

## Metode Penentuan Posisi Terestrial untuk Pemetaan Geologi di Desa Gunung Gajah, Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah

Joko Hartadi <sup>(1)</sup>, Oktavia Dewi Alfiani <sup>(1)</sup>  
<sup>(1)</sup>Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral  
 Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta  
 Jl. SWK 104, Condong Catur 55283, Yogyakarta, Indonesia  
 Fax/Phone: 0274-487816; 0274-486403

**SARI** - Saat ini metode penentuan posisi suatu titik di permukaan bumi mengalami kemajuan yang demikian pesat. Hal tersebut ditandai dengan ketersediaan peralatan ukur yang dilengkapi dengan teknologi digital terkini. Kebutuhan peta geologi yang lebih teliti dengan alat yang paling efisien menjadi alasan penelitian ini dilakukan. Metode penentuan posisi yang dipilih adalah metode terestrial dengan Total Station (TS). Sebagaimana diketahui bahwa TS merupakan gabungan antara alat ukur jarak eltronik dan teodolit digital sehingga dari pengukuran lapangan didapat koordinat titik-titik dengan ketelitian yang tinggi. Dengan metode terestrial dengan TS diperoleh fakta bahwa waktu yg dibutuhkan untuk pemetaan geologi lebih efisien dengan hasil yang cukup merepresentasi informasi geologi.

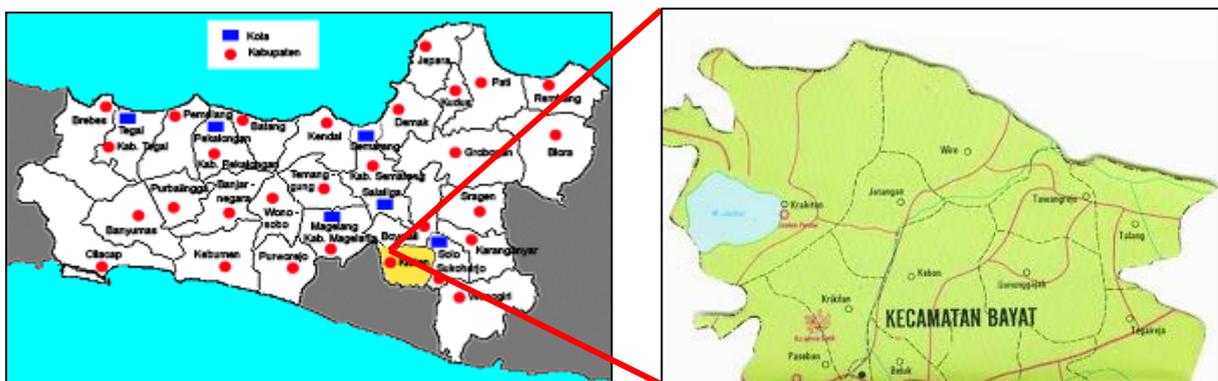
**Kata-kata kunci:** pengukuran topografi, metode terestrial, peta geologi, bayat.

### PENDAHULUAN

Pemetaan Geologi adalah suatu pekerjaan atau kegiatan pengumpulan data geologi, baik darat maupun laut, dengan berbagai metoda. Dalam mempelajari bidang kartografi, peta sangatlah diperlukan. Tanpa adanya peta, Kartografi tidak akan ada pula karena kartografi merupakan ilmu yang mempelajari tentang perpetaan. Berbagai jenis peta telah muncul sesuai dengan maksud, tujuan, serta manfaat pembuatan peta tersebut.

Pada dasarnya, peta merupakan kalibrasi dari bidang permukaan bumi 3 dimensi menjadi sebuah gambaran utuh yang lebih sederhana ke dalam selembar kertas media yang datar dengan penyesuaian baik ukuran maupun bentuknya disertai pula dengan informasi dan detail-detailnya. Dalam proses pembuatan peta harus mengikuti pedoman dan prosedur tertentu agar dapat dihasilkan peta yang baik, benar, serta memiliki unsur seni dan keindahan. Secara umum proses pembuatan peta meliputi beberapa tahapan dari pencarian dan pengumpulan data hingga sebuah peta dapat digunakan. Proses pemetaan tersebut harus dilakukan dengan urut dan runtut, karena jika tidak dilakukan secara urut dan runtut, tidak akan diperoleh peta yang baik dan benar (Eddy Prahasta, 2004).

Lokasi penelitian berada di Desa Gunung Gajah, Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah. Tepatnya pada koordinat X : 4763769 ; Y : 9141423. Lokasi ini juga dijadikan objek wisata oleh masyarakat dikarenakan adanya batugamping yang menyerupai perahu yang terbalik. Hal ini juga yang mendasari lokasi ini disebut dengan nama Watuprau.

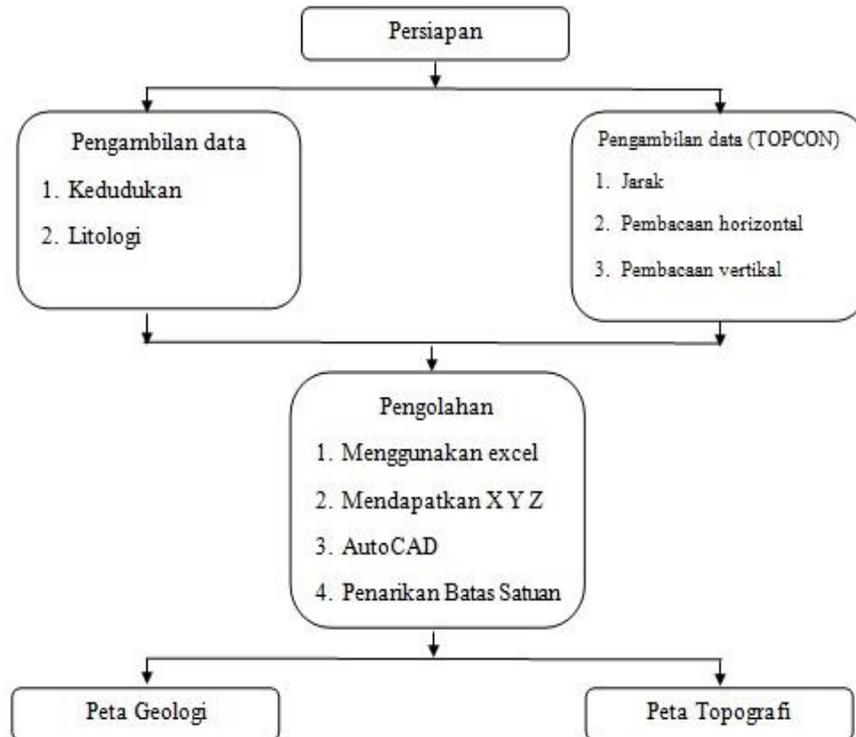


Gambar 1. Lokasi Penelitian (Sumber : [klatenkab.go.id](http://klatenkab.go.id))

Waktu pelaksanaan penelitian adalah 2 bulan yaitu dari Desember 2016 hingga Januari 2017.

## METODE PENELITIAN

Metode pengukuran yang akan digunakan pada penelitian ini adalah dengan metode pengukuran terestrial. Metode terestrial adalah strategi atau teknik perolehan data tentang obyek atau fenomena yang ada di muka bumi dengan cara kontak langsung atau mengukur secara langsung pada obyek atau fenomena kajian tersebut. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data pengukuran poligon dan data pengukuran detil yang diambil dengan menggunakan ETS merk Topcon dengan metode hitungan Tachimetri. Metodologi penelitian dalam bentuk alir dapat digambarkan pada **Gambar 2**.



**Gambar 2. Peta Diagram alir metodologi penelitian**

Maka, tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Persiapan penelitian dan pengumpulan data  
Ada beberapa cara dalam mencari dan mengumpulkan data, yaitu:
  - a. Secara langsung  
Cara pencarian data secara langsung melalui metode konvensional yaitu meninjau secara langsung ke lapangan. Cara ini disebut dengan terestris. Dengan cara ini dilakukan pengukuran medan menggunakan Total Station TOPCON, GPS, kompas dan kompas serta pengamatan informasi ataupun wawancara dengan penduduk setempat secara langsung sehingga didapat data yang nantinya akan diolah. Data ini adalah data primer dalam penelitian ini.
  - b. Secara tak langsung  
Pengumpulan data dari peta atau data-data yang sudah ada dari penelitian sebelumnya. Data yang diperoleh dari pencarian data secara tak langsung ini disebut dengan data sekunder.
2. Pengolahan Data.  
Data yang telah dikumpulkan merupakan data spasial yang tersebar dalam keruangan. Data yang telah diperoleh tersebut kemudian dikelompokkan dalam data kualitatif dan data kuantitatif, kemudian data kuantitatif dilakukan perhitungan yang lebih rinci. Sedangkan data kuantitatif diolah menggunakan sistem digital komputing karena data yang masuk akan langsung diolah dengan software atau aplikasi tertentu sehingga data tersebut akan langsung jadi dan siap untuk disajikan dalam bentuk akhir sebuah peta.
3. Tahap penyajian dan penggambaran hasil penelitian.  
Tahap ini merupakan tahap pembuatan peta dari data yang telah diolah pada media sesuai dengan kaidah yang ada.

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### Geomorfologi Regional

Secara fisiografis Perbukitan Bayat merupakan suatu inlier dari batuan Pra Tersier dan Tersier di sekitar endapan Kuartar, yang terutama terdiri dari endapan flufio-vulkanik dari Merapi. Elevasi tertinggi dari Puncak-puncak yang ada tidak lebih dari 400 meter diatas muka laut, sehingga perbukitan tersebut dapat disebut perbukitan rendah. Perbukitan itu tersebar menurut jalur yang arahnya berbeda. Di bagian barat (Jiwo Barat), jalur puncak-puncak bukit berarah utara selatan, yang diwakili oleh puncak-puncak Jabalkat, Kebo, Merak, Cakaran, Budo Sari, dan Tugu dengan di bagian paling utara membelok ke arah barat, yaitu daerah perbukitan Kampak. Di sebelah timur (Jiwo Timur) arah jalurnya adalah barat-timur, dengan puncak-puncak Konang, Pendul dan Temas, dengan percabangan kearah utara, yang terwakili oleh puncak Jokotuo dan Bawak. Di sebelah selatan (jiwo selatan) arah jalurnya adalah timur-selatan dengan puncak-puncak Watu tumpeng, Eyang kuto, Watu genuk, Watu kucing, Joyo, Semilir. Bentang alam daerah Bayat merupakan bentuk lanjut dari suatu Pegunungan Lipatan, terdiri dari perbukitan homoklin, perbukitan lipatan, perbukitan intrusi dan perbukitan lembah antiklin dengan sungai-sungai konsekuen, subsekuen dan obsekuen mengalir yang secara membentuk pola aliran dendritik.

Daerah perbukitan yang tersusun oleh batugamping menunjukkan perbukitan memanjang dengan pegunungan yang tumpul sehingga kenampakan puncak tidak begitu nyata. Tebing-tebing perbukitannya tidak terlalu terbuksi sehingga alur-alur tidak banyak dijumpai. Sebagai contoh adalah perbukitan Bawak-Temas di Jiwo Timur dan perbukitan Tugu-Kapak di Jiwo Barat. Untuk daerah yang tersusun oleh batuan metamorf, ini terisi oleh campuran endapan pasir Merapi, endapan lempung hitam dan endapan rombakan dari Pegunungan Selatan. Endapan lepas yang berumur kuarter ini diduga menutup lembah sesar yang membatasi Pegunungan Selatan dengan perbukitan Jiwo.

### Stratigrafi Geologi Regional

Dari penyimpulan hasil peneliti terdahulu, secara garis besar stratigrafi daerah Pegunungan Selatan dapat dinyatakan dalam dua macam urutan. Yang pertama adalah stratigrafi bagian barat, yang pada dasarnya bersumber kepada hasil penelitian Bothe (1929). Sedangkan bagian timur, yang terletak di sebelah selatan dan tenggara depresi Wonogiri-Baturetno urutan stratigrafinya disusun oleh Sartono (1958). Pegunungan Selatan bagian barat secara umum tersusun oleh batuan sedimen vulkaniklastik dan batuan karbonat. Batuan vulkaniklastiknya sebagian besar terbentuk oleh pengendapan gayaberat (gravity depositional processes) yang menghasilkan endapan kurang lebih setebal 4000 meter. Hampir seluruh batuan sedimen tersebut mempunyai kemiringan ke selatan. Urutan stratigrafi penyusun Pegunungan Selatan bagian barat dari tua ke muda adalah:

a. Formasi Kebo-Butak

Formasi ini secara umum terdiri dari konglomerat, batupasir dan batulempung yang menunjukkan kenampakan pengendapan arus turbid maupun pengendapan gaya berat yang lain. Di bagian bawah, yang oleh Bothe disebut sebagai lapisan Kebo tersusun atas perselang selingan antara batupasir, batulanau dan batulempung yang khas menunjukkan struktur turbidit, dengan perselingan batupasir konglomeratan yang mengandung klastika lempung. Bagian bawah ini diterobos oleh sill batuan beku. Bagian atas dari Formasi ini, yang disebut sebagai Anggota Butak, tersusun oleh perulangan batupasir konglomeratan yang bergradasi menjadi lempung atau lanau, ketebalan total dari Formasi ini kurang lebih 800 m. Urutan batuan yang membentuk Formasi Kebo-Butak ini ditafsirkan terbentuk pada lingkungan lower submarine fan dengan beberapa interupsi pengendapan tipe mid fan (Rahardjo, 1983), yang terbentuk pada akhir Oligosen (N2-N3) (Sumarso & Ismoyowati, 1975; van Gorsel et al., 1987).

b. Formasi Semilir

Secara umum Formasi ini tersusun oleh batupasir dan batulanau yang bersifat tufan, ringan, kadang-kadang dijumpai selaan breksi vulkanik. Fragmen yang membentuk breksi maupun batupasir pada umumnya berupa fragmen batupung yang bersifat asam. Di lapangan pada umumnya menunjukkan perlapisan yang baik, struktur-struktur yang mencirikan turbidit banyak dijumpai. Langkanya kandungan fosil pada formasi ini menunjukkan bahwa pengendapannya berlangsung secara cepat atau pengendapan tersebut terjadi pada lingkungan yang sangat dalam, berada di bawah ambang kompensasi karbonat (CCD), sehingga fosil gampingan sudah mengalami korosi sebelum dapat mencapai dasar pengendapan. Umur dari Formasi ini diduga adalah awal dari Miosen (N4) berdasar atas terdapatnya *Globigerinoides primordius* pada bagian yang bersifat lempungan dari formasi ini di dekat Piyungan (van Gorsel, 1987). Formasi Semilir ini menumpang secara selaras di atas Anggota Butak dari Formasi

Kebo-Butak. Tersingkap secara baik di wilayah tipenya yaitu di tebing gawir baturagung di bawah puncak Semilir.

c. Formasi Nglanggran

Berbeda dengan formasi yang sebelumnya, formasi Nglanggran ini tercirikan oleh penyusun utama berupa breksi dengan penyusun material vulkanik, tidak menunjukkan perlapisan yang baik dengan ketebalan yang cukup besar. Bagian yang terkasar dari breksinya hampir seluruhnya tersusun oleh bongkah-bongkah lava andesit dan juga bom andesit. Diantara masa breksi tersebut ditemukan sisipan lava yang sebagian besar telah mengalami breksiasi.

Formasi ini ditafsirkan sebagai hasil pengendapan aliran rombakan yang berasal dari gunung api bawah laut, dalam lingkungan laut dan proses pengendapan berjalan cepat, yaitu hanya selama awal Miosen (N4).

Singkapan utama dari Formasi ini ada di gunung Nglanggran pada perbukitan Baturagung. Kontaknya dengan Formasi Semilir di bawahnya berupa kontak tajam. Hal ini berakibat bahwa formasi Nglanggran sering dianggap tidak selaras di atas Semilir, namun harus diperhatikan bahwa kontak tajam tersebut dapat terjadi akibat berubahnya mekanisme pengendapan akibat gayaberat. Van Gorsel (1987) menganggap bahwa pengendapan Nglanggran ini dapat diibaratkan sebagai proses runtuhnya gunungapi semacam Krakatau yang berada di lingkungan laut.

Ke arah atas yaitu ke arah Formasi Sambipitu, Formasi Nglanggran berubah secara bergradasi, seperti yang terlihat di singkapan di Sungai Putat. Lokasi yang diamati pada sisi lain sungai Putat, dimana kontak kedua formasi ini ditunjukkan oleh kontak struktural.

d. Formasi Sambipitu

Di atas Formasi Nglanggran terdapat formasi batuan yang menunjukkan ciri-ciri terbidit, yaitu Formasi Sambipitu. Formasi ini tersusun terutama oleh batupasir yang bergradasi menjadi batulunau atau batulempung. Di bagian bawah, batupasirnya masih menunjukkan sifat vulkanik sedang ke atas sifat vulkanik ini berubah menjadi batupair yang bersifat gampingan. Pada batupasir gampingan ini sering dijumpai fragmen dari koral dan forminifera besar yang berasal dari lingkungan terumbu laut dangkal, yang terseret masuk ke dalam lingkungan yang lebih dalam akibat pengaruh arus turbid.

Ke arah atas, Formasi Sambipitu berubah secara gradasional menjadi Formasi Wonosari (Anggota Oyo) seperti yang terlihat pada singkapan pada sungai Widoro di dekat Bunder. Formasi Sambipitu terbentuk selama jaman Miosen, yaitu antara N4-N8 (Kadar, 1986) atau NN2-NN5 (Kadar, 1990).

e. Formasi Oyo-Wonosari

Selaras di atas formasi Sambipitu terdapat Formasi Oyo-Wonosari. Formasi ini terdiri terutama dari batugamping dan napal. Penyebarannya meluas hampir setengah bagian selatan dari Pegunungan Selatan memanjang ke arah timur, membelok ke arah utara di sebelah timur perbukitan Panggung hingga mencapai bagian barat dari daerah depresi Wonogiri-Baturetno.

Bagian terbawah dari Formasi Oyo-Wonosari terutama terdiri dari batugamping berlapis yang menunjukkan gejala turbidit karbonat yang diendapkan pada kondisi laut yang lebih dalam, seperti yang terlihat pada singkapan pada daerah dekat muara sungai batugamping berlapis, menunjukkan gradasi butir dan pada bagian yang halus banyak dijumpai fosil jejak tipe burrow yang terdapat pada bidang permukaan perlapisan ataupun memotong sejajar dengan perlapisan. Batugamping kelompok ini disebut sebagai Anggota Oyo dari Formasi Wonosari (Bothe, 1929) atau Formasi Oyo (Rahardjo dkk, 1977 dalam Toha dkk, 1994).

Ke arah lebih muda, Anggota Oyo ini bergradasi menjadio dua Fasies yang berbeda. Di daerah Wonosari, batugamping ini makin ke arah selatan semakin berubah menjadi batugamping terumbu yang berupa rudstone, framestone, dan floatstone, bersifat lebih keras dan dinamakan sebagai Anggota Wonosari dari Formasi Oyo-Wonosari (Bothe, 1929) atau Formasi Wonosari (Rahardjo dkk, 1977 dalam Toha dkk, 1994). Sedangkan di baratdaya kota Wonosari, batugamping terumbu ini berubah fasies menjadi batugamping berlapis yang bergradasi menjadi napal, dan disebut sebagai Anggota Kepek dari Formasi Wonosari. Anggota Kepek ini juga tersingkap di bagian timur, yaitu di daerah depresi Wonogiri-Baturetno, di bawah endapan Kuarter seperti yang terdapat di daerah Erokomo. Secara keseluruhan, Formasi Wonosari ini terbentuk selama Miosen Akhir (N9-N18).

f. Endapan Kuarter

Di atas seri batuan sedimen Tersier seperti tersebut di depan terdapat suatu kelompok sedimen yang sudah agak mengeras sehingga masih lepas. Karena kelompok sedimen ini berada di atas bidang erosi, serta proses pembentukannya masih berlanjut hingga saat ini, maka secara keseluruhan sedimen ini disebut sebagai Endapan Kuarter. Penyebarannya meluas mulai dari daerah timurlaut Wonosari hingga daerah depresi Wonogiri-Baturetno. Singkapan yang baik dari endapan kuarter ini terdapat di daerah Erokomo sekitar waduk Gajah Mungkur.

Secara stratigrafis endapan kuarter di daerah Eromoko, Wonogriri terletak tidak selaras di atas sedimen Tersier yang berupa batugamping berlapis dari Formasi Wonosari atau breksi polimik dari formasi

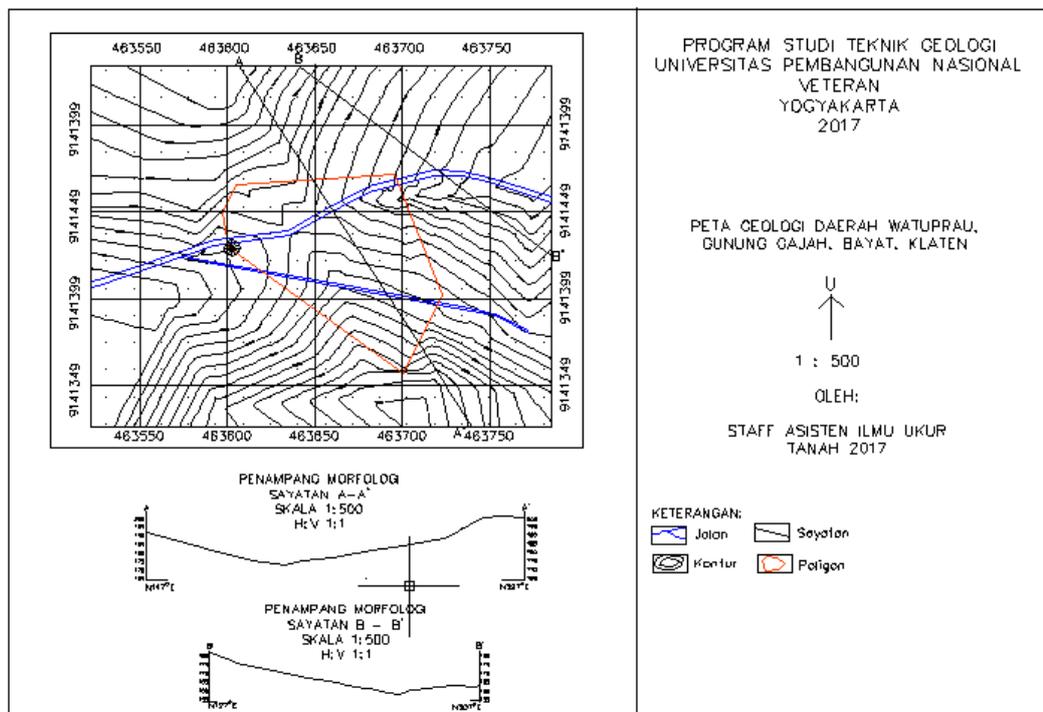
Nglanggran. Ketebalan tersingkap dari endapan Kuarter tersebut berkisar dari 10 meter hingga 14 meter. Umur endapan Kuarter tersebut diperkirakan Plistosen Bawah.

Stratigrafi endapan kuarter di daerah Erokomo, Wonogiri secara vertikal tersusun dari perulangan antara tuf halus putih kekuningan dengan perulangan gradasi batupasir kasar ke batupasir sedang dengan lensa-lensa konglomerat. Batupasir tersebut berstruktur silangsiur tipe palung, sedangkan lapisan tuf terdapat di bagian bawah tengah dan atas. Pada saat lapisan tuf terbentuk, terjadi juga aktivitas sungai yang menghasilkan konglomerat.

### Peta Topografi

Topografi dari daerah telitian ini diukur dengan menggunakan alat Total Station, hasil pengukuran tersebut kemudian diolah menggunakan excel untuk mendapatkan data koordinat dari titik-titik yang telah ditembakkan. Kemudian koordinat-koordinat tersebut diolah dengan menggunakan *AutoCAD Land Desktop* untuk mendapatkan gambaran kontur pada daerah telitian.

Topografi daerah telitian didapatkan bentukan dua bukit yang berada di bagian utara dari peta dan yang lainnya berada dibagian selatan dari peta. Di antara kedua bukit tersebut terdapat lembah yang membujur dengan arah relatif barat – timur yang digunakan sebagai sarana transportasi berupa jalan dengan lebar lebih kurang 3 meter (Gambar 3).



Gambar 3. Peta Topografi (Oleh : Joko Hartadi dan Staf Asisten Ilmu Ukur Tanah)

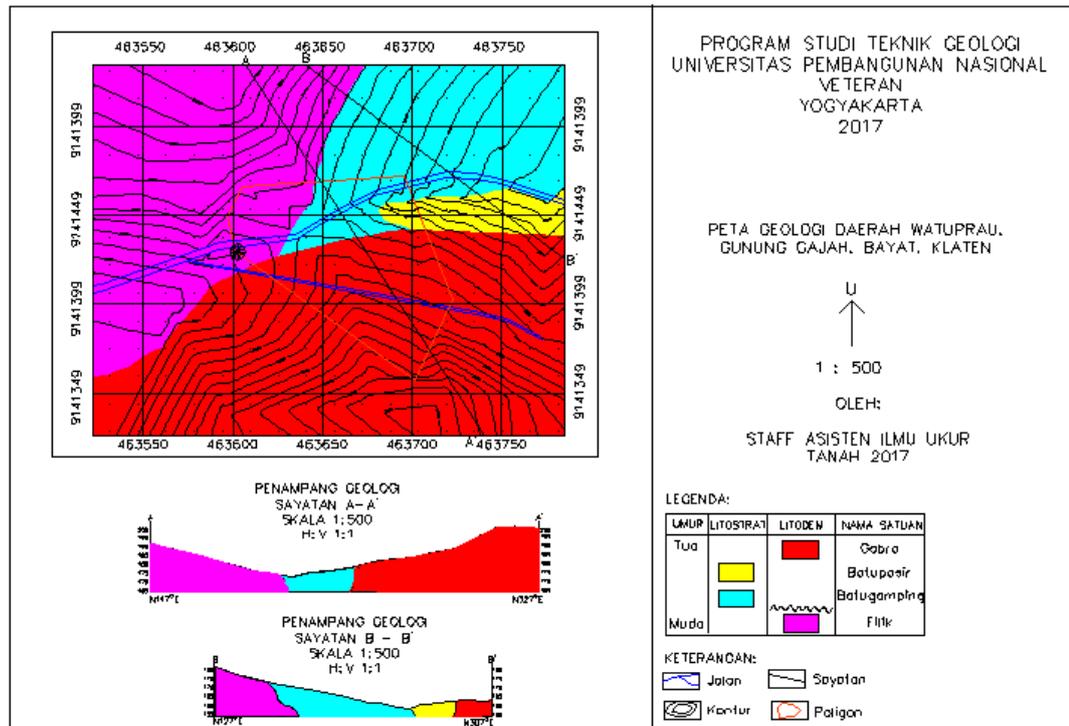
### Peta Geologi

Pada daerah telitian, terdapat setidaknya 4 satuan batuan dengan urutan dari tua ke muda yaitu:

1. Satuan Sekis, satuan batuan ini berada pada bukit yang terletak di sebelah utara dari peta. Sekis ini memiliki warna kecoklatan dengan struktur berupa foliasi. Arah dari foliasi batuan ini yaitu N045°E/47°. Sekis ini menjadi batuan dasar dari satuan batuan yang berada di atasnya.
2. Satuan Batugamping, satuan batuan ini berada pada lembah diantara dua bukit dan secara tidak selaras di atas satuan Sekis. Batugamping ini berwarna keabu-abuan dengan *allochem* fosil *Nummulites*. Kedudukan dari batugamping ini adalah N115°E/35°.
3. Satuan Batupasir, satuan batuan ini berada pada lembah diantara dua bukit. Batupasir ini memiliki warna kecoklatan dan diintrusi oleh batuan beku granit dan dibuktikan dengan adanya *backing effect* atau sering juga disebut sebagai efek bakar akibat intrusi. Kedudukan dari batupasir ini adalah N115°E/35°. Batupasir ini secara stratigrafi menumpang dengan selaras di atas batuan satuan tersebut.

4. Satuan Gabro, satuan batuan ini merupakan satuan batuan termuda yang ada pada daerah telitian. Satuan batuan ini berada pada bukit di sebelah selatan dari peta. Secara stratigrafi Gabro ini mengintrusi seluruh batuan yang ada pada daerah telitian. Gabro ini berwarna abu-abu dengan komposisi piroksen 50% ; plagioklas 40% ; dan kuarsa 10%.

Sebaran satuan batuan yang terdapat pada daerah telitian dapat tergambarkan pada peta geologi (Gambar 4).



Gambar 4. Peta Geologi (Oleh : Joko Hartadi dan Staf Asisten Ilmu Ukur Tanah)

## KESIMPULAN

Pada daerah telitian didapatkan 4 satuan batuan dengan urutan dari tua ke muda yaitu sekis, batugamping, batupasir, dan yang paling muda yaitu gabro. Sekis berada pada bukit sebelah utara, sedangkan gabro berada pada bukit sebelah selatan. Pada lembah antara 2 bukit terdapat batuan sedimen berupa batupasir dan batugamping. Hal ini menunjukkan bahwa batuan kristalin umumnya membentuk bentukan topografi dengan elevasi yang lebih tinggi daripada batuan sedimen yang berada pada elevasi yang lebih rendah. Hal ini terjadi karena resistensi batuan kristalin lebih kuat dibandingkan dengan resistensi batuan sedimen terhadap proses erosi. Dengan metode terestrial dengan TS diperoleh fakta bahwa waktu yg dibutuhkan lebih efisien dengan hasil yang cukup merepresentasi informasi geologi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bothe, A.Ch.D., 1929. *Djiwo Hills and Southern Range*. Fourth Pacific Science Congress Excursion Guide.
- Bemmelen, R.W, Van., 1949. *The Geology of Indonesia*. The Hague Martinus Nijnhoff, Vol IA.
- Prahasta, Eddy., 2004. *Sistem Informasi Geografis : Tutorial ArcView*. Informatika Bandung.
- Sosrodarsono & Takeshi , 1983, *Pengukuran Topografi dan Teknik Pemetaan*, M. Yusuf Gayo – Jakarta.
- Wongsotjitro, 1980, *Ilmu Ukur Tanah*, First Edition Kanisius – Yogyakarta.