS	Cumpleng, Karangpandan	Vulkanis	35,2	0,400	700	Qlla
17.	Pablengan	111,0622° BT 7,6345° LS	Pablengan, Matesih	Vulkanis	32,5	-	520	Qlla
18.	Ngranten	111,1153° BT 7,6268° LS	Ngranten, Ngargoyoso	Depresi	22,9	1,83	900	Qlla
19.	Puton	111,1294° BT 7,6175° LS	Puton, Ngargoyoso	Depresi	19,5	49,872	1050	Qlla
20.	Suren I	111,1364° BT 7,6065° LS	Kemuning, Ngargoyoso	Depresi	kering	kering	1180	Qvl
21.	Suren II	111,1364° BT 7,6065° LS	Kemuning, Ngargoyoso	Depresi	17,5	0,378	1180	Qvl
22.	Suren III	11,1364° BT 7,6041° LS	Kemuning, Ngargoyoso	Rekahan	15,2	917	1140	Qvl
23.	Dukuh	111,1419° BT 7,6169° LS	Dukuh, Ngargoyoso	Rekahan	14,7	16,340	1390	Qvl
24.	Ngerak I	111,1404° BT 7,6227° LS	Ngerak, Ngargoyoso	Depresi	16,1	8,263	1420	Qvl
25.	Ngerak II	111,1410° BT 7,6242° LS	Ngerak, Ngargoyoso	Depresi	20,8	17,227	1500	Qvl
26.	Ngrerak III	111,1409° BT 7,6227° LS	Ngerak, Ngargoyoso	Rekahan	20,8	0,796	1420	Qvl
27.	Mbah Sumber	111,1325° BT 7,6310° LS	Selorejo, Ngargoyoso	Depresi	20,3	0,520	1120	Qlla

Lanjutan Lampiran

No	Nama Mataair	Lokasi		Karakteristik			Morfologi	
		Koordinat	Administrasi	Tipe	Suhu (°C)	Debit (Lt/det)	Elevasi (m dpal)	Materi
28.	Kalianget	111,1349° BT 7,6218° LS	Munggur, Ngargoyoso	Vulkanis	33,1	3,645	1180	Qvl
29.	Munggur	111,1350° BT 7,6218° LS	Munggur, Ngargoyoso	Depresi	24,8	0,4571	1180	Qvl
30.	Seguwo	111,1166° BT 7,6309° LS	Seguwo, Ngargoyoso	Depresi	22,4	0,280	895	Qlla
31.	Tegalrejo	111,1002° BT 7,6233° LS	Tegalrejo, Ngargoyoso	Depresi	23,6	0,210	750	Qlla
32.	Ngenjing	111,0941 °BT 7,6193° LS	Ngenjing, Ngargoyoso	Kontak	17,7	0,750	710	Qlla
33.	Sendang Mulyo	111,1020° BT 7,6233° LS	Sendang Mulyo, Krg.pandan	Kontak	23,2	0,287	770	Qlla
34.	Puntuk	111,1028° BT 7,6211° LS	Puntuk, Karangpandan	Kontak	23,6	0,289	780	Qlla
35.	Segendol	111,0996° BT 7,6248° LS	Segendol, Karangpandan	Depresi	17,9	-	750	Qlla
36.	Jembangan	111,0883° BT 7,6141° LS	Jembangan, Karangpandan	Depresi	18,0	0,222	680	Qlla
37.	Talok	111,0937° BT 7,6168° LS	Talok, Karangpandan	Depresi	18,5	0,843	730	Qlla
38.	Setup I	111,1005° BT 7,6211° LS	Setup, Karangpandan	Depresi	16,8	0,194	760	Qlla
39.	Setup II	11,10063° BT 7,6235° LS	Setup, Karangpandan	Rekahan	16,3	1,541	760	Qlla
40.	Kajaran I	11,10063° BT 7,6287°LS	Ngelorok, Ngargoyoso	Rekahan	20,8	3,111	1170	Qlla
41.	Kajaran II	11,10063° BT 7,6287°LS	Ngelorok, Ngargoyoso	Rekahan	20,8	4,251	1170	Qlla

Sumber: Hasil Survei Lapangan (Cahyani, 2000)