

PEMANFAATAN PERALATAN SURVEI BERBIAYA RENDAH
“*EXPANDABLE-GNSS*” DENGAN METODE *POST-PROCESSING*
KINEMATIC DALAM PENGUKURAN KADASTRAL

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Sebutan Sarjana Terapan di Bidang Pertanahan
Program Studi Diploma IV Pertanahan Konsentrasi Perpetaan



Disusun Oleh:

Rizka Dita Samsudin Al Chodiq
NIT. 14232826/P

KEMENTERIAN AGRARIA DAN TATA RUANG/
BADAN PERTANAHAN NASIONAL
SEKOLAH TINGGI PERTANAHAN NASIONAL
YOGYAKARTA

2018

ABSTRACT

Utilization of GNSS technology with RTK method has often been utilized in the Ministry of ATR/BPN. However, due to uneven infrastructure and costly procurement costs, the availability and utilization are not evenly distributed throughout the Land Office in Indonesia. Currently, many low cost survey equipment are developed, one of them is Expandable GNSS, which has specifications and features for Real-Time and Post-Processing measurement. The RTK method offers a fast observation process but relies heavily on the availability of communication networks. Therefore, Post-Processing Kinematic (PPK) method can be used which offers observation time which is not much different from RTK method. The purpose of this study was to examine the accuracy of PPK method observations by using E-GNSS.

The research method used is comparative experiment with quantitative approach. Samples are selected based on the baseline length category. Sample were measured twice by using PPK method with E-GNSS and Static methods as comparison data. The data were analyzed using Anava Test and t Test with significance level (α) 5% also conducted tolerance test based on PMNA / KBPN Number 3 of 1997.

The results showed a decrease in accuracy proportional to the length of baseline measurements. It can be seen from the value of F of 7,024264 compared to F Table of 3,073763 and a higher standard deviation value in the group with an increasingly baseline. The average coordinate difference is 0,017 m with the value of t-stats for X is -3,376531 and for Y is -3,769089 with t-table $\pm 1,980100$. This value indicates that there are significant differences in the coordinate difference, but still meet the fault tolerance of the point of 0,250 m. The length of the sides and the area of the measured plot also meets the tolerance based on PMNA / KBPN Number 3 of 1997.

Keywords: Cadastral, Low Cost Survey, Post-Processing Kinematic

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
MOTTO.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRACT	ix
INTISARI.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian.....	5
D. Batasan Masalah.....	5
E. Kegunaan Penelitian.....	6
F. Batasan Operasional	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
A. Kerangka Teoritis	8
1. <i>Global Navigation Satellite System (GNSS)</i>	8
2. Metode Penentuan Posisi dengan GNSS.....	9
3. Metode <i>Post-Processing</i> dan <i>Real-Time</i>	11
4. Metode Statik	12
5. Metode <i>Kinematic</i>	13
6. Metode <i>Real-Time Kinematic (RTK)</i>	14
7. Metode <i>Post-Processing Kinematic (PPK)</i>	15
8. Kesalahan dan Bias	16
9. <i>Low-cost GNSS Receiver (Receiver GNSS berbiaya rendah)</i>	18
10. <i>Expandable-GNSS (E-GNSS)</i>	19
B. Kerangka Pemikiran	22
C. Hipotesis.....	23

BAB III METODE PENELITIAN.....	25
A. Format Penelitian	25
B. Lokasi Penelitian	25
C. Populasi, Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel	26
D. Variabel	26
E. Jenis, Sumber dan Teknik Pengumpulan Data.....	26
F. Analisis Data	28
BAB IV PELAKSANAAN PENELITIAN	33
A. Prasurevei.....	34
B. Survei	39
C. Pengolahan Data.....	40
BAB V KETELITIAN HASIL PENGAMATAN DENGAN METODE PPK MENGUNAKAN “E-GNSS”	43
A. Hasil Perhitungan Koordinat	43
B. Analisis Perbandingan Rata-Rata Perbedaan Koordinat	51
C. Analisis Perbedaan Koordinat Hasil Pengamatan	57
D. Analisis Perbedaan Panjang Sisi dan Luas Bidang Tanah	63
BAB VI PENUTUP	70
A. Kesimpulan.....	70
B. Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA	xvi
LAMPIRAN	
RIWAYAT HIDUP PENULIS	

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1960 tentang Peraturan Dasar Pokok-Pokok Agraria (UUPA) telah mengamanatkan kepada pemerintah untuk melaksanakan pendaftaran tanah di seluruh wilayah Republik Indonesia. Harapannya adalah tercapainya tujuan dari pendaftaran tanah tersebut yaitu memberikan jaminan hukum kepemilikan atas tanah. Akan tetapi, sejak tahun 1960 hingga tahun 2016 jumlah bidang tanah terdaftar baru mencapai sekitar 46 juta bidang tanah yang terdaftar dari kurang lebih 126 juta bidang tanah yang ada (Kementerian Agraria Dan Tata Ruang/ Badan Pertanahan Nasional, 2018).

Atas fakta tersebut, kemudian pemerintah mencanangkan Program Percepatan Pendaftaran Tanah. Lahirnya Peraturan Menteri Agraria dan Tata Ruang/ Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 36 Tahun 2016 (Peraturan Menteri ATR/KBPN Nomor 36/2016), sebagaimana telah diubah dan terakhir dengan Peraturan Menteri ATR/BPN Nomor 12/2017, merupakan dasar dilaksanakannya Program Percepatan Pendaftaran Tanah yang selanjutnya disebut Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap (PTSL). Melalui program PTSL tersebut, diharapkan pada tahun 2025 seluruh bidang tanah yang ada di wilayah Republik Indonesia telah terdaftar. Untuk itu, Pemerintah telah menetapkan target jumlah bidang tanah yang akan didaftar melalui PTSL yaitu pada 2017 sebanyak 5 juta bidang tanah, meningkat di tahun 2018 sebanyak 7 juta bidang, dan kemudian meningkat kembali di tahun 2019 sebanyak 9 juta bidang tanah (Sekretariat Kabinet RI, 2016). Untuk mencapai hasil yang maksimal, maka percepatan dalam kerangka PTSL setidaknya memiliki 4 komponen yaitu: *Man* (Sumber Daya Manusia), *Money* (Anggaran), *Methods* (Metode/Pelaksanaan), dan *Material* (Bahan dan Peralatan) (Direktorat Jenderal Infrastruktur Keagrariaan, 2017).

Belajar dari pengalaman di tahun 2017, Kementerian ATR/BPN telah merumuskan strategi-strategi untuk menyukseskan kegiatan PTSL tahun 2018. Strategi yang dirumuskan diantaranya adalah optimalisasi komponen PTSL, salah satunya adalah komponen material. Salah satu tujuan optimalisasi komponen material adalah tersedianya peralatan pengukuran yang dapat mempercepat kegiatan pengukuran bidang tanah, tanpa mengabaikan ketelitian yang dihasilkan. Teknologi yang diharapkan dapat dioptimalisasi pemanfaatannya adalah teknologi *Global Navigation Satellite System* (GNSS), dengan jalan mengoptimalkan pemanfaatan *Continuously Operating Reference System* (CORS) serta pemanfaatan teknologi *Low Cost GNSS* (GNSS berbiaya rendah) (Direktorat Jenderal Infrastruktur Keagrariaan, 2017).

Pemanfaatan teknologi GNSS sebenarnya telah banyak dimanfaatkan oleh Kementerian ATR/BPN dalam pelaksanaan tugas di bidang pertanahan. Akan tetapi, ketersediaannya belum merata di seluruh Kantor Pertanahan di Indonesia, penyebabnya tentu adalah karena mahalnya peralatan survei yang mampu mengakomodir teknologi GNSS ini. Akan tetapi, dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, kini mulai banyak dikembangkan peralatan survei yang berbiaya rendah. Salah satunya adalah *Expandable-GNSS* (E-GNSS), yang dikembangkan melalui penelitian pada Fakultas Teknik Geodesi Universitas Gadjah Mada (UGM). E-GNSS pada dasarnya merupakan modifikasi pengembangan modul GPS (*Original Equipment Manufacturer* (OEM) GPS), yang dihubungkan dengan antena eksternal dan *smartphone* yang telah dilengkapi dengan aplikasi pengolah data, sebagai *controller*-nya. E-GNSS memiliki harga yang cukup terjangkau dan memiliki spesifikasi serta fitur yang memungkinkan penentuan posisi teliti menggunakan berbagai macam metode seperti *Post-Processing* (*Static* atau *Kinematic*) serta *Real-Time Kinematic* (RTK).

Metode RTK menawarkan hasil yang lebih cepat, karena perhitungan dilakukan sesaat pada saat pengukuran (*real-time*) dengan ketelitian posisi yang tinggi. Konsep penentuan posisi metode RTK membutuhkan *base station* dan *rover station* yang mampu mengirimkan dan menerima data fase serta

pseudorange menggunakan sistem komunikasi data tertentu (Abidin H. Z., 2000). Pada metode RTK komunikasi data yang baik antara antara *base station* dan *rover* merupakan hal yang penting. Untuk itu, pada lokasi dengan tidak tercakup jangkauan sistem komunikasi tertentu, harus digunakan metode lain untuk kepentingan akuisisi datanya, salah satu metode yang dapat digunakan adalah *Post Processing Kinematic* (PPK). Metode ini menawarkan proses dan waktu pengamatan yang tidak berbeda jauh dengan metode RTK, dimana untuk setiap titiknya cukup diamat dalam waktu lebih kurang 15 detik dengan ketelitian yang dihasilkan lebih stabil dan akurat (potretudara.com, 2017). Perbedaannya adalah pada metode PPK tidak menggunakan sistem komunikasi antara *base station* dan *rover*, sehingga solusi pengamatan tidak dapat langsung didapatkan di lapangan, tetapi membutuhkan proses penghitungan setelah pengamatan.

Berdasarkan uraian di atas, pemanfaatan peralatan survei berbiaya rendah “*Expandable-GNSS*” dengan metode *Post Processing Kinematic* dapat menjadi alternatif dalam kegiatan pengukuran kadastral untuk mendukung tercapainya pendaftaran tanah yang cepat, teliti dan berbiaya rendah di lingkungan Kementerian ATR/BPN.

B. Rumusan Masalah

Dewasa ini, Teknologi GNSS telah banyak dimanfaatkan di lingkungan Kementerian ATR/BPN untuk menghasilkan pengukuran yang cepat dan berketelitian tinggi. Akan tetapi, teknologi ini masih terbelang teknologi yang mahal, sehingga belum semua Kantor Pertanahan dapat memanfaatkan teknologi ini.

Saat ini, dengan berkembangnya teknologi pengukuran berbasis GNSS, memunculkan peralatan survei (*receiver GNSS*) “berlabel” *low-cost*/berbiaya rendah. Perkembangan *receiver GNSS* tersebut tidak terlepas dari perkembangan perangkat berbentuk *board GNSS* dan modul GNSS. Salah satu peralatan survei yang merupakan pengembangan dari modul GNSS adalah E-GNSS. Perangkat E-GNSS memiliki konsep instrumen *low-cost* yang dapat di-

expand/dikembangkan, sehingga pengguna hanya cukup membeli sesuai dengan kebutuhan. E-GNSS memiliki spesifikasi serta fitur yang memungkinkan penentuan posisi teliti menggunakan beberapa metode, seperti *Post-Processing (Static* atau *Kinematic)* serta *Real-Time Kinematic (RTK)* baik dengan jaringan Radio maupun NTRIP (*Networked Transport of RTCM via Internet Protocol*).

Metode RTK saat ini menjadi salah satu metode yang banyak dimanfaatkan dalam pengukuran bidang tanah. Hal tersebut tidak terlepas dari waktu yang dibutuhkan dalam proses akuisisi data yang singkat serta hasil yang dapat langsung didapat seketika pada saat pengukuran dengan ketelitian yang tinggi. Pada metode RTK-NTRIP, pengiriman data dijalankan menggunakan jaringan internet, sehingga selain *rover station* harus berada pada cakupan jarak relatif dari *base station* (jaringan referensi), keberadaan jaringan internet yang cepat dan stabil sangat dibutuhkan. Pemanfaatan metode RTK-NTRIP di Kementerian ATR/BPN di wujudkan dengan pembangunan jaringan CORS yang disebut Jaringan Referensi Satelit Pertanahan (JRSP). Akan tetapi, pemanfaatan JRSP ini masih terbatas, selain karena masih banyak tempat dengan jaringan data yang kurang baik, cakupan JRSP khususnya di luar pulau Jawa masih belum merata.

Selain menggunakan jaringan internet, komunikasi antara *base station* dan *rover* dapat digunakan metode RTK-Radio, di mana pengiriman data menggunakan sistem komunikasi yang beroperasi pada pita frekuensi *Very High Frekwensi (VHF)* atau *Ultra High Frekwensi (UHF)* (Abidin H. Z., 2000). Akan tetapi, penggunaan metode RTK-Radio memiliki keterbatasan terkait jangkauan gelombang radio yang dipancarkan oleh pemancar. Jangkauan gelombang radio yang dipancarkan oleh *base station*, ditentukan oleh pilihan frekuensi yang digunakan, daya pemancar (*Tx Power*) serta *line of sight* (jarak pandang) antara *base station* dan *rover*. Pada umumnya, jangkauan dari sinyal koreksi RTK Radio GNSS yang dikirimkan dari *base station* ke *rover* memiliki jarak efektif maksimal 1,5 km (Tarigan, 2010).

Dalam kondisi lokasi yang tidak dapat dilakukan pengukuran dengan metode RTK NTRIP maupun RTK Radio karena di luar jangkauan jaringan referensi maupun jaringan komunikasi, sebagai alternatif maka dapat digunakan metode *Post Processing Kinematic* (PPK). Konsep penentuan posisi dengan metode PPK tidak berbeda jauh dengan metode RTK dimana mekanisme penentuan ambiguitas fase dilakukan dengan mekanisme *on-the-fly ambiguity resolution*. Mekanisme ini memiliki keterbatasan dimana semakin panjang *baseline* umumnya nilai ambiguitas fase akan semakin sukar ditentukan secara benar sehingga akan berpengaruh terhadap ketelitian yang dihasilkan.

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas, maka pertanyaan penelitian yang akan diajukan dalam penelitian ini adalah: **Bagaimana ketelitian hasil pengamatan metode PPK dengan menggunakan peralatan survei berbiaya rendah “E-GNSS”?**

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menguji perbandingan ketelitian yang dihasilkan dari pengamatan menggunakan peralatan survei berbiaya rendah “E-GNSS” dengan metode PPK berdasarkan jangkauan *rover* terhadap *base station* (*panjang baseline*).
2. Menguji ketelitian hasil pengamatan metode PPK dengan menggunakan peralatan survei berbiaya rendah “E-GNSS”.

D. Batasan Masalah

Permasalahan yang diteliti dalam penelitian ini dibatasi pada pemanfaatan peralatan survei berbiaya rendah “E-GNSS” menggunakan metode PPK untuk pengukuran bidang tanah. Seluruh batas bidang tanah yang dipilih merupakan titik batas dengan obstruksi minimal (*open view of sky*).

Tingkat ketelitian dalam pengukuran bidang tanah ditentukan dalam dua aspek yaitu akurasi dan presisi (Abidin H. Z., 2000). Akurasi menunjukkan kedekatan hasil pengukuran dengan nilai sesungguhnya, sedangkan presisi

menunjukkan seberapa dekat perbedaan nilai pada saat dilakukan pengulangan pengukuran (Sayuthi, Fadlisyah, & Syarifuddin, 2008). Nilai koordinat yang acuan sebagai koordinat yang dianggap benar adalah koordinat yang dihasilkan dari pengukuran dengan metode statik dengan peralatan survei (*receiver* GNSS) tipe Geodetik.

Pengujian ketelitian dilakukan dengan membandingkan perbedaan koordinat antara koordinat hasil pengamatan dengan metode PPK dengan E-GNSS dan koordinat hasil pengamatan dengan metode statik. Selain itu, untuk menguji kekonsistenan ketelitian yang dihasilkan dibandingkan perbedaan koordinat antara kedua metode berdasarkan klasifikasi panjang baseline.

E. Kegunaan Penelitian

Adapun kegunaan dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai bahan saran dan masukan inovasi dalam bidang pengukuran dan pemetaan kadastral untuk menciptakan Pendaftaran Tanah yang cepat, teliti dan berbiaya rendah.
2. Sebagai bahan pertimbangan dalam pengadaan peralatan survei di lingkungan Kementerian Agraria dan Tata Ruang/ Badan Pertanahan Nasional, Kantor Wilayah Kementerian ATR/BPN maupun Kantor Pertanahan.
3. Sebagai bahan kajian, pengajaran maupun referensi mengenai pengukuran dan pemetaan kadastral untuk menciptakan Pendaftaran Tanah yang cepat, teliti dan berbiaya rendah.

F. Batasan Operasional

Batasan operasional berisi definisi dari istilah-istilah yang digunakan dalam penelitian ini untuk memperjelas dan menghindari kesalahpahaman mengenai pengertian tentang istilah-istilah yang digunakan.

1. Peralatan Survei adalah peralatan yang digunakan dalam pengumpulan data yang berhubungan dengan pengukuran permukaan bumi. Dalam penelitian ini, peralatan survei yang digunakan adalah *receiver* GNSS.

2. *Low-cost GNSS receiver* (*Receiver* GNSS berbiaya rendah) merupakan *receiver* gelombang L1 satelit GNSS (Weston & Schwieger, 2010) yang mampu menghasilkan posisi dengan ketelitian tinggi dan berharga kurang dari 2,000 dolar AS (< Rp. 28.000.000,00) (Bramanto, et al., 2016).
3. *Post-Processing Kinematic* (PPK) merupakan penentuan posisi secara differensial dimana *receiver* GPS terus bergerak dan pengolahan datanya dilakukan sesudah pengamatan (Abidin H. Z., 2000).
4. Pengukuran kadastral merupakan pengukuran teliti untuk kepentingan pendaftaran tanah.

BAB VI PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis serta pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Ketelitian yang dihasilkan dalam pengamatan menggunakan peralatan survei berbiaya rendah “E-GNSS” dengan metode PPK semakin berkurang sebanding dengan semakin panjang *baseline*, dibuktikan dengan hasil perhitungan sebagai berikut:
 - a. Rata-rata perbedaan koordinat untuk kelompok sampel 1 (panjang *baseline* 0-1000 m) sebesar 0,013 m, kelompok sampel 2 (panjang *baseline* 1001-2000 m) sebesar 0,017 m serta kelompok sampel 3 (panjang *baseline* 2001-3000 m) sebesar 0,020 m.
 - b. Terdapat perbedaan rata-rata selisih koordinat pada ketiga kelompok sampel dibuktikan dengan hasil analisis varians dengan taraf signifikansi (α) 5% dihasilkan nilai F hitung sebesar 7,024264, nilai tersebut lebih besar dibandingkan nilai F tabel sebesar 3,073763.
 - c. Nilai simpangan baku berurutan dari kelompok sampel 1, 2 dan 3 menunjukkan nilai yang semakin besar yaitu kelompok sampel 1 sebesar 0,006958, kelompok sampel 2 sebesar 0,007976 dan kelompok sampel 3 sebesar 0,008688.
2. Terdapat perbedaan signifikan antara nilai koordinat hasil pengukuran dengan metode PPK menggunakan E-GNSS dan metode statik, akan tetapi masih memenuhi toleransi kesalahan titik yang ditetapkan dalam PMNA/KBPN Nomor 3 Tahun 1997, dibuktikan dengan hasil uji statistik sebagai berikut:
 - a. Berdasarkan hasil uji t (*paired sampel t-test*), dengan $\alpha= 5\%$ diketahui bahwa nilai t hitung untuk nilai X yaitu -3,376531 dan untuk Y yaitu -3,769089, jatuh pada daerah penolakan H_0 (t tabel = $\pm 1,980100$).

- b. Berdasarkan hasil uji t (*one sampel t-test*) nilai perbedaan koordinat terhadap toleransi pengukuran sebesar 0,250 m, dengan $\alpha = 5\%$ diketahui bahwa nilai t hitung yaitu -307,747350 lebih kecil dari nilai t tabel = 1,657759.
3. Panjang sisi dan luas bidang tanah hasil pengukuran menggunakan peralatan survei berbiaya rendah “E-GNSS” memenuhi toleransi selisih/perbedaan panjang sisi dan luas bidang tanah menurut Petunjuk Teknis PMNA/KBPN Nomor 3 Tahun 1997.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, masukan yang dapat diberikan dari penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian mengenai efisiensi dan efektivitas pengukuran menggunakan *receiver* “*Expandable GNSS*” dengan metode PPK.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pemanfaatan *receiver* “*Expandable GNSS*” dengan metode PPK pada variasi panjang *baseline* yang lebih jauh serta dengan variasi tutupan/ obstruksi untuk mengetahui konsistensi dan kemampuan optimal dalam akuisisi data.
3. Perlu dilakukan penelitian mengenai pemanfaatan *receiver* “*Expandable GNSS*” dengan metode *Real Time Kinematic* baik dengan metode NTRIP maupun gelombang radio.
4. Pemanfaatan *receiver* E-GNSS sangat dipengaruhi oleh penggunaan perangkat pendukungnya seperti *Antenna External* serta *Smartphone*, untuk itu penggunaan *Antena External* bertipe Geodetik dan *Smartphone* dengan versi android minimal 4.0 sangat disarankan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H. Z. (2000). *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Abidin, H. Z., Jones, A., & Kahar, J. (1995). *Survai dengan GPS*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Abidin, H. Z. (2007). *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya: Cetakan ketiga*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Atunggal, D. (2016). *Pemanfaatan Modul OEM GPS untuk RTK GPS dengan Android*. Diambil kembali dari [http:// dediatunggal.staff.ugm.ac.id/2016/03/24/pemanfaatan-modul-oem-gps-untuk-rtk-gps-dengan-android/](http://dediatunggal.staff.ugm.ac.id/2016/03/24/pemanfaatan-modul-oem-gps-untuk-rtk-gps-dengan-android/)
- Atunggal, D., Ausi, N. H., Ma'ruf, B., & Rokhmana, C. A. (2017). Application of Low Cost RTK GPS Module for Precise Geotagging using Smartphone. *9th Multi-GNSS Asia (MGA) Conference*, (hal. 89-92). Jakarta. Diambil kembali dari <http://www.multignss.asia/mga9/abstracts.pdf>
- Atunggal, D., Basith, A., Rokhmana, C. A., & Pratiwi, D. M. (2015). *Studi Awal Penggunaan Modul GPS Murah untuk Pengukuran RTK NTRIP*. Diambil kembali dari https://www.researchgate.net/publication/320558668_Studi_Awal_Penggunaan_Modul_GPS_Murah_untuk_Pengukuran_RTKNTRIP
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). *Standar Nasional Indonesia: Jaring Kontrol Horizontal*. Diambil kembali dari <http://www.big.go.id/assets/download/sni/SNI/SNI%2019-6724-2002.pdf>
- Bakara, J. (2011). Perkembangan Sistem Satelit Navigasi Global Dan Aplikasinya. *Berita Dirgantara Vol 12 Juni 2011*, 38-47. Diambil kembali dari http://jurnal.lapan.go.id/index.php/berita_dirgantara/article/download/1649/1487
- Bramanto, B., Gumilar, I., Sidiq, T. P., Abidin, H. Z., Hermawan, M. D., & Wijayanto, B. M. (2016). On the Performance of a Single-Frequency Low-Cost GPS. *Prosiding Seminar Nasional 3rd CGISE dan FIT ISI 2016*, 139-143.

- Direktorat Jenderal Infrastruktur Keagrariaan. (2017). Reformasi Administrasi Pertanahan Indonesia dengan Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap. Disampaikan dalam Seminar Nasional Pertanahan STPN 21 Desember 2017.
- Irianto, A. (2010). *Statistik: Konsep Dasar, Aplikasi dan Pengembangannya*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Kementerian Agraria Dan Tata Ruang/ Badan Pertanahan Nasional. (2018). Sambutan Menteri Agraria dan Tata Ruang/ Kepala Badan Pertanahan Nasional. disampaikan dalam Rapat Kerja Nasional Kementerian Agraria Dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional 10 Januari 2018.
- Kuncoro, H., Meilano, I., & Sarsito, D. A. (2012). Analisis Metode GPS Kinematik Menggunakan Perangkat Lunak RTKLIB. *Indonesian Journal Of Geospatial Vol. 3 No. 1*. Diambil kembali dari <http://journals.itb.ac.id/index.php/ijog/article/download/2184/1119>
- Langley, R. B. (1998). RTK GPS. *GPS World September 1998*, 70-76. Diambil kembali dari <http://www2.unb.ca/gge/Resources/gpsworld.september98pdf>
- Madena, A. Y. (2014). Verifikasi Koordinat Titik Dasar Teknik Orde 3 dengan Pengukuran GNSS Real Time Kinematic Menggunakan Stasiun CORS Geodesi UNDIP di Kota Semarang. *Skripsi*. Universitas Diponegoro Semarang. Diambil kembali dari <http://eprints.undip.ac.id/41652/>
- Madena, A. Y., Sabri, L. M., & Yuwono, B. D. (2014). Verifikasi Koordinat Titik Dasar Teknik Orde 3 dengan Pengukuran GNSS Real Time Kinematic Menggunakan Stasiun CORS Geodesi UNDIP di Kota Semarang. *Jurnal Geodesi Undip Volume 3 Nomor 1*. Diambil kembali dari <http://id.portalgaruda.org/index.php?page=29&ipp=10&ref=browse&mod=viewjournal&journal=4685>
- Nazir, M. (2005). *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Nurgiyantoro, B., Gunawan, & Marzuki. (2009). *Statistik Terapan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

- Odolinski, R., & Teunissen, P. J. (2017). Low-Cost, High-Precision, Single-Frequency GPS-BDS RTK Positioning. *GPS Solutions* 21 (3), 1315-1330. Diambil kembali dari <https://espace.curtin.edu.au/handle/20.500.11937/543>
- potretudara.com. (2017). *Low-Cost GPS-GIS*. Diambil kembali dari <https://www.potretudara.com/low-cost-gps-gis/>
- Prasetya, R. B. (2011). Analisis Ketelitian Koreksi Geometrik Citra QuickBird Menggunakan Titik CORS GNSS. *Skripsi*. Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang. Diambil kembali dari <http://eprints.undip.ac.id/>
- Saleh, S. (2001). *Statistik Induktif*. Yogyakarta: UPP AMP YKPN.
- Sayuthi, M., Fadlisyah, & Syarifuddin. (2008). *Pengukuran Teknik*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sekretariat Kabinet RI*. (2016, Oktober 16). Diambil kembali dari <http://setkab.go.id/beri-target-bpn-presiden-jokowi-60-juta-sertifikat-tanah-belum-diselesaikan/>
- Sugiyono. (2002). *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: CV. Alfabeta.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Manajemen*. Bandung: CV. Alfabeta.
- Supranto, J. (2001). *Statistik: Teori dan Aplikasi Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Surakhman, A. (2017). Komparasi Kualitas Hasil Pengukuran Antara Receiver GNSS Low Cost BAP Precision S852 Dan Receiver GNSS Tipe Geodetik Leica GS08 dalam Variasi Kondisi di Lapangan. *Skripsi*. Universitas Gadjah Mada. Diambil kembali dari http://etd.repository.ugm.ac.id/index.php?mod=penelitian_detail&sub=PenelitianDetail&act=view&typ=html&buku_id=115513&obyek_id=4
- Tarigan, V. (2010). Evaluasi Ketelitian dan Keakuratan Posisi Real Time Kinematic (RTK) dengan Receiver GPS Javad Triumph 1. *Skripsi*. Universitas Gadjah Mada. Diambil kembali dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/index.php?>
- UNOOSA. (2011). *United Nations International Meeting on the Applications of Global Navigation Satellite Systems*. Diambil kembali dari http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/schedule/2011/international_meeting_austria_aplications_gnss.html

- Weston, N. D., & Schwieger, V. (2010). *Cost Effective GNSS Positioning Techniques*. Copenhagen: The International Federation of Surveyors (FIG).
Diambil kembali dari <https://www.fig.net/pub/figpub/pub49/figpub49.pdf>
- Wibowo, S. A. (2013). Aplikasi Metode Penentuan Posisi Real Time Kinematic (RTK) Radio GNSS Untuk Pemetaan Situasi Skala 1:1000. *Skripsi*. Universitas Gadjah Mada. Diambil kembali dari http://etd.repository.ugm.ac.id/index.php?mod=penelitian_detail&sub=PenelitianDetail&act=view&typ=html&buku_id=67323