

## **BAB 4 FASILITAS PENGENDALIAN BANJIR UNTUK SUNGAI BADUNG DAN SUNGAI MATI**

### **4.1 Umum**

Sungai badung bersumber dari lereng bukit pada elevasi 150 m mengalir ke utara hingga ke selatan melalui pusat Kota Denpasar dan terus mengalir hingga Selat Badung. Luas wilayah sungai kira-kira  $37,7 \text{ km}^2$ , panjangnya diperkirakan 30 km dan kemiringan sungai dibulatkan kira-kira 1/500. Ada perumahan dan toko-toko yang padat pada beberapa bagian sungai yang menunjukkan ketinggian tanggul yang tidak mencukupi atau lebar yang sempit disepanjang sungai. Sungai Badung merupakan salah satu dari sungai yang menentukan perkotaan yang khas dari rasio urbanisasi 55% pada wilayah sungai tersebut saat ini. Namun, berkaitan dengan lokasi yang bagus untuk bisnis seperti halnya tempat tinggal, diperkirakan mencapai kira-kira 80% dari wilayah sungai di masa depan. Bendung Buagan yang terletak di hilir adalah fasilitas utama sungai untuk pemakaian irigasi sebagaimana pemakaian kebutuhan domestik.

Sungai Mati bersumber di lereng bukit pada elevasi 80 m dekat Sempide mengalir ke utara hingga ke selatan, bergabung dengan Sungai Tebe pada hilir dekat Kuta, dan mengalir hingga Selat Badung. Sungai Mati juga merupakan salah satu sungai perkotaan yang khas dengan luas wilayah tangkapan hujan  $38,4 \text{ km}^2$ , panjang 20 km, dan kemiringan sungai  $I=1/400$ . Tidak ada tanggul atau saluran yang sempit dari Bendung Ulun Tanjung pada hilir hingga Bendung Umadui di hulu sungai. Berdasarkan rencana perbaikan sungai oleh Pemerintah Indonesia, wilayah yang dikelilingi oleh Sungai Mati dan anak sungainya yaitu Sungai Lebakmudin di hulu dari Bendung Umadui akan didisain untuk kolam olakan untuk pengendalian banjir.

Sama seperti wilayah Sungai Badung, rasio urbanisasi pada wilayah sungai saat ini mencapai hingga kira-kira 50% dan diperkirakan sebesar 80% pada masa yang akan datang, kebutuhan untuk pengembangan lahan perumahan sangat tinggi yang berkaitan dengan lokasi yang bagus, dan di masa yang akan datang akan menjadi 80% dari wilayah sungai.

Banyak banjir telah terjadi berulang-ulang disepanjang wilayah Sungai Badung dan Sungai Mati sejak tahun 1979 yang telah tercatat. Pada 4 Maret 1984, wilayah Monang Maning, Suwung dan Pamecutan yang terletak di wilayah Sungai Mati tergenang diperkirakan luas genangannya adalah 700 ha dan kedalaman 0,3 m kira-kira selama dua hari. Lebih dari 200 rumah dan toko dekat pasar Kumbasari yang terletak disepanjang Sungai Badung juga mengalami kerusakan pada 8 Januari 1980. Terakhir, 12 Desember 2005, bagian antara Jalan Maruti yang terletak di hulu dan Jalan Pulau Misol yang terletak di hilir sepanjang Sungai Badung River dihantam dan dirusak oleh banjir. (lihat Gambar-III-4.1)

Untuk mencegah kerusakan akibat banjir, rencana pengendalian banjir ditetapkan dan perbaikan sungai seperti penggalian dasar sungai, perbaikan dinding sungai dan normalisasi sungai akan didisain selama studi kelayakan.

**<Bagian Hulu di Jl. G. Kering (dari Sisi Tanggul Sebelah Kanan)>**



**<Kerusakan Tanggul Dekat Hulu pada JL. P. Misol (dari Sisi Tanggul Sebelah Kiri)>**



**Gambar-III-4.1 Foto Kondisi Kerusakan Akibat Banjir 12 Desember 2005**

#### **4.2 Kriteria untuk Rencana dan Disain**

Untuk pengendalian banjir dan perencanaan sungai, mengacu tidak hanya pada peraturan Indonesia tetapi juga peraturan Japang untuk disain dan rencana pengendalian banjir, item dibawah ini telah ditetapkan:

- ◆ Berdasarkan rekomendasi minimum kala ulang untuk disain banjir seperti yang ditunjukkan pada Manual Pengendalian Banjir, kala ulang rencana pengendalian banjir untuk kedua Sungai Badung dan Mati akan dipakai **25 tahun**.
- ◆ Untuk hal-hal di bawah ini, dipakai peraturan Jepang untuk disain dan perencanaan sungai dengan mengacu pada Manual Pengendalian Banjir dari Pemerintah Indonesia.
  - 1) Disain Curah Hujan
  - 2) Metode Perhitungan Aliran Permukaan
  - 3) Disain Banjir
  - 4) Langkah-Langkah Pengendalian banjir
  - 5) Perhitungan Hidrolik
  - 6) Teknik Sungai
  - 7) Jembatan dan Fasilitas sungai

### 4.3 Rencana Pengendalian Banjir

#### 4.3.1 Sungai Badung

##### (1) Kapasitas Aliran dari Kondisi Saat ini

###### 1) Kondisi-Kondisi dan Metode Perhitungan

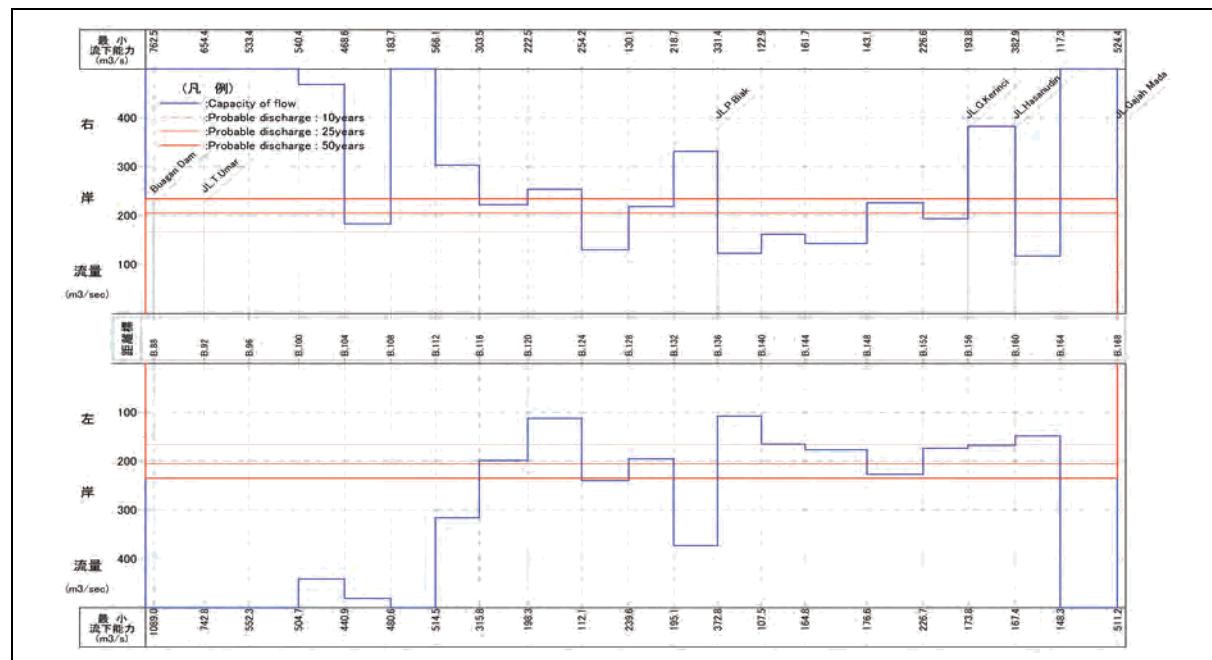
Berdasarkan pada hasil survai topografi, kapasitas aliran sungai saat ini telah dihitung dengan memakai metode aliran tidak seragam. Kondisi-kondisi untuk mperhitungan diperlihatkan pada Tabel-III-4.1.

**Tabel-III-4.1 Kondisi-Kondisi dan Metode Perhitungan**

Item		Kondisi, isi	Keterangan
Metode perhitungan		Aliran tidak seragam	
Kondisi perhitungan	Bagian	Bendung Buagan (Hilir) - Jl. Gajamada (Hulu)	
	Koefisien kekasaran	n=0.025	Mengacu pada rencana PU
	Evaluasi	Puncak tanggul tanpa jagaan	
	Potongan melintang	Hasil survai topografi	

###### 2) Perhitungan Kapasitas Aliran Sungai

Hasil perhitungan aliran sungai ditunjukkan pada Gambar-III-4.2. Berdasarkan hasil ini, kapasitas aliran minimum dari aliran sungai saat ini diperkirakan  $120 \text{ m}^3/\text{dt}$  -  $200 \text{ m}^3/\text{dt}$ , kecuali beberapa lokasi memperlihatkan kurang dari  $50 \text{ m}^3/\text{dt}$ .



**Gambar-III-4.2 Hasil Perhitungan untuk Kapasitas Aliran Sungai Saat Ini (Sungai Badung)**

###### (2) Perhitungan Banjir Disain

###### 1) Metode Perhitungan Run-off (Aliran Permukaan)

Analisis Run-off untuk banjir disain Sungai Badung dikerjakan dengan memakai rumus rasional dengan pertimbangan alasan di bawah ini:

- ◆ Analisis model diperlukan untuk menghitung perubahan pemakaian lahan yang berkaitan dengan urbanisasi di wilayah sungai.
- ◆ Analisis model dipakai untuk perhitungan meskipun dalam kenyataannya tidak ada pengamatan debit.

## 2) Metode Perhitungan

Aliran debit puncak dihitung dengan rumus rasional yang diberikan seperti di bawah ini:

$$Q_p = 1/3.6 \cdot f \cdot R \cdot A \quad (4.1)$$

dimana,  $Q_p$  : Debit maksimum ( $m^3/dt$ ),

$f$  : Koefisien *runoff* tanpa satuan,

$R$  : Intensitas curah hujan rata-rata dengan waktu tiba banjir (mm/jam)

$A$  : Luas tangkapan hujan ( $km^2$ )

## 3) Koefisien *Runoff*

Untuk rencana banjir, pertimbangan dari kondisi permukaan tanah, pemakaian lahan dan urbanisasi, koefisien *runoff* untuk wilayah Sungai Badung harus dihitung dengan *weighted average method* yang berhubungan dengan koefisien klasifikasi dari kondisi pemakaian tanah

- |    |                                    |   |     |
|----|------------------------------------|---|-----|
| a) | Daerah pemukiman padat             | : | 0.9 |
| b) | Daerah pemukiman                   | : | 0.9 |
| c) | Lahan Tumbuhan, Lahan tak terpakai | : | 0.6 |
| d) | Lahan Padi/Sawah                   | : | 0.8 |
| e) | Wilayah pegunungan                 | : | 0.7 |

## 4) Waktu Kedatangan Banjir

Rumus Kraven dipakai untuk perhitungan waktu tiba banjir.

$$T = L/W \quad (4.2)$$

I	Kurang dari 1/100	1/100 ~ 1/200	Lebih dari 1/200
W	3,5 m/dt	3,0 m/dt	2,1 m/dt

dimana I : Kemiringan aliran sungai

W : Kecepatan banjir

L : Panjang aliran sungai

T : Waktu kedatangan banjir

## 5) Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan dihitung dengan memakai rumus intensitas curah hujan harian seperti diperlihatkan di bawah ini,

$$r_t = R_{24} / 24(24/T)^{2/3} \quad (4.3)$$

dimana  $r_t$  : Intensitas curah hujan (mm/jam)

$T$  : Waktu kedatangan banjir (jam),

$R_{24}$  : Curah hujan 24 jam (= curah hujan harian, m)

## 6) Spesifikasi dan Pembagian Daerah Aliran Sungai

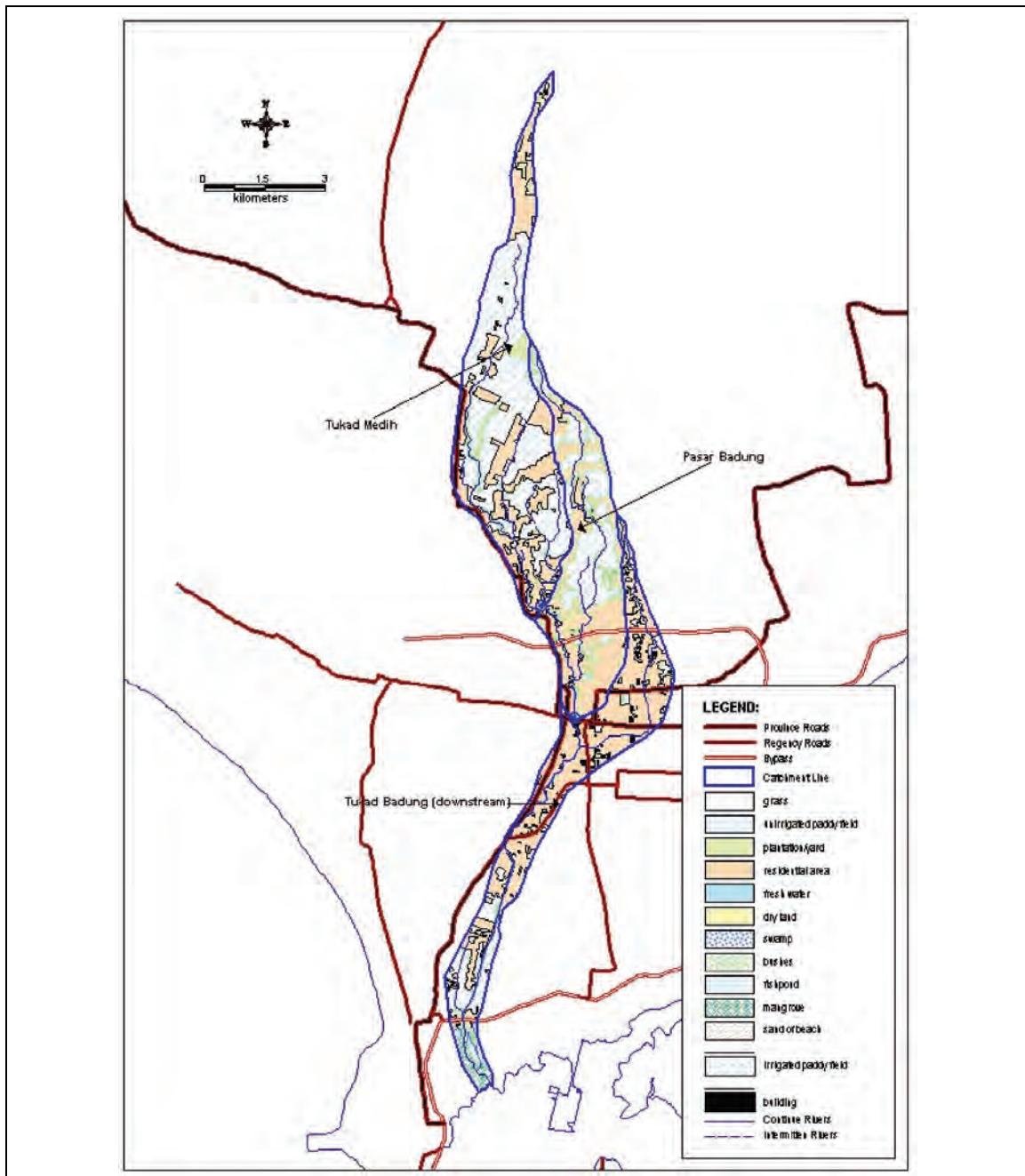
Pembagian daerah aliran sungai untuk model *runoff* wilayah Sungai Badung diperlihatkan pada Gambar-III-4.3 dengan mengambil pertimbangan pertemuan anak sungai, titik kontrol untuk perencanaan sungai dan fasilitas sungai utama. Kondisi pemakaian lahan untuk

tiap-tiap bagian diperlihatkan pada Tabel-III-4.2

**Tabel-III-4.2 Pembagian Daerah Aliran Sungai dan Pemakaian lahan**

Item	Land Use	1		2			3			(%)	
		JL.GATO SUBUROTO		JL.GAJAMADA			Tukad Badung				
		a (km <sup>2</sup> )	(%)	b (km <sup>2</sup> )	(%)	c=a+b (km <sup>2</sup> )	(%)	d (km <sup>2</sup> )	(%)		
High density city area	building			0.04	0.5	0.04	0.2	0.25	2.2	0.29	
General city area	residential area	6.66	35.6	4.21	55.4	10.87	41.3	8.12	71.2	18.99	
Paddy field	irrigated paddy field	10.49	56.1	2.83	37.2	13.32	50.6	2.10	18.4	15.42	
A field and a land	bushes							0.13	1.1	0.13	
	dry land			0.03	0.4	0.03	0.1	0.04	0.2	0.07	
	gras	0.02	0.2	0.04	0.7	0.06	0.2	0.32	2.8	0.38	
	plantation/yard	1.50	8.0	0.44	5.8	1.94	7.4	0.44	3.9	2.38	
	unirrigated paddy field	0.03	0.2			0.03	0.1			0.03	
	bare land										
Mountain land	forest										
	$\sum A_i$	18.7	100.0	7.6	100.0	26.3	100.0	11.4	100.0	37.7	
										100.0	

Catatan) Total luas daerah tangkapan hujan 37,7 km<sup>2</sup> berdasarkan laporan “PERENCANAAN PENGELOLAAN SEDIME TUKAD BADUNG DI KOTA DENPASAR, 2001”



**Gambar-III-4.3 Pembagian Daerah Aliran Sungai untuk Wilayah Sungai Badung**

## 7) Perhitungan Run-off

### Kondisi untuk Perhitungan Run-off

**Kala Ulang:** Skala kala ulang 5, 10, 20, 25, 30, 50, 100 tahun dipakai untuk perhitungan.

**Koefisian Run-off :** Dua kasus koefisien telah dipakai untuk perhitungan *runoff* ; pertama adalah pemakaian lahan saat ini, yang lainnya adalah pemakaian lahan yang akan datang dengan mengambil urbanisasi di wilayah Sungai Badung. Pada perhitungan ini, persentase yaitu 80% di wilayah Sungai Badung kemungkinan akan dikembangkan.

**Curah Hujan Harian yang Mungkin:** dipakai data curah hujan selama 24 jam untuk masing-masing kala ulang.

**Hasil Perhitungan Run-off :** diperlihatkan dalam Gambar-III-4.4.

	TK.MEDIH	TK.TAGTAG	JL.GATO SUBUROTO	JL.GAJAMADA	Dam Buagan	By Pass
Existing	5years 10years 20years 25years 30years 50years 100years	106.3 128.5 151.7 159.2 166.7 187.4 218.8		124.9 151.0 178.2 187.1 195.9 220.2 257.2		156.2 188.7 222.8 233.9 244.9 275.3 321.5
Future	5years 10years 20years 25years 30year 50years 100years	108.9 131.6 155.4 163.1 170.8 192.0 224.2	→	128.0 154.6 182.5 191.6 200.6 225.5 263.4	→	159.9 193.2 228.1 239.4 250.8 281.9 329.2

Gambar-III-4.4 Debit untuk Masing-Masing Kala Ulang pada Titik Dasar

Tabel-III-4.3 Daftar Debit untuk Masing-Masing Kala Ulang

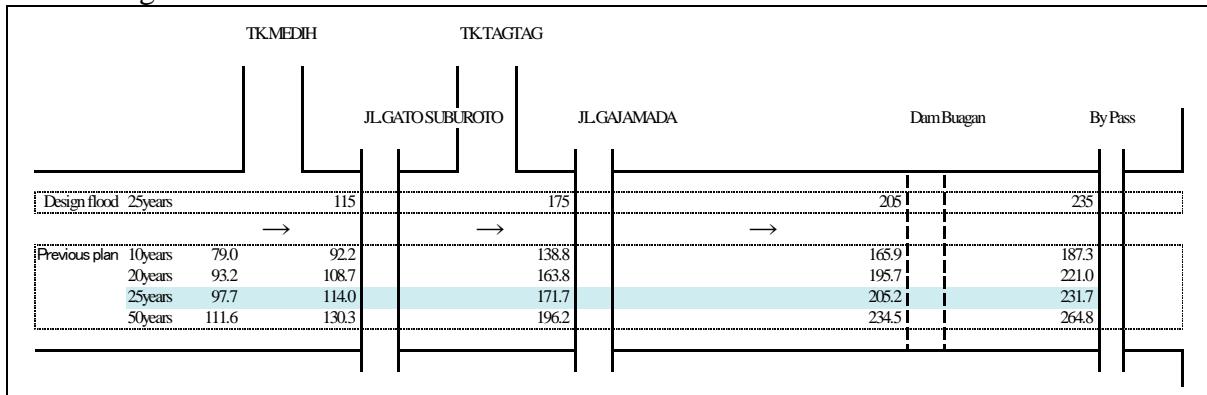
Return period	Site	Catchment area (km <sup>2</sup> )	Stream length (km)	Runoff coefficient		Arrival time of flood (min)	R24 (mm)	Rainfall rate (mm/hr)	Probable discharge		
				Existing	Future				Existing (m <sup>3</sup> /s)	Future (m <sup>3</sup> /s)	Rate of increase (%)
1/5	1	18.7	10.3	0.82	0.84	60	72.0	25.0	106.32	108.91	
	2	26.3	21.9	0.83	0.85	80	72.0	20.6	124.94	127.95	
	3	37.7	33.5	0.84	0.86	100	72.0	17.8	156.20	159.92	
1/10	1	18.7	10.3	0.82	0.84	60	87.0	30.2	128.47	131.60	
	2	26.3	21.9	0.83	0.85	80	87.0	24.9	150.97	154.61	
	3	37.7	33.5	0.84	0.86	100	87.0	21.5	188.74	193.24	
1/20	1	18.7	10.3	0.82	0.84	60	102.7	35.6	151.65	155.35	
	2	26.3	21.9	0.83	0.85	80	102.7	29.4	178.21	182.51	
	3	37.7	33.5	0.84	0.86	100	102.7	25.3	222.80	228.11	
1/25	1	18.7	10.3	0.82	0.84	60	107.8	37.4	159.18	163.07	2.4
	2	26.3	21.9	0.83	0.85	80	107.8	30.9	187.06	191.57	2.4
	3	37.7	33.5	0.84	0.86	100	107.8	26.6	233.87	239.43	2.4
1/30	1	18.7	10.3	0.82	0.84	60	112.9	39.1	166.72	170.78	
	2	26.3	21.9	0.83	0.85	80	112.9	32.3	195.91	200.63	
	3	37.7	33.5	0.84	0.86	100	112.9	27.8	244.93	250.76	
1/50	1	18.7	10.3	0.82	0.84	60	126.9	44.0	187.39	191.96	
	2	26.3	21.9	0.83	0.85	80	126.9	36.3	220.21	225.51	
	3	37.7	33.5	0.84	0.86	100	126.9	31.3	275.30	281.86	
1/100	1	18.7	10.3	0.82	0.84	60	148.2	51.4	218.84	224.18	
	2	26.3	21.9	0.83	0.85	80	148.2	42.4	257.17	263.36	
	3	37.7	33.5	0.84	0.86	100	148.2	36.5	321.51	329.17	

Dari Tabel-III-4.3, debit dengan kala ulang 25 tahun pada mulut sungai adalah 233,9 m<sup>3</sup>/dt atas dasar kondisi pemakaian lahan saat ini, dan 239.4 m<sup>3</sup>/dt dengan peningkatan 5,5m<sup>3</sup>/dt dengan rasio perkembangan 80% dari urbanisasi pada wilayah daerah aliran sungai.

## 8) Disain Banjir Dasar untuk Sungai Badung

Berdasarkan hasil perhitungan yang diperlihatkan pada Gambar-III-4.5, disain banjir dasar untuk Sungai Badung harus ditentukan sebesar  **$235 \text{ m}^3/\text{dt}$**  pada titik utama seperti halnya pada titik utama Bendung Buagan  **$205 \text{ m}^3/\text{dt}$** . Keterangan hasil perhitungan untuk banjir disain utama dirangkum sebagai berikut:

- ◆ Debit disain utama untuk urbanisasi 80 % menjadi  $239,4\text{m}^3/\text{dt}$
- ◆ Hasil perhitungan debit oleh JICA mendekati sama dengan debit rencana yang ada yaitu  $231,7\text{m}^3/\text{dt}$  yang telah dirumuskan oleh pemerintah Indonesia.
- ◆ Aliran spesifik menjadi  $6,2 \text{ m}^3/\text{dt/km}^2$  dari wilayah sungai sebesar  $37,7\text{km}^2$  pada mulut sungai.



Gambar-III-4.5 Distribusi Debit disain Utama (Sungai Badung)

## (3) Proyek Pencegahan Banjir untuk Sungai Badung

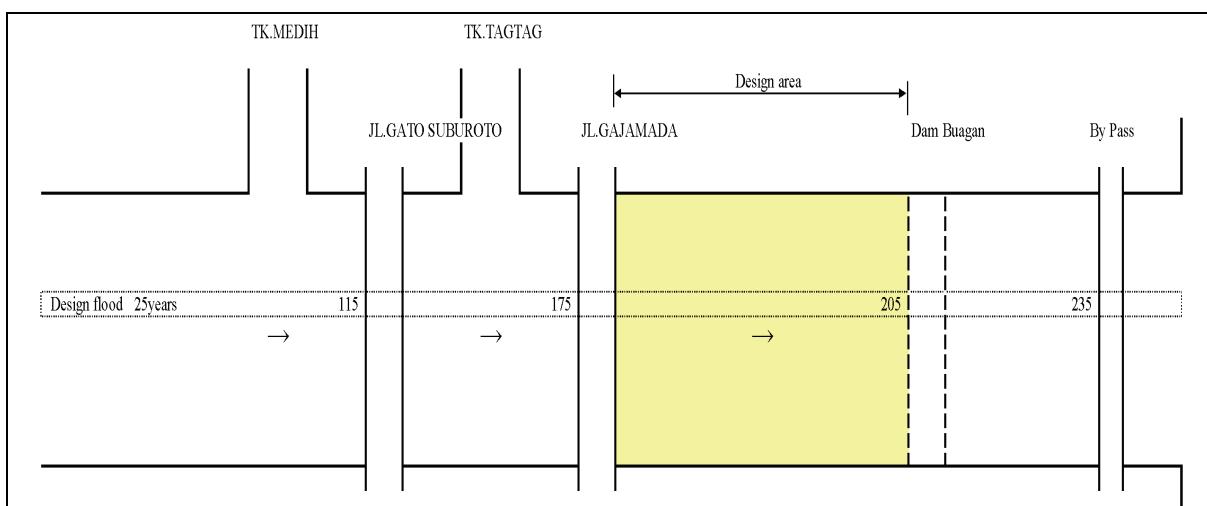
Rencana pengendalian banjir untuk Debit Disain Utama Sungai Badung diperlihatkan sebagai berikut:

### 1) Distribusi Debit Disain untuk Perbaikan Sungai

Dengan membandingkan hasil antara kapasitas aliran dari kondisi sungai saat ini dan kondisi sungai rencana, hanya perbaikan anak sungai termasuk penggalian dasar sungai dan peninggian tanggul, dsb yang akan diadopsi untuk Sungai Badung. Debit disain ditunjukkan pada Gambar-III-4.5.

### 2) Pemilihan dari Bagian Perbaikan Sungai

Bagian rencan perbaikan sungai diindikasikan pada Gambar-III-4.6.



Gambar-III-4.6 Bagian Perbaikan Sungai untuk Sungai Badung

#### (4) Rencana Fasilitas Dasar untuk Perbaikan Sungai

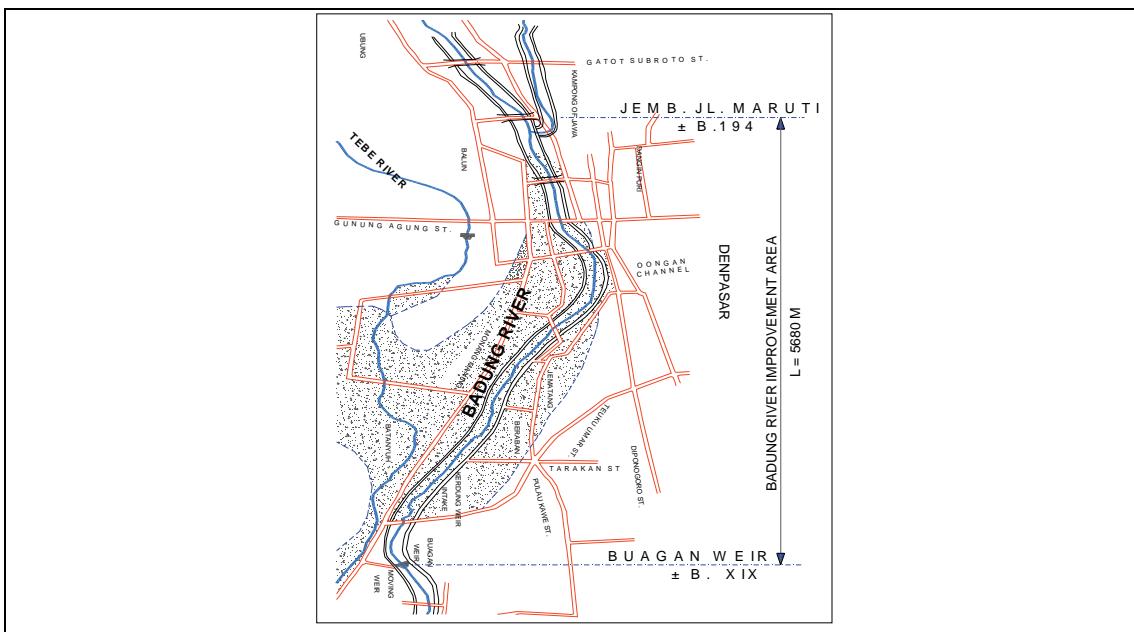
Mengenai kondisi Sungai Badung saat ini, dinding batu kali dengan kemiringan 1:0.5 – 1:1.0 dipasang pada kedua tebing sungai. Lebar sungai River yang berkisar rata-rata dari 20 m sampai 25 m, namun secara parsial anak sungai yang sempit dengan lebar 20 m di sebelah kiri pada jembatan dekat Jalan B.K Tunggal, yang akan dipagari untuk menerskan aliran sungai. Berkaitan dengan kepadatan perumahan, pabrik kecil dan pertokoan yang berlokasi disepanjang sungai, sangat sulit untuk memperlebar lebar sungai.

Seperti ditunjukkan di atas, Sungai Badung mengalir melalui wilayah padat perumahan seperti halnya wilayah bisnis, tidak ada ruang untuk memperlebar sungai. Oleh karena itu, potongan melintang tipikal dengan penggalian dasar sungai dan dinding jagaan akan diadopsi. Profil potongan memanjang harus didisain dengan kemiringan yang lebih curam tentunya dikaitkan dengan penggalian dasar sungai. Pekerjaan perbaikan untuk Bendung Buagan terutama pengoperasian untuk irigasi lahan padi yang terletak di hilir juga diikutkan berdasarkan perhitungan kapasitas aliran.

Peraturan penggunaan lahan atau reservoar pengontrol banjir seperti kolam penampung air sementara tidak direncanakan pada rencana perbaikan sungai ini.

##### 1) Wilayah Perbaikan Sungai

Wilayah perbaikan sungai harus didisain dari hulu Bendung Buagan (Titik No.88-50) sampai pada titik NO.194 dekat jalan Maruti dengan panjang sekitar 5.700 m seperti yang ditunjukkan pada Gambar-III-4.7



Gambar-III-4.7 Rencana Wilayah Perbaikan Sungai untuk Sungai Badung

##### 2) Metode yang Diadopsi untuk Perbaikan Sungai

Metode yang diadopsi untuk perbaikan sungai di Sungai Badung adalah seperti di bawah ini;

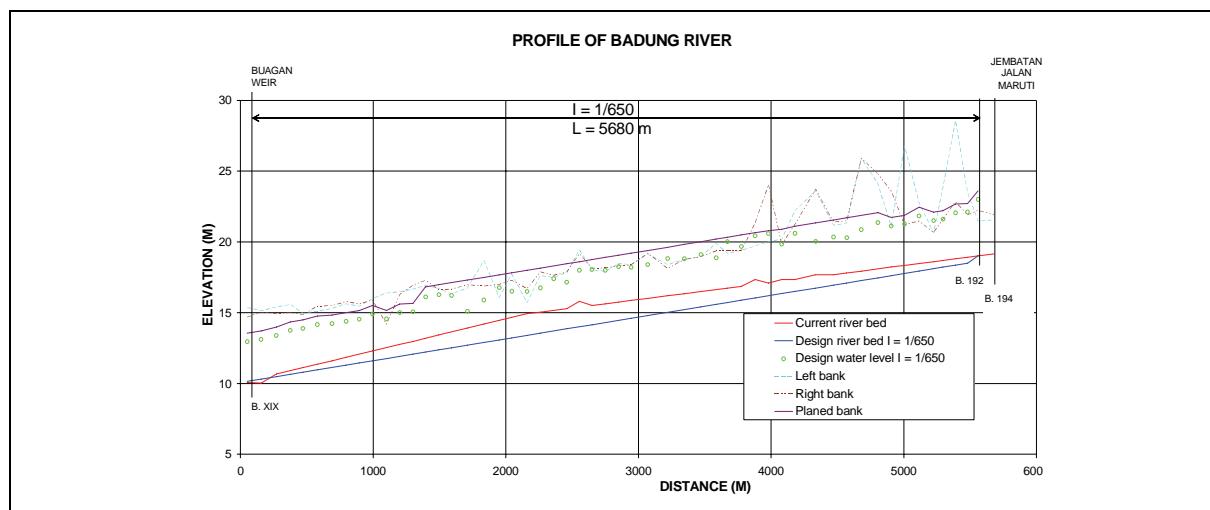
- ◆ Penggalian dasar sungai
- ◆ Dinding jagaan pada tanggul
- ◆ Perbaikan pada Bendung Buagan yang sudah ada
- ◆ Rencana untuk profil memanjang

##### 3) Rencana untuk Profil Memanjang

Rencana profil memanjang telah ditentukan dengan mengambil pertimbangan profil saat ini

yang dipersiapkan melalui hasil suvai topografi oleh Tim Studi JICA. Profil memanjang sungai saat ini diperlihatkan pada Gambar-III-4.8. Kisaran kemiringan sungai pada bagian Bendung Buagan sampai hulu dengan panjang 2.260 m menjadi  $I=1/450$ , dan lebih dari  $I=1/830$  pada bagian hulu dari 1.770 m.

Untuk meningkatkan kapasitas aliran, penggalian sungai harus diikutsertakan. Kemiringan rencana dari bagian Bendung Buagan yang terletak di hilir hingga titik No.194 yang terletak di Jalan Maruti dengan panjang 5.700 m telah direncanakan sebesar  $I=1/650$ . Kemiringan pada bagian hulu dari titik ini secara bertahap mendekati dasar sungai aktual.



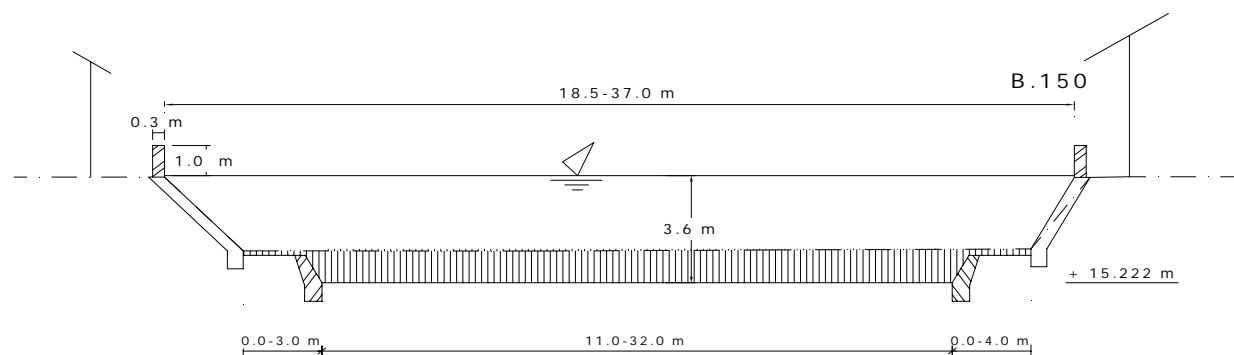
**Gambar-III-4.8 Disain Profil Memanjang untuk Sungai Badung**

#### 4) Potongan Melintang (*Cross Section*) Tipikal

*Revetment* telah dipasang pada kedua sisi tanggul sungai dan lebar sungai 18,5 m hingga 37 m telah diamankan pada perluasan dari perbaikan sungai. Karena itu, penggalian dasar sungai dan pemasangan dinding jagaan harus dibuat dengan kondisi sungai saat ini. Penggalian dasar sungai harus dilaksanakan pada saluran air yang rendah. Spesifikasi untuk pekerjaan-pekerjaan perbaikan sungai diperlihatkan pada Tabel-III-4.4 dan potongan melintang diperlihatkan pada Gambar-III-4.9.

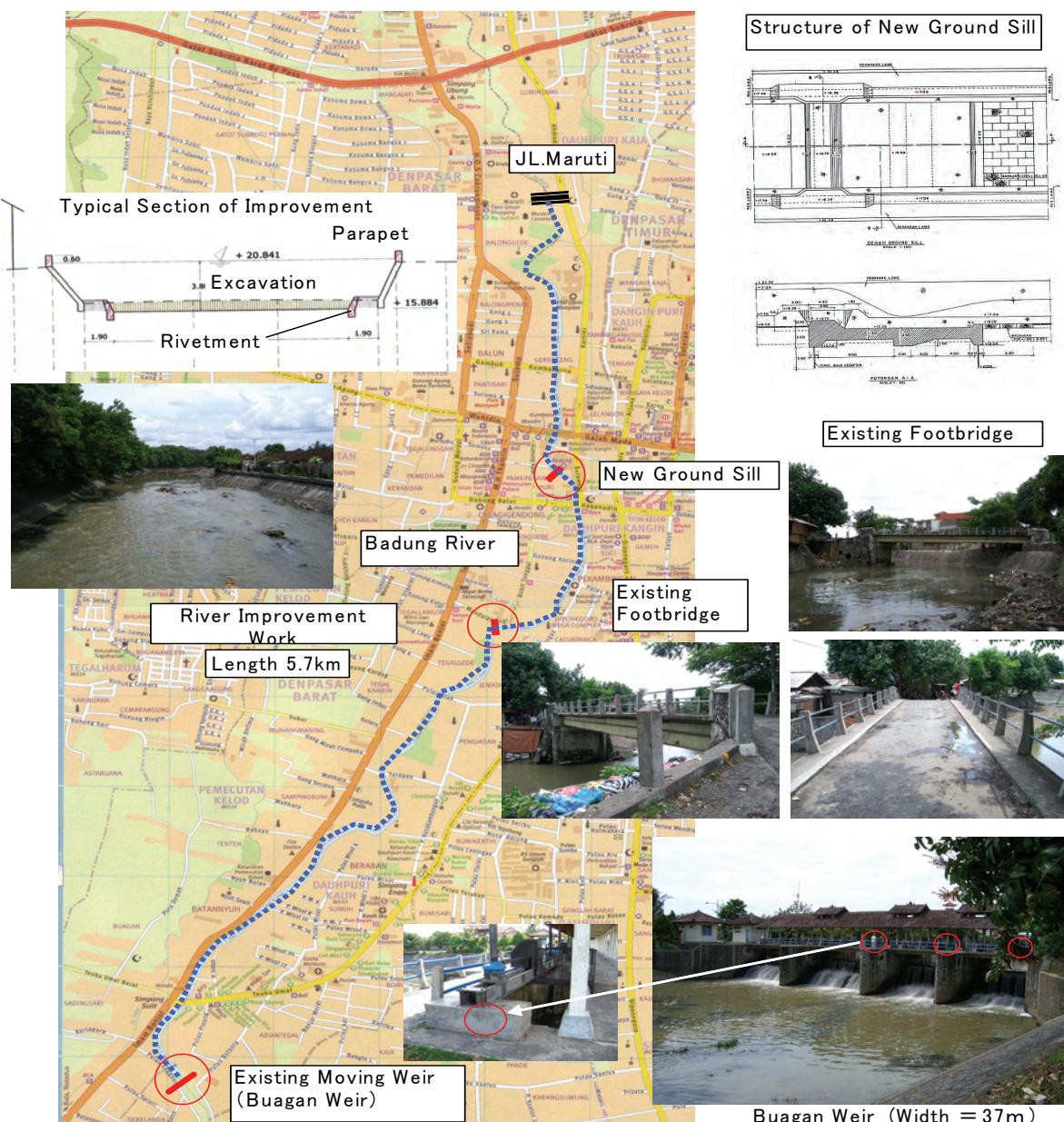
**Tabel-III-4.4 Spesifikasi untuk Perbaikan Sungai dari Sungai Badung**

Item	Spesifikasi	Keterangan
1) Bagian perbaikan sungai dan penjangnya	Bendung Buagan (Hilir) Sampai Jalan Mariti (Hulu) $L=5.680\text{ m}$	
2) Banjir disain	205 $\text{m}^3/\text{dt}$	220 $\text{m}^3/\text{dt}$ yang akan datang
3) Disain kemiringan sungai	$I=1/650$	Bagian hulu: secara bertahap mendekati dasar sungai aktual
4) Lebar sungai & bentuk potongan melintang	$B= 18,5-37,5\text{ m}$ , $b=11-32\text{ m}$ (Bentuk trapezium dengan kemiringan 1:0.5)	
5) Pekerjaan-pekerjaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Penggalian dasar sungai</li> <li>◆ Penempatan dinding jagaan</li> <li>◆ <i>Revetment</i></li> </ul>	
1) Pekerjaan-pekerjaan perbaikan fasilitas	Bendung Buagan	



**Gambar-III-4.9 Potongan Melintang Sungai Badung**

Rencana umum proyek pencegahan banjir untuk Sungai Badung diperlihatkan pada Gambar-III-4.10.



**Gambar-III-4.10 Rencana Umum Proyek Pencegahan Banjir untuk Sungai Badung**