

PENGUKURAN JARING KONTROL HORIZONTAL PADA PROYEK PEMBANGUNAN BENDUNGAN CIPANAS

Nana Sumarna¹⁾ Tatang Gustawan²⁾
Teknik Sipil, Universitas Majalengka
email: sumarnan285@gmail.com

Abstract

The more rapid economic development, the more rapid the development of infrastructure. In civil engineering, one of the sciences studied is land surveying. In this case it is intended not only to measure land alone, but can be broadly developed, that is, mapping things according to the originals. In a construction for example the measurement of the position of the excavation of the foundation, and measurement of other structures both horizontally and vertically. For performers construction measurements are the main requirements that must be owned, because when the size is wrong, the results will be wrong. Construction actors are those who are involved in it, from those who plan it and also those who carry it out, from unskilled laborers to work leaders, measuring using simple tools or using modern tools that will further accelerate the results of work. So in civil engineering at Majalengka University, it was learned how to measure flat and detailed measurements using automatic level, theodolite, and total station. Measurement techniques are studied in soil surveying practicum subjects. In the world of professional work, measurement workers are called Surveyors. The more sophisticated the measuring instrument, the faster the task is completed. Majalengka University Civil Engineering Study Program at the beginning of the seventh semester did job training. It was then that the author had the opportunity to forge deeper geometry as well as practical work on the Cipanas Dam Construction Project.

Keywords: Construction, measurement, job training.

1. PENDAHULUAN

Ilmu ukur tanah adalah bagian dari ilmu geodesi yang mempelajari cara-cara pengukuran bumi dan tanah untuk berbagai keperluan seperti pemetaan dan penentuan posisi relatif pada daerah yang relatif sempit sehingga unsur kelengkapan permukaan buminya dapat diabaikan. Sedangkan Geodesi mencakup kajian dan pengukuran yang lebih luas, tidak sekedar pemetaan dan penentuan posisi di darat, namun juga di dasar laut untuk berbagai keperluan, juga penentuan bentuk dan dimensi bumi.

(Sumber : Slamet Basuki : 2006).

Menurut IAG (*International Association Of Geodesy, 1979*), Geodesi merupakan disiplin ilmu yang mempelajari tentang pengukuran dan perrepresentasian dari Bumi dan benda-benda langit lainnya, termasuk medan gaya beratnya masing-masing, dalam ruang tiga dimensi yang berubah dengan waktu. Kegiatan pengukuran merupakan tahap awal perencanaan suatu konstruksi bangunan baik konstruksi bangunan vertikal maupun konstruksi bangunan horizontal. Dalam hal ini pengukuran Jaring Kontrol Horizontal (JKH) merupakan

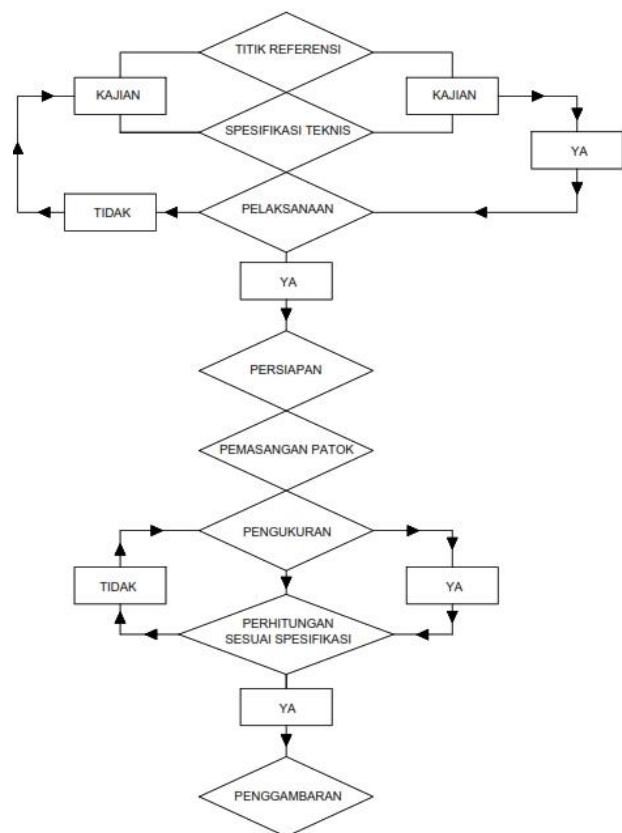
suatu sistem yang dapat dipergunakan dalam pelaksanaan pekerjaan sebuah konstruksi. Tanpa data pengukuran tidak akan bisa dibuat perencanaan sebuah konstruksi. Oleh sebab itu pengukuran sangatlah luas tidak hanya sebatas pengukuran peta dan pengukuran tanah saja, akan tetapi lebih luas meliputi apa saja yang akan dijadikan sebagai objek suatu konstruksi bangunan. Seperti pada proyek Pembangunan Bendungan Cipanas ini telah dilakukan beberapa studi yang didalamnya terdapat data-data pengukuran dan data penunjang lainnya sehingga terbentuknya suatu perencanaan sebuah bendungan. Suatu pengukuran tidak terlepas dari Jaring Kontrol Horizontal (JKH), yang merupakan kerangka dasar pemetaan yang memperlihatkan posisi titik satu terhadap yang lainnya di atas permukaan bumi pada bidang datar secara horizontal. Untuk memindahkan bayangan dari sebagian atau seluruh permukaan bumi yang tidak teratur ke atas suatu bidang datar yang biasa disebut “Peta”. Untuk menggambarkan peta tersebut perlu dibuat terlebih dahulu suatu kerangka yang mempunyai posisi lokal atau posisi tetap yang akan melingkupi wilayah yang akan dipetakan untuk menentukan posisi titik-titik horizontal dalam suatu sistem “Koordinat”.

Untuk mendapatkan posisi horisontal dari JKH dapat digunakan banyak metode, salah satu metode penentuan posisi horisontal yang sering digunakan adalah metode poligon. Metode poligon digunakan untuk penentuan posisi horisontal banyak titik, dimana titik yang satu dan lainnya dihubungkan dengan jarak dan sudut sehingga membentuk suatu rangkaian sudut titik-titik poligon. Pada penentuan posisi horisontal dengan metode ini, posisi titik yang belum diketahui koordinatnya ditentukan dari titik yang sudah diketahui koordinatnya dengan mengukur semua jarak dan sudut dalam poligon. Kerangka dasar horizontal merupakan kumpulan titik-titik yang telah diketahui atau ditentukan posisi horizontalnya berupa koordinat pada bidang datar (X,Y).

2. METODE PENELITIAN

Sebelum melakukan pengukuran JKH perlu dilakukan perencanaan yang tepat terkait dengan efisiensi dalam pelaksanaan agar spesifikasi teknis terpenuhi. Untuk itu tahapan-tahapan

dalam pelaksanaan tersusun seperti bagan alir gambar-1. Dari hasil peninjauan lapangan dibuat jalur-jalur JKH yang menghubungkan titik-titik acuan, sedemikian rupa dengan pertimbangan kondisi lapangan terkait dengan pemasangan patok-patok pada Gambar-2. Tenaga surveyor pelaksana terdiri dari surveyor PT. Brantas Abipraya, PT. Wijaya Karya – Jaya Konstruksi (KSO) dan Konsultan Supervisi PT. Raya Konsult – PT. Vitraha Consindotama – PT. Mettana – PT. Wiratman – PT. Mitrama Asia Pasific (KSO), yang melibatkan 3 orang surveyor yang masing-masing dengan 4 tenaga lokal.

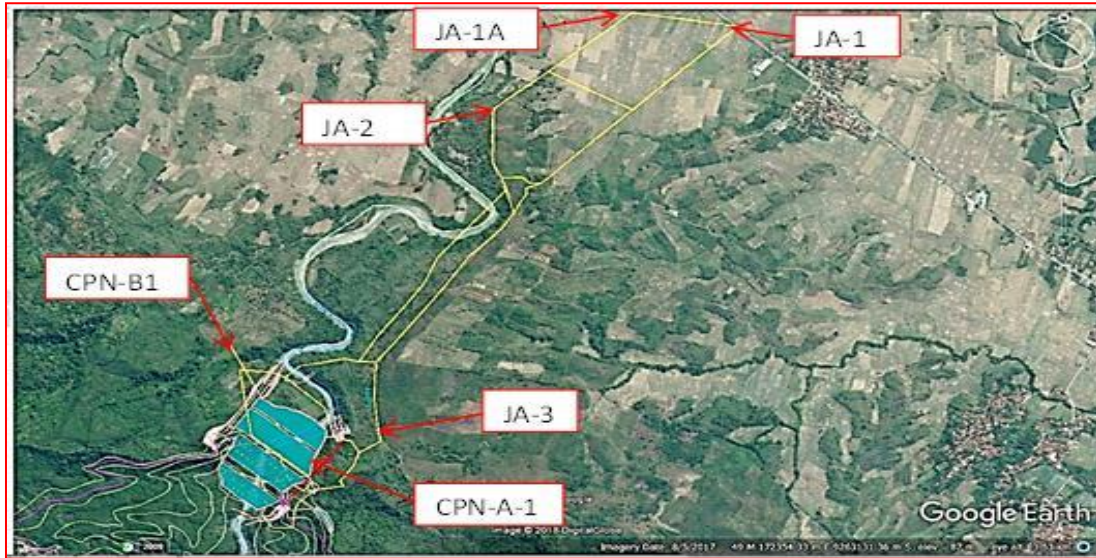


Gambar-1 Bagan alir pengukuran JKH

Untuk pelaksanaan pengukuran JKH, diperlukan 3 unit total station, yang sebelumnya telah dikalibrasi secara berkala (setiap periode 6 bulan) oleh jasa kalibrasi yang sudah diakreditasi oleh Lembaga Akreditasi Nasional yaitu Komite Akreditasi Nasional (KAN). Kalibrasi menurut ISO/IEC Guide 17025:2005 adalah serangkaian kegiatan yang membentuk

hubungan antara nilai yang ditunjukkan oleh instrumen ukur atau sistem pengukuran, atau nilai yang diwakili oleh bahan ukur, dengan nilai-nilai yang sudah diketahui yang berkaitan dari besaran yang diukur dalam kondisi tertentu. Tujuan kalibrasi alat ukur ini adalah untuk mencapai standar ketelitian yang teliti dari hasil

pengukuran dan untuk menentukan kebenaran konvensional nilai penunjukan alat ukur total station dan bahan ukurnya. Walau demikian perlu adanya cek setiap saat sebelum digunakan mengenai normalitas operasional alat, terutama garis bidik untuk menghindari kesalahan bacaan Biasa dan Luar Biasa.

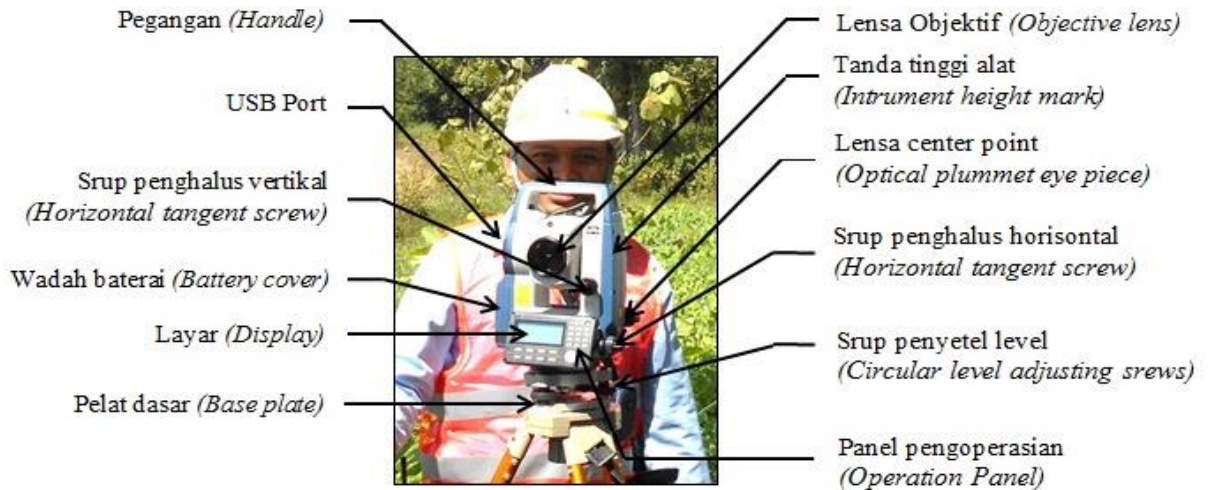


Gambar-2 lokasi patok-patok poligon

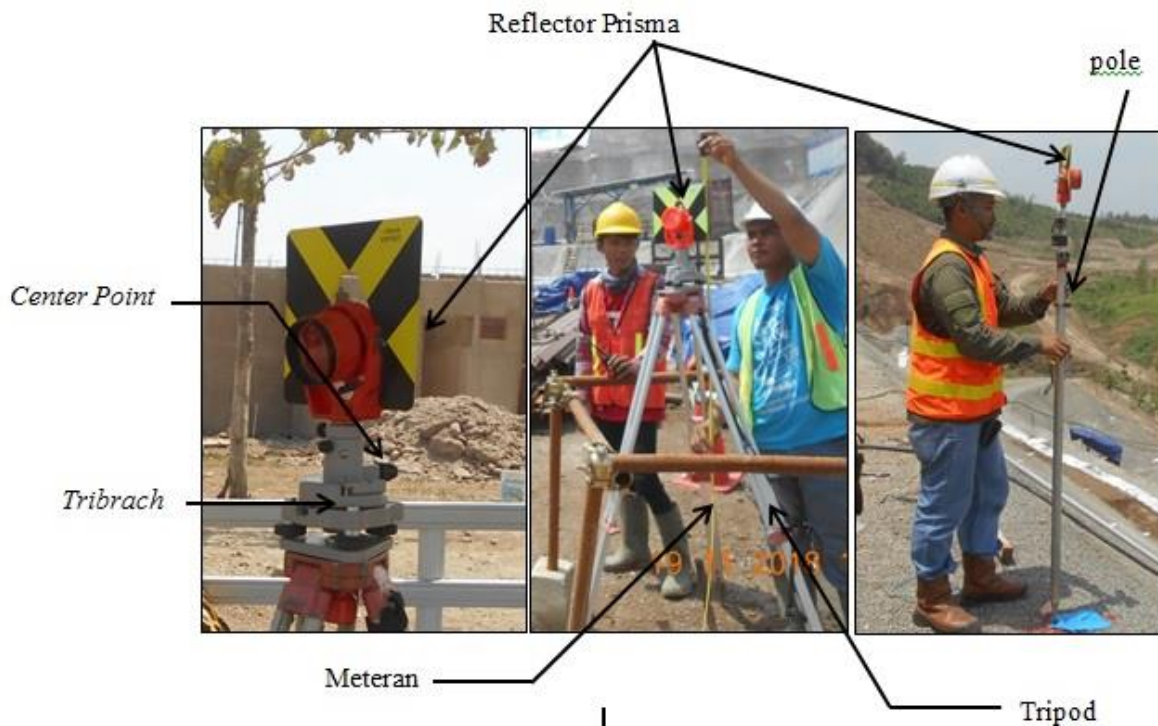
No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Tahun 2018														
				September				Oktober				November						
				I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV			
1	Pekerjaan persiapan	Ls	Ls															
2	Pemasangan patok	km	9															
3	Pengukuran	km	9															
5	Perhitungan	km	9															
5	Penggambaran	km	9															
6	Laporan	Ls	Ls															

Tabel-1 Jadwal kegiatan pengukuran JKH

Berikut gambar-3 di bawah ini pengenalan bagian-bagian dari alat ukur total station dan pada gambar-4 bagian bagian reflector prisma pada umumnya.



Gambar-3 Total Station Sokkia CX-105



Gambar-4 Prisma poligon dan pole

Perlengkapan perlengkapan dari alat ini, Selain prisma poligon hampir sama kegunaanya yaitu prisma pole. Prisma pole merupakan kelengkapan lainnya dari total station. prisma pole merupakan target bidikan pada pengukuran menggunakan total station. Prisma pole ini yang akan memantulkan sinar infra merah ke EDM (*Electronic Distance Measurement*) yang akan

menghasilkan bacaan jarak sama halnya seperti pada prisma poligon, hanya hasil dari data ukur tidak direkomendasi untuk pengukuran poligon, hanya sebagai pendekatan atau pengukuran lain seperti pengukuran situasi, Cross section dan stakeout. Prisma pole dipasang pada stik prisma pole sebagai pengatur tinggi dan kedudukan prisma. Setiap pengukuran akan melewati tahap

penyetelan alat terlebih dahulu, yaitu dimana alat berdiri dengan ketinggian tertentu di atas patok sehingga mendapatkan ukuran tinggi pesawat *Instrument Height (HI)* dan ukuran tinggi *Target Reflector Height (RHT)* yang akan dibaca dan dikalkulasi oleh total station menjadi sebuah data pengukuran. Jadi dalam hal ini alat akan didudukkan atau *set up* pada *tripod* (kaki tiga) ditempatkan pada saat penyetelan alat ukur. Setelah alat ukur terkunci dan distel di atas *tripod* kemudian distel nivonya sampai benar benar di tengah, baru alat ukur tersebut bisa melangkah ke input stasiun dengan memasukan data seperti tinggi pesawat/ alat posisi berdiri, kemudian *Backsight* dengan memasukan nilai *Target* baik Koordinat atau sudut arah (*Azimuth*) 0 set. Dari tahap inilah alat ukur total station bisa memulai pekerjaan pengukuran Jaring Kontrol Horizontal Poligon maupun pengukuran lainnya. Alat ukur penunjang lainnya adalah meteran pendek @ 5 meter juga dipergunakan dalam penunjang pengukuran Jaring Kontrol Horizontal (JKH), dan pengukuran lainnya. Meteran ini biasanya digunakan untuk mengukur tinggi pesawat/ tinggi alat (*Instrument Height*) dan tinggi target (*Reflector Height*) terhadap permukaan patok ke sumbu putar vertical dan ke sumbu target. Selain untuk

pengukuran tinggi target banyak fungsi lain dari meteran ini yaitu untuk mengecek tinggi patok, diameter patok dan pengukuran lebih luas untuk pengukuran detail ceklis pekerjaan struktur sebuah bangunan dan lain-lain. Kebutuhan lainnya adalah ketersediaan bahan bahan lapangan seperti: patok kayu, pipa paralon, paku, cat semprot, dibantu alat bantu lainnya seperti: palu, gergaji, linggis dan cangkul. Bahan lapangan sangat menunjang untuk pekerjaan pengukuran sehingga apabila minim ketersediaan bahan lapangan rencana pengukuran Jaring kontrol Horizontal (JKH) tidak dapat dilaksanakan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa alat pokok maupun alat penunjang merupakan hal yang penting dalam sebuah perencanaan untuk tidak terlewatkan.

Pemasangan patok tidak hanya pasang begitu saja, tetapi penuh dengan perencanaan. Salah satu syarat patok satu dengan patok yang akan dituju pada jalur poligon baik bacaan belakang maupun muka (*Back Sight / Front Sight*). Membuat lubang secukupnya sesuai dengan galian yang dibutuhkan pada pemasangan patok sesuai ketentuan peraturan yang berlaku, kemudian difinish dengan keterangan dan warna cat yang mencolok seperti pada gambar-5.



Gambar-5 Pemasangan patok



Gambar-6 Display Total Station Sokkia CX-105

Pekerjaan pengukuran Poligon akan diuraikan sebagai berikut:

- 1) Dirikan statif diatas titik P-0 sebagai STN (*Station*) kemudian pasang total station di atas kepala statif kemudian kunci dengan skrup pengunci.
- 2) Center pointkan Total Station menggunakan lensa center point dan naik turunkan kaki statif untuk menengahkan Nivo kotak, kemudian atur skrup pengatur nivo untuk mengatur nivo tabung.
- 3) Cek kembali center point pada lensa center, jika belum tepat center dapat menggeserkan alas Total Station (tribach) dan atur kembali nivo tabung seperti pada langkah ke-2 sampai betul betul air dalam nivo seimbang.
- 4) Langkah 1-3 juga diaplikasikan dalam pemasangan 2 prisma poligon yang berada akan dijadikan bacaan belakang dan bacaan muka /BS dan FS (*Back sight and Front sight*) 1 prisma di titik BS (*Back Sight*) dan 1 prisma di titik P-1 FS (*Front Sight*) , kemudian arahkan kedua prisma menghadap ke posisi Total Station dimana berada.
- 5) Setelah center, nyalakan display Total Station dengan menekan tombol power, jika bacaan sudut belum muncul pada display kita dapat memutar teropong 90 derajat hingga berbunyi dan bacaan sudut muncul pada display.
- 6) Bidik “BIASA” prisma pada titik belakang (*Back sight*) dengan membaca sudut dan jarak horizontal, kemudian mencatatnya.
- 7) Bidik “BIASA” prisma pada titik muka (*front sight*) (P-1) mencatatnya seperti pada langkah ke-6.
- 8) Bidik “LUAR BIASA”, dan membaca sudut dan jarak seperti langkah ke-6
- 9) Bidik “LUAR BIASA”, dan membaca sudut dan jarak seperti langkah ke-7.
- 10) Selanjutnya alat ukur Total Station pindah ke titik P-1 (STN) *Station*, setting alat seperti langkah 1-5.
- 11) Prisma 1 pindah ke titik P-0 (BS) *Back Sight*, Prisma 2 pindah ke titik P-2 (FS) *Front Sight*.
- 12) Bidikan dan bacaan dilakukan sama langkah seperti langkah sebelumnya yaitu BIASA dan LUAR BIASA, dan seterusnya sampai alat ketemu titik pertama atau tertutup.

Setelah pengukuran dilakukan di

lapangan, maka proses selanjutnya adalah entry data lapangan ke kolom yang sudah di buat di MS Excel untuk lebih mudah dalam perhitungan seperti table di bawah.

Tabel-2 kolom entri data poligon

1		2		3		4			5		
TITIK BERDIRI	TITIK TARGET	B/ LB	BACAAN SUDUT HORIZONTAL			BACAAN JARAK HORIZONTAL					
			0	'	"	1	2	3			

- 1) Kolom-1 adalah kolom dimana posisi Total Station Theodolite (STN)
- 2) Kolom-2 adalah kolom yang atas bacaan belakang (BS) *Back Sight* dan kolom bawah bacaan bacaan muka (FS) *Front Sight*
- 3) Kolom-3 ditulis dengan bacaan “derajat menit detik”.
- 4) Kolom-4 ditulis dengan format satuan meter dengan pemisah tanda titik (.) pada 3 digit desimal, dikarenakan pada proses masukan formula POLYLINE dalam CAD titik (.) adalah pemisah satuan desimal dan koma (,) adalah pemisah antara sumbu X dan sumbu Y.
- 5) Setelah semua data pengukuran poligon masuk dalam form MS Excel seperti pada Tabel-2 maka saatnya membuka sheet baru untuk ke proses perhitungan. Kemudian membuat tabel perhitungan

Tabel-3 kolom perhitungan poligon

1		2		3		4		5		6		7		8		9	
NO	TITIK	SUDUT HORIZ		KOR.	SUDUT JURUSAN		JARAK HORIZ	BEDA ABSIS		BEDA ORDINAT		KOORDINAT					
		o	'		o	'		dx	dy	X (m)	Y (m)						

- 1) Pada kolom-1 titik berdiri Total Station Theodolite / STN (*Station*).
- 2) Pada kolom-2 nama patok
- 3) Pada kolom-3 hasil rata-rata bacaan sudut “Biasa” dan “Luar Biasa” pada sheet entry data poligon.
- 4) Pada kolom-4 koreksi sudut
- 5) Pada kolom-5 (Sudut jurusan) merupakan sudut horizontal yang sudah di tambah dengan azimuth awal dan sudah dikoreksi

- 6) Pada kolom-6 (Jarak horisontal) merupakan jarak rata-rata pembacaan "Biasa" dan "Luar Biasa" pada sheet entry data polygon.
- 7) Pada kolom-7 (Beda absis) dan kolom-8 (Beda ordinat) merupakan hasil "Sinus" dan "Cosinus" yang sudah dikalikan jarak horizontal pada kolom sebelumnya, dan kolom penambah koreksi adalah hasil dari perhitungan koreksi yang sudah dihitung dengan metode Bowditch sesuai jarak bacaan yaitu jarak horizontal dibagi total jarak poligon dikali salah penutup linier.
- 8) adakolom-7 (Koordinat X,Y) adalah hasil akhir dari perhitungan poligon. Dengan nilai X dan nilai Y yaitu nilai Koordinat yang sudah di tambahkan nilai sebelumnya yang sudah diketahui sebagai nilai koordinat referensi. Pada dua kolom X dan Y ini adalah hasil akhir nilai koordinat pada perhitungan poligon
- 9) Menambahkan sheet baru terdiri dari, No, Titik Patok, X,Y.
- 10) Sinkronkan kolom-kolom tersebut sehingga nilai nilainya sama seperti pada nilai akhir pada kolom perhitungan pada langkah ke-12.
- 11) Setelah terisi kolom kolom tersebut baik X dan Y, kemudian membuat formula pada kolom sebelah kanan nilai Y dengan format "=CONCATENATE ("pline ",**Kolom-X1**," ",**Kolom-Y1**," ", **Kolom-X2**," ",**Kolom-Y2**) dan seterusnya sampai di akhir dari list nilai koordinat hasil perhitungan poligon.

Penggambaran JKH dari perhitungan poligon dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak (*software*) AutoCad, sebagai berikut:

- 1) Pembuatan layer-layer sesuai dengan atribut (identitas) obyek.
- 2) Copy data text seluruhnya yang telah berisikan nilai XY pada kolom koordinat Ms-Excel dan paste di CAD disesuaikan dengan nama layer yang dibutuhkan.
- 3) Pemberian identitas atribut pada masing-masing obyek sesuai dengan masing-masing layer, seperti Nama patok poligon, Nama

BM referensi, arah jalur pengukuran dan nama kring poligon.

Selain di plot di Software Autocad, bisa juga di plot di Google earth supaya lebih tampak kelihatan pada peta, yaitu dengan convert format data dwg ke format KMZ/KML disesuaikan dengan zonanya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

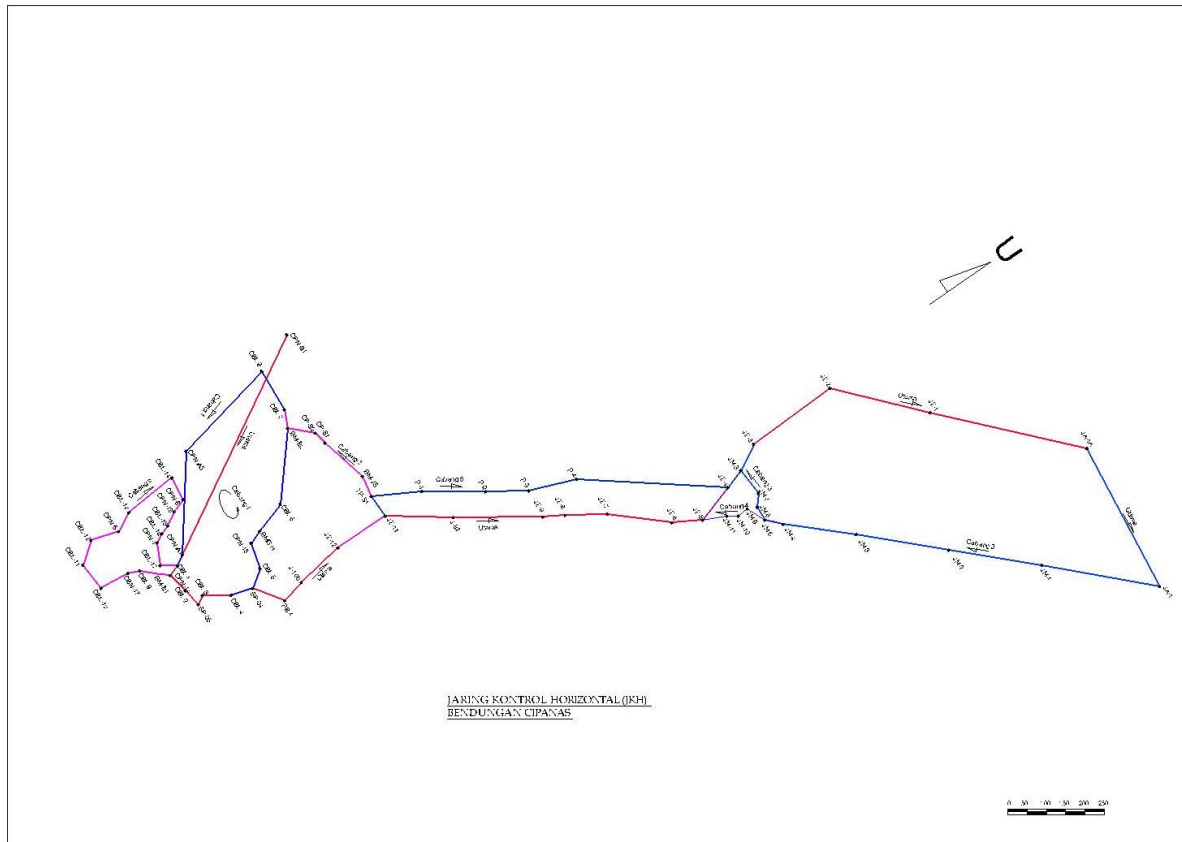
Pengukuran poligon pada JKH membentuk kring tertutup, yang terikat pada titik-titik referensi hasil pengukuran GPS Geodetik. Dengan pertimbangan kebutuhan konstruksi terkait. Jalur poligon pada JKH tersebut diatas dapat di jelaskan sebagai berikut:

- 1) Polygon Utama, menghubungkan titik-titik CPN-B1,CPN-A1,CBL-1,CPN-14,CBL-2,SP-05,CBL-3,CBL-4,SP-04,PB-1,J-100,JE-12,JE-11,J-82,JE-9,JE-8,JE-7,JE-6,JE-5,JE-4,JM-8,JE-3,JE-2,JE-1,JA-1A,JA-1, dengan total jarak 2,742 km. Koordinat awal pada titik CPN.B1 dengan Azimuth awal pada CPN.B1-CPN.A1. Koordinat akhir pada titik JA.1 dengan azimuth akhir pada JA.1A-JA.1
- 2) Polygon Cabang menghubungkan titik-titik:
 - a) Cabang-1,CBL-4,SP-04,CBL-5,CPN-18,BM-BH,CBL-6,BM-BL,CBL-7,CBL-8,CPN-A3,CPN-A1,CBL-1, dengan total jarak 1,167 km. Koordinat awal pada titik SP.04 dengan azimuth awal pada CBL.4-SP.04. Koordinat akhir pada titik CPN.A1 dengan azimuth akhir pada CPN.A1-CBL.1.
 - b) Cabang-2,JE-12,JE-11,TP-S1,BM-JS,CP-S1,CP-S2,BM-BL,CBL-7, dengan total jarak 0,358 km. Koordinat awal pada titik JE.11 dengan azimuth awal pada JE.12-JE.11. Koordinat akhir pada titik BM-BL, dengan azimuth akhir pada BM-BL-CBL.7.
 - c) Cabang-3,JA-1A,JA-1,JM-1,JM-2,JM-3,JM-4,JM-5,JM-6,JM-7,JM-8,JE-3, dengan total jarak 1,185 km. Koordinat awal pada titik JA.1

- dengan azimuth awal pada JA.1A-JA.1. Koordinat akhir pada titik JM.8 dengan azimuth akhir pada JM.8-JE.3.
- d) Cabang-4, JM-4, JM-5, JM-9, JM-10, JM-11, JE-5, JE-4, dengan total jarak 0,176 km. Koordinat awal pada titik JM5, dengan azimuth awal pada JM.4-JM.5. Koordinat akhir pada titik JE5, dengan azimuth akhir pada JE.5-JE.4.
- e) Cabang-5, JE-11, TP-S1, P-1, P-2, P-3, P-4, JE-4, JM-8, dengan total jarak 0,928 km. Koordinat awal pada titik TPS1 dengan azimuth awal pada JE11-TPS1. Koordinat akhir pada titik JE4, dengan azimuth akhir pada JE.4-JM.8.
- f) Cabang-6, CBL-1, CPN-14, BM-B1, CBL-9, CPN-17, CBL-10, CBL-11, CBL-12, CPN-5, CBL-13, CBL-14, CPN-8, CPN-13, CBL-15, CBL-16, CPN-1, CBL-17, CBL-1, CPN-14, dengan total jarak 0,906 km. Koordinat awal

pada titik CPN.14 dengan azimuth awal pada CBL.1-CPN.14. Koordinat akhir pada titik CBL.1, dengan azimuth akhir pada CBL.1-CPN.14.

Perhitungan poligon pada proyek Pembangunan Bendungan Cipanas ini digunakan metode Bowditch (Nathaniel Bowditch) yang didasarkan pada aturan kompas (Compass Rules). Metode Bowditch ini memberikan bobot pengamatan sudut horizontal adalah sama (seragam = 1), sedang untuk bobot pengamatan jarak horizontal sisi-sisi poligon sebanding dengan jarak pengamatan. Semakin besar jarak sisi poligon, semakin besar bobotnya artinya nilai koreksinya juga semakin besar. Karena tujuan pengukuran poligon adalah untuk menentukan koordinat (XY) titik-titik poligon yang merupakan fungsi sudut horizontal (β) dan jarak horizontal (d), maka ketelitian pengukuran poligon dengan metode Bowditch tergantung sepenuhnya kepada hasil pengukuran sudut horizontal dan jarak horizontal.



Gambar-7. Hasil gambar poligon

No.	Jalur Poligon	Bentuk JKH	Jumlah Titik (n)	Kesalahan sudut (dt)	Toleransi (dt)	Keterangan
1	UTAMA (CPN-B1,CPN-A1,CBL-1,CPN-14,CBL-2,SP-05,CBL-3,CBL-4,SP-04,PB-1,J-100,JE-12,JE-11,J-82,JE-9,JE-8,JE-7,JE-6,JE-5,JE-4,JM-8,JE-3,JE-2,JE-1,JA-1A,JA-1)	Utama, Tertutup	24	-8.6	49	Baik
2	CABANG 1 (CBL-4,SP-04,CBL-5,CPN-18,BM-BH,CBL-6,BM-BL,CBL-7,CBL-8,CPN-A3,CPN-A1,CBL-1)	Cabang, Tertutup	10	30.8	63	Baik
3	CABANG 2 (JE-12,JE-11,TP-S1,BM-JS,CP-S1,CP-S2,BM-BL,CBL-7)	Cabang, Tertutup	6	-29.3	49	Baik
4	CABANG 3 (JA-1A,JA-1,JM-1,JM-2,JM-3,JM-4,JM-5,JM-6,JM-7,JM-8,JE-3)	Cabang, Tertutup	9	-1.1	60	Baik
5	CABANG 4 (JM-4,JM-5,JM-9,JM-10,JM-11,JE-5,JE-4)	Cabang, Tertutup	5	-44.1	45	Baik
7	CABANG 5 (JE-11,TP-S1,P-1,P-2,P-3,P-4,JE-4,JM-8)	Cabang, Tertutup	6	-30.8	49	Baik
8	CABANG 6 (CBL-1,CPN-14,BM-B1,CBL-9,CPN-17,CBL-10,CBL-11,CBL-12,CPN-5,CBL-13,CBL-14,CPN-8,CPN-13,CBL-15,CBL-16,CPN-1,CBL-17,CBL-1,CPN-14)	Cabang, Tertutup	17	4.0	82	Baik

Tabel-4 Ketelitian sudut horizontal hasil pengukuran

No.	Jalur Poligon	Bentuk JKH	Jumlah Titik (n)	Panjang jalur	Kesalahan		Ketelitian		Keterangan
				(Sd)	Sudut	Jarak	Linier	Toleransi	
				(km)	(detik)	(m)			
1	UTAMA (CPN-B1,CPN-A1,CBL-1,CPN-14,CBL-2,SP-05,CBL-3,CBL-4,SP-04,PB-1,J-100,JE-12,JE-11,J-82,JE-9,JE-8,JE-7,JE-6,JE-5,JE-4,JM-8,JE-3,JE-2,JE-1,JA-1A,JA-1)	Utama, Tertutup	24	2.743	-8.6	0.210	1 : 13053	< 1:10000	Baik
2	CABANG 1 (CBL-4,SP-04,CBL-5,CPN-18,BM-BH,CBL-6,BM-BL,CBL-7,CBL-8,CPN-A3,CPN-A1,CBL-1)	Cabang, Tertutup	10	1.167	30.8	0.053	1 : 22202	< 1:5000	Baik
3	CABANG 2 (JE-12,JE-11,TP-S1,BM-JS,CP-S1,CP-S2,BM-BL,CBL-7)	Cabang, Tertutup	6	0.358	-29.3	0.059	1 : 6045	< 1:5000	Baik
4	CABANG 3 (JA-1A,JA-1,JM-1,JM-2,JM-3,JM-4,JM-5,JM-6,JM-7,JM-8,JE-3)	Cabang, Tertutup	9	1.185	-1.1	0.034	1 : 35061	< 1:5000	Baik
5	CABANG 4 (JM-4,JM-5,JM-9,JM-10,JM-11,JE-5,JE-4)	Cabang, Tertutup	5	0.176	-44.1	0.010	1 : 18091	< 1:5000	Baik
7	CABANG 5 (JE-11,TP-S1,P-1,P-2,P-3,P-4,JE-4,JM-8)	Cabang, Tertutup	6	0.928	-30.8	0.137	1 : 6776	< 1:5000	Baik
8	CABANG 6 (CBL-1,CPN-14,BM-B1,CBL-9,CPN-17,CBL-10,CBL-11,CBL-12,CPN-5,CBL-13,CBL-14,CPN-8,CPN-13,CBL-15,CBL-16,CPN-1,CBL-17,CBL-1,CPN-14)	Cabang, Tertutup	17	0.906	4.0	0.011	1 : 82212	< 1:5000	Baik

Tabel-5 Ketelitian pengukuran poligon pada JKH

Ketelitian pengukuran sudut horizontal ditunjukkan dengan jumlah salah penutup sudut hasil ukuran. Sesuai dengan PT.02, PSDA salah penutup sudut ($E\beta$) yang dibolehkan (toleransi) adalah sebesar $\leq 10 \sqrt{n}$ untuk poligon utama dan $\leq 20 \sqrt{n}$ untuk poligon cabang, dengan nilai n adalah banyaknya titik sudut. Disini terlihat dengan nilai n semakin besar, maka kesalahan sudut juga semakin besar. Oleh sebab itu dalam jalur poligon diupayakan jumlah titik poligon sekecil mungkin. Hasil pengukuran dan perhitungan sudut horizontal menunjukkan bahwa ketelitian sudut hasil pengukuran memenuhi toleransi yang disyaratkan. Ketelitian pengukuran jarak horizontal, ditunjukkan dengan nisbah besarnya kesalahan linier terhadap total jarak poligon. Bila jumlah salah linier pada arah sumbu X dinyatakan dengan δx , salah linier pada arah sumbu Y dinyatakan dengan δy , dan jumlah panjang jalur poligon dinyatakan dengan Σd , maka salah linier pengukuran poligon (δxy) dan ketelitian linier pengukuran poligon (La) adalah:

$$\delta xy = \sqrt{\delta x^2 + \delta y^2} \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$La = \frac{\delta xy}{\Sigma d} \quad \dots\dots\dots(2)$$

Berdasarkan ketelitian yang disyaratkan PT-02, PSDA salah penutup linier adalah sebesar $\leq 1/10000$ untuk poligon utama dan $\leq 1/5000$ untuk poligon cabang, hasil perhitungan menunjukkan bahwa keseluruhan poligon tertutup telah memenuhi toleransi yang dibuktikan dengan nilai δxy nilai La pada masing-masing poligon seperti ditunjukkan pada tabel-5.

4. KESIMPULAN

Setelah mengetahui spesifikasi dan teori pelaksanaan serta hasil analisis pengukuran Jaringan Kontrol Horizontal di tempat Kerja Praktek Pembangunan Bendungan Cipanas memperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengukuran Jaringan Kontrol Horizontal (JKH) pada proyek Pembangunan Bendungan Cipanas telah sesuai dengan spesifikasi PT-02 yang di syaratkan sehingga dapat dijadikan bahan referensi utama dalam pengukuran tingkat lanjut, sehingga pekerjaan konstruksi bendungan sudah mengikuti acuan yang dapat dipertanggungjawabkan.
2. Hasil koordinat titik-titik poligon tidak terdapat hasil yang menyimpang hanya saja pada poligon cabang-4 terdapat kesalahan sudut yang mendekati nilai batasan, tetapi masih memenuhi syarat.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim.(2017). *Laporan Pelaksanaan Pemasangan BM Prioritas dan Pengukuran GPS Geodetik untuk Pembangunan Bendungan Cipanas Konsultan Supervisi PT. Raya Konsult – PT. Vitraha Consindotama – PT Mettana – PT Wiratman – PT Mitrama Asia Pasific (KSO)*
- Basuki, S. 2006, *Ilmu Ukur Tanah*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hendriatiningsih, S 1990. *Engineering Survey*. Teknik Geodesi FPTS ITB Bandung.
- Purwoharjo, U. 1986. *Ilmu Ukur Tanah seri B Pengukuran Horizontal*. Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Bandung.
- Purwaamijaya, I.M. 2006 *Ilmu Ukur Tanah untuk Teknik Sipil*. FPTK UPI Bandung
- BSN, 2002, *Standar Nasional Indonesia Jaringan Kontrol Vertikal Horizontal*, Jakarta.