

## PEMBUATAN PETA JALUR PENDAKIAN GUNUNG MERBABU

Andriyana Lailissaum<sup>1)</sup>, Ir. Sutomo Kahar, M.si<sup>2)</sup>, Ir. Haniah<sup>3)</sup>

### Abstrak

Mendaki gunung adalah kegiatan yang cukup berbahaya. Tidak sedikit orang yang telah meninggal di gunung. Sebelum mendaki gunung kita harus mempersiapkan perlengkapan, fisik, mental dan informasi tentang gunung kita akan kita daki. Kegiatan pembuatan peta jalur pendakian gunung merbabu ini dilakukan untuk menyajikan informasi yang lengkap, akurat dan sistematis tentang pendakian gunung merbabu. Informasi ini akan ditampilkan dalam sebuah buku saku kecil yang mudah dibawa kemana-mana, termasuk mendaki gunung. Peta jalur pendakian gunung merbabu ini akan disumbangkan pada basecamp pendakian gunung setempat agar bisa digunakan sebaik mungkin untuk kegiatan pendakian gunung

Kata kunci : *Mendaki Gunung, Gunung Merbabu, Peta jalur pendakian gunung merbabu, Buku saku panduan mendaki gunung*

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Mendaki gunung merupakan salah satu kegiatan favorit di Indonesia. Jumlah pendaki gunung terus meningkat dari tahun ke tahun. Tapi walau bagaimanapun kegiatan mendaki gunung tetap merupakan kegiatan yang berbahaya. Tidak sedikit orang yang telah meninggal di gunung. Sebelum mendaki gunung kita harus mempersiapkan fisik, mental dan informasi tentang gunung yang akan kita daki. Meskipun informasi tentang jalur pendakian gunung sangat mudah ditemukan di internet, namun informasi tersebut hanya sebatas informasi *non spasial* yang tidak menyediakan data seperti koordinat, kelereng dan ketinggian.

## 1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang muncul dari latar belakang penelitian yang telah dijabarkan sebelumnya adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik masing-masing jalur pendakian gunung Merbabu ?
2. Bagaimana urutan jalur pendakian yang paling mudah hingga yang paling sulit berdasarkan karakteristik tersebut ?

## 1.3 Pembatasan Masalah

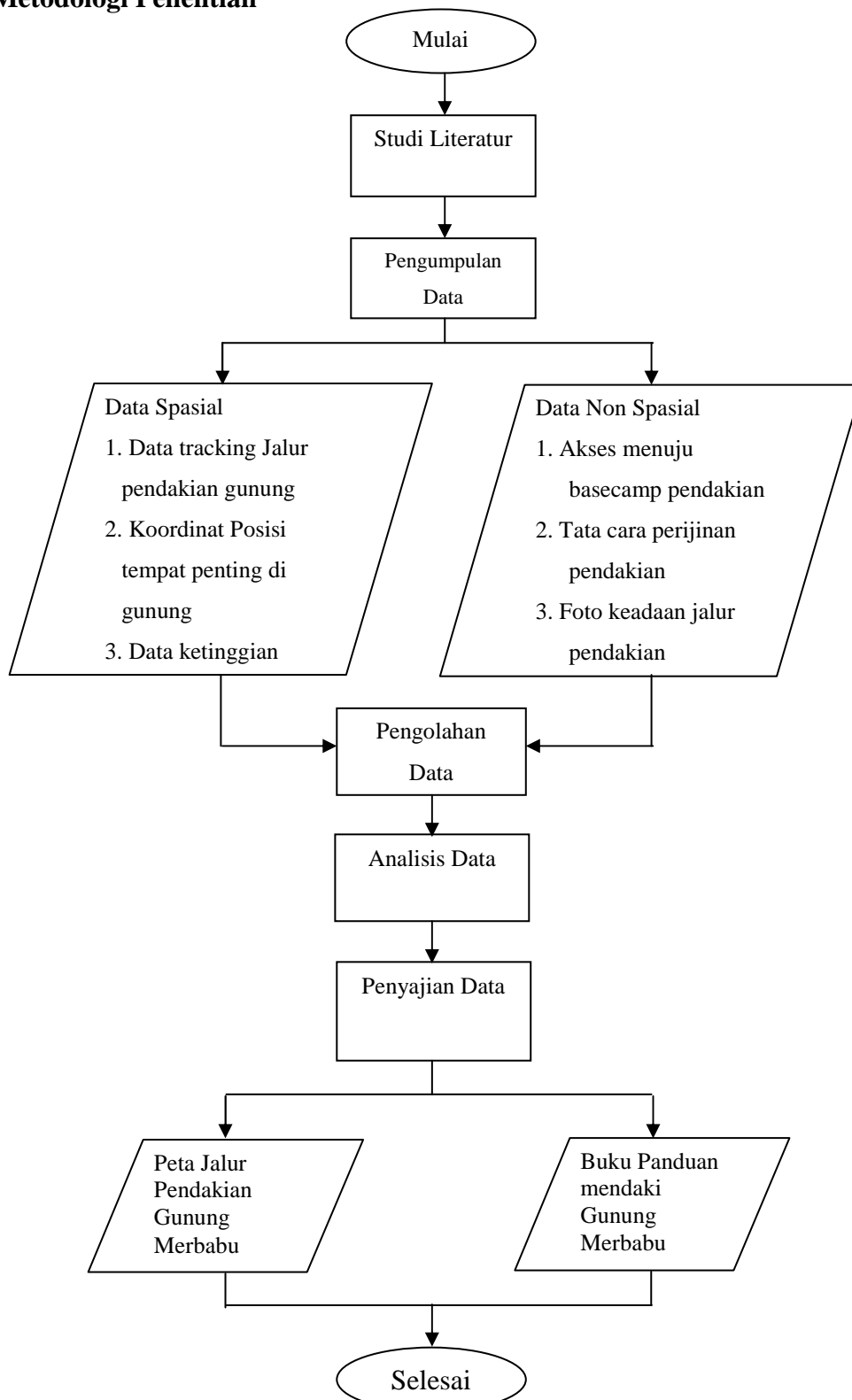
Batasan Permasalahan dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Wilayah studi dari penelitian Tugas Akhir ini adalah Gunung Merbabu, Jawa tengah
2. Jalur pendakian yang akan menjadi kajian dalam penelitian ini adalah jalur thekelan, jalur chuntel, jalur wekas, dan jalur selo
3. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data *tracking* jalur pendakian gunung, data koordinat dan ketinggian pos pos pendakian gunung, data akses transportasi menuju basecamp pendakian gunung, data waktu tempuh pendakian gunung, informasi perijinan dan syarat mendaki gunung serta dokumentasi foto untuk menggambarkan kondisi jalur pendakian
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah *ArcGIS 9.3* yang digunakan untuk pengolahan data pemetaan, *EGM2008* yang digunakan untuk merubah sistem tinggi ellipsoid ke geoid. *Microsoft Exel 2007* untuk pengolahan data atribut dan *Microsoft Word 2007* untuk pembuatan laporan.

## 1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian

Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk membuat peta jalur pendakian gunung merbabu sehingga memberi manfaat bagi masyarakat luas pada umumnya dan para pendaki gunung pada khususnya.

**1.5 Metodologi Penelitian**



**II. Tinjauan Pustaka**

## II.1 Sistem Tinggi

Nilai tinggi yang didapat dari GPS adalah tinggi ellipsoid. Tinggi ellipsoid adalah jarak garis lurus yang diambil sepanjang bidang ellipsoid normal dari permukaan geometris yang diambil dari referensi ellipsoid ke titik tertentu. Tinggi ellipsoid ( $h$ ) tersebut tidak sama dengan tinggi orthometrik ( $H$ ) yang digunakan sebagai satuan tinggi sebuah gunung. Tinggi sebuah gunung biasanya dinyatakan dalam satuan mdpl yang mana nilai tersebut merupakan pendekatan dari geoid.

Untuk mendapatkan tinggi orthometrik dari tinggi ellipsoid diperlukan data tambahan lain yaitu undulasi geoid ( $N$ ), dengan adanya undulasi maka tinggi orthometrik dapat dihitung. Ketinggian orthometrik adalah selisih antara ketinggian ellipsoid dengan undulasi geoid.

## II.2 Model Geoid Global

Dahulu bumi diasumsikan sebagai bentuk datar, karena pandangan mata membuat kita melihat horizon. Namun mengikuti perkembangan zaman, dan teknologi yang semakin berkembang, membuat manusia mengetahui bentuk bumi yang sebenarnya. Setelah ditemukannya dan dilakukannya beberapa metode pengukuran gaya berat seperti airborne gravimetric, ground survey gravimetric dan satelit gravimetri, data gaya berat di seluruh dunia semakin banyak. Semakin banyaknya data tersebut menimbulkan pembuatan model medan gaya berat yang lebih sempurna. EGM2008 merupakan contoh dari model geoid global. EGM 2008 adalah sebuah model medan gaya berat untuk mengkonversi tinggi ellipsoid menjadi tinggi geoid.

## III. Metode Pelaksanaan

### III.1 Persiapan

Data penelitian akan diperoleh melalui survey langsung di lapangan. Kita harus mendaki gunung merbabu untuk melakukan survey lapangan. Seperti layaknya kegiatan mendaki gunung pada umumnya kita harus melakukan beberapa persiapan sebelum mendaki gunung. Pada umumnya kegiatan mendaki gunung dilakukan secara berkelompok untuk mengurangi resiko yang mungkin terjadi.

### III.2 Survey Lapangan

Ada 4 jalur pendakian gunung merbabu yang harus disurvei yaitu jalur Thekelan, Selo, Wekas dan Chuntel. Agar lebih efisien kita hanya akan melakukan 2 kali pendakian gunung. Pendakian pertama dimulai dari jalur Wekas kemudian turun di jalur Thekelan. Pendakian ke dua dimulai dari jalur Chuntel kemudian turun di jalur Selo. Data waktu tempuh perjalanan akan didapat dari wawancara langsung pada pengurus jalur pendakian. Data dari pengurus jalur pendakian akan sangat valid karena pada umumnya orang-orang ini telah sangat sering mendaki gunung merbabu. Dari para pengurus ini kita juga bisa mendapatkan data penting lainnya seperti tata cara perijinan pendakian, alamat lengkap basecamp pendakian, transportasi menuju basecamp dan hal-hal penting lainnya.

### III.3 Pengolahan Data

Peta jalur pendakian gunung dibuat dengan menggunakan data *tracking GPS handheld CSX60*. Saat digunakan untuk tracking pada dasarnya GPS akan merekam koordinat dan ketinggian setiap titik yang telah kita lewati. Dari titik-titik tersebut GPS akan menghubungkannya dengan sebuah garis. Garis tersebut akan dijadikan dasar dalam pembuatan peta jalur pendakian gunung Merbabu.

Nilai tinggi yang diperoleh menggunakan GPS adalah nilai tinggi berdasarkan ellipsoid sehingga harus dirubah ke dalam sistem tinggi geoid. Perubahan sistem tinggi ini dilakukan dengan sebuah software bernama *EGM2008*. Cara kerja *software* ini adalah dengan mencari nilai undulasi geoid di setiap titik. Nilai undulasi tersebut kita gunakan untuk menghitung tinggi geoid.

Kelerengan dihitung menggunakan beda tinggi dan jarak mendatar antara 2 titik. Berikut adalah rumus yang digunakan untuk menghitung kelerengan :

$$\text{Persen kemiringan lahan} = (\text{Beda tinggi} / \text{Jarak datar sebenarnya}) \times 100\%$$

Untuk mendapatkan jarak datar kita bisa menggunakan data panjang garis yang telah kita digitasi. Panjang garis tersebut sama dengan jarak sebenarnya yang terdapat di lapangan. Jarak yang didapat dari garis hasil digitasi tersebut adalah jarak mendatar antara 2 titik. Untuk mendapatkan jarak diagonal kita harus mengolahnya kembali menggunakan *extention 3D analys* pada Arcgis. Pertama tama kita akan menggunakan fasilitas *Topo to raster* untuk membuat data raster dari peta kontur. Data raster tersebut akan digunakan untuk memberikan refrensi tinggi pada Shapefile jalur pendakian hasil digitasi sehingga bisa dijadikan data *3D*. Berikut adalah data hasil pengolahan :

Tabel 1. Data Koordinat dan ketinggian jalur pendakian thekelan

Jalur Pendakian Thekelan				
No	Keterangan	Tinggi	Koordinat	
			Lintang	Bujur
1	Basecamp Thekelan	1658 mdpl	7°24'43.1564"	110°25'34.5032"
2	Pos 1	1923 mdpl	7°25'17.0711"	110°25'47.2146"
3	Mata Air/Sungai	1928 mdpl	7°25'22.3805"	110°25'48.4474"
4	Pos 2	2157 mdpl	7°25'39.8777"	110°25'56.7763"
5	Pos 3	2332 mdpl	7°25'49.0772"	110°26'09.8788"
6	Pos 4	2498 mdpl	7°25'59.1092"	110°26'11.8234"
7	Pos5/Puncak Watutulis	2883 mdpl	7°26'31.8043"	110°26'12.9888"
8	Tugu Perbatasan	2828 mdpl	7°26'46.0380"	110°26'15.7763"
9	Puncak Helipad	2883 mdpl	7°26'51.0229"	110°26'17.9558"
10	Puncak Gegersapi	2948 mdpl	7°26'50.7365"	110°26'23.1760"
11	Pertigaan	3076 mdpl	7°26'59.6363"	110°26'31.1251"
12	Puncak Rondorante	3097 mdpl	7°27'05.5259"	110°26'27.6594"
13	Puncak Kenteng Songo	3138 mdpl	7°27'13.5999"	110°26'26.3116"
14	Puncak Trianggulasi	3141 mdpl	7°27'15.4844"	110°26'23.0141"

Tabel 2. Data Koordinat dan ketinggian jalur pendakian Selo

Jalur Pendakian Selo				
No	Keterangan	Tinggi	Koordinat	
			Lintang	Bujur
16	Basecamp Selo	1658 mdpl	7°29'03.9782"	110°27'35.6341"
17	Pos 1	2178 mdpl	7°28'23.7440"	110°27'20.6429"
18	Pos Bayangan 2	2262 mdpl	7°28'13.2192"	110°27'15.0442"
19	Pos 2	2432 mdpl	7°28'05.5811"	110°27'00.3395"
20	Pos 3	2568 mdpl	7°28'06.3786"	110°26'47.0598"
21	Pos 4/Sabana 1	2772 mdpl	7°27'55.2048"	110°26'43.3871"
22	Pos 5/Sabana 2	2845 mdpl	7°27'38.0687"	110°26'37.2100"
31	Puncak Trianggulasi	3141 mdpl	7°27'15.4844"	110°26'23.0141"

Tabel 3. Data Koordinat dan ketinggian jalur pendakian Wekas

Jalur Pendakian Wekas				
No	Keterangan	Tinggi	Koordinat	
			Lintang	Bujur
1	Basecamp Wekas	1772 mdpl	7°25'56.2690"	110°24'50.8242"
2	Makam	1880 mdpl	7°26'01.4256"	110°24'59.6256"
3	Mata Air	2500 mdpl	7°26'12.0834"	110°25'31.9412"
4	Pos 2	2503 mdpl	7°26'33.0757"	110°25'48.6499"
5	Tugu Perbatasan	2828 mdpl	7°26'46.0380"	110°26'15.7763"
6	Puncak Helipad	2883 mdpl	7°26'51.0229"	110°26'17.9558"
7	Puncak Gegersapi	2948 mdpl	7°26'50.7365"	110°26'23.1760"
8	Pertigaan	3076 mdpl	7°26'59.6363"	110°26'31.1251"
9	Puncak Rondorante	3097 mdpl	7°27'05.5259"	110°26'27.6594"
10	Puncak Kenteng Songo	3138 mdpl	7°27'13.5999"	110°26'26.3116"
11	Puncak Trianggulasi	3141 mdpl	7°27'15.4844"	110°26'23.0141"

Tabel 4. Data Koordinat dan ketinggian jalur pendakian Chuntel

Jalur Pendakian Chuntel				
No	Keterangan	Tinggi	Koordinat	
			Lintang	Bujur
1	Basecamp Chuntel	1638 mdpl	7°25'02.6589"	110°25'07.2387"
2	Pos Bayangan 1	1793 mdpl	7°25'14.8539"	110°25'19.7170"
3	Pos 1	2196 mdpl	7°25'49.0706"	110°25'39.2786"
5	Pos 2	2372 mdpl	7°26'01.6465"	110°25'44.2863"
6	Pos 3	2543 mdpl	7°26'17.3542"	110°25'53.7594"
9	Puncak Watutulis	2883 mdpl	7°26'31.8043"	110°26'12.9888"
10	Tugu Perbatasan	2828 mdpl	7°26'46.0380"	110°26'15.7763"
11	Puncak Helipad	2883 mdpl	7°26'51.0229"	110°26'17.9558"
12	Puncak Gegersapi	2948 mdpl	7°26'50.7365"	110°26'23.1760"
13	Pertigaan	3076 mdpl	7°26'59.6363"	110°26'31.1251"
14	Puncak Rondorante	3097 mdpl	7°27'05.5259"	110°26'27.6594"
15	Puncak Kenteng Songo	3138 mdpl	7°27'13.5999"	110°26'26.3116"
16	Puncak Trianggulasi	3141 mdpl	7°27'15.4844"	110°26'23.0141"

Tabel 5. Data beda tinggi, jarak, kelerengan dan waktu tempuh jalur pendakian Thekelan

Jalur Pendakian Thekelan						
No	Dari	Ke	Beda Tinggi/m	Jarak miring/m	Persentase Kelerengan	Waktu Tempuh
1	Basecamp Thekelan	Pos 1	265	1343,373	21,889	± 45 Menit
2	Pos 1	Mata Air/Sungai	5	190,624	2,700	± 15 Menit
3	Mata Air/Sungai	Pos 2	229	840,439	29,253	± 45 Menit
4	Pos 2	Pos 3	175	787,756	24,296	± 60 Menit
5	Pos 3	Pos 4	166	604,879	28,763	± 60 Menit
6	Pos 4	Puncak Watutulis	385	1286,732	31,556	± 90 Menit
7	Puncak Watutulis	Tugu Perbatasan	-55	481,643	-11,479	± 10 Menit
8	Tugu Perbatasan	Puncak Helipad	55	193,919	29,150	± 5 Menit
9	Puncak Helipad	Puncak Gegersapi	65	225,986	32,805	± 10 Menit
10	Puncak Gegersapi	Pertigaan	128	480,553	28,221	± 30 Menit
11	Pertigaan	Puncak Syarif	36	124,681	29,713	± 15 Menit
12	Pertigaan	Puncak Rondorante	21	228,469	9,260	± 15 Menit
13	Puncak Rondorante	Puncak Kenteng Songo	41	422,143	9,729	± 45 Menit
14	Puncak Kenteng Songo	Puncak Trianggulasi	3	135,884	2,212	± 5 Menit
15	<b>Total</b>		<b>1519,000</b>	<b>7347,082</b>	<b>19,147 (Nilai rata-rata)</b>	<b>± 450 Menit</b>

Tabel 6. Data beda tinggi, jarak, kelerengan dan waktu tempuh jalur pendakian Selo

Jalur Pendakian Selo						
No	Dari	Ke	Beda Tinggi/m	Jarak miring/m	Persentase Kelerengan	Waktu Tempuh
1	Basecamp Selo	Pos 1	520	1905,865	28,485	± 60 Menit
2	Pos 1	Pos Bayangan 2	84	608,101	13,937	± 30 Menit
3	Pos Bayangan 2	Pos 2	170	630,228	28,973	± 30 Menit
4	Pos 2	Pos 3	136	505,379	28,397	± 45 Menit
5	Pos 3	Pos 4/Sabana 1	204	622,231	35,189	± 75 Menit
6	Pos 4/Sabana 1	Pos 5/Sabana 2	73	612,148	12,329	± 45 Menit
7	Pos 5/Sabana 2	Puncak Trianggulasi	296	1024,523	31,943	± 75 Menit
8	<b>Total</b>		<b>1483,000</b>	<b>5908,475</b>	<b>25,607 (Nilai rata-rata)</b>	<b>± 360 Menit</b>



Tabel 7. Data beda tinggi, jarak, kelerengan dan waktu tempuh jalur pendakian Wekas

Jalur Pendakian Wekas						
No	Dari	Ke	Beda Tinggi/m	Jarak miring/m	Persentase Kelerengan	Waktu Tempuh
1	Basecamp Wekas	Makam	108	722,155	20,433	± 30 Menit
2	Makam	Mata Air	412	1569,280	27,766	± 60 Menit
3	Mata Air	Pos 2	211	910,234	24,129	± 45 Menit
4	Pos 2	Tugu Perbatasan	325	1225,490	27,873	± 60 Menit
5	Tugu Perbatasan	Puncak Helipad	55	193,919	29,150	± 5 Menit
6	Puncak Helipad	Puncak Gegersapi	65	225,986	32,805	± 10 Menit
7	Puncak Gegersapi	Pertigaan	128	480,553	28,221	± 30 Menit
8	Pertigaan	Puncak Syarif	36	124,681	29,713	± 15 Menit
9	Pertigaan	Puncak Rondorante	21	228,469	9,260	± 15 Menit
10	Puncak Rondorante	Puncak Kenteng Songo	41	422,143	9,729	± 45 Menit
11	Puncak Kenteng Songo	Puncak Triangulasi	3	135,884	2,212	± 5 Menit
12	<b>Total</b>		<b>1405,000</b>	<b>6238,794</b>	<b>21,935 (Nilai rata-rata)</b>	<b>± 320 Menit</b>

Tabel 8. Data beda tinggi, jarak, kelerengan dan waktu tempuh jalur pendakian Chuntel

Jalur Pendakian Chuntel						
No	Dari	Ke	Beda Tinggi/m	Jarak miring/m	Persentase Kelerengan	Waktu Tempuh
1	Basecamp Chuntel	Pos Bayangan 1	155	1000,627	17,202	± 30 Menit
2	Pos Bayangan 1	Pos 1	403	1543,323	27,897	± 30 Menit
3	Pos 1	Pos 2	176	534,703	35,217	± 60 Menit
4	Pos 2	Pos 3	171	668,061	26,914	± 60 Menit
5	Pos 3	Puncak Watutulis	340	924,337	39,079	± 60 Menit
6	Puncak Watutulis	Tugu Perbatasan	-55	481,643	-11,479	± 10 Menit
7	Tugu Perbatasan	Puncak Helipad	55	193,919	29,150	± 5 Menit
8	Puncak Helipad	Puncak Gegersapi	65	225,986	32,805	± 10 Menit
9	Puncak Gegersapi	Pertigaan	128	480,553	28,221	± 30 Menit
10	Pertigaan	Puncak Syarif	36	124,681	29,713	± 15 Menit
11	Pertigaan	Puncak Rondorante	21	228,469	9,260	± 15 Menit
12	Puncak Rondorante	Puncak Kenteng Songo	41	422,143	9,729	± 45 Menit
13	Puncak Kenteng Songo	Puncak Triangulasi	3	135,884	2,212	± 5 Menit
14	<b>Total</b>		<b>1539,000</b>	<b>6964,330</b>	<b>21,224 (Nilai rata-rata)</b>	<b>± 375 Menit</b>

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### IV.1 Kesimpulan

1. Berikut karakteristik masing-masing jalur pendakian gunung Merbabu :

1) Jalur Wekas

a. Panjang jalur pendakian = ± 6238,794 Meter

b. Kelerengan = 21,935 %

c. Ketersediaan Sarana

- Tidak terdapat bangunan sama sekali

- Ada sumber mata air di pos 2 dan 60 menit sebelum pos 2

d. Waktu Tempuh =  $\pm$  450 Menit

e. Kondisi Jalur

Lokasi basecamp cukup jauh dari jalan raya, jalan yang digunakan untuk sampai ke basecamp pun cukup membingungkan, pemandangan jalur pendakian wekas tidak terlalu indah, jalur ini cukup populer karena paling pendek diantara jalur lainnya

2) Jalur Selo

a. Panjang jalur pendakian =  $\pm$  5908,475 Meter

b. Kelerengan = 25,607 %

c. Ketersediaan Sarana

- Tidak terdapat bangunan sama sekali

- Tidak terdapat mata air sama sekali

d. Waktu Tempuh =  $\pm$  360 Menit

e. Kondisi Jalur

Lokasi basecamp tidak terlalu jauh dari jalan raya, jalan yang digunakan untuk sampai ke basecamp cukup membingungkan, pemandangan jalur pendakian selo adalah yang terbaik diantara jalur pendakian lainnya, jalur ini adalah yang paling populer karena mudah di jangkau dari kota kota besar seperti Boyolali dan Surakarta

3) Jalur Chuntel

a. Panjang jalur pendakian =  $\pm$  6964,330 Meter

b. Kelerengan = 21,224 %

c. Ketersediaan Sarana

- Ada bangunan di pos bayangan 1 dan puncak watutulis

- Ada mata air di pos 2

d. Waktu Tempuh =  $\pm$  375 Menit

e. Kondisi Jalur

Lokasi basecamp cukup jauh dari jalan raya, jalan yang digunakan untuk sampai ke basecamp sangat mulus sehingga mobil jenis apapun bisa sampai ke basecamp chuntel, pemandangan jalur pendakian chuntel cukup bagus

## 4) Jalur Thekelan

- a. Panjang jalur pendakian =  $\pm 7347,082$  Meter
- b. Kelerengan = 19,147 %
- c. Ketersediaan Sarana
  - Ada bangunan di pos 1, pos 2 dan puncak watutulis
  - Ada mata air di pos 1 dan 30 menit setelah pos 1
- d. Waktu Tempuh =  $\pm 450$  Menit
- e. Kondisi Jalur

Lokasi basecamp sangat jauh dari jalan raya, jalan yang digunakan untuk sampai ke basecamp cukup mulus, pemandangan jalur pendakian thekelan cukup bagus

2. Berdasarkan karakteristik yang telah dipaparkan sebelumnya maka urutan jalur pendakian dari yang paling mudah hingga yang paling sulit didaki adalah :
  1. Jalur Wekas
  2. Jalur Chuntel
  3. Jalur Selo
  4. Jalur Thekelan

**IV.2 Saran**

1. Berdasarkan hasil penelitian ini, bagi pendaki yang menginginkan pendakian ke puncak merbabu dengan jalur paling ringan bisa menggunakan jalur wekas. Bagi pendaki yang menginginkan pendakian ke puncak merbabu dengan pemandangan paling indah bisa menggunakan jalur Selo. Bagi pendaki yang menginginkan pendakian ke puncak merbabu dengan jalur paling landai bisa menggunakan jalur Thekelan
2. Berdasarkan hasil penelitian ini, jumlah sarana pendakian seperti bangunan yang bisa digunakan pendaki untuk bermalam dan berteduh dari hujan masih sangat kurang, hal ini tidak sebanding dengan jumlah pendaki yang berkunjung ke gunung merbabu.
3. Di harapkan di setiap gunung di Indonesia yang sering didaki memiliki peta jalur pendakian dengan informasi yang sistematis dan akurat sehingga mempermudah kegiatan pendakian gunung dan memperkecil kemungkinan pendaki tersesat di gunung.

**Daftar Pustaka**

1. Abidin, H.Z., Andreas, H., Maulana, D., Hendrasto, M., Gamal, M., Suganda, O.K. 2004. *Penentuan Tinggi Ortometrik Gunung Semeru Berdasarkan Data Survey GPS Dan Model Geoid EGM 1996*. PROC. ITB Sains & Tek. Vol. 36A, No. 2, 2004, 145-157
2. Dedy Yusuf, Kuswondo (2011). *Sistem Tinggi*. From <http://geoexpose.blogspot.com/2012/03/sistem-tinggi.html>, 18 juni 2013
3. Kahar, Sutomo. 2007. *Kerangka Dasar Vertikal*. Semarang
4. Prahasta, Eddy. 2001. *Konsep-konsep Dasar Sistem Informasi Geografis*. Bandung: Informatika
5. Samuel. 2007. *Medan Gaya Berat Bumi*. Skripsi. Institut Teknologi Bandung. Bandung
6. Setiawan, Agnas (2013). *Menghitung derajat kemiringan lereng peta topografi*. From <http://geograph88.blogspot.com/2013/04/menghitung-derajat-kemiringan-lereng.html>, 18 juni 2013
7. Syafri, Irawan., dan Wuriyati, A. 1990. *Kondisi Datum Ketinggian Wilayah Sungai Di Pulau Jawa*. Bul. Pusair.
8. Van Berkmoes, Ryan. 2012. *Pocket Bali*. China : Lonely planet