

# KARAKTERISTIK GEOLOGI TEKNIK DAERAH PRAMBANAN DAN SEKITARNYA, KECAMATAN PRAMBANAN, KABUPATEN SLEMAN, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Wisnu Aji Dwi Kristanto<sup>1,a</sup>, I Gde Budi Indrawan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta

<sup>2</sup>Universitas Gadjah Mada

<sup>a</sup>wisnuaji@upnyk.ac.id

## Abstrak

Sebagai salah satu dasar pemenuhan kebutuhan akan lahan yang layak untuk menunjang aktivitas kehidupan penduduk, penelitian karakteristik geologi teknik daerah Prambanan dan sekitarnya perlu dilakukan. Penelitian ini dibatasi koordinat 442800mE-449800mE dan 9136500mN-9142000mN. Penelitian dilakukan melalui pengumpulan data primer, meliputi penyelidikan geologi teknik permukaan dan dekat permukaan dengan pengamatan sifat fisik dan keteknikan batuan maupun tanah serta penggunaan klasifikasi Rock Mass Rating (RMR) dan uji kuat geser tanah menggunakan Dynamic Cone Penetrometer (DCP). Berdasarkan hasil penelitian, daerah Prambanan dan sekitarnya memiliki karakteristik geologi teknik berupa: Morfologi bervariasi dari kelerengan rendah ( $<8^\circ$ ) hingga tinggi ( $>30^\circ$ ). Litologi terbagi menjadi 6 satuan (muda-tua): satuan pasir sedang, satuan pasir halus, satuan lanau, satuan tuf, satuan lapili, dan satuan batupasir. Struktur geologi berupa kekar, rekahan, dan sesar turun dengan arah tenggara-barat laut membentuk morfologi gawir. Kedalaman muka airtanah daerah dataran cenderung dangkal (1,86 m-8,2 m) sedangkan daerah perbukitan cenderung dalam (3,8 m-16,5 m). Nilai daya dukung batuan 45 t/m<sup>2</sup>-280 t/m<sup>2</sup> dan daya dukung tanah 2,1 t/m<sup>2</sup>-3,4 t/m<sup>2</sup> dengan tingkat pelapukan sedikit lapuk hingga ekstrim lapuk.

**Kata kunci:** RMR, DCP, karakteristik geologi teknik.

## Abstract

As one of the basis for fulfillment the suitable land to support the activities of population, research characteristic of geological engineering Prambanan and surrounding areas needs to be done. Research is limited by coordinate 442800mE-449800mE and 9136500mN-9142000mN. This research was conducted through primary data collection, covering geological investigation of surface and near surface with observation of physical and engineering properties of rocks and soil and using Rock Mass Rating (RMR) and shear strength test using Dynamic Cone Penetrometer (DCP). Based on the results, the engineering geology characteristic of Prambanan and surrounding areas: Litology which divided into 6 units (from young to old): Medium sand unit, fine sand unit, silt unit, tuf unit, lapili unit, and sandstone unit. Morphology varies from low slope ( $<8^\circ$ ) to high ( $>30^\circ$ ). The geological structures found in the form of stocky, fracture, and faults fall in the southeast-northwest direction forming a morphology of escarpation. Groundwater depths in the terrain tend to be shallow (1.86 m-8.2 m) whereas in hilly areas tend to be deep (3.8 m-16.5 m). Value of rock carrying capacity of 45 t / m<sup>2</sup>-280 t / m<sup>2</sup> and soil support capacity of 2.1 t / m<sup>2</sup>-3.4 t / m<sup>2</sup> with weathering level slightly weathered to extreme weathered.

**Keywords:** RMR, DCP, engineering geology characteristic.

## 1. Pendahuluan

Pertumbuhan penduduk di Indonesia kian pesat selaras dengan pemenuhan kebutuhan hidup. Kebutuhan hidup ini salah satunya adalah kebutuhan akan lahan untuk berlangsungnya aktivitas kehidupan penduduk itu sendiri. Lahan digunakan untuk membangun tempat tinggal, jalan, pertanian, perkebunan, perkantoran dan lain sebagainya. Berbarengan dengan fenomena tersebut, ketersediaan lahan untuk aktivitas kehidupan penduduk jelas semakin berkurang. Dengan ketersediaan lahan yang semakin

terbatas, dibutuhkan berbagai penelitian guna mendukung optimalisasi dan kesesuaian lahan sesuai peruntukan yang diinginkan. Salah satu penelitian dalam upaya mendukung optimalisasi dan kesesuaian lahan adalah penelitian tentang karakteristik geologi teknik. Penelitian karakteristik geologi teknik dilakukan dengan pemetaan geologi teknik. Pemetaan geologi teknik merupakan bagian dari penyelidikan geologi teknik untuk memperoleh data dan informasi geologi teknik permukaan maupun bawah permukaan yang terdiri atas sifat fisik dan keteknikan batuan dan tanah, kondisi morfologi, kondisi airtanah, dan bahaya aspek geologi. Pemetaan geologi teknik bertujuan untuk mengetahui kondisi geologi teknik suatu daerah sebagai salah satu dasar perencanaan pengembangan, pembangunan, dan penataan ruang [11].

Daerah Prambanan memiliki luas wilayah 413,50 km<sup>2</sup> dengan kepadatan penduduk mencapai 121,61 jiwa/km<sup>2</sup> atau 16 kali lipat lebih rendah dari kepadatan penduduk Kabupaten Sleman secara keseluruhan. Dengan kepadatan penduduk yang rendah, daerah Prambanan memungkinkan untuk pengembangan lahan salah satunya untuk lahan permukiman [3].

Daerah Prambanan memiliki morfologi berupa perbukitan dengan litologi berupa tuf, lapili, batulempung, batulanau, dan batupasir tufan dengan tingkat pelapukan bervariasi. Hal ini menyebabkan daerah Prambanan memiliki potensi bencana alam seperti tanah longsor. Oleh sebab itu diperlukan penelitian karakteristik geologi teknik untuk mendukung pengembangan lahan daerah tersebut [10].

Data penyelidikan geologi teknik daerah Prambanan saat ini terbatas pada Peta Geologi Teknik Regional Yogyakarta-Klaten dengan skala 1:100.000 [9]. Peta geologi teknik ini kurang rinci untuk mendukung rencana pembangunan dan penataan ruang daerah Prambanan dan sekitarnya. Oleh karena itu, penyelidikan geologi teknik yang lebih rinci, misalnya pemetaan geologi teknik dengan skala 1:25.000 perlu dilakukan.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka tampak perlu dirumuskannya secara lebih baik dan rinci mengenai karakteristik geologi teknik sebagai dasar pengembangan lahan daerah Prambanan dan sekitarnya.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian Karakteristik Geologi Teknik dilakukan dengan pemetaan geologi teknik. Pemetaan geologi teknik dilakukan dengan studi literatur daerah penelitian dan pengambilan data lapangan untuk memperoleh data dan informasi geologi teknik permukaan maupun bawah permukaan yang terdiri dari sifat fisik dan keteknikan batuan dan tanah, kondisi morfologi, kondisi airtanah, dan bahaya aspek geologi.

Satuan geologi teknik dikelompokkan berdasar kesamaan sifat fisik serta keteknikan batuan dan tanah dalam satu daerah dengan memperhatikan beberapa parameter berikut.

### 2.1. Batuan dan Tanah

Batuan merupakan agregat alami dari susunan mineral yang terhubung kuat oleh adanya gaya kohesif antar mineral. Tanah merupakan agregat butiran mineral yang dapat dipisahkan dengan mudah [5]. Deskripsi rinci diperlukan untuk mengetahui jenis dan karakter batuan dan tanah dengan melakukan pengamatan karakteristik batuan dan tanah mencakup sifat fisik (warna, tekstur, mineralogi, dan derajat pelapukan batuan serta dan ukuran butir tanah), keteknikan batuan dan tanah (densitas, kuat tekan batuan serta batas *atterberg* dan kuat geser tanah), dan klasifikasi batuan dan tanah.

Sifat keteknikan batuan dan tanah dalam penelitian ini menggunakan klasifikasi *Rock Mass Rating* (RMR) [4] dan uji kuat geser tanah dengan *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) [8].

### 2.2. Struktur Geologi

Struktur geologi merupakan zona lemah yang dapat menjadi pemicu permasalahan pekerjaan keteknikan [11]. Struktur geologi diantaranya berupa kedudukan lapisan batuan, struktur kekar, struktur rekahan, struktur sesar, struktur lipatan dan ketidakselarasan.

### 2.3. Geomorfologi

Dalam aspek geomorfologi yang memiliki peran penting dalam pekerjaan keteknikan adalah kelerengan, karena kelerengan berkaitan dengan kemudahan pekerjaan rekayasa. Dalam pekerjaan rekayasa pengelompokan kelerengan berdasarkan sudut kemudahan pekerjaan rekayasa (Tabel 1) [6].

Tabel 1. Klasifikasi kelerengan [6]

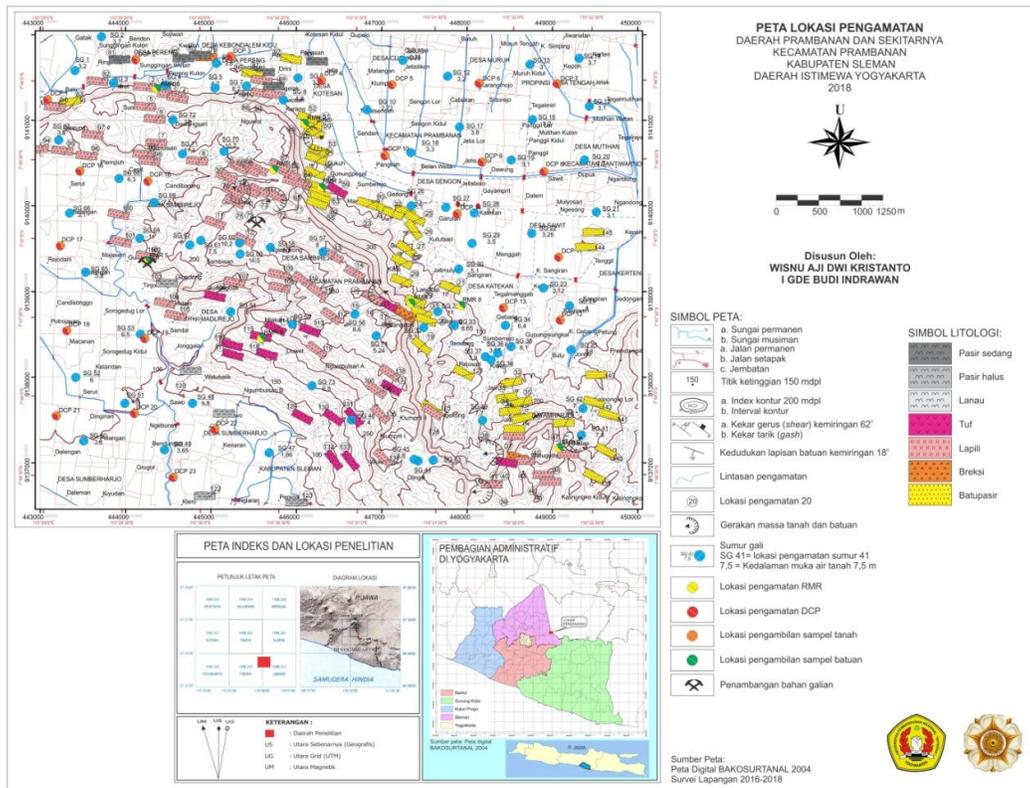
Tingkat Kelerengan	Kelerengan (°)	Kemudahan Rekayasa Teknik
Sangat rendah	0 – 8	Mudah dilakukan
Rendah	8 – 30	Memiliki sedikit kendala
Menengah	30 – 70	Memiliki cukup kendala
Tinggi	>70	Memiliki kendala besar

2.4. Hidrogeologi

Kondisi hidrogeologi pada suatu daerah memiliki peran penting dalam proses pelapukan, perubahan volume pada tipe batuan dan tanah tertentu akibat penyusutan dan pengembangan, dan membantu dalam kejadian runtuhnya massa batuan [5]. Pengamatan hidrogeologi untuk mendukung penelitian geologi teknik meliputi kedalaman muka airtanah, kehadiran mata air serta rembesan [11].

3. Hasil dan Analisis

Penyelidikan karakteristik geologi teknik daerah Prambanan dan Sekitarnya dilakukan dengan pengamatan lapangan di beberapa lokasi yang dapat mewakili keseluruhan daerah penelitian (Gambar 1). Penyelidikan geologi teknik daerah Prambanan dan sekitarnya diperoleh data dan informasi geologi teknik yang terdiri dari sifat dan klasifikasi batuan dan tanah, kondisi geomorfologi, struktur geologi dan kedalaman muka airtanah.



Gambar 1. Peta Lokasi Pengamatan

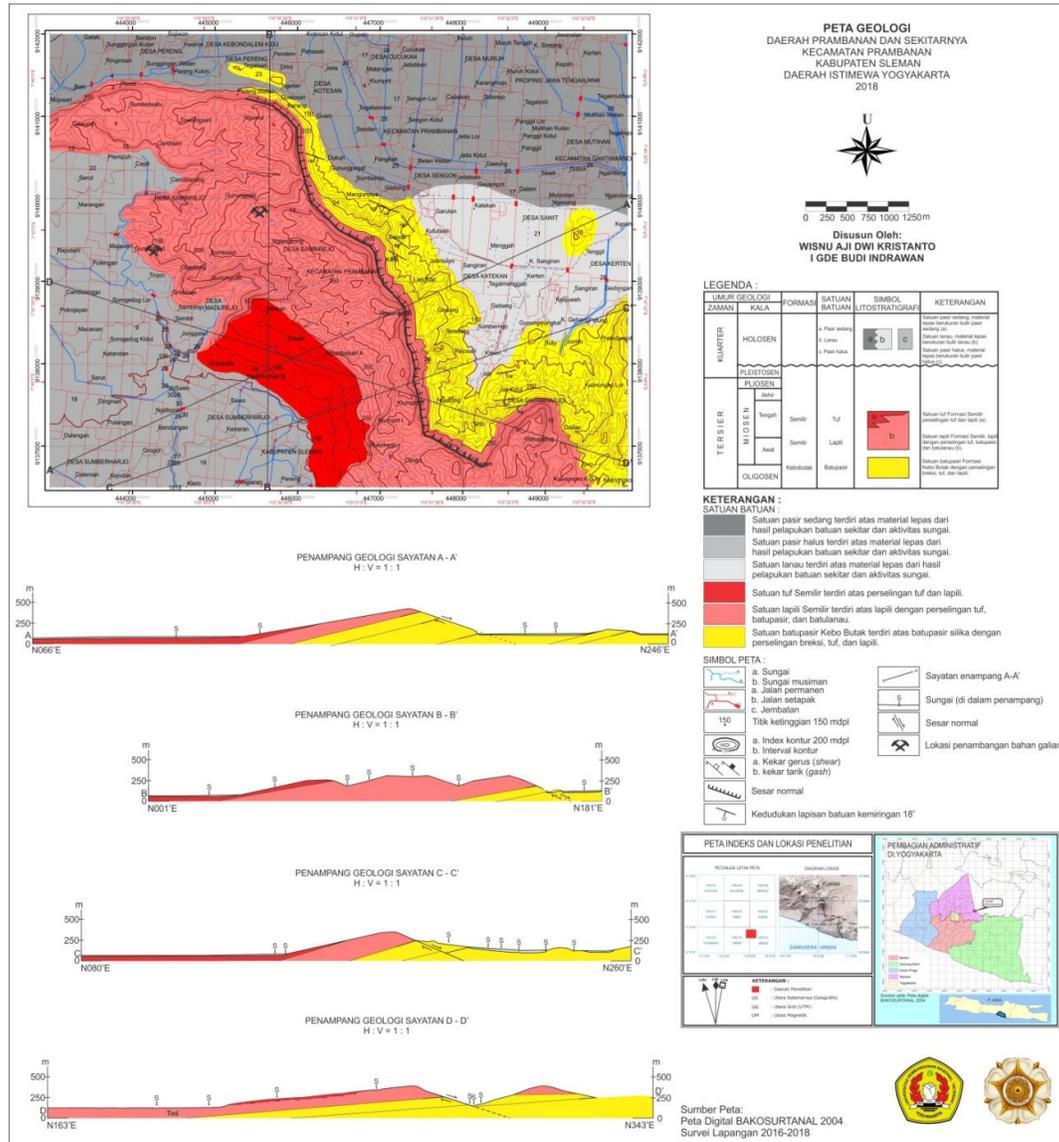
3.1. Geologi

Berdasarkan sifat fisik batuan dan tanah, daerah penelitian terdapat 2 formasi batuan yaitu Formasi Kebobutak dan Formasi Semilir serta Satuan Endapan Aluvial [10]. Formasi ini memiliki satuan batuan yang berbeda-beda yaitu Formasi Kebobutak dengan ciri satuan batuan batupasir, Formasi Semilir dengan ciri satuan lapili dan tuf. Pembagian satuan batuan pada daerah penelitian (Gambar 2), dilakukan berdasarkan dominasi penyebaran suatu litologi serta kesamaan sifat fisik batuan dan tanah yaitu warna,

*Karakteristik Geologi Teknik Daerah Prambanan dan Sekitarnya, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta (Wisnu Aji Dwi Kristanto)*

tekstur, mineralogi, derajat pelapukan, dan ukuran butir oleh karena itu maka daerah penelitian dapat dibagi menjadi 6 satuan batuan (muda ke tua) sebagai berikut.

1. Satuan Pasir Sedang
2. Satuan Lanau
3. Satuan Pasir Halus
4. Satuan Tuf
5. Satuan Lapili
6. Satuan Batupasir



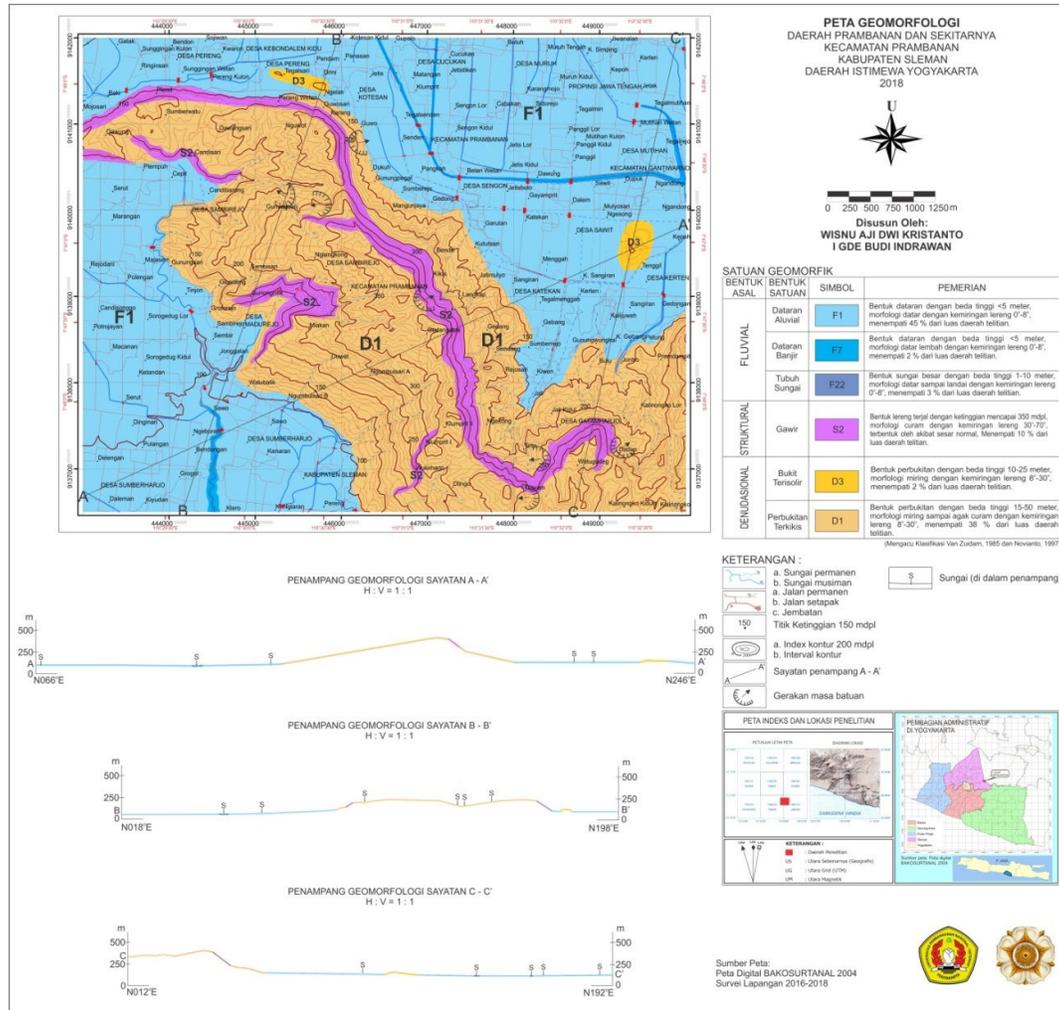
Gambar 2. Peta Geologi

**3.2. Geomorfologi**

Satuan geomorfologi pada daerah penelitian ditentukan berdasarkan penggabungan klasifikasi van Zuidam (1985) dan Novianto dkk. (1997) dibagi menjadi (Gambar 3) sebagai berikut.

- a. Satuan Struktural  
 Berupa subsatuan geomorfik gawir.

- b. Satuan Denudasional  
Berupa subsatuan geomorfik bukit sisa, dan perbukitan terkikis.
- c. Satuan Fluvial  
Berupa subsatuan geomorfik dataran aluvial, dataran banjir, dan tubuh sungai.



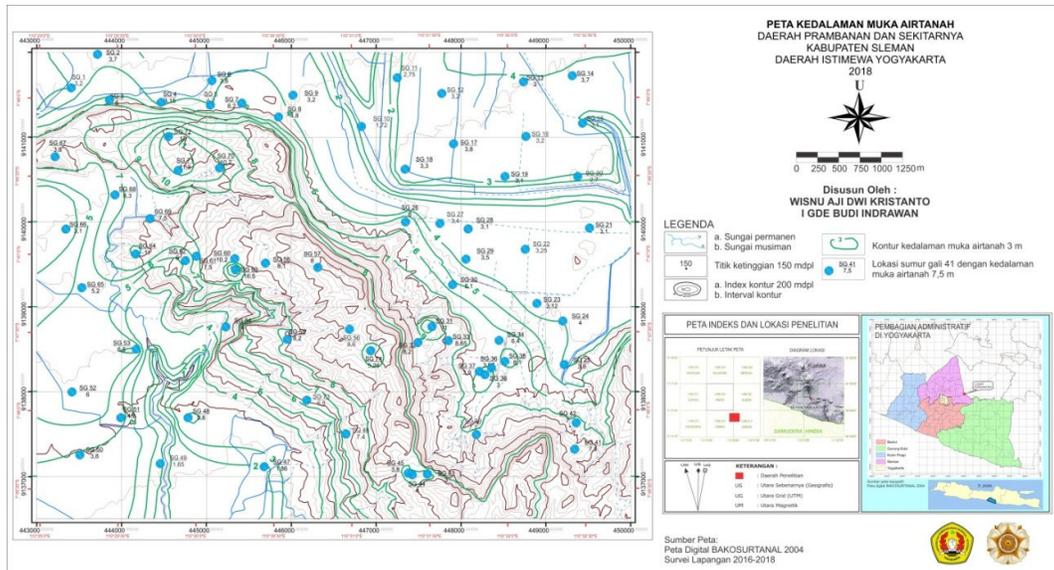
Gambar 3. Peta Geomorfologi

**3.3. Struktur Geologi**

Indikasi keberadaan Sesar Prambanan di lapangan adalah ditemukannya kelurusan gawir dengan arah Tenggara Barat Laut serta ditemukannya kekar gerus dan kekar tarik di sekitar sesar tersebut. Berdasarkan hasil pengukuran di lapangan, dari data didapatkan arah umum untuk kedudukan kekar tarik adalah N 030°E/50°, kekar gerus adalah N 330° E/ 62°, kedudukan *net slip* 35°, N328° E dengan *rake* sebesar 48° yang dianalisa menggunakan stereonet. Berdasarkan Rickard (1972), jenis sesar termasuk dalam *Normal Left Slip Fault* [7].

**3.4. Kedalaman Muka Air tanah**

Kedalaman muka airtanah dari pengamatan sumur gali pada daerah penelitian sangat beragam dengan kisaran kedalaman antara 1,86–16,5 m yang diukur dari permukaan tanah (Gambar 4).



Gambar 4. Peta Kedalaman Muka Airtanah

### 3.5. Geologi Teknik

Berdasarkan karakteristik geologi teknik yang diperoleh dari penelitian, daerah penelitian dibagi menjadi enam satuan geologi teknik (Gambar 5) sebagai berikut.

#### a. Satuan Pasir Sedang

Satuan pasir sedang merupakan endapan aluvial yang terdiri dari pasir, kerikil, lanau, dan lempung. Satuan ini didominasi oleh pasir. Pasir berwarna abu-abu gelap, berukuran sedang hingga halus, mengandung kerikil, lempung dan lanau hadir sangat sedikit. Secara umum di permukaan pasir bersifat lepas. Di beberapa tempat, nilai daya dukung tanah berkisar  $2,4 - 3,4 \text{ t/m}^2$ . Hasil analisa laboratorium mekanika tanah pada beberapa lokasi mempunyai nilai antara lain: batas cair  $27 - 37 \%$ ,  $\text{DPI } 8 - 36$ ,  $\phi' 48^\circ$ . Secara ASTM [1] masuk dalam group SW dengan deskripsi pasir yang mempunyai pembagian ukuran butir yang baik, pasir dari pecahan kerikil, tanpa atau sangat sedikit butiran halus.

#### b. Satuan Lanau

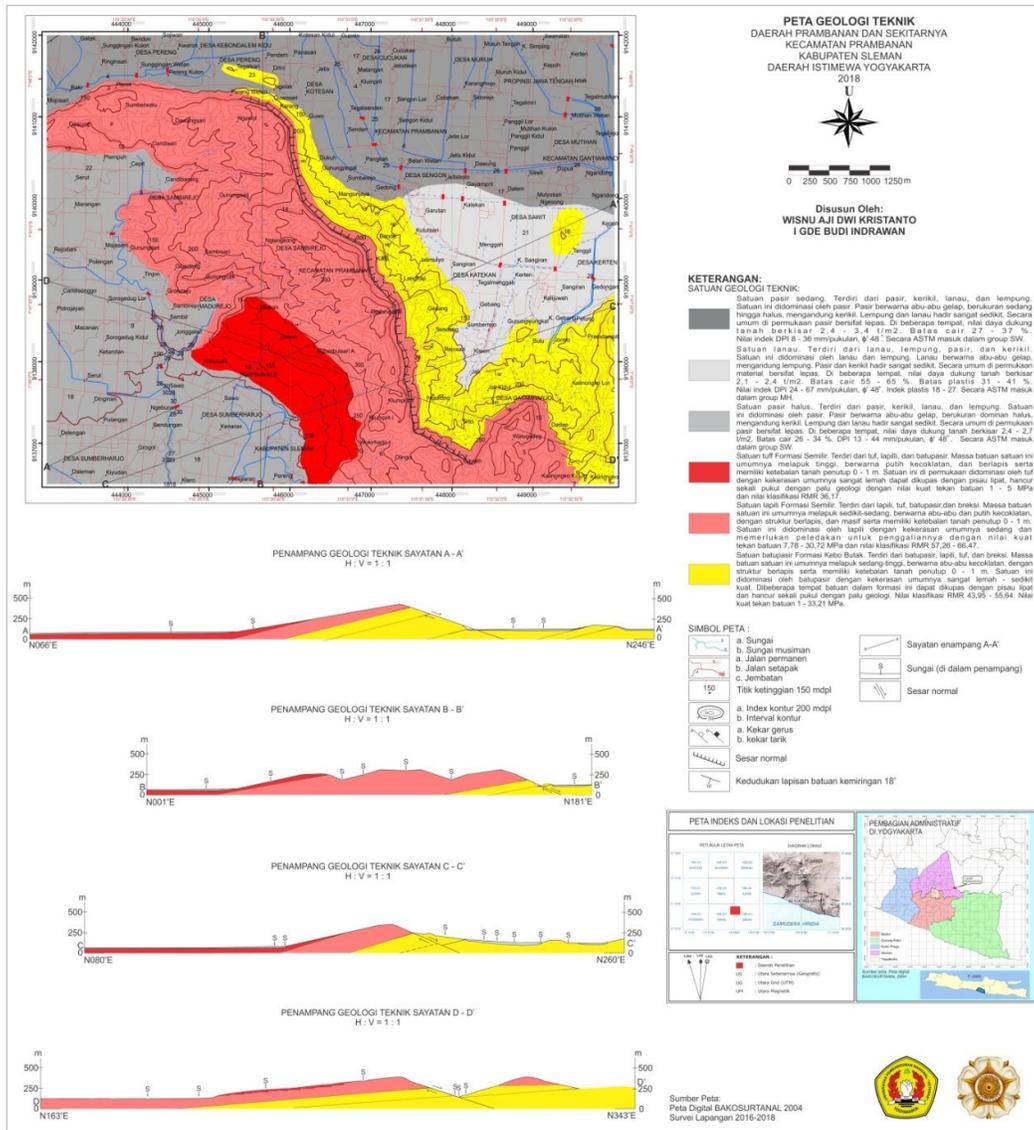
Satuan lanau merupakan endapan aluvial yang terdiri dari lanau, lempung, pasir, dan kerikil. Satuan ini didominasi oleh lanau dan lempung. Lanau berwarna abu-abu gelap, mengandung lempung. Pasir dan kerikil hadir sangat sedikit. Secara umum di permukaan material bersifat lepas. Pada beberapa tempat, nilai daya dukung tanah berkisar  $2,1 - 2,4 \text{ t/m}^2$ . Hasil analisa laboratorium mekanika tanah pada beberapa lokasi mempunyai nilai antara lain: batas cair  $55 - 65 \%$ , batas plastis  $31 - 41 \%$ ,  $\text{DPI } 24 - 67$ ,  $\phi' 48^\circ$ , dan indek plastis  $18 - 27$ . Secara ASTM [1] masuk dalam group MH dengan deskripsi lanau inorganik, hadir pasir halus atau lanau dari mika serta lempung dan memiliki nilai elastis.

#### c. Satuan Pasir Halus

Satuan pasir halus merupakan endapan aluvial yang terdiri dari pasir, kerikil, lanau, dan lempung. Satuan ini didominasi oleh pasir berwarna abu-abu gelap, berukuran dominan halus, dan mengandung kerikil. Sementara lempung dan lanau hadir sangat sedikit. Secara umum di permukaan pasir bersifat lepas. Di beberapa tempat, nilai daya dukung tanah berkisar  $2,4 - 2,7 \text{ t/m}^2$ . Hasil analisa laboratorium mekanika tanah pada beberapa lokasi mempunyai nilai antara lain: batas cair  $26 - 34 \%$ ,  $\text{DPI } 13 - 44$ ,  $\phi' 48^\circ$ . Secara ASTM [1] masuk dalam group SW dengan deskripsi pasir yang mempunyai pembagian ukuran butir yang baik, pasir dari pecahan kerikil, tanpa atau sangat sedikit butiran halus.

d. Satuan Tuf

Satuan tuf terdiri dari tuf, lapili, dan batupasir. Massa batuan satuan ini umumnya melapuk tinggi, berwarna putih kecoklatan, dan berlapis serta memiliki ketebalan tanah penutup 0 – 1 m. Satuan ini di permukaan didominasi oleh tuf dengan kekerasan umumnya sangat lemah dapat dikupas dengan pisau lipat, hancur sekali pukul dengan palu geologi. Hasil pengamatan lapangan dan laboratorium mekanika batuan pada formasi ini diperoleh: nilai klasifikasi RMR 36,17, nilai kuat tekan batuan 1 – 5 MPa, kohesi massa batuan 0,1 – 0,2 MPa, sudut gesek dalam efektif 15° – 25°, dan daya dukung batuan 45 t/m<sup>2</sup>.



Gambar 5. Peta Geologi Teknik

e. Satuan Lapili

Satuan lapili terdiri dari lapili, tuf, batupasir, dan breksi. Massa batuan formasi ini umumnya melapuk sedikit-sedang, berwarna abu-abu dan putih kecoklatan, dengan struktur berlapis, dan masif serta memiliki ketebalan tanah penutup 0 – 1 m. Formasi ini didominasi oleh lapili dengan kekerasan umumnya sedang dan memerlukan peledakan untuk penggaliannya. Hasil pengamatan lapangan dan

*Karakteristik Geologi Teknik Daerah Prambanan dan Sekitarnya, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta (Wisnu Aji Dwi Kristanto)*

laboratorium mekanika batuan pada formasi ini diperoleh: nilai klasifikasi RMR 57,26 – 66,4, nilai kuat tekan batuan 7,78 – 30,72 MPa, kohesi massa batuan 0,2 – 0,4 MPa, sudut gesek dalam efektif 25°-45°, dan daya dukung batuan 135 – 280 t/m<sup>2</sup>.

#### f. Satuan Batupasir

Satuan batupasir terdiri dari batupasir, lapili, tuf, dan breksi. Massa batuan formasi ini umumnya melapuk sedang-tinggi, berwarna abu-abu kecoklatan, dengan struktur berlapis serta memiliki ketebalan tanah penutup 0 – 1 m. Formasi ini didominasi oleh batupasir dengan kekerasan umumnya sangat lemah-sedikit kuat. Di beberapa tempat batuan dalam formasi ini, dapat dikupas dengan pisau lipat dan hancur sekali pukul dengan palu geologi. Hasil pengamatan lapangan dan laboratorium mekanika batuan pada formasi ini diperoleh: nilai klasifikasi RMR 43,95 – 55,64, nilai kuat tekan batuan 1 – 33,21 MPa, kohesi massa batuan 0,2 – 0,3 MPa, sudut gesek dalam efektif 25° – 35°, dan daya dukung batuan 135 t/m<sup>2</sup>.

### 3.6. Pembahasan

Dengan melihat data hasil dan analisis karakteristik geologi teknik daerah Prambanan dan sekitarnya, memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai pilihan pengembangan lahan untuk berlangsungnya aktivitas kehidupan penduduk. Daerah yang paling bagus untuk dikembangkan khususnya untuk kawasan permukiman adalah pada bentuk satuan dataran di samping pengolahan dan pengerjaan lahan yang mudah, didukung oleh satuan batuan yang baik secara daya dukung keteknikan dan kuantitas airtanah.

Daerah perbukitan cukup baik untuk pengembangan kawasan permukiman jika dilihat dari segi daya dukung keteknikan, akan tetapi pada daerah ini memiliki kelemahan pada ketersediaan airtanah yang cenderung tidak merata. Seyogyanya, daerah perbukitan lebih mendukung untuk dijadikan kawasan wisata alam.

Daerah gawir dengan kemiringan lereng yang terjal, dilihat dari segi daya dukung keteknikan termasuk daerah yang stabil. Namun, daerah ini memiliki segi negatif dilihat dari tingkat keamanan mengingat adanya bentukan lereng yang sangat curam. Pengembangan yang sesuai untuk daerah ini adalah untuk kawasan konservasi, mengingat pada daerah ini termasuk daerah tangkapan hujan.

### 4. Kesimpulan

Litologi daerah Prambanan dan sekitarnya terbagi menjadi 6 satuan dari muda ke tua: Satuan pasir sedang, Satuan pasir halus, Satuan lanau, Satuan tuf, Satuan lapili, dan Satuan batupasir. Morfologi daerah penelitian bervariasi dari kelerengan rendah (<8°) hingga tinggi (>30°). Struktur geologi pada daerah penelitian berupa kekar, rekahan, dan sesar turun dengan arah tenggara-barat laut yang membentuk morfologi gawir. Kedalaman muka airtanah pada daerah dataran cenderung dangkal (1,86 m – 8,2 m) sedangkan pada daerah perbukitan cenderung dalam (3,8 m – 16,5 m). Nilai daya dukung batuan 45 t/m<sup>2</sup> – 280 t/m<sup>2</sup> dan daya dukung tanah 2,1 t/m<sup>2</sup> – 3,4 t/m<sup>2</sup> dengan tingkat pelapukan sedikit lapuk hingga ekstrim lapuk. Daerah Prambanan dan sekitarnya memiliki karakteristik geoteknik yang baik untuk dikembangkan sebagai lahan permukiman, pariwisata, dan kawasan konservasi.

### Daftar Pustaka

- [1] American Standard Testing and Material D 2487. 100 Barr Harbor Drive. *Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)*. United States: . 2000.
- [2] Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional. Peta Digital Jawa Tengah. Cibinong: Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional. 2004: .
- [3] Badan Pusat Statistik Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Daerah Istimewa Yogyakarta dalam Angka. Yogyakarta: Badan Pusat Statistik Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. 2014: .
- [4] Bieniawski, Z. T. *Engineering Rock Mass Classifications*. Canada: John Wiley & Sons. 1989: .
- [5] Dearman, W. R. *Engineering Geological Mapping*. Oxford: Butterworth-Heinemann Ltd. 1991: .
- [6] Novianto, M. W. H., Djadja, Wahyudin, dan Hermaan. *Peta Geologi Teknik Lembar Yogyakarta, Skala 1:100.000*. Bandung: Direktorat Geologi dan Tata Lingkungan. 1997: .
- [7] Rickard, M. J. *Fault Classification. Geological Society of America Bulletin*. 1972; 83: 2545-2546.
- [8] Sowers, G. F. dan Hedges, C. S. *Dynamic Cone for Shallow In-Situ Penetration Testing, VaneShear and Cone Penetration Resistance Testing of In-Situ Soils*, ASTM STP 399, Am. Soc. Testing Mats. : . 1966: 29.

- [9] Sugiyanto dan Hermawan. Peta Geologi Teknik Daerah Yogyakarta-Klaten dan Sekitarnya, Skala 1:100.000. Bandung: Direktorat Geologi Tata Lingkungan. 2006: \_.
- [10] Surono. Litostratigrafi dan Sedimentasi Formasi Kebo dan Formasi Butak di Pegunungan Baturagung, Jawa Tengah Bagian Selatan. *Jurnal Geologi Indonesia*. 2008; 3: 183-193.
- [11] Syarief, E. A. Tata Cara Pemetaan dan Penyelidikan Geologi Teknik. Bandung: Badan Geologi. 2013: \_.
- [12] Van Zuidam, R. A. Aerial Photo-Interpretation Terrain Analysis and Geomorphology Mapping. \_: Smith Publisher The Hague, ITC. 1985: \_.