

PEMETAAN ULANG PNJ DENGAN DRONE, GNSS, DAN BIM CIVIL 3D

Safri¹⁾, Maya Fricilia²⁾, Mukhlisya Dewi Ratna Putri³⁾, Sinergi Rizaldi⁴⁾, Bayu Seto Nugroho⁵⁾, Rafi Akbar Prakasa⁶⁾

¹Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta

²Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta

³Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta

⁴Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta

⁵Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta

⁶Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta

E-mail: safri@sipil.pnj.ac.id

Abstract

This research was conducted to develop a remapping model for the Jakarta State Polytechnic (PNJ) Campus. This research was motivated by significant updates in campus infrastructure, such as the construction of new buildings and renovations, which have an impact on spatial planning, circulation, and accessibility. The objectives of this research are to identify significant changes in infrastructure development at PNJ and their impact on spatial planning, analyze the results of remapping coordinates using drone and GNSS technology, and model the PNJ remapping using the BIM (Civil 3D) platform. The stages of the research method include several steps: preparation, data collection by conducting drone surveys and GNSS measurements, data processing, field validation, accuracy testing, and map presentation. The targeted output of this research is a new map of PNJ equipped with contours and coordinates of each building, as well as technical documentation that can be used for campus planning and development purposes.

Keywords: Campus Remapping, Drone Survey, GNSS Technology, BIM (Civil 3D), Infrastructure Development

PENDAHULUAN

Politeknik Negeri Jakarta (PNJ) merupakan lembaga pendidikan vokasi milik negara yang terletak di kawasan Universitas Indonesia, Depok, tepatnya di Jalan Prof. DR. G.A. Siwabessy, Kukusan, Beji. Kampus ini memiliki gedung-gedung perkuliahan bertingkat dengan desain modern dan fungsional guna mendukung proses pembelajaran vokasional. Dalam hal pengembangan sarana fisik, PNJ secara berkelanjutan melaksanakan pembangunan serta renovasi gedung guna menunjang mutu layanan pendidikan. Selain fasilitas akademik, kampus ini juga dilengkapi dengan sarana penunjang seperti gedung administrasi, auditorium, masjid, kantin, fasilitas olahraga, dan area parkir yang memadai. Di samping itu, tersedia pula Business Center untuk mendukung jiwa kewirausahaan mahasiswa, pusat bahasa untuk peningkatan kemampuan komunikasi internasional, serta klinik kampus sebagai layanan kesehatan. PNJ juga memperhatikan keberlanjutan lingkungan dengan menyediakan taman dan ruang terbuka hijau (Afifah, 2021).

Pembangunan infrastruktur besar-besaran di PNJ dalam beberapa tahun terakhir, seperti gedung perpustakaan baru, laboratorium PUT, lapangan futsal indoor, dan gedung parkir,

telah mengubah tata ruang kampus secara signifikan dan menyimpang dari rencana induk awal. Perubahan ini berdampak pada pola sirkulasi, aksesibilitas, dan penggunaan lahan, sehingga menimbulkan kebutuhan mendesak untuk melakukan pemetaan ulang secara menyeluruh. Penelitian ini menjadi krusial untuk memastikan bahwa transformasi infrastruktur tetap selaras dengan masterplan, efisien dalam penggunaan ruang, serta mendukung mobilitas dan kenyamanan civitas akademika dalam menjalankan aktivitas akademik maupun non-akademik. Penelitian pemetaan ulang menjadi krusial untuk menjamin bahwa pembangunan infrastruktur tetap selaras dengan masterplan, optimal dari segi penggunaan lahan, serta mendukung terciptanya lingkungan kampus yang efisien dan nyaman (Rakuasa, 2024).

Upaya pemetaan ulang dilakukan dengan membangun model pemetaan berbasis integrasi teknologi modern. Data dikumpulkan melalui survei udara menggunakan drone untuk memperoleh citra fotogrametri, serta pengukuran koordinat akurat dari GNSS (Global Navigation Satellite System). Hasilnya kemudian diproses dan dimasukkan ke dalam platform Building Information Modeling (BIM) menggunakan Civil 3D untuk menghasilkan model pemetaan tiga dimensi yang detail dan presisi. Model ini mencakup bangunan baru seperti gedung perpustakaan, PUT, gedung parkir, serta area yang direnovasi seperti lapangan SPIRIT. Pendekatan ini dipilih untuk memberikan gambaran spasial yang akurat sebagai dasar perencanaan dan pengembangan kampus ke depan (El-Sheimy, 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk mencapai dua hal utama. Pertama, menganalisis data spasial berupa koordinat hasil pemetaan ulang yang diperoleh melalui penggunaan teknologi drone dan GNSS. Kedua, memodelkan hasil pemetaan ulang tersebut dalam bentuk visualisasi tiga dimensi menggunakan platform BIM (Civil 3D), sebagai acuan dalam perencanaan dan pengambilan keputusan pengembangan kampus di masa mendatang.

METODE PENELITIAN

Penentuan dan Pemasangan GCP

Dalam penelitian ini, area yang dipilih merupakan lahan terbuka di kawasan Politeknik Negeri Jakarta (PNJ) yang memiliki tingkat visibilitas tinggi, tanpa terhalang oleh vegetasi lebat atau bangunan bertingkat, sehingga memungkinkan deteksi yang jelas melalui citra udara. Sebanyak tujuh titik Ground Control Point (GCP), yang diberi kode BMS1 hingga BMS7, ditempatkan secara merata di seluruh area studi untuk memastikan akurasi geospasial dalam proses pemetaan. Masing-masing titik GCP dilengkapi dengan penanda visual berupa

simbol “X” atau target reflektif dengan kontras warna mencolok agar mudah teridentifikasi dalam citra udara, baik melalui pengamatan manual maupun dengan bantuan perangkat lunak pemrosesan citra. Distribusi titik-titik GCP tersebut divisualisasikan pada Gambar 3.1.



Gambar 1. Titik Penyebaran GCP di area PNJ

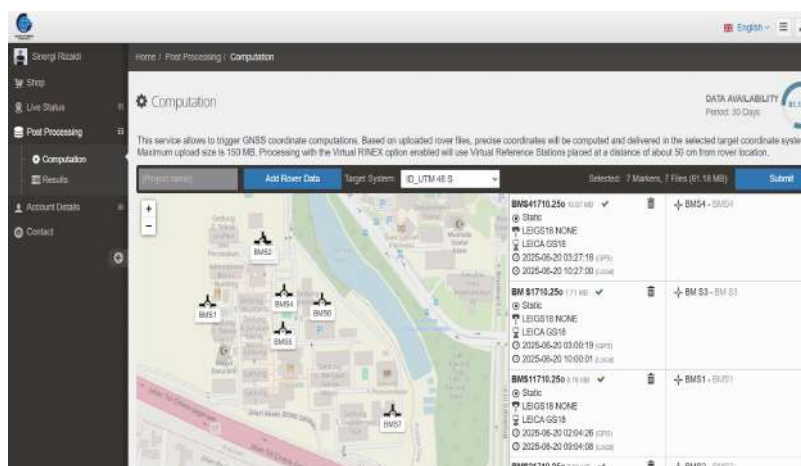
Pengukuran GCP dengan GNSS Leica

Setiap titik Ground Control Point (GCP) dalam penelitian ini diukur menggunakan perangkat GNSS Leica GS18 dengan metode statik maupun Post-Processed Kinematic (PPK), yang dipilih sesuai kondisi lapangan dan waktu pengamatan. Pengukuran dilakukan di area terbuka tanpa hambatan seperti pepohonan lebat atau bangunan tinggi, guna memaksimalkan kualitas sinyal. Data posisi direkam dalam format RINEX atau format kompatibel lainnya selama periode tertentu untuk memastikan akurasi dalam proses koreksi diferensial. Seluruh proses pengambilan dan pengolahan data dilakukan secara sistematis dan berurutan agar menghasilkan posisi yang teliti dan andal dalam sistem referensi geodetik nasional.



Gambar 2. Pengukuran GCP di BMS 4 dan BMS 6

Tahap selanjutnya adalah koreksi diferensial dengan memanfaatkan layanan Network RTK (NRTK) dari Badan Informasi Geospasial (BIG), yang menyediakan koreksi posisi berbasis jaringan referensi nasional untuk meningkatkan ketelitian data secara signifikan. Setelah data terkoreksi, dilakukan konversi sistem koordinat ke Universal Transverse Mercator (UTM) zona 48S berbasis datum WGS 84, yang merupakan sistem referensi geodetik nasional. Proses ini menghasilkan koordinat GCP dengan akurasi tinggi, yang sangat penting dalam ortorektifikasi citra udara serta integrasi data spasial lainnya dalam proyek pemetaan ulang kampus.



Gambar 4. Konversi Data Menggunakan Web NRTK.BIG

Sebelum pelaksanaan pemotretan udara, perangkat D-RTK 2 Mobile Station ditempatkan di area terbuka untuk berfungsi sebagai stasiun referensi yang memberikan koreksi posisi langsung kepada drone DJI Phantom 4 RTK. Setelah koneksi stabil, drone diterbangkan secara otomatis menggunakan pola grid mission yang telah disiapkan, mencakup seluruh wilayah pengukuran termasuk area dengan Ground Control Point (GCP). Penerbangan

dilakukan dengan parameter teknis seperti tumpang tindih citra depan 80%, samping 70%, dan ketinggian terbang sekitar 100 meter dari permukaan tanah.

Selama penerbangan, drone secara otomatis merekam posisi dengan presisi tinggi melalui sistem RTK dan menangkap citra sesuai interval yang telah ditentukan. Jika digunakan metode Post-Processed Kinematic (PPK), maka data log dari drone dan GNSS stasiun dasar juga dikumpulkan untuk koreksi diferensial pasca-penerbangan. Baik dengan metode RTK langsung maupun PPK, seluruh prosedur ini ditujukan untuk menghasilkan data fotogrametri yang memiliki ketelitian geometrik tinggi sesuai standar teknis pemetaan profesional.



Gambar 5. Proses pengambilan data menggunakan Drone

Pengolahan Data Foto dan GCP di Agisoft Metashape

Langkah awal di Agisoft Metashape dimulai dengan mengimpor seluruh foto dari hasil pemotretan drone, kemudian dilakukan penyelarasan foto (Align Photos) untuk menghasilkan sparse point cloud. Setelah itu, Ground Control Point (GCP) dimasukkan secara manual ke beberapa foto, lalu koordinat GCP dari hasil konversi GNSS diinput ke dalam perangkat lunak untuk melakukan optimasi penyelarasan kamera. Selanjutnya, dibuat dense point cloud, yang digunakan untuk membangun model permukaan (Build Mesh) dan menerapkan tekstur citra (Build Texture). Hasil akhir diekspor dalam bentuk ortofoto, Digital Elevation Model (DEM), serta model 3D dalam format seperti .obj, .ply, atau .fbx.

Validasi model dilakukan dengan membandingkan posisi GCP aktual di lapangan dengan posisi GCP dalam model hasil pemetaan guna mengevaluasi akurasi spasial. Nilai Root Mean Square (RMS) Error digunakan sebagai indikator utama ketelitian model, di mana semakin kecil nilai RMS Error, maka semakin tinggi presisi pemodelan. Hasil evaluasi ini memastikan bahwa model 3D yang dihasilkan dapat diandalkan untuk analisis, perencanaan, serta pengambilan keputusan dalam proyek pemetaan dan pembangunan infrastruktur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Koordinat GCP

Koordinat tujuh titik Ground Control Point (GCP) yang diperoleh menggunakan GNSS menunjukkan akurasi tinggi dengan deviasi sangat kecil. Sebelum digunakan, data ini diproses melalui layanan NRTK untuk memverifikasi deviasi setiap titik, memastikan keandalan koordinat sebagai referensi utama dalam pemetaan dan analisis lanjutan.

Tabel 1. Koordinat Geodetik PNJ 2025

Koordinat Geodetik (WGS84)				Deviasi		
	Latitude	Longitude	Height	x	y	z
BMS1	6° 22' 15.5106" S	106° 49' 21.5211" E	854.471	0.0189	0.0036	0.0235
BMS2	6° 22' 11.8472" S	106° 49' 25.5415" E	906.977	0.0020	0.0069	0.0086
BMS3	6° 22' 14.5694" S	106° 49' 26.9643" E	902.611	0.0196	0.0074	0.0098
BMS4	6° 22' 17.0867" S	106° 49' 26.7124" E	926.153	0.0205	0.0281	0.0253
BMS5	6° 22' 15.3445" S	106° 49' 29.7001" E	874.424	0.0003	0.0003	0.0011
BMS6	6° 22' 21.0043" S	106° 49' 23.8870" E	875.905	0.0006	0.0006	0.0020
BMS7	6° 22' 21.7314" S	106° 49' 34.5738" E	1.101.449	0.0004	0.0005	0.0013

Tabel 2. Koordinat Kartesian PNJ 2025

Koordinat Kartesian (WGS84)				Deviasi		
	X	Y	Z	x	y	z
BMS1	-18.345.978.745	60.678.131.672	-7.030.536.316	0.0076	0.0024	0.0190
BMS2	-18.347.212.668	60.677.943.554	-7.029.423.666	0.0080	0.0076	0.0022
BMS3	-18.347.603.107	60.677.724.030	-7.030.254.251	0.0077	0.0098	0.0195
BMS4	-18.347.510.942	60.677.686.694	-7.031.025.386	0.0279	0.0255	0.0206
BMS5	-18.348.392.171	60.677.428.562	-7.030.487.751	0.0004	0.0011	0.0003
BMS6	-18.346.626.689	60.677.762.359	-7.032.215.832	0.0006	0.0020	0.0006
BMS7	-18.349.828.148	60.677.002.545	-7.032.462.842	0.0007	0.0012	0.0004

Tabel 3. Koordinat Proyeksi PNJ 2025

Koordinat Proyeksi (UTM Zona 48S - WGS84)				Deviasi		
	E	N	Z	x	y	z
BMS1	7.016.038.961	92.954.308.272	854.471	0.0189	0.0036	0.0235
BMS2	7.017.278.597	92.955.429.426	906.977	0.0020	0.0069	0.0086
BMS3	7.017.712.944	92.954.591.579	902.611	0.0196	0.0074	0.0098
BMS4	7.017.632.791	92.953.818.489	926.153	0.0205	0.0281	0.0253
BMS5	7.018.552.982	92.954.350.488	874.424	0.0003	0.0003	0.0011
BMS6	7.016.760.159	92.952.618.000	875.905	0.0006	0.0006	0.0020
BMS7	7.020.043.984	92.952.383.011	1.101.449	0.0004	0.0005	0.0013

Dari ketujuh titik yang diperoleh, hasil pengukuran menunjukkan tingkat akurasi yang sangat tinggi, ditandai dengan nilai deviasi horizontal yang kurang dari dua meter dan vertikal yang tidak melebihi tiga meter. Titik-titik tersebut dapat dianggap memenuhi syarat untuk dijadikan referensi dalam proses pemetaan ulang yang dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Agisoft Metashape. Informasi koordinat dan deviasi ini berperan penting sebagai dasar dalam tahap georeferensi ortofoto serta pemodelan 3D di area Politeknik Negeri Jakarta.

Pemodelan Ulang PNJ Menggunakan Agisoft dan Civil 3D

Pengolahan data dalam penelitian ini melibatkan tiga perangkat lunak utama—Agisoft Metashape, Autodesk Civil 3D, dan software pemrosesan GNSS—yang digunakan secara terpadu sesuai jenis data lapangan. Metashape digunakan untuk mengolah citra drone menjadi ortofoto, point cloud, dan model 3D, sementara Civil 3D mengintegrasikannya ke dalam format BIM untuk analisis topografi dan perencanaan infrastruktur. Adapun software GNSS berfungsi mengolah dan mengonversi data koordinat titik GCP. Kombinasi ketiganya memastikan proses pemetaan ulang kampus berlangsung akurat, efisien, dan sesuai standar geospasial dan kebutuhan desain berbasis BIM. Hasil pemodelan ulang PNJ menggunakan Agisoft dan Civil 3D sebagai berikut:



Gambar 6. Hasil Pemodelan peta PNJ menggunakan Agisoft dan Civil 3D

Hasil pemodelan 3D digital Politeknik Negeri Jakarta menunjukkan perubahan pada topografi dan Gedung-gedung baru di PNJ. Kawasan yang berhasil dimodelkan menampilkan area permukiman berkontur dengan tutupan vegetasi yang rapat, berbagai bangunan

residensial dengan atap berwarna-warni, serta jaringan jalan yang terintegrasi. Model 3D ini memiliki resolusi yang sangat tinggi dengan 41.613.233 faces dan 20.816.845 vertices, menunjukkan tingkat detail yang luar biasa dalam representasi digital terrain dan objek-objek di permukaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Rakuasa, H. (2024). Review Of The Use Of Drones And Non-Metric Cameras For The Provision Of Large-Scale Geospatial Data According To Big Regulation No. 1 Of 2020. *Journal of Data Analytics, Information, and Computer Science*, 1(2), 71-78.
- Murthy, T., Yusoff, I. M., Samsudin, S. H., Majid, T. A., Abir, I. A., Yong, C. H., ... & Ismail, M. A. M. (2023). Geographical Information System (GIS)-Based Landslide Susceptibility Mapping in Malaysia: A Review of Past, Current and Future Trends. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, 12.
- Hentschel, M., & Wagner, B. (2023). "Integration of UAV Photogrammetry and GNSS for Comprehensive Campus Mapping: A Case Study". *Journal of Surveying Engineering*, 149(1), 04022014.
- Zhang, D., & Liu, Y. (2022). "BIM-based Campus Information Modeling Using Integrated Surveying Technologies". *Automation in Construction*, 134, 103555.
- El-Sheimy, N., & Lari, Z. (2020). GNSS Applications in Surveying and Mobile Mapping. *Position, Navigation, and Timing Technologies in the 21st Century: Integrated Satellite Navigation, Sensor Systems, and Civil Applications*, 2, 1711-1733.
- Afrizal, R., Ruspianda, R., & Pratiwi, R. (2022). Pemanfaatan Drone Dji Phantom 4 Pro Dan Aplikasi Sig (Arcgis) Untuk Identifikasi Batas Administrasi Wilayah Di Kec. Kuantan Tengah Kabupaten Kuantan Singingi. *Jurnal Perangkat Lunak*, 4(3), 172-181.
- Afifah, L., & Purwoko, B. (2021). Analisis Strategi Pengembangan Kinerja Institusi Dalam Rangka Meningkatkan Daya Saing Di Politeknik Negeri Jakarta. *Ekobisman: Jurnal Ekonomi Bisnis Manajemen*, 6(1), 1-16.
- Cui, Y., Gao, X., Yu, R., Chen, X., Wang, D., & Bai, D. (2025). An Autonomous Positioning Method for Drones in GNSS Denial Scenarios Driven by Real-Scene 3D Models. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 25.
- Ojeda, J., Huatangari, L., Calderón, B., Tineo, J., Panca, C., & Pino, M. (2024). Estimation of the Physical Progress of Work Using UAV and BIM in Construction Projects. *Civil Engineering Journal*.

Zhang, G., Ng, H., Wen, W., & Hsu, L. (2021). 3D Mapping Database Aided GNSS Based Collaborative Positioning Using Factor Graph Optimization. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 22, 6175-6187.