

Desain Hidrolis Talud Sungai Way Kandis (Studi Kasus Ruas Sungai di Politeknik Negeri Lampung)

Hydraulic Design of Way Kandis River Embankment (Case Studies at the Lampung State Polytechnic River Section)

Bagas Arya Hermuda, Gunawan Manihuruk, Realis Prasetyawan, Didik Kuswadi
Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung
Jl. Soekarno-Hatta No.10, Rajabasa, Bandar Lampung, 35144 (Tel. 0721-703995)
e-mail: didik_kuswadi@yahoo.com

ABSTRACT

Flooding is a condition where there is overload of water in the channel or inhibition of water flow to the drainage channel, so the overflow of water inundated the surround area. Embankment is defined as a waterwork which it was used to reduced or prevented the overtoping of water. The purpose of this study were (1) determine the plan flooding discharge of Way Kandis river, (2) made the hydraulic design of Way Kandis River embankment segment Polinela. Steps of research activities were the preparation, survey and topographical measurements, collected hydrological data, processed of topography and hydrology data, counted the design maximum discharge, design of embankment river. The results showed that (1) the design discharge of return period 25 years was 29.13 m³/s, (2) the result of hydraulic design of Way Kandis River embankment at the POLINELA segment were the design channel capacity by 30.18 m³/s, the base width of the channel (b) by 5.1 m, the depth of flow (h) by 1.7 m, the slope embankment (1:m) by 1:2, height of freeboard by 0.5 m.

Keywords: hydraulic design of embankment, plan of flooding discharge, design of channel capacity

Naskah ini diterima pada tanggal 13 Juni 2014, direvisi pada tanggal 26 Juni 2014 dan disetujui untuk diterbitkan pada tanggal 15 Agustus 2014

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sungai adalah tempat mengalirnya air yang berasal dari mata air maupun air hujan menuju tempat yang lebih rendah yaitu danau maupun laut. Dengan kata lain sungai dapat diartikan sebagai salah satu sumberdaya alam yang bersifat mengalir sehingga pemanfaatan air di hulu yang tak terkendali akan menghilangkan peluang pemanfaatan air di hilir, pencemaran di hulu akan menimbulkan biaya sosial di hilir dan pelestarian di hulu akan memberikan manfaat di hilir.

Banjir adalah kondisi dimana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang (palung sungai) atau terhambatnya aliran air di dalam saluran pembuang, sehingga meluap menggenangi daerah sekitarnya. Dikatakan banjir apabila terjadi luapan air yang disebabkan kurangnya

kapasitas penampang saluran. Banjir di bagian hulu biasanya cenderung berarus deras dan mempunyai daya gerus besar, tetapi berdurasi pendek. Sedangkan banjir di bagian hilir cenderung berarus lambat dengan durasi banjir yang panjang (Suripin, 2004 dalam http://eprints.undip.ac.id/34406/5/2016_chapter_II.pdf).

Pengendalian banjir dapat dilakukan dengan berbagai cara, yaitu: normalisasi *cross section* saluran, perbaikan kemiringan dasar saluran, memperkecil kekasaran dinding alur saluran, menstabilkan alur saluran, dan pembuatan tanggul banjir. Perkuatan tebing sungai ditujukan untuk melindungi tebing tersebut terhadap gerusan arus sungai dan mencegah proses pengikisan pada alur sungai. Beberapa bentuk bangunan perkuatan tebing sungai yaitu tanggul dan talud.

Tanggul dipakai untuk melindungi daerah irigasi atau pemukiman dari banjir yang disebabkan oleh luapan air sungai yang menuju pembuang yang besar atau laut. Karena fungsi lindung yang besar terhadap daerah irigasi dan tempat tinggal penduduk, maka kekuatan dan keamanan tanggul harus benar-benar diselidiki dan direncanakan sebaik-baiknya (Direktorat Jenderal Pengairan, 2010).

Talud merupakan pasangan batu kali sebagai fasilitas yang dirancang sebagai suatu sistem untuk mencegah pelimpasan air yang berlebihan. Secara umum, talud didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau mencegah terjadinya pelimpasan air dari suatu kawasan sungai. Banyak faktor yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan pembangunan talud. Salah satu faktor tersebut adalah pengikisan dinding sungai oleh air, sehingga bangunan talud pada dinding sungai dapat berfungsi untuk mencegah pengikisan dan luapan air. Fungsi talud adalah mengendalikan erosi tebing sungai, mengendalikan air hujan yang berlebihan supaya tidak melimpas dan sebagai penahan tebing curam (Gunawan, 2000).

Peningkatan berbagai aktivitas di wilayah Sungai Way Kandis yang tidak memperhatikan penataan wilayah akan mengakibatkan dampak negatif berupa menurunnya kualitas air sungai. Degradasi lingkungan tersebut terkait dengan pola penggunaan lahan yang kurang memperhatikan kaidah-kaidah penataan ruang, yang secara tidak langsung akan berpengaruh terhadap beban Sungai Way Kandis. Perubahan penggunaan lahan mempengaruhi keseimbangan lingkungan yang dapat memberi pengaruh positif maupun negatif, terutama pengaruh terhadap limpasan permukaan, erosi dan pencemaran. Normalisasi sungai merupakan langkah yang harus dilakukan pada sungai Way Kandis yang melintasi lahan Politeknik Negeri Lampung. Salah satu langkah awal dalam usaha normalisasi sungai yaitu perencanaan pembangunan talud pada dinding sungai. Perencanaan yang baik akan berpengaruh terhadap keberhasilan pembangunan talud.

Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah (1) menentukan debit banjir rencana DAS Way Kandis Hulu, (2) membuat desain secara hidrolis tanggul pengendali banjir Sungai Way Kandis ruas Polinela.

METODE PELAKSANAAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan penelitian mulai dari bulan September 2013 sampai dengan Januari 2014. Penelitian ini dilaksanakan di Politeknik Negeri Lampung.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam kegiatan proyek usaha mandiri ini yaitu: *Theodolite*, rambu ukur, tripot, kompas, payung, *computer*, kalkulator, dan *printer*. Bahan yang dibutuhkan adalah: catatan lapang, data hidrologi, dan kertas.

Pelaksanaan Kegiatan

Pelaksanaan kegiatan ini meliputi persiapan, survey dan pengukuran topografi, pengumpulan data hidrologi, pengolahan data topografi dan hidrologi, perencanaan debit maksimum, desain talud dinding sungai.

a. Persiapan

Kegiatan ini meliputi penyiapan dokumen administrasi untuk pengadaan data sekunder dan penyiapan alat untuk pengukuran topografi. Dokumen administrasi berupa surat permohonan untuk memperoleh data curah hujan harian dan data klimatologi. Peralatan survey dan pengukuran topografi harus dipastikan dalam kondisi siap pakai. Peralatan dan bahan yang harus disiapkan yaitu *theodolite*, rambu ukur, tripot, kompas, payung, catatan lapang, dan pena.

b. Survei dan Pengukuran Topografi

Survey lapangan dilakukan untuk mengetahui lokasi sungai yang akan dibuat talud, sehingga memudahkan dalam pengukuran topografi lahan yang akan dilakukan, dan system pengukuran yang akan digunakan.

Pengukuran topografi lahan dilakukan dengan menggunakan *theodolite*. Pengukuran ini melakukan pembacaan benang di rambu ukur pada lensa *theodolite* yaitu benang atas, tengah, dan bawah. Pembacaan data ukur setiap titik dan situasi dilakukan dengan memperhatikan prosedur pengukuran yang benar. Data topografi yang diperoleh dari hasil pengukuran berupa bacaan benang, sudut azimuth dan sudut antar patok.

c. Pengumpulan Data Hidrologi

Data hidrologi yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data curah hujan dan peta stasiun hujan. Data curah hujan berupa curah harian selama periode sepuluh tahun untuk stasiun yang mewakili Sub DAS Way Kandis.

d. Analisis Data

1. Pengolahan data Curah Hujan

Pengolahan data curah hujan meliputi: penentuan curah hujan harian maksimum, curah hujan rencana (metode Gumble), intensitas hujan (metode Mononobe), serta penentuan debit rencana (metode Rational).

(i) Curah hujan harian maksimum

Perhitungan curah hujan rata-rata harian maksimum dilakukan dengan perhitungan PoligonThiessen pada curah hujan wilayah pada 3 stasiun hujan yang mewakili yaitu: Jati Agung PH034, Tanjung Karang PH005, dan Tanjung Seneng PH003. Perhitungan curah hujan wilayah menggunakan persamaan berikut:

$$\bar{R} = \frac{A_1 \cdot R_1 + A_2 \cdot R_2 + \dots + A_n \cdot R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \tag{1}$$

Keterangan:

- \bar{R} = Curah hujan maksimum rata-rata (mm)
- R_1, R_2, \dots, R_n = Curah hujan pada stasiun 1, 2, ..., n (mm)
- A_1, A_2, \dots, A_n = Luas daerah pada polygon 1, 2, ..., n (km)

(ii) Penentuan curah hujan rencana

Curah hujan rencana yang digunakan adalah curah hujan periode ulang 25 tahun. Penentuan curah hujan rencana dilakukan dengan Metode Gumbel. Persamaan yang digunakan dalam perhitungan hujan rancangan dengan metode Gumbel adalah sebagai berikut:

$$S = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{\sum(x_1 - \bar{x})^2}{n - 1}} \tag{2}$$

$$X_t = X + S_x \cdot K \tag{3}$$

Keterangan:

- X_t = harga ekstremvariate X untuk periode ulang T tahun.
- X = Harga rata-rata sample dalam mm/hari
- S_x = simpangan baku sample dalam mm/hari
- K = factor frekuensi, dinyatakan dengan persamaan:

$$= \frac{Y_t - y_n}{s_n} \tag{4}$$

- Y_t = *reduced variate*
- Y_n = *reduced mean* yang tergantung dari besarnya sample n
- S_n = *reduced standard deviation*

(iii) Penentuan intensitas hujan

Intensitas hujan selama waktu konsentrasi (T_c) dihitung dengan rumus Mononobe. Waktu konsentrasi dihitung dengan rumus Kirpick. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$i = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{T_c} \right)^{2/3} \tag{5}$$

$$T_c = 0.0195 \cdot L^{0.77} \cdot S^{-0.385} \tag{6}$$

Keterangan:

i = Intensitas curah hujan (mm/jam)

T = Durasi curah hujan (menit)

R_{24} = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

L = Panjang sungai (m)

S = Kemiringan dasar sungai (%)

(iv) Perhitungan Debit Rencana

Debit rencana dihitung dengan rumus Rasional, yaitu:

$$Q = \frac{c \cdot i \cdot A}{360} \tag{7}$$

Keterangan:

Q = debit rencana (m³/detik)

I = intensitas hujan (mm/jam)

c = koefisien pengaliran

A = luas wilayah daerah pengaliran (ha)

3. Perencanaan Desain Talud

Penentuan dimensi talud dilakukan berdasarkan debit rencana. Bentuk talud yang dipilih adalah trapesium. Penentuan dimensi dengan cara coba-coba (*trial and error*) hingga diperoleh dimensi saluran yang sama atau lebih besar dari debit rencana. Persamaan yang digunakan adalah:

$$a = (b + zd)d \tag{8}$$

$$P = b + 2d\sqrt{1 + z^2} \tag{9}$$

$$R = \frac{a}{P} \tag{10}$$

$$v = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \tag{11}$$

$$Q = v \times a \tag{12}$$

Keterangan:

a = Luas penampang saluran (m²)

b = Lebar dasar saluran (m)

d = Kedalaman air di saluran (m)

z = Kemiringan dinding saluran

P = Keliling basah (m)

R = Jari-jari hidrolis (m)

v = Kecepatan aliran (m/s)

n = Koefisien kekasaran meaning

S = Kemiringan saluran

Q = Debit aliran (m³/s)

4. Tinggi Jagaan Saluran

Tinggi jagaan saluran didasarkan pada hasil perhitungan debit rencana. Tinggi jagaan minimum berdasarkan debit banjir periode ulang 25 tahunan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hubungan Debit dengan Tinggi Jagaan Saluran Pembuang

| Debit Banjir (m ³ /detik) | Tinggi Jagaan Tanggul (m) | Tinggi Jagaan Pasangan (m) |
|--------------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| < 0,50 | 0,40 | 0,20 |
| 0,50 - 1,50 | 0,50 | 0,20 |
| 1,50 - 5,00 | 0,60 | 0,25 |
| 5,00 - 10,00 | 0,75 | 0,30 |
| 10,00 - 15,00 | 0,85 | 0,40 |
| > 15,00 | 1,00 | 0,50 |

Sumber: Direktorat Jenderal Pengairan (2010)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Curah Hujan Wilayah

Daerah tangkapan air Sungai Way Kandis termasuk ke dalam cakupan DAS Way Kandis. Pos hujan yang mewakili lokasi studi yaitu Pos Hujan Kemiling, Tanjung Seneng dan Jati Agung. Hasil analisis curah hujan wilayah menggunakan Metode Thiesen menunjukkan bahwa masing-masing pos hujan memiliki luasan wilayah cakupan yang berbeda-beda, yaitu: Pos Hujan Kemiling seluas 19,6876 Ha, Pos Hujan Tanjung Seneng seluas 10,5427 Ha, dan Pos Hujan Jati Agung seluas 69,7697 Ha.

Tutupan Lahan

Tutupan lahan merupakan daerah tangkapan hujan yang digunakan untuk menentukan nilai koefisien limpasan dalam perhitungan debit rencana. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa luas wilayah studi di Sub DAS Way Kandis adalah 1296, 89 ha dengan penggunaan lahan meliputi kawasan pelayanan umum, lahan kosong, pemukiman dan pertanian. Rincian luasan berdasarkan penggunaan lahan adalah sebagai berikut:

- Kawasan Pelayanan Umum seluas 5,33 Ha
- Lahan Kosong seluas 255,66 Ha
- Pemukiman seluas 926,75 Ha
- Pertanian seluas 109,15 Ha

Analisis Hidrologi

a. Perhitungan Curah Hujan Rancangan

Curah hujan rancangan dihitung menggunakan metode Gumbel. Data yang dibutuhkan adalah curah hujan maksimum harian selama kurun waktu 20 tahun. Data curah hujan maksimum dapat dilihat pada Tabel 2.

Hasil perhitungan hujan rancangan menggunakan metode Gumbel kala ulang 25 tahun sebagai berikut:

- Standar deviasi:

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x_1 - x)^2}{n - 1}} = 25,23$$

Tabel 2. Curah hujan maximum harian periode 1987-2006

| Kejadian | PH 003 Sukarame | PH 005 Sumberejo | PH 034 KarangAnyar | HujanHarian Rata- Rata |
|----------|--------------------|---------------------|-----------------------|---------------------------|
| Tahun | 0,12 | 0,19 | 0,69 | |
| 1987 | 96 | 105 | 100,5 | 100,91253 |
| 1988 | 153 | 60 | 106,5 | 102,24864 |
| 1989 | 151 | 84 | 100 | 102,22785 |
| 1990 | 115 | 85 | 100 | 98,62925 |
| 1991 | 90 | 100 | 54 | 66,8525 |
| 1992 | 93 | 152 | 122,5 | 125,199 |
| 1993 | 64 | 65 | 6 | 23,73092 |
| 1994 | 72 | 95 | 67 | 73,04046 |
| 1995 | 41 | 95 | 89 | 85,12153 |
| 1996 | 25 | 50 | 48 | 45,96935 |
| 1997 | 54 | 83 | 38 | 48,54686 |
| 1998 | 75 | 93 | 65 | 71,56759 |
| 1999 | 67 | 168 | 57 | 79,90855 |
| 2000 | 18 | 148 | 47 | 63,82788 |
| 2001 | 21 | 47,5 | 74 | 63,19563 |
| 2002 | 55 | 105 | 48 | 59,96065 |
| 2003 | 80 | 70 | 38 | 48,7286 |
| 2004 | 61 | 65 | 47 | 52,02033 |
| 2005 | 35 | 52 | 48,5 | 47,76626 |
| 2006 | 50 | 59 | 54,5 | 54,91207 |

Sumber: Hasil Analisis (2013)

Hasil analisis perhitungan frekuensi metode Gumbel yang terjadi selama 20 tahun dapat dilihat pada Tabel 3.

- Penentuan konstanta a dan b

Reduced mean (Y_n) berdasarkan jumlah data adalah 0,5236. Reduced standard (S_n) berdasarkan jumlah data adalah 1,0628. Nilai Y_{tr} dengan periode ulang 25 tahun yaitu 3,199.

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{S_n}{S} \\
 &= \frac{1,0628}{25,236} \\
 &= 0,041
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b &= \bar{x} - \frac{(Y_n \times S)}{S_n} \\
 &= 70,718 - \frac{(0,5236 \times 25,236)}{1,0628} \\
 &= 58,285 \\
 X_{tr} &= b + \frac{1}{a} \times Y_{tr} \\
 &= 58,285 + \frac{1}{0,0421} \times 3,199 \\
 &= 134,25
 \end{aligned}$$

Tabel 3. Analisis perhitungan frekuensi metode Gumbel

| No. | Tahun | Xi | (xi - x) | (xi - x) ² | (xi - x) ³ | (xi - x) ⁴ |
|------------------|-------|-----------------|--------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | 1992 | 125,199 | 54,481 | 2968,144 | 161706,508 | 8809880,116 |
| 2 | 1988 | 102,24864 | 31,530 | 994,161 | 31346,210 | 988355,938 |
| 3 | 1989 | 102,22785 | 31,510 | 992,850 | 31284,245 | 985751,764 |
| 4 | 1987 | 100,91253 | 30,194 | 911,690 | 27527,762 | 831178,960 |
| 5 | 1990 | 98,62925 | 27,911 | 779,020 | 21743,167 | 606871,964 |
| 6 | 1995 | 85,12153 | 14,403 | 207,452 | 2987,980 | 43036,493 |
| 7 | 1999 | 79,90855 | 9,190 | 84,460 | 776,209 | 7133,539 |
| 8 | 1994 | 73,04046 | 2,322 | 5,392 | 12,522 | 29,077 |
| 9 | 1998 | 71,56759 | 0,849 | 0,721 | 0,613 | 0,520 |
| 10 | 1991 | 66,8525 | -3,866 | 14,945 | -57,773 | 223,341 |
| 11 | 2000 | 63,82788 | -6,890 | 47,478 | -327,146 | 2254,179 |
| 12 | 2001 | 63,19563 | -7,523 | 56,591 | -425,716 | 3202,530 |
| 13 | 2002 | 59,96065 | -10,758 | 115,728 | -1244,959 | 13392,858 |
| 14 | 2006 | 54,91207 | -15,806 | 249,838 | -3948,996 | 62418,835 |
| 15 | 2004 | 52,02033 | -18,698 | 349,615 | -6537,097 | 122230,595 |
| 16 | 2003 | 48,7286 | -21,990 | 483,548 | -10633,084 | 233818,567 |
| 17 | 1997 | 48,54686 | -22,171 | 491,574 | -10898,909 | 241644,751 |
| 18 | 2005 | 47,76626 | -22,952 | 526,797 | -12091,082 | 277515,261 |
| 19 | 1996 | 45,96935 | -24,749 | 612,512 | -15159,034 | 375170,509 |
| 20 | 1993 | 23,73092 | -46,987 | 2207,816 | -103739,539 | 4874451,462 |
| Σ | | 1414,366 | 0,000 | 12100.332 | 112321.880 | 18478561,261 |
| Rata-rata | | 70.718 | | | | |

Hasil perhitungan hujan rancangan menggunakan metode Gumbel periode ulang 2,5,10, 25,50 dan 100 tahun dapat dilihat pada Tabel 4.

Perhitungan metode Gumbel menghasilkan hujan rancangan sesuai dengan periode tertentu. Hujan rancangan ini digunakan untuk mendapatkan nilai intensitas hujan yang terjadi.

Tabel 4. Perhitungan hujan rancangan menggunakan metode Gumbel

| Standar Deviasi (s) | Kala Ulang (Tr) | Ytr | Reduced Standart Deviation (Sn) | Reduced Mean (Yn) | A | b | Hujan Rancangan (Xtr) |
|---------------------|-----------------|-------|---------------------------------|-------------------|-------|--------|-----------------------|
| 25,24 | 2 | 0,367 | 1,0628 | 0,5236 | 0,042 | 58,285 | 66,99 |
| 25,24 | 5 | 1,500 | 1,0628 | 0,5236 | 0,042 | 58,285 | 93,91 |
| 25,24 | 10 | 2,251 | 1,0628 | 0,5236 | 0,042 | 58,285 | 111,73 |
| 25,24 | 25 | 3,199 | 1,0628 | 0,5236 | 0,042 | 58,285 | 134,25 |
| 25,24 | 50 | 3,903 | 1,0628 | 0,5236 | 0,042 | 58,285 | 150,95 |
| 25,24 | 100 | 4,601 | 1,0628 | 0,5236 | 0,042 | 58,285 | 167,54 |

Sumber: Hasil Analisis (2013)

a. Waktu Konsentrasi (Tc)

Waktu konsentrasi air hujan yang terjadi pada DAS Way Kandis hingga melewati POLINELA dihitung dengan mengetahui panjang sungai dari hulu hingga outlet di POLINELA. Panjang sungai yang diketahui yaitu 9,42148 km, dan kemiringan sungai 0,00106. Waktu konsentrasi dihitung dengan persamaan berikut:

$$T_c = 0,0195 \times L^{0,77} \times X$$

$$T_c = 0,0195 \times 9421,48^{0,77} \times 0,00106^{-0,385}$$

$$= 312,71 \text{ menit}$$

$$= 5,21 \text{ jam}$$

b. Intensitas Hujan

Hasil perhitungan waktu konsentrasi (Tc) adalah 5,21 jam dan hujan rancangan (X) periode ulang 25 tahun 134,25 mm/jam. Data tersebut digunakan untuk perhitungan intensitas hujan. Intensitas hujan dihitung dengan persamaan berikut:

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{T_c} \right)^{2/3}$$

$$= \frac{134,25}{24} \left(\frac{24}{5,21} \right)^{2/3}$$

$$= 15,48 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan Debit Rancangan

Perhitungan debit rencana dengan metode rasional digunakan sebagai referensi dalam perhitungan hidrolis talud. Keadaan DAS Way Kandis tidak seragam, dimana kondisi penggunaan lahan yang terdiri dari berbagai macam penggunaan lahan dengan koefisien aliran permukaan yang berbeda. Perhitungan debit rencana dengan metode rasional dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Koefisien Limpasan (C) dari berbagai tutupan lahan

| Jenis Tutupan lahan | Koefisien limpasan (C) | Luas Lahan (Ai) | Ci.Ai |
|------------------------|------------------------|-----------------|------------|
| Kawasan Pelayanan Umum | 0,65 | 53290,29 | 34638,69 |
| Lahan Kosong | 0,13 | 2556579,62 | 332355,35 |
| Permukiman | 0,65 | 9267486,08 | 6023865,95 |
| Pertanian | 0,35 | 1091461,06 | 382011,37 |
| Σ | | 12968817,05 | 6772871,36 |

Koefisien limpasan (C) yang digunakan adalah koefesien DAS yang dihitung dengan persamaan berikut:

$$C_{das} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

$$C_{das} = \frac{6772871,36}{1296,88}$$

$$C_{das} = 0,52$$

$$\begin{aligned} Q_{rencana} &= 0,002778 C \cdot I \cdot A \\ &= 0,002778 \times 0,52 \times 15,48 \times 1296,89 \\ &= 29,13 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

Penampang Sungai

Perencanaan talud dibutuhkan data eksisting dari penampang sungai sebagai pembanding perlu atau tidaknya pembuatan talud. Dari data pengukuran didapatkan luas penampang (A) = 4,9387 m², keliling basah (P) = 7,2184 m, kekasaran Manning untuk saluran tanah (n)= 0,02, dan kemiringan saluran (s) = 0,0045. Data tersebut digunakan untuk menghitung parameter hidrolis yang lain, yaitu:

$$\begin{aligned} \text{- Jari-jari hidrolis (R)} &= A/P \\ &= 4,9387 / 7,2184 \\ &= 2,6042 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Kecepatan aliran (v)} &= \frac{1}{n} x R^{2/3} x S^{1/2} \\ &= \frac{1}{0,02} x 0,6841^{2/3} x 0,0045^{1/2} \\ &= 2,6042 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Debit aliran (Q)} &= A x v \\ &= 4,9387 x 2,6042 \\ &= 12,86 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Kapasitas pengaliran sungai yang ada sebesar $12,861 \text{ m}^3/\text{s}$, sedangkan debit rencana yang harus dialirkan sebesar $29,13 \text{ m}^3/\text{s}$. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas saluran tidak cukup untuk menampung air saat terjadi debit puncak, maka perlu dilakukan pembuatan talud untuk mencegah terjadinya limpasan.

Desain Talud

Dimensi talud yang direncanakan harus memenuhi kebutuhan saat terjadi debit puncak. Tujuan perhitungan dimensi yaitu untuk menentukan lebar saluran, kedalaman saluran, dan tinggi jagaan, serta mengetahui volume galian dan timbunannya. Untuk mendapatkan lebar (b) dan kedalaman (h) saluran perhitungan dilakukan dengan coba-coba (*trial and error*). Data yang ditentukan adalah kemiringan saluran rencana (s), nilai kekasaran Manning (n), dan kemiringan talud (vertikal:horizontal) (1:m).

Kemiringan saluran rencana ditentukan berdasarkan hasil analisis gambar penampang memanjang sungai Way Kandis ruas POLINELA. Hasil analisis menunjukkan bahwa kemiringan rata-rata Sungai Way Kandis ruas POLINELA adalah 0,0045.

Nilai kekasaran Manning didasarkan pada jenis bahan saluran yang akan digunakan untuk membangun talud. Talud direncanakan akan dibangun menggunakan bahan pasangan batu, sehingga nilai kekasaran Manning ditentukan sebesar 0,03.

Kemiringan talud (1:m) ditentukan berdasarkan hasil perhitungan debit rencana dengan periode ulang 25 tahun. Kemiringan talud berdasarkan debit rencana sebesar $29,13 \text{ m}^3/\text{s}$ adalah 1:2.

Kriteria perencanaan saluran pembuang mensyaratkan bahwa debit rancangan lebih dari $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$, maka perbandingan antara lebar dasar saluran (b) dan tinggi air rencana (h) di saluran sebesar 3. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa debit rencana sebesar $29,13 \text{ m}^3/\text{s}$ sehingga perbandingan b dengan h harus sebesar 3.

Penentuan dimensi talud dengan pendekatan coba-coba (*trial and error*) adalah sebagai berikut:

- Luas penampang, $A = h(b + m h)$

$$= 1,7 (5,1 + (2 \times 1,7))$$

$$= 14,45 \text{ m}^2$$
- Keliling Basah, $P = b + 2h\sqrt{1 + m^2}$

$$= 5,1 + 2(1,7)\sqrt{1 + 2^2}$$

$$= 12,70 \text{ m}$$
- Jari-jari Hidrolis, $R = A/P$

$$= 14,45 / 12,70$$

$$= 1,14 \text{ m}$$
- Kecepatan Aliran, $v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$

$$= \frac{1}{0.03} \times 1,1376^{2/3} \times 0,0045^{1/2}$$
$$= 2,08 \text{ m/s}$$

- Kapasitas Saluran, $Q = A \times v$

$$= 14,45 \times 2,08$$

$$= 30,18 \text{ m}^3/\text{s}$$

Kriteria perencanaan saluran mensyaratkan bahwa kecepatan maksimum saluran berlapis pasangan beton adalah berkisar 2 m/s. Hasil perhitungan kecepatan aliran rencana adalah 2,08 m/s. dengan demikian nilai ini mendekati criteria rancangan yang disyaratkan.

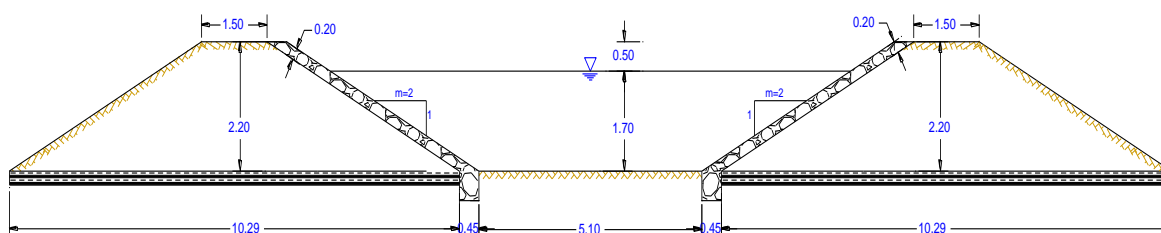
Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kapasitas saluran yang direncanakan sebesar 30,18 m³/s, sedangkan debit rencana sebesar 29,13 m³/s. Hal ini menunjukkan kapasitas saluran hasil perencanaan lebih besar dari debit rencana, sehingga hal ini sesuai dengan kriteria perencanaan.

Tinggi jagaan ditentukan sebesar 0,5 m karena saluran ini akan menerima air hujan buangan dari daerah bukan sawah atau berbukit dan harus memberikan perlindungan penuh terhadap banjir.

Berdasarkan perhitungan hidrolis dalam menentukan dimensi penampang sungai Way Kandis ruas Politeknik Negeri Lampung, didapatkan dimensi talud di bawah ini:

- Lebar dasar (b) = 5,1 m
- Kedalaman aliran (h) = 1,7 m
- Kemiringan talud (1:m) = 1:2
- Ketebalan Talud = 0,2 m
- Ketinggian jagaan = 0,5 m

Hasil penggambaran berdasarkan perhitungan rancangan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Gambar Desain Talud Sungai Way Kandis Ruas POLINELA

KESIMPULAN

Kesimpulan berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan adalah:

- a). Hasil perhitungan debit rencana periode ulang 25 tahun adalah 29,13 m³/s.
- b). Hasil rancangan hidrolis desain talud Sungai Way Kandis ruas POLINELA adalah kapasitas saluran rencana sebesar 30,18 m³/s, lebar dasar saluran (b) sebesar 5,1 m, kedalaman aliran (h) sebesar 1,7 m, kemiringan talud (1:m) adalah 1:2, ketinggian jagaan sebesar 0,5 m.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jendral Pengairan. 2010. *Standar Perencanaan Irigasi KP-04*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta
- Gunawan, S. 2000. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Erlangga. Jakarta.
- Hendrayani. 2007. *Pengendalian Banjir Untuk Sistem Drainase Di Daerah Kali Semarang*. http://eprints.undip.ac.id/34663/1738/1738_CHAPTER_II.pdf.
- Iswanto, T.Y. 2011. *Perencanaan Hidrolis Parapet Sebagai Bangunan Pengendali Banjir Di Sungai Way Besay*. Tugas Akhir Politeknik Negeri Lampung
- Mursitaningsih.2009. *Analisis Kinerja Saluran Drainase di Daerah Tangkapan Air Hujan Sepanjang Kali Pepe Kota Surakarta*.<http://eprints.uns.ac.id/9327/1/160822508201012141.pdf>.
- Nuryadin. 2009. *Penanganan Sistem Drainase Sungai Kendal Kota Kendal Jawa Tengah*. http://eprints.undip.ac.id/34406/5/2016_chapter_II.pdf.
- Soemarto, C.D. 1999. *Hidrologi Teknik*. Erlangga. Surabaya
- Sosrodarsono, Suyono. 1999. *Hidrologi Untuk Pengairan*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta
- Sri Harto Br. 1993. *Analisis Hidrologi*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Sugiyanto, Ardhan. 2008. *Perencanaan Drainase Kawasan Puri Anjasmoro Kota Semarang*. http://eprints.undip.ac.id/34008/7/1887_CHAPTER_III.pdf.
- Suripin, 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. http://eprints.undip.ac.id/34406/5/2016_chapter_II.pdf