



## PENGARUH PERUBAHAN TATA GUNA LAHAN TERHADAP DEBIT BANJIR

I G.B. Sila Dharma<sup>\*)</sup>, Mawiti Infantri Yekti<sup>\*)</sup>, Gede Indra Permana<sup>\*)</sup>

### ABSTRACT

Bali as tourist destination has great impact to the change of land use. This is related to the development of tourism supporting infrastructures such as hotel, villa, restaurant and other facilities which are developed at strategic area with beautiful landscape. Generally in the area has mountainous area that is from upper course area to downstream and beach area. The impact of this development activity is the need of the area which is originally on open are and function as water absorption area, then changed into impermeable residential area. This condition has resulted toward the increase of surface run off which directly influence the flood discharge in the river. The discharge of flood due to the change of land use is calculated by using Rational Method. The Rational Method has three components i.e. coefficient of run off, C, rainfall intensity, I, and catchment area, A. The value of coefficient run off (C) is determined based on the condition of land uses. The result of flood discharge due to the change of land use from period of 1992 to 2000, at one of Sub Basin Tampus in Ayung Basin has resulted the trend of decrease of flood discharge 30,36 %. This concern is true as according to condition existing DAS Tampus. Explainable theoretically if with the same of rainfall value (analysis from year data 1992 - 2000) but with variation of land opening change therefore time from rain from farthest point to the observation point ( $t_c$ ) related also will change. In the consequence of increase of  $t_c$  value thus with the same rainfall will causes the intensity of rainfall is decrease. Value of  $t_c$  in DAS Tampus is increase which in the year 1992 = 116 minute become 121 minute in the year 2000, because of the process of land closing by vegetation that is the continuation of new cultivated area in location, so that the rain process to become the surface run off is more slowly.

**Keywords:** discharge of flood, intensity of rainfall, coefficient of run off, and land use

### PENDAHULUAN

Bali sebagai daerah tujuan wisata selalu menyebabkan terjadinya perubahan tata guna lahan. Hal ini berkaitan dengan pembangunan infrastruktur pariwisata.

Pembangunan infrastruktur pariwisata seperti hotel, vila, restoran, dan fasilitas penunjang lainnya telah menyebabkan perubahan fungsi lahan atau tata guna lahan. Hal ini karena pembangunan infrastruktur pariwisata tersebut

<sup>\*)</sup> Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana  
Kampus Bukit Jimbaran BALI  
Email : [wiwiet91@yahoo.com](mailto:wiwiet91@yahoo.com), Telp : 08132617988

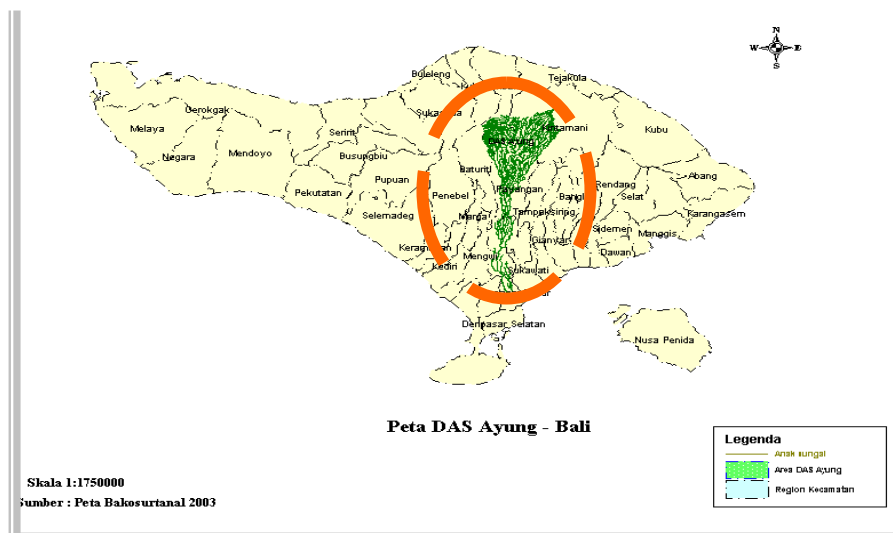
dilakukan pada daerah-daerah strategis dengan objek pemandangan alam yang menarik. Daerah ini pada umumnya terdapat pada kawasan hulu sungai yaitu daerah pegunungan maupun daerah hilir sungai sampai kawasan pantai. Dengan adanya aktivitas pembangunan ini peruntukan kawasan yang semula merupakan daerah terbuka dengan fungsi lahan sebagai area resapan yang bersifat *permeable* (dapat ditembus air) kemudian berubah menjadi area yang bersifat *impermeable* (tidak dapat ditembus air) sehingga menyebabkan terganggunya penyerapan air pada waktu musim hujan. Kondisi ini berdampak terhadap lebih dominannya aliran permukaan sehingga berpengaruh terhadap perubahan debit aliran yang masuk ke sungai.

Kondisi perubahan tata guna lahan yang cukup signifikan ini telah terjadi di Bali, dimana salah satunya adalah pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Ayung. DAS Ayung secara geografis berada di sebelah selatan pegunungan yang membatasi Bali Utara dan Bali Selatan melintasi lima kabupaten dan satu kota (Kabupaten Bangli, Buleleng, Tabanan, Badung, Gianyar, dan Kota Denpasar). DAS Ayung memiliki hulu sungai yang terletak di Kecamatan Kintamani, Bangli dan Kecamatan Petang, Plaga (Badung) mengalir melalui kabupaten Gianyar dan Badung serta bermuara di Pantai

Padanggalak, Sanur. Sungai Ayung sendiri merupakan sungai terpanjang di Bali dengan panjang kurang lebih 68,5 km dengan luas DAS sekitar 301,9 km<sup>2</sup> (Bakosurtanal, 2000). Pada bagian hulu, Sungai Ayung terdiri dari tiga anak sungai yang cukup besar yaitu Tukad Bangkung yang berhulu di daerah Plaga, Tukad Mengani yang berhulu di daerah Catur dan Tukad Siap yang berhulu di daerah Kintamani. Ketiga anak sungai ini bersatu di daerah Payangan, Kabupaten Gianyar (Bappeda, 2002).

Sungai Ayung berdasarkan penggunaan air dimanfaatkan untuk air irigasi dan juga sebagai sumber air baku air minum (PDAM) disamping juga dikembangkan sebagai objek wisata arung jeram (*rafting*) (Bappeda, 2002). Pengembangan obyek wisata ini tentunya juga disertai dengan pembangunan fasilitas pendukungnya seperti hotel, vila, restoran dan fasilitas lainnya. Di sepanjang Sungai Ayung sejauh ini ditemukan lebih dari 15 usaha hotel dan restoran disamping juga usaha *rafting* yang memanfaatkan Sungai Ayung sebagai lokasi usaha, dimana hampir 90% dari hotel maupun restoran tersebut berada di kawasan wisata Ubud (Diparda, 2002).

Tata guna lahan DAS Ayung tahun 1992 dan 2000 dapat diperhatikan pada Tabel 1.



Gambar 1. DAS Ayung

Tabel 1. Prosentase Perubahan Luas Tata Guna Lahan pada DAS Ayung

No.	Tata Guna Lahan	Th. 1992 Luas (Km <sup>2</sup> )	Th. 2000 Luas (Km <sup>2</sup> )	Prosentase (%)
1	Pemukiman	15,496	30,443	96,5
2	Kebun/perkebunan	26,482	115,113	334,7
3	Hutan	25,126	19,987	-20,5
4	Tegalan/ladang	125,23	56,587	-121,3
5	Semak belukar	52,759	10,13	-420,8
6	Sawah irigasi	52,603	52,363	-0,5
7	Sawah tanah hujan	4,25	17,311	307,3
	Luas total	301,9	301,9	

Sumber : Bakosurtanal

Dari Tabel 1. di atas dapat dilihat bahwa telah terjadi perubahan tata guna lahan pada beberapa luas lahan terbuka seperti hutan, tegalan/ladang, semak belukar, dan sawah irigasi. Pada lahan tersebut terjadi penurunan luas lahan yaitu hutan mengalami prosentase penurunan sebesar 20,5%, tegalan/ladang sebesar 121,3%, semak belukar sebesar 420,8 %, dan sawah irigasi sebesar 0,5%. Kondisi yang berbeda terjadi pada luas lahan pemukiman yang mengalami peningkatan sebesar 96,5%, perkebunan sebesar 334,7%, dan sawah tadah hujan sebesar 307,3%.

Kondisi peningkatan yang terjadi pada luas lahan pemukiman dapat dijabarkan sebagai berikut yaitu pada kawasan DAS hulu pemukiman berkembang secara alami seperti pada daerah Petang dan Kintamani, pada bagian DAS tengah pemukiman berkembang secara pesat sebagai bagian dari pembangunan fasilitas penunjang pariwisata seperti hotel, vila, dan restoran yang keberadaanya terkonsentrasi pada kawasan wisata Ubud ke selatan. Pada DAS hilir penggunaan lahan untuk pemukiman berkembang cukup pesat terkait dengan keberadaanya yang berdekatan dengan Kota Denpasar. Sedangkan peningkatan pada luas lahan perkebunan tidak

terlepas dari adanya alih fungsi dari lahan tegalan/ladang. Hal ini berkaitan dengan adanya pemanfaatan lahan tersebut untuk budi daya tanaman oleh penduduk setempat terutama jenis tanaman kopi dan jeruk di DAS Ayung hulu yaitu Petang dan Kintamani (Bappeda, 2002).

Berdasarkan identifikasi masalah di atas bahwa telah terjadi perubahan tata guna lahan pada DAS Ayung yang berpotensi terhadap besaran debit banjir. Mengingat DAS Ayung merupakan DAS yang sangat luas maka kondisi perubahan tata guna lahan yang terjadi pada DAS Ayung dapat diwakili oleh salah satu kondisi Sub-DASnya. Dari salah satu kondisi Sub-DAS tersebut dapat dilakukan analisis perubahan tata guna lahan untuk mengetahui seberapa besar pengaruhnya terhadap fluktuasi debit banjir yang terjadi. Untuk dapat mengetahui kondisi tersebut dilakukan analisis hidrologi berdasarkan dari data hidrologi dan data parameter DASnya. Sebagai bantuan dalam analisis spasial (ruang) digunakan Sistem Informasi Geografis (GIS). Sistem ini berbasis pada sistem koordinat dan berorientasi pada data spasial (ruang) dan data tabel (atribut) yang dapat dikerjakan secara manual atau melalui aplikasi software GIS seperti Arcinfo, ArcView, MapInfo, dan AutoCAD Map. Melalui GIS diharapkan dapat lebih mudah dilakukan analisis spasial (ruang) terhadap pola tata guna lahan yang ada.

Berdasarkan pada kondisi tersebut diketahui bahwa telah terjadi perubahan tata guna lahan yang berpotensi terhadap perubahan debit banjir. Oleh karena itu perlu diketahui kontribusi perubahan tata guna lahan terhadap debit banjir yang terjadi pada DAS Ayung periode tahun 1992 sampai tahun

2000 dan bagaimana trend yang terjadi periode tahun tersebut. Dalam studi ini diambil salah satu Sub DAS Ayung yaitu DAS Tampus.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menghitung prosentase perubahan tata guna lahan, menghitung debit banjir dan seberapa besar debit banjir yang terjadi periode tahun tersebut dan trend hubungan keduanya. Sedangkan manfaat yang dapat diambil dari pembahasan masalah ini adalah untuk mengetahui dan menganalisis perubahan tata guna lahan terhadap debit banjir yang terjadi sehingga nantinya diperoleh informasi untuk perencanaan tata guna lahan secara tepat agar kontribusinya terhadap debit banjir dapat diketahui.

## **DATA DAN LANDASAN TEORI**

### **Data**

Data-data yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah berupa data primer dan data sekunder. Data primer antara lain adalah berupa observasi (pengamatan langsung) keadaan tata guna lahan dan kondisi DAS sedangkan data sekunder adalah sebagai berikut:

- a. Peta Daerah Aliran Sungai (DAS).  
Peta DAS Ayung dan Sub DAS Tampus diperoleh dari peta rupa bumi Bakosurtanal, 2000.
- b. Data hujan.  
Data curah hujan harian maksimum tahunan periode tahun 1992 sampai 2000 diperoleh dari BMG Ngurah Rai, Bali.
- c. Peta topografi.  
Peta topografi tahun 2000 diperoleh dari peta rupa bumi Bakosurtanal, 2000.
- d. Peta tata guna lahan (*land use*).

Peta tata guna lahan yang digunakan sebagai evaluasi adalah peta tata guna lahan terakhir keluaran tahun 1992 dan tahun 2000 yang diperoleh dari peta rupa bumi Bakosurtanal tahun 1992 dan tahun 2000.

- e. Data pengukuran debit aliran harian diperoleh dari PPSA, Dinas PU Provinsi Bali dan Bidang Pengairan, Dinas PU Kabupaten Gianyar.
- f. Data-data penunjang lainnya berupa jurnal penelitian sebagai sumber informasi.

**Landasan Teori**

**Rumus Rasional**

Debit banjir (Q) dihitung dengan rumus Rasional  $Q = 0,278 C.I.A$ . dengan mencari koefisien pengaliran (C), intensitas hujan (I), dan luasan masing-masing tata guna lahan pada DAS (A).

**Metode Polygon Thiessen**

Metode perhitungan hujan daerah ini digunakan apabila titik pengamatan di dalam daerah itu tidak tersebar merata. Perhitungan hujan rata-rata daerah dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh tiap titik pengamatan. Cara ini didasarkan atas cara rata-rata timbang (*weighted average*).

$$d = \frac{A1.d1 + A2.d2 + \dots + An.dn}{A}$$

$$d = \sum_{i=1}^n \frac{Ai .di}{A} \dots\dots\dots(1)$$

dengan:

- A = Luas area.
- d = Tinggi curah hujan rata-rata.

- $d1,d2,d3\dots dn$  = Tinggi curah hujan di pos 1,2,3,... n.
- $A1,A2,A3\dots An$  = Luas daerah pengaruh di pos 1,2,3,...n

Sebelum perhitungan distribusi hujan daerah dilakukan uji konsistensi data hujan dengan Analisis Kurva Massa Ganda (*Double Mass Curve*).

**IDF (Intensity Duration Frequency)**

Karena metode rasional belum dapat memunculkan informasi kala ulang dibuat *Intensitas Durasi Frekuensi* (IDF) dengan menggunakan metode Mononobe untuk mencari intensitas hujannya, sedangkan rumus Talbot, Sherman, dan Ishiguro untuk mencari parameter dalam kurva IDFnya.

➤ **Metode Mononobe**

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[ \frac{24}{t} \right]^{2/3} \dots\dots\dots(2)$$

dengan:

- I = Intensitas hujan (mm/jam).
- T = Lama waktu hujan (jam).
- $R_{24}$  = Curah hujan maksimum dalam 24 Jam (mm).

➤ **Metode Talbot**

$$I = \frac{a}{t + b} \dots\dots\dots(3)$$

$$a = \frac{\sum [I.t] \sum [I^2] - \sum [I^2.t] \sum [I]}{N \cdot \sum [I^2] - [\sum I]^2} \dots\dots(4)$$

$$b = \frac{\sum I \sum [I.t] - N \sum [I^2.t]}{N \cdot \sum [I^2] - [\sum I]^2} \dots\dots(5)$$

➤ **Metode Sherman**

$$I = \frac{a}{t^n} \dots\dots\dots(6)$$

$$\text{Log } a = \frac{\sum \log I \cdot \sum [\log t]^2 - \sum [\log I \cdot \log t] \sum \log t}{N \cdot \sum [\log t]^2 - [\sum \log t]^2} \dots (7)$$

$$n = \frac{\sum \log I \cdot \sum \log t - N \cdot \sum [\log I \cdot \log t]}{N \cdot \sum [\log t]^2 - [\sum \log t]^2} \dots (8)$$

➤ **Metode Ishiguro**

$$l = \frac{a}{\sqrt{t} + b} \dots (9)$$

$$a = \frac{\sum [l \cdot \sqrt{t}] \sum [t^2] - \sum [t^2 \cdot \sqrt{t}] \sum l}{N \cdot \sum [t^2] - [\sum t]^2} \dots (10)$$

$$b = \frac{\sum l \sum [t \cdot \sqrt{t}] - N \sum [t^2 \cdot \sqrt{t}]}{N \cdot \sum [t^2] - [\sum t]^2} \dots (11)$$

dengan:

- l = Intensitas hujan (mm/jam).
- t = Lama waktu hujan (jam).
- a,b,n = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)
- N = Jumlah data.

**Distribusi Gumbel**

Untuk mencari distribusi yang sesuai berdasarkan Sri Harto, 1993 maka parameter statistik diuji dulu dengan metode Momen dengan menghitung Cv, Cs, Ck. Hasil uji menunjukkan bahwa distribusi Gumbel yang sesuai. Distribusi ini memiliki persamaan umum sebagai berikut:

$$X = \bar{X} + s \cdot K \dots (12)$$

dengan:

X = besarnya curah hujan rancangan untuk periode ulang T tahun.

$\bar{X}$  = Harga rerata dari data.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \dots (13)$$

s = Standard deviasi.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots (14)$$

K = Faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari periode ulang (*return period*) dan tipe distribusi.

**Waktu Konsentrasi**

Karena rumus Rasional tidak dapat mendistribusikan waktu ke waktu dari debit mencapai puncak dan turun kembali maka perlu dihitung waktu konsentrasi (tc) adalah lama waktu yang diperlukan untuk mencapai titik pengamatan oleh hujan yang jatuh di tempat terjauh dari titik pengamatan. Waktu konsentrasi dibagi menjadi dua yaitu waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air melalui permukaan tanah ke saluran terdekat (*tof: time overland flow*) dan waktu untuk mengalir di dalam salurannya ke tempat yang diukur (*tdf: time detention flow*).

$$tc = \left[ \frac{0,87 \cdot xL^2}{1000 \cdot xS} \right]^{0,385} \dots (15)$$

dengan:

- tc = Waktu konsentrasi (jam).
- L = Panjang saluran utama dari hulu sampai hilir (m).
- S = Kemiringan rata-rata saluran utama

Waktu konsentrasi (tc) dapat juga dihitung dengan membedakannya menjadi 2 komponen yaitu:

$$tof = \left[ \frac{2}{3} \cdot x3,28 \cdot xLx \frac{nd}{\sqrt{S}} \right]^{0,167} \dots (16)$$

$$tdf = \frac{Ls}{60 \cdot V} \dots (17)$$

$$tc = tof + tdf \dots (18)$$

dengan:

$n_d$  = Koefisien retardasi

$S$  = Kemiringan rata saluran.

$V$  = Kecepatan aliran di dalam saluran

$L_s$  = Panjang lintasan aliran di dalam saluran.

### **Koefisien Pengaliran**

Koefisien pengaliran ( $C$ ) adalah perbandingan antara jumlah air yang mengalir di suatu daerah akibat turunnya hujan dengan jumlah hujan yang turun di daerah tersebut. Besarnya koefisien pengaliran antara lain dipengaruhi oleh keadaan hujan, luas dan bentuk daerah pengaliran, kemiringan DAS, daya infiltrasi dan perkolasi tanah.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil Perhitungan**

Berdasarkan kondisi topografi dan geografis maka DAS Tampus yang merupakan salah satu Sub DAS Ayung terpilih untuk dianalisis karena memiliki luas daerah tangkapan (*catchment area*) sekitar 459,07 Ha atau 4,5907 km<sup>2</sup> yang masih memenuhi persyaratan batasan metode Rasional kurang dari 800 Ha. (Schwab et al, 1981). Karena metode Rasional didasarkan atas semua curah hujan menjadi limpasan permukaan dan lama waktu hujan (waktu konsentrasi) sedemikian rupa sehingga keseimbangan debit dicapai, maka metode ini hanya cocok untuk daerah tangkapan yang kecil. (Soemarto, C.D., 1993).

### **Uji konsistensi data hujan Sub DAS Tampus**

Uji konsistensi data hujan pada DAS Tampus adalah berdasarkan ketiga stasiun hujan terdekat yaitu Stasiun hujan Pelaga, Susut, dan Luwus. Berdasarkan hasil uji konsistensi data hujan dari ketiga stasiun hujan yaitu stasiun hujan Pelaga, Luwus, dan Susut diperoleh nilai korelasi grafik berturut-turut adalah sebesar 0,9954 untuk stasiun hujan Pelaga, 0,9698 untuk stasiun hujan Luwus, dan 0,9828 untuk stasiun hujan Luwus. Sehingga data hujan ketiga stasiun hujan tersebut adalah konsisten.

### **Perhitungan distribusi hujan daerah DAS Tampus**

Perhitungan distribusi hujan daerah pada DAS Tampus dengan metode Polygon Thiessen sehingga didapatkan luasan daerah pengaruh hujan dari ketiga stasiun hujan terdekat adalah seperti pada Lampiran 5. Kemudian luas daerah pengaruh hujan dikalikan dengan curah hujan harian maksimum dari masing masing stasiun hujan periode tahun 1992 sampai 2000.

### **Perhitungan uji parameter statistik**

Berdasarkan hasil uji statistik didapatkan nilai  $\bar{X} = 142,034$ ,  $S = 40,131$ ;  $C_k = 2,0058$ ;  $C_s = 1,143$ ; dan  $C_v = 0,339$ , maka distribusi Gumbel memenuhi parameter statistik tersebut. Kemudian dilanjutkan dengan uji kesesuaian distribusi dengan uji Smirnov-Kolmogorov dan Chi-Square. Hasil uji Smirnov-kolmogorov diperoleh nilai  $D_{maks} < D_0$  ( $0,116 < 0,498$ ), dan uji Chi-Square didapat nilai peluang  $62,3\% > 5\%$  sehingga kedua uji tersebut memenuhi.

### **Perhitungan curah hujan rancangan**

Perhitungan curah hujan rancangan dengan metode Gumbel periode tahun 1992 sampai 2000 dihasilkan curah hujan harian maksimum pada DAS Tampus berdasarkan kala ulangnya relatif tinggi dengan  $R_{1000} = 439,904$  mm.

#### **Perhitungan intensitas durasi frekuensi (IDF)**

Perhitungan kurva IDF berdasarkan persamaan Mononobe, Talbot, Sherman, dan Ishiguro didapatkan bahwa nilai persamaan intensitas hujan Sherman yang memiliki penyimpangan (deviasi) terkecil yaitu sebesar -0,009 untuk kala ulang 2 tahun. Nilai deviasi ini diperoleh dari nilai uji kesesuaian persamaan intensitas hujan. Hasil perhitungan intensitas hujan Sherman beserta Kurva IDF nya digunakan untuk memberikan nilai I dalam berbagai kala ulang pada rumus Rasional.

#### **Perhitungan waktu konsentrasi**

Waktu konsentrasi ( $t_c$ ) diperoleh dengan menjumlahkan  $t_{of}$  (berdasarkan masing-masing tata guna lahan) dan  $t_{df}$  (berdasarkan kondisi kecepatan aliran di sungai). Kemiringan rata-rata ( $S$ ) adalah sebesar 0,0478.

Nilai  $t_c$  dipakai untuk mencari hubungan intensitas hujan ( $I$ ) dalam berbagai kala ulang pada kurva IDFnya sehingga akan diperoleh besaran  $I$  tertentu untuk kala ulang yang diminta. Nilai  $I$  inilah yang akan dimasukkan dalam rumus Rasional.

#### **Perhitungan luas masing-masing tata guna lahan**

Luas masing-masing tata guna lahan pada tahun 1992 dan 2000 dianalisis

dengan bantuan Sistem Informasi Geografis (GIS) seperti pada Lampiran 10 dan 11.

#### **Penentuan koefisien pengaliran**

Penentuan besaran nilai  $C$  dalam rumus Rasional memang sangat sulit tetapi  $C < 1$  (Soemarto, C.D., 1993). Dalam penelitian ini nilai koefisien pengaliran ( $C$ ) diambil dari penelitian yang dilakukan oleh Sandi Adnyana, 2006 dan Iman Subarkah, 1980. Sebagai pembandingan juga diambil nilai  $C$  dari Hassing dalam Suripin, 2004.

#### **Perhitungan debit banjir**

Perhitungan debit banjir ( $Q$ ) digunakan metode Rasional  $Q = 0,278 C I A$ . Debit banjir dihitung berdasarkan perubahan tata guna lahan yang terjadi pada tahun 1992 dan tahun 2000. Karena adanya perubahan tata guna lahan yang memang terjadi di lokasi studi mengakibatkan nilai  $C$  dan  $t_c$  yang berbeda maka perbandingan hanya didasarkan dari nilai  $Q$  banjir saja.

Berdasarkan nilai  $C$  dari Sandi Adnyana dan Iman Subarkah diperoleh  $Q_{1000}$  pada analisis dengan tata guna lahan tahun 1992 =  $5.481 \text{ m}^3/\text{dt}$  dan  $Q_{1000}$  dengan tata guna lahan tahun 2000 =  $3.817 \text{ m}^3/\text{dt}$ .

Sedangkan berdasarkan nilai  $C$  dari Hassing diperoleh  $Q_{1000}$  pada analisis dengan tata guna lahan tahun 1992 =  $52.125 \text{ m}^3/\text{dt}$  dan  $Q_{1000}$  dengan tata guna lahan tahun 2000 =  $44.848 \text{ m}^3/\text{dt}$ . Perbedaan ini disebabkan oleh nilai  $C$  hasil penelitian Sandi Adnyana tentang *Laju Aliran Permukaan dan Erosi pada Beberapa Tipe Penggunaan Lahan di Daerah Aliran Sungai Ayung Hulu, Bali* yang sebenarnya menjadi referensi utama dalam penelitian ini berbeda



dengan nilai C yang dikeluarkan oleh Hassing dalam Suripin 2004.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Dari analisis di atas dapat disimpulkan bahwa terjadi penurunan debit banjir akibat perubahan tata guna lahan di DAS Tampus yang merupakan salah satu Sub DAS Ayung. Hal ini disebabkan oleh faktor berubahnya tata guna lahan dari empat item : sawah irigasi, semak belukar, pemukiman dan tegalan/ladang/tanah kosong menjadi lima item : sawah irigasi, semak belukar, pemukiman, tegalan/ladang/tanah kosong dan perkebunan sehingga menyebabkan meningkatnya waktu konsentrasi ( $t_c$ ) yang menyebabkan menurunnya intensitas hujan ( $I$ ). Hal ini memang sesuai dengan kondisi eksisting di DAS Tampus. Secara teori dapat dijelaskan apabila dengan kondisi curah hujan sama (hujan rancangan diambil dari data tahun 1992 – 2000), tetapi variasi bukaan lahan berubah maka waktu dari hujan dari titik terjauh menuju titik pengamatan ( $t_c$ ) pun akan berubah. Apabila terjadi peningkatan nilai  $t_c$  maka dengan curah hujan yang sama akan menyebabkan intensitas hujannya menurun. Nilai  $t_c$  di DAS Tampus menjadi lebih panjang yang pada tahun 1992 116 menit menjadi 121 menit tahun 2000 dikarenakan terjadi proses penutupan lahan oleh vegetasi yaitu adanya perkebunan baru di lokasi studi sehingga memperlambat proses hujan menjadi limpasan permukaan yang secara langsung memperkecil debit puncaknya (*dengan catatan besaran hujan rancangannya tetap antara analisis di tahun 1992 dan 2000*).

### Saran

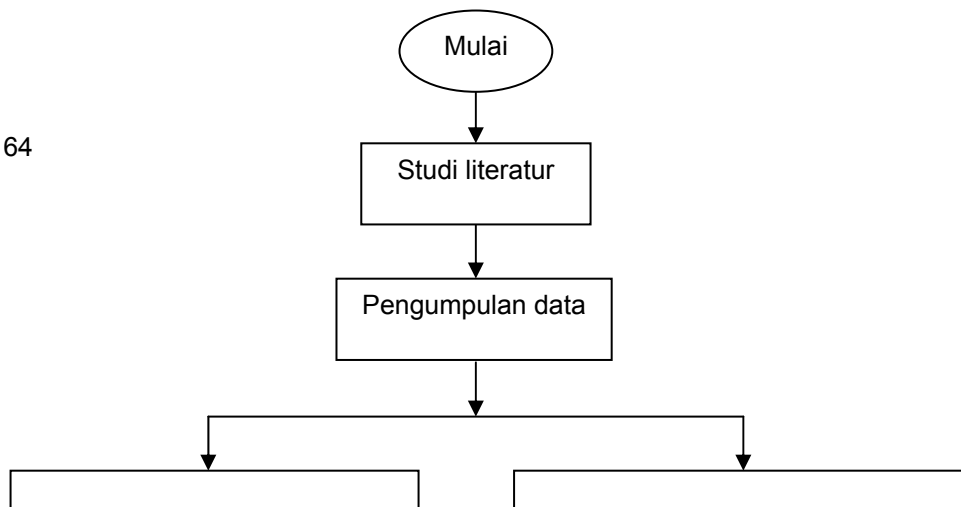
Dalam analisis perubahan tata guna lahan terhadap debit banjir ada beberapa saran yang dapat diberikan, antara lain:

- a. Nilai koefisien pengaliran (C) yang digunakan dalam analisis perhitungan masih dari beberapa sumber diantaranya penelitian Sandi Adnyana tentang nilai C di DAS Ayung, Iman Subarkah dan Hassing. Diharapkan ada penelitian nilai C yang bisa mewakili kondisi sebenarnya.
- b. Diharapkan adanya penelitian serupa dan berkelanjutan terhadap hal ini terutama pada Daerah Aliran Sungai (DAS) yang berpotensi tinggi untuk mengalami perubahan tata guna lahan menjadi kawasan hunian sebagai dampak dari pembangunan infrastruktur penunjang pariwisata itu sendiri.
- c. Diharapkan adanya pencatatan tinggi muka air (AWLR) pada setiap sungai besar secara kontinyu dan berkelanjutan agar fluktuasi debit banjir yang terjadi dapat terpantau dengan baik sehingga dampak banjir yang mungkin ditimbulkan dapat dicegah sedini mungkin

## DAFTAR PUSTAKA

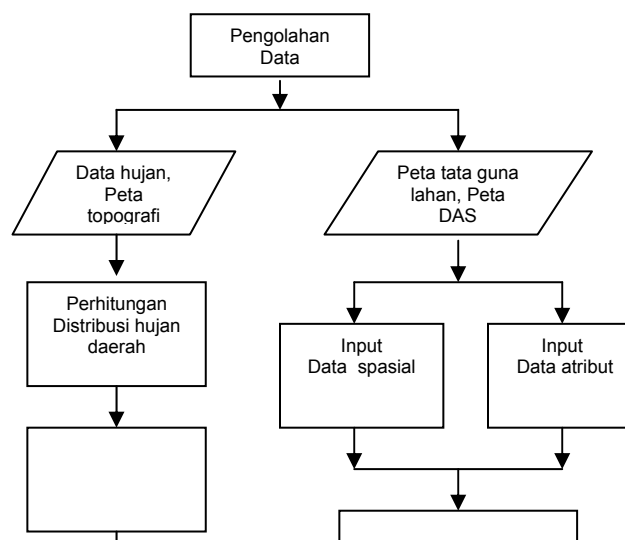
1. Loebis, Joesron. 1992. Banjir Rencana Untuk Bangunan Air, Penerbit Departemen Pekerjaan Umum.
2. Prahasta, Eddy. 2002. Konsep-konsep Dasar Sistem Informasi Geografis, Penerbit Informatika, Bandung.
3. Pranoto, S.A., 2001. *Pemodelan Sistem Informasi Geografis (SIG) Dalam Analisis Distribusi Ruang Debit banjir (Spatial Distribution Of*

- Flood) Sungai Beringin, Jurnal dan Pengembangan Keairan Laboratorium Pengaliran Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro, Semarang, Vol. 2 No 8, Desember, pp. 53-71.
4. Suroso, 2006. *Analisis Curah Hujan untuk Membuat Kurva Intensity Duration Frequency (IDF) di Kawasan Rawan Banjir Kabupaten Banyumas*, Jurnal Teknik Sipil Universitas Jenderal Soedirman, Jawa Tengah, Vol. 3 No. 1, Januari, pp. 37-40.
  5. Sandi Adnyana, I.W. 2006. *Laju Aliran Permukaan dan Erosi pada Beberapa Tipe Penggunaan Lahan di Daerah Aliran Sungai Ayung Hulu, Bali*, Jurnal Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Udayana, Bali, Vol. 1 No. 1, Mei, pp. 11-14.
  6. Soemarto, C.D. 1991. *Hidrologi Teknik*, Penerbit Erlangga, Surabaya
  7. Sosrodarsono, S. 1987. *Hidrologi Untuk Pengairan*, Penerbit PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
  8. Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data Jilid 1*, Penerbit Nova, Bandung
  9. Sri Harto, Br. 1993. *Analisis Hidrologi*, Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
  10. Subarkah, Iman. 1980. *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*, Penerbit Idea Dharma, Bandung..
  11. Sudjarwadi, 1987. *Teknik Sumber Daya Air*, Penerbit PAU Ilmu Teknik UGM,
  12. Yogyakarta.
  13. Suripin, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
  14. Schwab. O. Glen, et. al, 1981. *Soil and Water Conservation Engineering*, Jhon Wiley and Sons Inc., New York
  15. Wijatmiko, Indradi. 2003. *Evaluasi Pengaruh Perubahan Tataguna Lahan Terhadap Debit banjir dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis di Daerah Pengaliran Sungai Ngukir Kabupaten Malang*, Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil Universitas Brawijaya, Malang.



..

Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian

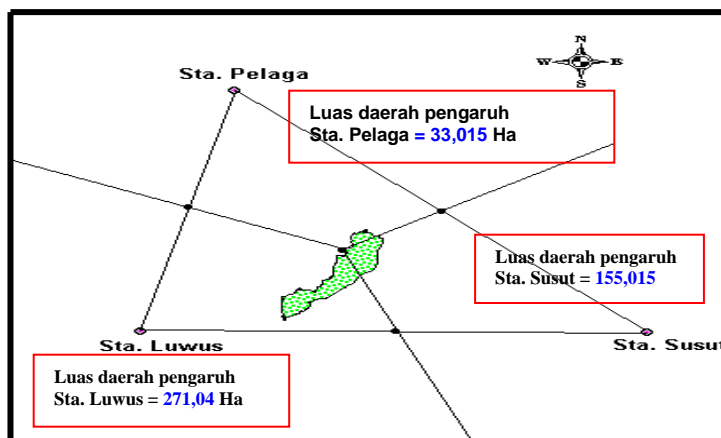


Lampiran 2. Diagram Alir Pengolahan Data

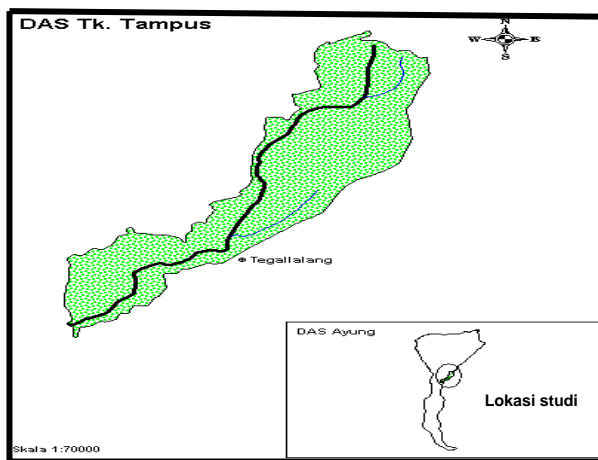
Lampiran 3. Syarat Pemilihan Metode Distribusi Frekuensi

No.	Jenis Metode	Keterangan
1	Normal	Nilai Cs mendekati nol, Ck = 3
2	Log Normal	Nilai Cs mendekati 3 Cv
3	Gombel	Nilai Cs mendekati 1,139 dan Ck < 5,4002
4	Log Person Type III	Apabila tidak menunjukkan sifat-sifat seperti ketiga distribusi diatas

Sumber : Sri Harto, 1993



Lampiran 4. Posisi DAS Tampus



Lampiran 5. Polygon Thiessen DAS Tampus

Lampiran 6. Perhitungan Hujan Rancangan

No	Kala Ulang (t)	Yt	Hujan Rancangan (Xt)
----	----------------	----	----------------------

tahun		(mm)	
1	2	0,366	135,049
2	5	1,510	188,425
3	10	2,250	222,951
4	20	2,970	256,543
5	50	3,900	299,934
6	100	4,600	332,594
7	500	6,210	407,711
8	1000	6,900	439,904

Lampiran 7. Perhitungan Intensitas hujan Sherman

No	t	I <sub>2</sub>	I <sub>5</sub>	I <sub>10</sub>	I <sub>20</sub>	I <sub>50</sub>	I <sub>100</sub>	I <sub>500</sub>	I <sub>1000</sub>
1	10	154,624	215,044	254,613	292,971	342,516	379,808	465,576	501,489
2	20	97,384	135,438	160,359	184,517	215,722	239,209	293,227	315,845
3	30	74,308	103,344	122,361	140,794	164,604	182,526	223,744	241,002
4	40	61,334	85,301	100,997	116,212	135,865	150,657	184,679	198,924
5	60	46,800	65,088	77,064	88,674	103,670	114,957	140,917	151,787
6	120	29,476	40,993	48,536	55,848	65,293	72,402	88,752	95,598
7	180	22,491	31,280	37,035	42,614	49,821	55,246	67,721	72,945
8	240	18,564	25,818	30,569	35,174	41,123	45,600	55,897	60,209
9	300	15,997	22,248	26,342	30,310	35,436	39,294	48,167	51,883
Σ		520,978	724,553	857,876	987,114	1154,049	1279,698	1568,679	1689,682

Sumber: Hasil perhitungan

Lampiran 8. Perhitungan Waktu Konsentrasi (tc) dan Intensitas hujan (I) TGL 1992

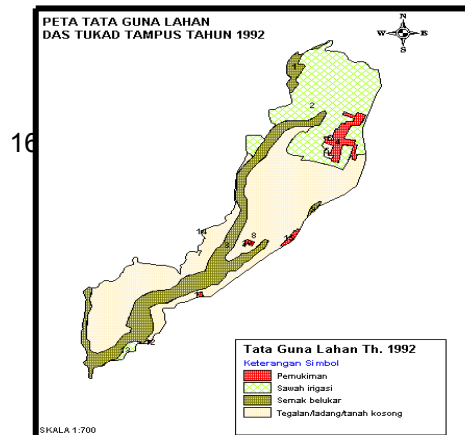
No	Tata Guna lahan	Waktu Konsentrasi (tc)			Nilai tc Dibulatkan (menit)	Dari Nilai tc didapatkan Nilai Intensitas Hujan (I) dari Kurva IDF							
		tof (menit)	tdf (menit)	tc (menit)		I2 (mm/jam)	I5 (mm/jam)	I10 (mm/jam)	I20 (mm/jam)	I50 (mm/jam)	I100 (mm/jam)	I500 (mm/jam)	I1000 (mm/jam)
1	Sawah irigasi	5,121	97	115,917	116	30,150	41,931	49,646	57,126	66,786	74,058	90,781	97,784
2	Semak belukar	5,749	97	115,917	116	30,150	41,931	49,646	57,126	66,786	74,058	90,781	97,784
3	Pemukiman	3,258	97	115,917	116	30,150	41,931	49,646	57,126	66,786	74,058	90,781	97,784
4	Tegalan/ ladang/ tanah kosong	4,789	97	115,917	116	30,150	41,931	49,646	57,126	66,786	74,058	90,781	97,784
Σ		18,917											

Sumber: Hasil perhitungan

Lampiran 9. Perhitungan Waktu Konsentrasi (tc) dan Intensitas hujan (I) TGL 2000

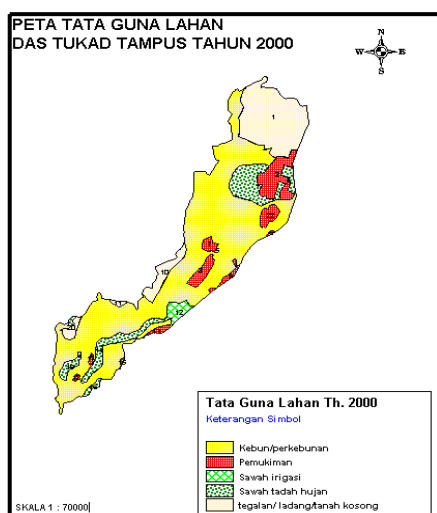
No	Tata Guna lahan	Waktu Konsentrasi (tc)			Nilai tc Dibulatkan (menit)	Dari Nilai tc didapatkan Nilai Intensitas Hujan (I) dari Kurva IDF							
		tof (menit)	tdf (menit)	tc (menit)		I2 (mm/jam)	I5 (mm/jam)	I10 (mm/jam)	I20 (mm/jam)	I50 (mm/jam)	I100 (mm/jam)	I500 (mm/jam)	I1000 (mm/jam)
1	Sawah irigasi	5,121	97	120,914	121	29,313	40,767	48,268	55,540	64,933	72,002	88,262	95,070
2	Sawah tadah hujan	5,373	97	120,914	121	29,313	40,767	48,268	55,540	64,933	72,002	88,262	95,070
2	Pemukiman	3,258	97	120,914	121	29,313	40,767	48,268	55,540	64,933	72,002	88,262	95,070
3	Tegalan/ ladang/ tanah kosong	4,789	97	120,914	121	29,313	40,767	48,268	55,540	64,933	72,002	88,262	95,070
4	Kebun/perkebunan	5,373	97	120,914	121	29,313	40,767	48,268	55,540	64,933	72,002	88,262	95,070
Σ		23,914											

Sumber: Hasil perhitungan



No	Tata Guna lahan Th. 1992	Luas (Ha)	Sumber
1	Semak belukar	6,84	Bakosurtanal, 1992
2	Sawah irigasi	119,60	Bakosurtanal, 1992
3	Semak belukar	85,08	Bakosurtanal, 1992
4	Pemukiman	11,63	Bakosurtanal, 1992
5	Tegalan/ladang/tanah kosong	1,71	Bakosurtanal, 1992
6	Tegalan/ladang/tanah kosong	0,25	Bakosurtanal, 1992
7	Tegalan/ladang/tanah kosong	86,72	Bakosurtanal, 1992
8	Tegalan/ladang/tanah kosong	140,98	Bakosurtanal, 1992
9	Semak belukar	0,96	Bakosurtanal, 1992
10	Pemukiman	0,64	Bakosurtanal, 1992
11	Pemukiman	0,27	Bakosurtanal, 1992
12	Pemukiman	0,08	Bakosurtanal, 1992
13	Sawah irigasi	2,77	Bakosurtanal, 1992

Lampiran 10. Luas Tata Guna Lahan DAS Tampus Tahun 1992



No	Tata Guna lahan Th. 2000	Luas (Ha)	Sumber
1	Tegalan/ladang/tanah kosong	68,73	Bakosurtanal, 1992
2	Pemukiman	19,02	Bakosurtanal, 1992
3	Sawah tadah hujan	3,90	Bakosurtanal, 1992
4	Sawah tadah hujan	22,04	Bakosurtanal, 1992
5	Kebun/perkebunan	282,10	Bakosurtanal, 1992
6	Pemukiman	0,33	Bakosurtanal, 1992
7	Pemukiman	3,01	Bakosurtanal, 1992
8	Pemukiman	6,20	Bakosurtanal, 1992
9	Pemukiman	2,53	Bakosurtanal, 1992
10	Tegalan/ladang/tanah kosong	11,51	Bakosurtanal, 1992
11	Tegalan/ladang/tanah kosong	1,13	Bakosurtanal, 1992
12	Sawah irigasi	6,87	Bakosurtanal, 1992
13	Pemukiman	2,04	Bakosurtanal, 1992
14	Sawah tadah hujan	13,79	Bakosurtanal, 1992
15	Pemukiman	0,39	Bakosurtanal, 1992
16	Sawah tadah hujan	1,70	Bakosurtanal, 1992
17	Pemukiman	0,64	Bakosurtanal, 1992
18	Pemukiman	0,52	Bakosurtanal, 1992
19	Sawah tadah hujan	3,72	Bakosurtanal, 1992
20	Tegalan/ladang/tanah kosong	3,02	Bakosurtanal, 1992
21	Sawah tadah hujan	0,80	Bakosurtanal, 1992
22	Pemukiman	5,08	Bakosurtanal, 1992
?	Luas DAS	459,07	

Sumber: Hasil Perhitungan

Lampiran 11. Luas Tata Guna Lahan DAS Tampus Tahun 2000

Lampiran 12. Nilai Koefisien Limpasan (C)

No	Tata Guna Lahan	Harga C	Sumber
1	Tegalan/ladang/tanah kosong	0,0719	Sandi Adnyana, 2006
2	Perkebunan	0,0256	Sandi Adnyana, 2006
3	Sawah Irigasi	0,40	Subarkah, 1980
4	Sawah tadah hujan	0,35	Subarkah, 1980
5	Semak belukar	0,0005	Sandi Adnyana, 2006
6	Pemukiman	0,50	Subarkah, 1980

Sumber: Adnyana dan Subarkah, 2006

C = Ct + Cs + Cv				
Topografi, Ct		Tanah, Cs		Vegetasi, Cv
Datar (<1%)	0.03	Pasir dan gravel	0.04	Hutan 0.04
Bergelombang (1-10%)	0.08	Lempung dan pasir	0.08	Pertanian 0.11
Perbukitan (10-20%)	0.16	Lempung dan lanau	0.16	Padang rumput 0.21
Pegunungan (>20%)	0.26	Lapisan batu	0.26	Tanpa tanaman 0.28

Sumber: Hassipin dalam Suripin, 2004.

Lampiran 13. Debit Banjir dengan Variasi Nilai C

Debit Banjir dengan Nilai C dari Adnyana dan Iman Subarkah Debit Banjir dengan Nilai C dari Hassing

Kala Ulang (Th)	Debit Banjir (m <sup>3</sup> /dt)		Kala Ulang (Th)	Debit Banjir (m <sup>3</sup> /dt)	
	1992	2000		1992	2000
2	1.690	1.176	2	16.072	13.828
5	2.350	1.637	5	22.352	19.231
10	2.783	1.938	10	26.464	22.770
20	3.202	2.230	20	30.452	26.200
50	3.743	2.610	50	35.601	30.631
100	4.151	2.891	100	39.477	33.966
500	5.089	3.543	500	48.392	41.636
1000	5.481	3.817	1000	52.125	44.848

Sumber : Hasil perhitungan

Sumber : Hasil perhitungan