

PENGUKURAN DEBIT AIR PADA POS AWLR SUNGAI BIYONGA DENGAN METODE KEMIRINGAN LUAS

Disusun Oleh :

Mat Faoyan
NPM : 200801006

ABSTRAK

Sungai biyonga merupakan Salah satu sungai penyebab banjir di DAS. limboto dimana banjir sering terjadi pada malam hari, sehingga tidak bisa diadakan persiapan untuk melakukan pengukuran aliran banjir. Apabila dilakukan pengukuran dengan alat ukur arus kadang-kadang membahayakan keselamatan team pengukur dan alat.

Mengetahui debit banjir pada suatu aliran yang terjadi di sungai biyonga merupakan salah satu faktor yang sangat penting, sebagai dasar untuk merencanakan dalam rangka penanggulangan banjir yang terjadi pada sungai biyonga. Metode yang di gunakan untuk menghitung debit banjir pada sungai biyonga penulis menggunakan cara, menghitung debit cara tidak langsung dengan metode kemiringan luas. Alat yang di gunakan untu mengetahui luas penampang banjir, di gunakan alat ukur Theohidolite dan alat penunjang lainnya.

Sesuai data ukur yang di lakukan di dapatkan data – data sungai biyonga sebagai berikut : Luas penampang kesatu (PI) = 32,12 m² tinggi mukair (h) = 3,6 m, luas penampang kedua (PII) = 26,57 m² tinggi muka air (h) = 3,5 m dan luas penampang ketiga (PIII) = 26,23 m² Tinggi muka air banjir (h) = 3,48 m. Beda tinggi muka air banjir (Δh) antara P₁₋₂ = 0,022 m dan P₂₋₃ = 0,0242 m. Kemiringan dasar sungai (i) antara P₁₋₂ = 0,00044 m. dan kemiringa dasar sungai antara P₂₋₃ = 0,00605 m. Sesuai data di atas dan setelah dilakukan penghitungan di dapat debit (Q) antara P₁₋₂ = 18,704 m³/det dan (Q) antara P₂₋₃ = 21,7116 m³/det sehingga di peroleh debit banjir maksimum (Q) = 19,062 m³/det.

Kata kunci : Debit, banjir, sungai.

1 PENDAHULUAN

Sungai adalah tempat-tempat dan wadah-wadah serta jaringan pengaliran air mulai dari sumber air sampai muara dengan di batasi dengan kanan dan kirinyan sepanjang aliran oleh garis sempadan. Sungai/saluran terbuka merupakan wadah dan penyalur aliran dari hulu ke bagian hilir secara periodik atau kontinyu dan dapat bermuara ke sungai/saluran terbuka lain, danau atau ke laut.

Untuk mendapatkan gambaran perilaku aliran sungai perlu adanya data besar aliran

berkesinambungan yang bisa didapat dengan menempatkan suatu pos duga air dan mengadakan pengukuran aliran di lokasi pos duga air tersebut. Pengukuran aliran yang dilakukan harus secara berkala dan dapat mewakili pengukuran pada saat air kecil sampai pada air banjir.

Sungai biyonga merupakan Salah satu sungai penyebab banjir di DAS limboto dimana banjir sering terjadi pada malam hari, sehingga tidak bisa diadakan persiapan untuk melakukan pengukuran aliran banjir. Apabila dilakukan pengukuran dengan alat

ukur arus kadang-kadang membahayakan keselamatan team pengukur dan alat.

Upaya yang dilakukan untuk mengantisipasi permasalahan tersebut dapat dilakukan dengan pengukuran aliran secara tidak langsung dari suatu ruas sungai setelah banjir terjadi dengan menggunakan tanda bekas banjir dan karakteristik fisik penampang melintang pada ruas sungai tersebut. Survei lapangan dilakukan setelah banjir terjadi untuk menentukan jarak antara dua penampang melintang dan elevasi tanda bekas banjir dan pengukuran penampang sungai sampai dengan batas banjir.

Metode ini sangat aman bagi keselamatan tim pengukur dan tidak banyak membutuhkan alat bantu/fasilitas pengukuran seperti jembatan, *winch cable way*, kereta gantung dan lain-lain, sehingga sangat bermanfaat dan praktisi di lapangan untuk menentukan besarnya debit banjir

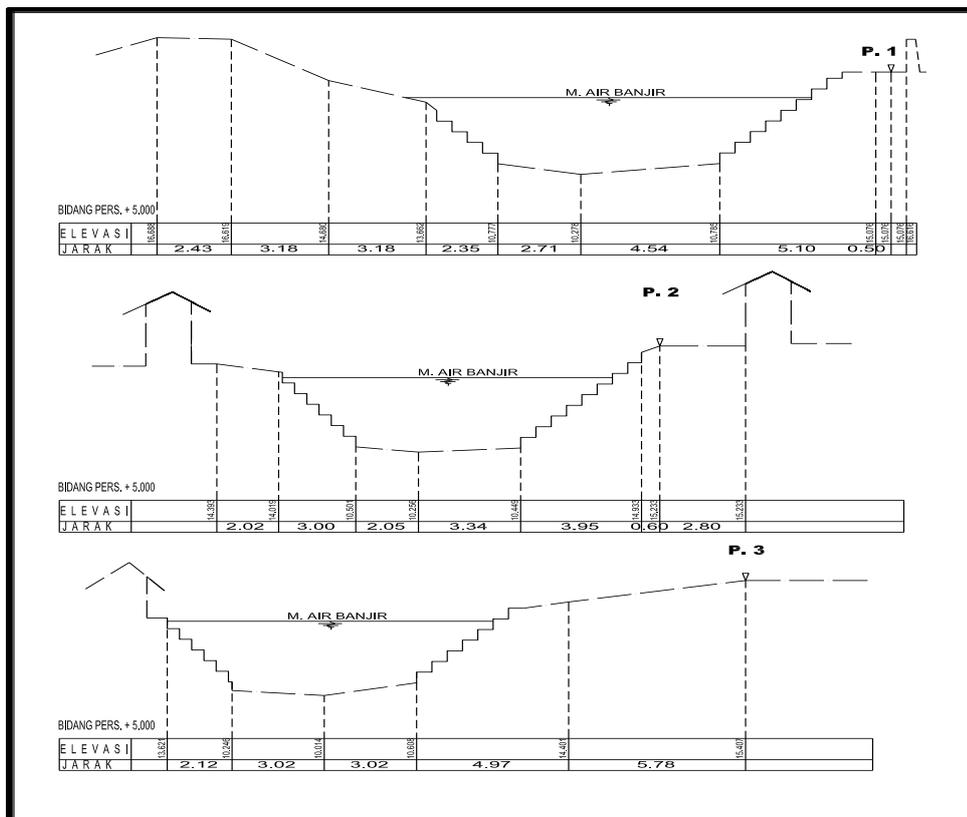
Berkaitan dengan hal tersebut di atas, maka penulis berkeinginan untuk menganalisis debit dengan judul “ **Pengukuran Debit Air Pada Pos AWLR Sungai Biyonga Dengan Metode Kemiringan Luas “**

2 PEMBAHASAN

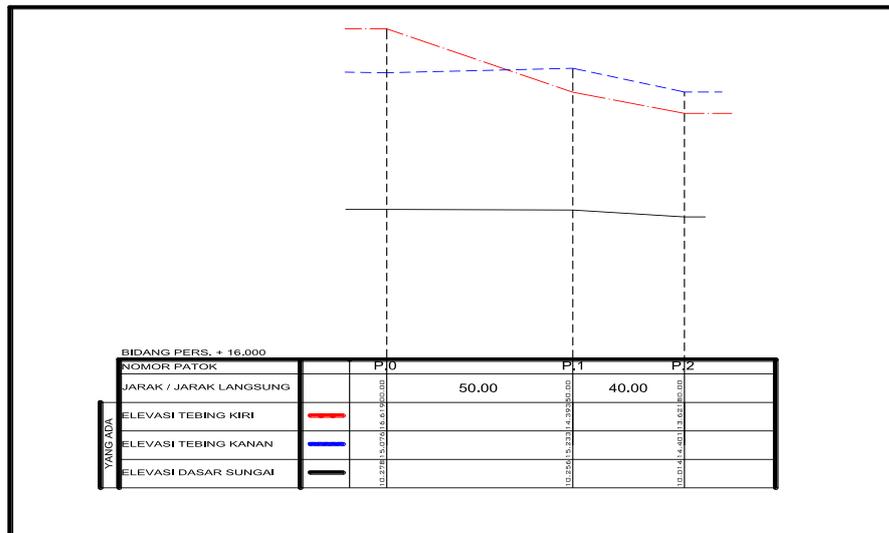
2.1 Pengukuran Topografi

Pengukuran lokasi penelitian menggunakan alat ukur Theohidolite untuk mendapatkan data-data ukur , hasil pengolahan data ukur tersebut di sajikan pada tabel 4.1 lampiran .

Berdasarkan hasil pengolahan data ukur tersebut, selanjutnya di gambar profil melintang dan profil memanjang sungai yang di sajikan pada gambar 4.1 dan 4.2 berikut ini :



Gambar 1 Profil Melintang Penampang 1, 2 dan 3 Sungai Biyonga



Gambar 2 Profil Memanjang Sungai Biyonga

2.2 Dimensi Penampang

Berdasarkan gambar di atas didapatkan dimensi penampang di sajikan pada tabel 4.2 sebagai berikut :

Tabel 1 Dimensi Penampang sungai Biyonga

URAIAN	SATUAN	PENAMPANG 1 (PI)	PENAMPANG 2 (PII)	PENAMPANG 3 (PIII)
LUAS PENAMPANG (A)	M	32,12	26,57	26,23
TINGGI MUKA AIR (H)	M	3,6	3,5	3,48
KELILING BASAH (O)	M	15,96	13,93	13,7
JARI-JARI HIDROLIS (R)	R =	2,02	1,91	1,92

3. Perhitungan Debit Banjir

3.1 Tinggi Muka Air

Dari hasil pengukuran elevasi muka air pada tanda bekas banjir di dapat tinggi muka air pada penampang pertama (P.I) = 3,6 m, penampang kedua (P.II) = 3,5 m, dan penampang ketiga (P.III) = 3,48 m.

3.2 Koefisien Maning

Koefisien kekasaran Manning (n) pada masing-masing penampang ditentukan dengan rumus :

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \cdot m$$

Nilai $n_0, n_1, n_2, n_3, n_4,$ dan m_5 di dapat dari tabel 5-5 Nilai Koefisien kekasaran (Ven Te Chow, Hidrolika Saluran Terbuka) hasilnya sebagai berikut :

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \cdot m_5$$

$$n = (0,025 + 0,005 + 0,005 + 0,010 + 0,005) \cdot 1$$

$$n = 0,050$$

Dengan demikian koefisien kekasaran atau nilai $n = 0,050$. Harga tersebut merupakan harga koefisien kekasaran total di lokasi penyelidikan, semua faktor yang mempengaruhi sudah tercermin pada harga yang diperoleh.

3.3 Menghitung Nilai (K)

Daya hantar (K) dihitung menggunakan rumus :

$$K = \frac{1}{n} A R^{2/3}$$

$$K1 = \frac{1}{0,0050} 32,12 \cdot 2,02^{2/3} = 10240015$$

$$K2 = \frac{1}{0,0050} 26,57 \cdot 1,91^{2/3} = 8173006$$

$$K3 = \frac{1}{0,0050} 26,23 \cdot 1,91^{2/3} = 8088725$$

3.4 Perhitungan Debit pada Penampang I – II

$$Q = K_2 \sqrt{\frac{\Delta h_{1-2}}{\frac{k_2}{k_1} L_{1-2} + \frac{(k_2)^2}{2g A_1^2} \left[-\alpha \frac{(A_2)^2}{(A_1)^2} (1-k) + \alpha_2 (1-k) \right]}}$$

$$= 8173006 \sqrt{\frac{0,022}{\frac{817,3006}{1024,0015} \cdot 50 + \frac{(817,3006)^2}{1975(32,12)^2} \left[-1 \frac{(26,57)^2}{(32,12)^2} (1-0,5) + 1(1-0,5) \right]}}$$

$$= 8173006 \sqrt{\frac{0,022}{39,9072 + \frac{667980,35}{202418,44} \left[-1 \frac{705,96}{1031,69} (0,5) + (0,5) \right]}}$$

$$= 8173006 \sqrt{\frac{0,022}{39,9072 + 3,300(-0,342) + 0,5}}$$

$$= 8173006 \sqrt{\frac{0,022}{40,428}}$$

$$Q = 19,06564 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q = 19,06564$$

Maka :

$$v_{\text{up str}} = \frac{Q}{a} = \frac{19,07}{32,12} = 0,593575 \text{ m/detik}$$

$$h v_{\text{up str}} = \alpha_1 \frac{v^2}{2g} = 1 \frac{(0,35233)^2}{1962}$$

$$= 0,001795778$$

$$v_{\text{down str}} = \frac{Q}{a} = \frac{19,07}{26,57} = 0,717563$$

m/detik

$$h v_{\text{down str}} = \alpha_2 \frac{v^2}{2g} = 1 \frac{(0,51489)^2}{1962}$$

$$0,0026243 \therefore h v = 0,001795778 - 0,002624342 = -0,000829 \text{ (Negatif)}$$

Aliran menyempit pada hilir sungai

$$\text{Jadi } h_f = h + \frac{1}{2} h v$$

$$= 0,022 + \frac{1}{2} (0,000829)$$

$$= 0,02241$$

$$S_f = \frac{h_f}{L} = \frac{0,02241}{50} = 0,0004483$$

$$S_f = 0,0004483^2 = 0,021173$$

$$k_w = 1024,00 + 817,30 / 2 = 883,39$$

$$Q = 883,39 \times 0,021173$$

$$= 18,704 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dengan cara coba – coba (treal and error

), maka harga debit perkiraan tersebut

harus = debit perhitungan berdasarkan

rumus $Q = (K_1 \times K_2)^{1/2} \times S^{1/2}$. Asumsi

debit yang di gunakan = 18,704 m³/detik

$$\text{Asumsi } Q = 18,704 \quad v_{\text{up str}} = \frac{18704}{3212} =$$

$$0,5823 \text{ m/detik}$$

$$h v_{\text{up str}} = \frac{\alpha_1 v^2}{2g} = 1 \frac{(0,8648)^2}{1976} =$$

$$0,003785$$

$$v_{\text{down str}} = \frac{Q}{a} = \frac{1870}{2657} = 0,7039 \text{ m/detik}$$

$$h v_{\text{down str}} = \frac{\alpha_2 v^2}{2g} = 1 \frac{(0,49554)^2}{1976} =$$

$$0,00253$$

$$hv = 0.00173 - 0.00253 = -0.000797$$

(negatif)

$$\begin{aligned} \text{Jadi hf} &= h + \frac{1}{2} hv \\ &= 0,022 + \frac{1}{2} (0.000797) \\ &= 0.0216 \end{aligned}$$

$$S_f = \frac{hf}{L} = \frac{0.0216}{50} = 0.00043$$

$$S_f^{1/2} = 0.02078$$

$$k_w = 1024,00 + 817,30 + 808,87/3 = 883,39$$

$$Q = 883,39 \times 0.02078 = 18,362 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Debit perkiraan $Q = 18,704 \text{ m}^3/\text{detik}$ belum sama dengan debit perhitungan $Q = 18,362 \text{ m}^3/\text{detik}$, maka harus ditentukan harga debit perkiraan yang lain misal $Q = 19,127 \text{ m}^3/\text{detik}$

Asumsi $Q = 19,127$

$$v_{\text{up str}} = \frac{19,127}{3212} = 0,5955 \text{ m/detik}$$

$$hv_{\text{up str}} = \frac{\alpha v^2}{2g} = 1 \frac{(0,3546)^2}{1976} =$$

$$0.00181$$

$$v_{\text{down str}} = \frac{Q}{a} = \frac{19,127}{26,57} = 0.71987$$

m/detik

$$hv_{\text{down str}} = \frac{\alpha v^2}{2g} = 1 \frac{(0,5182)^2}{1976} =$$

$$0.00264$$

$$hv = 0.00181 - 0.00264 = -0.000839$$

(negatif)

$$\begin{aligned} \text{Jadi hf} &= h + \frac{1}{2} hv \\ &= 0.0022 + \frac{1}{2} (0.000339) \\ &= 0.02158 \end{aligned}$$

$$S_f = \frac{hf}{L} = \frac{0.0216}{50} = 0.0004317$$

$$S_f^{1/2} = 0.0208$$

$$k_w = 1024,00 + 817,30/2 = 920,651$$

$$Q = 920,651 \times 0.0208 = 19,127 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Ternyata harga debit perkiraan sebesar $Q = 19,127 \text{ m}^3/\text{detik}$ telah sama dengan debit perhitungan berdasarkan rumus di atas sebesar $Q = 19,127 \text{ m}^3/\text{detik}$, apabila debit perkiraan sudah = debit perhitungan untuk setiap dua penampang berarti kehilangan energi yang di hitung telah sesuai dengan keadaan sebenarnya di lapangan.

3.5 Perhitungan Debit pada Penampang II – III

$$Q = K_3 \sqrt{\frac{\Delta h_{1-2}}{\frac{k_3}{k_2} L_{2-3} + \frac{(k_3)^2}{2g A_2^2} - \alpha_2 \left[\frac{(A_3)^2}{(A_2)^2} (1-k) + \alpha_3 (1-k) \right]}}$$

$$808873 \sqrt{\frac{0.0242}{\frac{808873}{817,3006} \cdot 40 + \frac{(808873)^2}{1976(26,57)^2} - \frac{(26,23)^2}{(26,57)^2} (0.5) + (0.5)}}$$

$$808873 \sqrt{\frac{0.0242}{39,588 + 4,774(-0.487 + 0.5)}}$$

$$= 808,873 \sqrt{\frac{0.0242}{39,648}}$$

$$Q = 19,984 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$v_{\text{up str}} = \frac{19,984}{26,57} = 0,7521 \text{ m/detik}$$

$$hv_{\text{up str}} = \alpha \frac{v^2}{2g} = 1 \frac{(0,5805)^2}{1976} =$$

$$0.002958$$

$$v_{\text{down str}} = \frac{Q}{a} = \frac{19,98}{26,23} = 0,7619$$

$$h_{v_{\text{down str}}} = \alpha_3 \frac{v^2}{2g} = 1 \frac{(0,58)^2}{1976} = 0,002958$$

$$\therefore h_v = 0,002958 - 0,0029584 = 0,0000075 \text{ (positif)}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi hf} &= h + \frac{1}{2} h_v \\ &= 0,0242 + \frac{1}{2} (0,0000075) \\ &= 0,002416 \end{aligned}$$

$$S = \frac{hf}{L} = \frac{0,002416}{40} = 0,0006041$$

$$S^{1/2} = 0,0246$$

$$k_w = \frac{1024,00 + 817,30 + 808,87}{3} = 883,39$$

$$\begin{aligned} Q &= 883,39 \times 0,0246 \\ &= 21,7116 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Dengan hasil perhitungan antara penampang ke dua (PII) dan penampang ke tiga (PIII) di dapat debit $Q = 21,7116 \text{ m}^3/\text{detik}$ maka dapat di hitung seluruh penampang dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Q = K_3 \sqrt{\frac{\Delta h}{A + B}}$$

3.6 Perhitungan Debit pada 3 Penampang

$$Q = K_3 \sqrt{\frac{\Delta h}{A + B}}$$

$$A = K_3^2 \frac{L_{1-2}}{K_1 K_2} + K_3^2 \frac{L_{2-3}}{K_2 K_3}$$

$$= 808,873^2 \frac{50}{(1024,0015)(817,3006)}$$

$$+ 808,873^2 \frac{50}{(817,3006)(808873)}$$

$$= (654274,8) \cdot (0,000060) + (654274,82) \cdot (0,000061)$$

$$= 39,0884 + 39,58752$$

$$= 78,6789$$

$$B = \left[\frac{k_3^2}{A_3^2 2g} - \alpha_1 \left(\frac{A_3}{A_1} \right)^2 (1 - k_{1-2}) + \alpha_2 \left(\frac{A_3}{A_2} \right)^2 (k_{2-3} - k_{1-2}) \right]$$

$$= \frac{(808,873)^2}{(2623)^2 \cdot 1962} - 1 \frac{(26,23)^2}{(3212)^2} (1 - 0,5) + 1 \frac{(2623)^2}{(2657)^2} (0,5 - 0,5)$$

$$= \frac{654274,8}{134988} - 1,0,66687(0,5) + 1,0,975(0)$$

$$= 4,84691 - 0,33344 + 0,4873$$

$$= 4,5135$$

$$h = 0,0462$$

$$Q = 808,873 \frac{0,0462}{78,675 + 4,5135}$$

$$Q = 808,873 \frac{0,0462}{83189}$$

$$Q = 19,062 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dengan demikian debit banjir sungai biyonga sesuai hasil perhitungan yang telah dilakukan adalah sebesar $Q = 19,062 \text{ m}^3/\text{detik}$

4. KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan penelitian, maka disimpulkan :

4.1 Hasil pengukuran dengan menggunakan alat ukur theohidolite didapat data – data sebagai berikut :

a) Penampang 1

- | | |
|--------------------|----------------------|
| Luas Penampang | 32,12 m ² |
| Tinggi muka air | 3,60 m |
| Keliling Basah | 15,60 m |
| Jari-jari hidrolis | 2,02 m |
- b) Penampang 2
- | | |
|--------------------|----------------------|
| Luas Penampang | 26,57 m ² |
| Tinggi muka air | 3,50 m |
| Keliling Basah | 13,93 m |
| Jari-jari hidrolis | 1,91 m |
- c) Penampang 3
- | | |
|--------------------|----------------------|
| Luas Penampang | 26,23 m ² |
| Tinggi muka air | 3,48 m |
| Keliling Basah | 13,7 m |
| Jari-jari hidrolis | 1,92 m |
- 4.2 Berdasarkan hasil perhitungan debit banjir menggunakan Cara Tidak Langsung Dengan Metode Kemiringan Luas untuk tiga penampang yang di ukur didapatkan besarnya Debit adalah sebagai berikut :
- a. Penampang 1-2 di dapatkan
 $Q = 18,362 \text{ M}^3 / \text{det}$
- b. Penampang 2-3 di dapatkan
 $Q = 21,7116 \text{ M}^3 / \text{det}$
- c. Untuk ketiga penampang di dapatkan $Q = 19,062 \text{ M}^3 / \text{det}$

3. Sebagai referensi bagi perencana dan instansi terkait dalam menghitung debit menggunakan metode lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 CHOW, F.T. E.V. NENSI, R. 1984, *Hidrolika Saluran Terbuka*. Erlangga
- 2 KAIMIANA, I.M, 2010 *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air, Graha Ilmu*
- 3 Linsley (1980) *A river of drainage basin*
- 4 *Peraturan Pemerintah No.33 Tahun 1970 tentang Perencanaan Hutan*
- 5 SOEWARNO, 1991. *Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran sungai (HIDROMETRI)*. Nova
- 6 *STANDAR NASIONAL INDONESIA (SNI) Tata Cara Pengukuran Debit Pada Saluran Terbuka Secara Tidak Langsung Dengan Metode Kemiringan Luas*. Badan Standarisasi Nasional. (BSN).
- 7 *Undang-undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2004 Tentang Sumber Daya Air*.

5 SARAN

- 1 Apabila dalam kondisi banjir sebaiknya pengukuran debit menggunakan Cara Tidak Langsung Dengan Metode Kemiringan Luas, agar terhindar dari hal – hal yang dapat mengancam keselamatan petugas di lapangan, Dengan menggunakan metode ini tidak membutuhkan alat bantu / fasilitas seperti jembatan, winch kable way, kereta gantung dan lain – lain sehingga bermanfaat bagi praktisi di lapangan untuk menentukan debit.
2. Sebaiknya bagi instansi terkait dalam menentukan cara penghitungan debit pada sungai menggunakan metode, menghitung debit cara tidak langsung agar lebih praktis dalam pelaksanaannya.