

PEMETAAN POTENSI PLTMH SUNGAI CIBERANG PADA KAWASAN HUTAN DESA LEBAK SANAB, KECAMATAN CIGUDEG, KABUPATEN BOGOR

Ika Sari Damayanthi Sebayang, ST, MT^{1*}

¹ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknis, Universitas Mercu Buana

*Email: ikasari.damayanthi@mercubuana.ac.id

Abstrak

Dalam rangka mendukung program pemerintah, pembangunan listrik dengan kapasitas 35.000 Mega Watt, maka telah dilakukan penelitian aliran sungai Sungai Ciberang di Desa Lebak Sanap, Kabupaten Bogor sebagai salah satu potensi energi terbarukan. Pada penelitian sebelumnya, didapatkan grafik Flow Duration Curve (FDC) yang dapat dijadikan dasar dalam menentukan debit desain untuk saluran dan infrastruktur Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH).

Untuk mendapatkan gambaran jalur waterway yang baik terhadap lokasi terutama di kawasan hutan, maka perlu dilakukan Reconnaissance Survey dalam rangka peninjauan jalur waterway PLTM di Desa Lebak Sanap Kecamatan Cigudeg ini. Metoda dan prosedur pengukuran yang dilakukan adalah mengikuti standarisasi pemetaan untuk PLTMH yang meliputi Pengukuran Kerangka Dasar Horizontal/Poligon, Pengukuran Kerangka Dasar Vertikal/Trigonometri, Pengukuran Detail Situasi, Profil Memanjang dan Profil Melintang. Penggambaran menggunakan perangkat lunak Autocad. Penelitian ini diharapkan dapat memberi kontribusi berupa informasi mengenai peta situasi dengan skala yang cukup baik dan juga potongan memanjang dan melintang yang dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan jalur waterway PLTMH di Sungai Ciberang yang ditinjau.

Kata kunci : Pemetaan, PLTMH, Survey, Ciberang, Waterway.

Abstract

In order to support the government's program, electricity development with a capacity of 35,000 Mega Watts, research has been carried out in the Ciberang River in the Lebak Sanap Village, Bogor Regency as one of the potentials of renewable energy. In a previous study, a Flow Duration Curve (FDC) graph was obtained which could be used as a basis for determining design discharges for micro hydro power lines and infrastructure (PLTMH).

To get a good picture of the waterway route to the location, especially in the forest area, it is necessary to conduct a Reconnaissance Survey in the framework of exploring the PLTM waterway in Lebak Sanap Village, Cigudeg District. Measurement methods and procedures carried out are following the standardization of mapping for PLTMH which includes Measurement of Horizontal / Polygon Base Framework, Measurement of Vertical / Trigonometric Base Framework, Measurement of Situation Details, Lengthening Profiles and Transverse Profiles. Depictions using Autocad software. This research is expected to be able to contribute in the form of information about a situation map with a fairly good scale and also longitudinal and transverse pieces that can be used as a basis for determining the PLTMH waterway path in the Ciberang River being reviewed.

Keywords: Mapping, MHP, Survey, Ciberang, Waterway.

1. PENDAHULUAN

Di Indonesia saat ini pembangkit listrik nasional mencapai 51.620 MW. Untuk periode tahun 2015-2019, RUPTL mengadopsi angka pertumbuhan ekonomi pada draft RPJMN tahun 2015-2019 yang dikeluarkan oleh Bappenas tumbuh antara 6,1%-7,1%, dan untuk periode tahun 2020-2024 mengacu pada draft RUKN 2015-2034, yaitu rata-rata 7,0% per tahun, selama tahun 2015-2019

dibutuhkan tambahan kapasitas pembangkit listrik sebesar 7000 MW per tahun tertuang di RUPTL (Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik) 2015-2024.

Saat ini potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) atau Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM) merupakan salah satu solusi untuk mencapai pembangunan 35.000 MW. Salah satu sumber yang bisa dikembangkan adalah daerah hulu yang terletak di Taman Nasional Halimun Salak. Dengan melakukan studi terhadap keandalan debit sungai di daerah hulu, serta lokasi yang memungkinkan untuk mendapat tinggi head yang cukup maka sumber air yang berada di kawasan hutan dan Taman Nasional dapat dijadikan sumber energy terbarukan tanpa merusak ekosistem yang ada di wilayah tersebut.

Dalam rangka mendukung program pemerintah, pembangunan listrik dengan kapasitas 35.000 Mega Watt, maka telah dilakukan penelitian aliran sungai Sungai Ciberang di Desa Lebak Sanap, Kabupaten Bogor sebagai salah satu potensi energi terbarukan. Pada penelitian sebelumnya, didapatkan grafik Flow Duration Curve (FDC) yang dapat dijadikan dasar dalam menentukan debit desain untuk saluran dan infrastruktur Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH).

Untuk mendapatkan gambaran jalur waterway yang baik terhadap lokasi terutama yang berada di kawasan hutan, maka perlu dilakukan Reconnaissance Survey dalam rangka penjajakan jalur waterway PLTM di Desa Lebak Sanab Kecamatan Cigudeg ini. Metoda dan prosedur pengukuran yang dilakukan adalah mengikuti standarisasi pemetaan untuk PLTMH yang meliputi Pengukuran Kerangka Dasar Horizontal/Poligon, Pengukuran Kerangka Dasar Vertikal/Trigonometri, Pengukuran Detail Situasi, Profil Memanjang dan Profil Melintang. Penggambaran menggunakan perangkat lunak Autocad. Penelitian ini diharapkan dapat memberi kontribusi berupa informasi mengenai peta situasi dengan skala yang cukup baik dan juga potongan memanjang dan melintang yang dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan jalur waterway PLTMH di Sungai Ciberang yang ditinjau.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan melakukan pemetaan yang akan digunakan untuk mendesain jalur PLTMH yang merupakan salah satu komponen utama hasil penelitian sebelumnya. Agar pengelompokan jenis pekerjaan sesuai dengan pengelompokan jenis pekerjaan dalam uraian penjabaran kapasitas dan waktunya, maka persiapan, orientasi lapangan, mobilisasi dan demobilisasi dikelompokkan dalam pekerjaan persiapan. Adapun kegiatan-kegiatan yang dilaksanakan dalam setiap tahapan dapat diuraikan sebagai berikut :

2.1 Persiapan

Pekerjaan persiapan merupakan suatu kegiatan pendahuluan yang harus dilakukan untuk menunjang kelancaran kegiatan selanjutnya. Pada pekerjaan ini dilakukan kegiatan pengumpulan data awal, perencanaan, dan pengaturan sistem kerja yang kemudian diikuti dengan kegiatan-kegiatan lainnya seperti penyediaan dan persiapan sarana yang diperlukan untuk pelaksanaan pengukuran dan pemetaan topografi. Titik referensi yang digunakan untuk koordinat planimetris (X,Y) yaitu dilakukan dari hasil penentuan posisi dengan alat GPS *Handheld*. Untuk penentuan titik tinggi (Z) menggunakan titik referensi dari hasil interpolasi titik spot height (Elevasi) dan garis kontur dari peta rupa bumi yang diterbitkan oleh Bakosurtanal.

2.2 Pemasangan Pilar Bench Mark

Dalam pelaksanaan pemasangan pilar-pilar BM harus diperhatikan juga ketentuan-ketentuan sebagai berikut :

- Pilar BM dipasang pada awal pengukuran dan berfungsi sebagai titik awal kerangka pengukuran.
- Kerangka pilar, cetakan dan pengecoran BM dibuat di *Base Camp*.
- Pilar BM dilakukan pengecatan dengan warna biru, dan di potret setiap pilar BM (*dengan nomor kelihatan*) untuk melengkapi Deskripsi *Bench Mark*.

Pilar BM ditanam dengan kuat, tidak goyang dan tidak mudah tercabut, diberi nomor unit sesuai dengan sistem penomoran yang direncanakan serta letaknya dipertimbangkan pada alternatif sebagai berikut :

- Pilar BM ditempatkan (*dipasang*) disekitar jalur pengukuran, dalam hal ini didekat rencana bangunan-bangunan PLTMH.
- Pilar BM ditempatkan pada tanah yang keras.

2.3 Pekerjaan Pengukuran

Pada dasarnya metoda dan prosedur pengukuran yang dilakukan adalah mengikuti Standarisasi Pengukuran untuk PLTMH yang meliputi :

- Pengukuran Kerangka Dasar Horisontal/Poligon
- Pengukuran Kerangka Dasar Vertikal/Trigonometri
- Pengukuran Detail Situasi, Profil Memanjang dan Profil Melintang

2.4 Pekerjaan Penggambaran

Penggambaran profil memanjang dan profil melintang jalur PLTM digambar berdasarkan hasil pengukuran langsung pada lokasi pengukuran, digambarkan dengan *software* paket program AutoCad Land Desktop 2009. Pengukuran ini mencakup pengukuran profil geometris jalur *waterway* dan jalur *penstock*, lengkap dengan *spot height* nya. Di gambar pada kertas HVS dengan format kertas A1.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang cukup untuk mengembangkan jalur Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTM) di Sungai Cidurian.

3.1 Pekerjaan Pengukuran

Pekerjaan pengukuran adalah pekerjaan pengambilan dan pengumpulan data yang dilakukan dengan jalan melakukan pengukuran-pengukuran secara terestris (langsung di lapangan). Pada dasarnya metoda dan prosedur pengukuran yang dilakukan adalah mengikuti Standarisasi Pengukuran untuk PLTMH yang meliputi pengukuran-pengukuran:

- Pengukuran Kerangka Dasar Horisontal/Poligon
- Pengukuran Kerangka Dasar Vertikal/Trigonometri
- Pengukuran Detail Situasi, Profil Memanjang dan Profil Melintang

Pengukuran Kerangka Dasar Horisontal

Pengukuran tersebut diawali pada titik BM.01 sebagai titik awal referensi horisontal dan azimuth dari BM.01 ke CP.01 sebagai azimuth awal arah sisi poligon pada pengukuran tersebut. Alat ukur sudut yang digunakan adalah Theodolit dan Total Station. Pelaksanaan pengukuran poligon adalah sebagai berikut :

- Pengukuran poligon dimulai dari Area Termudah, dilakukan pengukuran dengan geometrik terbuka terikat sempurna dan diikatkan pada titik referensi.
- Pengukuran Sudut Horizontal :
 - Pengukuran sudut Horizontal dilakukan dengan alat total station yang dapat dibaca langsung sampai dengan 1" atau 1ccg.
 - Perbedaan setiap bacaan maksimal 10" (atau 14ccg).
- Pengukuran sudut Horizontal dilakukan dengan satu seri ganda (dua kali bacaan B; LB), yang dimaksud dengan satu seri ganda adalah:
 - Bacaan Biasa (**B**) ke target belakang.

- Bacaan Biasa (**B**) ke target muka.
- Bacaan Luar Biasa (**LB**) ke target muka.
- Bacaan Luar Biasa (**LB**) ke target belakang.

- Berdasarkan Gambar dibawah, besarnya sudut β adalah :

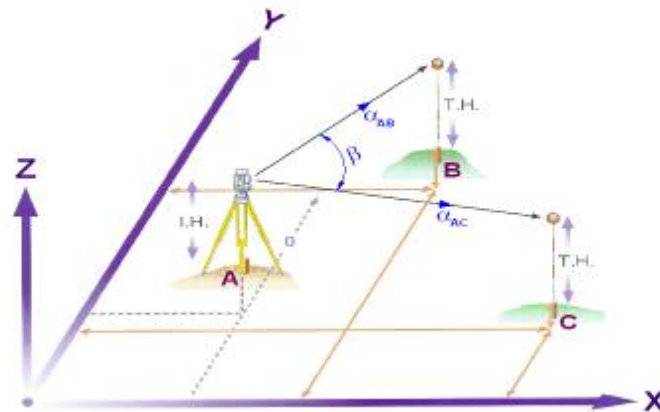
$$\beta = \alpha_{AC} - \alpha_{AB}$$

dimana:

β = sudut mendatar.

α_{AC} = arah bacaan skala horisontal ke target kanan.

α_{AB} = arah bacaan skala horisontal ke target kiri.

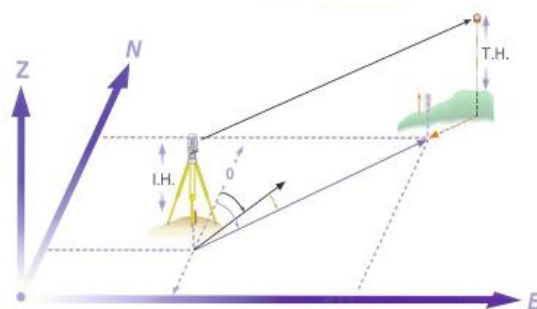


Gambar 3. 1 Pengukuran Sudut

Pengukuran jarak didapat dari hasil bacaan Total Station untuk setiap panjang sisi poligon, sehingga didapat jarak ukur rata-rata pada sisi poligon tersebut.

Pengukuran Kerangka Dasar Vertikal

Pengukuran kerangka dasar vertikal menggunakan cara Trigonometris dengan bentuk geometrik mengikuti jalur poligon loop/tertutup. Pengukuran tersebut diikatkan pada titik ikat BM.02 sebagai titik awal referensi vertikal (tinggi). Alat ukur yang digunakan adalah Total Station, yang memenuhi standar dan dilengkapi dengan prisma target.



Gambar 3. 2 Pengukuran Trigonometris

Menghitung beda tinggi :

$$\Delta H = JM \times \text{Cotg } Z,$$

bila tinggi alat ukur (TA) = bacaan tinggi target (TT)

$$\Delta H = JM \times \text{Cotg } Z + TA - TT,$$

bila tinggi alat ukur (TA) \neq bacaan benangtengah (BT).

Keterangan :

Z = sudut zenith ($90^\circ - h$)

h = sudut miring

TA = tinggi alat

TT = tinggi target

Menghitung tinggi (T) :

$$T_b = T_a + \Delta H_{ab}$$

Dimana :

T_a = Tinggi titik yang sudah diketahui

T_b = Tinggi titik yang dicari

ΔH_{ab} = Beda tinggi titik a dan b

3.1.1 Pengukuran Detail Situasi

Pengukuran detail situasi adalah menentukan ketinggian (*spot height*) titik-titik sepanjang area, dengan maksud untuk mendapatkan data ketinggian titik-titik pada detail situasi. Sehingga dapat digambarkan secara jelas.

3.2 Pengolahan Data

Hitungan data-data hasil ukuran untuk kerangka pemetaan, dilakukan perataan konvensional metoda *bowditch* untuk kerangka dasar horisontal (poligon), serta hitungan untuk kerangka dasar vertikal (Trigonometri). Sedangkan hitungan koordinat titik detail situasi, penampang memanjang dan penampang melintang dilakukan dengan hitungan metoda trigonometri.

Pekerjaan pengolahan data dibagi dalam 3 (tiga) tahapan perhitungan, yang terdiri dari :

1. Hitungan Kerangka Dasar Horisontal (*Poligon Loop*)
2. Hitungan Kerangka Dasar Vertikal (*Trigonometri Loop*)
3. Hitungan detail situasi, (*Trigonometri*)

3.2.1 Sistem Koordinat Proyeksi Kerangka Horisontal Peta

Seperti diketahui bahwa permukaan bumi merupakan suatu bidang lengkung yang tidak beraturan, sehingga hubungan geometris antara titik satu dengan titik lainnya di permukaan bumi tersebut sulit untuk ditentukan. Untuk itu dipilih suatu bidang yang teratur yang mendekati bidang fisik bumi yaitu bidang ellipsoid dengan besaran-besaran tertentu. Sehingga cara pemindahan data topografi dari atas permukaan bumi ke atas permukaan peta, dapat dirumuskan dengan suatu formula tertentu

Pada dasarnya, rumus proyeksi peta merupakan rumus pemindahan posisi titik dari atas bidang lengkung yang dinyatakan dalam *sistem koordinat geodetik* {*Lintang (L), Bujur (B)*} ke posisi titik pada bidang datar (*bidang peta*) yang dinyatakan dalam sistem koordinat siku-siku bidang datar (*X,Y*)

(Sistem Koordinat Cartesius). Jadi rumus proyeksi peta ini menyatakan hubungan antara koordinat (L, B) dengan koordinat (X, Y) yang dapat ditulis sebagai:

$$X = F(L, B)$$

$$Y = F(L, B)$$

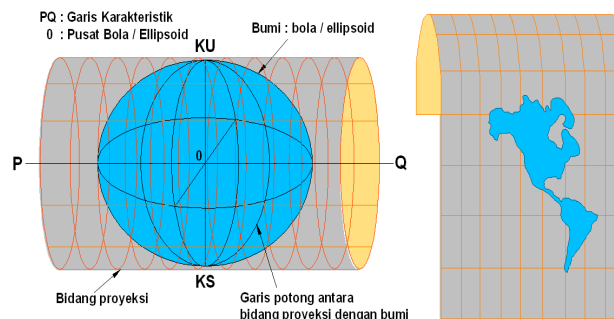
Sedangkan rumus kebalikannya merupakan rumus untuk menentukan nilai (L, B) dari nilai (X, Y) :

$$L = F(X, Y)$$

$$B = F(X, Y)$$

Proyeksi Universal Transverse Mercator (UTM)

Proyeksi *Universal Transverse Mercator* (UTM) merupakan proyeksi silinder transversal conform, artinya bidang proyeksinya berupa silinder yang mempunyai kedudukan transversal, serta sifat distorsinya conform. Bidang silinder tersebut dipotongkan terhadap bidang ellipsoid, sehingga terjadi dua garis potong.



Gambar 3. 3 Sistem Proyeksi Universal Transverse Mercator (UTM)

3.2.2 Sistem Tinggi Kerangka Vertikal Peta

Pengukuran tinggi (*elevasi*) bermaksud menentukan beda tinggi antara titik-titik di muka bumi serta menentukan ketinggian terhadap suatu bidang referensi (*bidang datum*) ketinggian tertentu. Di dalam sistem tinggi kerangka vertikal peta dikenal 2 (*dua*) sistem tinggi, yang pertama adalah **sistem tinggi Geosentris** yaitu ketinggian diatas Ellipsoid Referensi (*Sistem Geodesi Geometrik*) yang dihitung sepanjang *garis normal* melalui titik bersangkutan. Dan yang kedua adalah **sistem tinggi Orthometrik** yaitu ketinggian diatas Geoid (*Sistem Geodesi Fisik*) dihitung sepanjang *garis unting-unting* melalui titik bersangkutan.

Ketinggian Geometrik diatas Ellipsoid Referensi dapat ditentukan antara lain dengan teknik penentuan posisi dengan satelit GPS (*Global Positioning System*), sedangkan ketinggian Orthometrik ditentukan dengan pengukuran sipat datar teliti (*waterpass teliti*) yang dilengkapi dengan pengukuran gaya berat.

3.2.3 Hitungan Kerangka Horisontal Poligon

Metoda hitungan yang dipakai adalah hitungan perataan konvensional metoda *bowditch*, yang dimulai dari titik BM.01 sebagai titik awal (*titik ikat*) pada areal pengukuran sungai tersebut.

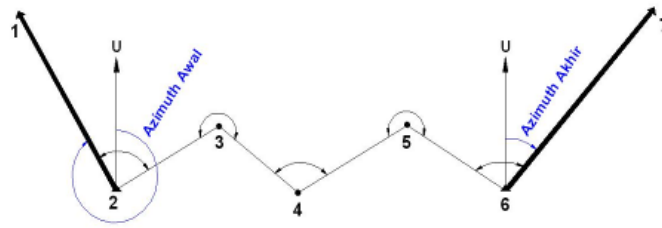
Rumus yang digunakan untuk menghitung salah penutup sudut dan ketelitian linier jarak adalah sebagai berikut :

1) Hitungan Salah Penutup Sudut.

Hitungan salah penutup sudut dilakukan pada jalur kerangka horisontal (*poligon*) dengan menggunakan rumus :

- Untuk Poligon Terbuka terikat sempurna:

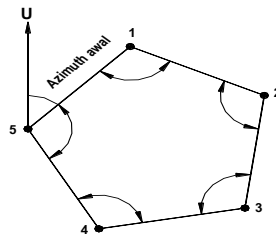
$$f\beta = \{ \sum \beta - (n - 1) \cdot 180^\circ - (\alpha_{akhir} - \alpha_{awal}) \}$$



Gambar 3. 4 Bentuk geometris poligon terbuka terikat sempurna

- Untuk Poligon Tertutup:
 - Bila diukur sudut dalam :

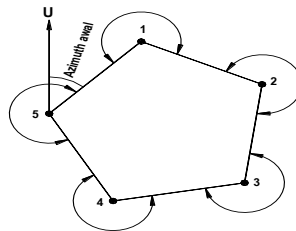
$$f\beta = \{ (\sum \beta - (n - 2) \cdot 180^\circ) \}$$



Gambar 3. 5 Bentuk geometris poligon tertutup dengan sudut dalam

- Bila diukur sudut luar :

$$f\beta = \{ (\sum \beta - (n + 2) \cdot 180^\circ) \}$$



Gambar 3. 6 Bentuk geometris poligon tertutup dengan sudut luar

dimana :

- $f\beta$ = salah penutup sudut
- $\sum \beta$ = jumlah sudut ukuran
- n = jumlah titik sudut
- α_{akhir} = azimuth akhir
- α_{awal} = azimuth awal

Toleransi yang harus dipenuhi adalah : $f\beta = 10'' \sqrt{n}$

2) Hitungan Salah Penutup Linier Jarak.

Hitungan salah penutup linier akan dihitung dari syarat geometrik poligon yaitu :

- Syarat geometrik koordinat untuk Poligon Terbuka Terikat Sempurna :

$$\sum \bar{d} \cdot \sin \bar{\alpha} = X_{akhir} - X_{awal} \quad \text{dan}$$

$$\sum \bar{d} \cdot \cos \bar{\alpha} = Y_{akhir} - Y_{awal}$$

Besar *Salah Penutup Koordinat* adalah :

$$fx = \sum d \cdot \sin \alpha - (X_{akhir} - X_{awal})$$

$$fy = \sum d \cdot \cos \alpha - (Y_{akhir} - Y_{awal})$$

- Syarat geometrik koordinat untuk Poligon Tertutup:

$$\sum \bar{d} \cdot \sin \bar{\alpha} = 0$$

$$\sum \bar{d} \cdot \cos \bar{\alpha} = 0$$

Besar *Salah Penutup Koordinat* adalah :

$$fx = \sum d \cdot \sin \alpha \quad \text{dan} \quad fy = \sum d \cdot \cos \alpha$$

- Sedangkan *Salah Linier Jarak* poligon adalah :

$$SL = \sqrt{(fx)^2 + (fy)^2}$$

- Untuk mengetahui *Ketelitian Linier Jarak* poligon didapat dengan rumus:

$$\text{Ketelitian Linier Jarak (KLJ)} = \frac{\sqrt{(fx)^2 + (fy)^2}}{\sum d}$$

dimana :

$$fx = \text{salah penutup absis}$$

$$fy = \text{salah penutup ordinat}$$

$$\sum d = \text{jumlah jarak sisi poligon}$$

Toleransi yang harus dipenuhi (KLJ) adalah $\leq 1:10000$

3) Hitungan Koordinat.

Hitungan koordinat titik-titik poligon dilakukan setelah diketahui salah penutup hasil ukuran memenuhi batas toleransi yang di syaratkan.

Koordinat titik-titik poligon dihitung secara berantai dengan menggunakan rumus :

$$X_j = X_i + \bar{d}_{ij} \sin \bar{\alpha}_{ij} \qquad Y_j = Y_i + \bar{d}_{ij} \cos \bar{\alpha}_{ij}$$

dimana :

$$ij : \text{ nomor urut titik poligon dari 1 ke n.}$$

$$n = 1, 2, 3, 4, 5, \dots$$

3.2.4 Hitungan Kerangka Vertikal

Hitungan Kerangka Vertikal (*Trigonometris*) pada semua jalur pengukuran PLTMH, metoda dan proses hitungan pada dasarnya sama. Pada tahap ini data-data ukuran dihitung dengan hitungan perataan sederhana cara *bowditch*, dimana dalam sistem pemberian nilai koreksi tiap hasil ukuran

adalah dengan perbandingan jarak ukuran dengan jumlah jarak jalur kerangka dasar vertikal dalam satu seksi/loop.

3.2.5 Hitungan Detail Situasi

Hitungan koordinat titik detail situasi, dilakukan dengan metode hitungan trigonometri. Hitungan trigonometri adalah menghitung beda tinggi (*tinggi*) titik-titik detail yang telah diukur dilapangan. Pada gambar berikut ini bila titik B adalah titik detail yang diukur dari titik kerangka A, maka untuk menghitung beda tinggi (*tinggi*) antara titik A dan titik B digunakan rumus-rumus berikut ini :

Hitungan titik detail dilakukan sebagai berikut :

- Hitungan beda tinggi titik–titik detail menggunakan metode Trigonometris.
- Jarak datar diperoleh dari unsur pembacaan sudut miring/zenith dan pembacaan jarak miring.
- Elevasi awal dari ketinggian patok KDH dan KDV.
- Menghitung jarak datar (JD) : $JD = JM \times \sin Z$
- Menghitung beda tinggi :

$$\Delta H = JM \times \cotg Z,$$

bila tinggi alat ukur (TA) = bacaan tinggi target (TT)

$$\Delta H = JM \times \cotg Z + TA - TT,$$

bila tinggi alat ukur (TA) \neq bacaan benang tengah (BT).

Keterangan :

Z = sudut zenith ($90^\circ - h$)

h = sudut miring

TA = tinggi alat

TT = tinggi target

JM = jarak miring

3.3 Pekerjaan Penggambaran

Data-data yang dicantumkan pada gambar potongan memanjang dan melintang yaitu :

- bidang persamaan (*reference level*)
- elevasi tanah asli (*original ground level*) dan

3. KESIMPULAN

1. Hasil pengukuran penampang memanjang skala horisontal 1: 2000 dan skala vertical 1 : 100 serta penampang melintang dengan skala horizontal 1: 200 dan skala vertical 1 : 200, juga peta situasi rencana jalur PLTMh dalam skala 1 : 2000 mempunyai ketelitian sesuai dengan yang telah ditetapkan. Hal ini dikarenakan kesalahan yang terkandung pada hasil pengukuran lebih kecil dari pada batas toleransi kesalahan yang ditetapkan pada spesifikasi teknis. Sehingga apabila gambar peta mempunyai kesalahan posisi sebesar 0,5 mm yang diakibatkan oleh faktor peralatan dan bahan yang digunakan serta faktor manusia sebagai pelaku dalam proses penggambaran, maka kesalahan sebenarnya dilapangan sebesar 0,25 meter dan 0.10 meter. Dengan mempertimbangkan maksud dan tujuan peta ini dibuat, maka hasil pengukuran mempunyai ketelitian yang sesuai dengan yang diharapkan.
2. Gambar situasi, penampang memanjang dan penampang melintang dengan skala 1: 2000, Gambar tersebut dapat digunakan untuk perencanaan detail desain pada pekerjaan-pekerjaan rekayasa (*engineering*), yang terpadu dan menyeluruh untuk pekerjaan perencanaan berikutnya.
3. Dengan selesainya kegiatan pengukuran penampang memanjang dan penampang melintang dapat digambarkan keadaan permukaan tanah (relief topografi) dengan lengkap, jelas dan benar sesuai dengan keadaan lapangan (lokasi) yang diukur.

DAFTAR PUSTAKA

Asdak C., 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.

Artono A., Susumu K., 1975. *Teknik Tenaga Listrik Jilid 1 Pembangkit dengan Tenaga Air*, PT Pradnya Paramita, Jakarta.

Balai Pemetaan Tematik Dan Prasarana Dasar, Pusat Pengolahan Data, Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat, *Survei Dan Pemetaan Menggunakan GPS*, 2015.

Chow V. T., 1964. *Handbook Of Applied Hydrology*, Mc Graw-Hill. New York.

Departemen Pertambangan dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara, 1986. *Kondisi Spesifik Indonesia Bagian 2: Pembangkit Listrik Tenaga Air*, Jakarta.

GIS Development. 2006. *Application of GIS in watershed*, (online; accessed August 06) Available: www.gisdevelopment/application/watershed/watws005.htm

Greene, R. G. (1995), *Urban Watershed Modeling Using Geographic Information System. Journal of Water Resources Planning And Management*.

Indra, Z., dkk, 2012, *Analisis Debit Sungai Munte Dengan Metode Mock Dan Metode Nreca Untuk Kebutuhan Pembangkit Listrik Tenaga Air, Propinsi Kalimantan Selatan, Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.1, November 2012*, Indonesia.

Mock, F.J, Land, 1973. *Capability Appraisal Indonesia Water Availability Appraisal*, Food and Agriculture Organization of The United Nation, Bogor.

Rompies, W. C., dkk, 2013, *Analisis Potensi Sumber Daya Air Sungai Kayuwatu Wangko Untuk Perencanaan Pembangkit Listrik Di Desa Karor Kec. Lembean Timur Kab. Minahasa, Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.10, September 2013*, Indonesia.

