

Hidrogeologi Kawasan Cagar Budaya Gunung Penanggungan

Puji Pratiknyo
Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Yogyakarta 55283 Indonesia
E-mail : puji_pratiknyoupn@yahoo.com

ABSTRAK

Pemetaan hidrogeologi Kawasan Cagar Budaya Gunung Penanggungan merupakan salah satu tindakan dalam rangka ikut melengkapi data kondisi kawasan cagar budaya. Dengan diketahui kondisi hidrogeologi kawasan cagar budaya dapat digunakan sebagai bahan acuan dalam mengelola kawasan cagar budaya. Metodologi yang dilakukan adalah dengan melakukan pemetaan hidrogeologi. Data yang terkumpul diolah dan selanjutnya dilakukan analisa dan dibuat peta hidrogeologinya. Hasil yang didapatkan adalah di daerah penelitian terdapat 3(tiga) sistem akuifer, yaitu : sistem akuifer ruang antar butir, sistem akuifer antar butir dan rekahan, dan sistem akuifer rekahan. Air tanah, secara umum, mengalir dari bagian Selatan menuju ke arah Utara dengan tinggi muka air tanah berkisar 16,28 – 167,62 meter dari permukaan air laut dengan kedalaman berkisar 0,46 – 11,93 m. Daerah imbuhan terdapat pada puncak hingga lereng bawah Gunung Penanggungan sedangkan daerah lepasan berada di sebelah Utara dan juga di bagian tengah-Timur daerah penelitian atau di bagian lereng paling bawah Gunung Penanggungan sampai daerah dataran sepanjang alur sungai utama pada daerah pemetaan. Secara umum, kondisi fisik air tanah yang ada memenuhi persyaratan kualitas air minum.

Kata kunci: Pemetaan, Hidrogeologi, kawasan, cagar budaya, imbuhan, lepasan.

ABSTRACT

Hydrogeological mapping Heritage Regions of Penanggungan Mountains is one of the actions in the effort to complete the data state of the heritage area. As we know of the hydrogeological heritage area may be used as a reference in attenuate the heritage area. The methodology is to do with hydrogeological mapping. The collected data is processed and then analyzed and created hidrogeology map. The results obtained in the study area divided in to three (3) unit aquifer system, namely: space between the grains of the aquifer system, aquifer system between the grains and fracture, and fracture aquifer system. Groundwater in the research area has general flows from the southern portion toward the north with high groundwater level ranged from 16.28 to 167.62 meters above sea level with a depth ranging from 0.46 to 11.93 m. Recharge areas are at the top and that the lower slopes of Mount STEPS while loose areas are in the North and also in the Middle-Eastern portion or area studies at the Courant lowermost slopes of Mount STEPS until lying areas along the main river channel in the mapping area. Generally, the physical state of the existing groundwater fullfil the quality of drinking water to the terms.

Keywords: Mapping, hydrogeology, regional, cultural heritage, affixes, removable.

1. PENDAHULUAN

Daerah penelitian merupakan komplek Gunung Penanggungan dimana di dalamnya terdapat Kawasan Cagar Budaya Gunung Penanggungan. Daerah penelitian, secara administratif, di sisi Barat termasuk dalam wilayah Kabupaten Mojokerto (Kecamatan Trawas dan Ngoro) dan di sisi Timur termasuk dalam wilayah Kabupaten Pasuruan (Kecamatan Gempol). Ketinggian daerah penelitian berkisar antara 25 – 1.605 meter dari permukaan air laut. Secara astronomis posisi geografis terletak pada 7°31'00" LS - 7°41'00" LS dan 112°35'00" BT- 112°43'00" BT atau pada koordinat UTM (*Universal Transverse Mercator*) berada dalam Zona 49 pada 674000mT - 690000mT dan 9150000mU - 9170000mU.

Kawasan Cagar Budaya Gunung Penanggungan yang ada di dalam daerah

penelitian luasnya sekitar 450 hektar, dan telah ditetapkan sebagai Kawasan Cagar Budaya Peringkat Provinsi berdasarkan Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 188/18/KPTS/013/2015 tertanggal 14 Januari 2015.

Pemetaan hidrogeologi daerah penelitian yang didalamnya ada Kawasan Cagar Budaya Gunung Penanggungan merupakan salah satu tindakan dalam rangka melengkapi kondisi wilayah kawasan cagar budaya. Dengan diketahui kondisi hidrogeologi kawasan cagar budaya dapat digunakan sebagai bahan acuan dalam pembuatan keputusan pemerintah daerah dalam mengelola kawasan cagar budaya yang ada.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang diterapkan dalam penelitian ini adalah Metode Pemetaan Hidrogeologi. Pemetaan hidrogeologi dilakukan dengan cara pengamatan, pengukuran, pengujian dan pencatatan data di lapangan yang terkait dengan keadaan air tanah. Pengamatan, pengukuran, pengujian dan pencatatan data hidrogeologi dilakukan pada sumur gali dan mata air yang ada. Uji yang dilakukan adalah uji sifat fisik air dengan cara megaskopis dan alat EC-meter. Dari data yang terkumpul dilakukan pengeplotan pada peta dasar yang selanjutnya dilakukan analisa yang terkait dengan kondisi hidrogeologi.

Disamping pemetaan hidrogeologi, dilakukan juga inventarisasi peninggalan budaya (candi) yang ada di daerah penelitian dengan cara mengukur dan mencatat koordinat lokasi dan nama candinya.

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1. Hidrogeologi

Daerah penelitian, secara hidrogeologi regional terletak pada cekungan air tanah Pasuruan (M. Burhanul Arifin, 2008) yang dipengaruhi oleh bentang morfologi daerah gunungapi dan pedataran dengan Ketinggian berkisar antara 25 – 1605 meter dari permukaan laut. Sungai yang ada di daerah penelitian adalah Sungai Porong dan sungai – sungai kecil yang berkembang pada tubuh Gunung Penanggungan.

Berdasarkan data geologi, dan mengacu pada Bemmelen (1949), batuan yang ada daerah penelitian merupakan satuan batuan dengan jenis litologi batuan beku, batuan piroklastik, batuan sedimen, dan material sedimen lepas. Keterdapatn jenis litologi tersebut (Fetter, C.W. JR, 1994) dapat bertindak sebagai lapisan pembawa air (*permeabel*) dan lapisan kedap air (*impermeabel*). Masing-masing batuan yang menyusun daerah penelitian mempunyai karakteristik dan ciri fisik tersendiri terhadap kemampuan mengandung air bawah tanah dan hal itu tergantung pada sistem ruang antar butir, celah ataupun struktur sekunder lainnya. Secara umum sifat fisik bantuan belum terkonsolidasi baik atau tak terkompaksi baik, batuan mudah lapuk, meresapkan air hujan, dan dapat bertindak sebagai akuifer.

3.1.1. Sistem Akuifer

Di daerah penelitian, berdasarkan jenis bukaannya (Tood, 1980), , terdapat 3(tiga) sistem akuifer, yaitu sistem akuifer ruang antar butir, sistem akuifer rekahan, dan sistem akuifer antar butir dan rekahan, lihat **Gambar**

2 : Peta Hidrogeologi.

3.1.1.a. Sistem Akuifer Antar Butir

Sistem akuifer antar butir tersusun atas ;

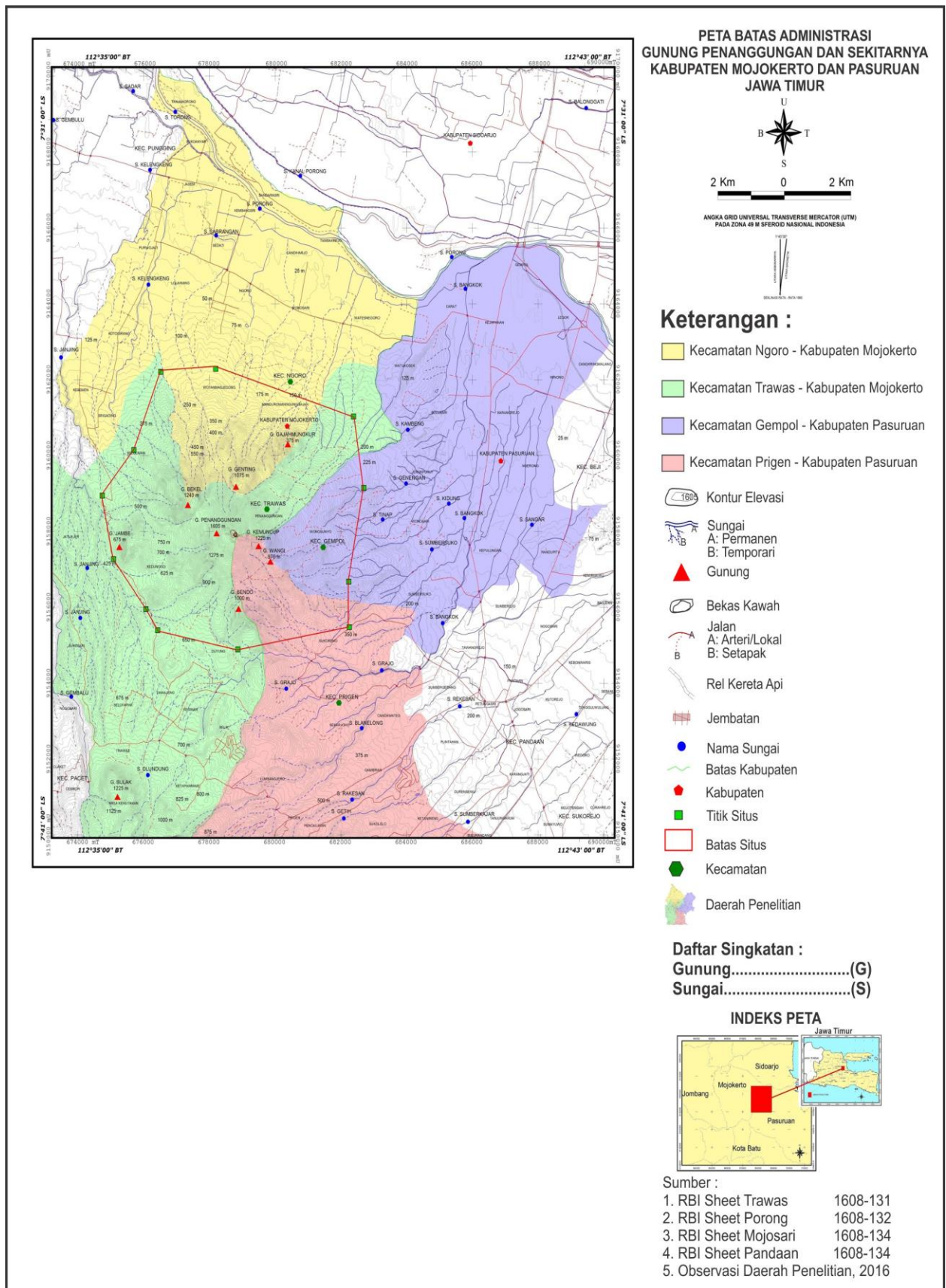
- 1) Satuan endapan alluvium (Qa), yang terdiri atas lempung, lanau, dan pasir. Satuan ini terdapat di dataran dan sepanjang aliran sungai Porong, membentuk undak sungai dan sebagian merupakan dataran banjir.
- 2) Satuan endapan Kolovium (Qk), terdiri dari endapan rombakan bongkah lepas, kerakal, kerikil, dan pasir. Satuan ini terdapat di dataran Gunung Penanggungan.
- 3) Satuan penanggungan laharik (Plh), tersusun oleh batupasir, dan tuf. Satuan ini terdapat di gawir dan lereng kaki Gunung Penanggungan.

Sistem akuifer ini memiliki penyebaran luas dengan tinggi muka air tanah terhadap permukaan air laut berkisar 1 meter hingga 12 m.

3.1.1.b. Sistem Akuifer Antar Butir Dan Rekahan

Sistem akuifer antar butir dan rekahan tersusun atas ;

- 1) Satuan endapan debris bongkah (db), terdiri dari endapan debris bongkahan andesit, Satuan ini terdapat pada pada sekitar Gunung Penanggungan dan lereng Gunung Arjuna – Welirang.
- 2) Satuan penanggungan laharik (Plh), tersusun oleh breksi laharik, tuf, batupasir, dan breksi gunungapi. Satuan ini terdapat pada pada sekitar Gunung Penanggungan dan gawir watukosek.
- 3) Satuan kemuncup vulkanik (Vku), tersusun oleh breksi gunungapi. Satuan ini terdapat pada pada sekitar Gunung Penanggungan.
- 4) Satuan penanggungan vulkanik (Pvu), tersusun oleh breksi gunungapi. Satuan ini terdapat pada pada sekitar Gunung Penanggungan.
- 5) Satuan penanggungan aliran piroklastik (Pap), tersusun oleh tuf, dan material laharik. Satuan ini terdapat pada pada sekitar Gunung Penanggungan.
- 6) Satuan watukosek vulkanik (Wvu), tersusun oleh breksi gunungapi. Satuan ini terdapat pada pada sekitar Gunung Penanggungan.
- 7) Satuan bulak vulkanik (Buvu), tersusun oleh breksi gunungapi dan breksi tufan. Satuan ini terdapat pada pada sekitar Gunung Penanggungan.
- 8) Satuan arjuna – welirang vulkanik (Awwu), tersusun oleh breksi tufaan dan breksi gunungapi. Satuan ini terdapat pada pada sekitar Gunung Penanggungan.



Gambar 1. Peta Lokasi dan batas adminitrasi daerah penelitian

3.1.1.c. Sistem Akuifer Rekahan

Sistem akuifer rekahan tersusun atas ;

- 1) Satuan penanggungan lava (Pl), tersusun oleh lava Gunung Penanggungan. Satuan ini terdapat pada sekitar Gunung Penanggungan.
- 2) Satuan bekel lava (Bl), tersusun oleh lava Gunung Bekel. Satuan ini terdapat pada sekitar Gunung Penanggungan.
- 3) Satuan genting lava (Gl), tersusun oleh lava Gunung Genting. Satuan ini terdapat pada sekitar Gunung Penanggungan.
- 4) Satuan gajahmungkur lava (Gml), tersusun oleh lava Gunung Gajahmungkur. Satuan ini terdapat pada sekitar Gunung Penanggungan.
- 5) Satuan kemuncup lava (Kl), tersusun oleh lava Gunung Kemuncup, satuan ini terdapat pada sekitar Gunung Penanggungan.

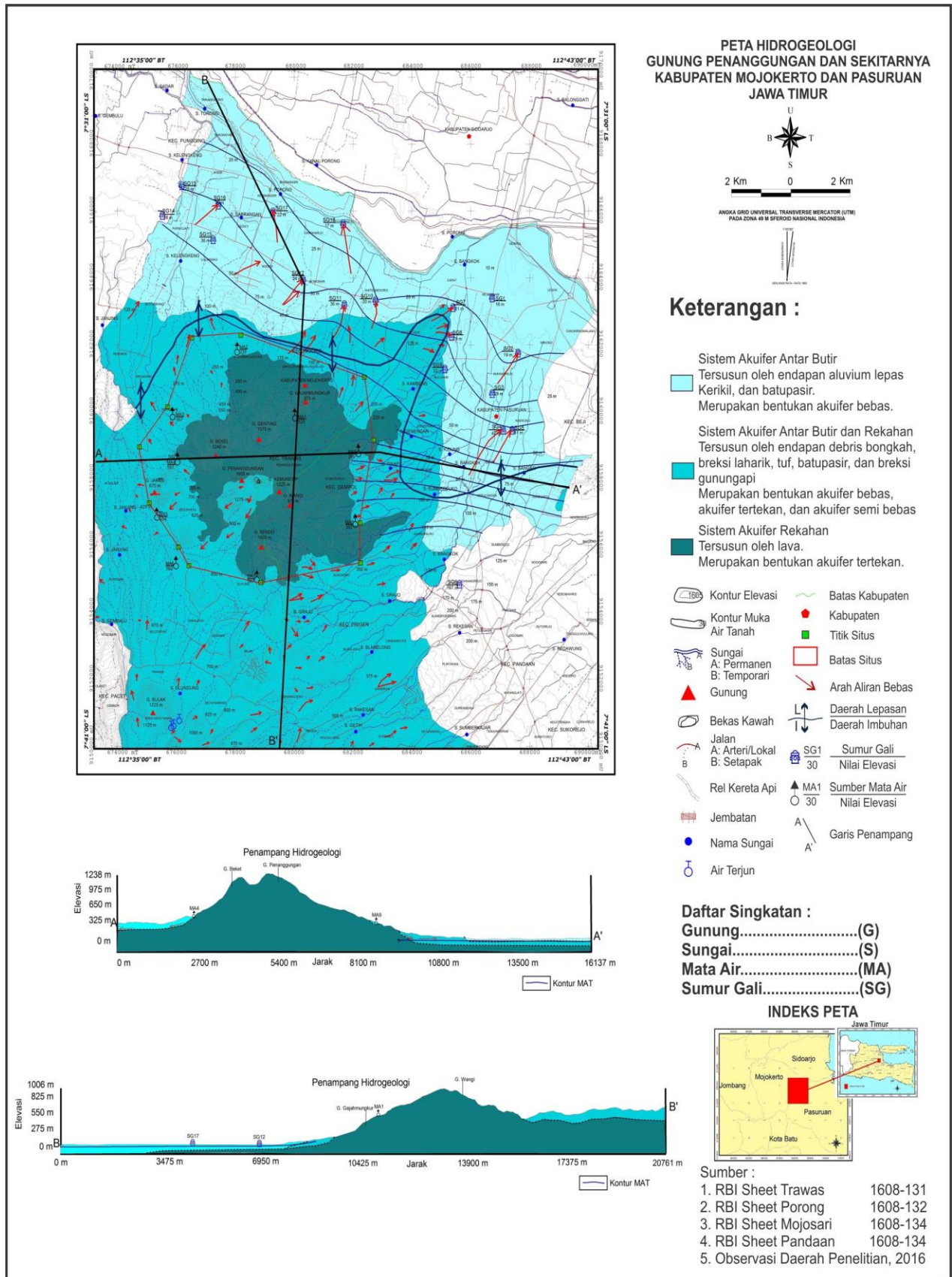
- 6) Satuan bendo lava (Bnl), tersusun oleh lava Gunung Bendo, satuan ini terdapat pada sekitar Gunung Bendo.

3.1.2. Mata air dan sumur gali

Sumber mata air dijumpai berupa titik – titik sumber alami yang dalam pengupayaannya sebagian telah di olah sebagai sumber penghidupan masyarakat dengan melalui pipa penyaluran. Mata air yang dijumpai berkembang pada sistem akuifer rekahan, dan sistem akuifer antar butir dan rekahan. Jumlah keterdapatn sumber mata air yakni 9 titik, lihat **Tabel 1** : Keterdapatn sumber mata air di Gunung Penanggungan dan **Gambar 3** : Sumber mata air di daerah penelitian. Sumur gali yang ada di daerah penelitian ada 18, data hasil pengukuran muka air tanah di sumur dapat dilihat pada **Tabel 2** sedangkan foto pengukuran dapat dilihat pada **Gambar 4**.

Tabel 1 : Keterdapatn sumber mata air di Gunung Penanggungan

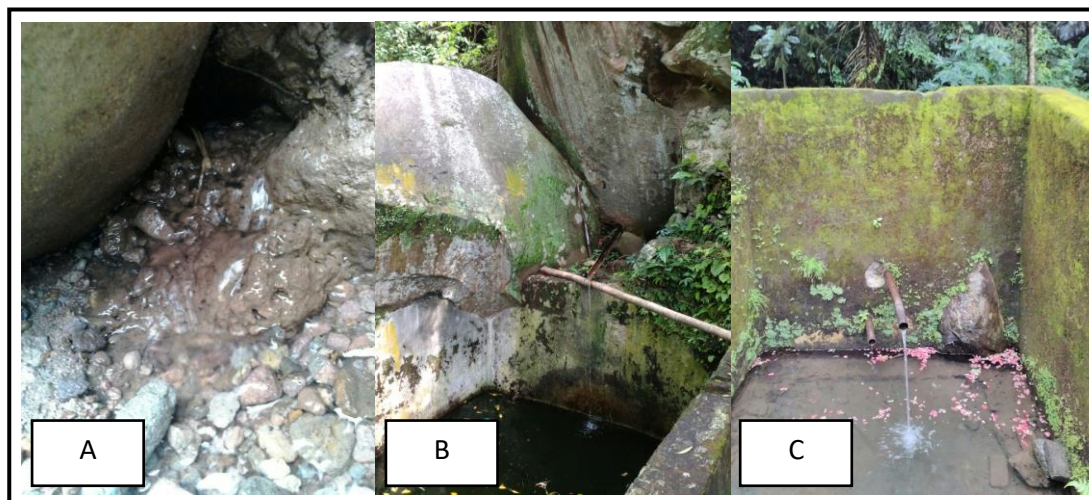
No	Stopsite	Koord X	Koord Y	Elevasi (m)	Nama Sumber	Admin	Debit Sumber 1 (l/dtk)	Debit Sumber 2 (l/dtk)	Debit Sumber 3 (l/dtk)
1	H1	680030	9159820	520	Kunjoro Wesi	Kunjoro Wesi	0,024		
2	H2	678060	9161795	235	Pesatren	Jedong	0,071		
3	H3	675868	9159855	357	Reco Macan	Dusun Balekambang	0,17		
4	H4	676032	9158503	557	Jolotundo	Seloliman	0,38	0,12	
5	H5	676247	9155816	554	Sumber Brugan	Kedungundi	0,15		
6	H6	675984	9155397	582	Sendang Drajat	Penanggungan	0,49	0,37	0,14
7	H7	678731	9154992	587	Sumber Lumpang	Duyung	0,33		
8	H8	682072	9156646	382	Sumber Betro	Betro	0,24	0,39	
9	H9	682185	9158751	297	Candi Tetek	Dusun Belahan	0,07	0,28	



Gambar 2. Peta Hidrogeologi daerah penelitian.

Tabel 2. Data air tanah di Sumur gali.

No	Titik	Koord X	Koord Y	Tinggi permukaan tanah (mdpl)	Tinggi Bis (m)	Kedalaman Sumur (m)	Kedalaman MAT dr bis (m)	Tinggi MAT (m)	Kedalaman MAT (m)
1	SG1	686725	9163403	17	0,58	4,1	1,3	16,28	0,72
2	SG2	687606	9161755	22	0,64	6,5	3,6	19,04	2,96
3	SG3	686729	9160540	36	0,4	10,4	8,3	28,1	7,9
4	SG4	687096	9159447	44	0,6	4,28	1,9	42,7	1,3
5	SG5	687405	9159447	43	0,2	3,54	1,83	41,37	1,63
6	SG6	685616	9154845	169	0,4	5	1,78	167,62	1,38
7	SG7	685393	9163112	22	0,92	4,17	1,5	21,42	0,58
8	SG8	685341	9162260	31	0,67	4,05	2,2	29,47	1,53
9	SG9	685120	9161282	45	0,67	15	12,6	33,07	11,93
10	SG10	682763	9163319	23	0,41	5,77	3,3	20,11	2,89
11	SG11	681703	9163201	43	0,7	15,1	7	36,7	6,3
12	SG12	680302	9163944	34	0,59	12,3	10	24,59	9,41
13	SG13	677246	9165142	44	0,6	10,15	8,3	36,3	7,7
14	SG14	675521	9165870	48	0,68	11,75	10,05	38,63	9,37
15	SG15	676184	9166754	33	0,55	5,2	4,2	29,35	3,65
16	SG16	677422	9166176	31	0,54	2,55	1,03	30,51	0,49
17	SG17	679278	9165976	23	0,27	2,25	0,73	22,54	0,46
18	SG18	681663	9165616	19	0,59	6	2,48	17,11	1,89



Gambar 3. Sumber mata air di daerah penelitian. A. Mata air pada Sumber Lumpang. B. Mata air pada Dusun Kunjorowesi. C. Sendang Drajat.



Gambar 4 : Pengukuran muka air tanah. A. Pengukuran kedalaman maksimum sumur. B. Pengukuran tinggi bis. C. Pengukuran muka air.

3.1.3. Kualitas air tanah

Kajian kualitas air tanah pada sumber air tanah dilakukan dengan mengambil sampel pada titik – titik mata air dan sumur gali. Pada daerah

penelitian terdapat 9 titik pengambilan sampel mata air dan 17 titik pengambilan sampel sumur gali, lihat **Tabel 3 dan 4**.

Tabel 3. Kualitas air tanah pada mata air

Titik	Ketinggian (mdpl)	Mata air	Warna	Bau	Rasa	Kekeruhan	Suhu (°C)	pH	EC (ppt)	TDS (ppt)	Electrivity (mS)
H1	520	Kunjoro Wesi	Jernih	Tak Berbau	Tak Berasa	Jernih	25,1	7	0,15	146	0,215
H2	235	Pesatren	Jernih	Tak Berbau	Tak Berasa	Jernih	26	7,1	0,07	79	0,116
H3	357	Reco Macan	Jernih	Tak Berbau	Tak Berasa	Jernih	27	7	0,08	73	0,104
H4	557	Jolotundb	Jernih	Tak Berbau	Tak Berasa	Jernih	25	7,2	0,05	40	0,054
H5	554	Sumber Brugan	Jernih	Tak Berbau	Tak Berasa	Jernih	25	7,4	0,11	113	0,166
H6	582	Sendang Drajat	Jernih	Tak Berbau	Tak Berasa	Jernih	26	7,1	0,10	111	0,167
H7	587	Sumber Lumpang	Jernih	Tak Berbau	Tak Berasa	Jernih	25,4	6,59	0,09	77	0,108
H8	382	Sumber Betro	Putih Kecoklatan	Tak Berbau	Sedikit Asin	Sedikit Keruh	27,4	6,89	0,08	77	0,110
H9	297	Candi Tetek	Jernih	Tak Berbau	Tak Berasa	Jernih	26	6,85	0,07	72	0,106

Tabel 4. Kualitas air tanah pada sumur gali.

Titik	Warna	Bau	Rasa	Kekeruhan	Suhu (°C)	pH	EC (ppt)	TDS (ppt)	Electrivity (mS)
SG1	Jernih	Tak Berbau	Tak Berasa	Jernih	31	7,00	0,38	445	0,660
SG2	Jernih	Tak Berbau	Tak Berasa	Jernih	30	7,00	0,49	606	0,904
SG3	Jernih	Tak Berbau	Tak Berasa	Jernih	30	7,00	0,33	402	0,584
SG5	Jernih	Tak Berbau	Tak Berasa	Jernih	31	7,70	0,16	174	0,258
SG6	Jernih	Tak Berbau	Tak Berasa	Jernih	30	7,00	0,27	307	0,459

Titik	Warna	Bau	Rasa	Kekeruhan	Suhu (°C)	pH	EC (ppt)	TDS (ppt)	Electrivity (mS)
SG7	Jernih	Tak Berbau	Tak Berasa	Jernih	31	7,00	0,25	285	0,425
SG8	Jernih	Tak Berbau	Tak Berasa	Jernih	28	6,75	0,27	287	0,425
SG9	Jernih	Tak Berbau	Tak Berasa	Jernih	33	7,70	0,13	125	0,178
SG10	Jernih	Tak Berbau	Tak Berasa	Jernih	33	6,70	0,29	335	0,491
SG11	Jernih	Tak Berbau	Tak Berasa	Jernih	31	7,50	0,26	295	0,432
SG12	Jernih	Tak Berbau	Tak Berasa	Jernih	33	6,70	0,44	513	0,773
SG13	Jernih	Tak Berbau	Tak Berasa	Jernih	32	7,40	0,23	258	0,390
SG14	Jernih	Tak Berbau	Tak Berasa	Jernih	31	7,75	0,26	295	0,430
SG15	Jernih	Tak Berbau	Tak Berasa	Jernih	31	6,50	0,16	185	0,270
SG16	Jernih	Berbau Busuk	Tak Berasa	Keruh	30	7,85	0,29	357	0,535
SG17	Kuning Kecoklatan	Tak Berbau	Tak Berasa	Keruh	30	7,51	0,42	531	0,796
SG18	Jernih	Tak Berbau	Tak Berasa	Jernih	30	7,50	0,34	420	0,630

3.1.4. Kajian Kualitas Air tanah

3.1.4.a. Kajian kualitas air tanah pada mata air.

a). Warna

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492 Tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum pada standart warna kulit air minum yakni tak berwarna, pada sampel H8 (Sumber Betro) memiliki warna sedikit keruh (putih kecoklatan), sedangkan untuk seluruh sampel memiliki warna jernih atau tak berwarna.

b). Rasa

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492 Tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum pada standart rasa kualitas air minum yakni tidak berasa, maka keseluruhan sampel kondisi fisik air untuk parameter rasa pada daerah penelitian masuk kedalam persyaratan kualitas air minum.

c). Bau

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492 Tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum pada standart bau kualitas air minum yakni tidak berbau, maka keseluruhan sampel kondisi fisik air untuk parameter bau pada daerah penelitian masuk kedalam persyaratan kualitas air minum.

d). Suhu

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492 Tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum pada standart suhu kulit air minum yaitu suhu minimum mencapai 3°C, maka keseluruhan sampel kondisi fisik air untuk parameter suhu pada daerah penelitian masuk kedalam persyaratan kualitas air minum.

e). Derajat Keasaman (pH)

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492 Tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum pada standart Ph kulit air minum yaitu kisaran pH 6.5 – 8.5, maka keseluruhan sampel kondisi fisik air untuk parameter pH pada daerah penelitian masuk kedalam persyaratan kualitas air minum.

f). Residu Terlarut (TDS)

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492 Tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum pada residu terlarut (TDS) yaitu kadar maksimum mencapai sebesar 500 mg/L, atau TDS lebih dari 140 ppm dikategorikan sebagai air minum biasa, TDS antara 40 – 140 ppm dikategorikan sebagai air organik, TDS 1 – 40 ppm dikategorikan sebagai air mineral, TDS 0 ppm dikategorikan sebagai air murni, maka keseluruhan sampel kondisi fisik air untuk parameter TDS pada daerah penelitian masuk kedalam persyaratan kualitas air minum.

3.1.4.b. Kajian kualitas air tanah pada sumur gali

a). Warna

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492 Tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum pada standart warna kulit air minum yakni tak berwarna, pada sampel SG17 memiliki warna sedikit keruh (kuning kecoklatan), sedangkan untuk seluruh sampel memiliki warna jernih atau tak berwarna.

b). Rasa

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492 Tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum pada standart rasa kualitas air minum yakni tidak berasa, maka keseluruhan sampel kondisi fisik air untuk parameter rasa pada daerah penelitian masuk kedalam persyaratan kualitas air minum.

c). Bau

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492 Tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum pada standart bau kualitas air minum yakni tidak berbau, pada sampel SG16 memiliki bau sedikit busuk, sedangkan untuk seluruh sampel memiliki bau atau tak berbau.

d). Suhu

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492 Tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum pada standart suhu kulit air minum yaitu suhu minimum mencapai 3°C, maka keseluruhan sampel kondisi fisik air untuk parameter suhu pada daerah penelitian masuk kedalam persyaratan kualitas air minum.

e). Derajat Keasaman (pH)

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492 Tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum pada standart Ph kulit air minum yaitu kisaran pH 6.5 – 8.5, maka keseluruhan sampel kondisi fisik air untuk parameter pH pada daerah penelitian masuk kedalam persyaratan kualitas air minum.

f). Residu Terlarut (TDS)

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492 Tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum pada residu terlarut (TDS) yaitu kadar maksimum mencapai sebesar 500 mg/L, atau TDS lebih dari 140 ppm dikategorikan sebagai air minum biasa, TDS antara 40 – 140 ppm

dikategorikan sebagai air organik, TDS 1 – 40 ppm dikategorikan sebagai air mineral, TDS 0 ppm dikategorikan sebagai air murni, maka keseluruhan sampel kondisi fisik air untuk parameter TDS pada daerah penelitian masuk kedalam persyaratan kualitas air minum.

3.1.5. Aliran Air tanah

Dari data sumur gali diketahui kedalaman muka air tanah berkisar 0,46 – 11,93 m sedangkan ketinggian air tanah berkisar antara 16,28 – 167,62 meter dari permukaan laut. Berdasarkan data ketinggian air tanah dan elevasi mata air yang diperoleh, di plot pada peta dasar. Dengan memperhatikan pola kontur topografi dapat ditarik garis kontur ketinggian muka air tanahnya. Dari pola garis kontur ketinggian muka air tanah dapat dibuat arah aliran air tanahnya, yaitu tegak lurus dengan garis kontur muka air tanahnya. Didapatkan bahwa pola aliran air tanah mengalir dari bagian Selatan menuju ke arah Utara daerah penelitian atau di daerah dataran, lihat **Gambar 2**.

3.1.6. Daerah Imbuan dan Lepas

Dari analisis peta hidrogeologi (akuifer dan aliran air tanahnya), dapat diinterpretasikan daerah-daerah yang berfungsi sebagai daerah imbuan dan daerah lepasan. Daerah imbuan terdapat pada puncak Gunung Penanggungan hingga lereng bagian bawah Gunung Penanggungan sedangkan daerah lepasan berada disebelah utara lembar dan juga bagian tengah-Timur lembar atau lereng Gunung Penanggungan bagian paling bawah sampai daerah dataran sepanjang alur sungai utama pada daerah pemetaan, lihat **Gambar 2**.

3.2. Wilayah Cagar Budaya

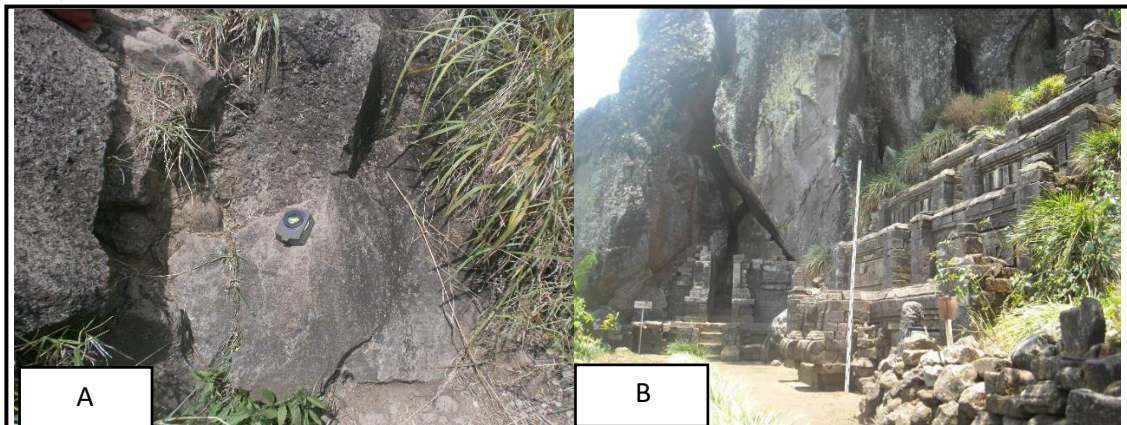
Batas wilayah cagar budaya merupakan titik – titik situs dan didalam batas zonasi terdapat cagar budaya situs atau candi, adapun batas – batas cagar budaya dapat dilihat pada **Tabel 5** : Titik situs batas – batas cagar budaya.

Keterdapat situs atau candi di dalam batas cagar budaya berupa situs candi peninggalan, jenis material yang digunakan untuk membuat candi berupa batuan andesit (lihat **Gambar 4**: Material bahan candi yang diambil dari batuan jenis andesit produk Gunung Penanggungan).

Adapun jumlah situs atau candi di kawasan Gunung Penanggungan yang telah dijumpai berjumlah 36 buah (lihat **Tabel 6** Keterdapat situs dan candi di Gunung Penanggungan, dan **Gambar 5** : Beberapa candi di Gunung Penanggungan).

Tabel 5. Titik situs batas – batas cagar budaya

No	Kord X	Kord Y	Keterangan
1	678188	9162279	Candi Pasetran
2	682383	9161025	Pertigaan Sekantong
3	682695	9159141	Situs Belahan (Sisi Timur)
4	682238	9156672	Pertigaan Betro
5	682252	9155473	Pertigaan Kesiman
6	678863	9154885	Punden Selumpang (Dusun Bantal)
7	676425	9155389	Dusun Sendang
8	676068	9155948	Brugan (Desa Kedungudi)
9	675078	9157265	Kaki Gunung Jambe
10	674737	9158939	Pertigaan Sempur
11	675697	9160138	Situs Reco Macan
12	676518	9162199	Pertigaan Watusari

**Gambar 4.** Material pembuat candi yang diambil dari batuan jenis andesit produk Gunung Penanggungan. A. Batuan beku Andesit. B. Candi Kendalisodo 2.**Tabel 6 :** Keterdapatan situs dan candi di Gunung Penanggungan

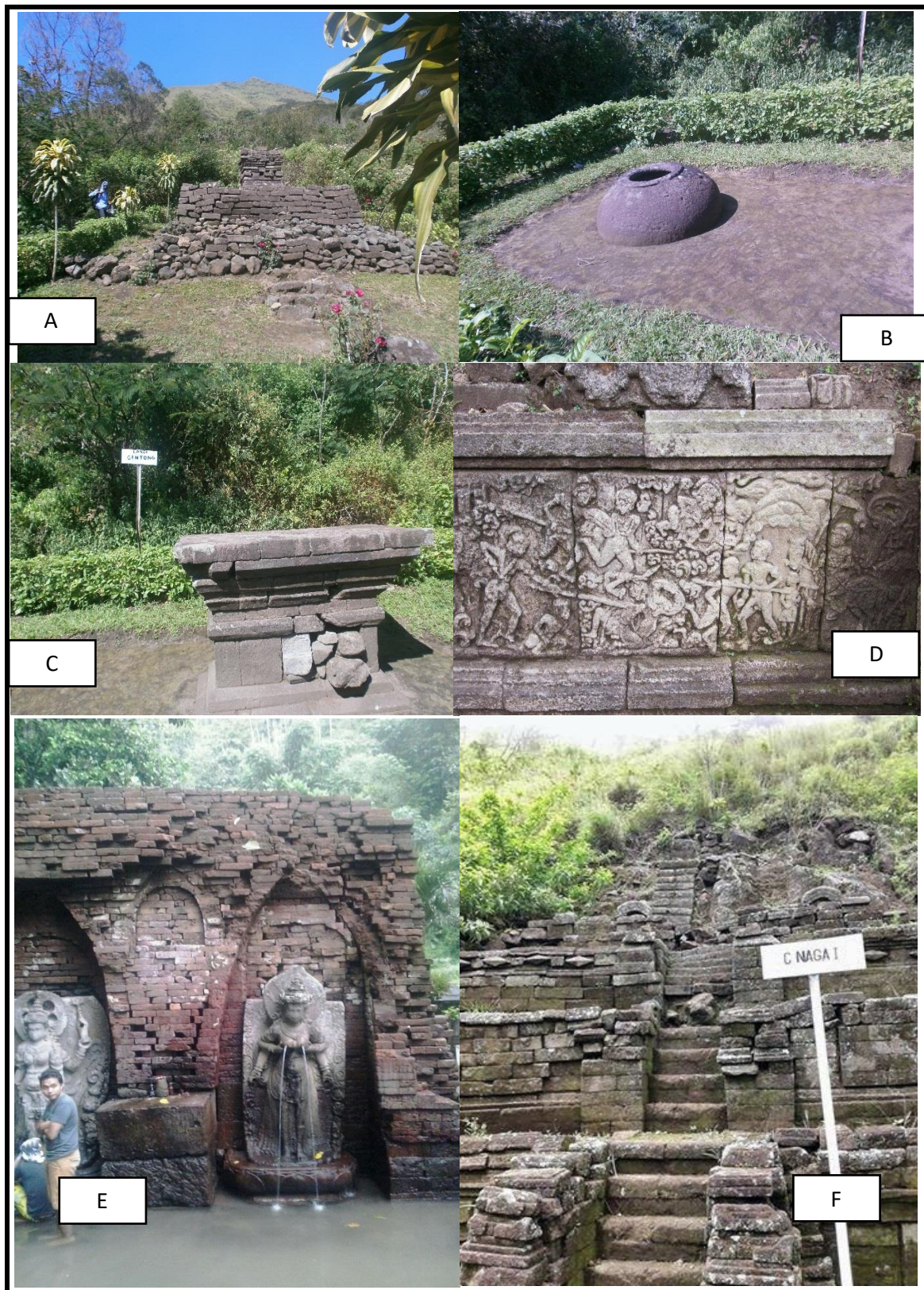
No	Kord X	Kord Y	Nama Candi
1	677088	9159070	Situs Batu Berwajah
2	677084	9158057	Candi Bayi
3	677698	9158362	Candi Carik
4	677855	9158362	Candi Gentong
5	677884	9157963	Candi Guru
6	677854	9158517	Candi Jolotundo
7	678157	9157992	Candi Kama 1
8	677090	9159070	Candi Kama 2
9	677211	9158887	Candi Kama 3
10	677273	9158979	Candi Kendali
11	677333	9158855	Candi Kendalisodo
12	677853	9158760	Candi Lemari
13	677791	9158115	Candi Lurah

No	Kord X	Kord Y	Nama Candi
14	677915	9158888	Candi Merak
15	679478	9158664	Candi Naga 3
16	679507	9158080	Candi Naga 2
17	677823	9158639	Candi Pendawa
18	677669	9158332	Candi Pura
19	677607	9158302	Candi Putri
20	677883	9158362	Candi Shinta
21	677821	9157994	Candi Shiwa
22	677977	9158946	Candi XXX
23	678004	9157963	Candi Wishnu
24	677884	9158670	Candi Yudha
25	678060	9161795	Candi Jedong
26	675868	9159855	Situs Reco Macan
27	682185	9158751	Candi Tetek
28	680475	9165866	Candi Bangkal
29	677665	9158655	Candi Naga 1
30	678949	9159116	Candi Dharmawangsa
31	678882	9159088	Candi Gajah
32	678781	9159235	Candi Griya
33	678766	9159140	Candi Kama 4
34	679116	9159150	Candi Kerajaan
35	679028	9159238	Candi YYY
36	678898	9158967	Candi Wayang

Dari peta hidrogeologi yang dihasilkan, diketahui bahwa Kawasan Cagar Budaya Gunung Penanggungan berada di wilayah imbuhan air tanah. Di wilayah imbuhan air tanah, sistem akuifer yang ada berupa sistem akuifer antar butir dan rekahan serta sistem akuifer rekahan. Pada sistem akuifer antar butir dan rekahan dan juga sistem akuifer rekahan tidak dapat ditarik garis kontur ketinggian muka air tanahnya karena air tanah tidak

bisa melampar pada setiap titik di wilayah akuifer tersebut.

Sistem akuifer rekahan sebagian besar berada di bagian tengah daerah kawasan cagar budaya sedangkan sistem akuifer antar butir dan rekahan ada di bagian pinggir kawasan cagar budaya. Hampir semua mata air yang dijumpai berada di dalam kawasan cagar budaya, cuma ada 1 mata air yang ada di luar kawasan (lihat **Gambar 2**) yaitu mata air Sendang Drajat.



Gambar 5. Beberapa candi di Gunung Penanggungan. A. Candi Shinta. B. Candi Gentong. C. Altar Candi Shinta. D. Motif candi Kerajaan. E. Candi Tetek. F. Candi Naga 1.

4. KESIMPULAN

- 1) Daerah penelitian secara hidrogeologi regional terletak pada cekungan air tanah Pasuruan (CAT Pasuruan).
- 2) Di daerah penelitian terdapat 3(tiga) sistem akuifer, yaitu sistem akuifer ruang antar butir, sistem akuifer antar butir dan rekahan, dan sistem akuifer rekahan.
- 3) Mata air yang dijumpai berkembang pada sistem akuifer rekahan, dan sistem akuifer antar butir dan celah, dengan debit berkisar antara 0,024-0,49 liter/detik
- 4) Secara umum, kondisi fisik air tanah yang ada di daerah penelitian masuk kedalam persyaratan kualitas air minum.
- 5) Pola aliran air tanah mengalir dari bagian selatan menuju ke arah utara daerah penelitian. Ketinggian muka air tanah berkisar 16,28 – 167,62 mdpl. Kedalaman muka air tanah berkisar 0,46 – 11,93 m.
- 6) Daerah imbuhan terdapat pada puncak Gunung Penanggungan hingga lereng bagian bawah Gunung Penanggungan sedangkan daerah lepasan berada disebelah utara dan juga bagian tengah-timur daerah penelitian atau lereng Gunung Penanggungan bagian bawah sepanjang

alur sungai utama pada daerah pemetaan

- 7) Kawasan cagar budaya Gunung Penanggungan berada di daerah imbuhan air tanah.

5. DAFAR PUSTAKA

- Bemmelen Van, R.W., 1949., *Geology Of Indonesia, 1st ed.*, Government Printing Office the Hague Netherland., Amsterdam.
- Fetter, C.W. JR, 1994, *Applied Hydrogeology*, Charles E. Merrill Publishing Company, A Bell & Howell Company, Colombus Toronto London Sydney.
- M. Burhanul Arifin, 2008, *Peta Cekungan Air Tanah Provinsi Jawa Timur*, Badan Geologi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, Bandung.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492 Tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum.
- Todd, David Keith, 1980, *Groundwater Hydrology*, second edition, University of California, New York, USA.