

## SURVEY TERESTRIS PENGUKURAN JARING KONTROL HORIZONTAL ORDE-4 DENGAN MENGGUNAKAN METODE POLIGON TERTUTUP

Mutrofin Rozaq<sup>1</sup>, Lukito Kurniawan<sup>2</sup>, Soetatik<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Sipil, Prodi D2 Teknik Sipil, PDD Politeknik Negeri Malang di Kabupaten Lumajang  
<sup>1</sup>gusdafin@yahoo.co.id, <sup>2</sup>lucywez583@gmail.com, <sup>3</sup>aknlumajang@gmail.com

### Abstract

*Construction of the Lumajang PDD campus building, the pilot of the Lumajang Community Community Academy began in 2017. The campus building will be built on 5.3 hectares of land located on Lumajang East Road. The process of building construction, will begin with measuring the boundary of the land by placing coordinates. This research was conducted in order to prepare the location or location of horizontal control points in preparation for the establishment of the Lumajang Community Community Academy campus building.*

*The research method used in measuring coordinate points is the polygon method. Measurements were carried out in terrestrial surveys using theodolite devices. Theodolite devices are among the measurement target points, namely back-face. The measurement target points are located at the specified land boundary. The results of the study obtained a map of the distribution of horizontal control points on the boundaries of campus land and the installation of monuments.*

**Keywords:** *terrestrial, horizontal, polygon method*

### Pendahuluan

Jaring kontrol horizontal merupakan sekumpulan titik kontrol horizontal yang satu sama lainnya dikaitkan dengan data ukuran jarak atau sudut, dan koordinatnya ditentukan dengan metode pengukuran atau pengamatan suatu sistem referensi tertentu. Jaring kerangka kontrol horizontal memiliki tingkat ketelitian yang berbeda-beda tergantung dari orde jaring kontrol horizontal tersebut. Pada survei pemetaan detail situasi skala lokal digunakan jaring kontrol horizontal orde-4 sebagai kerangka pengukuran. Jaring kontrol horizontal orde-4 bisa didapatkan melalui dua cara, yaitu melalui pengukuran poligon dan survey GPS.

Tujuan utama *surveying* (pemetaan) adalah penentuan lokasi titik yang terdapat di atas maupun di bawah permukaan bumi. Pada proses pemetaan diperlukan adanya kerangka dasar. Kerangka dasar adalah sejumlah titik yang diketahui koordinatnya dalam sistem tertentu yang mempunyai fungsi sebagai pengikat dan pengontrol ukuran baru. Dalam pengukuran untuk pembuatan peta ada dua jenis kerangka dasar yaitu kerangka dasar horizontal (X,Y) dan kerangka dasar vertikal. Pada survei pemetaan detail situasi skala lokal digunakan jaring kontrol

horizontal orde-4 sebagai kerangka pengukuran. Tentunya dalam suatu proses pengukuran jaring kontrol horizontal orde-4 untuk titik yang sama namun dengan alat dan metode yang berbeda, akan menghasilkan tingkat ketelitian yang berbeda pula.

Lokasi titik-titik dan orientasi garis-garis sering bergantung pada pengukuran sudut dan arah. Dalam pengukuran tanah, arah ditentukan oleh sudut arah dan azimuth. Sudut-sudut yang diukur dalam pengukuran tanah digolongkan sebagai sudut horizontal dan vertikal, bergantung pada bidang datar dimana sudut diukur. Salah satu metode pengukuran sudut dalam kerangka kontrol horizontal adalah dengan metode poligon, metode ini digunakan untuk menentukan posisi titik yang belum diketahui koordinatnya dari titik yang sudah diketahui koordinatnya dengan mengukur semua sudut dan jarak dalam poligon. Penelitian ini dilakukan dalam rangka menyiapkan letak atau lokasi titik-titik kontrol horizontal untuk persiapan pendirian gedung kampus Akademi Komunitas Negeri Lumajang.

**Metode Poligon**

Metode Poligon merupakan salah satu metode penentuan posisi horizontal beberapa titik di lapangan dengan cara hitungan berantai, dimana titik satu dengan titik lainnya dihubungkan secara berurutan dengan melakukan pengukuran sudut mendatar dan jarak mendatar sehingga membentuk rangkaian titi-titik. Untuk mendapatkan koordinat titik-titik pada suatu poligon, dalam proses hitungannya menggunakan argumen sudut mendatar di setiap titik poligon dan jarak mendatar setiap sisi poligon. Selain itu diperlukan pula syarat agar dapat dilakukan hitungan koordinat, antara lain: 1) Paling sedikit harus ada satu titik yang telah diketahui koordinatnya pada rangkaian poligon tersebut, dan 2) Paling sedikit harus ada satu azimuth atau sudut jurusan sisi poligon yang telah diketahui.

Poligon Tertutup adalah suatu rangkaian titik-titik dimana posisi horizontal titik awal dan titik akhir poligon tersebut sama atau berimpit. Dengan pernyataan tersebut, maka secara sistematis konfigurasi poligon tertutup dapat ditandai jika koordinat awal sama dengan koordinat akhir, dan azimuth awal sama dengan azimuth akhir.

Secara umum, ditinjau dari cara pengukuran sudutnya, poligon tertutup dibedakan menjadi 2 (dua), yaitu: 1) poligon tertutup dengan data ukuran sudut dalam dan 2) poligon tertutup dengan data ukuran sudut luar. Pada pengukuran dengan metode poligon tertutup terdapat tiga syarat geometris, yaitu:

- Syarat sudut  $\sum \beta - n.180^\circ = 0$  (1)
- Syarat absis  $\sum (d \cdot \sin \alpha) = 0$  (2)
- Syarat ordinat  $\sum (d \cdot \cos \alpha) = 0$  (3)

Sudut Azimuth atau sudut jurusan adalah sudut yang diukur dari arah utara sampai titik yang dituju. Sudut azimuth atau juga sering disebut *bearing* merupakan sudut yang dibentuk oleh dua garis lurus, garis pertama menuju utara peta/grid atau utara kompas dan garis ke dua menuju suatu titik sasaran yang dihitung searah jarum jam. Dengan kata lain bahwa sudut azimuth adalah sudut yang dibentuk dari pengamat menuju objek dengan arah utara sebagai acuannya, besarnya azimuth antara 0°-360°. Koordinat poligon dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$X_{n+1} = X_n + d_{n;n+1} \cdot \sin \alpha_{n;n+1} + \delta x_{n+1} \quad (4)$$

$$Y_{n+1} = Y_n + d_{n;n+1} \cdot \cos \alpha_{n;n+1} + \delta y_{n+1} \quad (5)$$

Dimana:

$X_n$  = koordinat x yang diketahui

$X_{n+1}$  = koordinat x yang dihitung

$Y_n$  = koordinat y yang diketahui

$Y_{n+1}$  = koordinat y yang dihitung

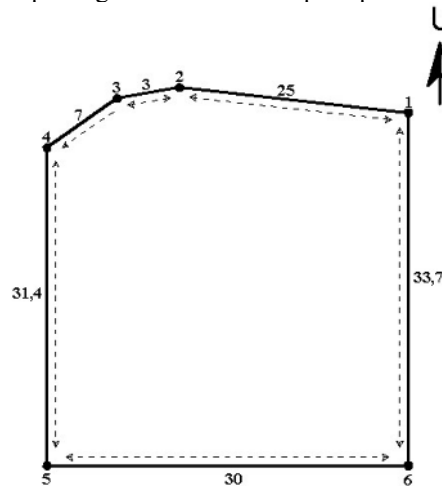
$\delta x_{n+1}$  = absis x terkoreksi

$\delta y_{n+1}$  = ordinat y terkoreksi

$d_{n;n+1}$  = jarak antar titik koordinat

**Metodologi**

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan melakukan survey dan pengukuran langsung di lapangan untuk mengumpulkan data titik kontrol horizontal. Lokasi penelitian berada di Jalan Lintas Timur tepatnya di area lahan kampus PDD Lumajang, rintisan AKN Lumajang. Populasi penelitian adalah lahan seluas 5,3 Ha, dan sampel penelitian diambil satu petak lahan pengukuran yang terletak dibagian tepi sungai sebelah utara seperti pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Titik Target Pengukuran

Data yang dibutuhkan meliputi:

1. Sudut horizontal; besarnya sudut biasa dan luar biasa dari penembakan suatu titik target yang ditunjukkan oleh alat ukur theodolite.
2. Bacaan rambu ukur; angka benang atas, benang tengah, dan benang bawah melalui penembakan dengan alat ukur theodolite.
3. Jarak; besarnya panjang antara titik target.

**Hasil Pembahasan**

**Tabel 1.** Hasil Pengukuran Sudut

Tempat Pesawat	Titik Target / Poligon	Pembacaan Sudut Horizontal					
		Biasa			Luar Biasa		
		0	'	..	0	'	..
1	U	0	0	0	0	0	0
	2	24	52	10	204	50	30
1	2	0	0	0	0	0	0
	6	218	41	20	113	58	50
2	3	0	0	0	0	0	0
	1	45	10	10	226	0	50

3	4	0	0	0	0	0	0
	2	68	17	30	248	23	0
4	5	0	0	0	0	0	0
	3	201	27	10	22	8	10
5	6	0	0	0	0	0	0
	4	40	13	10	220	32	10
6	1	0	0	0	0	0	0
	5	146	11	20	36	39	30

$$\beta_6 = 146^{\circ}11'20''$$

dengan jarak:

$$d_{12} = 25,03 \text{ m}$$

$$d_{23} = 3,07 \text{ m}$$

$$d_{34} = 6,4 \text{ m}$$

$$d_{45} = 31,07 \text{ m}$$

$$d_{56} = 30,13 \text{ m}$$

$$d_{61} = 33,67 \text{ m}$$

$$\Sigma\beta = (\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4 + \beta_5 + \beta_6)$$

$$\Sigma\beta = 218^{\circ}41'20'' + 45^{\circ}10'10'' + 68^{\circ}17'30'' + 201^{\circ}27'10'' + 40^{\circ}13'10'' + 146^{\circ}11'20'' = 720^{\circ}0'40''$$

Langkah 2: Menghitung kesalahan total sudut ukuran

$$f\beta = \{(\Sigma\beta) - n.180^{\circ}\}$$

$$= \{(\Sigma\beta) - (N-2).180^{\circ}\}$$

$$= \{720^{\circ}0'40'' - 4.180^{\circ}\}$$

$$= 720^{\circ}0'40'' - 720^{\circ}$$

$$= 0^{\circ}0'40''$$

Langkah 3: Menghitung koreksi sudut dan sudut terkoreksi

Nilai koreksi total = - fβ = - 0°0'40"

Besarnya koreksi setiap sudut ukuran (Δβ)

$$(\Delta\beta) = -f\beta/N$$

$$= - 0^{\circ}0'40''/6$$

$$= -0^{\circ}0'6,7''$$

$$= - 0^{\circ}0'40''/6$$

$$= -0^{\circ}0'6,7''$$

Nilai sudut terkoreksi : β = β<sup>u</sup> + Δβ

$$\beta_1 = \beta_1^u + \Delta\beta = 218^{\circ}41'20'' + (-0^{\circ}0'6,7'') = 218^{\circ}41'13,3''$$

$$\beta_2 = \beta_2^u + \Delta\beta = 45^{\circ}10'10'' + (-0^{\circ}0'6,7'') = 45^{\circ}10'3,3''$$

$$\beta_3 = \beta_3^u + \Delta\beta = 68^{\circ}17'30'' + (-0^{\circ}0'6,7'') = 68^{\circ}17'23,3''$$

$$\beta_4 = \beta_4^u + \Delta\beta = 201^{\circ}27'10'' + (-0^{\circ}0'6,7'') = 201^{\circ}27'3,3''$$

$$\beta_5 = \beta_5^u + \Delta\beta = 40^{\circ}13'10'' + (-0^{\circ}0'6,7'') = 40^{\circ}13'3,3''$$

$$\beta_6 = \beta_6^u + \Delta\beta = 146^{\circ}11'20'' + (-0^{\circ}0'6,7'') = 146^{\circ}11'13,3''$$

Langkah 4 : Menghitung azimuth

Pada kasus kali ini tidak perlu menghitung kembali azimuth karena sudah didapatkan dari pengukuran dilapangan.

$$\alpha_{12} = 268^{\circ}58'20''$$

$$\alpha_{23} = 338^{\circ}0'50''$$

$$\alpha_{34} = 61^{\circ}39'10''$$

$$\alpha_{45} = 52^{\circ}46'10''$$

$$\alpha_{56} = 21^{\circ}8'50''$$

$$\alpha_{61} = 20^{\circ}7'40''$$

Langkah 5: Menghitung kesalahan total jarak ukuran dalam arah X: (fx) dan arah Y: (fy)

**Tabel 2.** Hasil Pembacaan Rambu Ukur

Tempat Pesawat	Titik Target/ Poligon	Pembacaan Rambu Ukur					
		Biasa			Luar Biasa		
		BA	BT	BB	BA	BT	BB
1	2	1440	1315	1190	1443	1315	1192
	6	1525	1361	1195	1525	1361	1195
2	3	1514	1499	1483	1515	1499	1484
	1	1505	1382	1255	1507	1381	1257
3	4	1271	1242	1210	1271	1242	1210
	2	1416	1400	1384	1416	1402	1384
4	5	1574	1420	1265	1575	1421	1266
	3	1499	1465	1433	1500	1466	1433
5	6	1702	1550	1400	1702	1550	1400
	4	1691	1540	1388	1690	1540	1388
6	1	1464	1445	1427	1465	1446	1428
	5	1690	1537	1385	1690	1536	1385

**Tabel 3.** Hasil Pengukuran Jarak

Tempat Pesawat	Titik Target/ Poligon	Jarak			Jarak Rata-Rata (m)
		Optis 1 (m)	Optis 2 (m)	Roll (m)	
1	2	25	25.1	25	25.03
	6	33	33	33.7	33.23
2	3	3.1	3.1	3	3.07
	1	25	25	25	25.00
3	4	6.1	6.1	7	6.40
	2	3.2	3.2	3	3.13
4	5	30.9	30.9	31.4	31.07
	3	6.6	6.7	7	6.77
5	6	30.2	30.2	30	30.13
	4	30.3	30.2	31.4	30.63
6	1	33.5	33.8	33.7	33.67
	5	30.5	30.5	30	30.33

Langkah 1 : Mencari sudut dalam

$$\alpha_{12} = 268^{\circ}58'20''$$

$$\beta_1 = 218^{\circ}41'20''$$

$$\beta_2 = 45^{\circ}10'10''$$

$$\beta_3 = 68^{\circ}17'30''$$

$$\beta_4 = 201^{\circ}27'10''$$

$$\beta_5 = 40^{\circ}13'10''$$

Menghitung kesalahan total jarak ukuran arah absis (fx)

$$\begin{aligned} f_x &= \{\Sigma(d \cdot \sin \alpha)\} \\ &= \{d_{12} \cdot \sin \alpha_{12} + d_{23} \cdot \sin \alpha_{23} + d_{34} \cdot \sin \alpha_{34} + \\ &\quad d_{45} \cdot \sin \alpha_{45} + d_{56} \cdot \sin \alpha_{56} + d_{61} \cdot \sin \alpha_{61}\} \\ &= \{25,03 \cdot \sin 268^\circ 58' 20'' + 3,07 \cdot \sin \\ &\quad 338^\circ 0' 50'' + 6,4 \cdot \sin 61^\circ 39' 10'' + \\ &\quad 31,07 \cdot \sin 52^\circ 46' 10'' + 30,13 \cdot \sin \\ &\quad 21^\circ 8' 50'' + 33,67 \cdot \sin 20^\circ 7' 40''\} \\ &= -25,026 + (-2,743) + (-3,492) + (- \\ &\quad 23,525) + 9,721 + 27,192 \\ &= 26,652 \end{aligned}$$

Menghitung kesalahan total ordinat (fy)

$$\begin{aligned} f_y &= \{\Sigma(d \cdot \cos \alpha)\} \\ &= \{d_{12} \cdot \cos \alpha_{12} + d_{23} \cdot \cos \alpha_{23} + d_{34} \cdot \cos \alpha_{34} + \\ &\quad d_{45} \cdot \cos \alpha_{45} + d_{56} \cdot \cos \alpha_{56} + d_{61} \cdot \cos \alpha_{61}\} \\ &= \{25,03 \cdot \cos 268^\circ 58' 20'' + 3,07 \cdot \cos \\ &\quad 338^\circ 0' 50'' + 6,4 \cdot \cos 61^\circ 39' 10'' + \\ &\quad 31,07 \cdot \cos 52^\circ 46' 10'' + 30,13 \cdot \cos \\ &\quad 21^\circ 8' 50'' + 33,67 \cdot \cos 20^\circ 7' 40''\} \\ &= -0,426 + 2,846 + 3,04 + 18,797 + \\ &\quad 28,111 + 31,616 \\ &= 83,984 \end{aligned}$$

Langkah 6: Menghitung nilai koreksi setiap jarak ukuran

$$\begin{aligned} \Sigma d &= d_{12} + d_{23} + d_{34} + d_{45} + d_{56} + d_{61} \\ &= 25,03 + 3,07 + 6,4 + 31,07 + 30,13 + \\ &\quad 33,67 \\ &= 129,37 \end{aligned}$$

Besarnya koreksi jarak ukuran dalam arah X:

$$\begin{aligned} \delta x_1 &= (d_{12}/\Sigma d) \cdot (-f_x) \\ &= (25,03/129,37) \cdot (-26,652) \\ &= -5,157 \\ \delta x_2 &= (d_{23}/\Sigma d) \cdot (-f_x) \\ &= (3,07/129,37) \cdot (-26,652) \\ &= -0,632 \\ \delta x_3 &= (d_{34}/\Sigma d) \cdot (-f_x) \\ &= (6,4/129,37) \cdot (-26,652) \\ &= -1,318 \\ \delta x_4 &= (d_{45}/\Sigma d) \cdot (-f_x) \\ &= (31,07/129,37) \cdot (-26,652) \\ &= -6,400 \\ \delta x_5 &= (d_{56}/\Sigma d) \cdot (-f_x) \\ &= (30,13/129,37) \cdot (-26,652) \\ &= -6,207 \quad 7) \cdot (-26,652) \\ \delta x_6 &= (d_{61}/\Sigma d) \cdot (-f_x) \\ &= (33,67/129,37) \cdot (-26,652) \\ &= -6,936 \end{aligned}$$

Besarnya koreksi jarak ukuran dalam arah Y:

$$\begin{aligned} \delta y_1 &= (d_{12}/\Sigma d) \cdot (-f_y) \\ &= (25,03/129,37) \cdot (-83,984) \\ &= -16,249 \\ \delta y_2 &= (d_{23}/\Sigma d) \cdot (-f_y) \\ &= (3,07/129,37) \cdot (-83,984) \\ &= -1,993 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \delta y_3 &= (d_{34}/\Sigma d) \cdot (-f_y) \\ &= (6,4/129,37) \cdot (-83,984) \\ &= -4,155 \\ \delta y_4 &= (d_{45}/\Sigma d) \cdot (-f_y) \\ &= (31,07/129,37) \cdot (-83,984) \\ &= -20,170 \\ \delta y_5 &= (d_{56}/\Sigma d) \cdot (-f_y) \\ &= (30,13/129,37) \cdot (-83,984) \\ &= -19,560 \\ \delta y_6 &= (d_{61}/\Sigma d) \cdot (-f_y) \\ &= (33,67/129,37) \cdot (-83,984) \\ &= -21,858 \end{aligned}$$

Langkah 7 : Menghitung koordinat dengan koordinat titik 1 adalah (0,0)

$$\begin{aligned} X_2 &= X_1 + d_{12} \sin \alpha_{12} + \delta x_1 \\ &= 0 + 25,03 \sin 268^\circ 58' 20'' + (-5,157) \\ &= -30,183 \\ X_3 &= X_2 + d_{23} \sin \alpha_{23} + \delta x_2 \\ &= -30,183 + 3,07 \sin 338^\circ 0' 50'' + (- \\ &\quad 0,632) \\ &= -31,964 \\ X_4 &= X_3 + d_{34} \sin \alpha_{34} + \delta x_3 \\ &= -31,964 + 6,4 \sin 61^\circ 39' 10'' + (-1,318) \\ &= -27,649 \\ X_5 &= X_4 + d_{45} \sin \alpha_{45} + \delta x_4 \\ &= -27,649 + 31,07 \sin 52^\circ 46' 10'' + (- \\ &\quad 6,400) \\ &= -9,311 \\ X_6 &= X_5 + d_{56} \sin \alpha_{56} + \delta x_5 \\ &= -9,311 + 30,13 \sin 115^\circ 29' 40'' + (- \\ &\quad 6,207) \\ &= 11,678 \\ X_1 &= X_6 + d_{61} \sin \alpha_{61} + \delta x_6 \\ &= 11,678 + 33,67 \sin 26^\circ 31' 0'' + (-6,936) \\ &= 19,774 \\ Y_2 &= Y_1 + d_{12} \cos \alpha_{12} + \delta y_1 \\ &= 0 + 25,03 \cos 268^\circ 58' 20'' + (-16,249) \\ &= -16,698 \\ Y_3 &= Y_2 + d_{23} \cos \alpha_{23} + \delta y_2 \\ &= -16,698 + 3,07 \cos 338^\circ 0' 50'' + (- \\ &\quad 1,993) \\ &= -15,844 \\ Y_4 &= Y_3 + d_{34} \cos \alpha_{34} + \delta y_3 \\ &= -15,844 + 6,4 \cos 61^\circ 39' 10'' + (-4,155) \\ &= -16,960 \\ Y_5 &= Y_4 + d_{45} \cos \alpha_{45} + \delta y_4 \\ &= -16,960 + 31,07 \cos 52^\circ 46' 10'' + (- \\ &\quad 20,170) \\ &= -18,332 \\ Y_6 &= Y_5 + d_{56} \cos \alpha_{56} + \delta y_5 \\ &= -18,332 + 30,13 \cos 115^\circ 29' 40'' + (- \\ &\quad 19,560) \\ &= -50,861 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y_1 &= Y_6 + d_{61} \cos \alpha_{61} + \delta y_6 \\
 &= -50,861 + 33,67 \cos 26^\circ 31' 0'' + (-21,858) \\
 &= -42,591
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas diperoleh data yang ditabelkan seperti pada **Tabel 4**.

**Tabel 4.** Hasil Pengukuran Titik Koordinat

No. Titik	X	Y
1	19,774	-42,591
2	-30,183	-16,698
3	-31,964	-15,844
4	-27,649	-16,96
5	-9,311	-18,332
6	11,678	-50,861

Koordinat adalah suatu titik hasil dari perpotongan antara garis lintang dan garis bujur yang menunjukkan suatu objek baik itu orang, lokasi atau gedung dalam sebuah lokasi di lapangan atau bumi dengan di peta. Pengertian lain dari koordinat adalah kedudukan suatu titik pada peta. Secara teori, koordinat merupakan titik pertemuan antara absis dan ordinat. Koordinat ditentukan dengan menggunakan sistem sumbu, yakni perpotongan antara garis-garis yang tegak lurus satu sama lain.

Absis adalah jarak tegak lurus suatu titik dari sumbu Y. Absis merupakan unsur pertama dari pasangan terurut dari dua suku ( $x, y$ ) pada sistem koordinat kartesius untuk mengalamatkan suatu titik, di dalam sumbu sistem koordinat tegak lurus tetap, absis juga dikenal sebagai koordinat "x" suatu titik, yang ditunjukkan pada garis mendatar, Koordinat kedua, atau ordinat, juga dikenal sebagai koordinat "y" suatu titik, yang ditunjukkan pada garis tegak. Ordinat adalah jarak tegak lurus suatu titik dari sumbu X. Ordinat merupakan unsur kedua dari pasangan terurut dua suku ( $x, y$ ) untuk mengalamatkan suatu titik, di dalam sumbu sistem koordinat tegak lurus tetap (dalam sistem koordinat Kartesius). Ordinat juga dikenal sebagai koordinat "y" suatu titik, yang ditunjukkan pada garis vertikal. Koordinat pertama, atau absis, juga dikenal sebagai koordinat "x" suatu titik, yang ditunjukkan pada garis tegak.

Tujuan untuk penentuan titik koordinat adalah untuk; 1) proses identifikasi objek dilapangan dan penggambaran pada suatu bidang datar atau peta, 2) untuk menentukan tiap titik dalam bidang dengan menggunakan dua bilangan yang biasa disebut *koordinat x* (absis) dan *koordinat y* (ordinat) dari titik tersebut. Tempat pengukuran dilaksanakan di Jalan Lintas

Timur (JLT) - Lahan Akademi Komunitas Negeri Lumajang tempatnya di Kecamatan Tukum Kabupaten Lumajang dengan koordinat  $08^\circ 08' 25.28'' S$  ;  $113^\circ 14' 35.36'' E$  lahan persawahan dengan luas area  $\pm 300 m^2$ .

Dalam penentuan jaringan kontrol geodesi tahapan yang terpenting adalah survey GPS. Survey GPS dapat didefinisikan sebagai survei penentuan posisi dengan pengamatan satelit GPS, yang merupakan proses penentuan koordinat dari sejumlah titik terhadap beberapa buah titik yang telah diketahui koordinatnya dengan menggunakan metode penentuan posisi deferensial serta pengamatan fase dari sinyal GPS.

*Bench Mark* adalah titik yang telah mempunyai koordinat fixed, dan direpresentasikan dalam bentuk monumen/patok di lapangan. Benchmark memiliki fungsi penting pada kegiatan survey, yaitu sebagai titik ikat yang mereferensikan posisi obyek pada suatu sistem koordinat global. Untuk mendukung efisiensi dalam pengelolaan suatu area situasi, maka keberadaan benchmark sangat bermanfaat untuk:

1. Untuk memastikan bahwa area situasi pengukuran berada dalam wilayah konsesi yang diijinkan oleh Pemerintah.
2. Mengintegrasikan area-area situasi pengukuran yang terpisah ke dalam satu sistem koordinat global.
3. Dalam melakukan pengukuran benchmark, kami menggunakan metode penentuan posisi dengan teknologi *Global Positioning System* (GPS) yang memiliki akurasi sampai dengan level subcentimeter. Selain metode pengukuran yang tepat, desain persebaran titik-titiknya juga Kami perhatikan, karena hal tersebut sangat berpengaruh pada hasil survey secara keseluruhan.

Penjelasan Pemasangan *Bench Mark* (BM):

1. Sebelum dilakukan pengukuran, dilakukan pemasangan patok sebagai sarana penyimpanan informasi koordinat hasil pengukuran.
2. Monument *Bench Mark* (BM), patok CP (*concrete point*) dan patok kayu pengukuran.
3. *Bench Mark* (BM) di pasang di sepanjang ruas jalan yang di ukur pada setiap interval jarak  $\pm 1 KM$ .
4. Disetiap pemasangan BM harus disertai pemasangan patok CP sebagai pasangan untuk mendapatkan azimuth pada pekerjaan *stake\_out* tahap pelaksanaan.
5. Pemasangan BM untuk jalan existing sebaiknya di pasang di kiri jalan dan CP di

kanan jalan searah dengan jalur pengukuran dengan posisi saling tampak satu sama lain.

Pada tahapan ini data hasil pengolahan yang telah terkoreksi dilaporkan berupa laporan penelitian dan Pembangunan Tugu BM (*Bench Mark*)” serta dipresentasikan untuk dipertanggung jawabkan. Kegiatan akhir dilakukan pemasangan monument di lahan pengukuran yang telah di tentukan sebelumnya yaitu pada titik 1 dengan koordinat  $08^{\circ}08'25,28''S$  dan  $113^{\circ}14'35,36''E$ .



**Gambar 2.** Pemasangan Monumentasi

### **Kesimpulan**

1. Hasil pengukuran didapatkan enam titik koordinat X dan Y beserta nilai koreksinya.
2. Tingkat ketelitian pengukuran jaring kontrol orde-4 dengan alat theodolite masih kurang baik dibandingkan dengan menggunakan alat GPS.
3. Pada kegiatan akhir penelitian, dilakukan pemasangan monumentasi pada titik BM yang sudah didapatkan dari hasil pengukuran.

### **Daftar Pustaka**

- BSNI. 2002. *Jaring Kontrol Horizontal* SNI 19-6724-2002.pdf
- Purworahardjo, U.. 1988. *Ukuran Tinggi Teliti dan Sistem Tinggi Berdasarkan Gaya Berat*. Diktat Buku Ajar. Bandung: Teknik Geodesi ITB.
- Rapp, R.H.. 1984. *Geometric Geodesy*. Dept. of Geodetic Science & Surveying The Ohio State University, Columbus, Ohio.
- Sasongko, R., 2013. *Modul Ajar Ilmu Ukur Tanah*. Malang: Politeknik Negeri Malang.