

Pemanfaatan RTK-NTRIP Untuk Perhitungan Volume Galian dan Timbunan Pada Infrastruktur Jalan (Studi Kasus Jalan Kampus Politeknik Negeri Batam)
The Utilization of RTK-NTRIP for Cut and Fill Volume Calculations in Road Infrastructure (A Case Study of the Politeknik Negeri Batam Campus Road)

Daniel Anugraha¹, Oktavianto Gustin²

¹Program Studi Teknologi Geomatika, Jurusan Teknik Informatika, Politeknik Negeri Batam, Kota Batam, Kepulauan Riau, 29461, Indonesia

*Korespondensi penulis: anugrahadaniel31@gmail.com

Diterima: DD Month YYYY; Revised: DD Month YYYY; Accepted: DD Month YYYY; Published: DD Month YYYY

Abstrak:

Pekerjaan galian dan timbunan merupakan salah satu tahapan penting dalam pembangunan infrastruktur jalan karena berpengaruh terhadap kestabilan konstruksi dan efisiensi pelaksanaan pekerjaan. Perhitungan volume galian dan timbunan yang akurat diperlukan untuk mendukung perencanaan kebutuhan material, estimasi biaya, serta pengendalian mutu pekerjaan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan metode Real Time Kinematic berbasis *Networked Transport of RTCM via Internet Protocol* (RTK-NTRIP) dalam perhitungan volume galian dan timbunan pada ruas jalan di kawasan Politeknik Negeri Batam. Data topografi diperoleh melalui pengukuran RTK-NTRIP dan diolah menggunakan AutoCAD Civil 3D untuk membentuk model permukaan tanah serta menghitung volume *cut* dan *fill*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa volume galian (*cut*) sebesar 6.787,76 m³ dan volume timbunan (*fill*) sebesar 553,03 m³, sehingga diperoleh volume bersih sebesar 6.234,74 m³ dengan kondisi dominan galian. Hasil tersebut menunjukkan bahwa elevasi permukaan tanah eksisting pada sebagian besar area penelitian berada di atas elevasi rencana. Penerapan metode RTK-NTRIP mampu menghasilkan data topografi yang akurat dan efisien untuk mendukung perhitungan volume pekerjaan tanah pada proyek konstruksi jalan.

Copyright © 2025 Geoid. All rights reserved.

Kata kunci : RTK-NTRIP, survei topografi, volume galian dan timbunan.

Abstract

Cut and fill operations are critical stages in road infrastructure construction as they directly affect structural stability and construction efficiency. Accurate calculation of cut and fill volumes is essential for material planning, cost estimation, and quality control. This study aims to analyze the application of the Real-Time Kinematic method based on the Networked Transport of RTCM via Internet Protocol (RTK-NTRIP) for calculating cut and fill volumes on a road section within the Politeknik Negeri Batam area. Topographic data were collected using RTK-NTRIP surveying techniques and processed using AutoCAD Civil 3D to generate a terrain surface model and perform cut-and-fill volume calculations. The results indicate a cut volume of 6,787.76 m³ and a fill volume of 553.03 m³, resulting in a net volume of 6,234.74 m³ with a dominant cut condition. These findings indicate that the existing ground surface elevation across most of the study area is higher than the design elevation. The implementation of the RTK-NTRIP method proved to be accurate and efficient in producing topographic data for earthwork volume calculations in road construction projects.

Keywords : RTK-NTRIP, Topographic Survey, Cut and Fill Volume.

Pendahuluan

Perkembangan Kota Batam yang semakin pesat, khususnya pada sektor konstruksi dan pembangunan, menuntut tersedianya infrastruktur yang memadai. Pembangunan jalan menjadi salah satu kebutuhan utama untuk meningkatkan aksesibilitas dan kelancaran aktivitas masyarakat. Sebagai bagian dari upaya tersebut, saat ini sedang dilakukan pembangunan jalan menuju rumah susun (rusun) yang masih dalam proses pelaksanaan (Gultom dkk., 2020)

Dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi terdapat beberapa tahapan pekerjaan, salah satunya adalah pekerjaan tanah. Tahap ini memiliki peranan penting karena bertujuan untuk menentukan dan menghitung volume tanah yang akan digali maupun ditimbun sesuai dengan kebutuhan proyek. Perhitungan volume tanah yang akurat

sangat diperlukan sebagai dasar perencanaan, pengendalian biaya, serta pelaksanaan pekerjaan di lapangan (Hafiz Ega Gumilar dkk., 2014).

Pengukuran topografi banyak diterapkan pada pekerjaan penggalian dan penimbunan tanah. Kedua jenis pekerjaan tersebut memiliki hubungan yang sangat erat dengan perhitungan volume tanah. Perhitungan volume menjadi aspek yang penting karena digunakan untuk menentukan jumlah tanah yang harus digali maupun ditimbun sesuai dengan kebutuhan dan perencanaan proyek. Volume tanah yang dimaksud mencakup perhitungan pekerjaan galian dan timbunan (*cut and fill*) pada suatu area, serta perhitungan volume material hasil galian yang masih dalam kondisi padat. Dengan demikian, perhitungan volume yang akurat sangat diperlukan untuk mendukung pelaksanaan proyek secara efektif dan efisien. (Purwati, 2020)

Dalam kegiatan konstruksi, seperti pembangunan jalan, gedung, bendungan, maupun proyek reklamasi, pekerjaan galian dan timbunan (*cut and fill*) merupakan salah satu tahapan yang sangat penting. Kebutuhan volume galian dan timbunan dapat ditentukan melalui analisis peta topografi yang menampilkan garis-garis kontur, maupun melalui pengukuran langsung di lapangan menggunakan metode penampang melintang (*cross section*) sepanjang jalur atau area proyek. Informasi tersebut menjadi dasar dalam perencanaan dan pelaksanaan pekerjaan tanah agar sesuai dengan desain yang telah ditetapkan. (Anna Rosida, Ir. Sutomo Kahar MSi., 2013)

Penelitian ini mengambil studi kasus pada jalan di kawasan Kampus Politeknik Negeri Batam, mengingat keberadaan infrastruktur jalan di lingkungan kampus sangat penting dalam menunjang mobilitas serta aktivitas sivitas akademika. Dengan penerapan teknologi RTK-NTRIP, diharapkan dapat diperoleh hasil perhitungan volume galian dan timbunan yang lebih akurat sehingga dapat dijadikan pedoman dalam perencanaan maupun pelaksanaan proyek jalan di lingkungan kampus tersebut.

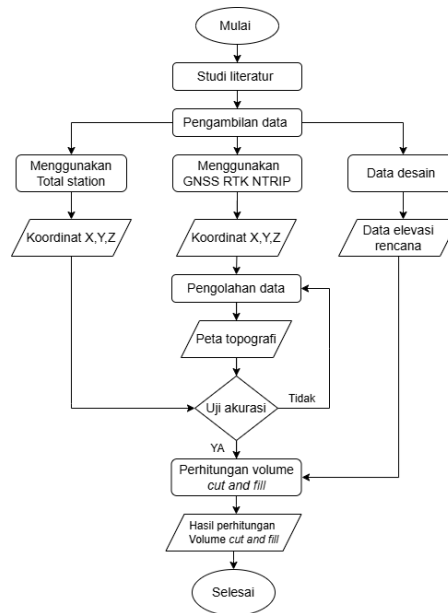
Data dan Metode

Area Penelitian dilaksanakan di Kampus Politeknik Negeri Batam yang beralamat pada Jl. Ahmad Yani, Tlk. Tering, Kec. Batam Kota, Kota Batam, Kepulauan Riau 29461



Gambar 1 Peta area Penelitian

Tahapan pengerjaan pada penelitian terbagi dalam beberapa tahapan. Dimana, dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini.



Gambar 2 Diagram alir

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

Table 1 Alat Penelitian

No	Nama Alat	Jumlah	Spesifikasi/Merk
1.	Laptop	1	HP Elitebook 830G6, Ram 16 Ssd 256
2.	Software AutoCAD Civil 3D	1	AutoCAD Civil 3D 2024
3.	Software Microsoft Excel	1	Microsoft Excel 2021
4.	Software Microsoft Word	1	Microsoft Word 2021
5.	GPS geodetik	1 set	Efix C5
7.	Monopole gps geodetik	1	Efix C5
8	Handphone	1	Samsung A54
9.	Total station	1 set	TopCon ES-105
10.	Tripod	1	TopCon ES-105
11.	Meteran	1	
12.	Monopole Prisma	1	
13.	Prisma	1	

No	Nama Alat	Jumlah	Spesifikasi/Merk
14.	APD	1	

Table 2 Bahan Penelitian

No	Nama Bahan
1.	Data Koordinat <i>Bench Mark</i> (BM)
2.	Data elevasi rencana galian dan timbunan
3.	Data hasil pengukuran jalan kampus Polibatam

1. Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini pengumpulan data menggunakan dua data yaitu data primer dan data sekunder

a. Menggunakan GNSS RTK-NTRIP



Gambar 3 Pengukuran Topografi

Pengumpulan data topografi pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode *Real Time Kinematic* (RTK) berbasis *Networked Transport of RTCM via Internet Protocol* (NTRIP) dengan memanfaatkan *receiver* GNSS Efix C5. RTK-NTRIP dipilih karena mampu memberikan koordinat posisi secara *real-time* dengan tingkat ketelitian sentimeter melalui koreksi data yang dikirimkan dari stasiun referensi atau *Continuously Operating Reference Station* (CORS) melalui jaringan internet.

Pengukuran dilakukan pada area Jalan Kampus Politeknik Negeri Batam dengan tujuan memperoleh data koordinat dan elevasi permukaan tanah yang akan digunakan dalam perhitungan volume galian dan timbunan. *Receiver* GNSS Efix C5 dihubungkan dengan layanan koreksi NTRIP melalui koneksi internet sehingga posisi titik hasil pengukuran dapat diperoleh secara cepat dan akurat.

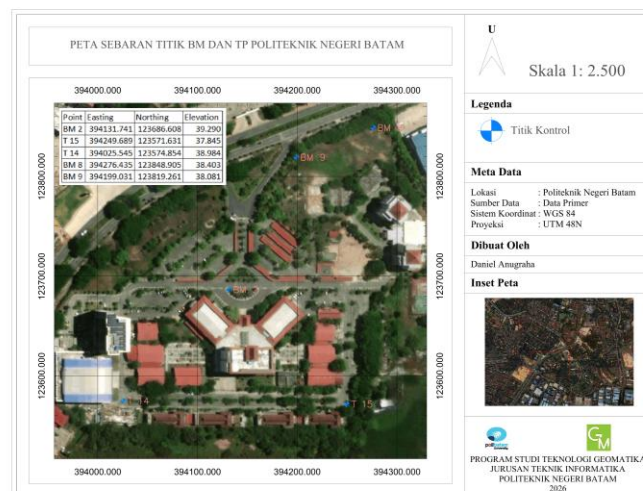
b. Menggunakan Total Station

Pengambilan data titik uji akurasi dilakukan menggunakan Total Station Topcon ES-105 pada beberapa titik sampel di area penelitian. Pengukuran ini bertujuan untuk memperoleh data koordinat dan elevasi sebagai data referensi dalam pengujian akurasi hasil pengukuran RTK-NTRIP menggunakan GNSS Efix C5. Data hasil pengukuran berupa koordinat horizontal (X, Y) dan elevasi (Z) yang kemudian dibandingkan dengan data hasil pengukuran RTK-NTRIP untuk mengetahui tingkat ketelitian posisi horizontal dan vertikal pada lokasi penelitian.



Gambar 4 Pengambilan Titik Uji Akurasi

Titik *Benchmark* (BM) dan Titik Pengamatan (TP) yang tersebar di lokasi penelitian dimanfaatkan sebagai titik berdiri alat Total Station dalam pelaksanaan pengukuran uji ketelitian geometri. Penentuan beberapa titik berdiri disesuaikan dengan kondisi lapangan untuk memastikan seluruh titik uji dapat diamati secara optimal. Melalui pengaturan tersebut, proses pengukuran dapat dilakukan secara efisien sehingga menghasilkan data koordinat yang selanjutnya digunakan sebagai data pembandingan terhadap hasil pengukuran GNSS RTK-NTRIP.



Gambar 5 Peta Sebaran Titik BM dan TP

2. Pengolahan Data

a. Pembuatan Peta Topografi

Data hasil pengukuran RTK-NTRIP berupa koordinat X, Y, dan Z diimpor ke dalam AutoCAD Civil 3D. Selanjutnya, data titik tersebut digunakan untuk membentuk model permukaan tanah eksisting (*surface*) menggunakan metode *Triangulated Irregular Network* (TIN). Model permukaan yang terbentuk kemudian digunakan untuk menghasilkan kontur dan memvisualisasikan kondisi topografi lokasi penelitian. Hasil model topografi ini selanjutnya dijadikan dasar dalam perhitungan volume galian dan timbunan pada area yang diteliti.

b. Perhitungan Volume Galian dan timbunan (*cut and fill*)

Setelah model topografi permukaan eksisting terbentuk, dilakukan proses analisis *cut and fill* menggunakan AutoCAD Civil 3D. Analisis ini dilakukan dengan membandingkan *surface* eksisting terhadap *surface* rencana yang telah dibuat sesuai desain jalan. Selanjutnya, fitur *Volume Dashboard* pada AutoCAD Civil 3D digunakan untuk menghitung selisih volume antara kedua

surface tersebut. Hasil perhitungan menunjukkan besarnya volume galian (*cut*) dan timbunan (*fill*) yang diperlukan pada area penelitian.

Hasil dan Pembahasan

1. Peta Topografi Hasil Pengukuran



Gambar 6 Peta topografi Jalan Kampus Polibatam

Peta topografi area penelitian disusun berdasarkan data hasil pengukuran menggunakan metode RTK-NTRIP yang kemudian diolah menggunakan AutoCAD Civil 3D. Peta ini menampilkan kondisi topografi ruas jalan di lingkungan Politeknik Negeri Batam dengan sistem koordinat WGS 84 proyeksi UTM Zona 48N pada skala 1:2.500.

2. Uji Ketelitian Geometri dengan Data Total Station

Table 3 Uji Akurasi Horizontal

Nomor Titik	Nama Titik	X (Koordinat GNSS)	X (Koordinat TS)	(D X)	(D X) ²	Y (Koordinat GNSS)	Y (Koordinat TS)	(D Y)	(D Y) ²	(D X) ² + (D Y) ²
1	TITIK 1	394293.102	394293.164	0.062	0.004	123800.35	123800.41	0.060	0.004	0.007
2	TITIK 2	394325.955	394326.002	0.047	0.002	123761.09	123761.134	0.044	0.002	0.004
3	TITIK 3	394216.561	394216.623	0.062	0.004	123694.774	123694.803	0.029	0.001	0.005
4	TITIK 4	394275.952	394276.008	0.056	0.003	123694.441	123694.486	0.045	0.002	0.005
5	TITIK 5	394114.481	394114.536	0.055	0.003	123696.551	123696.597	0.046	0.002	0.005
6	TITIK 6	394075.709	394075.768	0.059	0.003	123688.401	123688.463	0.062	0.004	0.007
7	TITIK 7	394127.850	394127.891	0.041	0.002	123694.775	123694.836	0.061	0.004	0.005
8	TITIK 8	394154.025	394154.070	0.045	0.002	123694.775	123694.701	-0.074	0.005	0.008
9	TITIK 9	394135.016	394135.079	0.063	0.004	123720.236	123720.278	0.042	0.002	0.006
10	TITIK 10	394146.749	394146.792	0.043	0.002	123720.621	123720.680	0.059	0.003	0.005
11	TITIK 11	394167.482	394167.543	0.061	0.004	123804.825	123804.877	0.052	0.003	0.006
12	TITIK 12	394159.102	394159.156	0.054	0.003	123793.730	123793.773	0.043	0.002	0.005
13	TITIK 13	394017.811	394017.854	0.043	0.002	123605.683	123605.728	0.045	0.002	0.004
14	TITIK 14	394246.535	394246.571	0.036	0.001	123575.838	123575.871	0.033	0.001	0.002
15	TITIK 15	394121.020	394121.066	0.046	0.002	123565.891	123565.933	0.042	0.002	0.004

Jumlah	0.069
Rata-Rata	0.006
RMSE	0.076
Akurasi	0.115

Ketelitian Peta skala 1:2500

Ketelitian	Hasil uji CE 90	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
Horizontal	0.12	0.75	1.5	2.3

Table 4 Uji Akurasi Vertikal

Nomor Titik	Nama Titik	Z (Koordinat GNSS)	Z (Koordinat TS)	(D Z)	(D Z)^2
1	TITIK 1	38.706	38.763	0.057	0.003
2	TITIK 2	38.771	38.813	0.042	0.002
3	TITIK 3	38.537	38.582	0.045	0.002
4	TITIK 4	38.515	38.564	0.049	0.002
5	TITIK 5	38.824	38.878	0.054	0.003
6	TITIK 6	38.709	38.761	0.052	0.003
7	TITIK 7	38.872	38.920	0.048	0.002
8	TITIK 8	38.872	38.907	0.035	0.001
9	TITIK 9	38.840	38.908	0.068	0.005
10	TITIK 10	38.726	38.769	0.043	0.002
11	TITIK 11	38.272	38.330	0.058	0.003
12	TITIK 12	38.272	38.309	0.037	0.001
13	TITIK 13	38.358	38.390	0.032	0.001
14	TITIK 14	38.035	38.089	0.054	0.003
15	TITIK 15	37.890	37.932	0.042	0.002

Jumlah	0.030
Rata-Rata	0.002
RMSE	0.050
Akurasi	0.082

Ketelitian Peta skala 1:2500

Ketelitian	Hasil uji CE 90	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
Vertikal	0.08	0.5	0.75	1

Uji ketelitian geometri dilakukan untuk mengevaluasi akurasi hasil pengukuran RTK-NTRIP dengan membandingkannya terhadap data hasil pengukuran menggunakan Total Station sebagai data referensi. Pengujian dilakukan pada 15 titik sampel yang tersebar di area penelitian. Parameter yang dibandingkan meliputi koordinat horizontal (X dan Y) serta koordinat vertikal (Z).

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) horizontal sebesar 0,076 m. Selanjutnya, nilai *Circular Error 90%* (CE90) dihitung menggunakan faktor konversi 1,5175 sehingga diperoleh nilai CE90 sebesar 0,115 m. Sementara itu, hasil pengujian vertikal menunjukkan nilai RMSE sebesar 0,050 m dengan nilai *Linear Error 90%* (LE90) sebesar 0,082 m.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai CE90 dan LE90 yang diperoleh masih berada di bawah batas toleransi ketelitian untuk peta skala 1:2.500 Kelas 1, yaitu masing-masing sebesar 0,75 m untuk ketelitian horizontal dan 0,50 m untuk ketelitian vertikal. Dengan demikian, data hasil pengukuran menggunakan metode RTK-NTRIP memenuhi standar ketelitian geometrik peta skala 1:2.500 Kelas 1 dan layak digunakan sebagai dasar dalam pembuatan peta topografi serta perhitungan volume galian dan timbunan pada area penelitian.

3. Volume Galian dan Timbunan (*cut and fill*)

Perhitungan volume galian dan timbunan pada kawasan penelitian dilakukan berdasarkan model permukaan tanah *eksisting* dan desain yang dihasilkan dari pengolahan menggunakan AutoCAD Civil 3D.

Hasil analisis menunjukkan bahwa volume galian (*cut*) sebesar 6.787,76 m³, sedangkan volume timbunan (*fill*) sebesar 553,03 m³. Selisih antara volume galian dan timbunan menghasilkan volume bersih (*net volume*) sebesar 6.234,74 m³ dengan kondisi *cut*. Hal ini menunjukkan bahwa volume

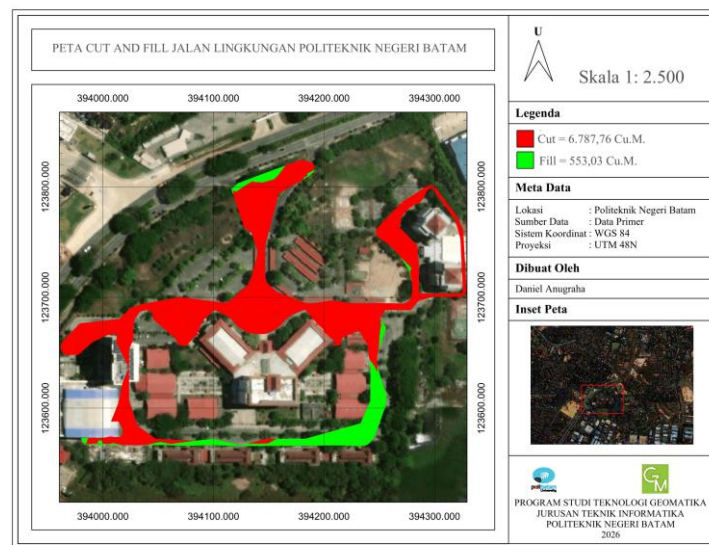
material yang harus digali lebih besar dibandingkan volume material yang diperlukan untuk pekerjaan timbunan.

Generated: 2026-06-12 18:32:56
 By user: user
 Drawing: C:\Users\user\Documents\FILE KULIAH DANIEL\TUGAS AKHIR\Bahan TA\Autocad\C:\Users\user\Documents\FILE KULIAH DANIEL\TUGAS AKHIR\Bahan TA\Autocad\drawing5.dwg

Volume Summary							
Name	Type	Cut Factor	Fill Factor	2d Area (sq.m)	Cut (Cu. M.)	Fill (Cu. M.)	Net (Cu. M.)
CutnFill	full	1.000	1.000	15859.49	6787.76	553.03	6234.74<Cut>
Totals							
				2d Area (sq.m)	Cut (Cu. M.)	Fill (Cu. M.)	Net (Cu. M.)
Total				15859.49	6787.76	553.03	6234.74<Cut>

* Value adjusted by cut or fill factor other than 1.0

Gambar 7 Volume Galian dan Timbunan



Gambar 8 Peta Cut and Fill area penelitian

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pemanfaatan metode RTK-NTRIP untuk perhitungan volume galian dan timbunan pada ruas Jalan Kampus Politeknik Negeri Batam, dapat disimpulkan bahwa metode RTK-NTRIP mampu menghasilkan data topografi yang akurat, cepat, dan efisien untuk mendukung pekerjaan survei konstruksi jalan. Data hasil pengukuran yang diolah menggunakan AutoCAD Civil 3D berhasil membentuk model permukaan tanah eksisting yang digunakan dalam analisis volume pekerjaan tanah.

Hasil perhitungan menunjukkan volume galian (*cut*) sebesar 6.787,76 m³ dan volume timbunan (*fill*) sebesar 553,03 m³, sehingga diperoleh volume bersih sebesar 6.234,74 m³ dengan kondisi dominan galian. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar elevasi permukaan tanah eksisting berada di atas elevasi rencana jalan sehingga diperlukan pekerjaan galian yang lebih besar dibandingkan timbunan. Dengan demikian, penerapan metode RTK-NTRIP dapat menjadi alternatif yang efektif dalam kegiatan survei topografi dan perhitungan volume galian-timbunan karena mampu menyediakan data yang mendukung perencanaan kebutuhan material, estimasi biaya, dan pelaksanaan pekerjaan konstruksi secara lebih akurat.

Daftar Pustaka

- Anna Rosida, Ir. Sutomo Kahar MSi. , M. A. ST. MT. (2013). *PERBANDINGAN KETELITIAN PERHITUNGAN VOLUME GALIAN MENGGUNAKAN METODE CROSS SECTION DAN APLIKASI LAIN (STUDI KASUS: BENDUNGAN PANDANDURI LOTIM)*. 2, 1–9.
- Gultom, R. I., Rassarandi, F. D., Pangihutan, G., Geomatika, P. T., Batam, P. N., Yani, J. A., & Tering, T. (2020). *PERHITUNGAN VOLUME GALIAN DAN TIMBUNAN DENGAN METODE CUT & FILL PADA PEMBANGUNAN JALAN DAN AREA PARKIR RUSUN 2 KAWASAN INDUSTRIAL PANBIL MUKA KUNING*. 6(1), 702–709.
- Hafiz Ega Gumilar, Awaluddin Moehammad, & Yuwono Bambang Darmo. (2014). *Analisis Pengaruh Panjang Baseline Terhadap Ketelitian Pengukuran Situasi Dengan Menggunakan Metode RTK-NTRIP (Studi Kasus: Semarang, Kab. Kendal dan Boyolali)*. Wales.
- Purwati, D. N. (2020). *PENGUKURAN TOPOGRAFI UNTUK MENGHITUNG VOLUME CUT AND FILL PADA PERENCANAAN PEMBANGUNAN PERUMAHAN DI KM. 10 KOTA BALIKPAPAN*. 4.