El-Jughrafiyah
Brema Handika Bangun
Volume 05, Issue 02, Tahun 2025

Efektivitas dan Perbandingan Pengukuran Bidang Tanah Menggunakan Metode RTK-NTRIP dengan Metode RTK-Statik (Studi Kasus Kota Batam pada Tahun 2025)

Brema Handika Bangun[1], Yunus Susilo[2]

[1,2]*Program Studi Teknik Geomatika, Universitas Dr Soetomo Surabaya*
e-mail: handika.real@gmail.com yunus.susilo@unitomo.ac.id

ABSTRAK. Pengukuran bidang tanah yang akurat sangat penting dalam mendukung administrasi pertanahan, perencanaan tata ruang, serta pembangunan infrastruktur. Seiring perkembangan teknologi, metode *Real-time* Kinematic (RTK) telah banyak digunakan dalam survei pengukuran tanah, khususnya RTK-NTRIP dan RTK-Statik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan efektivitas kedua metode tersebut dalam hal akurasi, efisiensi waktu, serta keandalan hasil pengukuran di wilayah Kota Batam. Metode penelitian yang digunakan mencakup pengumpulan data primer melalui pengukuran langsung di lapangan menggunakan perangkat GNSS, serta analisis akurasi menggunakan perhitungan *Root Mean Square Error* (RMSE), *Circular Error* 90% (CE90), dan uji t berpasangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa RTK-NTRIP lebih unggul dari segi efisiensi waktu, sedangkan RTK-Statik memberikan akurasi yang lebih tinggi. Nilai CE90 sebesar 0.263 meter dan RMSE sebesar 0.173 meter menunjukkan bahwa hasil pengukuran memenuhi standar akurasi horizontal ≤ 0.5 meter. Uji statistik juga menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan antara hasil pengukuran dengan referensi orthofoto. Kesimpulannya, kedua metode dapat digunakan secara efektif dengan mempertimbangkan kondisi lapangan dan tujuan pengukuran.

Kata kunci: Pengukuran tanah, RTK-NTRIP, RTK-Statik, akurasi, GNSS, CE90.

PENDAHULUAN

Pengukuran bidang tanah merupakan bagian yang sangat penting dalam pengelolaan sumber daya alam, administrasi pertanahan, serta perencanaan pembangunan yang akurat. Akurasi pengukuran tanah mendukung berbagai kegiatan, mulai dari pembebasan lahan, perencanaan tata ruang, hingga pengelolaan lahan untuk pembangunan infrastruktur. Seiring dengan perkembangan teknologi, metode pengukuran tanah juga berkembang pesat, salah satunya adalah dengan menggunakan teknologi GPS (*Global Positioning System*). Salah satu inovasi terbaru dalam pengukuran tanah adalah metode *Real-time Kinematic* (RTK), yang memungkinkan pengukuran dengan akurasi tinggi dalam waktu yang relatif singkat (Kim & Kim, 2022). Di dalam teknologi RTK, terdapat dua metode yang saat ini sering digunakan, yaitu RTK-NTRIP dan RTK-Statik, yang masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan yang perlu dievaluasi lebih lanjut.

RTK-NTRIP (*Networked Transport of RTCM via Internet Protocol*) merupakan metode yang memanfaatkan konektivitas internet untuk mengirimkan koreksi data posisi secara *real-time*, memungkinkan pengukuran dilakukan dengan cepat dan efisien di lapangan. Metode ini sangat bermanfaat di daerah perkotaan atau lokasi dengan akses internet yang baik, di mana pengukuran cepat dan akurat sangat dibutuhkan. Di sisi lain, RTK-Statik menggunakan pengumpulan data yang lebih lama dan dilakukan dengan menggunakan perangkat keras yang lebih sederhana. Meskipun membutuhkan waktu yang lebih lama untuk pengukuran, metode ini mampu menghasilkan akurasi yang sangat tinggi, terutama untuk pengukuran yang memerlukan presisi tinggi dalam pengolahan data.

Pengukuran tanah dengan teknologi RTK telah menjadi objek kajian dalam berbagai penelitian sebelumnya. Salah satunya adalah penelitian oleh Adzhan et al., (2015) yang menganalisis penerapan RTK dalam pengukuran bidang tanah di daerah perkotaan. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan RTK-NTRIP lebih efisien dan cepat dibandingkan dengan metode RTK-Statik, terutama pada area dengan koneksi internet yang stabil. Namun, kelemahan dari RTK-NTRIP adalah ketergantungannya pada kualitas sinyal internet dan ketersediaan jaringan yang baik, yang dapat mempengaruhi hasil pengukuran jika adsa gangguan jaringan. Di sisi lain, penelitian oleh Alkan et al., (2022) mengenai pengukuran tanah menggunakan RTK-Statik di wilayah pedesaan menunjukkan bahwa meskipun memerlukan waktu yang lebih lama, metode RTK-Statik memberikan hasil yang lebih stabil dan presisi, terutama pada daerah dengan kurangnya infrastruktur internet. Selain itu, penelitian oleh Safi'i & Aditya, (2018) menunjukkan bahwa baik RTK-NTRIP maupun RTK-Statik memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing dalam penggunaan untuk pengukuran tanah.

Berdasarkan studi-studi tersebut, tampak bahwa masih terdapat kesenjangan dalam literatur, khususnya terkait perbandingan efektivitas kedua metode tersebut dalam konteks geografis tertentu yang memiliki karakteristik infrastruktur dan kondisi wilayah yang unik, seperti Kota Batam. Selain itu, masih terdapat ketidakkonsistenan dalam temuan hasil, di mana efisiensi RTK-NTRIP kerap dipertentangkan dengan akurasi RTK-Statik. Hal ini menunjukkan adanya ruang untuk kajian yang lebih mendalam dalam konteks lokal.

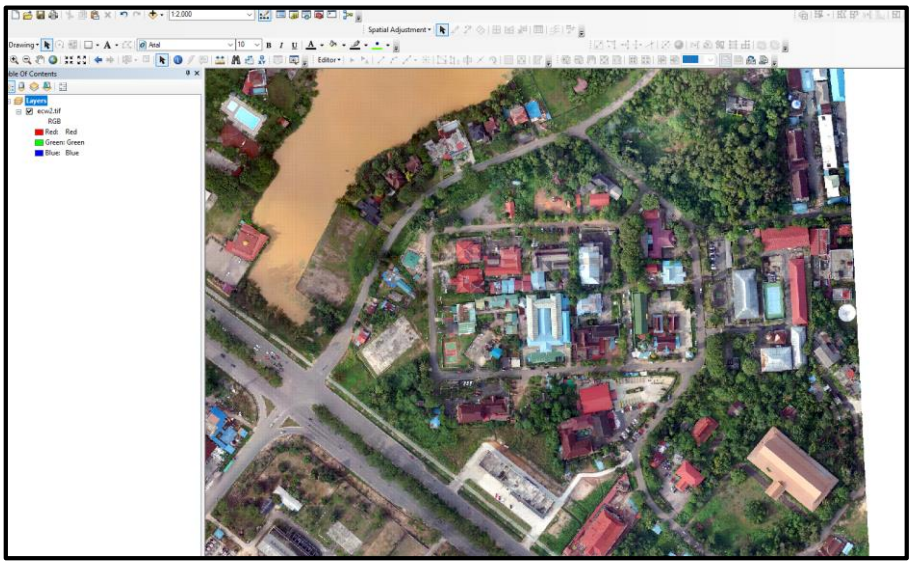
Kota Batam, sebagai salah satu kota yang berkembang pesat di Indonesia, memerlukan pengukuran tanah yang akurat untuk mendukung proses perencanaan pembangunan dan pengelolaan ruang. Dalam hal ini, pemilihan metode pengukuran yang tepat akan sangat mempengaruhi efektivitas dan efisiensi dalam berbagai kegiatan tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan efektivitas dua metode pengukuran yaitu RTK-NTRIP dan RTK-Statik dalam pengukuran bidang tanah di Kecamatan Sekupang, Kelurahan Tanjung Pinggir, Kota Batam pada tahun 2025. Unit analisis dalam kajian ini adalah hasil pengukuran bidang tanah berdasarkan kedua metode tersebut.

Penelitian ini disusun untuk membahas secara sistematis efektivitas pengukuran menggunakan RTK-NTRIP dan RTK-Statik, dengan menampilkan perbandingan dari aspek akurasi dan waktu. Struktur artikel mencakup tinjauan pustaka, metodologi penelitian, hasil dan pembahasan, serta kesimpulan dan saran yang dapat diterapkan di lapangan.

METODE

Lokasi Penelitian

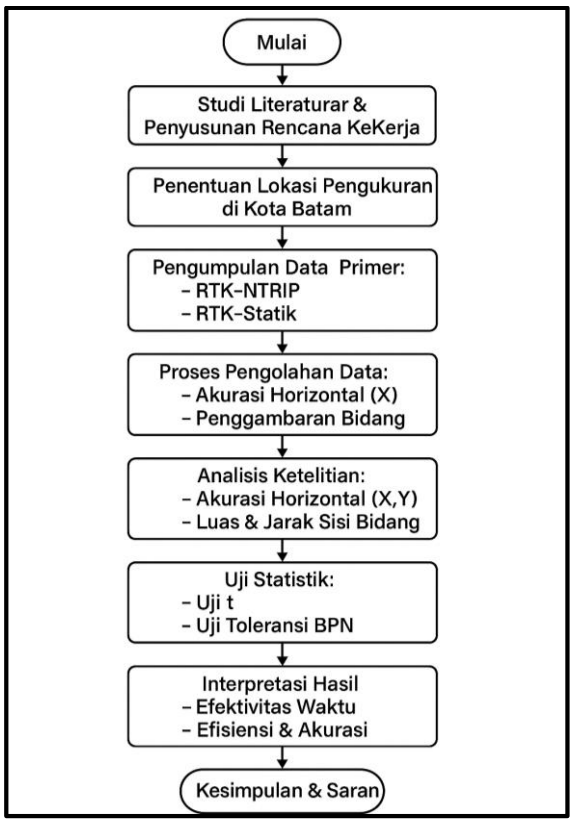
Penelitian ini dilaksanakan di Kelurahan Tanjung Pinggir, Kecamatan Sekupang, Kota Batam, Provinsi Kepulauan Riau. Lokasi ini dipilih secara purposive karena memiliki kombinasi area perkantoran (seperti Parkiran BPN Kota Batam) dan area terbuka (seperti Jalan Beta, Halaman Rumah Shangrila, dan Jalan Dangas), yang mewakili variasi karakteristik tanah dan kondisi pengukuran. Teknik *sampling* yang digunakan adalah *purposive sampling*, yaitu pemilihan titik pengukuran yang dilakukan pada lahan yang secara strategis berada dekat dengan kantor untuk memudahkan proses observasi dan pengumpulan data, dengan fokus pada dua jenis metode pengukuran tanah, yaitu RTK-NTRIP dan RTK-Statik. Koordinat lokasi penelitian mencakup titik-titik di Kelurahan Tanjung Pinggir, Kota Batam dengan koordinat geografis yang diukur secara langsung selama penelitian. Adapun lokasi penelitian mencakup beberapa titik strategis ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Kota Batam

Diagram Alir Penelitian

Pengambilan data dan pengukuran dilakukan dengan menggunakan dua metode yang berbeda, yaitu RTK-NTRIP dan RTK-Statik. Proses penelitian dimulai dengan penentuan lokasi pengukuran, kemudian dilakukan pengukuran pada beberapa titik dengan menggunakan perangkat GNSS (*Global Navigation Satellite System*) untuk memperoleh data posisi. Setelah data terkumpul, dilakukan analisis untuk membandingkan hasil pengukuran dari kedua metode tersebut.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Pengambilan Data

Pengambilan data dilaksanakan di beberapa titik di Kota Batam yang dipilih berdasarkan karakteristik lahan yang representatif. Pada penelitian ini, pengukuran dilakukan di dua area berbeda, yaitu area perkantoran dan area terbuka. Setiap metode pengukuran dilakukan sebanyak 10 kali pada titik yang berbeda untuk memastikan validitas data.

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer hasil pengukuran titik-titik bidang tanah menggunakan dua metode GNSS, yaitu RTK-NTRIP dan RTK-Statik. Pengukuran dilakukan pada beberapa titik di Kota Batam, seperti di lokasi Jalan Beta, Parkiran BPN Kota Batam, Halaman Rumah Shangrila, dan Jalan Dangas.

Masing-masing titik menghasilkan data koordinat dalam sistem proyeksi ID_TM3 48.1, baik dalam format geografis (lintang & bujur) maupun koordinat kartesian (X, Y, Z). Selain itu, didapatkan pula parameter standar deviasi untuk tiap pengukuran (SD *Easting*, SD *Northing*, SD *Height*), data *baseline*, dan informasi presisi vertikal dan horizontal.

Ukuran-ukuran teknis yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: (a) koordinat hasil pengukuran RTK-NTRIP dan RTK-Statik, (b) durasi pengamatan (misalnya 15 menit per titik), (c) panjang *baseline* dan model propagasi sinyal satelit, serta (d) perbandingan hasil terhadap ortofoto dan ICP. Sumber referensi data pendukung diperoleh dari laman resmi BIG (https://nrtk.big.go.id) dan pengolahan melalui perangkat lunak pasca-pemrosesan statik yang dijelaskan sebagai berikut:

1. **RTK-NTRIP**

   Pengukuran pertama dilakukan dengan metode RTK-NTRIP, yang memanfaatkan jaringan CORS (*Continuously Operating Reference Station*) melalui koneksi internet untuk mentransmisikan data koreksi secara *real-time* (Sari & Khomsin, 2014). Alat yang digunakan pada metode ini adalah GNSS tipe V60 dengan satu rover. Dalam metode ini, sinyal dari CORS yang terdekat digunakan untuk memberikan koreksi posisi secara langsung, sehingga data yang diperoleh memiliki akurasi yang tinggi dalam waktu singkat. Lokasi CORS terdekat yang digunakan dalam penelitian ini adalah CORS Batam, dengan status koneksi yang stabil dan tersedia

2. **RTK-Statik**

   Metode kedua yang digunakan adalah RTK-Statik, di mana pengukuran dilakukan secara manual dengan menggunakan alat GNSS tipe V60 dan mengandalkan pengumpulan data dalam waktu yang lebih lama. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan perangkat lunak khusus untuk menghasilkan posisi yang lebih akurat. Pengukuran dengan RTK-Statik dilakukan pada titik yang sama dengan metode RTK-NTRIP, namun dengan waktu pengumpulan data yang lebih panjang untuk memperoleh hasil yang lebih presisi

Teknik Analisis Data

Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis perbandingan ketelitian antara kedua metode pengukuran tanah, yaitu RTK-NTRIP dan RTK-Statik. Data yang diperoleh dari kedua metode akan dibandingkan dengan data yang dianggap benar atau referensi, yang didapat dari pengukuran dengan metode standar. Selanjutnya, dilakukan perhitungan akurasi dengan membandingkan posisi *horizontal* (X,Y), jarak sisi bidang, serta luas masing-masing bidang tanah yang diukur. Selain itu, analisis dilakukan untuk menilai perbedaan efisiensi waktu yang diperlukan oleh kedua metode pengukuran. Analisis data dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan berikut:

a. Pengolahan Koordinat GNSS.

   Koordinat hasil pengukuran GNSS untuk metode RTK-NTRIP dan RTK-Statik diolah untuk diperoleh nilai posisi horizontal (X dan Y), tinggi elipsoid, serta standar deviasi (SD) dari tiap metode. Data diolah melalui software pengolahan GNSS seperti ComNav, serta referensi *baseline* diproses menggunakan sistem CORS BPN.

b. Perbandingan Ketelitian.

Ketelitian horizontal dibandingkan berdasarkan perhitungan *Root Mean Square Error* (RMSE) serta deviasi koordinat antar metode (ΔX, ΔY, ΔZ). Nilai-nilai ini dikaji terhadap ambang batas toleransi yang ditetapkan oleh Peraturan Kepala BIG No. 15 Tahun 2014 dan PMNA/BPN No. 3 Tahun 1997 (rumus toleransi luas: 0,5√L).

c. Uji Akurasi dan CE 90.

Dilakukan dengan menggunakan nilai *Circular Error* 90% (CE90), yang menunjukkan radius kesalahan horizontal pada tingkat kepercayaan 90Uji akurasi posisi menggunakan rumus *Circular Error* 90% (CE90) yang menunjukkan radius kesalahan horizontal dengan tingkat kepercayaan 90%. Data CE90 diperoleh dari laporan uji akurasi ortofoto ICP dan perbandingan koordinat pengukuran di lapangan dengan peta mosaik ortofoto.

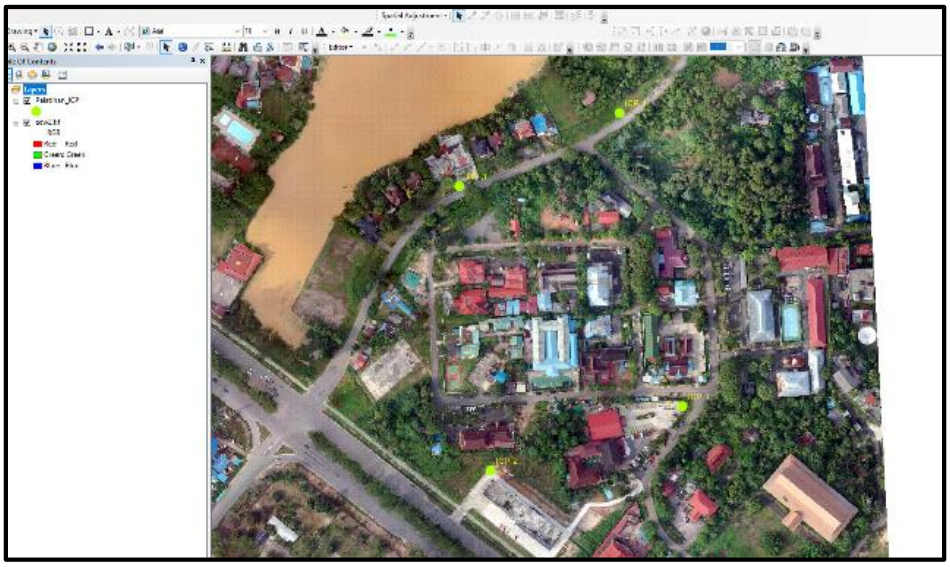
d. Uji Statistik (*Paired t-test*).

Uji statistik dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan signifikan antara metode RTK-NTRIP dan RTK-Statik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

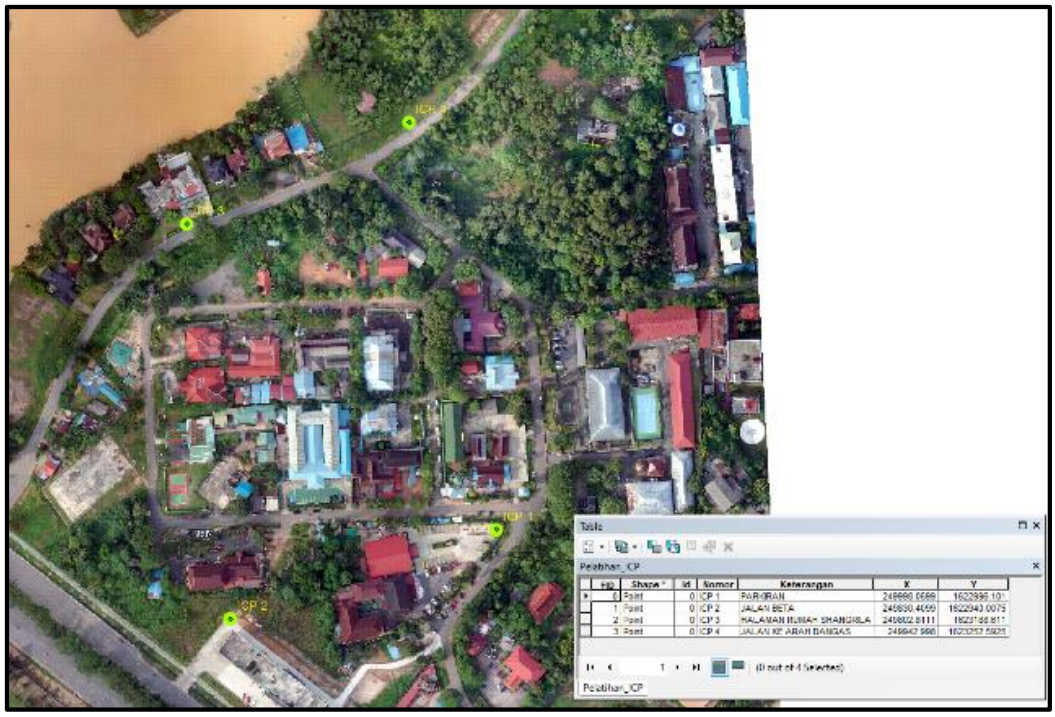
Persiapan

Dalam kegiatan ini, peta foto yang digunakan adalah peta wilayah sekitar Kantor Pertanahan Kota Batam. Peta tersebut ditampilkan melalui aplikasi GIS (*Geographic Information System*).



Gambar 3. Tampilan Foto Udara di aplikasi GIS

Perencanaan titik ICP (*Independent Check Point*) dilakukan dengan memperhatikan sebaran yang merata di area pengujian. Hal ini penting untuk memastikan uji akurasi mencakup seluruh wilayah peta secara representatif. Hasil pengukuran menggunakan RTK-NTRIP dan RTK-Statik. Uji-t digunakan untuk membandingkan rata-rata perbedaan antara hasil pengukuran kedua metode. Selisih antara kedua metode akan dihitung dan dibagi dengan akar dari jumlah kuadrat standar deviasi kedua kelompok data. Uji statistik ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai keandalan masing-masing metode dalam pengukuran bidang tanah.



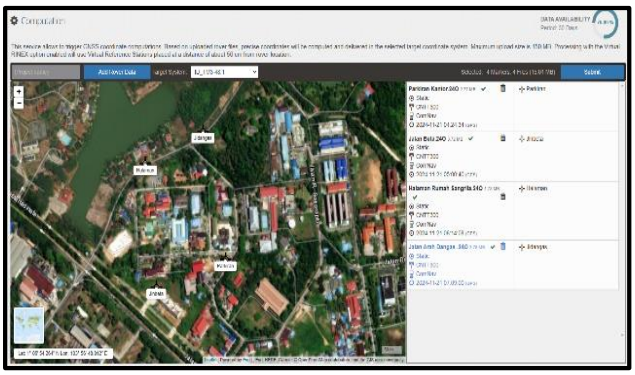
Gambar 4. Perencanaan ICP yang tersebar merata

Pelaksanaan

Setelah perencanaan, dilakukan pengukuran GNSS di lapangan pada titik-titik ICP yang telah direncanakan berdasarkan peta kerja. Pengamatan dilakukan selama 15 menit dengan perekaman data setiap 1 detik.

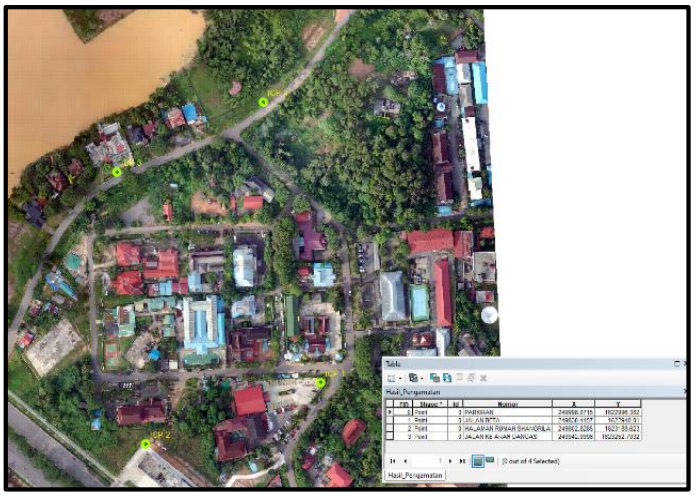
Gambar 5. Pengukuran titik ICP di lapangan

Data hasil pengukuran kemudian diolah secara daring menggunakan laman resmi BIG (http://nrtk.big.go.id) dan diplot terhadap koordinat mosaik ortofoto.



Gambar 6. Pengolahan Data ICP secara online

Setelah pengolahan data, koordinat hasil pengamatan diplot untuk dibandingkan dengan koordinat dari mosaik ortofoto.



Gambar. 7 Plotting Koordinat ICP hasil pengamatan dan mosaik ortofoto

Uji Akurasi

Uji ketelitian dilakukan menggunakan format FORM.AK_05.05 untuk mengevaluasi ketelitian horizontal. Berikut adalah tabel hasil uji ketelitian horizontal berdasarkan perbandingan koordinat titik ICP dengan hasil mosaik ortofoto. Tabel berikut menyajikan hasil uji ketelitian horizontal dari empat titik ICP:

Tabel. 1 Hasil Uji Ketelitian Horizontal

No	Nama Titik	X ICP	X Ortofoto	ΔX	$(\Delta X)^2$	Y ICP	Y Ortofoto	ΔY	$(\Delta Y)^2$	$(\Delta X)^2 + (\Delta Y)^2$
1	ICP01	2.499.980.699	2.499.980.715	0.002	0.000	16.229.961.010	16.229.963.820	0.281	0.079	0.079
2	ICP02	2.498.304.099	2.498.304.157	0.006	0.000	16.229.400.075	16.229.400.100	0.002	0.000	0.000
3	ICP03	2.498.028.111	2.498.028.285	0.017	0.000	16.231.886.110	16.231.886.230	0.012	0.000	0.000
4	ICP04	2.499.429.980	2.499.429.996	0.002	0.000	16.232.525.925	16.232.527.932	0.201	0.040	0.040

Sumber: Data diolah, 2025

Berdasarkan hasil uji ketelitian horizontal terhadap empat titik kontrol independen (ICP), diperoleh selisih koordinat antara titik hasil pengamatan GNSS dan mosaik ortofoto. Selisih pada komponen X (ΔX) berkisar antara 0.002 hingga 0.017 meter, sedangkan pada komponen Y (ΔY) berkisar antara 0.002 hingga 0.281 meter. Nilai kuadrat dari selisih tersebut dihitung untuk masing-masing komponen guna memperoleh nilai ketelitian secara kuantitatif. Dari perhitungan tersebut diperoleh jumlah keseluruhan nilai kuadrat selisih sebesar 0.120, dengan rata-rata kesalahan sebesar 0.030 meter. Nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) sebesar 0.173m dan nilai *Circular Error* 90 (CE90) sebesar 0.263 meter, menunjukkan tingkat ketelitian horizontal yang cukup baik.

Dengan membandingkan hasil tersebut terhadap standar akurasi maksimal sebesar 0.50 meter, maka ketelitian horizontal yang diperoleh sebesar 0.26m dinyatakan telah memenuhi standar akurasi yang ditetapkan. Oleh karena itu, hasil pengolahan mosaik ortofoto dapat dikatakan akurat dan layak digunakan untuk kebutuhan pemetaan dasar. Hasil ini menunjukkan tingkat ketelitian yang tinggi dalam pengukuran. Ringkasan hasil akurasi disajikan dalam tabel berikut:

Tabel. 2 Rekapitulasi Hasil Uji Akurasi

Parameter	Nilai
Rata-rata perbedaan	0.030 m
RMSE	0.173 m
CE 90	0.263 m
Standar akurasi	≤ 0.5 m
Kesimpulan	Memenuhi standar akurasi

Sumber: Data diolah, 2025

Untuk menguji apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara koordinat hasil pengukuran titik kontrol ICP dan koordinat dari mosaik ortofoto, dilakukan uji t berpasangan (*paired t-test*) terhadap nilai selisih pada komponen koordinat X dan Y. Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah perbedaan yang terjadi disebabkan oleh faktor kebetulan atau memang terdapat perbedaan yang signifikan antara dua data tersebut. Berikut ini adalah hasil uji t untuk selisih koordinat X dan Y:

Tabel. 3 Hasil Uji t Berpasangan pada Selisih Koordinat ICP dan Ortofoto

Komponen	Nilai Selisih	Rata-rata	Simpangan Baku (s)	n	t Hitung	t Tabel (α=0,05; df=3)	Kesimpulan
ΔX	0.002, 0.006, 0.017, 0.002	0.00675	0.00677	4	1.993	3.182	Tidak Signifikan
ΔY	0.281, 0.002, 0.012, 0.201	0.124	0.1306	4	1.898	3.182	Tidak Signifikan

Dari hasil perhitungan di atas, nilai t hitung untuk ΔX adalah 1.993 dan untuk ΔY adalah 1.898, sedangkan t tabel pada taraf signifikansi 5% (α = 0.05) dan derajat kebebasan (df = 3) adalah 3.182. Karena nilai t hitung lebih kecil dari t tabel, maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara koordinat hasil pengamatan lapangan dan koordinat dari mosaik ortofoto.

Pembahasan

Tujuan utama penelitian ini adalah membandingkan efektivitas dua metode pengukuran GNSS yaitu RTK-NTRIP dan RTK-Statik dalam konteks efisiensi waktu dan akurasi posisi di Kota Batam. Studi ini memiliki kontribusi penting dalam memberikan pemahaman empiris mengenai penggunaan teknologi GNSS berbasis RTK dalam pengukuran bidang tanah pada wilayah perkotaan.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa RTK-NTRIP unggul dari segi efisiensi waktu, karena mampu memberikan hasil dalam waktu singkat melalui koneksi internet *real-time*. Metode ini sangat cocok untuk wilayah dengan infrastruktur jaringan yang baik. Di sisi lain, RTK-Statik menghasilkan akurasi yang lebih tinggi, meskipun memerlukan durasi pengamatan lebih lama. Hal ini sejalan

dengan temuan Wang et al., (2023) dan Cho et al., (2024) yang juga menyatakan bahwa RTK-Statik cenderung lebih presisi dalam kondisi lingkungan dengan keterbatasan sinyal.

Hasil uji akurasi menunjukkan bahwa CE90 dan RMSE berada di bawah ambang batas nasional (≤ 0.5 m), sehingga kedua metode dinyatakan layak untuk digunakan dalam pemetaan dasar. Selain itu, hasil uji t menunjukkan tidak adanya perbedaan signifikan antara pengukuran lapangan dan ortofoto, yang memperkuat validitas kedua metode. Salah satu temuan menarik adalah stabilitas hasil RTK-NTRIP yang lebih baik dari dugaan awal, karena infrastruktur CORS di Batam sudah cukup baik. Temuan ini memberi sinyal positif bahwa dengan dukungan sistem yang memadai, efisiensi dan akurasi bisa dicapai secara bersamaan.

Implikasi dari penelitian ini adalah pentingnya mempertimbangkan tujuan proyek dan kondisi teknis lapangan saat memilih metode pengukuran. RTK-NTRIP bisa diandalkan untuk pekerjaan cepat di daerah urban, sementara RTK-Statik direkomendasikan untuk pekerjaan yang membutuhkan presisi tinggi.

Namun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan dalam jumlah titik pengamatan dan ruang lingkup geografis. Hasil yang diperoleh mungkin belum sepenuhnya mencerminkan kondisi yang lebih bervariasi di wilayah Kota Batam secara keseluruhan. Untuk penelitian lanjutan, disarankan memperluas cakupan area uji, meningkatkan jumlah titik pengukuran, serta mempertimbangkan variabel tambahan seperti kondisi cuaca, topografi, dan gangguan sinyal.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pengujian akurasi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Metode RTK-NTRIP dan RTK-Statik sama-sama memberikan hasil pengukuran yang akurat untuk pengukuran bidang tanah di wilayah Kota Batam. Namun, terdapat perbedaan dalam aspek efisiensi dan presisi.
2. RTK-NTRIP unggul dari segi kecepatan dan efisiensi operasional, terutama di wilayah dengan jaringan internet yang stabil. Metode ini mampu memberikan hasil dalam waktu yang singkat dengan akurasi yang masih memenuhi standar pemetaan dasar.
3. RTK-Statik memberikan hasil pengukuran yang lebih presisi, meskipun membutuhkan waktu pengamatan yang lebih lama. Metode ini cocok digunakan pada lokasi yang membutuhkan ketelitian tinggi atau berada di area dengan konektivitas internet yang rendah.
4. Hasil uji ketelitian horizontal pada titik ICP menunjukkan bahwa nilai rata-rata selisih posisi sebesar 0.030 meter, dengan RMSE sebesar 0.173 meter, dan CE90 sebesar 0.263 meter. Nilai tersebut berada di bawah standar akurasi maksimal 0.5 meter, sehingga hasil ortofoto dinyatakan memenuhi standar akurasi horizontal.
5. Hasil uji t menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara koordinat hasil pengukuran dan koordinat ortofoto, baik pada komponen X maupun Y. Hal ini mengindikasikan bahwa perbedaan yang terjadi bersifat acak dan bukan karena kesalahan sistematis.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan agar pemilihan metode pengukuran tanah disesuaikan dengan kondisi lapangan dan kebutuhan teknis proyek. Metode RTK-NTRIP sangat cocok digunakan di wilayah perkotaan atau area dengan jaringan internet yang stabil karena mampu memberikan hasil dengan cepat dan efisien. Sementara itu, metode RTK-Statik lebih direkomendasikan untuk wilayah yang membutuhkan ketelitian tinggi atau berada di daerah dengan keterbatasan jaringan internet. Pemerintah dan instansi terkait juga disarankan untuk meningkatkan infrastruktur pendukung, seperti jaringan CORS dan kualitas konektivitas internet, agar penerapan teknologi RTK, khususnya RTK-NTRIP, dapat lebih optimal. Selain itu, pelatihan teknis bagi operator pengukuran perlu ditingkatkan agar penguasaan alat dan pemrosesan data dapat berjalan

lebih maksimal. Untuk memperoleh hasil yang lebih komprehensif, penelitian lanjutan dengan cakupan area dan jumlah titik pengukuran yang lebih banyak sangat dianjurkan, agar diperoleh gambaran akurasi yang lebih representatif dalam berbagai kondisi geografis.

REFERENSI

Adzhan, D., Yuwono, B. D., & Awaluddin, M. (2015). Aplikasi Mobile Ip (Telkomsel,Indosat,Xl) Untuk Verifikasi Tdt Orde-3 Menggunakan Metode Rtk-Ntrip (Studi Kasus : Stasiun CORS UNDIP). *Jurnal Geodesi Undip*, *5*, 70–80.

Alkan, R. M., Erol, S., & Mutlu, B. (2022). Real-time multi-GNSS Precise Point Positioning using IGS-RTS products in Antarctic region. *Polar Science*, *32*(April), 100844. https://doi.org/10.1016/j.polar.2022.100844

Cho, H. M., Park, J. W., Lee, J. S., & Han, S. K. (2024). Assessment of the GNSS-RTK for Application in Precision Forest Operations. *Remote Sensing*, *16*(1). https://doi.org/10.3390/rs16010148

Kim, E., & Kim, S. (2022). Global Navigation Satellite System Real-Time Kinematic Moving Vehicles. *Sensors*.

Safi'i, A. N., & Aditya, A. (2018). Akurasi Pengukuran Gps Metode Rtk-Ntrip Menggunakan Ina-Cors Big. *Seminar Nasional Geomatika*, *2*(January), 455. https://doi.org/10.24895/sng.2017.2-0.441

Sari, A., & Khomsin, K. (2014). Analisa Perbandingan Ketelitian Penentuan Posisi Dengan Gps Rtk-Ntrip Dengan Base Gps Cors Big Dari Berbagai Macam Mobile Provider Didasarkan Pada Pergeseran Linear (Studi Kasus: Surabaya). *Geoid*, *10*(1), 47. https://doi.org/10.12962/j24423998.v10i1.690

Wang, S., Wang, S., & Sun, X. (2023). A Multi-Scale Anti-Multipath Algorithm for GNSS-RTK Monitoring Application. *Sensors (Basel, Switzerland)*, *23*(20). https://doi.org/10.3390/s23208396