

KOMPARASI *STAKE-OUT* POSISI HORIZONTAL PADA PEMBANGUNAN JALAN TOL DENGAN METODE TERESTRIS DAN METODE GNSS RTK

(Studi kasus: Jalan Tol Jakarta Cikampek II Selatan)

Muhammad Habibur Rofiq¹, Ir. Achmad Ruchlihadiana T., M.M.²

¹Mahasiswa Teknik Geodesi Universitas Winaya Mukti, Bandung

²Dosen pembimbing Teknik Geodesi Universitas Winaya Mukti, Bandung

ABSTRACT

One of the survey work in the construction sector is the implementation of horizontal position stake-outs. The stake-out work has a very important role, if an error occurs in the stake-out work it can result in the work not functioning.

Stake-out work can be done using a combination of 2 tools, namely GNSS and total station. GNSS has the advantage of covering a wider area while the total station has a higher accuracy. This study aims to compare the results of stake-out measurements using terrestrial and GNSS RTK methods to deviations towards the longitudinal axis and lateral axis in the South Jakarta Cikampek II Toll Road.

The results of stake-out measurements using terrestrial and GNSS RTK methods have differences. Where on the longitudinal axis, the deviation that occurs exceeds 20 mm. As for the lateral axis, the deviation is less than 20 mm. Therefore, stake-out measurement with RTK method is only recommended for measurements that do not require accuracy of the longitudinal axis.

Keywords: *stake-out, terrestrial, RTK*

ABSTRAK

Salah satu pekerjaan survei dibidang kontruksi adalah pelaksanaan *stake-out* posisi horisontal. Pekerjaan *stake-out* memiliki peran yang sangat penting, apabila terjadi kesalahan pada pekerjaan *stake-out* maka dapat mengakibatkan pekerjaan tidak berfungsi.

Pekerjaan *stake-out* dapat dilakukan menggunakan kombinasi 2 alat, yakni GNSS dan total station. GNSS memiliki keunggulan dalam mencangkup area yang lebih luas sedangkan total station memiliki ketelitian yang lebih tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan hasil pengukuran *stake-out* menggunakan metode terestris dan metode GNSS RTK terhadap penyimpangan kearah *longitudinal axis* dan *lateral axis* pada Jalan Tol Jakarta Cikampek II Selatan.

Hasil dari pengukuran *stake-out* menggunakan metode terestris dan metode GNSS RTK memiliki perbedaan. Dimana pada *longitudinal axis*, penyimpangan yang terjadi melebihi 20 mm. Sedangkan untuk *lateral axis*, penyimpangan yang terjadi kurang dari 20 mm. Oleh karena itu, pengukuran *stake-out* dengan metode RTK hanya dianjurkan untuk pengukuran yang tidak memerlukan ketelitian dari *longitudinal axis*.

Kata Kunci : *Stake-out, terestris, RTK*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pada pekerjaan pembangunan jalan tol dituntut untuk toleransi ketelitian posisi horisontal yang sangat tinggi yaitu spesifikasi ketelitian antara 20 mm sampai dengan 50 mm, sebagai contoh untuk konstruksi beton ketelitiannya 20 mm sedangkan pada pekerjaan tanah ketelitiannya 50 mm.

Dikarenakan belum ada satu alat yang mampu menghasilkan ketelitian yang tinggi terhadap hasil *stake-out* posisi horisontal dan posisi vertikal sekaligus, maka untuk pekerjaan *stake-out* pada pembangunan jalan tol dibagi menjadi 2 yaitu:

1. *Stake-out* posisi horisontal
2. *Stake-out* posisi vertikal

Dengan banyaknya pilihan metode dan peralatan yang tersedia, diharapkan pelaksanaan pengukuran *stake-out* dapat dilakukan dengan baik, sesuai dengan ketelitian yang disyaratkan serta pertimbangan efisiensi waktu, kemudahan pelaksanaan pekerjaan, efisiensi tenaga dan biaya. Pelaksana pekerjaan diharapkan akan dengan teliti dan seksama dalam memutuskan metode dan alat apa yang akan digunakan dalam melaksanakan pekerjaannya. Keputusan yang tepat seharusnya diambil dengan mempertimbangkan waktu dan biaya yang seefisien mungkin tanpa harus mengesampingkan faktor ketelitiannya.

Pada penelitian ini, penulis memilih tema *stake-out* posisi horisontal dengan komparasi metode terestris dan metode GNSS RTK, karena dengan kombinasi *stake-out* metode terestris dan metode GNSS RTK tersebut semua pekerjaan *stake-out* posisi horisontal pada pekerjaan pembangunan jalan tol bisa terlaksana dengan baik dari segi biaya, waktu dan ketelitiannya.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Secara geografis, Jalan Tol Jakarta Cikampek II Selatan terletak kurang lebih pada $6^{\circ}25'50.22''$ LS dan $107^{\circ}13'21.40''$ BT sampai dengan $6^{\circ}30'10.74''$ LS dan $107^{\circ}27'17.11''$ BT dengan panjang trase ± 28.30 km.

Pekerjaan yang akan dijadikan bahan penelitian ini ialah sejumlah titik-titik koordinat *median barrier main road* STA 55+175 sampai dengan STA 55+695 dan *median barrier ramp 2* Sadang STA 2+505 sampai dengan STA 2+735 pada Jalan Tol Jakarta Cikampek II Selatan.

Pada tahap persiapan dalam melakukan analisis merupakan tahapan awal dalam melaksanakan penelitian. Persiapan dalam penelitian ini adalah pengumpulan literatur seperti rujukan atau acuan berupa karya tertulis dan hasil percobaan pihak lain sebelumnya yang digunakan dalam berbagai kegiatan ilmu pengetahuan karena dianggap memiliki nilai kebenaran dan dampak yang besar. Analisis yang digunakan dalam penelitian ini ialah analisa kuantitatif dimana analisa dilakukan mulai dari tahap pengumpulan hingga dilakukan proses pengolahan pada *Civil 3D* sehingga didapatkan nilai penyimpangan *longitudinal axis* dan *lateral axis* yang diperoleh dari pengukuran *stake-out* menggunakan alat GNSS dan total station. Pada penelitian ini, koordinat hasil pengukuran dengan total station dijadikan acuan (dianggap benar) karena pengukuran menggunakan total station adalah pengukuran yang paling teliti.

Yang diharapkan dari analisa yang dihasilkan ialah:

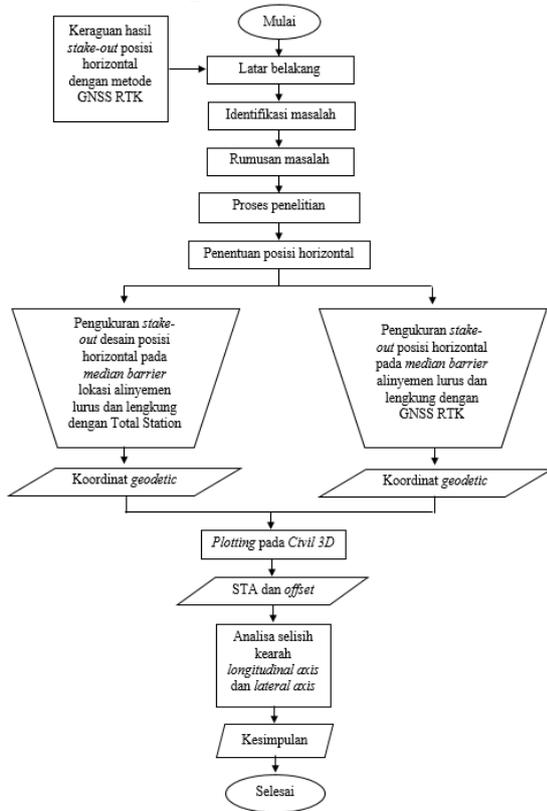
- a. Mengetahui ketelitian dan keakuratan alat GNSS untuk pekerjaan *stake-out* posisi horisontal, kemudian hasilnya dibandingkan dengan pengukuran *stake-out* yang dilakukan dengan alat total station, selisih penyimpangan ke

arah *longitudinal axis* dan *lateral axis* sebagai data utamanya.

- b. Mengetahui efisiensi alat total station yang digunakan untuk pengukuran *stake-out* posisi horisontal jika dibandingkan dengan alat GNSS.

Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran yang dilaksanakan dalam kegiatan ini dapat dilihat dari diagram di bawah ini



Gambar 1. Diagram alir kerangka penelitian

Pengambilan Data

Teknik yang dilakukan dalam mendapatkan koordinat posisi x dan y dengan alat Total Station ialah dengan menggunakan pengukuran *stake-out*, sedangkan teknik yang dilakukan dalam mendapatkan koordinat posisi x dan y dengan alat GNSS ialah dengan menggunakan metode RTK.

Pengolahan Data

Data koordinat posisi x dan y yang diperoleh dari pengukuran menggunakan dua alat berbeda, kemudian di lakukan pemodelan untuk melihat penyimpangan *longitudinal axis* dan *lateral axis* yang dihasilkan yang kemudian akan dibandingkan terhadap desain acuan. Data ini selanjutnya dianalisis berdasarkan analisa kuantitatif sehingga dapat dihasilkan perbedaan besaran nilai yang dihasilkan melalui dua alat tersebut. Dengan hasil akhir kesimpulan data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengukuran Stake-Out Daerah Alinyemen Lurus

Hasil dari pengukuran *stake-out* pada daerah alinyemen lurus dengan menggunakan total station dan metode GNSS RTK memiliki selisih yang berbeda-beda pada setiap titiknya, hal tersebut dapat diketahui setelah dilakukan *plotting* titik pada *Civil 3D*. Berikut pada tabel 1 adalah selisih nilai *STA* (*longitudinal axis*) dan *offset* (*lateral axis*) dari setiap titiknya pada daerah alinyemen lurus.

Tabel 1. Selisih nilai *STA* (*longitudinal axis*) dan *offset* (*lateral axis*) daerah alinyemen lurus

POINT	TOTAL STATION		STA	Offset	GNSS		STA	Offset	Selisih	
	X	Y			X	Y			Longitudinal axis (m)	Lateral axis (m)
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j) = (b) - (f)	(k) = (d) - (h)
1	765459.284	9284136.962	55+175	6.530	765459.202	9284137.078	55+174.858	6.523	-0.142	-0.007
2	765465.482	9284129.122	55+185	6.530	765465.390	9284129.233	55+184.850	6.541	-0.150	0.011
3	765471.699	9284121.282	55+195	6.530	765471.621	9284121.371	55+194.882	6.541	-0.118	0.011
4	765477.907	9284113.442	55+205	6.530	765477.818	9284113.532	55+204.874	6.544	-0.126	0.014
5	765484.115	9284105.602	55+215	6.530	765484.014	9284105.707	55+214.855	6.544	-0.145	0.014
6	765490.322	9284097.762	55+225	6.530	765490.237	9284097.859	55+224.871	6.537	-0.129	0.007
7	765496.530	9284089.922	55+235	6.530	765496.426	9284090.031	55+234.850	6.544	-0.150	0.014
8	765502.737	9284082.082	55+245	6.530	765502.644	9284082.188	55+244.859	6.538	-0.141	0.008
9	765508.945	9284074.242	55+255	6.530	765508.861	9284074.336	55+244.874	6.538	-0.126	0.008
10	765515.153	9284066.402	55+265	6.530	765515.080	9284066.473	55+244.899	6.543	-0.101	0.013
11	765521.360	9284058.562	55+275	6.530	765521.297	9284058.611	55+244.907	6.537	-0.093	0.007
12	765527.568	9284050.722	55+285	6.530	765527.506	9284050.785	55+244.912	6.539	-0.088	0.009
13	765533.775	9284042.882	55+295	6.530	765533.701	9284042.952	55+244.899	6.545	-0.101	0.015
14	765539.983	9284035.042	55+305	6.530	765539.933	9284035.095	55+304.928	6.536	-0.072	0.006
15	765546.191	9284027.202	55+315	6.530	765546.143	9284027.254	55+314.930	6.535	-0.070	0.005
16	765552.398	9284019.362	55+325	6.530	765552.351	9284019.407	55+324.936	6.539	-0.064	0.009
17	765558.606	9284011.522	55+335	6.530	765558.581	9284011.546	55+324.966	6.535	-0.034	0.005
18	765564.813	9284003.682	55+345	6.530	765564.763	9284003.740	55+344.923	6.534	-0.077	0.004
19	765571.021	9283995.842	55+355	6.530	765570.966	9283995.898	55+354.922	6.538	-0.078	0.008
20	765577.229	9283988.002	55+365	6.530	765577.189	9283988.042	55+364.944	6.536	-0.056	0.006
21	765583.436	9283980.162	55+375	6.530	765583.414	9283980.178	55+374.974	6.538	-0.026	0.008
22	765589.644	9283972.322	55+385	6.530	765589.611	9283972.351	55+384.957	6.538	-0.043	0.008
23	765595.851	9283964.482	55+395	6.530	765595.826	9283964.511	55+394.962	6.532	-0.038	0.002
24	765602.059	9283956.642	55+405	6.530	765602.043	9283956.654	55+404.981	6.535	-0.019	0.005
25	765608.267	9283948.802	55+415	6.530	765608.241	9283948.821	55+414.969	6.538	-0.031	0.008
26	765614.474	9283940.962	55+425	6.530	765614.467	9283940.990	55+424.974	6.518	-0.026	-0.012
27	765620.682	9283933.122	55+435	6.530	765620.692	9283933.122	55+435.006	6.522	0.006	-0.008
28	765626.889	9283925.282	55+445	6.530	765626.887	9283925.294	55+444.989	6.524	-0.011	-0.006
29	765633.097	9283917.442	55+455	6.530	765633.097	9283917.452	55+454.992	6.524	-0.008	-0.006
30	765639.305	9283909.602	55+465	6.530	765639.307	9283909.632	55+464.978	6.509	-0.022	-0.021
31	765645.512	9283901.762	55+475	6.530	765645.513	9283901.778	55+474.990	6.521	-0.010	-0.009

POINT	TOTAL STATION			STA	Offset	GNSS			STA	Offset	Selisih	
	X	Y				X	Y				Longitudinal axis (m)	Lateral axis (m)
	(b)	(c)	(d)			(f)	(g)	(h)			(i) = (b) - (d)	(k) = (j) - (e)
32	765651.720	9283893.922	55+485	6.530	765651.733	9283893.930	55+485.002	6.515	0.002	-0.015		
33	765657.927	9283886.082	55+495	6.530	765657.944	9283886.080	55+495.012	6.518	0.012	-0.012		
34	765664.135	9283878.242	55+505	6.530	765664.127	9283878.282	55+504.964	6.511	-0.036	-0.019		
35	765670.342	9283870.402	55+515	6.530	765670.335	9283870.441	55+514.965	6.512	-0.035	-0.018		
36	765676.550	9283862.562	55+525	6.530	765676.558	9283862.584	55+524.988	6.511	-0.012	-0.020		
37	765682.758	9283854.722	55+535	6.530	765682.769	9283854.724	55+535.005	6.52	0.005	-0.010		
38	765688.965	9283846.882	55+545	6.530	765689.000	9283846.853	55+545.044	6.521	0.044	-0.009		
39	765695.173	9283839.042	55+555	6.530	765695.203	9283839.012	55+555.042	6.525	0.042	-0.005		
40	765701.380	9283831.202	55+565	6.530	765701.362	9283831.208	55+564.984	6.541	-0.016	0.011		
41	765707.588	9283823.362	55+575	6.530	765707.616	9283823.350	55+575.027	6.516	0.027	-0.014		
42	765713.796	9283815.522	55+585	6.530	765713.840	9283815.477	55+585.063	6.523	0.063	-0.007		
43	765720.003	9283807.682	55+595	6.530	765720.015	9283807.677	55+595.011	6.524	0.011	-0.006		
44	765726.211	9283799.842	55+605	6.530	765726.261	9283799.808	55+605.058	6.512	0.058	-0.018		
45	765732.418	9283792.002	55+615	6.530	765732.456	9283791.968	55+615.050	6.522	0.050	-0.008		
46	765738.626	9283784.162	55+625	6.530	765738.680	9283784.117	55+625.069	6.516	0.069	-0.014		
47	765744.834	9283776.322	55+635	6.530	765744.880	9283776.283	55+635.059	6.518	0.059	-0.012		

Berdasarkan tabel 1 maka dapat diketahui bahwa selisih *longitudinal axis* yang paling besar adalah 0.150 m yaitu pada STA 55+185 dan 55+235, sedangkan selisih paling kecil adalah 0.002 m pada STA 55+485. Kemudian untuk *lateral axis* selisih yang paling besar terdapat pada STA 55+465, yaitu sebesar 0.021 m dan untuk selisih terkecil terdapat pada STA 55+665, 55+675 dan 55+685 yaitu sebesar 0.001 m.

Hasil Pengukuran Stake-Out Daerah Alinyemen Lengkung

Untuk mengetahui selisih dari hasil pengukuran *stake-out* daerah alinyemen lengkung maka harus dilakukan *plotting* terlebih dahulu pada *Civil 3D*. Berikut pada tabel 2 akan disajikan selisih nilai STA (*longitudinal axis*) dan *offset* (*lateral axis*) pada hasil pengukuran daerah alinyemen lengkung menggunakan total station dan GNSS RTK.

Tabel 2. Selisih nilai STA (*longitudinal axis*) dan *offset* (*lateral axis*) daerah alinyemen lengkung

POINT	TOTAL STATION			STA	Offset	GNSS			STA	Offset	Selisih	
	X	Y				X	Y				Longitudinal axis (m)	Lateral axis (m)
	(b)	(c)	(d)			(f)	(g)	(h)			(i) = (b) - (d)	(m) = (j) - (e)
1	769697.445	9281427.537	02+505	4.600	769697.371	9281427.566	02+504.922	4.612	-0.078	0.012		
2	769701.803	9281425.039	02+510	4.600	769701.733	9281425.059	02+509.930	4.617	-0.070	0.017		
3	769706.173	9281422.563	02+515	4.600	769706.115	9281422.585	02+514.939	4.609	-0.061	0.009		
4	769710.555	9281420.108	02+520	4.600	769710.501	9281420.131	02+519.942	4.607	-0.058	0.007		
5	769714.950	9281417.676	02+525	4.600	769714.905	9281417.686	02+524.956	4.613	-0.044	0.013		
6	769719.357	9281415.266	02+530	4.600	769719.320	9281415.281	02+529.960	4.604	-0.040	0.004		
7	769723.776	9281412.878	02+535	4.600	769723.727	9281412.880	02+534.956	4.612	-0.044	0.012		
8	769728.207	9281410.512	02+540	4.600	769728.173	9281410.513	02+539.969	4.615	-0.031	0.015		
9	769732.650	9281408.168	02+545	4.600	769732.619	9281408.170	02+544.972	4.612	-0.028	0.012		
10	769737.104	9281405.846	02+550	4.600	769737.072	9281405.844	02+549.973	4.616	-0.027	0.016		
11	769741.570	9281403.547	02+555	4.600	769741.541	9281403.544	02+554.976	4.615	-0.024	0.015		
12	769746.047	9281401.269	02+560	4.600	769746.014	9281401.267	02+559.972	4.617	-0.028	0.017		
13	769750.535	9281399.015	02+565	4.600	769750.517	9281399.014	02+564.984	4.609	-0.016	0.009		
14	769755.035	9281396.783	02+570	4.600	769755.024	9281396.777	02+569.993	4.611	-0.007	0.010		
15	769759.546	9281394.573	02+575	4.600	769759.522	9281394.570	02+574.980	4.613	-0.020	0.013		

POINT	TOTAL STATION			STA	Offset	GNSS			STA	Offset	Selisih	
	X	Y				X	Y				Longitudinal axis (m)	Lateral axis (m)
	(b)	(c)	(d)			(f)	(g)	(h)			(i) = (b) - (d)	(k) = (j) - (e)
32	765651.720	9283893.922	55+485	6.530	765651.733	9283893.930	55+485.002	6.515	0.002	-0.015		
33	765657.927	9283886.082	55+495	6.530	765657.944	9283886.080	55+495.012	6.518	0.012	-0.012		
34	765664.135	9283878.242	55+505	6.530	765664.127	9283878.282	55+504.964	6.511	-0.036	-0.019		
35	765670.342	9283870.402	55+515	6.530	765670.335	9283870.441	55+514.965	6.512	-0.035	-0.018		
36	765676.550	9283862.562	55+525	6.530	765676.558	9283862.584	55+524.988	6.511	-0.012	-0.020		
37	765682.758	9283854.722	55+535	6.530	765682.769	9283854.724	55+535.005	6.52	0.005	-0.010		
38	765688.965	9283846.882	55+545	6.530	765689.000	9283846.853	55+545.044	6.521	0.044	-0.009		
39	765695.173	9283839.042	55+555	6.530	765695.203	9283839.012	55+555.042	6.525	0.042	-0.005		
40	765701.380	9283831.202	55+565	6.530	765701.362	9283831.208	55+564.984	6.541	-0.016	0.011		
41	765707.588	9283823.362	55+575	6.530	765707.616	9283823.350	55+575.027	6.516	0.027	-0.014		
42	765713.796	9283815.522	55+585	6.530	765713.840	9283815.477	55+585.063	6.523	0.063	-0.007		
43	765720.003	9283807.682	55+595	6.530	765720.015	9283807.677	55+595.011	6.524	0.011	-0.006		
44	765726.211	9283799.842	55+605	6.530	765726.261	9283799.808	55+605.058	6.512	0.058	-0.018		
45	765732.418	9283792.002	55+615	6.530	765732.456	9283791.968	55+615.050	6.522	0.050	-0.008		
46	765738.626	9283784.162	55+625	6.530	765738.680	9283784.117	55+625.069	6.516	0.069	-0.014		
47	765744.834	9283776.322	55+635	6.530	765744.880	9283776.283	55+635.059	6.518	0.059	-0.012		
32	769837.820	9281360.507	02+660	4.600	769837.864	9281360.475	02+660.053	4.614	0.053	0.014		
33	769842.511	9281358.712	02+665	4.600	769842.565	9281358.669	02+665.066	4.621	0.066	0.021		
34	769847.211	9281356.940	02+670	4.600	769847.264	9281356.911	02+670.060	4.609	0.060	0.009		
35	769851.920	9281355.192	02+675	4.600	769851.988	9281355.153	02+675.077	4.613	0.077	0.013		
36	769856.637	9281353.467	02+680	4.600	769856.714	9281353.427	02+680.085	4.612	0.085	0.012		
37	769861.364	9281351.768	02+685	4.600	769861.431	9281351.729	02+685.076	4.612	0.076	0.012		
38	769866.098	9281350.089	02+690	4.600	769866.163	9281350.042	02+690.076	4.623	0.076	0.023		
39	769870.841	9281348.435	02+695	4.600	769870.926	9281348.382	02+695.097	4.623	0.097	0.023		
40	769875.592	9281346.805	02+700	4.600	769875.676	9281346.749	02+700.097	4.626	0.097	0.026		
41	769880.352	9281345.199	02+705	4.600	769880.438	9281345.151	02+705.097	4.618	0.097	0.018		
42	769885.119	9281343.617	02+710	4.600	769885.224	9281343.569	02+710.114	4.612	0.114	0.012		
43	769889.894	9281342.058	02+715	4.600	769889.998	9281342.010	02+715.113	4.614	0.113	0.014		
44	769894.677	9281340.523	02+720	4.600	769894.791	9281340.474	02+720.123	4.612	0.123	0.012		
45	769899.467	9281339.013	02+725	4.600	769899.572	9281339.959	02+725.115	4.62	0.115	0.020		
46	769904.265	9281337.526	02+730	4.600	769904.382	9281337.470	02+730.127	4.619	0.127	0.019		
47	769909.054	9281336.062	02+735	4.600	769909.169	9281336.000	02+735.128	4.626	0.128	0.026		

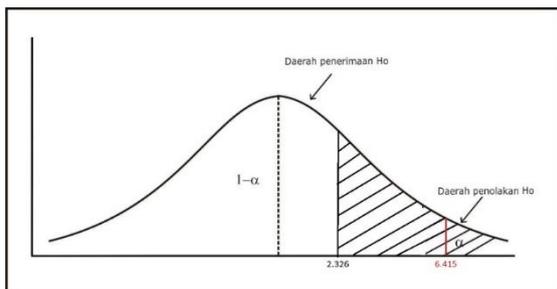
Berdasarkan pada tabel 2 dapat diketahui bahwa nilai selisih *longitudinal axis* yang paling besar adalah 0.128 m yaitu pada STA 02+735, sedangkan nilai selisih yang paling kecil adalah 0.003 m, yaitu pada STA 02+585 dan 02+590. Kemudian untuk nilai selisih *lateral axis* yang paling besar terdapat pada STA 02+700 dan 02+735, yaitu sebesar 0.026 m, sedangkan untuk nilai selisih yang paling kecil terdapat pada STA 02+655 dengan nilai 0.004 m.

Hasil Pengujian Stake-Out Daerah Alinyemen Lurus

Setelah dilakukan pengukuran dan perhitungan selanjutnya adalah melakukan pengujian terhadap data selisih *longitudinal axis* dan *lateral axis*, pengujian dilakukan dengan menggunakan uji Z. Pada uji Z diketahui bahwa hipotesis (H_0) diterima apabila $Z_{hitung} \leq Z_{tabel}$ dan hipotesis (H_0) ditolak apabila $Z_{hitung} > Z_{tabel}$. Jika hipotesis diterima maka didapatkan kesimpulan bahwa penyimpangan yang terjadi kurang dari 20 mm dan jika ditolak maka disimpulkan bahwa penyimpangan yang terjadi melebihi 20 mm. Perhitungan uji Z dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.39 dan taraf signifikansi pengujian yang digunakan pada penelitian ini adalah 99%.

Longitudinal Axis

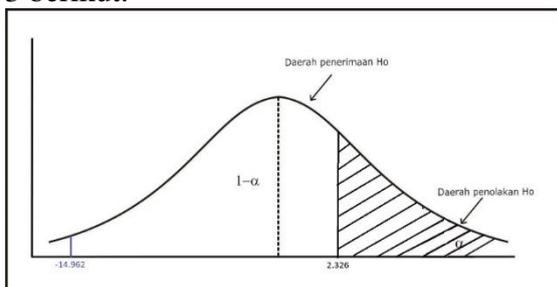
Setelah dilakukan perhitungan uji Z terhadap *longitudinal axis* pada *stake-out* daerah *alignment* lurus maka didapatkan nilai Z tabel dengan signifikansi 99% sebesar 2.326 dan nilai Z hitung sebesar 6.415, sehingga H_0 ditolak, karena $Z_{hitung} > Z_{tabel}$, yaitu $6.415 > 2.326$. Maka penyimpangan terhadap *longitudinal axis* pada *stake-out* daerah *alignment* lurus melebihi 20 mm. Grafik uji Z terhadap *stake-out* daerah *alignment* lurus dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik uji Z terhadap *longitudinal axis* pada *stake-out* daerah alinyemen lurus

Lateral Axis

Pada pengujian *lateral axis* pada *stake-out* daerah *alignment* lurus menggunakan uji Z didapatkan kesimpulan bahwa H_0 diterima yang berarti bahwa penyimpangan terhadap *lateral axis* pada *stake-out* daerah alinyemen lurus tidak melebihi 20 mm. Hal tersebut dibuktikan dengan nilai $Z_{hitung} \leq Z_{tabel}$, yaitu $-14.962 < 2.326$, dimana nilai Z tabel menggunakan signifikansi 99%. Grafik uji Z terhadap *lateral axis* pada *stake-out* daerah alinyemen lurus dapat dilihat pada gambar 3 berikut.

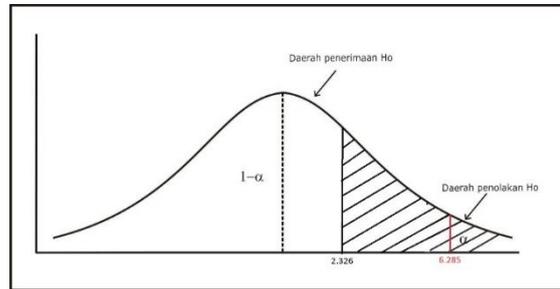


Gambar 3. Grafik uji Z terhadap *lateral axis* pada *stake-out* daerah alinyemen lurus

Hasil Pengujian Stake-Out Daerah Alinyemen Lengkung

Longitudinal Axis

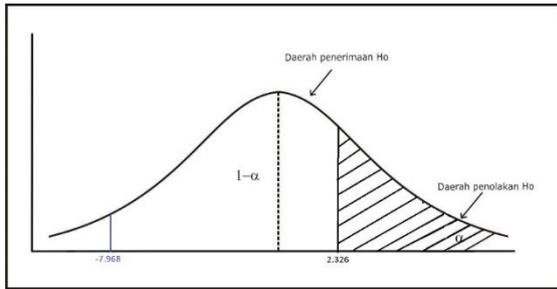
Pada pengujian *longitudinal axis* pada *stake-out* daerah alinyemen lengkung didapatkan hasil Z_{hitung} sebesar 6.285 dan Z_{tabel} dengan tingkat signifikansi 99% sebesar 2.326, sehingga didapatkan kesimpulan bahwa H_0 ditolak karena nilai $Z_{hitung} > Z_{tabel}$, maka penyimpangan terhadap *longitudinal axis* pada *stake-out* daerah alinyemen lengkung melebihi 20 mm. Grafik dari uji Z terhadap *longitudinal axis* pada *stake-out* daerah alinyemen lengkung dapat dilihat pada gambar 4 berikut.



Gambar 4. Grafik uji Z terhadap *longitudinal axis* pada *stake-out* daerah alinyemen lengkung

Lateral Axis

Pada pengujian *lateral axis* pada *stake-out* daerah alinyemen lengkung didapatkan hasil $Z_{hitung} \leq Z_{tabel}$, yaitu $-7.968 < 2.326$, dimana nilai Z tabel menggunakan tingkat signifikansi 99%. Sehingga didapatkan kesimpulan bahwa H_0 diterima. Hal tersebut berarti penyimpangan yang terjadi pada *lateral axis* pada *stake-out* daerah alinyemen lengkung tidak melebihi 20 mm. Untuk grafik uji Z terhadap *lateral axis* pada *stake-out* daerah alinyemen lengkung dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik uji Z terhadap lateral axis pada stake-out daerah alinyemen lengkung

KESIMPULAN

Pada penelitian Komparasi *Stake-out* Posisi Horizontal pada Pembangunan Jalan Tol dengan metode terestris dan metode GNSS RTK studi kasus Jalan Tol Jakarta Cikampek II Selatan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Untuk penelitian terhadap *longitudinal axis* dan *lateral axis* didapatkan hasil sebagai berikut:
 - a. Hasil penelitian untuk *longitudinal axis* pada *stake-out* daerah alinyemen lurus dan lengkung didapatkan hasil bahwa H_0 ditolak, hal tersebut berarti bahwa terjadi penyimpangan lebih dari 20 mm yang dibuktikan dengan nilai $Z_{hitung} > Z_{tabel}$.
 - b. Hasil penelitian untuk *lateral axis* pada *stake-out* daerah alinyemen lurus dan lengkung didapatkan hasil bahwa H_0 diterima, yang berarti bahwa penyimpangan yang terjadi kurang dari 20 mm, hal tersebut dibuktikan dengan nilai $Z_{hitung} \leq Z_{tabel}$.
2. Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan bahwa untuk faktor skala hanya berpengaruh signifikan terhadap *longitudinal axis*, sedangkan pada *lateral axis* tidak memiliki pengaruh yang signifikan sehingga tidak mempengaruhi desain dari titik-titik koordinat trase desain *median barrier*. Maka, dapat diketahui bahwa pengukuran *stake-out* menggunakan metode GNSS RTK bisa digunakan untuk pengukuran *median barrier* karena tidak memerlukan

ketelitian *longitudinal axis*. Namun untuk pengukuran yang memerlukan ketelitian *longitudinal axis* dan *lateral axis* tidak dianjurkan, karena penyimpangan pada *longitudinal axis* dengan menggunakan metode GNSS RTK masih belum masuk dalam batas yang telah ditetapkan.

SARAN

Saran yang dapat penulis sampaikan untuk penelitian selanjutnya agar lebih baik lagi, yaitu pada pengambilan data *stake-out* menggunakan metode GNSS RTK sebaiknya dilakukan beberapa kali karena data yang diambil menggunakan GNSS akan dipengaruhi oleh waktu sehingga akan lebih baik jika data diambil lebih dari satu kali.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H. Z. 2001. *Geodesi Satelit*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Badan Standardisasi Nasional. SNI 19-6724-2002. Jaring Kontrol Horizontal.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. 2004. *Pengukuran Topografi untuk Pekerjaan Jalan dan Jembatan*. Jakarta: Direktorat Jenderal Prasarana Wilayah.
- Dodi. 2010. *Komparasi Penentuan Luas dengan Metode GNSS RTK dan Terestris*. Skripsi: Jurusan Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Mukti.
- Kurniawan, I. N., Yuwono, B. D., & Sabri, L. M. 2019. *Analisis Pengaruh Multipath dari Topografi Terhadap Presisi Pengukuran GNSS dengan Metode Statik*. Jurnal Geodesi UNDIP Vol. 8 (1).
- Marbawi, M., Yuwono, B. D. & Sudarsono, B. 2015. *Analisis Pengukuran Bidang Tanah Menggunakan GNSS RTK-Radio dan RTK-NTRIP pada Stasiun CORS UNDIP*. Jurnal Geodesi UNDIP Vol. 4 (4).

- Prijatna, Kosasih. 2005. *Ilmu Hitung Geodesi II*. Presentasi Catatan Kuliah. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Pusat Pendidikan dan Pelatihan Jalan, Perumahan, Permukiman dan Pengembangan Infrastruktur Wilayah. 2017. *Modul 2 Dasar-Dasar Pengukuran Topografi untuk Pekerjaan Jalan*. Bandung: Badan Pengembangan Sumber daya Manusia, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- S. Hendriatiningsih, S. 1981. *Geometri Jalan Raya & Stake Out*. Jurusan Geodesi, Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan, Institut Teknologi Bandung.
- Setiawan. 2019. *Pelatihan Pengolahan Data Melalui SPSS untuk Mahasiswa*. Ibrah Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Vol. 0(01).
- Suheni, D. 2016. *Analisa Perbandingan Hasil Pengukuran Koordinat dan Elevasi dengan Alat Total Station dan GNSS Geodetic di Folder Sangatta Kab. Kutai Timur*. Kurva S Jurnal Mahasiswa.
- Wahyono, E. B. & Nugroho, T. 2014. *Kerangka Dasar Pemetaan*. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional.
- Wahyono, E. B. & Suhattanto, M. A. 2019. *Modul Survey Satelit Pertanahan*. Program Studi Diploma IV Pertanahan, Sekolah Tinggi Ilmu Pertanahan Nasional Yogyakarta, Kementerian Agraria dan Tata Ruang/BPN.