



ANALISIS PERBANDINGAN KETELITIAN PENGUKURAN KERANGKA KONTROL HORIZONTAL ORDE – 4 DENGAN GPS LOWCOST

Redy Maulana, Mokhamad Nur Cahyadi*

Departemen Tekbik Geomatika, FTSPK, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

*Corresponding author, email: cahyadi_geod@yahoo.com

ABSTRACTS

Positioning of a point is called mapping. In mapping activities there is the term control frame point one of the classifications for control points is horizontal control points. In mapping activities, there is a minimum order of control points that can be used, namely 4th-order horizontal control points. Procurement of 4th-order horizontal control points is done by conventional survey methods using terrestrial methods or global positioning system (GPS) technology. The development of global positioning system (GPS) technology has progressed very rapidly and various kinds of instruments are available. Lowcost gps can help in mapping activities. The purpose of this research is to determine the feasibility of lowcost gps when used in the measurement of the 4th-order horizontal control frame as an instrument for mapping activities. This research analyzes the feasibility of lowcost gps oem board k-708 and gps tersus bx-316 as instruments in the procurement of 4th-order horizontal control nets when compared to using geodetic gps instruments. The analysis used in this research is standard deviation analysis and hypothesis testing using t-test. From the results of the analysis carried out, the accuracy shown by the standard deviation reaching sub "cm" where the gps instrument lowcost oem board k-708 has a better standard deviation than gps tersus bx-316. From the results of hypothesis testing using the t-test, there is no significant difference from each of the data generated, so it can be concluded that the instrument under study is feasible to use in the measurement of the 4th-order horizontal control frame.

ARTICLE INFO

Article history:

Submitted/Received: 22 Mei 2023

First Revised: 3 Juni 2023

Accepted: 14 Juni 2023

First Available online: 29 Juni 2023

Publication Date: 01 Juli 2023

Keywords:

GPS Lowcost, Jaring Kontrol Horizontal Orde-4, Standar Deviasi, Uji-T

1. PENDAHULUAN

Pemetaan merupakan suatu kegiatan penentuan posisi suatu titik dipermukaan bumi. Kegiatan pemetaan yang biasanya dilakukan yakni kegiatan kerangka kontrol pemetaan. (Ramadhony, A. B., et.al. 2017). Kerangka kontrol pemetaan merupakan pengukuran titik kontrol sebagai titik acuan dalam kegiatan pemetaan. Keberadaan dari titik-titik kerangka dasar pemetaan harus tersebar merata di wilayah yang akan dipetakan. Kerangka dasar pemetaan dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu kerangka kontrol horisontal (*planimetris*) dan kerangka kontrol vertikal (tinggi) (Hisa, Z. 2018).

Kerangka Kontrol Horisontal (KKH) merupakan kerangka dasar pemetaan yang memperlihatkan posisi titik satu terhadap titik lainnya di atas permukaan bumi pada bidang datar secara horisontal (Rassarandi, F. D., et. al. 2019; Shodiq, A.M., et.al. 2020; Rassarandi, F. D., et. al. 2022). Titik kerangka kontrol horisontal adalah titik kontrol yang koordinatnya dinyatakan dalam sistem koordinat horisontal yang sifatnya dua-dimensi. (Suwarna, N. et.al. 2019; Cristalisana, C. et.al. 2022). Titik kontrol horisontal dapat dinyatakan dalam dua jenis koordinat yaitu koordinat geodetik dua-dimensi (ϕ, λ) dan koordinat proyeksi (E,N). Titik Kerangka kontrol horisontal memiliki berbagai orde tergantung dari nilai presisi dan akurasi dari kerangka kontrol tersebut. Orde suatu jaring titik kontrol horisontal ditentukan berdasarkan panjang sumbu-panjang (*semi-major axis*) dari setiap elips kesalahan relatif (antar titik) dengan tingkat kepercayaan (*confidence level*) 95% yang dihitung berdasarkan statistik yang diberikan oleh hasil hitung perataan jaringan kuadrat terkecil (BSN. 2002).

Dalam kegiatan pemetaan, minimal orde yang dapat digunakan adalah orde-4 yaitu jaring titik kontrol pemetaan. (Prasidya, A.S. et.al. 2019; Atunggal, D., et. al. 2021). Pengadaan kerangka kontrol horisontal orde-4 dapat diukur dengan metode pengukuran poligon dan survei GPS. Pengukuran poligon dapat dilakukan dengan menggunakan *theodolit* atau *total station*, sedangkan survei GPS dapat dilakukan dengan metode *Global Positioning System* (GPS) atau saat ini bisa disebut dengan *Global Navigation Satellite System* (GNSS.) Saat ini dengan kemajuan ilmu geodesi, teknologi baru telah hadir, seperti *GNSS/GPS* yang memungkinkan untuk melakukan penelitian yang berbeda. (Romero-Andrade, R., et al. 2019).

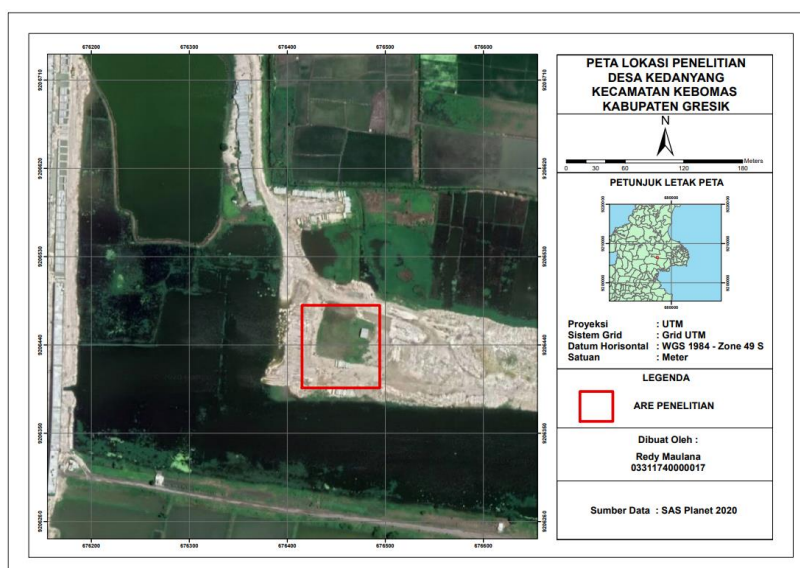
Perkembangan teknologi *GNSS/GPS* sudah sangat pesat, dari segi efisiensi, metode, jangkauan, maupun ketelitian. (Apsandi, O. A., et al. 2018). Salah satu perkembangan teknologi *GNSS/GPS* yaitu tersedia macam-macam instrumen pendukung. *GPS lowcost* merupakan salah satu jenis GPS yang memiliki kelebihan dari segi harga yang lebih terjangkau. Penggunaan *GPS lowcost* ini diharapkan dapat membantu pada kegiatan pemetaan. Diperkenalkannya penggunaan macam-macam instrumen dalam pengadaan jaring kontrol horisontal ini tentunya akan memiliki nilai ketelitian yang berbeda-beda.

Berdasarkan hal diatas, dilakukan penelitian terkait studi perbandingan ketelitian hasil pengukuran koordinat jaring kontrol horisontal orde-4 dengan GPS *lowcost*. Dalam penelitian digunakan data pembanding yakni data yang diukur menggunakan GPS Geodetik dengan metode statik sebagai pembanding dengan data yang diukur menggunakan GPS *lowcost*. Penelitian ini diharapkan dapat mengetahui perbandingan akurasi dan presisi dari hasil pengamatan GPS *lowcost*, serta dapat menentukan tingkat kelayakan instrumen tersebut dalam pengukuran geodesi. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kelayakan dari GPS *lowcost* apabila digunakan dalam pengukuran kerangka kontrol horisontal orde-4 khususnya, dan juga dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam penggunaan instrumen pada kegiatan pemetaan.

2. METODE

2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di waduk Bunder, Kecamatan Kebomas, Kabupaten Gresik, Jawa Timur secara geografis terletak pada lintang $7^{\circ}10'35.27''$ LS dan bujur $112^{\circ}35'52.55''$ BT. Pengukuran GPS memerlukan tempat terbuka untuk menghindari adanya kesalahan dan bias dari GPS. Lokasi penelitian sesuai dengan kriteria yang dibutuhkan. Gambar lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Pengamatan GPS

Sumber: Hasil Olah Data (2021)

2.2. Data

Data pengamatan GPS Lowcost didapatkan dengan metode *rapid static* selama 15 menit sesuai dengan ketentuan yang ada pada spesifikasi pengukuran jaring kontrol horisontal orde-4. Data pembanding diukur selama satu jam dengan metode *static*. Penentuan posisi secara statik (*static positioning*) adalah penentuan posisi dari titik-titik yang statik

DOI:

(diam). Penentuan posisi tersebut dapat dilakukan secara absolut maupun diferensial, dengan menggunakan data pseudorange dan/atau fase. (Yuwono, B. D., et al. 2018). Berikut merupakan tabel spesifikasi dari pengamatan GPS. Spesifikasi Pengamatan GPS dapat dilihat pada Tabel 1.

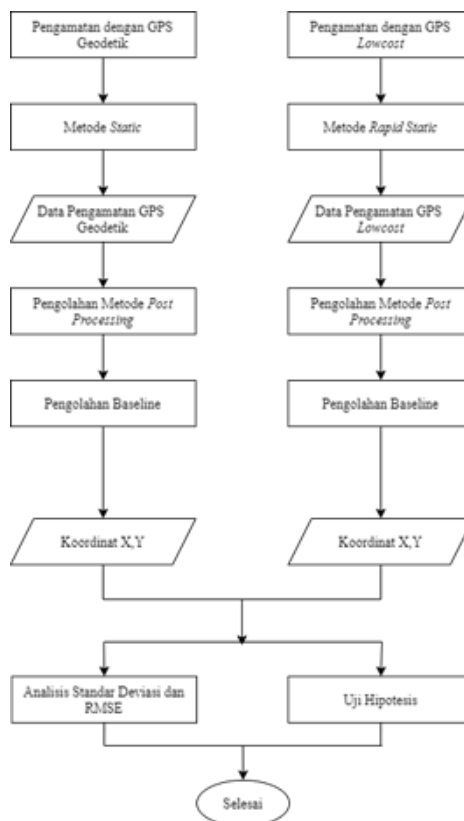
Tabel. 1 Spesifikasi Pengamatan GPS (BSN,2002)

Keterangan	Orde-4 (GPS)
Metode Pengamatan	Survei GPS
Lama pengamatan per sesi	0,25 Jam
Data pengamatan	Fase satu frekuensi
Metode pengamatan	Radial
Jumlah satelit minimum	4 Satelit
Elevasi satelit minimum	15°

Instrument GPS *lowcost* yang digunakan yakni GPS OEM *Board K-708* dan GPS Tersus BX-316. Data yang diteliti adalah data pengamatan yang dilakukan dengan menggunakan GPS OEM *Board K-708* dan GPS Tersus BX-316. Sedangkan untuk data pembandingan digunakan data yang diukur dengan menggunakan GPS Geodetik Comnav T300.

2.3. Metode

Gambar 2 menggambarkan metode pengolahan yang dilakukan pada penelitian ini.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Sumber: Hasil Olah Data (2021)

Pengolahan data dilakukan dengan metode *post processing* menggunakan *software* Topcon Tools sehingga mendapatkan data koordinat (x,y). 'Data kemudian dihitung nilai selisih dengan data pembanding. Kemudian dihitung nilai standar deviasinya dengan persamaan sebagai berikut :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{N}} \quad (1)$$

Keterangan :

- σ = Standar Deviasi
- x_i = Nilai Data
- \bar{x} = Nilai Rata-Rata Data
- N = Jumlah Banyaknya Data

Standar deviasi adalah nilai statistik yang dimanfaatkan untuk menentukan bagaimana sebaran data dalam sampel, serta seberapa dekat titik data individu ke mean atau rata-rata nilai sampel. (Zein, S. et al. 2019). Standar deviasi (SD) digunakan untuk menyajikan karakteristik data sampel dan untuk menjelaskan hasil analisis statistik (Lee, D K. et al. 2015). Uji t satu sampel adalah prosedur uji t untuk sampel tunggal jika rata-rata suatu variabel tunggal dibandingkan dengan suatu nilai konstanta tertentu. (Zein, S. et al. 2019)

Uji Hipotesis dilakukan dengan menggunakan uji-T. Uji ini dilakukan dengan membandingkan antara T hitung dengan T tabel.

- Apabila T hitung > dari T tabel, maka Ho ditolak dan Ha diterima.
- Apabila T hitung < dari T tabel, maka Ho diterima dan Ha ditolak.

Dimana :

H_0 = Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara koordinat yang dihasilkan oleh instrumen yang diteliti dengan data pembanding.

H_a = Terdapat perbedaan yang signifikan antara koordinat yang dihasilkan oleh instrumen yang diteliti dengan data pembanding.

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{S/\sqrt{n}} \quad (2)$$

Keterangan :

- t = Nilai t hitung
- \bar{x} = Rata-rata kelompok 1
- μ_0 = Rata-rata kelompok 2
- S = Standar deviasi selisih pengukuran 1 dan 2
- n = Jumlah sampel

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengamatan GPS dilakukan pengolahan dengan *software* Topcon Tools. Hasil yang didapatkan berupa data koordinat beserta nilai standar deviasi pengolahannya. Data koordinat hasil pengolahan pengamatan GPS dapat dilihat pada Tabel 2. Tabel 3. dan Tabel 4.

Tabel 2. Hasil Koordinat Pengamatan Menggunakan GPS Geodetik Cmnv T300

Nama Titik	Northing (m)	Eastthing (m)	σN (m)	σE (m)
BM01-2020	9206659,967	674835,627	0	0
BM1	9206508,852	676418,394	0,0010	0,0020
BM2	9206455,23	676407,854	0,0010	0,0020
BM3	9206409,586	676427,451	0,0010	0,0010
BM4	9206392,961	676472,122	0,0010	0,0010
BM5	9206415,783	676525,717	0,0010	0,0010
BM6	9206482,051	676497,046	0,0010	0,0010

Sumber: Hasil Olah Data (2021)

Tabel 3. Hasil Koordinat Pengamatan Menggunakan GPS OEM Board K-708

Nama Titik	Northing (m)	Eastthing (m)	σN (m)	σE (m)
BM01-2020	9206659,967	674835,627	0	0
BM1	9206508,858	676418,391	0,002	0,002
BM2	9206455,224	676407,841	0,002	0,003
BM3	9206409,560	676427,439	0,004	0,005
BM4	9206392,947	676472,140	0,003	0,003
BM5	9206415,787	676525,713	0,001	0,002
BM6	9206482,043	676497,046	0,002	0,002

Sumber: Hasil Olah Data (2021)

Tabel 4. Hasil Koordinat Pengamatan Menggunakan GPS Tersus BX-316

Nama Titik	Northing (m)	Eastthing (m)	σN (m)	σE (m)
BM01-2020	9206659,967	674835,627	0	0
BM1	9206508,859	676418,390	0,002	0,002
BM2	9206455,229	676407,842	0,002	0,002
BM3	9206409,551	676427,441	0,002	0,002
BM4	9206392,947	676472,140	0,002	0,002
BM5	9206415,785	676525,712	0,001	0,002
BM6	9206482,043	676497,047	0,002	0,002

Sumber: Hasil Olah Data (2021)

3.1. Analisis Standar Deviasi dan RMSE

Berdasarkan hasil pengolahan data pengamatan dengan masing-masing instrumen, didapatkan koordinat N,E(Northing, Easting). Selanjutnya dilakukan analisis standar deviasi dan RMSE yang digunakan untuk membandingkan selisih koordinat yang diperoleh dari tiap-tiap instrumen yang digunakan dalam pengukuran kerangka kontrol horisontal. Tabel 5. menjelaskan hasil perhitungan standar deviasi dan RMSE dari data yang diteliti.

Tabel 5. Nilai Standar Deviasi dan RMSE Ditinjau Dari Selisih Absis

Titik	Geodetik-OEM	Geodetik-TERSUS
	ΔX (m)	ΔX (m)
BM1	-0,003	-0,004
BM2	-0,013	-0,012
BM3	-0,012	-0,010
Titik	Geodetik-OEM	Geodetik-TERSUS
	ΔX (m)	ΔX (m)
BM4	0,018	0,018
BM5	-0,004	-0,005
BM6	0,000	0,001
Rata-rata	-0,002	-0,002
Standar Deviasi	0,010	0,010
RMSE	0,011	0,010

Sumber: Hasil Olah Data (2021)

Berdasarkan nilai selisih absisnya nilai standar deviasi dari pengamatan GPS OEM *Board K-708* dan GPS Tersus BX-316 memiliki nilai yang sama yaitu 0,01 m. Sementara untuk nilai RMSE nya GPS Tersus lebih baik dari pada GPS OEM *Board K-708* dengan nilai masing-masing 0,010 m dan 0,011 m. Nilai standar deviasi dan RMSE dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Standar Deviasi dan RMSE Ditinjau Dari Selisih Ordinat

Titik	Geodetik-OEM	Geodetik-TERSUS
	ΔY (m)	ΔY (m)
BM1	0,006	0,007
BM2	-0,006	-0,001
BM3	-0,026	-0,035
BM4	-0,014	-0,014

BM5	0,004	0,002
BM6	-0,008	-0,008
Rata-rata	-0,007	-0,008
Standar Deviasi	0,011	0,014
RMSE	0,013	0,016

Sumber: Hasil Olah Data (2021)

Berdasarkan nilai selish ordinatnya nilai standar deviasi dari pengamatan GPS OEM *Board K-708* memiliki nilai yang lebih baik dari pada GPS Tersus BX-316 dengan nilai masing-masing sebesar 0,011 m dan 0,014 m. Sementara untuk nilai RMSE nya GPS OEM *Board K-708* dari pada GPS Tersus lebih baik dengan nilai masing-masing 0,013 m dan 0,016 m.

Dari perhitungan nilai standar deviasi dan RMSE diatas tampak bahwa GPS OEM *Board K-708* memiliki ketelitian yang lebih baik dari pada GPS Tersus BX-316 bila dibandingkan dengan data pembanding. Dengan lama pengamatan yang sama serta dalam waktu yang sama GPS OEM *Board K-708* dapat dikatakan lebih unggul dari pada GPS Tersus BX-316. Hal ini dikarenakan spesifikasi dari GPS OEM *Board K-708* lebih teliti dibandingkan dengan GPS Tersus BX-316.

3.2. Uji T-Student

Untuk menguji tingkat signifikansi suatu data yang dihasilkan dari suatu alat terhadap nilai pembanding, dilakukan uji statistik menggunakan distribusi-T atau distribusi student. Pada penelitian ini dilakukan uji T untuk mengetahui tingkat signifikan data yang diukur dengan GPS OEM *Board K-708*, GPS Tersus BX-316 dengan data pembanding yaitu data pengamatan dengan GPS Geodetik Comnav T300.

Kesimpulan dari pengujian hipotesis menggunakan uji T dilakukan dengan perbandingan antara hasil T hitung dan T tabel. Harga T tabel dengan $dk = n-1 = 6-1 = 5$ dan taraf kesalahan sebesar 5% adalah 2,571. Apabila harga T hitung berada pada daerah penerimaan H_0 atau terletak diantara harga tabel, maka H_0 diterima dan H_a ditolak. Tabel 7. menjelaskan hasil dari pengujian hipotesis dengan Uji-T.

Tabel 7. Hasil Uji Hipotesis

Instrumen	Koordinat	T Hitung	n	T Tabel	H0
GPS OEM Board K-708	X	-0,509	5	2,571	Diterima
	Y	-1,517	5	2,571	Diterima
GPS Tersus BX-316	X	-0,453	5	2,571	Diterima
	Y	-1,326	5	2,571	Diterima

Sumber: Hasil Olah Data (2021)

Pada hasil pengujian instrumen GPS OEM *Board K-708* menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan antara koordinat yang dihasilkan oleh instrumen GPS OEM *Board K-*

DOI:

708 dengan GPS Geodetik Comnav T300 pada pengukuran kerangka kontrol horisontal orde-4. Kemudian, pada hasil pengujian instrumen GPS Tersus BX-316 juga menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan antara koordinat yang dihasilkan oleh instrumen GPS Tersus BX-316 dengan GPS Geodetik Comnav T300 pada pengukuran kerangka kontrol horisontal orde-4.

Dari hasil diatas dapat dilihat bahwa seluruh data yang dihasilkan oleh masing-masing instrumen tidak memiliki perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan data dari GPS Geodetik Comnav T300, Sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua GPS *lowcost* yakni GPS OEM Board K-708, GPS Tersus BX-316 layak digunakan dalam pengukuran kerangka kontrol horisontal orde-4.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan standar deviasi dan RMSE dari pengukuran GPS *lowcost* yang dibandingkan dengan data GPS Geodetik dapat disimpulkan bahwa pengukuran menggunakan GPS OEM Board K-708 memiliki ketelitian yang lebih baik bila dibandingkan dengan pengukuran menggunakan GPS Tersus BX-316 ditinjau dari selisih nilai absis dan selisih nilai ordinatnya.

Berdasarkan hasil dari pengujian hipotesis menggunakan uji-T yang didasarkan pada hasil perbandingan antara hasil koordinat yang diukur menggunakan GPS OEM Board K-708 dan GPS Tersus BX-316 dengan data koordinat pembanding yang diukur menggunakan GPS Geodetik Comnav T300 menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan dari masing-masing data yang dihasilkan, sehingga dapat disimpulkan bahwa instrumen yang diteliti layak digunakan pada pengukuran kerangka kontrol horisontal orde-4.

REFERENSI

- Apsandi, O. A., Yuwono, B. D., & Sabri, L. M. (2018). Analisis Pengukuran Metode Rapid Static Dengan Single Base Dan Multi Base (Studi Kasus: Titik Geoid Geometri Di Kota Semarang). *Jurnal Geodesi Undip*, 7(4), 138-146.
- Atunggal, D., Ma'ruf, B., & Widjajanti, N. (2021, December). Evaluasi Hasil Penentuan Tinggi Titik Dasar Teknik Menggunakan Model Geoid SRGI 2013 Studi Kasus: Daerah Istimewa Yogyakarta. In *Prosiding Forum Ilmiah Tahunan (FIT)-Ikatan Surveyor Indonesia (ISI)* (Vol. 1, pp. 308-314). Departemen Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
- Cristalisana, C., Suwoko, S. K., & Abdillah, R. (2022). Pemetaan Topografi Dengan Metode Poligon Tertutup Menggunakan Program Surfer 15 di Areal Operasi Produksi PT. Sinergy Nusantara Hijau. *Journal Civil Connection*, 1(2), 52-57.

- Hisa, Z. (2018). Pemetaan Situasi Skala 1: 500 Menggunakan Metode Teristris Di Sebagian Wilayah Dukuh Purwosasono Rt 005 Rw 006, Desa Beluk, Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten, Provinsi Jawa Tengah (*Doctoral Dissertation, Universitas Gadjah Mada*).
- Lee, D K. In, J. Lee, S. (2015). Standard Deviation And Standard Error Of The Mean. *Korean Journal Of Anesthesiology*, 68(3): 220-223.
- Prasidya, A. S., & Rahardjo, U.(2019) Analisis Ketelitian Titik Kontrol Dalam Rangka Pemetaan Topografi Skala Besar di Lahan Field Research Center (FRC) Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada. *Jurnal Geografi*, 11(2), 193-205.
- Ramadhony, A. B., Awaluddin, M., & Sasmito, B. (2017). Analisis Pengukuran Bidang Tanah dengan Menggunakan GPS Pemetaan. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(4), 305-315.
- Rassarandi, F. D., Gustin, O., Irawan, S., Anurogo, W., Chayati, S. N., Pratama, R. W., ... & Wandanita, M. (2022). Pemetaan Situasi Skala Besar (1: 500) Kampus Politeknik Negeri Batam. *Jurnal Integrasi*, 14(1), 69-74.
- Rassarandi, F. D., Chayati, S. N., Sari, L. R., Lubis, M. Z., Gustin, O., Ditya, D. N., ... & Wardani, A. E. (2020). Pemetaan Batimetri untuk Pertimbangan Alur Pelayaran Kapal Nelayan di Pantai Sembulang, Kecamatan Galang. *JGISE: Journal of Geospatial Information Science and Engineering*, 3(1), 1-6.
- Romero-Andrade, R., Zamora-Maciel, A., Uriarte-Adrián, J. D. J., Pivot, F., & Trejo-Soto, M. E. (2019). Comparative Analysis Of Precise Point Positioning Processing Technique With Gps Low-Cost In Different Technologies With Academic Software. *Measurement*, 136, 337-344.
- Shodiq, A. M., Sobatnu, F., Inayah, N., & Batara, Y. D. (2020). Survei dan Pemetaan Topografi Lahan dan Gedung Pondok Pesantren Al-Ihsan Bentok Desa Bentok Kampung. *Jurnal Impact: Implementation and Action*, 3(1), 22-31
- Sumarna, N., & Gustawan, T. (2019, October). Pengukuran Jaring Kontrol Horizontal Pada Proyek Pembangunan Bendungan Cipanas. In *SEMINAR TEKNOLOGI MAJALENGKA (STIMA)* (Vol. 4, pp. 197-209).
- Yuwono, B. D., & Apsandi, O. A. (2018). Analisis Pengukuran Gnss Metode Statik Dengan Variasi Sampling Rate. *Elipsoida: Jurnal Geodesi Dan Geomatika*, 1(02), 7-13.
- Zein, S. Z., Yasyifa, L. Y., Ghazi, R. G., Harahap, E., Badruzzaman, F. H., & Darmawan, D. (2019). Pengolahan Dan Analisis Data Kuantitatif Menggunakan Aplikasi Spss. *Teknologi Pembelajaran*, 4(2).