

PENGUKURAN TOPOGRAFI DAN PERHITUNGAN CUT & FILL DENGAN ALAT GPS GEODETHIC METODE RTK NTRIP DAN PENGOLAHAN DATA DENGAN PERANGKAT LUNAK CIVIL 3D

Wisnu Hadi Utama¹⁾

- 1) Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi Indonesia
E-mail: whutama24@gmail.com

Abstrak

Kerja Praktek ini bertujuan untuk mempelajari dan mempraktikkan proses pengukuran topografi menggunakan teknologi Global Positioning System (GPS) dengan metode RTK (Real Time Kinematic) berbasis NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol) serta mengolah hasilnya menggunakan perangkat lunak Autodesk Civil 3D. Pengukuran topografi dilakukan untuk memperoleh data elevasi dan koordinat titik dengan akurasi tinggi. Data tersebut digunakan untuk perhitungan volume cut and fill sebagai dasar perencanaan pekerjaan tanah. Hasil kerja praktek menunjukkan bahwa penggunaan metode RTK NTRIP mampu meningkatkan kecepatan akuisisi data di lapangan dengan tingkat ketelitian < 5 cm, sementara pengolahan di Civil 3D mempermudah visualisasi kontur, pembuatan Digital Terrain Model (DTM), dan analisis volume pekerjaan tanah.

Kata Kunci: Topografi, GPS RTK, NTRIP, Civil 3D, Cut & Fill

Pendahuluan

Pengukuran topografi merupakan kegiatan penting dalam pekerjaan sipil, terutama pada tahap perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi. Salah satu kebutuhan utama adalah menentukan volume pekerjaan tanah berupa cut and fill. Perkembangan teknologi memungkinkan pengukuran dilakukan dengan GPS RTK berbasis NTRIP, yang memanfaatkan jaringan internet untuk mendapatkan koreksi diferensial secara real-time, sehingga menghasilkan data koordinat yang lebih akurat dan efisien. Data yang diperoleh kemudian diolah menggunakan Civil 3D untuk menghasilkan model permukaan serta perhitungan volume tanah.

Rumusan masalah adalah sebagai berikut. Bagaimana proses pengukuran topografi menggunakan GPS RTK NTRIP?, Bagaimana cara pengolahan data hasil pengukuran menggunakan Civil 3D?, Berapa volume cut and fill yang diperoleh dari hasil perhitungan Civil 3D? Tujuan dari penelitian ini adalah Melakukan pengukuran topografi dengan GPS RTK NTRIP, mengolah data pengukuran menggunakan Civil 3D , dan menghitung volume cut and fill berdasarkan data topografi. Adapun manfaat dari penelitian ini adalah memberikan pemahaman praktis penggunaan GPS RTK dalam survei topografi, memberikan pengalaman dalam pengolahan data dengan software Civil 3D, dan menyediakan data volume tanah yang bermanfaat untuk perencanaan konstruksi.

Studi Pustaka

Pengukuran topografi adalah kegiatan untuk menentukan posisi titik-titik di permukaan bumi baik dalam bidang horizontal maupun vertikal. Hasil dari pengukuran ini digunakan untuk membuat peta kontur atau model permukaan yang diperlukan dalam pekerjaan sipil, seperti perencanaan jalan, bangunan, dan perhitungan volume tanah. Menurut Ghilani & Wolf (2012), topografi yang akurat sangat penting dalam rekayasa sipil karena menjadi dasar perhitungan teknis lanjutan.

GPS (Global Positioning System) merupakan sistem navigasi satelit yang memungkinkan penentuan posisi di permukaan bumi. RTK (Real Time Kinematic) adalah metode koreksi diferensial GPS yang mampu meningkatkan akurasi hingga tingkat sentimeter secara real-time. Metode RTK berbasis NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol) memanfaatkan jaringan internet untuk mengirimkan data koreksi dari stasiun referensi ke rover (alat ukur lapangan). Menurut Hofmann-Wellenhof et al. (2008), RTK berbasis NTRIP memungkinkan survei topografi dilakukan lebih cepat dan akurat dibandingkan metode konvensional.

Cut and fill adalah proses menghitung volume tanah yang harus dipotong (cut) atau ditimbun (fill) agar tercapai elevasi rencana. Perhitungan ini dapat dilakukan dengan metode grid, cross section, maupun Digital Terrain Model (DTM). Menurut Arifianto (2019), metode DTM yang berbasis titik hasil pengukuran GPS lebih efisien karena mampu memberikan estimasi volume dengan ketelitian yang lebih baik. Cut and fill juga berfungsi sebagai dasar perencanaan biaya pekerjaan tanah dalam proyek konstruksi.

Autodesk Civil 3D adalah perangkat lunak berbasis CAD yang digunakan secara luas dalam bidang teknik sipil. Aplikasinya mencakup pemodelan permukaan (surface modeling), analisis kontur, desain jalan, hingga perhitungan cut and fill. Menurut Haanen & Rautenbach (2015), Civil 3D memiliki keunggulan dalam mengintegrasikan data survei ke dalam model 3D yang dinamis, sehingga dapat mempermudah analisis teknis dan komunikasi visual dengan pihak terkait proyek.

Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan **kuantitatif** dengan studi kasus pada pengukuran topografi di lapangan. Data dikumpulkan melalui survei langsung menggunakan *GPS RTK NTRIP*, kemudian diolah dengan perangkat lunak Civil 3D untuk memperoleh model permukaan dan perhitungan volume cut and fill. Menurut Creswell (2014), metode kuantitatif sesuai digunakan untuk penelitian teknik karena memungkinkan analisis berbasis angka dan pengukuran akurat.

Pengukuran dilakukan di lokasi proyek Rencana Perumahan Subsidi Desa Jagabaya Kecamatan Parung Panjang ,Kabupaten Bogor, Propinsi Jawa Barat dengan luasan 79.533 m² atau 7,9 Ha. Waktu pelaksanaan survei adalah pada bulan Mei 2025, dengan durasi kegiatan lapangan sekitar 3 Hari.

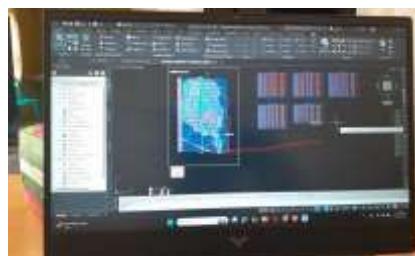
Peralatan yang digunakan meliputi:

- **GPS Leica GS14 RTK dengan sistem NTRIP** (receiver dan kontroler) untuk akuisisi data koordinat.



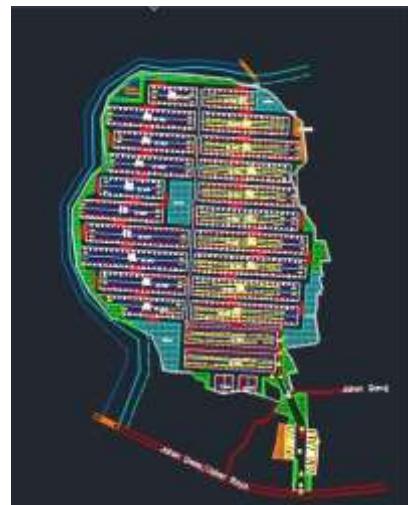
Gambar 1. GPS Leica GS14

- **Jaringan internet** (modem/ponsel) untuk menghubungkan receiver dengan server koreksi diferensial.
- **Laptop/PC dengan Autodesk Civil 3D** untuk pengolahan data.



Gambar 2. Laptop dengan autodesk CIVIL3D

- **Data sekunder** berupa peta zonasi, data desain rencana elevasi, serta literatur pendukung.



Gambar 3. Gambar siteplan dan desain elevasi

Menurut Hofmann-Wellenhof et al. (2008), penggunaan GPS RTK NTRIP memungkinkan pengukuran dilakukan secara real-time dengan akurasi tinggi, sedangkan *Autodesk Civil 3D* mendukung analisis permukaan dan volume secara cepat (Haanen & Rautenbach, 2015).

Proses penelitian dilakukan dalam tiga tahap utama:

1) Tahap Persiapan

- Menentukan area survei dan titik-titik yang akan diukur.
- Menyiapkan *receiver GPS RTK* dan memastikan koneksi *NTRIP* berfungsi dengan baik.
- Menentukan datum dan sistem koordinat sesuai standar nasional (Sistem UTM – WGS 84).

2) Tahap Pengukuran Lapangan

- Melakukan pengukuran titik topografi secara sistematis di area proyek dengan grid tertentu.

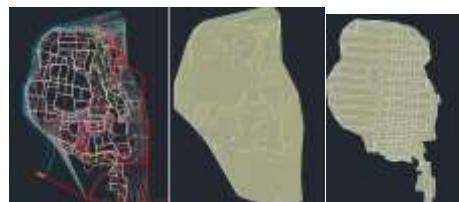


Gambar 4. Pengukuran topografi

- Data koordinat (X, Y, Z) direkam langsung oleh receiver dengan koreksi real-time dari NTRIP.
- Hasil data dieksport dalam format *CSV/Excel* untuk keperluan pengolahan.

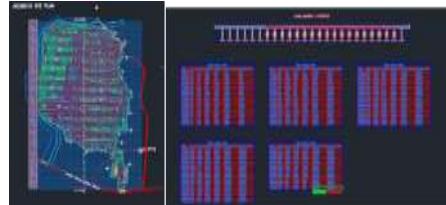
3) Tahap Pengolahan Data

- Import data titik hasil pengukuran ke *Autodesk Civil 3D*.
- Membuat **Digital Terrain Model (DTM)** dan kontur dari data topografi existing.
- Membuat model permukaan rencana (design surface).
- Melakukan perbandingan kedua permukaan untuk memperoleh volume cut and fill.



Gambar 5. Gambar kontur, data DTM existing dan elevasi rencana

Analisis dilakukan dengan membandingkan volume cut (tanah yang harus dipotong) dan fill (tanah yang harus ditimbun) berdasarkan model Civil 3D. Hasil analisis berupa tabel volume dan visualisasi 3D yang dapat digunakan untuk estimasi pekerjaan tanah dan perencanaan biaya. Menurut Arifianto (2019), metode DTM dalam Civil 3D memberikan estimasi volume yang lebih representatif dibanding metode perhitungan manual.



Gambar 6. Gambar analisis area cut & fill, dan tabel volume

Hasil dan Pembahasan

Pengukuran topografi dilakukan di lokasi proyek rencana pembangunan Perumahan Subsidi di Desa Jagabaya Kecamatan Parung Panjang Kabupaten Bogor Propinsi Jawa Barat, yang memiliki luas $\pm 7,9$ hektar. Kondisi topografi lahan bervariasi dari elevasi +60.19 m hingga +75.87 m di atas permukaan laut. Data topografi diperlukan sebagai dasar perencanaan desain tapak, termasuk penentuan elevasi rencana dan perhitungan volume pekerjaan tanah (*cut & fill*).

Menurut Ghilani dan Wolf (2012), kondisi topografi yang tidak rata berpengaruh besar terhadap perencanaan awal proyek karena berdampak langsung pada jumlah pekerjaan tanah yang diperlukan untuk meratakan lahan.

Pengukuran dilakukan menggunakan *GPS RTK NTRIP* dengan jarak grid rata-rata $10\text{ m} \times 10\text{ m}$. Sebanyak **1493 titik** diukur untuk membentuk *Digital Terrain Model (DTM)*. Hasil data lapangan menunjukkan tingkat akurasi horizontal $\pm 2\text{ cm}$ dan vertikal $\pm 4\text{ cm}$, sesuai dengan standar survei kelas pemetaan teknik (*Hofmann-Wellenhof et al., 2008*). Contoh hasil data pengukuran sebagian ditunjukkan pada Tabel 1. berikut:

Tabel 1. Data Koordinat Hasil Pengukuran dengan GPS

| Point | Easting (X) | Northing (Y) | Elevation (Z) | Description (Kode) |
|-------|-------------------|--------------------|---------------|--------------------|
| 1 | 669671.318 | 9294072.818 | 72.64 | Jl |
| 2 | 669750.5170 | 9293965.2410 | 75.871 | Jl Desa |
| 3 | 669686.623 | 9294449.849 | 61.427 | SA |
| 4 | 669683.54 | 9294461.088 | 63.279 | SH |
| 5 | 669682.104 | 9294434.507 | 64.086 | PB |
| 6 | 669684.619 | 9294443.616 | 60.19 | DS |

Data ini kemudian diimpor ke *Autodesk Civil 3D* untuk proses pemodelan permukaan. Setelah data titik diimpor, langkah selanjutnya adalah membangun **DTM (Digital Terrain Model)** untuk permukaan *existing*. *Civil 3D* secara otomatis menginterpolasi titik-titik menjadi kontur topografi. Kemudian dibuat permukaan rencana (*design surface*) berdasarkan elevasi rencana sesuai bentuk taraap kavling.

Visualisasi DTM dan kontur membantu dalam mengidentifikasi area yang membutuhkan pekerjaan tanah. Gambar 7. menunjukkan perbandingan data *existing* dan rencana.



Gambar 7. Gambar *existing* dan rencana

Perhitungan volume *cut* dan *fill* dilakukan dengan fitur “**Volume Dashboard**” di Civil 3D. Permukaan *existing* dibandingkan dengan permukaan rencana untuk menentukan volume tanah yang harus dipotong atau ditimbun. Hasil analisis volume disajikan pada Tabel 2. berikut:

| Tabel 2. Analisis Volume | |
|---------------------------------|-------------------------------|
| Jenis Pekerjaan | Volume (m³) |
| Cut (Galian) | 36.102,76 |
| Fill (Timbunan) | 21.186,03 |
| Selisih Volume | +14.916,73 |

Volume cut lebih besar dari fill, yang berarti tanah hasil galian berlebih sekitar 14.916,73 m³. Tanah sisa dapat dimanfaatkan untuk pekerjaan timbunan lain dalam proyek atau dipindahkan ke lokasi lain. Perhitungan ini menjadi dasar dalam estimasi biaya pekerjaan tanah dan manajemen logistik material. Menurut Arifianto (2019), metode perbandingan dua permukaan dalam Civil 3D memberikan hasil estimasi volume yang lebih representatif dibandingkan metode manual karena mempertimbangkan interpolasi kontur dan variasi elevasi secara menyeluruh.

Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa penggunaan **GPS RTK NTRIP** dan **Civil 3D** memberikan beberapa keunggulan: **Efisiensi Waktu** – Proses pengukuran untuk area ± 7,9 HA dapat dilakukan hanya dalam 3 hari dengan 2 operator, jauh lebih cepat dibanding metode total station yang membutuhkan 5–7 hari. **Akurasi Tinggi** – Ketelitian vertikal ±4 cm memenuhi standar survei topografi untuk perencanaan konstruksi (Hofmann-Wellenhof et al., 2008). **Kemudahan Analisis** – Civil 3D mampu memodelkan kontur, permukaan rencana, dan menghitung volume cut & fill secara otomatis. **Optimasi Biaya** – Dengan hasil volume yang akurat, estimasi biaya pekerjaan tanah dapat direncanakan lebih tepat dan efisien. Secara keseluruhan, metode ini lebih unggul dibandingkan survei konvensional, terutama dalam proyek berskala besar yang membutuhkan efisiensi dan akurasi tinggi.

Kesimpulan

Pengukuran topografi dengan **GPS RTK NTRIP** terbukti cepat, akurat, dan efisien dibandingkan metode konvensional. Civil 3D mempermudah proses pengolahan data, mulai dari pembuatan kontur, DTM, hingga analisis volume cut & fill. Volume pekerjaan tanah (cut dan fill) berhasil dihitung dan dapat dijadikan acuan dalam perencanaan konstruksi.

Saran

Untuk meningkatkan akurasi, pengukuran sebaiknya dilakukan dalam kondisi cuaca baik dan dengan koneksi internet stabil. Selain itu, validasi data lapangan perlu dilakukan untuk menghindari kesalahan interpretasi model permukaan.

Ucapan Terima Kasih

Kepada Bapak Verdy Ananda Upa, S.T., M.T., kami ucapkan terimakasih yang telah mereview penelitian ini, sehingga penelitian ini memenuhi persyaratan sebagai karya tulis.

Daftar Pustaka

- [1] Ghilani, C. D., & Wolf, P. R. (2012). *Elementary Surveying: An Introduction to Geomatics* (13th ed.). Pearson Education.
- [2] Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., & Wasle, E. (2008). *GNSS – Global Navigation Satellite Systems: GPS, GLONASS, Galileo, and More*. Springer.
- [3] Arifianto, Y. (2019). Analisis volume pekerjaan tanah menggunakan metode Digital

Terrain Model. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 7(2), 115–124.

- [4] Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- [5] Haanen, A., & Rautenbach, V. (2015). “Civil Engineering Applications of Autodesk Civil 3D.” *South African Journal of Geomatics*, 4(1), 50–63.