

PENERAPAN METODE KERUCUT TERPANCUNG DAN BUJUR SANGKAR DALAM PERHITUNGAN LUAS LAHAN BERKONTUR MENGGUNAKAN BANTUAN MEDIA INFORMASI *GOOGLE EARTH/GOOGLE MAPS*

Evania Nur Alivah¹, Adi Setiawan¹, Eko Sedyono²

¹Progam Studi Matematika (Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana)

²Progam Studi Magister Sistem Informasi (Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Satya Wacana)
662013601@student.uksw.edu

Abstrak: Makalah ini membahas tentang perhitungan luas lahan dengan memperhatikan kontur pada Pulau Gili Trawangan di NTB dan lahan PT Perkebunan Nasional (PTPN) IX Getas dengan asumsi Euclid pada permukaan bumi datar dan pada permukaan elipsoidal menggunakan metode kerucut terpancung dan metode bujur sangkar. Hasil perhitungan menggunakan metode kerucut terpancung diperoleh 356,4557 ha dan 352,734 ha untuk pulau Gili Trawangan sedangkan untuk lahan PTPN diperoleh 28,1444 ha dan 27,9325 ha. Metode bujur sangkar diperoleh hasil 349,6237 ha dan 349,5990 ha untuk pulau Gili Trawangan sedangkan 25,6006 ha dan 25,5468 ha untuk PTPN. Informasi yang didapat dari PTPN IX Getas luas lahan karet adalah 22,09 ha dan dari Direktorat Jendral Kelautan, Pesisir dan Pulau-pulau Kecil Kementerian Kelautan dan Perikanan luas pulau ± 340 ha. Informasi Google Maps 23,9225 ha untuk kebun karet dengan standar deviasi 0,1932 ha untuk pulau Gili Trawangan didapat 346,0451 ha dengan standar deviasi 0,7840 ha. Hasil perbandingan antara perhitungan dan acuan diperoleh lebih dari 100%. Perbedaan hasil perhitungan dapat disebabkan oleh penempatan titik koordinat pada Google Earth pada waktu mengklik mouse dan kuat-tidaknya signal / jaringan saat pengambilan koordinat, selain itu koordinat pada Google Earth selalu berubah dan tidak ada yang sama serta luas daerah observasi. Hal tersebut menyebabkan perbedaan dalam pengambilan data, sehingga menyebabkan hasil perhitungan yang berbeda pula.

Kata kunci: Elipsoidal, *Google Earth*, Kontur, Metode Kerucut Terpancung, Metode Bujur Sangkar

PENDAHULUAN

Bumi merupakan sebuah planet yang sering digambarkan sebagai bola. Pada dasarnya bumi lebih cenderung berbentuk bulatan ceper yang tertekan pada kutub-kutubnya atau biasa disebut elipsoidal, jari-jari bola selalu konstan di semua permukaan bola, namun jari-jari bumi atau lebih tepatnya jarak dari permukaan ke pusat bumi tidak sama di semua tempat. Jarak dari permukaan ke pusat bumi mencapai nilai maksimum di ekuator (garis katulistiwa) dan minimum di kutub sehingga menyebabkan bumi merupakan elipsoidal (Meeus, 1998).

Pada dasarnya topografi di bumi tidak rata (berkontur) mempunyai ketinggian dan kemiringan yang berbeda sehingga mempengaruhi saat perhitungan suatu luas wilayah.

Dalam menghitung luas suatu wilayah dengan memperhatikan kontur ini menggunakan bantuan *Google Earth*. *Google Earth* merupakan media penyedia informasi berupa koordinat garis lintang dan garis bujur digunakan untuk menentukan luas suatu lahan. Program ini memetakan bumi dari superim. Posisi gambar yang dikumpulkan dari pemetaan satelit, fotografi udara dan globe GIS (Thankachan, et al., 2013). Pada paper sebelumnya penulis telah melakukan penelitian pada lahan kebun karet yang sama menggunakan metode segitiga dan bujur sangkar, namun dengan mengabaikan ketinggian dari lahan yang menjadi obyek (Alivah, dkk., 2016).

Dalam makalah ini, akan dipresentasikan bagaimana menentukan luas menggunakan metode kerucut terpancung dan metode bujur sangkar pada peta lahan perkebunan karet pada Afdeling Tembir sub Sembir petak Pendowo TBM 2015 PT. Perkebunan Nasional IX Getas Kabupaten Semarang, Jawa Tengah dan Pulau Gili Trawangan, Nusa Tenggara Barat dengan data koordinat titik diambil dari *Google Earth* atau *Google Maps*.

METODE PENELITIAN

Dalam pasal ini akan dibahas tentang kontur, perhitungan luas dengan metode kerucut terpancung dan metode bujur sangkar, dan data yang diperlukan dalam penelitian. Seperti pada makalah sebelumnya yang ditulis oleh penulis, makalah ini juga menggunakan bantuan *Google Earth*, Model bumi dalam elipsoida dan poligon. *Google Earth* merupakan program tiruan bumi dibuat oleh Keyhole, yang mempunyai informasi letak lokasi dalam koordinat garis lintang dan garis bujur memiliki data model elevasi ssssdigital (DEM) yang dikumpulkan oleh Misi Topografi Radar Ulang Alik NASA (Alivah, dkk., 2016). Dalam penentuan luas dengan data yang diperoleh merupakan titik maka dalam menentukan jarak antara dua titik koordinat itu terdapat dua asumsi dengan Euclid pada bidang datar dan Euclid pada permukaan elipsoida.

Menurut Aryes dan Elliot (2006) jarak Euclid dari (x_1, y_1) dan (x_2, y_2) ditulis sebagai

$$s = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (1)$$

kemudian dikalikan dengan *circumference* bumi 40.075.017 m dan 1/360 untuk mendapatkan jarak dalam meter, menurut Meeus (1998) Jarak antara dua titik pada permukaan bumi dengan menganggap bumi berbentuk elipsoida didapatkan dengan

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

dengan

$$f = \frac{1}{298,257}; a = 6378140; b = 6356755,$$

$$F = \frac{y_2 + y_1}{2}; G = \frac{y_2 - y_1}{2}; \lambda = \frac{x_2 + x_1}{2},$$

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

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

$$\tan \omega = \sqrt{\frac{S}{C}}; R = \frac{\sqrt{SC}}{\omega}; D = 2\omega a, \text{ dengan } \omega \text{ dalam radian}$$

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

a : jari-jari bumi pada ekuator,

b : jari-jari bumi pada kutub,

f : relatif error (perataan).

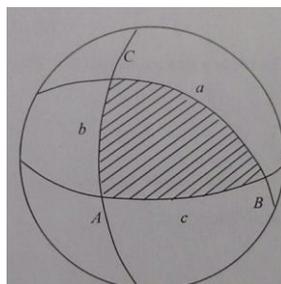
Penentuan luas suatu lahan lebih dipermudah dengan menggunakan bantuan poligon. Poligon merupakan serangkaian garis berurutan yang menghubungkan titik detail di lapangan dan mempunyai banyak sudut, selain itu untuk lahan yang tidak beraturan dapat didekati dengan suatu poligon tertutup (Alivah.dkk., 2016). Dalam penentuan luas penulis menggunakan Heron Euclid

$$L = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)} \quad (3)$$

dengan

$$s = \frac{a + b + c}{2}$$

dimana a, b, c merupakan jarak yang dibentuk antara 2 titik pada Persamaan 3. Selain itu untuk menentukan suatu luas daerah pada suatu permukaan elipsoida dapat juga menggunakan rumus Heron sferik. Dengan menggunakan pendekatan luasan kawasan pada permukaan bola dengan geometri sferik (Sangadji, 2009). Teorema formula Heron



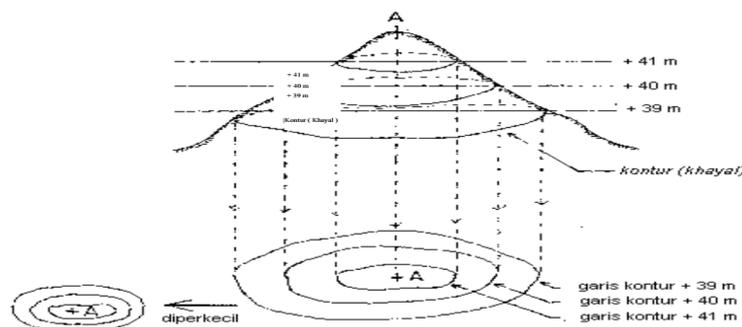
==
S

GAMBAR 1. ILUSTRASI FORMULA HERON SFERIK

seferik yang dilustrasikan pada Gambar 1 adalah “Misalkan a, b, c adalah panjang sisi dari segitiga sferik ΔABC pada luasan bola yang berjari r yang terletak berturut dihadapan titik sudut A, B, C . maka luasnya

$$|\Delta ABC| = r^2 \left\{ \arccos \left(\frac{\cos a - \cos b \cos c}{\sin b \sin c} \right) + \arccos \left(\frac{\cos b - \cos c \cos a}{\sin c \sin a} \right) + \arccos \left(\frac{\cos c - \cos a \cos b}{\sin a \sin b} \right) - \pi \right\}$$

A. Kontur



GAMBAR 2. PEMBENTUKAN GARIS KONTUR DENGAN MEMBUAT PROYEKSI GARIS TEGAK PERPOTONGAN BIDANG MENDATAR PADA PERMUKAAN BUMI

Garis kontur adalah garis khayal dilapanganyang menghubungkan titik denganketinggian yang sama atau garis konturadalah garis kontinyu diatas peta yangmemperlihatkan titik-titik diatas peta denganketinggian yang sama (Purwaamijaya, 2008). Dengan kata lain titik titik pada satu garis tersebut mempunyai ketinggian yang sama atau kontur merupakan proyeksi daerah dari tiga dimensi kedua dimensi sesuai dengan Gambar 2.

B. Perhitungan Luas

Perhitungan luas lahan dapat menggunakan beberapa metode, diantaranya metode kerucut terpancung dan metode bujur sangkar. Metode kerucut terpancung merupakan metode aplikasi dari metode segitiga. Metode segitiga merupakan metode dengan membagi lahan menjadi beberapa segitiga, sedangkan untuk metode bujur sangkar dengan membagi lahan menjadi beberapa bujur sangkar sama banyak (Alivah,dkk., 2016).

a. Metode Kerucut Terpancung

Pada metode ini penulis mengasumsikan garis-garis kontur yang membagi suatu lahan yang membentuk kerucut terpancung. Dalam perhitungan luas lahan menggunakan metode ini, penulis hanya memanfaatkan luas dari selimut kerucut.

$$L_a = \pi(R + r)a \quad (4)$$

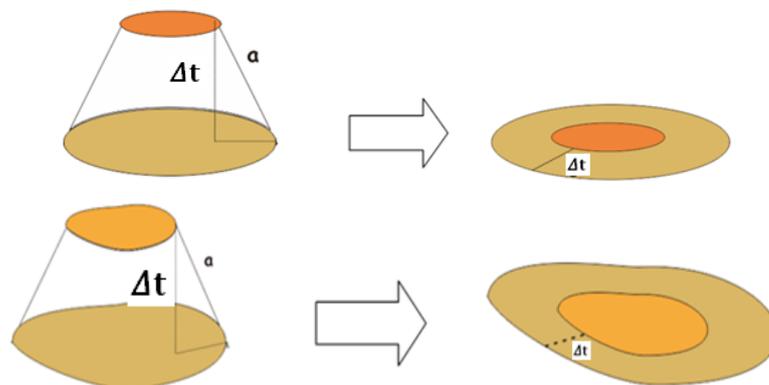
Gambar 3 merupakan ilustrasi daerah kontur di suatu lahan dengan t (ketinggian) telah diketahui. Karena daerah permukaan kontur tidak berbentuk lingkaran sempurna, sehingga menyebabkan jarak dari titik pusat ke titik batas kontur tidak sama panjang yang merupakan jari-jari. Dalam penentuan luas menggunakan metode kerucut maka jari – jari diambil rata-rata dari jarak titik pusat ke titik batas kontur.

$$R_{1,2} = \sqrt{\frac{L_{kontur}}{\pi}} \quad (5)$$

dengan $R_1 = r$ dan $R_2 = R$ merupakan jari-jari pada kontur atas dan kontur bawah. Untuk mencari panjang daerah yang miring digunakan persamaan berikut.

$$a = \sqrt{(\Delta t)^2 + (R - r)^2} \quad (6)$$

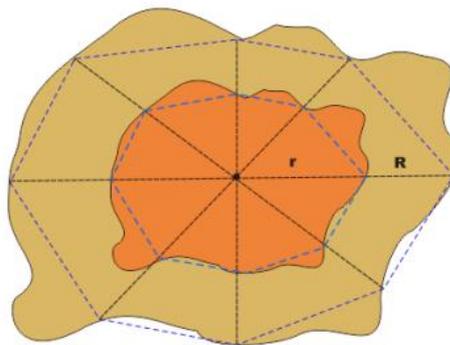
dari Persamaan 5 dan Persamaan 6 disubsitusikan ke Persamaan 4 untuk mendapatkan luas dari lahan yang mempunyai ketinggian (t) dengan sisi miring (lahan beda kontur yang diasumikan miring) a .



GAMBAR 3 ILUSTRASI KERUCUT TERPANCUNG (ATAS), DAERAH KONTUR YANG DIASUMSI BERBENTUK KERUCUT TERPANCUNG (BAWAH)

Dalam hal menentukan jari-jari rata-rata dari suatu permukaan kontur dengan mencari luas permukaan kontur. Pada metode ini luas dari tiap kontur dibawa kebentuk lingkaran untuk mendapatkan jari-jarinya. Penentuan luas permukaan kontur lebih mudah diselesaikan dengan menggunakan metode poligon. Metode poligon ini menganggap bahwa kawasan/daerah yang akan dihitung luasnya

sebagai poligondengan titik-titik sudutnya berada pada batas kawasan, didapatkan luas dari kawasan tersebut merupakan jumlahan dari segitiga yang membagi melingkar. Luas daerah dapat didekati dengan luas poligon sebagai jumlahan n segitiga dengan satu titik adalah titik pusat dan 2 titik sudutnya merupakan titik sudut poligon. Pendekatan akan makin baik jika n membesar (Setiawan, dkk., 2016) untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.



GAMBAR 4. ILUSTRASI KAWASAN KONTUR DENGAN PENDEKATAN

Hal pertama dalam penerapan metode pada menghitung suatu luas lahan berkontur adalah menentukan koordinat dan titik pusat sesuai dengan Gambar 4. Koordinat pada lahan yang akan dihitung merupakan Pulau Gili Trawangan pada ketinggian 60 *mdpl* (meter di atas permukaan laut) dan pada 40 *mdpl* ditampilkan pada Tabel 1 dengan area yang menjadi penelitian ditampilkan pada Gambar 5.

TABEL 1. DATA KOORDINAT PULAU GILI KONTUR 40MDPL DAN 60MDPL

| Titik | KONTUR 40mdpl | | KONTUR 60mdpl | |
|-----------|---------------|----------|---------------|----------|
| | Lintang | Bujur | Lintang | Bujur |
| Pusat (P) | -8,3556 | 116,0355 | -8,3556 | 116,0355 |
| 1 | -8,3550 | 116,0354 | -8,3543 | 116,0352 |
| 2 | -8,3545 | 116,0363 | -8,3534 | 116,0370 |
| 3 | -8,3550 | 116,0366 | -8,3543 | 116,0378 |
| 4 | -8,3557 | 116,0366 | -8,3558 | 116,0376 |
| 5 | -8,3566 | 116,0358 | -8,3572 | 116,0359 |
| 6 | -8,3569 | 116,0346 | -8,3580 | 116,0339 |
| 7 | -8,3559 | 116,0349 | -8,3564 | 116,0340 |
| 8 | -8,3555 | 116,0350 | -8,3555 | 116,0343 |



GAMBAR 5. DAERAH KONTUR 60mdpl (DALAM) (i) DAN KONTUR 40mdpl (LUAR) (ii) PULAU GILI TRAWANGAN

Dari data pada Tabel 1 dapat dihitung jarak antara titik-titik pada garis kontur ke pusat dengan asumsi pada permukaan datar dan pada permukaan elipsoidal. Perhitungan jarak dengan asumsi permukaan datar diselesaikan menggunakan Persamaan 1, jarak pusat ke 1 pada 60mdpl $P (-8,3556;116,0355)$; 1 $(-8,3550;116,0354)$

$$s = \sqrt{(-8,3556 - (-8,3550))^2 + (116,0354 - 116,0355)^2} \times \frac{40075017}{360}$$

$$= 67,7130$$

Dengan cara yang sama digunakan untuk mencari jarak antara dua titik dengan asumsi permukaan datar. Dengan asumsi permukaan elipsoidal menggunakan Persamaan 2 didapatkan.

$$F = \frac{1160355 + 1160354}{2} \frac{\pi}{180} = 2,0251 \quad S = 0,4426$$

$$G = \frac{1160355 - 1160354}{2} \frac{\pi}{180} = 0,000008 \quad C = 0,5573$$

$$\omega = 0,7279; R = 0,6823;$$

$$D = 9285460$$

$$H_1 = 0,2918; H_2 = 0,6743,$$

$$\lambda = \frac{-8,3556 + (-8,3550)}{2} \frac{\pi}{180} = -0,1458$$

$$s = 9285460 \left(\frac{1}{298,257} 0,2918 \sin^2(2,0251) \cos^2(0,0000008) - \frac{1}{298,257} 0,6743 \sin^2(2,0251) \cos^2(0,0000008) \right) = 67,6985$$

Dan didapatkan hasil jarak antara dua titik dengan asumsi pada permukaan elipsoidal adalah 67,6985 dengan cara yang sama digunakan untuk mencari jarak antara dua titik yang lain. Hasil perhitungan jarak pada data yang didapat pada Tabel 1 disajikan pada Tabel 2.

TABEL 2. JARAK ANTARA 2 TITIK

| Titik | Datar (meter) | | Elipsoidal (meter) | |
|-------|----------------|---------------|--------------------|---------------|
| | Dalam (60mdpl) | Luar (40mdpl) | Dalam (60mdpl) | Luar (40mdpl) |
| P-1 | 67,7130 | 148,5187 | 67,6985 | 148,4500 |
| P-2 | 151,4109 | 296,4110 | 150,8676 | 295,4375 |
| P-3 | 139,4829 | 294,1026 | 138,3532 | 291,7609 |
| P-4 | 122,9564 | 234,8287 | 121,6707 | 232,3751 |
| P-5 | 116,2210 | 183,5928 | 116,1279 | 183,4918 |
| P-6 | 176,0116 | 321,0945 | 175,4208 | 320,0722 |
| P-7 | 74,6754 | 189,2431 | 74,0472 | 187,6943 |
| P-8 | 56,7620 | 134,0464 | 56,1868 | 132,6429 |
| 1-2 | 114,6104 | 224,0262 | 113,6903 | 222,1424 |
| 2-3 | 64,9099 | 134,0464 | 64,7328 | 133,4300 |
| 3-4 | 77,9236 | 168,4570 | 77,9292 | 168,4379 |
| 4-5 | 134,0464 | 245,1557 | 133,4297 | 243,6255 |
| 5-6 | 137,6946 | 239,7895 | 136,3288 | 237,6128 |
| 6-7 | 116,2210 | 178,4587 | 116,1279 | 178,4641 |
| 7-8 | 45,8982 | 105,6069 | 45,8730 | 105,5029 |
| 8-2 | 71,2793 | 166,9792 | 70,9900 | 166,3553 |

Luas area antara kontur 60 mdpl dan 40 mdpl didapatkan dengan menjumlahkan luas segitiga yang membagi lahan kontur sesuai dengan Gambar 5. Penyelesaian luas segitiga menggunakan Persamaan 3. jarak yang telah diketahui pada Tabel 2 (P-1,P-2,1-2) untuk kontur 60 mdpl maka luas sebuah segitiga sebagai berikut.

$$s = \frac{67,7130 + 151,4109 + 114,6104}{2} = 166,8671 \text{ m}$$

$$L = \sqrt{166,8671(166,8671 - 67,7130)(166,8671 - 151,4109)(166,8671 - 114,6104)} = 36556368 \text{ m}^2$$

dengan asumsi permukaan datar didapat luas kontur 33.830,24 m² merupakan jumlahan 8 segitiga pada Gambar 5 maka Jari-jari 103,7713m dan asumsi pada permukaan elipsoidal didapat luas kontur adalah 33.475,92 m² jari-jari 103,2265 m untuk area 60 mdpl. Dengan cara yang sama pula digunakan untuk menentukan jari-jari rata-rata pada kontur berikutnya didapatkan 201,9070 m dan 200,8469 m untuk daerah 40 mdpl. dengan selisih ketinggian pada kontur adalah 20mdpl.

Substitusikan jari-jari yang telah didapat pada Persamaan 6 dan untuk mendapatkan luas lahan pada Persamaan 6 disubstitusi ke Persamaan 4.

$$a = \sqrt{20^2 + (2019070 - 1037713)^2} = 100,153$$

$$L = \pi(2019070 + 1037713)100,153 = 96.178,5612$$

Sehingga diperoleh luas 96.178,5612 m^2 untuk asumsi permukaan datar dan 95.191,3083 m^2 untuk asumsi permukaan elipsoidal.

b. Metode Bujur Sangkar

Metode ini digunakan untuk mengukur luas lahan dengan membagi peta lahan menjadi sejumlah bujur sangkar sehingga luas daerah yang dicari dapat dihitung (Wongsotjitro, 1980).

$$L = \left(W + \frac{P}{2} \right) L_{unit} \quad (7)$$

dengan

W = Kotak yang utuh,

P = Kotak yang tidak utuh,

L_{unit} = Luas tiap kotak,

Dalam penelitian sebelumnya metode ini digunakan untuk menghitung luas lahan dengan mengabaikan ketinggian lahan, L_{unit} didapat dengan L bujur sangkar terbesar dibagi dengan jumlah bujur sangkar (Alivah,dkk.,2016). Metode ini dapat pula diterapkan pada menghitung luas dengan memperhatikan ketinggian lahan. Dengan membagi selisih ketinggian dengan jumlah kotak terbanyak diantara dua garis kontur sesuai dari Gambar 4 untuk mencari kemiringan tiap kotak digunakan rumus berikut .

$$c = \sqrt{m^2 + b^2} \quad (8)$$

$$L_{unit} = cb \quad (9)$$

dengan $m = \frac{\Delta t}{j}$, $b = \frac{A}{k}$

Δt merupakan selisih tinggi antara kontur, j merupakan jumlah kotak terbanyak yang berada dua garis kontur, k merupakan banyaknya kotak antara 2 titik secara vertikal atau horisontal, dan A merupakan panjang antara 2 titik secara vertikal atau horisontal, maka dengan demikian untuk luas tiap unit dilakukan dengan mensubstitusikan Persamaan 7 ke persamaan 8 ke Persamaan 6. Dalam area yang sama titik ujung-ujung bujur sangkar terdapat 4 yaitu (-8,35322; 116,03900), (-

8,35899; 116,03900), (-8,35899; 116,03323) dan, (-8,35322; 116,03323) sesuai Gambar 6 dapat diselesaikan pula menggunakan



GAMBAR 6. KAWASAN YANG DISELESAIKAN MENGGUNAKAN METODE BUJUR SANGKAR

metode ini dengan tahapan sebagai berikut. Dengan menggunakan Persamaan 1 dan Persamaan 2 untuk mencari jarak, karena metode yang digunakan metode bujur sangkar sehingga jarak titik-titik yang berurutan adalah 642,3134 untuk asumsi permukaan datar, sedangkan untuk asumsi elipsoidal didapatkan 642,2907. Dengan jumlah bujur sangkar yang membagi sebanyak 256, selisih ketinggian 20 m, dan dengan jumlah bujur sangkar terbanyak yang berada pada antara kontur adalah 4 buah .

$$b = \frac{642,3134}{16} = 40,1445m$$

$$c = \sqrt{\left(\frac{20}{4}\right)^2 + 40,1445^2} = 40,4547$$

$$L_{unit} = 40,1445 \times 40,4547 = 1624,0401$$

$$L = \left(37 + \frac{62}{2}\right) \times L_{unit} = 1104347,293$$

Dengan cara yang sama pula diselesaikan untuk menggunakan asumsi pada permukaan elipsoidal. Hasil Perhitungan pada Gambar 6 mempunyai luas 11.0434,7293 m² untuk permukaan datar dan 11.0426,9676 m² untuk permukaan elipsoidal.

Data yang diperoleh merupakan data koordinat yang diambil menggunakan *Google Earth*. Daerah yang dijadikan penelitian adalah kawasan perkebunan karet afdeling Tembir, sub Sembir, petak Pandawa, Kab. Semarang milik PT Perkebunan Nasional IX

(PTPN IX) Getas dan pulau Gili Trawangan di Nusa Tenggara Barat (NTB).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menentukan luas kebun karet dan Pulau Gili Trawangan diusulkan menggunakan metode kerucut terpancung dan metode bujur sangkar. Kedua metode tersebut dapat dijelaskan berikut ini



GAMBAR 7. DAERAH OBSERVASI (i) PULAU GILI TRAWANGAN (ii) KEBUN KARET

A. Metode Kerucut Terpancung

Metode ini menganggap bahwa kawan daerah kontur yang mempunyai ketinggian yang lebih tinggi menjadi tutup, yang lebih rendah sebagai alas dan selisih ketinggian menjadi tinggi dari kerucut terpancung sesuai dengan Gambar 2. dapat disimpulkan untuk mencari rata-rata panjang jari-jari dapat digunakan Persamaan 6. Hasil perhitungan luas menggunakan metode kerucut terpancung ditampilkan pada Tabel 3.

TABEL 3. HASIL PERHITUNGAN METODE KERUCUT TERPANCUNG

| Lahan | Datar (m ²) | Elipsoida (m ²) |
|----------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Pulau Gili Trawangan | 3.564.557 | 3.527.340 |
| Kebun Karet | 281.444 | 279.325 |

Obyek yang dijadikan penelitian terdapat pada Gambar 7 (i) merupakan area Pulau Gili Trawangan di Provinsi NTB dan kebun karet di afdeing Tembir sub Sembir PTPN IX Getas Kab. Semarang. Data koordinat yang digunakan untuk menghitung sebanyak 19 titik pada 60mdpl, 33 titik pada 40mdpl, 43 titik pada 20mdpl, dan 133 titik pada 0mdpl merupakan dapa pada Pulau Gili Trawangan. 25 titik pada 600mdpl, 36 titik pada 580mdpl, 42 titik pada 560mdpl, dan 53 titik pada 540mdpl pada lahan kebun karet PTPN.

B. Metode Bujur Sangkar

Metode menggunakan cara membagi lahan menggunakan n bujur sangkar dengan melihat ketinggian sesuai Gambar 5 dengan mencari sisi yang miring tiap bujur sangkar. Metode ini diawali dengan membagi tiap kontur untuk dihitung luasnya dengan mengambil 4 titi terluar berbentuk bujur sangkar sesuai dengan Tabel 4 merupakan data koordinat pada Pulau Gili Trawangan dan Tabel 5 merupakan data koordinat pada kebun karet.

TABEL 4. DATA KOORDINAT PULAU GILI TRAWANGAN

| Area (mdpl) | Lintang | Bujur |
|--------------|---------|----------|
| kontur 60 | -8,3543 | 116,0374 |
| | -8,3576 | 116,0374 |
| | -8,3576 | 116,0341 |
| | -8,3543 | 116,0341 |
| kontur 40-60 | -8,3532 | 116,0390 |
| | -8,3590 | 116,0390 |
| | -8,3590 | 116,0332 |
| | -8,3532 | 116,0332 |
| kontur 20-40 | -8,3522 | 116,0401 |
| | -8,3599 | 116,0401 |
| | -8,3599 | 116,0324 |
| | -8,3522 | 116,0324 |
| kontur 0-20 | -8,3390 | 116,0507 |
| | -8,3619 | 116,0507 |
| | -8,3619 | 116,0278 |
| | -8,3390 | 116,0278 |

TABEL 5. KOORDINAT KEBUN KARET

| Area (mdpl) | Lintang | Bujur |
|----------------|---------|----------|
| kontur 600 | -7,2937 | 110,4986 |
| | -7,2955 | 110,4986 |
| | -7,2955 | 110,5003 |
| | -7,2937 | 110,5003 |
| kontur 580-600 | -7,2922 | 110,4975 |
| | -7,2965 | 110,4975 |
| | -7,2965 | 110,5018 |
| | -7,2922 | 110,5018 |
| kontur 560-580 | -7,2922 | 110,4959 |
| | -7,2994 | 110,4959 |
| | -7,2994 | 110,5031 |
| | -7,2922 | 110,5031 |
| Kontur 540-560 | -7,2919 | 110,4957 |
| | -7,3007 | 110,4957 |
| | -7,3007 | 110,5046 |
| | -7,2919 | 110,5046 |

Dari data di atas prosedur membagi dengan cara mebagi 2 secara horisontal dan

vertikal secara bertahap, dengan pola $2^2, 2^4, 2^6, 2^8$ dan seterusnya semakin kecil kotak yang didapat maka akan semakin teliti pula hasil yang didapatkan (Alivah, dkk., 2016). Penyelesaian pada metode ini dapat dilihat pada Tabel 5-9 dengan menggunakan Persamaan 7, Persamaan 8, dan Persamaan 9.

TABEL 5. HASIL PERHITUNGAN PULAU GILI TRAWANGAN DENGAN ASUMSI EUCLID

| Area kontur | A | b | m | c | L_unit (m ²) | W | P | Luas (m ²) |
|-------------|-----------|----------|----|----------|--------------------------|----|----|------------------------|
| 60 | 359,0053 | - | - | - | 503,4564 | 70 | 38 | 44.807 |
| 40-60 | 642,2907 | 40,1431 | 5 | 40,4547 | 1.624,0401 | 37 | 62 | 110.434 |
| 20-40 | 857,6863 | 53,6053 | 10 | 54,5320 | 2.923,3143 | 24 | 66 | 166.628 |
| 0-20 | 2544,4509 | 159,0282 | 2 | 159,0463 | 28.293,7523 | 98 | 55 | 3.174.365 |
| Jumlah | | | | | | | | 3.496.237 |

TABEL .6 HASIL PERHITUNGAN PULAU GILI TRAWANGAN DENGAN ASUMSI ELIPSOID

| Area kontur | A | b | m | c | L_unit (m ²) | W | P | Luas (m ²) |
|-------------|-----------|----------|----|----------|--------------------------|----|----|------------------------|
| 60 | 358,9926 | - | - | - | 503,4207 | 70 | 38 | 44.804 |
| 40-60 | 642,2907 | 40,1431 | 5 | 40,1929 | 1.613,4728 | 37 | 62 | 110.426 |
| 20-40 | 857,6863 | 53,6053 | 10 | 53,6426 | 2.875,5376 | 24 | 66 | 166.617 |
| 0-20 | 2544,4509 | 159,0282 | 2 | 159,0407 | 25.291,9634 | 98 | 55 | 3.174.141 |
| Jumlah | | | | | | | | 3.495.990 |

TABEL 7. HASIL PERHITUNGAN KEBUN KARET DENGAN ASUMSI EUCLID

| Area kontur | A | b | M | c | L_unit (m ²) | W | P | Luas (m ²) |
|-------------|----------|---------|-----|---------|--------------------------|----|----|------------------------|
| 600 | 194,8091 | - | - | - | 148,2445 | 63 | 32 | 11.711 |
| 580-600 | 475,4455 | 29,7153 | 3,3 | 29,9017 | 888,5400 | 60 | 34 | 68.417 |
| 560-580 | 806,2870 | 50,3929 | 2,5 | 50,4549 | 2.542,5717 | 33 | 39 | 133.485 |
| 540-560 | 986,8472 | 61,6779 | 10 | 62,4833 | 3.853,8459 | 1 | 20 | 42.392 |
| Jumlah | | | | | | | | 256.006 |

TABEL 8. HASIL PERHITUNGAN KEBUN KARET DENGAN ASUMSI ELIPSOID

| Area kontur | A | b | m | c | L_unit (m ²) | W | P | Luas (m ²) |
|-------------|----------|---------|-----|---------|--------------------------|----|----|------------------------|
| 600 | 194,8038 | - | - | - | 148,2364 | 63 | 32 | 11.710 |
| 580-600 | 475,4327 | 29,7145 | 3,3 | 29,9009 | 888,4923 | 60 | 34 | 68.413 |
| 560-580 | 806,2652 | 50,3915 | 2,5 | 50,4535 | 2.542,4343 | 33 | 39 | 133.477 |
| 540-560 | 986,8206 | 61,6762 | 10 | 61,7087 | 3.805,9639 | 1 | 20 | 41.865 |
| Jumlah | | | | | | | | 255.468 |

Dari data yang telah diperoleh berdasarkan dua metode dan dua asumsi mengenai bumi didapat selisih perhitungan, begitu pula dengan data yang diambil dari *Google Maps* dan informasi dari perusahaan PT Perkebunan Nasional (PTPN) IX Getas untuk luasan Perkebunan Karet di afdeling Tembir sub Sembir petak Pandawa TBM 2015 serta informasi dari Direktorat Jendral Kelautan, Pesisir dan Pulau-pulau Kecil Kementerian Kelautan dan Perikanan untuk luasan pulau Gili Trawangan di Provinsi Nusa Tenggara Barat. Hasil data yang diperoleh dari *Google Maps* dengan pengambilan secara berkala selama 10 hari berturut-turut dengan titik yang sama didapatkan rata-rata 23,9225 ha untuk kawasan kebun karet dan 345,9783 ha untuk pulau Gili Trawangan.

Informasi dari perusahaan untuk luasan kebun karet sebesar 22,09 ha dengan menggunakan metode tradisional menghitung jumlah pohon yang ditanam dalam suatu kawasan. Informasi dari Kementerian Kelautan dan Perikanan untuk luas pulau Gili Trawangan sebesar ± 340 ha. Presentasi hasil perhitungan dari kedua metode dengan asumsi permukaan datar dan permukaan ellipsoida dapat dilihat pada Tabel 9.

TABEL 9. PRESENTASI HASIL PERHITUNGAN TERHADAP ACUAN

| Lahan | Metode | Persentase (%) | | | |
|----------------|--------------------|--------------------|--------|------------------|--------|
| | | <i>Google Maps</i> | | <i>Informasi</i> | |
| | | Datar | Ellips | Datar | Ellips |
| Gili Trawangan | Kerucut Terpancung | 103 | 101 | 104 | 103 |
| | Bujur Sangkar | 101 | 101 | 102 | 102 |
| Kebun Karet | Kerucut Terpancung | 117 | 116 | 127 | 126 |
| | Bujur Sangkar | 107 | 106 | 115 | 115 |

Dengan standar deviasi untuk luas dari *Google Maps* pada lahan kebun karet 0,1932 ha dan 0,7840ha untuk luas pulau Gili Trawangan. Hasil yang didapat untuk perhitungan Pulau Gili Trawangan dengan acuan *Google maps* dan Informasi sudah cukup bagus karena hasil perhitungan kurang dari 5% dengan kedua metode dan asumsi. Hasil perhitungan untuk lahan kebun karet hasilnya melebihi 5% ini disebabkan karena luas lahan yang sempit dan batas lahan memotong kontur, dengan informasi yang didapat dari PTPN perhitungan lebih dari 14% dikarenakan dalam perhitungan luas perusahaan hanya menghitung jumlah pohon yang ditanam sehingga tidak ada acuan yang tepat untuk lahan tersebut. Prosentase perhitungan luas wilayah/lahan melebihi 100% karena menggunakan residual yaitu menganalisis data sampel dengan pembandingan acuan merupakan nilai dugaan (*predicted value*).

Dapat pula untuk menghitung luas suatu kawasan atau lahan pada permukaan elipsoida menggunakan pendekatan luasan kawasan pada permukaan bola dengan geometri sferik (Sangadji, 2009). Rumus Heron sferik ini tidak dapat diterapkan pada lahan yang sempit dan yang selisih koordinat tidak lebih dari 1 derajat. Sehingga dalam penelitian ini penulis menggunakan formula Heron Euclid Persamaan 3.

Dalam pengukuran tidak ada hasil yang sama persis hal ini disebabkan kerataan permukaan tanah, pada dasarnya apabila permukaan tanah semakin tinggi kelerengannya atau kemiringannya, akan semakin besar tingkat kesalahan pada kemiringannya, dan apabila permukaan semakin datar maka tingkat kesalahan semakin kecil (Yunita, dkk., 2013). Selain itu juga ditentukan oleh ketepatan dalam mengambil posisi titik koordinat pada *Google Earth* pada waktu mengklik *mouse* dan kuat-tidaknya signal / jaringan saat pengambilan koordinat. Koordinat pada *Google Earth* tidaklah konstan dari waktu ke waktu dan tergantung pada posisi satelit dengan lokasi lahan pada saat itu (Mohammed, 2015), sehingga menyebabkan pengambilan data pada saat sekarang akan berbeda dengan pengambilan data pada waktu yang akan datang. *Google Earth* merupakan suatu media yang dapat menampilkan tempat yang sulit dijangkau, sebagai alat navigasi atau pembelajaran dengan tingkat kesalahan (*error*) mencapai 1500m (Becek dan Ibrahim, 2011). Metode yang digunakan juga dapat mempengaruhi perhitungan, dalam metode ini semakin banyak segitiga yang dibuat atau semakin rapat maka akan lebih akurat (Setiawan, dkk., 2016) begitu pula dengan metode bujur sangkar semakin banyak bujur sangkar yang membagi lahan hasilnya akan lebih akurat (Alivah, dkk., 2016).

SIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisis dan pembahasan diatas tersebut diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Luas yang didapat untuk perkebunan karet di afdeling Tembiri sub Sembir petak Pandawa TBM 2015 dengan menggunakan metode kerucut terpancung berdasarkan dua asumsi (permukaan datar dan permukaan ellips) adalah 28,1444ha dan 27,9325ha, sedangkan untuk metode bujur sangkar didapatkan hasil 25,6006ha dan 25,5468ha.
2. Luas didapat untuk pulau Gili Trawangan di provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) dengan menggunakan metode kerucut terpancung berdasarkan dua asumsi (permukaan datar dan permukaan ellips) adalah 356,4557 ha dan 352,7340 ha. Sedangkan untuk metode bujur sangkar didapatkan hasil 349,6237 ha dan 349,5990 ha.
3. Luas informasi yang didapat dari *Google Maps* untuk luas lahan kebun karet dan pulau

Gili Trawangan adalah 23,9225 ha dan 346,0451ha dengan standart deviasi 0,1932 ha dan 0,7840ha

Dalam perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan acuan luas sebenarnya dari *Google Maps* seluruh perhitungan mendekati 100% begitu pula dengan informasi yang didapat. Perhitungan pada Pulau Gili Trawangan di NTB hasilnya sudah cukup bagus bila menggunakan acuan *Google Maps* dan informasi yang didapat, namun untuk lahan PTPN hasilnya cukup jauh dikarenakan tidak ada acuan yang dapat dianggap benar sehingga masih perlu dikumpulkan acuan yang lebih valid. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan

1. Menerapkan pada kontur yang tidak sederhana.
2. Menggunakan metode pendekatan penentuan luas yang lain.
3. Menerapkan pada luas lahan yang lebih luas, sehingga Heron sferik dapat diterapkan .

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, Seno. (2014).Kajian Penentuan Luas dengan Berbagai Metode.*Agri-tek*, 15(2), 48-58
- Alivah,E., Setiawan,A ., & Sedyono,E. (2016). *3rd CGISE dan FIT-ISI 2016. Penentuan Luas Lahan dengan Bantuan Google Earth*. Yogyakarta : FT-Geodesi Universitas Gadjah Mada.
- Aryes, Frank & Mendelson, Elliot. (2006). *Schaum's Outlines KALKULUS edisi keempat*. Terj. Jakarta : Erlangga.
- Becek,K., & Ibrahim,K. (2011). On The Positional Accuracy of the Google Earth® Imagery. *Spatial Information Processing Ipaper*,(4947),1-8
- Meeus,Jean.(1998). *Astronomical Algorithm 2nd ed*. USA : Williman-Bell,Inc.
- Mohammed, A. (2015) . Testing Of Google Earth Coordinate Of Points In Baghdad City. *Internasional Journar Of Science & Research* ,4(12),357-360
- Purwaamijaya, I.(2008). *Teknik Survei dan Pemetaan* .Bandung : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Setiawan,A., Sedyono,E., & Alivah, E.(2016). The Use of Google Maps and Circle Approach Method in Land Area Measurment. *Telah dipresentasikan di Seminar Internasional Conference Theory and Application of Statistic(ICTAS).19-20 oktober 2016*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Thankachan, Brijju.,Franklin., dan Teresa. (2013). Impact of Google Earth on Student Learning. *International Journal of Humanisties and Social Science*, Vol 03(21),11-16
- Wongsotjitro, Soetomo. (1980).*Ilmu Ukur Tanah*.Yogyakarta : Kanisius.
- Yunita,Antoneta., Suprayogi,Andri.,& Hania'ah. (2013). Kajian Ketelitian Pemanfaatan Citra Quickbrid Pada Google Earth untuk Pemetaan Bidang Tanah Studi kasus : Kabupaten Karanganyar. *Jurnal Geodesi UNDIP*, 02(2),38-53.