

ANALISIS HIDRAULIKA BANJIR TUKAD BADUNG

I Nyoman Wiarta¹⁾, Bambang Yulistiyanto²⁾, Nizam²⁾

¹⁾Dinas Pekerjaan Umum Pemerintah Propinsi Bali

²⁾Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknik UGM – Jl. Grafika No. 2 Yogyakarta

ABSTRACT

There is densely populated residence along Tukad Badung reach resulting in the misuse of stream for waste disposal outlet. This condition causes the stream becoming the disposal place of waste, household sewage, and industrial waste. Also, there is erosion and sliding of river bank in the upstream. This condition also causes river reaches to shallow due to sedimentation resulting in the decrease of stream capacity to carry off the flood discharge. During recent years, Tukad Badung has been degraded in its function due to various factors occurring from the upstream to downstream resulting in the stream incapable to carry off the flood discharge optimally. The change of land use occurred in the watershed causes the change in stream flow pattern that can be seen from the high discharge fluctuation during rainy and dry seasons. The objective of this study is to observe 50 year return period flood water surface profile and to determine the flood control alternatives.

Hydrology and hydraulic analyses are carried out in the study. Hydraulic modeling of the river system is accomplished using the Hydrologic Engineering Center-River Analysis System (HEC-RAS) software of version 3.1.2. The stream is assumed to be a single reach using the upstream boundary at AWLR Wangaya and downstream boundary at Nusa Dua estuary dam. The geometric input is conducted for the existing, normalization, and dikes conditions, whereas the flow hydrograph and rating curve are using for upstream boundary and the downstream boundary respectively.

Based on the result of hydraulic analysis, the overtopping is occurred at 27 River Stations at the left bank and 23 River Stations at the right bank. The flood controlling by normalization is capable of decreasing flood water surface with the non existence of overtopping both at the left and right banks. The flood controlling by dike is also capable of retaining the flood discharge without the overtopping at the left and right banks. That can be concluded, by normalization or by dike the Tukad Badung is capable of carrying off the 50 year return period flood discharge. Calculation results shows the flood controlling by dike requires cost of Rp 1.118.376.638,35,- and by normalization requires cost of Rp. 1.316.571.000,00,- .

Keywords: Hydraulic modeling, Water surface profile, Flood control alternatives

PENGANTAR

Banjir merupakan permasalahan umum yang sering melanda sebagian besar daerah di Indonesia. Perubahan tata guna lahan yang sering terjadi akhir-akhir ini memicu terjadinya sedimentasi/pendangkalan pada luas penampang sungai dan juga memperbesar kapasitas debit yang masuk ke badan sungai sehingga akan memperbesar resiko terjadinya bencana banjir. Tukad Badung yang mengalir membelah Kota Denpasar, dengan luas DAS $\pm 37,7$ km² dan panjang alur $\pm 25,17$ km dengan hulu sungai berada 12 km di sebelah utara Kota Denpasar dan bermuara di Teluk Benoa,

merupakan sumber air yang penting bagi Kota Denpasar dan Kabupaten Badung bagian Selatan. Sungai ini memiliki fungsi ganda, yaitu sebagai sumber air irigasi dan saluran pembuangan air bagi Kota Denpasar dan sebagian Kabupaten Badung. Di sekitar alur sungai merupakan daerah pemukiman yang sangat padat sehingga sungai berfungsi sebagai saluran pembuangan. Dengan kondisi ini badan sungai menjadi tempat pembuangan sampah, limbah rumah tangga dan limbah industri. Kondisi ini juga menyebabkan pendangkalan di beberapa ruas akibat sedimentasi sehingga kapasitas alur untuk mengalirkan debit banjir berkurang. Berbagai permasalahan yang

terjadi hampir di sepanjang Tukad Badung yaitu di bagian hulu terjadi perubahan fungsi lahan sebagai daerah pemukiman yang semula berfungsi sebagai daerah penyangga sedangkan di daerah tengah dan hilir, sepanjang kanan dan kiri sungai, maupun di kiri kanan sempadan sungai banyak terdapat permukiman penduduk yang cukup padat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui profil muka air banjir untuk kala ulang 50 tahun agar dapat diupayakan alternatif penanganan banjirnya. Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan untuk memberi masukan kepada instansi terkait mengenai kondisi Tukad Badung saat ini. Lingkup penelitian ini dibatasi pada simulasi aliran Tukad Badung dari Stasiun AWLR Wangaya sampai dengan Waduk Muara Nusa Dua.

Untuk analisis hidrologi yaitu menentukan debit banjir rancangan yang ditetapkan sebagai dasar penentuan kapasitas bangunan dan untuk mendimensi bangunan hidraulik termasuk bangunan di sungai, sedemikian hingga kerusakan yang dapat ditimbulkan baik langsung maupun tidak langsung oleh banjir tidak boleh terjadi selama besaran banjir tidak terlampaui (Sri Harto, 1993).

Analisis hidraulika yaitu menentukan elevasi muka air banjir rancangan digunakan analisa profil muka air yang menggunakan data debit banjir rancangan yang diperoleh dari analisa hidrologi dan memakai data geometri penampang sungai. Software yang digunakan pada penelitian ini adalah HEC-RAS (*Hydraulics Engineering Center's River Analysis System*) dari US Army Corps of Engineers-Hydraulics Engineering System.

CARA PENELITIAN

Pada analisa hidrologi, untuk menghitung hujan rata-rata DPS, dihitung terlebih dahulu faktor bobot *Thiessen*. Perhitungan nilai perbandingan antara luas poligon yang mewakili setiap stasiun terhadap luas total DPS tersebut sebagai faktor bobot *thiessen* untuk stasiun tersebut. Pada penelitian ini digunakan 4 stasiun hujan yaitu Stasiun Mambal, Stasiun Oongan, Stasiun Mertagangga dan Stasiun Dam Badung. Data hujan rata-rata DPS tersebut kemudian diproses menggunakan analisis frekuensi untuk mendapatkan hujan rancangan untuk kala ulang 5, 10, 25, 50 dan 100 tahunan. Distribusi hujan jam-jaman menggunakan

Alternating Block Methode yang terdistribusi selama 5 jam. Analisa debit banjir pada Tukad Badung menggunakan metode Nakayasu.

Pada analisa hidraulika, dilakukan simulasi dengan bantuan *software* HEC-RAS *versi* 3.1.2. dengan kondisi eksisting, normalisasi dan tanggul. Sebagai input batas hulu adalah berupa *flow hidrograf* dan input batas hilir berupa *rating curve*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi penelitian adalah di Tukad Badung sepanjang 10,4 km dari Stasiun AWLR Wangaya sampai dengan Waduk Muara Nusa Dua, dapat dilihat pada Gambar 1.

Pada analisa hidrologi diperoleh hidrograf satuan sintetik dengan metode Nakayasu untuk berbagai kala ulang dan hasil analisa dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 2.

Pada analisa hidraulika, skema Tukad Badung untuk input pada HEC-RAS dapat dilihat pada Gambar 3. Tinjauan dilakukan terhadap elevasi tinggi muka air yang terjadi pada beberapa kondisi yaitu pada kondisi eksisting, setelah normalisasi dan setelah pembuatan tanggul, adapun profil tinggi muka air banjir pada beberapa kondisi tersebut dapat dilihat pada Gambar 4. Dari hasil *running* HEC-RAS pada input hidrograf banjir dengan kala ulang 50 tahun pada kondisi eksisting, ruas-ruas Tukad Badung yang melimpas yaitu pada 27 *River Station* pada tebing sungai sebelah kiri dan 23 *River Station* pada tebing sungai sebelah kanan yaitu RS 48 sd RS 54 (daerah Buagan), RS 59 sd RS 66 (daerah Pekambangan), RS 69 sd RS 80 (daerah Gelogor dan Suci), RS 85 sd RS 89 (daerah Gerenceng dan Pasar Kumbasari). Pada kondisi setelah penanganan dengan normalisasi pada ruas-ruas sungai yang melimpas, Tukad Badung masih mampu menampung debit banjir dengan kala ulang 50 tahun. Hal ini dapat dilihat dari hasil simulasi yang menunjukkan bahwa elevasi muka air masih di bawah elevasi tebing kiri dan kanan sungai. Pembuatan tanggul juga dilakukan pada ruas-ruas sungai yang melimpas. Dari hasil simulasi diperoleh bahwa tidak ada luapan di kiri dan kanan tebing sungai. Penanganan banjir Tukad Badung dengan normalisasi berdasarkan debit banjir rencana 50 tahun

memerlukan biaya sebesar Rp. 1.316.571.000,00,- dan untuk penanganan banjir dengan pembuatan tanggul diperlukan biaya sebesar Rp. 1.118.376.638,35,-. Rincian perhitungan biayanya dapat dilihat pada tabel 1. Untuk perhitungan analisa harga satuan pekerjaan pembuatan tanggul dan pengerukan dapat dilihat pada tabel 2 dan tabel 3.

Alternatif Penanganan

a. Penanganan secara teknis

Berdasarkan hasil analisis hidraulika pada kondisi eksisting, dapat diketahui ruas-ruas sungai yang melimpas/ banjir. Pada ruas-ruas sungai yang melimpas/meluap perlu dilakukan usaha dalam penanganan banjirnya. Penanganan banjir pada suatu ruas sungai, dapat dilakukan dengan memperbaiki kapasitas hidraulik alur sungai, pembersihan daerah aliran sungai dari sampah, semak-semak dan hambatan penghalang, pelurusan tikungan, menambah kedalaman, serta memperbesar kemiringan alur sehingga dapat memperbesar jari-jari hidraulik sungai.

Dengan mempertimbangkan beberapa pilihan tersebut, maka upaya penanganan yang diambil adalah meningkatkan kapasitas sungai dengan cara memperbaiki penampang sungai. Perbaikan penampang hanya dilakukan pada ruas sungai yang melimpas saja dengan alasan efektifitas penanganan yaitu di daerah hulu dari *River Station* 48 sampai dengan *River Station* 99 sedangkan pada *River Station* 0 sampai *River Station* 47 tidak dilakukan perbaikan penampang. Alternatif penanganan banjir Tukad Badung dilakukan dengan normalisasi dan pembuatan tanggul.

b. Penanganan secara non teknis

Disamping penanganan secara teknis, penanganan secara non teknis sangat diperlukan sehingga penanganan banjir tersebut akan dapat lebih optimal. Adapun upaya non teknis tersebut diantaranya :

1. Mengadakan gerakan penghijauan di daerah hulu.
2. Meningkatkan kesadaran masyarakat supaya tidak membuang sampah ke alur sungai.

3. Sosialisasi peraturan-peraturan yang berkaitan dengan sungai.
4. Penegakan hukum bagi masyarakat yang membangun atau melanggar sempadan sungai.

KESIMPULAN DAN SARAN

Beberapa hal yang dapat disimpulkan yaitu :

- a. Hasil simulasi aliran kondisi eksisting, terjadi limpasan sebanyak 27 *River Station* pada tebing sebelah kiri (RS 48, 49, 51, 52, 58-62, 69 - 76,78 - 80, 85 - 87, 89, 93, 96, 98) dan sebanyak 23 RS melimpas pada tebing sebelah kanan (RS 48, 51 - 54, 59, 60, 64, 69 - 72, 74, 75, 77 - 79, 85 - 87, 89, 98, 99).
- b. Simulasi dengan normalisasi Tukad Badung, menunjukkan bahwa elevasi muka air masih di bawah elevasi tebing kiri dan kanan sungai pada debit banjir dengan kala ulang 50 tahun. Simulasi dengan tanggul dapat diketahui tinggi tanggul yang diperlukan untuk penanganan banjir. Kedua cara penanganan banjir tersebut di atas dapat dilakukan.
- c. Berdasarkan biaya yang diperlukan, penanganan banjir dengan pembuatan tanggul diperlukan biaya sebesar Rp. 1.118.376.638,35,- dan penanganan dengan normalisasi memerlukan biaya Rp. 1.316.571.000,00,-

Dengan memperhatikan proses analisa dan pembahasan serta kesimpulan yang didapat, maka dapat diberikan saran sebagai berikut :

- a. Untuk kelengkapan dan kevalidan penelitian, perlu adanya penelitian lanjutan dengan skema jaringan yang lebih panjang serta memasukkan pengaruh aliran dari beberapa anak sungai yang terdapat pada Tukad Badung.
- b. Kecermatan dan ketelitian dalam pengambilan dan penentuan data yang digunakan akan sangat membantu untuk memperoleh analisa yang lebih akurat.
- c. Yang perlu mendapat perhatian serius adalah pengawasan kegiatan manusia terhadap badan sungai, tetap perlu dilaksanakan secara rutin dari pemerintah

DAFTAR PUSTAKA

- Chow, V. T. , Maidment, D. and Mays, Larry W., 1988, *Applied Hydrology*, Mc Graw Hill, New York.
- Diah Rahayu Pangesti, 2003, *Bahan Kuliah Debris And Flood Control*, Magister Pengelolaan Bencana Alam, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Kodoatie, J.R. dan Sugiyanto, 2002, *Banjir; Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya Dalam Perspektif Lingkungan*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- PT. Purnajasa Bima Pratama., 2001, *“Perencanaan Pengelolaan Sedimen Tukad Badung di Kota Denpasar”*, Denpasar Bali
- Rachmad Jayadi, 2005, *Basic Hydrology*, MPBA-UGM, Yogyakarta.
- Sosrodarsono S, 1984, *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta
- Sosrodarsono S dan Takeda K, 1987, *Hidrologi untuk Pengairan*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta
- Sri Harto Br., 1993, *Analisa Hidrologi*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Sri Harto Br., 2000, *Hidrologi : Teori, Masalah, Penyelesaian*, Nafiri Offset, Yogyakarta.
- Subarkah, 1978, *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*, Idea Dharma, Bandung.
- US Army Corps of Engineers, 2002 *Hydraulic Engineering Centre - River Analysis System, Application Guide*, Davis, California.
- US Army Corps of Engineers, 2002 *Hydraulic Engineering Centre - River Analysis System, Hydraulic User’s Manual*, Davis, California.

Tabel 1. Perhitungan biaya normalisasi dan pembuatan tanggul

No	Jenis Pekerjaan	Panjang (m)	Volume (m ³)	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
1	Normalisasi	5,365.00	64,380.00	20,450.00	1,316,571,000.00
2	Tanggul	5,148.30	16,006.54	69,870.00	1,118,376,949.80

Tabel 2. Analisis harga satuan pembuatan tanggul

Jenis Pekerjaan : Pembuatan Tanggul / Timbunan tanah

Harga Satuan : Rp. 69,870.00 / m³

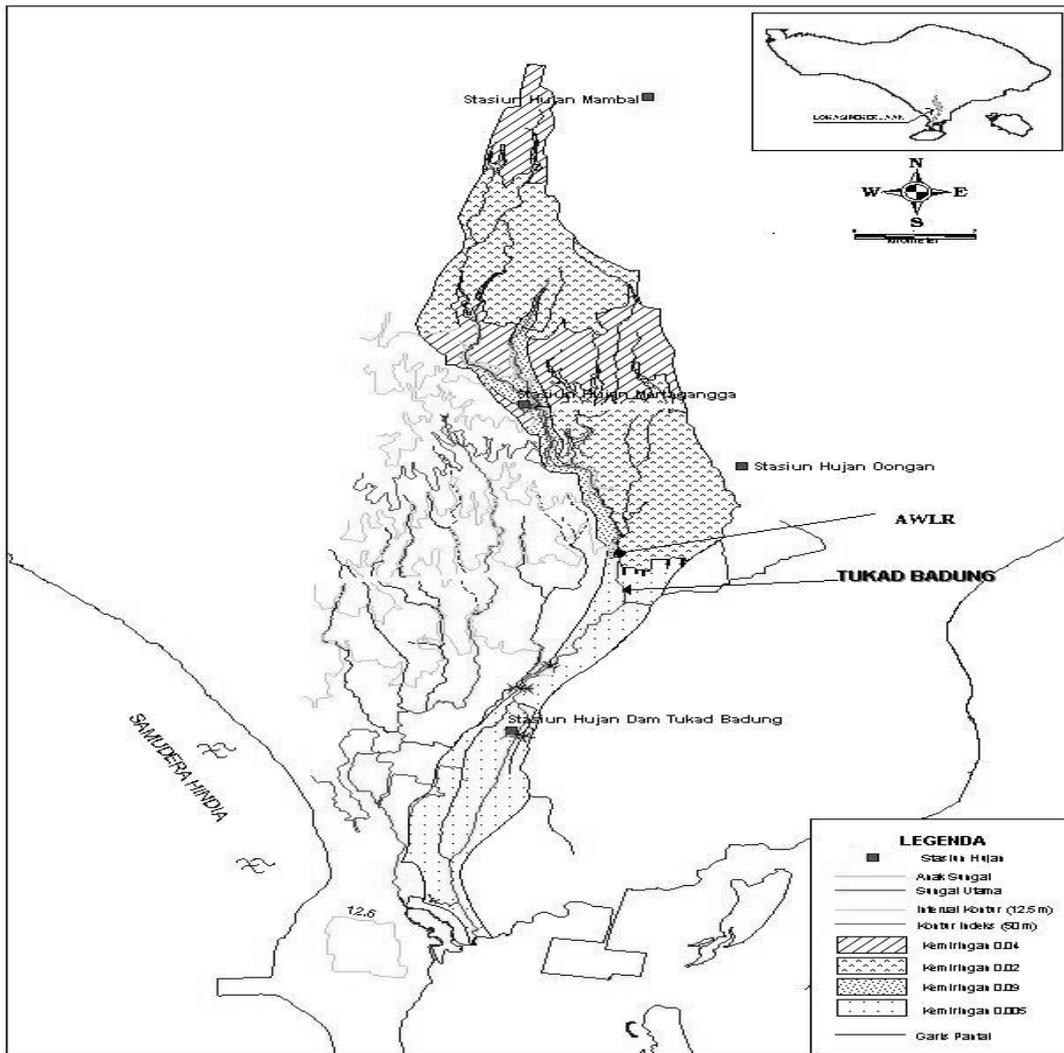
No	Uraian	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
I	BAHAN - Tanah Urug	m ³	1.2000	47,840.00	57,408.00
II	UPAH - Pekerja - Mandor	hari hari	0.1989 0.0120	29,750.00 33,500.00	5,917.28 402.00
III	ALAT - Dump Truck - Excavator - Pemadat timbunan (Stamper)	jam jam jam	0.0423 0.0160 0.0110	85,000.00 150,000.00 13,500.00	3,595.50 2,400.00 148.50
				Jumlah Dibulatkan	69,871.28 69,870.00

Tabel 2. Analisis harga satuan pekerjaan normalisasi

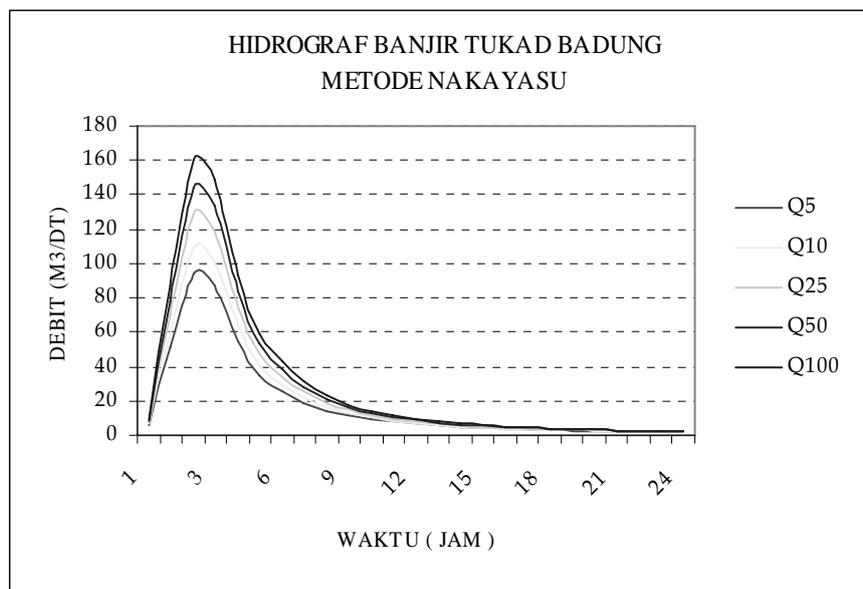
Jenis Pekerjaan : Pengerukan dengan alat berat

Harga Satuan : Rp. 20,450.00 / m³

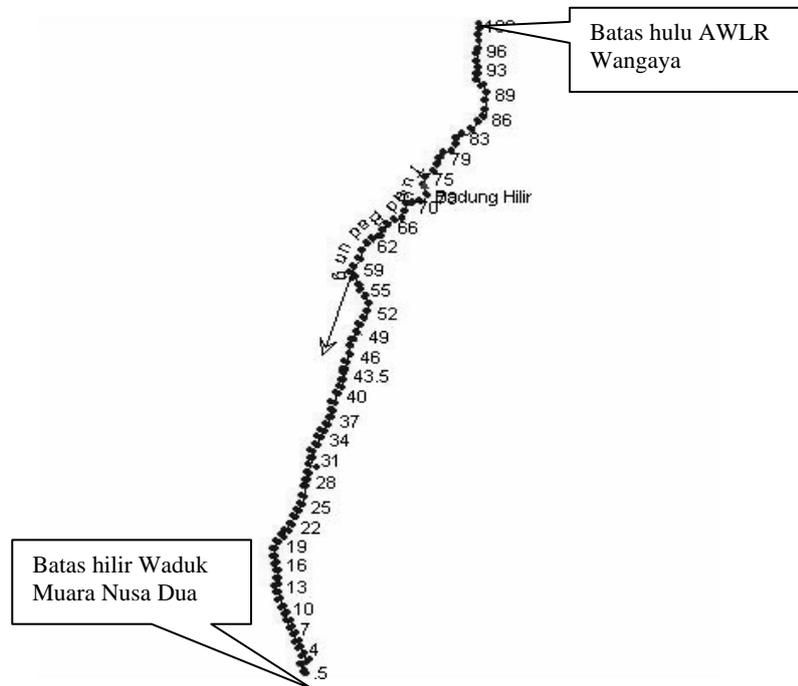
No	Uraian	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
I	GALIAN TANAH UPAH - Pekerja - Mandor	hari hari	0.1989 0.0199	29,750.00 33,500.00	5,917.28 666.65
II	ALAT - Excavator	jam	0.0497	150,000.00	7,455.00
III	ANGKUTAN BUANG TANAH UPAH - Mandor	hari	0.0127	33,500.00	424.78
IV	ALAT - Dump Truck - Excavator	jam jam	0.0423 0.0160	85,000.00 150,000.00	3,595.50 2,400.00
				Jumlah Dibulatkan	20,459.21 20,450.00



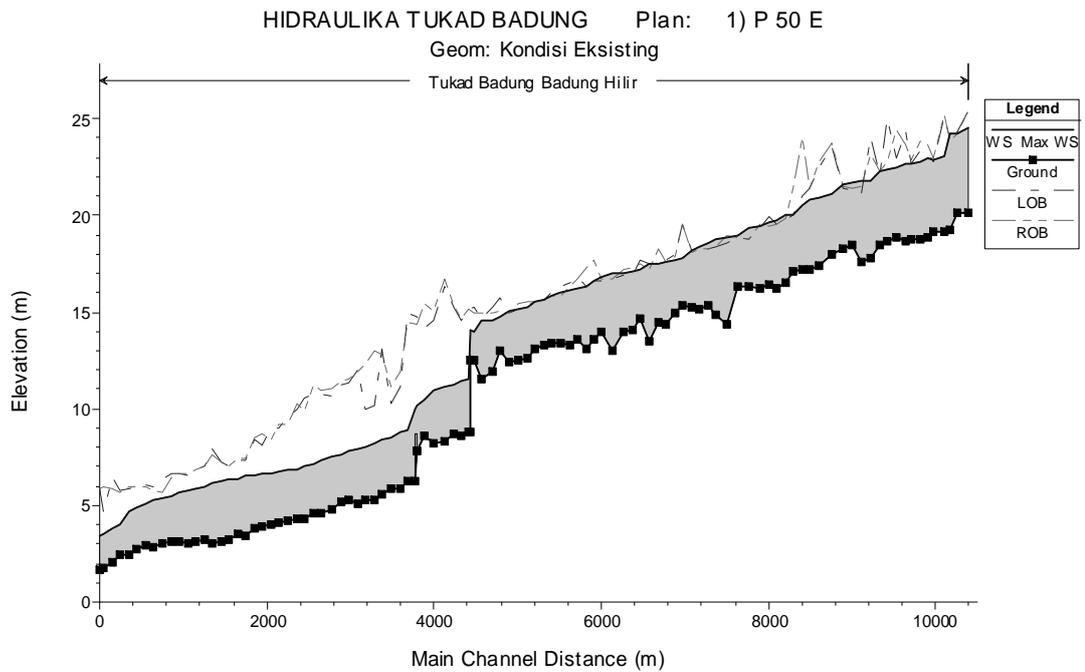
Gambar 1. Peta lokasi penelitian



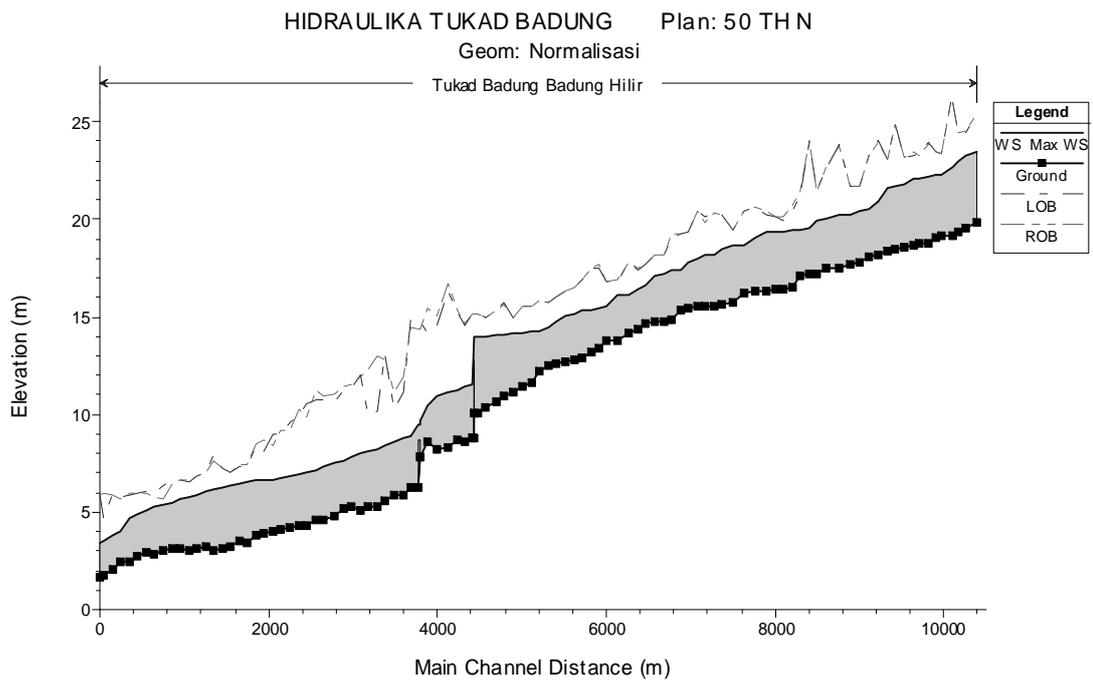
Gambar 2. Hidrograf banjir metode Nakayasu



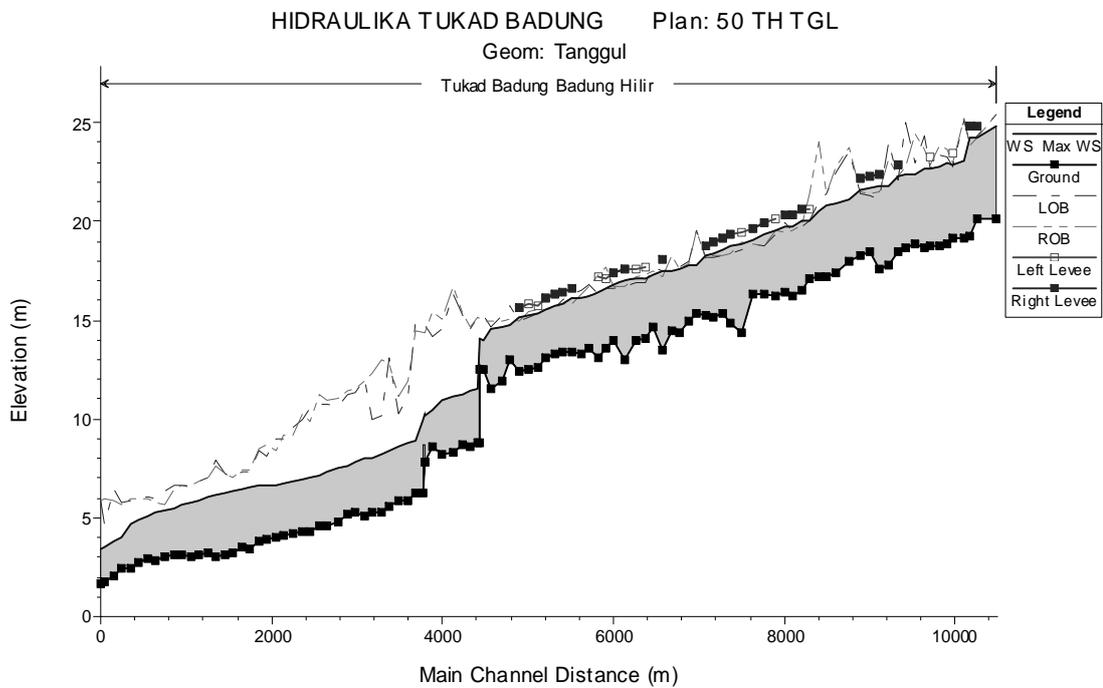
Gambar 3. Skema Tukad Badung



Gambar 4. Profil memanjang kondisi Eksisting



Gambar 5. Profil memanjang Normalisasi



Gambar 6. Profil memanjang tanggul