

PENENTUAN LUAS LAHAN MENGGUNAKAN METODE PENDEKATAN SEGITIGA SFERIK (TEOREMA GIRARD) DENGAN BANTUAN *GOOGLE MAPS*

Devi¹, Adi Setiawan², Eko Sedyono³

¹Universitas Kristen Satya Wacana, devialolok@gmail.com

²Universitas Kristen Satya Wacana, adi_setia_03@yahoo.com

³Universitas Kristen Satya Wacana, ekosed1@yahoo.com

Abstrak

Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, ketersediaan peta sangat dibutuhkan. Peta dapat diakses melalui sebuah aplikasi, seperti *Google Maps*. Aplikasi ini merupakan sebuah jasa peta global yang disediakan oleh Google secara gratis dan online. *Google Maps* juga dapat dimanfaatkan untuk memperoleh titik-titik koordinat berupa garis lintang dan garis bujur, kemudian diolah untuk memperoleh luas lahan. Metode yang diterapkan untuk menghitung luas lahan adalah metode pendekatan segitiga sferik dengan asumsi bumi berbentuk bola dan elipsoida. Pada penelitian ini, lahan yang menjadi objek penelitian adalah Kabupaten Semarang. Berdasarkan perhitungan menggunakan pendekatan segitiga sferik diperoleh luas Kabupaten Semarang dengan asumsi bumi berbentuk bola dan elipsoida sebesar 1001.2366 km^2 dan 996.5592 km^2 . Hasil perhitungan luas dibandingkan dengan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Semarang sebesar 950.21 km^2 dan berdasarkan perhitungan *Google Maps* sebesar 993.689 km^2 . Luas yang menjadi acuan adalah berdasarkan data yang diperoleh dari BPS Kabupaten Semarang. Terdapat selisih antara hasil perhitungan luas lahan menggunakan metode pendekatan segitiga sferik dan luas yang menjadi acuan dengan asumsi bumi berbentuk bola dan elipsoida berturut-turut adalah 57.9366 km^2 dan 53.2592 km^2 . Berdasarkan luas acuan dengan asumsi bumi berbentuk bola dan elipsoida diperoleh prosentase sebesar 5.37% lebih banyak dari luas acuan dan 4.88% lebih banyak dari luas acuan. Metode pendekatan segitiga sferik tidak selalu bisa digunakan karena apabila jumlah sudut dalam koordinat segitiga sferik secara praktis lebih kecil dari π , maka hasil perhitungan tidak akurat, sehingga metode ini hanya bisa digunakan untuk lahan yang relatif lebih luas seperti pada Kabupaten Semarang.

Kata kunci: *Google Maps, luas lahan, metode pendekatan segitiga sferik.*

A. Pendahuluan

Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, ketersediaan peta sangat dibutuhkan. Dewasa ini, teknik pemetaan sudah sangat berkembang. Peta dapat diakses melalui sebuah aplikasi, misal: *Google Maps*. *Google Maps* merupakan sebuah jasa peta global yang disediakan oleh Google secara gratis dan online Mahdia & Noviyanto, (2013). Selain untuk menentukan sebuah lokasi, *Google Maps* dapat dimanfaatkan untuk memperoleh titik-titik koordinat berupa garis lintang (*latitude*) dan garis bujur (*longitude*). titik-titik koordinat yang diperoleh diolah untuk menentukan luas suatu lahan.

Seperti yang kita ketahui bahwa keadaan lahan dipermukaan bumi tidak teratur seperti danau atau pulau (Setiawan, et al., 2016), sehingga penentuan luas akan menjadi sulit

untuk dilakukan. Penentuan luas lahan dapat dilakukan dengan menerapkan berbagai metode. Dalam makalah ini, penentuan luas lahan dilakukan dengan menggunakan metode pendekatan segitiga sferik dengan tidak diperhatikan konturnya. Metode ini digunakan untuk mengolah titik-titik koordinat yang diperoleh dari *Google Maps* untuk menentukan luas lahan yang menjadi perhatian. Namun sebelum menghitung luas, terlebih dahulu dilakukan perhitungan jarak antara dua titik dengan asumsi bumi berbentuk bola dan elipsoida.

Sebelumnya penulis telah melakukan penelitian awal menggunakan metode pendekatan lingkaran. Lahan yang menjadi objek penelitian adalah Lapangan Sepak Bola UKSW, Rawa Pening dan Kota Salatiga (Devi, et al., 2016). Pada makalah ini, lahan yang menjadi daerah perhatian adalah Kabupaten

Semarang, Jawa Tengah. Dengan menggunakan metode pendekatan Segitiga Sferik akan diperoleh luas dari daerah yang menjadi perhatian. Hasil perhitungan luas lahan yang diperoleh akan dibandingkan dengan luas lahan yang menjadi acuan.

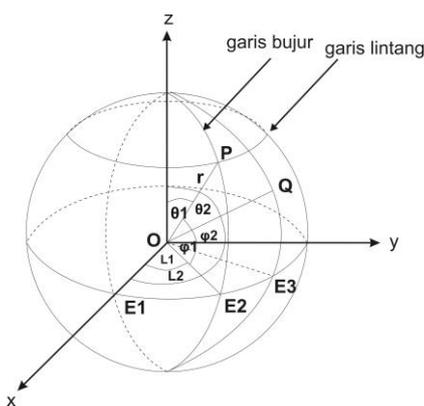
B. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, akan dibahas tentang cara mencari jarak antar dua titik dengan bumi diasumsikan berbentuk bola dan elipsoidal, perhitungan luas Kabupaten Semarang menggunakan metode pendekatan segitiga sferik dengan memanfaatkan *Google Maps*, cara perhitungan luas lahan dan data yang digunakan dalam penelitian.

a. *Google Maps*

Google Maps merupakan sebuah jasa peta global yang disediakan oleh Google secara gratis dan online (Mahdia & Noviyanto, 2013, p.1). *Google Maps* memberi kemudahan bagi pengguna untuk memperoleh informasi lokasi. Selain itu, *Google Maps* lebih menghemat biaya, waktu serta tenaga. Namun, *Google Maps* sangat bergantung pada kekuatan signal yang digunakan dan dalam pengambilan data tidak selalu sama setiap waktu.

b. Bumi Diasumsikan Berbentuk Bola



Gambar 1. Koordinat Bola

Pada Gambar 1 sudut L_1 adalah sudut antara OE_1 dengan OE_2 , sudut L_2 adalah sudut antara OE_1 dengan OE_3 . Sedangkan untuk sudut φ_1 adalah sudut antara OE_2 dengan OP , dan untuk sudut φ_2 adalah sudut OE_3 dengan OQ . untuk sudut θ_1 adalah sudut OP dengan sumbu z dan sudut θ_2 adalah sudut OQ dengan sumbu z .

Jika tidak ada akurasi yang besar diperlukan, maka dapat dipertimbangkan bahwa

bumi berbentuk bola dengan rata-rata radius 6371 kilometer Meeus, (1998). Menentukan sudut jarak d antar dua titik yaitu $P (\varphi_1, L_1)$ dan $Q (\varphi_2, L_2)$ seperti pada Gambar 1 dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\cos d = \sin \varphi_1 \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \cos(L_1 - L_2)$$

dengan,

$$\varphi_i = \text{koordinat garis lintang, } i=1,2,$$

$$L_i = \text{koordinat garis bujur, } i=1,2.$$

Bukti: misalkan $v_1 = \overrightarrow{OP}$ dan $v_2 = \overrightarrow{OQ}$ sehingga dalam sistem koordinat bola dapat dinyatakan dengan

$$v_1 = (r \sin \theta_1 \cos \varphi_1, r \sin \theta_1 \sin \varphi_1, r \cos \theta_1)$$

$$v_2 = (r \sin \theta_2 \cos \varphi_2, r \sin \theta_2 \sin \varphi_2, r \cos \theta_2)$$

dan hasil kali dot adalah

$$\begin{aligned} v_1 \cdot v_2 &= r^2 \sin \theta_1 \sin \theta_2 \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \\ &\quad + r^2 \sin \theta_1 \sin \theta_2 \sin \varphi_1 \sin \varphi_2 + r^2 \cos \theta_1 \cos \theta_2 \\ &= r^2 (\cos \theta_1 \cos \theta_2 + \sin \theta_1 \sin \theta_2 (\cos \varphi_1 \cos \varphi_2 + \sin \varphi_1 \sin \varphi_2)) \\ &= r^2 (\cos \theta_1 \cos \theta_2 + \sin \theta_1 \sin \theta_2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2)). \end{aligned}$$

Dengan mengingat bahwa

$$\theta = 90^\circ - \varphi$$

maka

$$\begin{aligned} \sin \theta &= \sin(90^\circ - \varphi) \\ &= \sin 90^\circ \cos \varphi - \cos 90^\circ \sin \varphi \\ &= \cos \varphi \end{aligned}$$

sehingga

$$v_1 \cdot v_2 = r^2 (\sin \varphi_1 \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \cos(L_1 - L_2))$$

dan akibatnya

$$\cos d = \sin \varphi_1 \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \cos(L_1 - L_2)$$

Jika sudut d dalam derajat, maka jarak kedua titik adalah s kilometer, yaitu

$$s = \frac{6371\pi d}{180}$$

sedangkan jika d dalam radian maka $s = 6371d$.

Contoh 1: Misalkan diketahui titik P dengan koordinat $\varphi_1 = -7.197792$, $L_1 = 110.251935$ dan titik Q dengan koordinat $\varphi_2 = -7.105816$, $L_2 = 110.367978$. Menentukan sudut jarak d yaitu

$$\begin{aligned} \cos d &= \sin\left(\frac{-7.197792}{180}\pi\right) \sin\left(\frac{-7.105816}{180}\pi\right) \\ &\quad + \cos\left(\frac{-7.197792}{180}\pi\right) \cos\left(\frac{-7.105816}{180}\pi\right) \\ &\quad \cos\left(\frac{110.251935}{180}\pi - \frac{110.367978}{180}\pi\right) \end{aligned}$$

dengan d dalam radian maka $d = 0.002572$, sehingga diperoleh jarak antar dua titik yaitu $s = 6371 d$ atau $s = 16.38639 \text{ km}$.

c. Bumi Diasumsikan Berbentuk Elipsoidal

Awalnya bumi diasumsikan berbentuk bola, kemudian lebih kompleks dari itu, bumi diasumsikan sebagai elipsoidal (Meeus, 1998, pp. 84-86). Dengan menganggap bahwa kedua titik yang digunakan berada pada permukaan laut. Dalam hal ini a adalah jari-jari bumi pada garis katulistiwa dan f adalah *flattening*, maka dapat dihitung

$$F = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}, G = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}, \lambda = \frac{L_1 - L_2}{2},$$

$$S = \sin^2 G \cos^2 \lambda + \cos^2 F \sin^2 \lambda,$$

$$C = \cos^2 G \cos^2 \lambda + \sin^2 F \sin^2 \lambda,$$

$$\tan \omega = \sqrt{\frac{S}{C}},$$

$$R = \sqrt{\frac{SC}{\omega}},$$

dengan ω dalam radian,

$$a = 6378.14, f = \frac{1}{298.257},$$

$$D = 2\omega a, H_1 = \frac{3R-1}{2C}, H_2 = \frac{3R+1}{2S},$$

sehingga jarak kedua titik tersebut adalah

$$s = D(1 + fH_1 \sin^2 F \cos^2 G - fH_2 \cos^2 F \sin^2 G).$$

Contoh 2: dari Contoh 1 dapat dicari jarak antar 2 titik dengan asumsi bumi berbentuk elipsoidal sebagai berikut

$$F = \frac{\left(\frac{-7.197792}{180}\pi\right) + \left(\frac{-7.105816}{180}\pi\right)}{2}$$

$$= -0.1248225,$$

$$G = \frac{\left(\frac{-7.197792}{180}\pi\right) - \left(\frac{-7.105816}{180}\pi\right)}{2}$$

$$= -0.000802642,$$

$$\lambda = \frac{\left(\frac{110.251935}{180}\pi\right) - \left(\frac{110.367978}{180}\pi\right)}{2}$$

$$= -0.001012666,$$

$$S = \sin^2(-0.000802642)\cos^2(-0.001012666) + \cos^2(-0.1248225)\sin^2(-0.001012666) = 1.653831 \times 10^{-6},$$

$$C = \cos^2(-0.000802642)\cos^2(-0.001012666) + \sin^2(-0.1248225)\sin^2(-0.001012666) = 0.9999983,$$

$$\omega = 0.001286014,$$

$$R = \sqrt{\frac{(1.653831 \times 10^{-6})(0.9999983)}{0.001286014}} = 0.9999989,$$

dengan ω dalam radian,

$$D = 2(0.001286014)(6378.14) = 16.40475,$$

$$H_1 = \frac{3(0.9999989) - 1}{2(0.9999983)} = 1,$$

$$H_2 = \frac{3(0.9999989) + 1}{2(1.653831 \times 10^{-6})} = 1209313,$$

sehingga diperoleh jarak antar dua titik $s = 16.36342 \text{ km}$.

d. Pendekatan Segitiga Sferik

Metode ini digunakan untuk menghitung luas Kabupaten Semarang, Jawa Tengah, yang merupakan pengembangan dari metode pendekatan segitiga. Dalam makalah Alivah, et al. (2016, p.451) tidak menggunakan metode pendekatan segitiga sferik karena lahan yang menjadi objek penelitian relatif sempit. Berikut adalah metode pendekatan segitiga sferik dengan memisalkan a, b, c sebagai panjang sisi-sisi dari segitiga sferik $\triangle ABC$ pada luasan bola yang berjari-jari R yang terletak berturut-turut di hadapan titik-titik sudut A, B, C (Sangadji, 2009, pp. 1034-1039). Luas segitiga sferik adalah

$$|\triangle ABC| = R^2(\alpha + \beta + \gamma - \pi)$$

dengan $\alpha = \angle A, \beta = \angle B, \gamma = \angle C$ dalam radian maka

$$\alpha = \frac{\left(\arccos\left(\frac{\cos c - \cos a \cos b}{\sin a \sin b}\right)\right)}{180} \pi,$$

$$\beta = \frac{\left(\arccos\left(\frac{\cos b - \cos c \cos a}{\sin a \sin c}\right)\right)}{180} \pi,$$

$$\gamma = \frac{\left(\arccos\left(\frac{\cos c - \cos a \cos b}{\sin a \sin b}\right)\right)}{180} \pi.$$

Misalkan diketahui koordinat $A(-7.197792, 110.251935), B(-7.105816, 110.367978), C(-7.351463, 110.382497)$ seperti pada Gambar 2 dengan jari-jari bumi $R=6.371$. Dengan mengasumsikan bumi berbentuk bola

maka diperoleh jarak $AB=16.38639$ km, $BC=27.36162$ km, $AC= 22.34655$ km, sehingga diperoleh

$$a1 = \cos \left(\frac{\left(\frac{AB}{180} \pi \right)}{\frac{2\pi R}{360}} \right) = 0.99999669,$$

$$b1 = \cos \left(\frac{\left(\frac{BC}{180} \pi \right)}{\frac{2\pi R}{360}} \right) = 0.99999078,$$

$$c1 = \cos \left(\frac{\left(\frac{AC}{180} \pi \right)}{\frac{2\pi R}{360}} \right) = 0.99999385,$$

$$a2 = \sin \left(\frac{\left(\frac{AB}{180} \pi \right)}{\frac{2\pi R}{360}} \right) = 0.002572025,$$

$$b2 = \sin \left(\frac{\left(\frac{BC}{180} \pi \right)}{\frac{2\pi R}{360}} \right) = 0.0042946996,$$

$$c2 = \sin \left(\frac{\left(\frac{AC}{180} \pi \right)}{\frac{2\pi R}{360}} \right) = 0.0035075349,$$

sehingga α, β, γ adalah

$$\alpha = \arccos \left(\frac{a1 - b1 \cdot c1}{\frac{b2}{c2}} \right),$$

$$= 0.64184866$$

$$\beta = \arccos \left(\frac{b1 - c1 \cdot a1}{\frac{a2}{c2}} \right),$$

$$= 1.5445452$$

$$\gamma = \arccos \left(\frac{c1 - b1 \cdot a1}{\frac{a2}{b2}} \right)$$

$$= 0.95520325.$$

Akibatnya

$$|\Delta ABC| = (6.371)^2 (0.64184866 + 1.5445452 + 0.95520325 - \pi)$$

$$= 183.02723 \text{ km}^2.$$

e. Perhitungan Luas Lahan

Perhitungan luas dapat dilakukan dengan membagi lahan pada peta dalam beberapa persegi panjang seperti pada Gambar 2, yaitu dengan mengambil dua titik pada batas atas maupun batas bawah lahan. Berikutnya persegi panjang dibagi menjadi dua segitiga dan dihitung menggunakan metode pendekatan segitiga sferik dengan mengasumsikan bumi berbentuk bola dan elipsoida seperti pada Contoh 1 dan Contoh 2.

f. Data berupa Titik-titik Koordinat dari Kabupaten Semarang



Gambar 2. Simulasi 4 titik koordinat pada bagian batas atas dan 4 titik koordinat pada bagian batas bawah Kabupaten Semarang

Tabel 1 dan Tabel 2 merupakan pengambilan titik-titik tepi Kabupaten Semarang sebanyak 4 titik koordinat pada bagian batas atas dan batas bawah yang berupa garis lintang dan garis bujur.

Tabel 1. Titik-titik Koordinat Batas Atas Kabupaten Semarang

No.	Garis Lintang	Garis Bujur
1.	-7.197792	110.251935
2.	-7.105816	110.367978
3.	-7.129664	110.525220
4.	-7.197792	110.589765

Tabel 2. Titik-titik Koordinat Batas Bawah Kabupaten Semarang

No.	Garis Lintang	Garis Bujur
-----	---------------	-------------

1.	-7.197792	110.251935
2.	-7.351463	110.382497
3.	-7.420239	110.512960
4.	-7.197792	110.589765

Data pada Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3 dan Tabel 4 diambil pada tanggal 23 November 2016 dengan menggunakan bantuan *Google Maps*.

Analog dengan perhitungan pada contoh segitiga sferik, maka diperoleh luas *ABDFGEC* dengan asumsi bumi berbentuk bola sebesar 775.60813 km^2 . Perhitungan juga dapat dilakukan dengan mengasumsikan bumi berbentuk elipsoidal. Langkah-langkah perhitungan ini diterapkan untuk menghitung luas lahan dengan 31 titik koordinat. Hasil luas yang diperoleh dibandingkan dengan luas acuan.

Berikut adalah data lengkap dari lahan yang menjadi objek perhatian yang terdiri dari 31 titik koordinat batas atas dan batas bawah.

Tabel 3. Titik-titik Koordinat Batas Atas Kabupaten Semarang

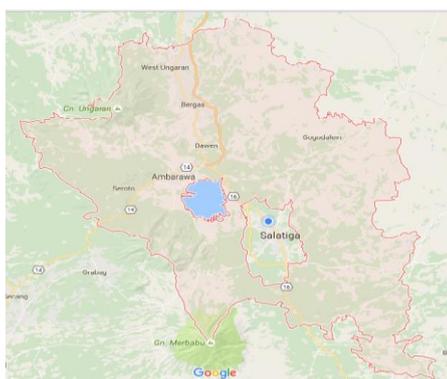
No.	Garis Lintang	Garis Bujur
1.	-7.197792	110.251935
2.	-7.197792	110.262253
3.	-7.199155	110.273908
4.	-7.193024	110.285581
5.	-7.193024	110.293821
6.	-7.195067	110.310987
7.	-7.178036	110.322660
8.	-7.172586	110.335019
9.	-7.107860	110.354245
10.	-7.105816	110.367978
11.	-7.109905	110.378278
12.	-7.113311	110.394071
13.	-7.108542	110.409177
14.	-7.097640	110.422223
15.	-7.091507	110.433896
16.	-7.089463	110.449689
17.	-7.079242	110.464795
18.	-7.086738	110.477842
19.	-7.092870	110.494321
20.	-7.122169	110.508054
21.	-7.129664	110.525220
22.	-7.128301	110.536206
23.	-7.135796	110.547879
24.	-7.191661	110.558866
25.	-7.198474	110.575345
26.	-7.197792	110.589765
28.	-7.194386	110.602124
29.	-7.214823	110.610797
30.	-7.237302	110.624784
31.	-7.246157	110.637830

Tabel 4. Titik-titik Koordinat Batas Bawah Kabupaten Semarang

No.	Garis Lintang	Garis Bujur
1.	-7.197792	110.251944
2.	-7.216604	110.258901
3.	-7.252025	110.269887
4.	-7.265648	110.290487
5.	-7.275184	110.308340
6.	-7.291531	110.322072
7.	-7.294255	110.324819
8.	-7.325584	110.341299
9.	-7.325584	110.356405
10.	-7.329670	110.368764
11.	-7.351463	110.382497
12.	-7.360997	110.398977
13.	-7.399130	110.409963
14.	-7.429090	110.423696
15.	-7.449516	110.435369
16.	-7.428409	110.449102
17.	-7.410025	110.460775
18.	-7.401854	110.475881
19.	-7.407301	110.489614
20.	-7.410025	110.502660
21.	-7.420239	110.512960
22.	-7.434537	110.523260
23.	-7.432494	110.539739
24.	-7.447473	110.551412
25.	-7.423643	110.565837
26.	-7.429090	110.582998
28.	-7.475388	110.593297
29.	-7.486280	110.606344
30.	-7.485600	110.618017
31.	-7.491046	110.635869

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Dalam penentuan luas lahan Kabupaten Semarang metode yang digunakan adalah metode pendekatan segitiga sferik. Titik-titik koordinat pada Tabel 3 dan Tabel 4 diolah dengan menggunakan bantuan $R_{i386.3.3.1}$ untuk memperoleh luas lahan yang menjadi perhatian. Pada perhitungan ini, dengan mengasumsikan bumi berbentuk bola luas Kabupaten Semarang diperoleh luas lahan sebesar 1084.7176 km^2 . Sedangkan luas lahan dengan asumsi bumi berbentuk elipsoidal diperoleh luas lahan sebesar 1080.0402 km^2 .



Gambar 3. Kabupaten Semarang, Jawa Tengah

Luas lahan yang diperoleh dikurangi dengan luas Kota Salatiga dengan luas lahan sebesar 56.781 km^2 (BPS, 2016, p.3) dan Rawa Pening luas lahan sebesar 26.7 km^2 (Wikipedia, 2016) yang bukan merupakan bagian dari Kabupaten Semarang seperti yang terlihat pada Gambar 3. Kedua lahan tersebut berada dalam batas wilayah Kabupaten Semarang namun bukan termasuk wilayah Kabupaten Semarang, sehingga diperoleh luas Kabupaten Semarang dengan mengasumsikan bumi berbentuk bola sebesar 1001.2366 km^2 dan untuk asumsi bumi berbentuk elipsoida sebesar 996.5592 km^2 .

Apabila dilakukan pengambilan titik-titik koordinat selama 5 hari berturut-turut (25-29 November 2016) dengan mengasumsikan bumi berbentuk bola dan elipsoida diperoleh luas rata-rata dan standar deviasi seperti yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Luas Rata-rata dan Standar Deviasi Kabupaten Semarang

Hari	Luas	
	Bola (km^2)	Elipsoida (km^2)
1.	1001.2366	996.5592
2.	1025.1306	1020.2269
3.	1002.4941	998.9079
4.	1063.1154	1054.3709
5.	996.4579	991.7889
Rata-rata	1017.6869	1012.3708
S Deviasi	27.70945	25.8872

Hasil perhitungan luas lahan yang diperoleh dibandingkan dengan luas yang diperoleh dari data Badan Pusat Statistik (BPS) kabupaten Semarang sebesar 950.21 km^2 (BPS, 2016) dan berdasarkan perhitungan menggunakan *Google Maps* sebesar 993.689 km^2 . Terdapat selisih luas antara hasil perhitungan dengan luas yang menjadi pembanding. Selisih antara perhitungan

menggunakan metode pendekatan segitiga sferik dan data dari BPS kabupaten Semarang dengan mengasumsikan bumi berbentuk bola adalah 51.0266 km^2 dan berbentuk elipsoida adalah 46.3492 km^2 . Sedangkan selisih antara perhitungan menggunakan metode pendekatan segitiga sferik dan perhitungan menggunakan *Google Maps* dengan asumsi bumi berbentuk bola sebesar 7.5476 km^2 dan berbentuk elipsoida sebesar 2.8702 km^2 . Pada penelitian ini yang menjadi luas acuan adalah perhitungan berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Semarang. Berdasarkan luas acuan diperoleh prosentase luas Kabupaten Semarang yang dihitung menggunakan metode pendekatan segitiga sferik dengan asumsi bumi berbentuk bola adalah 5.37% lebih banyak dari luas acuan dan berbentuk elipsoida adalah 4.88% lebih banyak dari luas acuan. Dengan tingkat kepercayaan 95% maka diperoleh interval kepercayaan dengan asumsi bumi berbentuk bola sebesar 1005.6047 untuk batas bawah dan 1029.7691 untuk batas atas. Sedangkan untuk asumsi bumi berbentuk elipsoida diperoleh interval kepercayaan dengan batas bawah sebesar 1001.0831 dan batas atas sebesar 1023.6585.

Pada penelitian ini, metode pendekatan segitiga sferik tidak selalu bisa digunakan karena apabila jumlah sudut dalam koordinat segitiga sferik secara praktis lebih kecil dari π , maka hasil perhitungan tidak akurat, sehingga metode ini hanya bisa digunakan untuk lahan yang relatif lebih luas seperti pada lahan Kabupaten Semarang. Luas lahan yang digunakan BPS Kabupaten Semarang mungkin menggunakan jarak *Euclid* yang tidak mengasumsikan bumi berbentuk bola tetapi berupa bidang datar, sehingga luas lahan berdasarkan data dari BPS Kabupaten Semarang lebih kecil dari hasil perhitungan luas lahan menggunakan metode pendekatan segitiga sferik.

Aplikasi *Google Maps* juga dapat dimanfaatkan untuk menghitung jarak antar dua titik (Ibrahim & Mohsen, 2014), namun akurasi titik pada *Google Maps* tidak konstan melainkan selalu berubah-ubah dari waktu ke waktu (Mohammed, et al., 2013). Hal lain yang

mempengaruhi ketepatan pengambilan titik-titik koordinat pada *Google Maps* adalah saat mengklik kursor kuat atau tidaknya saat kita mengklik (Devi, et al., 2016). Selain daripada itu, hasil pengukuran yang dilakukan tidak selalu persis sama, karena hal ini dipengaruhi oleh permukaan tanah, semakin datar lahan yang diukur maka tingkat kesalahan perhitungan akan semakin kecil (Yunita, et al., 2013).

D. Simpulan dan Saran

Simpulan

Perhitungan luas Kabupaten Semarang menggunakan metode pendekatan segitiga sferik dengan asumsi bumi berbentuk bola dan elipsoidal sebesar 1001.2366 km^2 dan 996.5592 km^2 . Prosentase perhitungan luas lahan dengan asumsi bumi berbentuk bola dan elipsoidal berturut-turut adalah 5.37% lebih banyak dari luas acuan dan 4.88% lebih banyak dari luas acuan.

Saran

Penelitian ini dapat dikembangkan dengan menggunakan metode lain yang mungkin lebih baik dari metode pendekatan segitiga sferik.

E. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Indonesia untuk pendanaan penelitian dengan skema Hibah Kompetensi No. 001/K6/KL/SP/PENELITIAN/2016.

F. Daftar Pustaka

- Alivah, E., Setiawan, A. & Sedyono, E. (2016). Penentuan luas lahan dengan bantuan Google Earth. *Prosiding, Seminar Nasional 3rd CGISE dan FIT ISI yang diselenggarakan oleh FTek UGM, tanggal 27 Oktober 2016*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- BPS Kabupaten Semarang, (2016). *Kabupaten Semarang dalam Angka 2016*. Kab. Semarang: BPS Kabupaten Semarang.
- BPS Kota Salatiga, (2016). *Kota Salatiga dalam Angka 2016*. Salatiga: BPS Kota Salatiga.
- Devi., Setiawan, A. & Sedyono, E. (2016). Penentuan luas lahan datar dengan metode pendekatan lingkaran berbasis *Google Earth/Google Maps*. *Telah dipresentasikan di Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika 2016 yang diselenggarakan oleh FKIP UNS, tanggal 16 November 2016*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Ibrahim, O., Mohsen, K., (2014). Design and Implementation an Online Location Based Services Using Google Maps for Android Mobile. *International Journal of Computer Networks and Communications Security*, 2(3), 113-118.
- Mahdia, F., Noviyanto, F., (2013). Pemanfaatan Google Maps Api untuk Pembangunan Sistem Informasi Manajemen Bantuan Logistik Pasca Bencana Alam Berbasis *Mobile Web* (Studi Kasus: Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Yogyakarta). *Jurnal Sarjana Teknik Informatika Universitas Ahmad Dahlan*, 1(1), 162-171.
- Meeus, J. (1998). *Astronomical Algorithm*. (2th ed.). USA: Williman-Bell, Inc.
- Mohammed, N., Ghazi, A. & Mustafa, H. (2013). Positional Accuracy Testing Of Google Earth. *International Journal Of Multidisciplinary Sciences & Engineering*, 4(6), 6-9.
- Sangadji. (2009). Formula Heron: Tinjauan di Geometri Euclid dan Geometri Sferik. *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika "Pembelajaran Matematika dan Aplikasinya" yang diselenggarakan oleh Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY, tanggal 05 Mei 2009*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta
- Setiawan, A., Sedyono, E. & Alivah, E. (2016). The Use of Google Maps and Circle Approach Method in Land Area Measurement. *Telah dipresentasikan di Internasional Conference On Theoretical and Applied Statistics yang*

diselenggarakan oleh ITS Surabaya, tanggal 19-20 Oktober 2016 . Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Yunita, A., Suprayogi, A., & Hania'ah. (2011). Kajian Ketelitian Pemanfaatan Citra Quickbrid Pada Google Earth Untuk Pemetaan Bidang Tanah (Studi Kasus : Kabupaten Karanganyar). *Jurnal Geodesi UNDIP*, 2 (2), 38-53.

Wikipedia. (2016). *Rawa Pening*. Diakses tanggal 26 November 2016 dari https://id.wikipedia.org/wiki/Rawa_Pening.