

## PENGARUH HUBUNGAN TATA GUNA LAHAN DENGAN DEBIT BANJIR PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI MALALAYANG

Fuad Halim

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

### ABSTRAK

*Debit pada Daerah Aliran Sungai Malalayang mengalami peningkatan dari tahun 2003 hingga tahun 2009. Di sisi lain Tata guna lahan di sekitar DAS Malalayang juga mengalami perubahan akibat pertumbuhan penduduk yang pesat dan perkembangan daerah perkotaan serta perkembangan ekonomi. Sebab itu perlu dilakukan kajian terhadap hubungan tata guna lahan dengan peningkatan debit yang terjadi pada DAS Malalayang.*

*DAS Malalayang memiliki luas Catchment sebesar 46,33 km<sup>2</sup> dan panjang sungai 15,6 km. Elevasi tertinggi di bagian hulu dari sungai ini adalah 1172 m di atas permukaan laut, dan kemiringan sungai Malalayang ini adalah 0,065. Data-data yang diperlukan berupa data curah hujan, peta tata guna lahan dan data tata guna lahan dan data topografi. Intensitas hujan jam-jaman, diperoleh dari data curah hujan harian maksimum tahunan stasiun Tinoor yang ditransformasikan menggunakan rumus Mononobe. Sedangkan untuk menghitung debit banjir rencana digunakan metode Rasional.*

*Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, tata guna lahan pada DAS Malalayang mengalami perubahan dari tahun 2002 hingga tahun 2009. Luas lahan permukiman meningkat dari 1,4855 km<sup>2</sup> menjadi 20,4450 km<sup>2</sup>, sedangkan luas lahan hutan dan perkebunan mengalami penurunan yaitu dari 7,7674 km<sup>2</sup> menjadi 4,9220 km<sup>2</sup> untuk luas lahan hutan dan dari 37,0782 km<sup>2</sup> menjadi 20,9717 km<sup>2</sup> untuk lahan perkebunan. Perubahan tata guna lahan ini mengakibatkan nilai koefisien pengaliran (C) menjadi semakin besar sehingga debit yang di hasilkan menjadi semakin besar pula. Namun pada tahun 2002 ke tahun 2003 terjadi penurunan debit banjir untuk periode ulang 5 tahun akibat intensitas hujan yang menurun pada tahun 2002 ke tahun 2003 untuk periode ulang 5 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa selain nilai koefisien pengaliran (C), nilai intensitas hujan juga berpengaruh terhadap hasil perhitungan debit banjir.*

*Dari hasil analisis korelasi dengan menggunakan persamaan regresi berganda (multiple regression) didapat nilai koefisien korelasi sebesar 0,02445. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perubahan tata guna lahan yang terjadi di sekitar DAS Malalayang mempengaruhi debit banjir pada DAS Malalayang.*

*Kata Kunci : Tata Guna Lahan, debit banjir, koefisien korelasi, DAS Malalayang*

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

DAS merupakan ekosistem alam yang dibatasi oleh punggung bukit. Air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir pada sungai-sungai yang akhirnya bermuara ke laut atau ke danau. Pada Daerah Aliran Sungai dikenal dua wilayah yaitu wilayah pemberi air (daerah hulu) dan wilayah penerima air (daerah hilir). Kedua daerah ini saling berhubungan dan mempengaruhi dalam unit ekosistem Daerah Aliran Sungai (DAS). Fungsi Daerah Aliran Sungai adalah sebagai areal penangkapan air (*catchment area*), penyimpan air (*water storage*) dan penyalur air (*distribution water*).

Berdasarkan data yang diperoleh dari BP DAS Tondano Provinsi Sulawesi Utara, DAS Malalayang merupakan Sub DAS dari Daerah

Aliran Sungai Tumpaan. Dalam “*Identifikasi Karakteristik Daerah Aliran Sungai Tumpaan*” yang dilakukan oleh BP DAS Tondano menyatakan bahwa dengan adanya perkembangan/pertumbuhan penduduk yang cukup pesat pada wilayah DAS Malalayang berakibat kepada intensitas penggunaan lahan yang semakin tinggi dan kecenderungan meluasnya lahan untuk pemenuhan kebutuhan akan bahan pangan serta tempat tinggal.

Pemanfaatan lahan yang kurang bijaksana oleh masyarakat yang bermukim pada wilayah DAS Malalayang akan menimbulkan berbagai gangguan ekosistem antara lain terganggunya tata air DAS yang mengakibatkan banjir dan erosi.

Dari peta topografi, dapat dilihat bahwa kawasan di sekitar Gunung Mahawu Tomohon, merupakan daerah tangkapan air hujan

(catchments area) bagi sungai Malalayang. Sungai yang melewati tengah kota mempunyai peranan strategis sebagai penyumbang aliran air (aliran bawah dan aliran permukaan) di kota Manado dalam hal ini Kelurahan Bahu. Sehingga keberadaannya sebagai kawasan resapan air menjadi sangat diperhatikan. Namun saat ini kondisi DAS Malalayang telah mengalami perubahan tata guna lahan dari kawasan non terbangun menjadi kawasan terbangun (pemukiman, perumahan dll). Hal ini mengakibatkan air hujan yang jatuh di bagian hulu tidak banyak lagi yang dapat meresap kedalam tanah melainkan lebih banyak melimpas (run-off) sehingga meningkatkan debit banjir di Sungai Malalayang.

### Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dapat dirumuskan bahwa:

1. Perkembangan yang terjadi di sekitar Sungai Malalayang mengakibatkan daerah tangkapan (catchmen area) yang berfungsi sebagai daerah resapan dan untuk menyimpan air tidak lagi bekerja secara maksimal.
2. Debit air di hilir Daerah Aliran Sungai Malalayang meningkat di saat hujan terjadi.

### Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini masalah yang dibahas adalah hubungan tata guna lahan dengan debit banjir pada DAS Malalayang. Perhitungan debit banjir menggunakan data curah hujan rata-rata dari stasiun hujan yang berpengaruh pada catchment area yaitu stasiun Tinooor.

Peta yang digunakan untuk analisis parameter DAS menggunakan peta rupa bumi dengan skala 1 : 50000.

### Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis hubungan antara tata guna lahan dengan debit banjir pada Daerah Aliran Sungai Malalayang.

### Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan :

1. Dapat memberikan informasi kepada masyarakat dan instansi yang terkait tentang keadaan daerah tangkapan DAS Malalayang dalam upaya pengendalian banjir, juga sebagai pertimbangan untuk pembangunan di daerah tersebut.
2. Memberi informasi kepada masyarakat di sekitar DAS Malalayang tentang debit air

yang bisa berubah pada saat curah hujan tinggi.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Beberapa Penelitian Terdahulu

Departemen Kehutanan Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Tondano (2009) dalam laporan tentang *Hasil Identifikasi Karakteristik Daerah Aliran Sungai Tumpaan Propinsi Sulawesi Utara*, menulis bahwa perkembangan/pertumbuhan penduduk yang cukup pesat pada wilayah DAS akan berakibat kepada intensitas penggunaan lahan yang semakin tinggi dan kecenderungan meluasnya lahan untuk pemenuhan kebutuhan akan bahan pangan serta tempat tinggal. Pemanfaatan lahan yang kurang bijaksana oleh masyarakat yang bermukim pada wilayah DAS akan menimbulkan berbagai gangguan ekosistem antara lain terganggunya tata air DAS yang mengakibatkan banjir dan erosi.

Farida Hardaningrum, M. Taufik, dan Bangun Muljo S., (2005) dalam tulisan tentang *Analisis Genangan Air Hujan di Kawasan Delta dengan Menggunakan Penginderaan Jauh dan Sig* menulis bahwa terjadinya genangan air disebabkan oleh banyak faktor, antara lain faktor alamiah dan faktor tindakan manusia. Faktor alamiah, diindikasikan oleh curah hujan yang tinggi, topografi suatu daerah dan kondisi alam daerah itu (jenis tanah, bentuk aliran sungai, dsb). Sedangkan faktor tindakan manusia antara lain: perubahan tata guna lahan akibat pengundulan hutan (*deforestasi*) dan perluasan kota.

Sismiaji (2009) dalam penelitian tentang *Kajian Pengaruh Perubahan Tataguna Lahan Terhadap Limpasan Permukaan di Kota Surakarta* menulis bahwa perkembangan kota yang semakin pesat dengan peningkatan jumlah penduduk, kebutuhan air, dan konversi lahan dari area terbuka menjadi area terbangun mengisyaratkan akan berkurangnya daerah resapan di kota Solo. Sehingga air hujan yang turun ke tanah tidak bisa meresap dan langsung mengalir ke saluran-saluran menuju Sungai

Suroso dan Hery (2003) dalam penelitian tentang *Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit Banjir Daerah Aliran Sungai Banjarian* menulis bahwa aliran/genangan air dapat terjadi karena adanya luapan-luapan pada daerah di kanan atau kiri sungai akibat alur sungai tidak memiliki kapasitas yang cukup bagi debit aliran yang lewat hal tersebut terjadi karena

pada musim penghujan air hujan yang jatuh pada daerah tangkapan air (*catchment area*) tidak banyak yang dapat meresap ke dalam tanah melainkan lebih banyak melimpas sebagai debit air sungai. Jika debit sungai ini terlalu besar dan melebihi kapasitas tampang sungai, maka akan menyebabkan banjir.

Undang Kurnia, Sudirman, Ishak Juarsah, dan Yoyo Soelaeman (2001) dalam penelitian mengenai *Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Debit Dan Banjir Di Bagian Hilir Das Kaligarang* menyimpulkan bahwa perubahan penggunaan lahan sawah menjadi lahan pemukiman dan industri di wilayah DAS Kaligarang bagian hulu menyebabkan dampak yang merugikan, yaitu meningkatnya debit dan sedimentasi, banjir serta menurunkan luas areal panen dan produksi pertanian di bagian hilir DAS tersebut.

William M. Putuhena, Wanny K. Adidarma, dan Sri Mulat Yuningsih dalam penelitian tentang *Karakteristik Banjir Puncak Pada Sungai-Sungai Di Pulau Jawa* menyimpulkan bahwa terjadinya banjir-banjir besar yang semakin sering terjadi diakibatkan oleh beberapa faktor seperti dampak dari perubahan iklim global ditambah perubahan fungsi lahan yang keduanya memacu banjir puncak untuk membesar. Pada sungai yang dikategorikan sebagai sungai yang rawan banjir, tingkat kerawanan akan meningkat bila dipicu oleh pengalihan fungsi lahan hutan atau sawah menjadi perkotaan.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Gambaran Umum Lokasi

Sungai Malalayang merupakan salah satu sungai yang melintasi Kota Manado. Dilihat dari peta topografi bagian hulu sungai Malalayang berada di kawasan gunung Mahawu dan bagian hilir berada di teluk Manado.

Bagian hulu dari sungai ini, merupakan kawasan pegunungan yang sering dimanfaatkan sebagai tempat bercocok tanam bagi penduduk, perkebunan rakyat yang digunakan untuk menanam sayur-sayuran dan bunga, selain itu terdapat juga rumah-rumah penduduk. Bagian tengah yang merupakan bagian peralihan, terdapat sawah, kebun untuk bercocok tanam, dan sedikit pemukiman. Sedangkan di bagian hilir sungai didominasi oleh pemukiman penduduk dan tempat-tempat usaha seperti

pertokoan, tempat-tempat hiburan, hotel, dan gedung-gedung pertemuan.

Apabila curah hujan tinggi, aliran permukaan yang berasal dari daerah tangkapan mengalir dengan begitu cepat ke daerah hilir dan mengakibatkan debit air meningkat.



Gambar 1. Lokasi Penelitian DAS Malalayang  
Sumber: Google Earth



Gambar 2. Daerah Hulu DAS Malalayang  
Sumber: Google Earth



Gambar 3. Daerah Hilir DAS Malalayang  
Sumber: Google Earth

**Wilayah Administrasi**

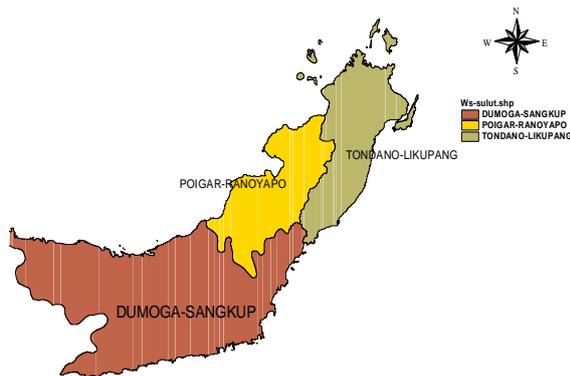
Berdasarkan pembagian wilayah administrasi dari Balai Wilayah Sungai Sulut I, Daerah Aliran Sungai Malalayang termasuk dalam wilayah sungai Tondano-Likupang.

Hulu sungai Malalayang terletak di Kota Tomohon, sementara hilirnya berada di Kota Manado. Sungai ini melewati beberapa Kecamatan yang berada di Kota Manado, Kabupaten Minahasa dan Kota Tomohon yaitu:

Kota Tomohon: Kecamatan Tomohon Utara  
 Kabupaten Minahasa: Kecamatan Pineleng dan Kecamatan Tombulu

Kota Manado: Kecamatan Winangun, dan Kecamatan Malalayang

Luas catchment area dari Sungai Malalayang yaitu 46,33 km<sup>2</sup>, dan panjang sungai terpanjang adalah 15,6 km. Elevasi tertinggi di bagian hulu dari sungai ini adalah 1172 m di atas permukaan laut, dan kemiringan sungai Malalayang ini adalah 0,065.



Gambar 4. Wilayah Administrasi DAS Malalayang  
 Sumber : Balai Wilayah Sungai Sulawesi Utara I.

**PROSEDUR PENELITIAN**

Langkah-langkah dalam penelitian ini yaitu:

- 1) Studi literatur
- 2) Survei dan pengumpulan data
- 3) Analisis dan pembahasan

Tabel 1. Data Tata Guna Lahan DAS Malalayang

Klasifikasi Lahan	Luas Lahan (km <sup>2</sup> )			
	2002	2003	2006	2009
Hutan	7,7674	16,3987	10,2844	4,9220
Perkebunan	37,0782	23,9264	29,0798	20,9717
Permukiman	1,4855	6,0060	6,9748	20,4450

Sumber : Badan Pertanahan Nasional RI Kanwil Sulut dan BP DAS Tondano Sulut

Tabel 2. Data Curah Hujan

NO	Tahun	Curah Hujan Max (mm)
1	1993	79,2
2	1994	62,8
3	1995	55,2
4	1996	41,6
5	1997	67,2
6	1998	41,6
7	1999	56
8	2000	70,3
9	2001	78,2
10	2002	43
11	2003	12,3
12	2005	36,3
13	2006	75,6
14	2007	75,02
15	2008	74,1
16	2009	65,4

Sumber : Balai Wilayah Sungai Sulawesi Utara I

Analisis data dan pembahasan yang dilakukan adalah:

**Analisis hidrologi**

Analisis ini dilakukan untuk mendapatkan debit rencana. Langkah-langkah perhitungan sampai menemukan debit rencana adalah sebagai berikut:

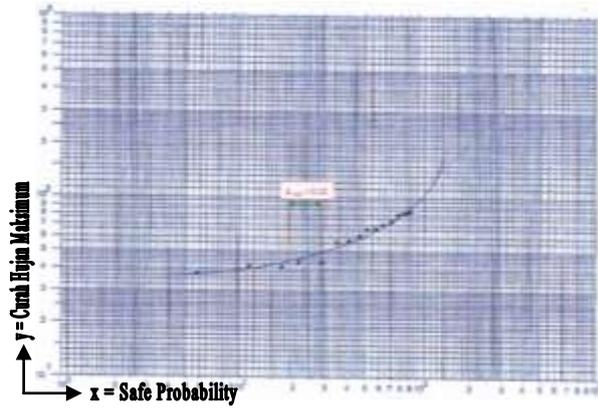
- Uji data outlier,
- Menentukan parameter statistik,
- Pemilihan tipe distribusi curah hujan,
- Uji kecocokan antara distribusi data terhadap distribusi teoritis pada pemilihan tipe distribusi curah hujan agar tetap sesuai dengan metode Smirnov-Kolmogorof,
- Menentukan intensitas hujan rencana untuk periode kala ulang 5,25,50 dan 100 tahun. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian maka menentukan intensitas hujan dengan menggunakan rumus mononobe,
- Menentukan luas daerah aliran sungai,
- Menganalisis koefisien pengaliran, berdasarkan klasifikasi lahan untuk mendapatkan C rata-rata di tiap tahun tersebut.
- Menentukan debit banjir rencana dengan menggunakan persamaan Rasional,

**Analisis Tata Guna Lahan**

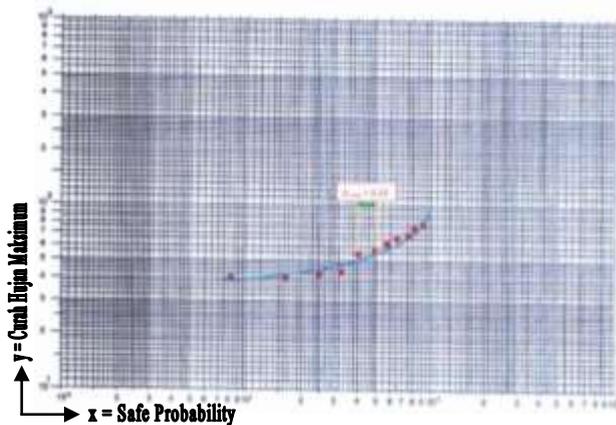
Analisis ini dilakukan untuk melihat berapa besar perubahan tata guna lahan pada tahun 2002, 2003, 2006, dan 2009 (menurut data peta tata guna lahan yang tersedia), kemudian data tata guna lahan ini dianalisis, dengan perkembangan tata guna lahan yang terjadi apakah mempunyai hubungan dengan perubahan debit yang terjadi pada sungai Malalayang.

**Analisis Korelasi**

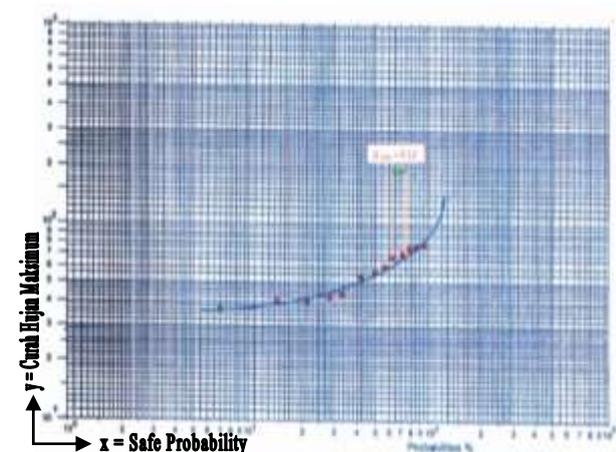
Analisis ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar nilai koefisien korelasi antara tata guna lahan di sekitar DAS Malalayang dengan debit banjir pada Sungai Malalayang. Untuk mendapatkan nilai koefisien korelasi digunakan persamaan Regresi Berganda (*Multiple Regression*).



Gambar 7. Kertas Peluang Distribusi Log Pearson III Stasiun Tinoor 2009



Gambar 5. Kertas Peluang Distribusi Log Pearson III Stasiun Tinoor 2003



Gambar 6. Kertas Peluang Distribusi Log Pearson III Stasiun Tinoor 2006

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Perhitungan Curah Hujan Rencana berdasarkan pemilihan sebaran yang diperoleh yaitu sebaran Distribusi Log Person III, maka persamaan untuk menghitung curah hujan rencana adalah

$$\text{Log } X_{TR} = \text{log } \bar{x} + K_{TR,cs} .S_{\text{log}}$$

Tabel 3. Perhitungan Curah Hujan Rencana Tahun 2002

Tahun Rencana (Tr)	Cs = -0,0095	K	Log X <sub>Tr</sub>	X <sub>Tr</sub> (mm)
5		0,84238	1,8669	73,6045
25		1,652675	1,9557	90,3031
50		2,04887	1,9991	99,7977
100	2,31897	2,0287	106,8366	

Tabel 4. Perhitungan Curah Hujan Rencana Tahun 2003

Tahun Rencana (Tr)	Cs = 0,1868	K	Log X <sub>Tr</sub>	X <sub>Tr</sub> (mm)
5		0,830792	1,86	71,78
25		1,813644	1,97	92,48
50		2,152136	2,00	100,91
100	2,462496	2,04	109,32	

Tabel 5. Perhitungan Curah Hujan Rencana Thn 2006

Tahun Rencana (Tr)	Cs = 0,0734	K	Log X <sub>Tr</sub>	X <sub>Tr</sub> (mm)
5		0,8376	1,86	72,94
25		1,77596	1,98	94,97
50		2,0929	2,02	103,82
100		2,38032	2,05	112,56

Tabel 6. Perhitungan Curah Hujan Rencana Thn 2009

Tahun Rencana (Tr)	Cs = -0,3098	K	Log X <sub>Tr</sub>	X <sub>Tr</sub> (mm)
5		0,853196	1,88	75,99
25		1,639374	1,97	94,13
50		1,884512	2,00	100,63
100		2,09665	2,03	106,62

Tabel 7. Klasifikasi Lahan

Tahun	Klasifikasi Lahan	Luas Lahan km <sup>2</sup> (Ai)	Ci	Ci x Ai	C rata-rata
2002	Pemukiman	1,49	0,50	0,74	0,3464
	Perkebunan	37,08	0,35	12,98	
	Hutan	7,77	0,30	2,33	
	Jumlah	46,33		16,05	
2003	Pemukiman	6,01	0,50	3,00	0,3517
	Perkebunan	23,93	0,35	8,37	
	Hutan	16,40	0,30	4,92	
	Jumlah	46,33		16,30	
2006	Pemukiman	6,97	0,50	3,49	0,3615
	Perkebunan	29,08	0,35	10,18	
	Hutan	10,28	0,30	3,09	
	Jumlah	46,33		16,75	
2009	Pemukiman	20,44	0,50	10,22	0,4109
	Perkebunan	20,97	0,35	7,34	
	Hutan	4,92	0,30	1,48	
	Jumlah	46,33		19,04	

### Analisa Tata Guna Lahan

Berdasarkan peta tata guna lahan, yang tersedia yakni tahun 2002, 2003, 2006, dan tahun 2009, dengan luas DAS Malalayang 46,33 km<sup>2</sup> dengan pembagian luas lahan lihat pada Tabel 7.

### Analisis Debit Rencana

Perhitungan debit rencana dilakukan dengan menggunakan persamaan rasional:

$$Q = 0,278 CIA$$

Berdasarkan peta topografi DAS Malalayang dapat diketahui data geometri sungai Malalayang adalah sebagai berikut :

Luas DAS Malalayang (A) : 46,33 km<sup>2</sup>  
 Kemiringan Sungai (S) : 0,065  
 Panjang Sungai (L) : 15,6 km

### Waktu Konsetrasi (Tc)

Waktu konsentrasi dapat dihitung berdasarkan persamaan Kirpich (Sri Harto 2000) sebagai berikut :

$$Tc = 3,97 * L^{0,77} * S^{-0,385}$$

$$Tc = 3,97 * (15,6)^{0,77} * (0,065)^{-0,385}$$

$$Tc = 94,30 \text{ jam}$$

Waktu konsentrasi sangat besar melebihi durasi hujan yang biasa terjadi 1-6 jam bahkan 12 jam pun jarang terjadi. Hal ini disebabkan luas DAS Malalayang cukup besar dari ideal luas DAS yang dapat dianalisis dengan metode rasional. Sehingga perlu dilakukan modifikasi dengan cara membuat grid. Pada penelitian ini dilakukan pendekatan dengan cara DAS Sario dibagi menjadi 60 grid dengan luasan 0,65 km<sup>2</sup> dan waktu konsentrasi 4,03 jam. Debit banjir DAS Malalayang adalah jumlah debit banjir Sub DAS Malalayang (grid).

### Intensitas Curah Hujan (I)

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

R<sub>24</sub>= curah hujan maksimum harian dan  
 t= tc (waktu konsentrasi)

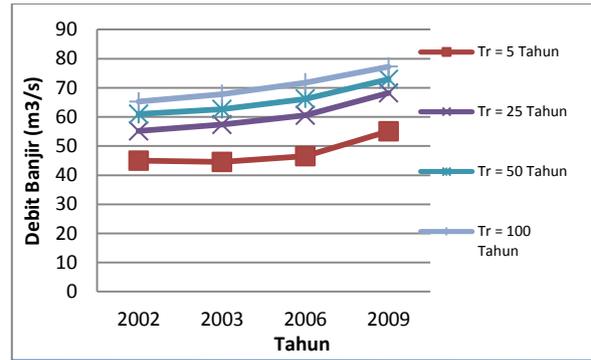
Tabel 8. Intensitas Curah Hujan Berdasarkan Kala Ulang

Kala Ulang	Tahun			
	2002	2003	2006	2009
5	10,07621	9,826983	9,985898	10,40315
25	12,36219	12,66052	13,00091	12,88652
50	13,66197	13,81484	14,21271	13,77605
100	14,62558	14,96549	15,40899	14,59524

**Koefisien Pengaliran (C)**

Tabel 9. Koefisien Nilai C

Tahun	Koefisien Pengaliran
2002	0,3464
2003	0,3517
2006	0,3615
2009	0,4109



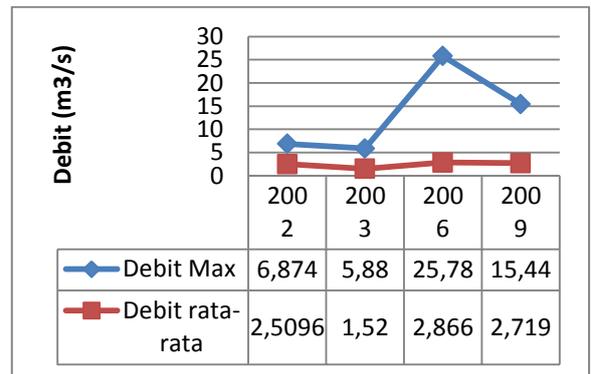
Gambar 8. Grafik Debit Banjir DAS Malalayang Pada Tahun 2002, 2003, 2006, dan 2009

Sehingga, Debit Banjir (Q) adalah:

$$Q = 0,278 C. I. A.$$

Tabel 10. Analisis Debit Banjir

Kala Ulang	Debit Banjir (m³/det)			
	2002	2003	2006	2009
5	44,95894	44,52032	46,49996	55,06144
25	55,15873	57,35741	60,53953	68,20532
50	60,95822	62,58699	66,18239	72,91342
100	65,25772	67,79991	71,75293	77,24923



Gambar 9. Grafik Debit Banjir di Lapangan DAS Malalayang Tahun 2002, 2003, 2006, dan 2009

Tabel 11. Data Debit di Lapangan (Untuk Catchment Area Malalayang-Bahu)

Bulan	Tahun 2002		Tahun 2003		Tahun 2006		Tahun 2009	
	Mean	Max	Mean	Max	Mean	Max	Mean	Max
Januari	4,663	6,874	1,883	5,148	1,877	3,777	4,39	15,44
Februari	3,207	4,772	1,628	2,823	8,719	25,78	3,613	4,325
Maret	3,665	6,546	1,532	3,121	4,492	6,656	3,135	5,408
April	2,675	5,113	1,605	1,825	3,605	6,1	2,438	2,821
Mei	2,662	4,554	1,706	2,595	3,615	4,619	2,533	3,909
Juni	2,323	3,996	1,189	1,387	4,014	6,1	3,209	12,062
Juli	1,532	2,697	1,231	1,643	2,525	3,158	2,853	5,747
Agustus	1,305	2,376	1,108	2,168	1,305	1,635	1,924	2,13
September	0,987	1,658	1,1	3,183	0,814	0,991	1,954	2,221
Oktober	1,001	2,031	1,27	2,595	0,621	0,789	1,967	2,13
November	2,443	3,158	1,22	2,595	0,825	1,223	2,064	2,411
Desember	3,652	5,426	2,764	5,88	1,986	2,509	2,552	5,082

Sumber : Balai Wilayah Sungai Propinsi I Sulut

**Analisis Korelasi Tata Guna Lahan Dengan Debit Banjir**

Untuk mendapatkan nilai koefisien korelasi antara tata guna lahan dengan debit banjir, digunakan persamaan regresi berganda (multiple regression), yaitu:

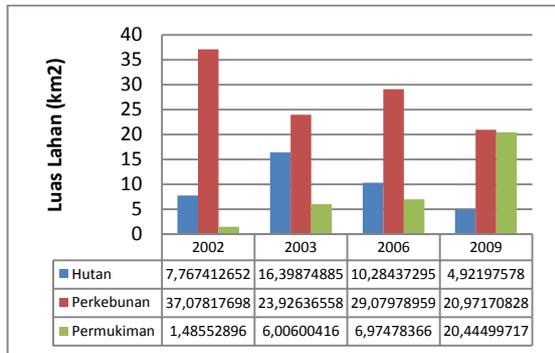
$$Y = a + bx_1 + cx_2 + dx_3$$

$$r^2 = \frac{n(a \sum y + b \sum x_2 y + c \sum x_3 y) - (\sum y)^2}{n \sum y^2 - (\sum y)^2}$$

Debit yang digunakan untuk analisis regresi berganda untuk mendapatkan nilai koefisien korelasi adalah debit terbesar, yaitu debit dengan periode ulang 100 tahun.

**PEMBAHASAN**

Intensitas curah hujan yang dihitung berdasarkan data curah harian maksimum tahunan dengan berbagai periode ulang yakni Tr 5,25,50,dan 100 tahun, kemudian digunakan untuk menganalisa debit banjir dengan memperhatikan nilai koefisien pengaliran (C). Nilai koefisien pengaliran setiap tahunnya semakin meningkat dari tahun 2002, 2003, 2006, dan 2009 yaitu 0,2600; 0,3001; 0,3138; 0,4539.



Gambar 10. Grafik Perubahan Tata Guna Lahan

Dari hasil analisa tata guna lahan DAS Malalayang berdasarkan peta tata guna lahan seperti pada grafik di atas, menunjukkan bahwa perubahan luas lahan hutan dan perkebunan sangat variatif sedangkan untuk perubahan luas lahan permukiman terus mengalami peningkatan yakni sebesar 3% pada tahun 2002 ke tahun 2003 yaitu dari 1,4855 km<sup>2</sup> menjadi 6,006 km<sup>2</sup>, kemudian kembali meningkat sebesar 10% pada tahun 2003 ke tahun 2006 yaitu dari 6,006 km<sup>2</sup>

menjadi 6,9748 km<sup>2</sup>, selanjutnya juga meningkat sebesar 29% yaitu dari 6,9748 km<sup>2</sup> menjadi 20,4450 km<sup>2</sup>. Lahan hutan dari tahun 2002 ke tahun 2003 mengalami peningkatan sebesar 18% yaitu dari 7,767 km<sup>2</sup> menjadi 16,399 km<sup>2</sup>.

Peningkatan luas hutan diakibatkan oleh sebagian lahan perkebunan tidak lagi dikelola oleh masyarakat sehingga berkembang menjadi hutan. Selanjutnya dari tahun 2003 ke tahun 2006 hingga 2009 terus mengalami penurunan sebesar 13% dari tahun 2003 ke tahun 2006 yaitu dari 16,399 km<sup>2</sup> menjadi 10,284 km<sup>2</sup> dan kembali turun 11% dari tahun 2006 ke tahun 2009 yaitu dari 10,284 km<sup>2</sup> menjadi 4,922 km<sup>2</sup>.

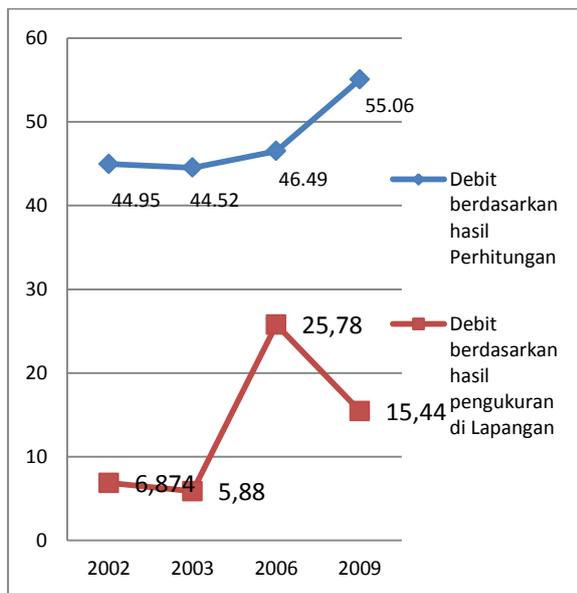
Menurunnya luas hutan dipengaruhi oleh banyaknya pembukaan kawasan perumahan di sekitar lokasi penelitian sehingga terjadi peralihan fungsi lahan yaitu dari lahan hutan menjadi lahan permukiman. Untuk luas lahan perkebunan dari tahun 2002 ke tahun 2003 mengalami penurunan sebesar 28% yaitu dari 37,0782 km<sup>2</sup> menjadi 23,9264 km<sup>2</sup>. Penurunan luas lahan perkebunan diakibatkan oleh banyaknya lahan perkebunan yang tidak terurus sehingga menjadi hutan ataupun terjadinya peralihan fungsi lahan menjadi perumahan.

Selanjutnya luas perkebunan pada tahun 2003 ke tahun 2006 mengalami peningkatan sebesar 11% yaitu dari 23,9264 km<sup>2</sup> menjadi 29,0798 km<sup>2</sup>. Peningkatan luas lahan perkebunan diakibatkan oleh sebagian lahan hutan diolah oleh masyarakat menjadi lahan perkebunan. Kemudian pada tahun 2006 ke 2009 kembali mengalami penurunan sebesar 18% yaitu dari 29,0798 km<sup>2</sup> menjadi 20,9717 km<sup>2</sup>.

Hasil Perhitungan debit banjir yang diperoleh dengan menggunakan metode Rasional seperti pada gambar 4.17, menunjukkan Penurunan dari tahun 2002 ke tahun 2003 untuk periode ulang 5 tahun, sedangkan untuk periode ulang 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun mengalami peningkatan. Selanjutnya untuk tahun 2003 ke tahun 2006 hingga pada tahun 2009 debit banjir mengalami peningkatan. Hal tersebut terjadi karena Intensitas hujan yang dihasilkan pada tahun 2003 untuk periode ulang 5 tahun lebih kecil dari tahun 2002, sehingga walaupun nilai C meningkat dari tahun 2002 ke tahun 2003 tapi karena Intensitas hujannya menurun maka debit yang dihasilkan pada tahun 2003 untuk periode ulang 5 tahun lebih kecil dari debit di tahun 2002.

Untuk tahun 2006 ke tahun 2009 meskipun intensitas hujan mengalami penurunan pada periode ulang 50 tahun dan 100 tahun namun

hasil perhitungan debit banjir tahun 2006 ke tahun 2009 menunjukkan peningkatan. Hal tersebut terjadi akibat nilai C yang meningkat cukup besar dari tahun 2006 ke tahun 2009, sehingga meskipun nilai intensitas mengalami penurunan pada tahun 2006 ke tahun 2009 untuk periode ulang 50 tahun dan 100 namun debit yang dihasilkan mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan bahwa nilai C berpengaruh terhadap hasil perhitungan debit banjir. Namun variabel lain yang juga berpengaruh terhadap hasil perhitungan debit banjir adalah intensitas hujan.



Gambar 11. Grafik Perbandingan Debit Banjir Berdasarkan Hasil Perhitungan dan Debit Banjir Berdasarkan Hasil Pengukuran lapangan

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa pola perubahan debit banjir antara data hasil pengukuran dan berdasarkan hasil perhitungan memiliki pola yang sama di tahun 2002, 2003, dan 2006. Yakni dari tahun 2002 ke tahun 2003, debit mengalami penurunan, begitu pula di tahun 2003 ke tahun 2006 keduanya memiliki pola yang sama yakni debit mengalami peningkatan.

Namun hal yang berbeda terlihat yakni pada perubahan debit dari tahun 2006 ke tahun 2009, jika melihat hasil pengukuran AWRL di lapangan, didapati bahwa debit banjir mengalami penurunan. Sementara hasil perhitungan dengan menggunakan Rumus Rasional dengan memperhatikan perubahan tata guna lahan, menunjukkan peningkatan debit dari tahun 2006 ke tahun 2009. Hal ini disebabkan oleh beberapa hal antara lain, kondisi luas lahan pemukiman yang terus meningkat sedangkan luas hutan

mengalami penurunan sehingga angka koefisien pengaliran rata-rata 0,3615 di tahun 2006 meningkat menjadi 0,4109 di tahun 2009. Selain itu intensitas hujan yang relatif tinggi berdasarkan analisa hujan rancangan sejak tahun 2006 sampai 2009 mempengaruhi peningkatan debit yang dihasilkan di tahun 2009.

Untuk mencari koefisien korelasi tata guna lahan dengan debit banjir digunakan analisa multiple regression sehingga di dapat angka koefisien korelasi gabungan 0,02445. Untuk trend linear hubungan tata guna lahan dengan debit banjir didekati dengan persamaan

$$y = A + BX_1 + CX_2 + DX_3,$$

dimana :  $y$  = debit (m<sup>3</sup>);  $x_1$  = luas lahan permukiman;  $x_2$  = luas lahan perkebunan;  $x_3$  = luas lahan hutan. Sehingga untuk trend linear hubungan tata guna lahan dengan debit banjir diperoleh persamaan:

$$y = -23059,97932 + 4,9954779 X_1 + 4,99105 X_2 + 4,991676234 X_3.$$

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat dikemukakan beberapa kesimpulan yaitu :

1. Perubahan luas tata guna lahan dari masing-masing karakter permukaan pada suatu DAS berpengaruh terhadap nilai koefisien pengaliran rata-rata ( $C_{rata-rata}$ ), dimana jika nilai  $C_{rata-rata}$  semakin besar maka debit banjir yang dihasilkan akan menjadi semakin besar pula. Namun variabel lain juga yang berpengaruh untuk menghitung debit banjir adalah intensitas hujan di tahun tersebut.
2. Hasil analisis tata guna lahan menunjukkan bahwa perubahan tata guna lahan pada daerah hulu, tidak terlalu signifikan, sedangkan pada daerah hilir pada DAS Malalayang terjadi perubahan tata guna lahan yang cukup besar, yaitu daerah yang dulunya merupakan hutan dan perkebunan telah berkembang menjadi kawasan bisnis dan perkotaan. Hal ini mengakibatkan nilai koefisien C menjadi semakin besar, sehingga pada saat terjadi hujan dengan intensitas yang besar air begitu cepat meluap dan terjadi banjir.
3. Berdasarkan analisis korelasi maka dapat disimpulkan bahwa perubahan tata guna lahan di sekitar DAS Malalayang mempunyai hubungan dengan besarnya debit banjir pada DAS Malalayang dengan nilai koefisien

korelasi 0,02445. Trend linear hubungan tata guna lahan dengan debit banjir mengikuti persamaan:

$$y = -23059,97932 + 4,9954779 X_1 + 4,99105 X_2 + 4,991676234 X_3,$$

yang dipengaruhi oleh faktor  $X_1$  = luas lahan permukiman,  $X_2$  = luas lahan perkebunan, dan  $X_3$  = luas lahan hutan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Chang, H. Howard, 1987. *Fluvial Processes in River Engineering*, A. Wiley Interscience Publication San Diego State, University New York.
- Chow, Ven, Te., 1984. *Open Channel Hydraulic*, Erlangga, Jakarta.
- Garde, R. J., 1989. *Third International Workshop On Alluvial River Problems (TIWARP)*, University of Roorkee (U.P), India
- Indratmo, 1995. *Permodelan Hidraulik*, Catatan Kuliah Semester III.
- Manuela, Escarameia, *River and Channel Revertments*, A design manual, Thomas Telford.
- Meranti Widiadnyana, 1990. *Analisis Dimensi-onal dan Teori Model*, Bahan Pengajar Laboratorium Mekanika Struktur Pusat Antar Universitas Ilmu Rekayasa ITB, 1989/1990.
- Simons B. Daryl, and Sentruk Fuat, *Sediment Transport Technology*, Water and Sediment Dynamics.
- Wiyono H.S. Agung , Indratmo Soekarno, 2006. *Perbandingan beberapa formula perhitungan gerusan di sekitar pilar (Kajian Laboratorium)*, Jurnal Teknik Sipil Vol.13. No. 1. ITB.