

**ANALISIS KETELITIAN LUAS METODE SIMPSON
DENGAN METODE TRAPEZOID
STUDI KASUS DAERAH ALIRAN SUNGAI KALIBARU
KALURAHAN CAWANG**

Agnes Sri Mulyani¹

¹ Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia
agnes.mulyani@uki.ac.id

Masuk:13-10-2020, revisi: 20-10-2020, diterima untuk diterbitkan: 31-10-2020

ABSTRAK

Perhitungan luas suatu daerah banyak digunakan di bidang rekayasa, baik untuk keperluan pembangunan perumahan, pajak bumi dan bangunan, maupun keperluan lainnya. Pada penelitian ini perhitungan luas dilakukan dengan studi kasus daerah aliran sungai (DAS) Kalibaru Kalurahan Cawang. Pemilihan daerah ini dimaksudkan untuk memberikan kontribusi tentang besarnya luas DAS tersebut sebagai data awal yang dapat digunakan untuk analisis dalam mengantisipasi terjadinya bencana banjir di daerah Cawang Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Simpson dibandingkan dengan metode Trapezoid dengan jarak antara dua offset sebesar 5mm. Kelebihan metode Simpson adalah penurunan rumusnya memperhitungkan luas batas tepi area yang berupa lengkung, sedangkan metode Trapezoid tidak memperhitungkan tepi batas area yang berupa lengkung. Tingkat ketelitian perhitungan luas dihitung dengan rumus kesalahan menengah. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa luas DAS Kalibaru yang dihitung dengan metode Simpson lebih besar 0.03% dibanding dengan metode Trapezoid. Persentase kesalahan menengah hasil rata-rata luas yang dihitung dengan metode Trapezoid sebesar $\pm 0.0287\%$, sedangkan kesalahan menengah hasil rata-rata luas yang dihitung dengan metode Simpson adalah sebesar $\pm 0.0261\%$, hal ini menunjukkan bahwa luas yang dihitung dengan metode Simpson lebih mendekati harga yang sebenarnya dibanding luas hasil hitungan dengan metode Trapezoid.

Kata kunci: Luas; Ketelitian; Offset; Simpson; Trapezoid

ABSTRACT

The calculation of the area is widely used in the engineering sector, for example housing development, land, property taxes, and other purposes. In this study, the calculation of the area was carried out using a case study of the Kalibaru River Basin, Cawang Village. The selection of this area is intended to contribute to the size of the watershed area as preliminary data that can be used to anticipate flood disasters in the Cawang area. There are many methods for calculating the area, but in this study the method used is the Simpson's method compared to the Trapezoid's method. The advantage of the Simpson's method is that the formula derives from taking into account the curved area of the boundary, compared to the Trapezoid's method which does not take into account the curved edge of the area. The results show that the watershed area using the Simpson's method is 0.03% greater than the Trapezoid's method. Meanwhile, the percentage of standard deviation for the mean of the area calculated by the Trapezoid's method is 0.0287%, while the percentage of standard deviation for the mean of the area calculated by the Simpson method is 0.0261%, it can be said that the result of Simpson's method close to the true magnitude compared Trapezoid's method.

Keywords: Area; Accuracy; Offset; Simpson; Trapezoid

1. PENDAHULUAN

Luas adalah jumlah areal yang terproyeksikan pada bidang horizontal dan dikelilingi oleh garis-garis batas [6]. Pengukuran luas diatas suatu peta dilakukan dengan mengabaikan selisih tinggi batas-batas yang diukur. Luas daerah atau wilayah banyak diperlukan dalam berbagai bidang sesuai dengan tujuannya. Misalnya untuk keperluan kepemilikan batas wilayah, baik itu perorangan, maupun badan hukum, instansi pemerintah maupun swasta, untuk keperluan

perhitungan pajak bumi dan bangunan, untuk keperluan perencanaan pembangunan perumahan, untuk keperluan perhitungan volume galian dan timbunan pada bidang pekerjaan Teknik Sipil, penentuan volume bendung dan lain sebagainya yang erat kaitannya dengan biaya suatu pekerjaan rekayasa, serta pekerjaan lainnya. Ketelitian luas suatu daerah sangat penting, sehingga pengukuran dan perhitungan luas suatu daerah harus dilakukan secara teliti dan seksama. Kesalahan akibat perhitungan luas dapat menyebabkan terjadinya selisih paham, atau kerugian yang dialami oleh pihak tertentu.

Kemajuan teknologi perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat menghitung parameter luas secara mudah. Namun dalam kenyataan di lapangan bisa terjadi bahwa tidak semua alat tersebut tersedia pada suatu tempat tertentu, misalnya di daerah yang terpencil, sedangkan keperluan untuk segera mendapatkan ukuran luas sangat mendesak. Pengadaan peralatan baru untuk perhitungan luas memerlukan tambahan biaya, dan juga tidak dapat tersedia dalam waktu yang singkat, sementara kebutuhan informasi tentang luas sangat dibutuhkan. Untuk mengatasi hal itu, maka dapat digunakan metode manual, walaupun sederhana akan tetapi dapat mengatasi masalah, dan tentu saja perhitungannya harus memenuhi ketelitian yang dapat dipertanggung-jawabkan. Luas DAS merupakan salah satu karakteristik fisik dari beberapa parameter DAS yang ada, yang berguna untuk mencari penyebab, dan sekaligus mengendalikan banjir pada suatu wilayah, juga merupakan tempat pengumpulan presipitasi ke suatu sistem sungai. Sebagai bentuk penerapan perhitungan luas secara sederhana, perhitungan luas ini dapat dipakai sebagai data awal untuk menganalisis keadaan sekitar DAS dalam rangka penanggulangan banjir di daerah sekitarnya.

2. METODOLOGI

Ada dua metode pengukuran luas, yaitu metode pengukuran dan perhitungan luas secara langsung, dan metode perhitungan luas secara tidak langsung. Pengukuran luas secara langsung dilakukan dengan cara mengukur langsung besaran luas yang diperlukan di lapangan. Sedangkan secara tidak langsung adalah perhitungan secara numeris dan secara grafis yang dilakukan diatas sebuah gambar atau peta. Hasil pengukuran luas secara tidak langsung tergantung ketelitian peta yang dibuat, dan ketelitian peta tergantung beberapa faktor, mulai dari pengukuran kerangka dasar pemetaan, pengukuran detil, perhitungan dan penggambaran. Kerangka dasar memainkan peran yang penting dalam pemetaan karena kerangka dasar merupakan ikatan untuk detil yang dipetakan. Kerangka dasar yang dibuat dapat diikatkan terhadap titik-titik yang diketahui atau diikatkan terhadap titik yang dicari dengan salah satu metode misalnya pemotongan kebelakang. Dalam metode pemotongan kebelakang ada empat buah besaran sudut yang terbaik yang dapat dipakai untuk menghasilkan sebuah koordinat yang teliti [5]. Hasil penelitian yang pernah dilakukan terdahulu adalah membandingkan ketelitian hasil pengukuran luas suatu daerah dengan menggunakan alat planimeter, dibandingkan dengan metode pembagian segitiga (Rumus Helon), menyebutkan bahwa penyimpangan pengukuran luas dengan menggunakan alat planimeter adalah 2% – 17%, sedangkan dengan menggunakan rumus Helon 3% - 6% [4]. Dalam penelitian ini metode numeris yang dipakai adalah metode perhitungan luas secara tidak langsung, yaitu pengukuran luas daerah menggunakan metode Simpson dan Trapezoid dengan studi kasus adalah daerah aliran sungai Kalibaru Kalurahan Cawang. Metode Simpson memperhitungkan kelengkungan daerah yang dihitung sehingga akan menghasilkan hitungan yang lebih baik dari metode Helon. Untuk mengetahui tingkat ketelitian perhitungan luas, maka ketelitian luas dihitung dengan rumus kesalahan menengah berdasarkan rumus dalam ilmu hitung pengamatan [3].

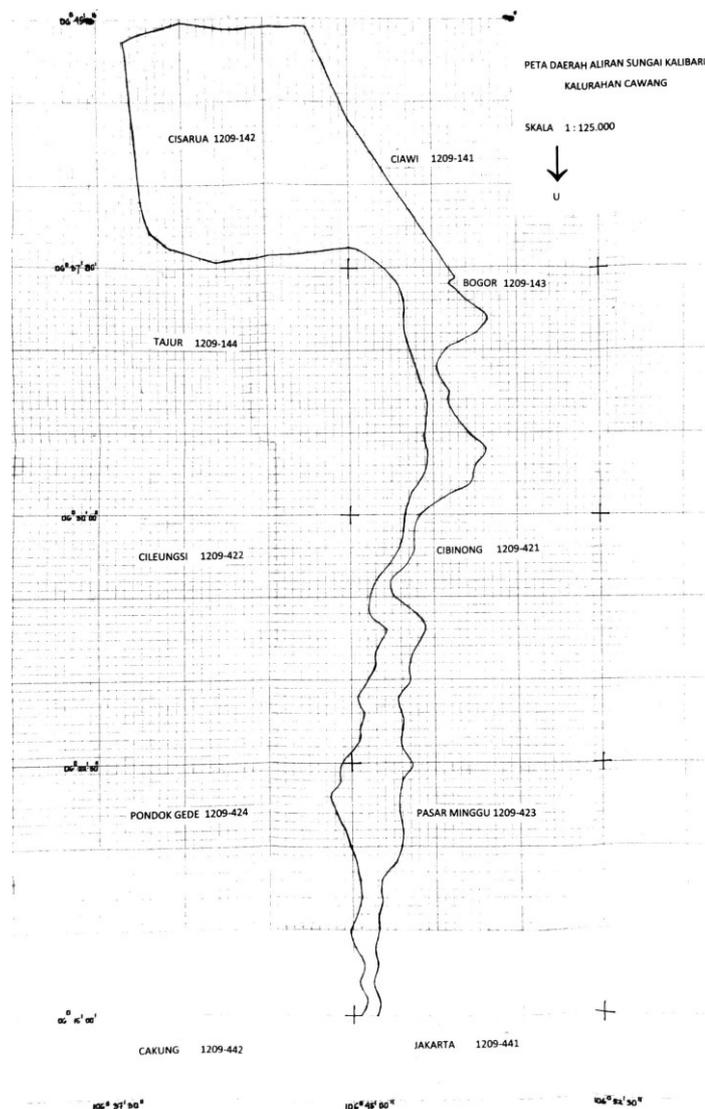
Pada penelitian ini peta dan metode yang digunakan adalah :

- a. Peta topografi daerah aliran sungai Kalibaru Kalurahan Cawang skala 1: 25.000 sebanyak 10 lembar yang diterbitkan oleh Bakosurtanal

Adapun peta-peta tersebut adalah:

- Peta lembar 1209-441
- 1209-442
- 1209-423
- 1209-424
- 1209-421
- 1209-422
- 1209-143
- 1209-144
- 1209-141

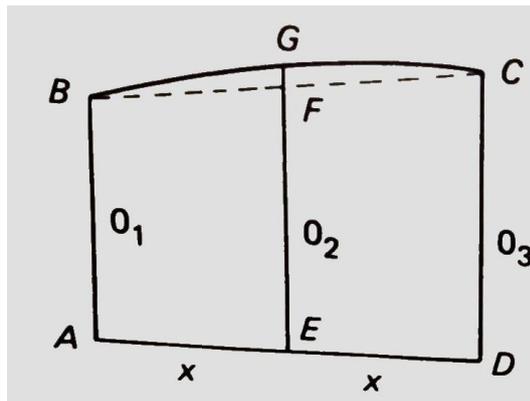
Adapun gambar DAS Kalibaru Ciliwung adalah:



Gambar 1 DAS Kalibaru Ciliwung

b. Metode perhitungan yang digunakan adalah:

- Cara $\frac{1}{3}$ Simpson : dua bagian dianggap satu set.



Gambar 2 Metode 1/3 Simpson

Secara umum perhitungan luas total dengan banyak offset:[1]

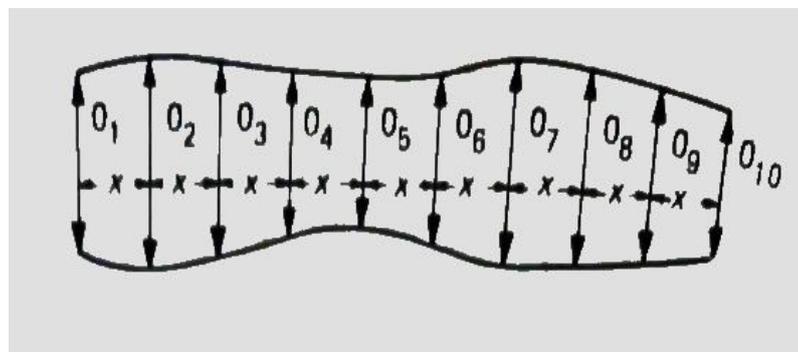
$$\text{Luas} = \frac{x}{3} (X + 2O + 4E) \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

- X: jumlah offset pertama dan terakhir
- O: jumlah sisa offset ganjil
- E: jumlah offset genap

• Cara Trapezoid

Hitungan luas dilakukan dengan membagi daerah menjadi beberapa trapesium.



Gambar 3 Trapezium

Secara umum perhitungan luas dengan metode Trapezoid: [1]

$$L = X \left\{ \frac{O_1 + O_n}{2} + O_2 + O_3 + \dots + O_{n-1} \right\} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

- X: jarak antara 2 offset
- O: tinggi offset

c. Teori Kesalahan

Kesalahan dihitung dengan rumus: [3]

$$m = \pm \sqrt{\frac{(vv)}{n-1}} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$m_x = \frac{m}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan:

m : kesalahan menengah untuk setiap kali pengukuran

v : residu

n : banyak pengamatan

m_x : kesalahan menengah hasil rata-rata

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1. Jumlah Tinggi Offset

Tinggi offset ganjil maupun tinggi offset genap diukur sebanyak tiga kali, dengan masing-masing jarak offset sebesar 5mm, kemudian tinggi offset genap dijumlahkan, demikian juga sisa tinggi offset ganjil dijumlahkan, dan hasilnya disajikan pada tabel berikut:

Tabel 1 Tinggi Offset

| Jumlah Offset | Pengukuran I | Pengukuran II | Pengukuran III |
|---------------|--------------|---------------|----------------|
| Ganjil | 7761.7 | 7767.2 | 7769.2 |
| Genap | 7737.9 | 7745.8 | 7741 |

3.2. Hasil Perhitungan Luas

Luas dengan metode Simpson dihitung dengan menggunakan rumus 2.1, sedangkan luas dengan metode Trapezoid dihitung dengan menggunakan rumus 2.2. Hasil perhitungan luas dengan kedua metode tersebut disajikan pada tabel berikut:

Tabel 2 Hasil Perhitungan Luas

| Metode | Hasil Luas I (Pengukuran I, km ²) | Hasil Luas II (Pengukuran II, km ²) | Hasil Luas III (Pengukuran III, km ²) | Luas rata-rata |
|-----------|--|--|--|----------------|
| Simpson | 242.1401042 | 242.3333333 | 242.3281250 | 242.2671875 |
| Trapezoid | 242.0804688 | 242.2875000 | 242.2453125 | 242.2044271 |

3.3. Hasil Hitungan Kesalahan Menengah

Hasil hitungan kesalahan menengah dengan metode Simpson dan metode Trapezoid dihitung dengan rumus 2.3 dan rumus 2.4, dan hasilnya disajikan pada tabel berikut:

Tabel 3 Kesalahan Menengah Luas Dengan Metode Simpson

| Luas | V | | vv |
|-------------|------|------|-------|
| | + | - | |
| 242.1401042 | 0.13 | | 0.016 |
| 242.3333333 | | 0.07 | 0.004 |
| 242.3281250 | | 0.06 | 0.004 |
| | 0.13 | 0.13 | 0.024 |

$$m = \pm \sqrt{\frac{(vv)}{n-1}} = \pm \sqrt{\frac{0.024}{2}} = 0.1095$$

$$m_x = \frac{m}{\sqrt{n}} = \frac{0.1095}{\sqrt{3}} = 0.063246$$

Hasil hitungan kesalahan menengah dengan metode Trapezoid

Tabel 4 Kesalahan Menengah Luas Dengan Metode Trapezoid

| Luas | V | | vv |
|-------------|------|------|-------|
| | + | - | |
| 242.0804688 | 0.12 | | 0.02 |
| 242.2875000 | | 0.08 | 0.007 |
| 242.2453125 | | 0.04 | 0.002 |
| | 0.12 | 0.12 | 0.029 |

$$m = \pm \sqrt{\frac{(vv)}{n-1}} = \pm \sqrt{\frac{0.029}{2}} = 0.1204$$

$$m_x = \frac{m}{\sqrt{n}} = \frac{0.1204}{\sqrt{3}} = 0.069522$$

3.4. Tinjauan Terhadap Hasil Perhitungan Luas

Berdasarkan hasil perhitungan luas pada tabel 2 luas rata-rata hasil perhitungan yang diperoleh dengan metode Simpson lebih besar dibanding dengan luas rata-rata hasil perhitungan yang dihitung dengan metode Trapezoid. Besarnya luas rata-rata yang dihitung dengan metode Simpson adalah 242.2671875 km², sedangkan besarnya luas rata-rata yang dihitung dengan metode Trapezoid adalah 242.2044271 km². Berdasarkan hitungan tersebut terdapat selisih luas sebesar 0.0627604 km² atau sekitar 62760 m² atau sama dengan 6.276

hektare. Ditinjau dari rumusnya, perhitungan luas yang menggunakan metode Simpson memperhitungkan batas daerah lengkung pada batas pinggir area, sedangkan penurunan rumus pada metode Trapezoid tidak memperhitungkan batas atau kelengkungan area metode Trapezoid hanya menggunakan rumus trapezium dengan batas berupa garis lurus, padahal luas area DAS yang dihitung batas areanya berupa lengkung. Terjadinya penumpukan sejumlah luas yang diabaikan dalam perhitungan luas dengan menggunakan metode Trapezoid, mengakibatkan adanya perbedaan luas yang dihitung dengan kedua metode tersebut. Akibatnya hasil perhitungan luas dengan metode Simpson lebih besar disbanding hasil perhitungan luas dengan metode Trapezoid. Dalam penelitian ini jarak antara dua offset adalah 5mm, berdasarkan teori, semakin kecil lebar offset, maka akan diperoleh hasil hitungan luas yang mempunyai ketelitian tinggi. Jika jarak offset diperkecil, maka hasil perhitungan dengan metode Simpson akan semakin besar dan menghampiri kondisi yang sebenarnya.

3.5. Tinjauan Terhadap Ketelitian Perhitungan Luas

Berdasarkan hasil perhitungan luas, terlihat bahwa kesalahan menengah hasil rata-rata luas yang dihitung dengan metode Simpson yaitu 0.063246 km^2 atau sama dengan 63246 m^2 lebih kecil dibandingkan dengan kesalahan menengah hasil rata-rata luas yang diperoleh dengan metode Trapezoid, yaitu sebesar 0.069522 km^2 atau sama dengan 69522 m^2 . Apabila dihitung berdasarkan nilai persentasenya, maka kesalahan menengah hasil rata-rata luas yang dihitung dengan metode Simpson adalah sebesar $\pm 0.0261\%$, sedangkan kesalahan menengah hasil rata-rata luas yang dihitung dengan metode Trapezoid sebesar $\pm 0.0287\%$. Dalam bidang pengukuran, kesalahan menengah hasil rata-rata luas ini dipakai sebagai kriteria untuk menilai ketelitian pengamatan. Akurasi atau kesaksamaan dalam pengukuran merupakan kedekatan nilai ukuran terhadap nilai yang sebenarnya. Apabila nilai ukuran semakin mendekati nilai yang sebenarnya, berarti penyimpangan atau kesalahannya semakin kecil, atau dapat dikatakan bahwa harga pengukuran semakin tinggi akurasi atau kesaksamaannya. Penurunan rumus kesalahan menengah dalam pengukuran ini didasarkan pada metode perataan pengamatan menurut Ilmu Hitung Kuadrat Terkecil, yaitu menganut prinsip jumlah kuadrat kesalahan (vv) sama dengan nol.

Jika dilihat hasil perhitungan kesalahan menengah, hasil rata-rata luas dengan metode Simpson yang mempunyai besaran berkisar 0.063246 km^2 lebih kecil dari kesalahan menengah hasil rata-rata luas dengan metode Trapezoid, yaitu sebesar 0.069522 km^2 , maka dapat dikatakan bahwa perhitungan luas yang dihitung dengan metode Simpson mempunyai nilai yang lebih mendekati harga yang sebenarnya dibandingkan dengan perhitungan luas yang dilakukan dengan metode Trapezoid. Atau rata-rata kesalahan yang dihitung dengan metode Simpson lebih mendekati nol dari pada rata-rata kesalahan yang dihitung dengan metode Trapezoid. Kesalahan akan dapat diperkecil apabila lebar atau jarak antara dua offset diperkecil, namun dalam penelitian ini agak sulit untuk melakukan hal tersebut karena dengan jarak offset kurang dari 5mm maka garis-garis akan sangat padat sekali sehingga susah dilakukan pengukuran. Kesalahan yang berhubungan dengan kesalahan kasar sudah dihilangkan dengan cara mengukur atau *self checking* kebenaran data, yang dilakukan pada pengukuran tinggi offset yang keempat. Adapun kesalahan yang terjadi pada penelitian ini kemungkinan disebabkan oleh kesalahan yang tidak teratur, yaitu kesalahan yang disebabkan oleh kurang sempurnanya alat maupun panca indera pengamat. Alat yang digunakan mempunyai tingkat kehalusan sampai dengan mm, sehingga timbul kesulitan dalam menginterpretasi besaran yang lebih atau kurang dari 1 mm, pada saat pengukuran tinggi offset.

4. KESIMPULAN

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa:

- a. Besar luas DAS yang dihitung dengan metode Simpson lebih besar 0.03% dibanding dengan metode Trapezoid. Persentase kesalahan menengah hasil rata-rata luas yang dihitung dengan metode Simpson adalah sebesar $\pm 0.0261\%$, sedangkan kesalahan menengah hasil rata-rata luas yang dihitung dengan metode Trapezoid sebesar $\pm 0.0287\%$.
- b. Perhitungan Luas dengan metode Simpson mempunyai nilai yang mendekati dengan harga yang sebenarnya.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Bannister and Raymond, 1993, Surveying, Longman Scientific and Technical, Longman Group UK Ltd, England.
- [2.] Basuki, Slamet, 2011, Ilmu Ukur Tanah, Edisi Revisi, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- [3.] Charles D., Ghilani and Paul R., Wolf, 2006, Adjustment Computation, e-book, John Wiley & Sons, Inc.
- [4.] Jaelani, Lalu Muhamad, 2003, Membandingkan Ketelitian Hasil Pengukuran Luas Daerah Menggunakan Alat Planimeter dan Metode Pembagian Segitiga (Rumus Helon) Pada Berbagai Skala, Skripsi, Teknik Geodesi/Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [5.] Mulyani, Agnes Sri and Tampubolon, Sudarno, 2020, The Best Angle In Intersection Method, <https://www.ijmret.org/>
- [6.] Sosrodarsono, Suyono, 2005, Pengukuran Topografi dan Teknik Pemetaan, Pradnya Paramita, Jakarta
- [7.] Warsono, HR, (.....), Ilmu Ukur Tanah, Dosen Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara, Jakarta.