

# ANALISIS LIMPASAN PERMUKAAN (RUNOFF) PADA SUB-SUB DAS RIAM KIWA MENGGUNAKAN METODE COOK

Ria Gafuri<sup>1</sup>, Ichsan Ridwan<sup>1</sup>, Nurlina<sup>1</sup>

**ABSTRAK.** Secara alamiah sebagian air hujan yang jatuh ke permukaan tanah akan meresap ke dalam tanah dan selebihnya akan mengalir menjadi limpasan permukaan. Pemahaman mengenai proses dan besarnya limpasan yang terjadi serta faktor-faktor yang mempengaruhinya sangat diperlukan sebagai acuan untuk pelaksanaan manajemen air yang lebih efektif. Kalimantan Selatan tidak luput dengan bencana banjir, sub-sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Riam Kiwa merupakan daerah yang sangat rawan banjir dan kekeringan. Keadaan tersebut perlu mendapat perhatian serius karena sungai memiliki arti yang sangat besar bagi makhluk hidup. Evaluasi ini dilakukan dengan melakukan analisis besarnya limpasan permukaan (*runoff*) yang terjadi pada sub-sub DAS Riam Kiwa dengan menggunakan Metode *Cook* dan menganalisis sebaran spasial potensi kawasan limpasan permukaan yang rawan pada sub-sub DAS Riam Kiwa dengan mengacu pada kemiringan lereng, tutupan lahan, infiltrasi tanah dan timbunan air permukaan. Besarnya limpasan permukaan (*runoff*) yang terjadi pada sub-sub DAS Riam Kiwa didominasi oleh kelas tinggi sebesar 69,99 % dengan luas 127.300,14 ha, kelas normal sebesar 22,60 % dengan luas 41.104,89 ha dan kelas ekstrim sebesar 7,41 % dengan luas 13.480,89 ha.

**Kata Kunci:** *runoff*, metode Cook, kemiringan lereng, tutupan lahan, infiltrasi

## PENDAHULUAN

Limpasan permukaan merupakan air hujan yang tidak dapat ditahan oleh tanah, vegetasi atau cekungan dan akhirnya mengalir langsung ke sungai atau laut. Limpasan terjadi karena intensitas hujan yang jatuh di suatu daerah melebihi kapasitas infiltrasi. Karakteristik daerah yang berpengaruh terhadap besarnya limpasan air permukaan antara lain adalah topografi, jenis tanah, dan penggunaan lahan atau penutup lahan [1,10]. Secara keseluruhan, Sub-Sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Riam Kiwa terletak

antara 115° 33' 29"-114° 54' 32" BT dan 02° 49' 29"-03° 23' 46" LS dengan luas 181.885,92 ha. Secara hidrologis merupakan bagian dari sub DAS Martapura DAS Barito, sedangkan secara administratif pada Kabupaten Banjar [3, 4, 5].

*Cook* mengembangkan metode empiris hubungan antara karakteristik lingkungan fisik DAS dan proses hidrologi, meliputi: fisiografi, faktor topografi/kemiringan lereng, faktor tanah/batuan, kapasitas infiltrasi, faktor vegetasi penutup, faktor simpanan permukaan (drainase) [2,12].

---

<sup>1</sup>Program Studi Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat

**Tabel 1.** Peran karakteristik DAS terhadap pembentukan Limpasan Permukaan menurut Metode Cook

Karakteristik DAS	Karakteristik DAS yang menyebabkan terjadinya limpasan permukaan			
	100 (ekstrim)	75 (tinggi)	50 (normal)	25 (rendah)
Relief	Medan terjal kasar dengan lereng rata-rata umumnya di atas 30% (40)	Perbukitan dengan lereng rata-rata antara 10-30% (30)	Bergelombang dengan lereng rata-rata antara 5-10% (20)	Lahan relatif datar, lereng 0-5% (10)
Infiltrasi Tanah	Tidak ada penutupan tanah efektif, lapisan tanah tipis, kapasitas infiltrasi diabaikan (20)	Lambat menyerap air, material liat atau tanah lain dengan kapasitas infiltrasi rendah (15)	Lempung dalam dengan infiltrasi kira-kira setipe denan tanh-tanah prairie (10)	Pasir dalam atau tanah lain mampu menyerap air cepat (5)
Vegetasi Penutup	Tidak ada tanaman penutup efektif atau sejenisnya (20)	Tanaman penutup sedikit sedang, tidak ada tanaman pertanian dan penutup alam sedikit, kurang dari 10% DAS tertutup baik. (15)	Kira-kira 50% DAS tertutup baik oleh pepohonan dan rerumputan (10)	Kira-kira 90% DAS tertutup baik oleh rumput, kayu-kayuan atau sejenisnya (5)
Timbunan Permukaan	Diabaikan: beberapa depresi permukaan dan dangkal, alur drainase terjal dan kecil (20)	Rendah: system alur drainase kecil dan mudah dikenali (15)	Normal: timbunan depresi dalam bentuk danau, rawa atau telaga tidak lebih dari 2% (10)	Tinggi: timbunan depresi permukaan tinggi, sistem drainase sukar dikenali banyak dijumpai danau, rawa atau telaga (5)

[6].

Persamaan 1 merupakan persamaan umum klasifikasi limpasan permukaan ( $Kl$ ) menurut Metode Cook.

$$Kl = S + T + U + V \quad (1)$$

dengan  $S$  adalah skor relief,  $T$  skor infiltrasi,  $U$  skor vegetasi penutup, dan  $V$  adalah skor timbunan permukaan.

Presipitasi yang terus berlangsung apabila melebihi infiltrasinya akan

membentuk timbunan air di permukaan tanah. Pada penelitian ini analisis timbunan air permukaan didekati dengan menggunakan *Digital Elevation Model* (DEM) untuk mengetahui kerapatan alirannya yang berdasarkan pada klasifikasi kerapatan aliran ( $Dd$ ) dengan menggunakan persamaan 2.

$$Dd = \frac{L}{A} \quad (2)$$

dengan  $L$  adalah panjang alur sungai (km) dan  $A$  adalah luas DAS ( $\text{km}^2$ ).

Metode yang digunakan untuk perhitungan debit puncak ( $Q_p$ ) menggunakan metode rasional yang ditimbulkan oleh hujan deras pada DAS. Metode rasional dapat menggambarkan hubungan antara debit limpasan dengan besar curah hujan. Persamaan 3 merupakan bentuk umum rumus metode rasional.

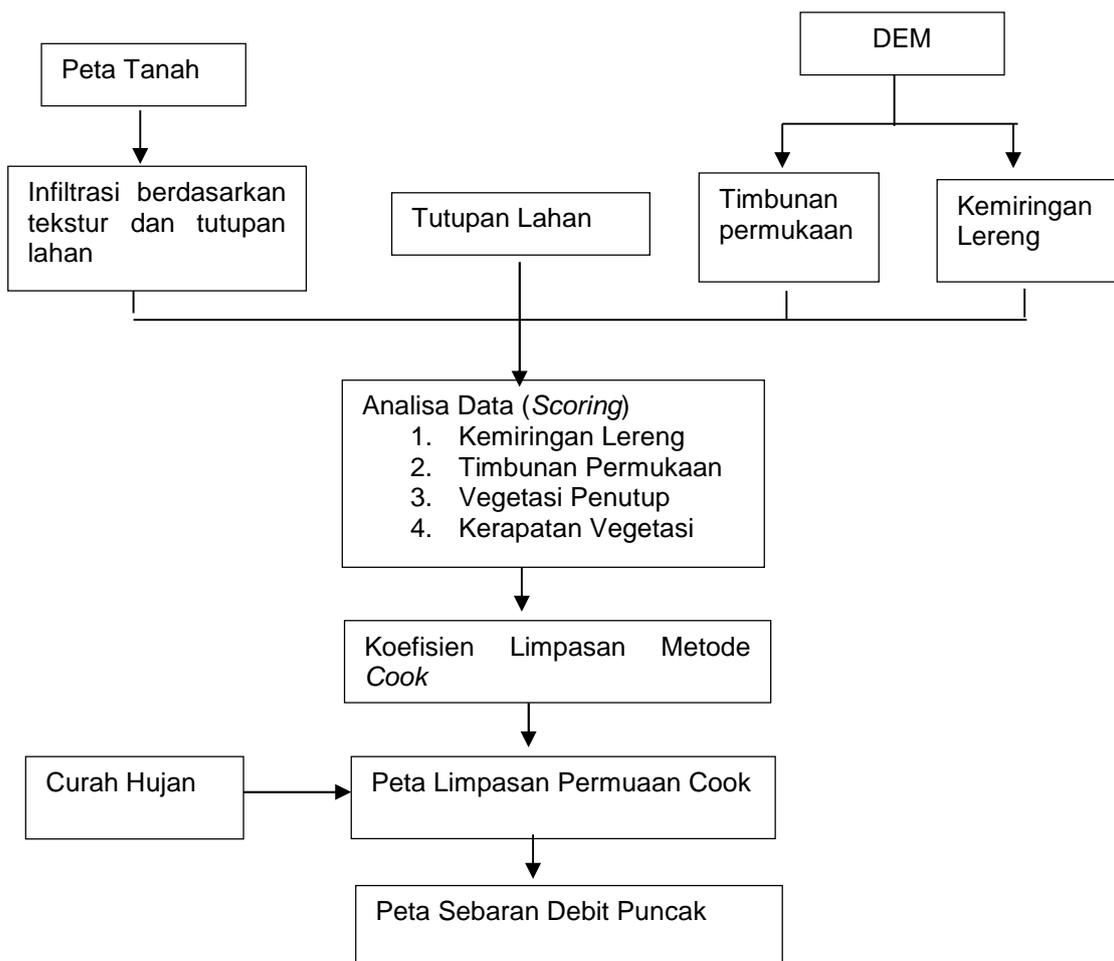
$$Q_p = C_p \times I \times A \quad (3)$$

dengan  $C_p$  sebagai koefisien limpasan permukaan (%) dan  $I$  sebagai intensitas curah hujan (mm/detik). Rumus empiris untuk menghitung intensitas hujan dalam menentukan debit puncak menggunakan metode Rasional, digunakan rumus Mononobe seperti pada Persamaan 4 [14,15].

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right) \quad (4)$$

## BAHAN DAN METODE

Prosedur penelitian dijelaskan seperti Gambar 1.



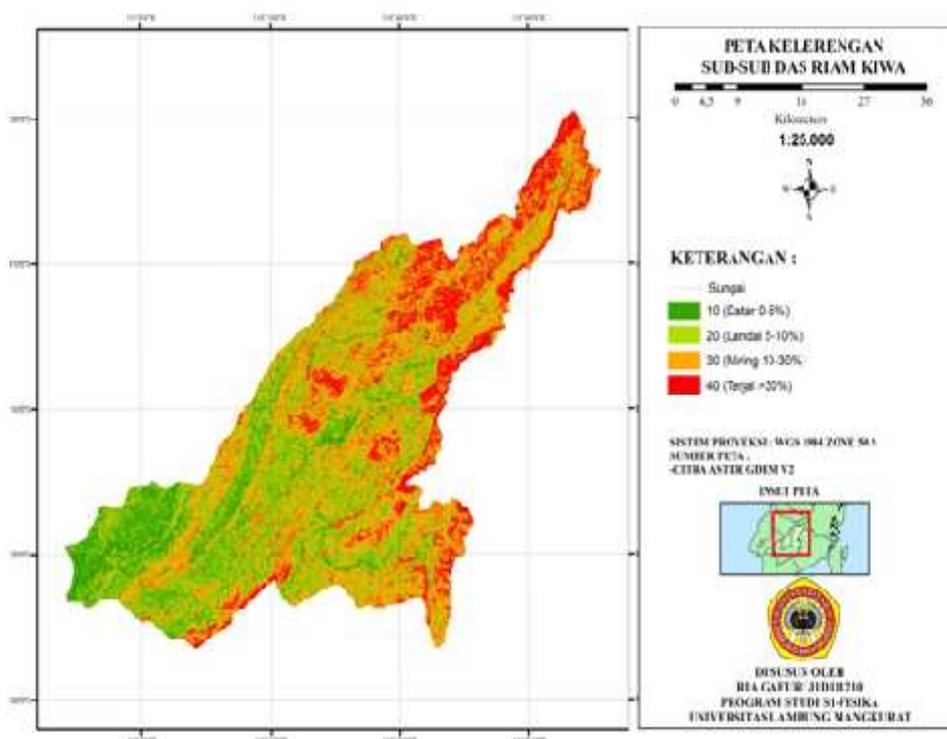
**Gambar 1.** Bagan alir penelitian

Tahapan dalam penelitian ini yaitu persiapan data dan *software* penelitian, pembuatan peta kemiringan lereng, infiltrasi tanah, timbunan air permukaan curah hujan, data sekunder tutupan lahan, skoring dan *overlay* serta perhitungan debit puncak. Peralatan yang digunakan adalah Peta Jenis Tanah Kalimantan Selatan, Peta Tutupan Lahan sub-sub DAS Riam Kiwa, Peta Administrasi sub-sub DAS Riam Kiwa, Data Curah Hujan daerah sub-sub DAS Riam Kiwa, Aster GDEM V2 (*Global Digital Elevation Model*).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng dihasilkan dari data DEM, Kemiringan lereng dibedakan dalam empat kelas seperti terlihat pada Gambar 2 dan Tabel 2. Skor 10, 20, 30 dan 40 menunjukkan besar kecilnya pengaruh kemiringan lereng terhadap limpasan permukaan. Semakin terjal lerengnya berarti akan mempunyai skor yang semakin besar pula yang akibatnya nilai koefisien limpasan permukaannya juga akan semakin besar.



**Gambar 2.** Peta kemiringan lereng sub-sub DAS Riam Kiwa

Tabel 2. Kemiringan lereng sub-sub DAS Riam Kiwa

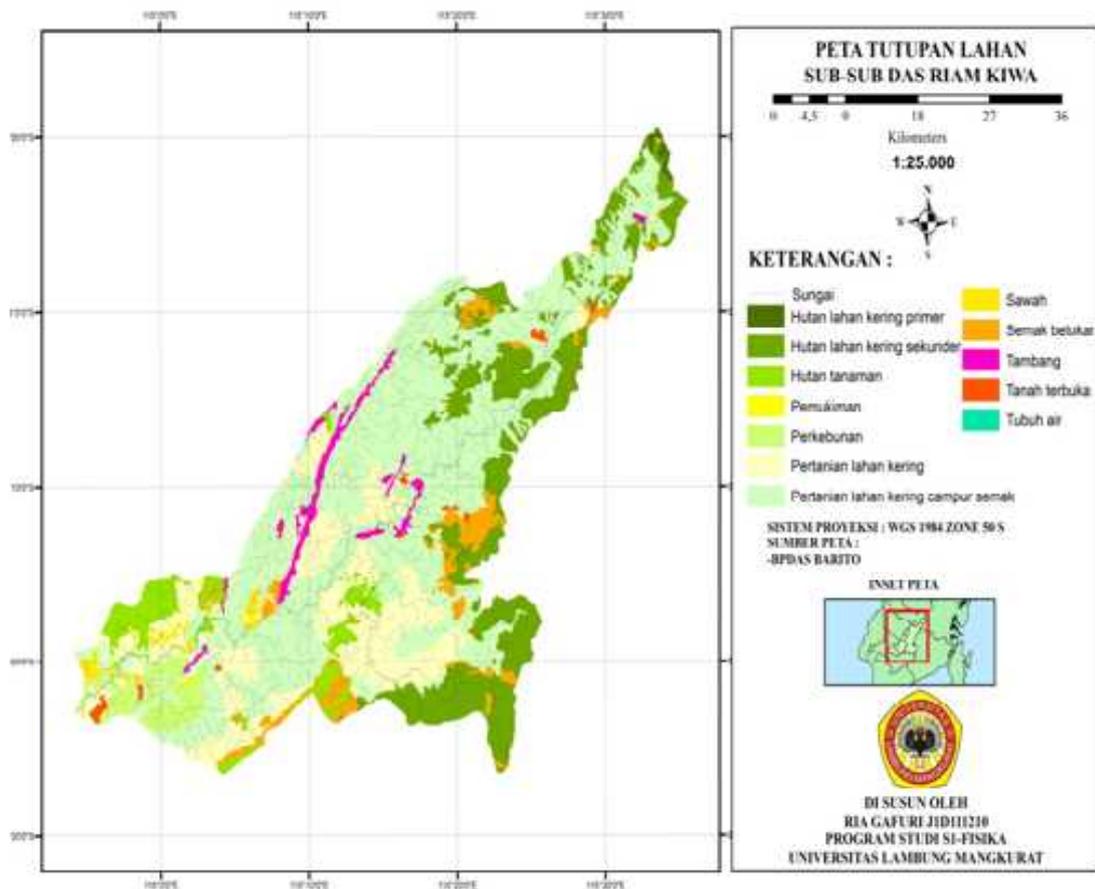
Kelas Lereng	Kemiringan (%)	Luas (ha)	Persentase (%)	Skor
I (Lahan Relatif Datar)	Datar (0-5)	35.717,53	19,64	10
II (Bergelombang)	Landai (5-10)	42.370,62	23,30	20
III (Perbukitan)	Miring (10-30)	77.020,98	42,35	30
IV (Medan Terjal)	Terjal (>30)	26.776,79	14,72	40
Total		181.885,92	100,00	

Sumber: Hasil Perolehan dan Analisa Data Aster GDEM

### Tutupan Lahan

Data tutupan lahan yang digunakan adalah data sekunder yang

diperoleh dari BPDAS Barito. Hasil klasifikasi tutupan lahan dapat dilihat pada Gambar 3 dan Tabel 3.



**Gambar 3.** Peta klasifikasi dan luas tutupan lahan sub-sub DAS Riam Kiwa

Skor 5, 10, 15 dan 20 menunjukkan besar kecilnya pengaruh tutupan lahan terhadap limpasan permukaan. Pada tempat-tempat yang

tertutup rapat oleh vegetasi akan mempunyai skor yang rendah. Semakin tidak ada tanaman penutupnya berarti akan mempunyai

skor yang semakin besar pula yang permukaannya juga akan semakin akibatnya nilai koefisien limpasan besar.

**Tabel 3.** Klasifikasi dan luas tutupan lahan sub-sub DAS Riam Kiwa.

No	Klasifikasi Tutupan Lahan	Luas (ha)	Persentase (%)	Skor
1	Hutan lahan kering primer	539,33	0,30	5
2	Hutan lahan kering sekunder	32.114,49	17,66	5
3	Hutan tanaman	8.626,26	4,74	5
4	Perkebunan	5.168,78	2,84	10
5	Semak belukar	8.708,00	4,79	15
6	Pertanian lahan kering	32.075,48	17,63	15
7	Pertanian lahan kering campur semak	87.077,63	47,87	15
8	Sawah	1.940,24	1,07	20
9	Pemukiman	494,77	0,27	20
10	Tambang	3.923,34	2,16	20
11	Tanah terbuka	1.005,36	0,55	20
12	Tubuh air	212,25	0,12	20
Total		181.885,92	100,00	

Sumber: BPDAS Barito

### Infiltrasi Tanah

Menggunakan peta jenis tanah Kal-Sel yang didigitasi ulang dan melihat ID tanah dengan mengacu pada Peta Sumber Daya Tanah Provinsi Kalimantan Selatan Skala 1:250.000, kita dapat menentukan jenis tanah dan teksturnya, sehingga dapat diketahui laju infiltrasi di daerah tersebut. Hasil infiltrasi pada daerah sub-sub DAS Riam Kiwa dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 4.

Besarnya kapasitas infiltrasi tanah didasarkan pada sifat dan tekstur tanah serta bentuk lahan dan tutupan lahannya. Secara umum tekstur tanah di daerah penelitian meliputi pasir, liat dan endapan liat.

**Tabel 4.** infiltrasi Tanah sub-sub DAS Riam Kiwa

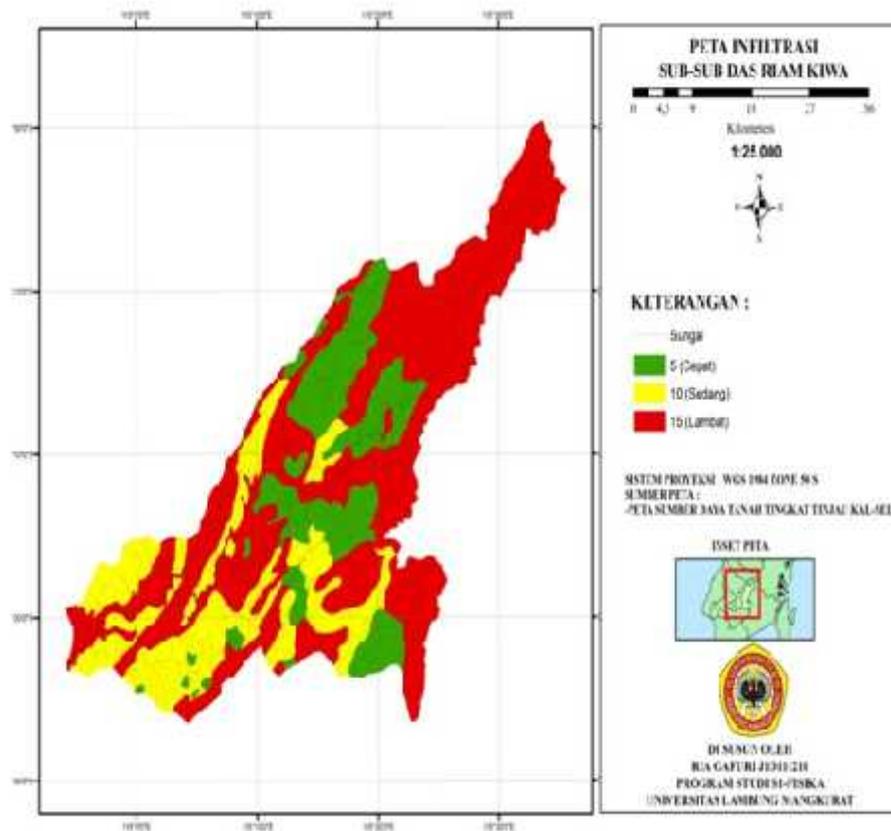
Kelas Infiltrasi Tanah	Luas (ha)	Persentase (%)	Skor
I (cepat)	37.293,25	20,50	5
II (sedang)	41.036,15	22,56	10
III (lambat)	103.556,52	56,93	15
IV (sangat lambat)	-	-	20
Total	181.885,92	100,00	

Sumber: Hasil perolehan dan analisa peta jenis tanah dan sumber daya tanah tingkat tinjau Provinsi Kal-Sel

### Timbunan Air Permukaan

Interpretasi timbunan air permukaan menggunakan pendekatan berdasarkan kerapatan aliran, karena kerapatan aliran dapat digunakan untuk menilai kondisi drainase setempat. Pada penelitian ini, untuk menghitung nilai kerapatan aliran

dibagi pada sub-sub DAS sebagai unit air permukaan yang disesuaikan terkecil. Tabel 5 dan Gambar 5 dengan klasifikasi Cook untuk menunjukkan hasil klasifikasi timbunan mengetahui limpasan permukaan.



Gambar 4. Peta Infiltrasi sub-sub DAS Riam Kiwa.

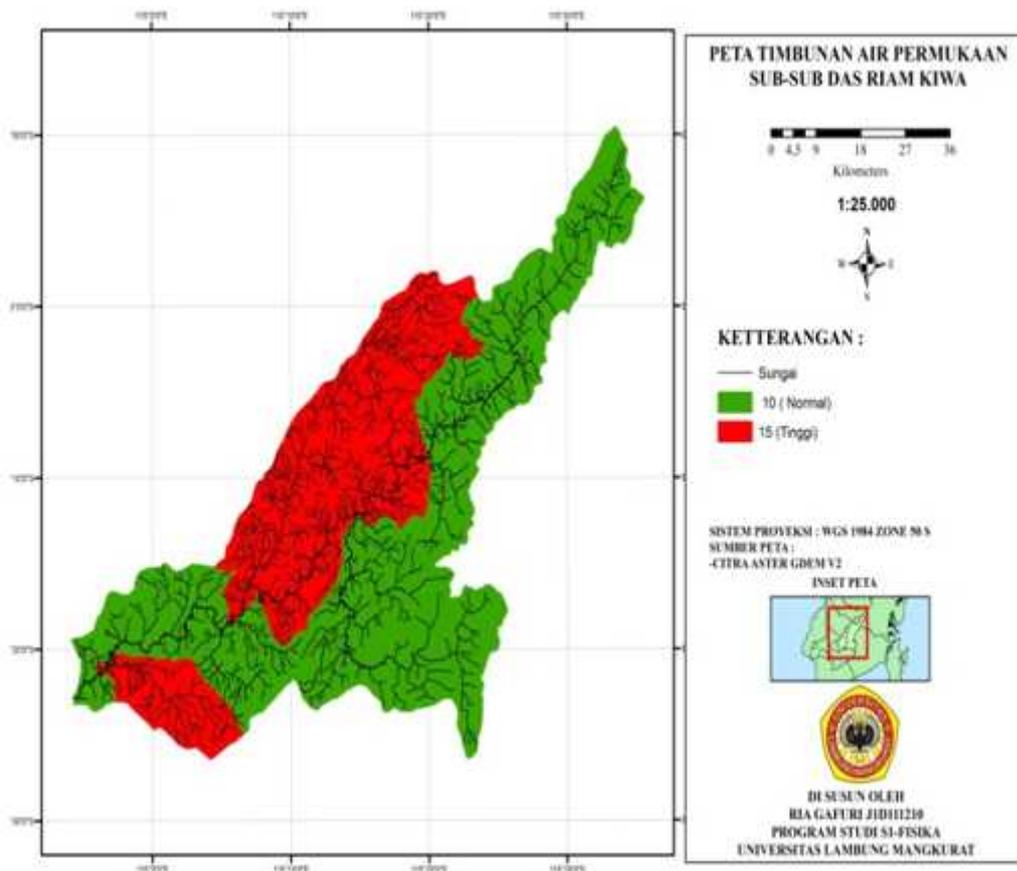
Tabel 5. Timbunan Air Permukaan sub-sub DAS Riam Kiwa

Kelas	Kerapatan (mil/mil <sup>2</sup> )	Aliran	Luas (ha)	Persentase (%)	Skor
I (Rendah)	< 1	-	-	-	5
II (Normal)	1-2	-	110.986,44	61,02	10
III (Tinggi)	2-5	-	70.899,478	38,98	15
IV (Ekstrim)	>5	-	-	-	20
Total			181.885,92	100,00	

Sumber: Hasil Perolehan dan Analisa Aster GDEM

Skor 5, 10, 15 dan 20 menunjukkan besar kecilnya pengaruh timbunan air permukaan yang diakibatkan oleh kerapatan pola aliran terhadap limpasan permukaan.

Semakin tinggi kerapatan alirannya berarti akan mempunyai skor yang semakin besar pula yang akibatnya nilai koefisien limpasan permukaannya semakin besar.



**Gambar 5.** Peta Timbunan Permukaan sub-sub DAS Riam Kiwa

### Curah Hujan

Data penentuan distribusi curah hujan yang diambil setiap stasiun yaitu data rata-rata tahunan yaitu selama 10 tahun dari tahun 2004-2014. Intensitas dan distribusi curah hujan di sub-sub DAS Riam Kiwa dapat dilihat pada Tabel 6.

### Koefisien Limpasan Permukaan

Setelah semua parameter didapatkan kemudian diberi skor sesuai dengan karakteristik bentuk lahan masing-masing menurut metode

Cook. Selanjutnya dilakukan *overlay*. Kemudian diperoleh hasil koefisien limpasan permukaan yang bisa dilihat pada Tabel 7 dan Gambar 7.

**Tabel 6.** Intensitas curah hujan sub-sub DAS Riam Kiwa

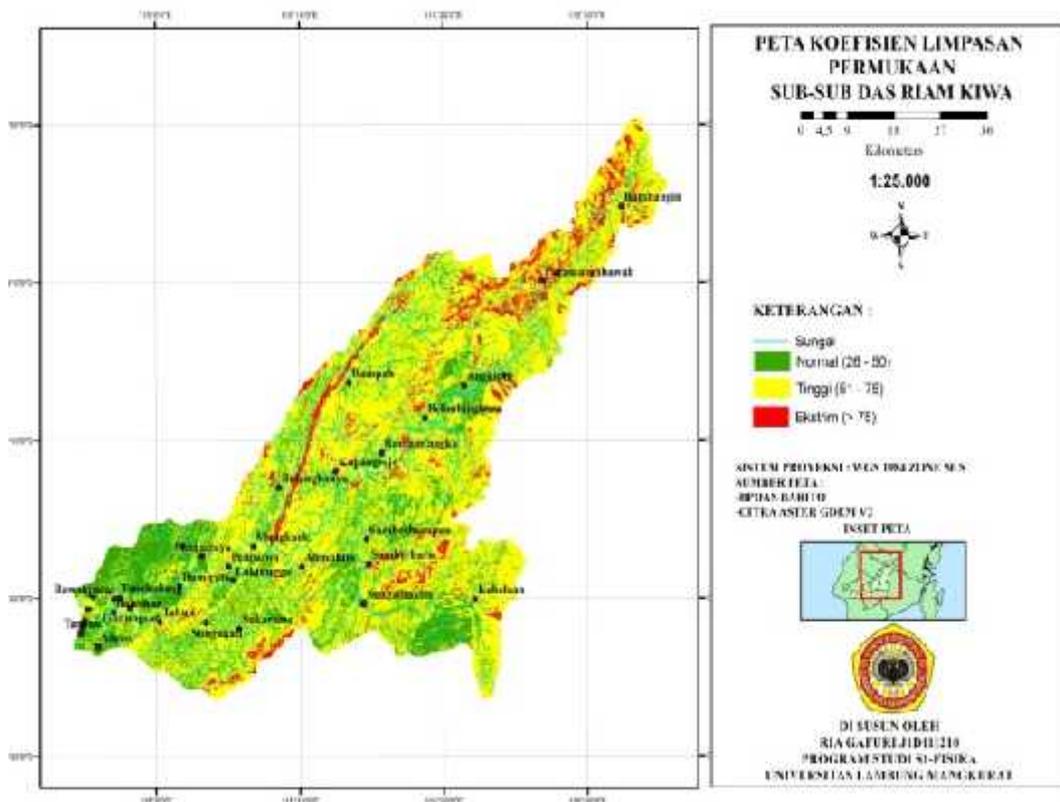
No	Stasiun	Hujan Maksimum (mm/bln)	Intensitas hujan (mm/jam)
1	Banjarbaru	385,8	4,45
2	Banjarmasin	446,5	5,16
3	Loksado	272,5	3,49
4	Tapin Selatan	259,7	3,00
5	Binuang	327,1	3,78
6	Tiwingan	320,3	3,70

Sumber: BMKG

Tabel 7. Koefisien limpasan permukaan sub-sub DAS Riam Kiwa

Klasifikasi	Luas (ha)	Persentase (%)	Skor
Kelas I (Rendah)	-	-	0-25
Kelas II (Normal)	41.104,89	22,60	26-50
Kelas III (Tinggi)	127.300,14	69,99	51-75
Kelas IV (Ekstrim)	13.480,89	7,41	>76
Total	181.885,92	100,00	

Sumber : Hasil Analisa Metode Cook



**Gambar 7.** Peta koefisien limpasan permukaan sub-sub DAS Riam Kiwa

Pola sebaran kelas koefisien aliran di atas dianggap mewakili kondisi sub-sub DAS Riam Kiwa dan sekitarnya secara umum. Limpasan permukaan merupakan sebagian dari air hujan yang mengalir di atas permukaan tanah. Jumlah air yang menjadi limpasan sangat bergantung kepada jumlah air hujan per satuan waktu (intensitas), keadaan penutupan

lahan, topografi (terutama kemiringan lereng), jenis tanah. Sedangkan jumlah dan kecepatan limpasan permukaan bergantung pada luas areal tangkapan, koefisien *runoff* dan intensitas hujan maksimum. Limpasan permukaan ini berasal dari *overland flow* (aliran darat) yang segera masuk kedalam alur sungai. Aliran ini merupakan komponen aliran banjir yang sama.

Sebaran potensi kawasan limpasan permukaan yang rawan pada sub-sub DAS Riam Kiwa dapat dilihat pada Tabel 8.

**Tabel 8.** Sebaran spasial potensi Kawasan rawan limpasan permukaan pada sub-sub DAS Riam Kiwa

Kecamatan	Keterangan
Piani	Tinggi
Hatungan	Tinggi
Pengaron	Tinggi
Astambul	Tinggi
Mangkaok	Tinggi

Sumber: hasil analisa metode Cook

**Debit Puncak**

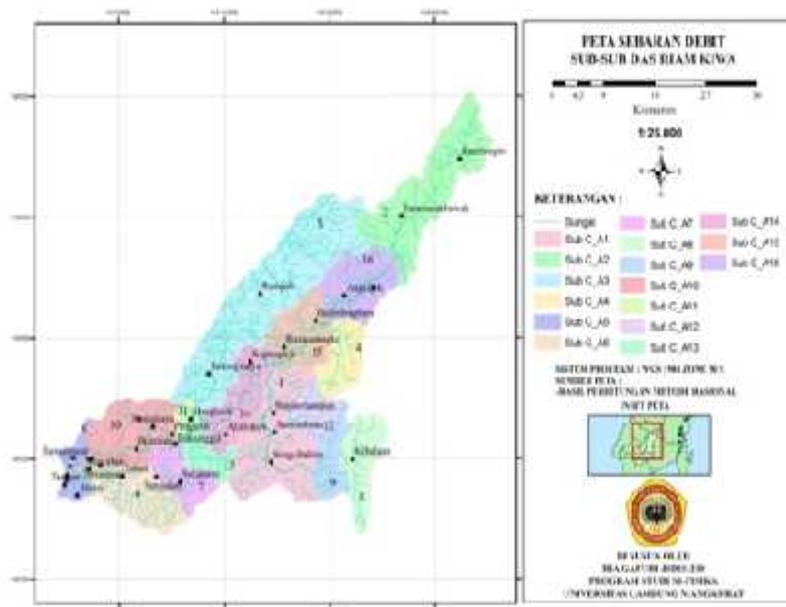
Koefisien limpasan permukaan merupakan salah satu komponen yang mempengaruhi besarnya debit puncak. Dari hasil perhitungan debit puncak dengan menggunakan metode Rasional dengan dibagi *percatchment* yang sesuai pada

timbunan permukaan maka hasil perhitungan debit puncak dapat dilihat pada Tabel 9.

**Tabel 9.** Perhitungan debit pada sub-sub DAS Riam Kiwa

Catchment	Debit (m <sup>3</sup> /detik)	Luas (ha)
Sub C-A1	150,93	20.208,46
Sub C-A2	156,31	22.728,47
Sub C-A3	278,77	36.654,43
Sub C-A4	66,40	7.450,03
Sub C-A5	22,69	3.974,46
Sub C-A6	73,96	11.852,35
Sub C-A7	41,49	6.840,76
Sub C-A8	75,64	8.807,72
Sub C-A9	49,17	6.355,70
Sub C-A10	70,29	13.172,58
Sub C-A11	11,70	1.781,18
Sub C-A12	45,50	5.027,95
Sub C-A13	28,06	4.695,56
Sub C-A14	91,37	10.494,00
Sub C-A15	96,37	10.117,53
Sub C-A16	103,38	11.724,76
Total		181.885,92

Sumber: Hasil Analisa perhitungan Metode Rasional



**Gambar 8.** Daerah debit puncak sub-sub DAS Riam Kiwa

## KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari data hasil penelitian serta pembahasan adalah sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan metode Cook yang mengacu pada karakteristik DAS yang berupa kemiringan lereng, infiltrasi tanah, tutupan lahan dan timbunan permukaan maka besarnya koefisien limpasan permukaan (*runoff*) yang terjadi pada sub-sub DAS Riam Kiwa didominasi oleh kelas tinggi sebesar 69,99 % dengan luas 127.300,14 ha, kelas normal sebesar 22,60 % dengan luas 41.104,89 ha dan kelas ekstrim sebesar 7,41 % dengan luas 13.480,89 ha.
2. Sebaran limpasan dengan kategori rawan (ekstrim dan tinggi) terdapat di Kecamatan Piani, Hatungan, Mangaok, Pengaron dan Kecamatan Astambul. Pada daerah hulu dan tengah sub-sub DAS Riam Kiwa memiliki nilai limpasan yang besar dan debit yang besar. Dengan nilai debit 156,31 m<sup>3</sup>/detik pada *Catchment* sub C-A2. Dan 278,77 m<sup>3</sup>/detik pada *Catchment* sub C-A3. dikarenakan memiliki lereng yang terjal dan terdapat sebagian

vegetasi berupa pertanian lahan kering dan sebagian tanah terbuka, jenis tanah yang bersifat lambat terhadap infiltrasi dan di temukan pertambangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asdak, C. 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Edisi ke-3. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- [2] BPDAS. 2003. *Hasil Inventarisasi dan Identifikasi DAS Barito*. BPDAS Barito.
- [3] Departemen Kehutanan. 2007. *Laporan Monitoting Dan Evaluasi Tata Air*. Banjarbaru.
- [4] Departemen Pekerjaan Umum. 2008. *Laporan Balai Wilayah Sungai Kalimantan II Tahun 2008*. Kal-Tim.
- [5] Departemen Kehutanan. 2007. *Sistem dan Standar Operasi Prosedur Pengendalian Bencana Banjir dan Tanah Longsor*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- [6] Gunawan, T. 1991. *Penerapan Teknik Pengindraan Jauh Untuk Menduga Debit Puncak Menggunakan Karakteristik Lingkungan Fisik DAS*. Tesis. Fakultas Pasca Sarjana, IPB. Bogor.
- [7] Loah, O. E. H. 2002. *Keterkaitan Faktor Fisik, Faktor Sosial, Ekonomi dan Tata Guna Lahan di Daerah Tangkapan Air dengan Erosi dan Sedimentasi (Studi Kasus Tondano, Sulawesi Utara)*.

- Tesis. Program Pasca Sarjana, IPB. Bogor.
- [8] Moehansyah. 2006. *Kerawanan Bencana Banjir, Kekeringan dan Kebakaran Di Kalimantan Ditinjau dari Biofisik dan Konservasi Lahannya*. Pusat Penelitian Pengembangan Wilayah, Lembaga Penelitian Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin.
- [9] Rahman, A. 2013. Model Sistem Informasi Geografis Untuk Estimasi Koefisien Aliran dan Hubungannya dengan Tutupan di DAS Riam Kanan Provinsi Kalimantan Selatan. *Jurnal Bumi Lestari*. 13(1): 1-8.
- [10] Sari, S 2012. *Studi Limpasan Permukaan Spasial Akibat Perubahan Penggunaan Lahan (Menggunakan Model Kineros)*. Tesis. Program Magister Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang.
- [11] Sosrodarsono, I.R.S. (1999). *Hidrologi Untuk Pengairan*. PT Pradnya Paramita. Jakarta.
- [12] Sudaryatno. 2002. Estimasi Debit Puncak Di Daerah Aliran Sungai Garang Semarang Dengan Menggunakan Teknologi Inderaja Dan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geografi Indonesia*. 16(2): 131-149.
- [13] Sopan, P., N. Febrianti & I. Prasasti. 2014. Estimasi Limpasan Permukaan Dari Data Satelit Untuk Mendukung Peringatan Dini Bahaya Banjir Di Wilayah Jabotabek (Satellite Based Surface Runoff Estimation For Supporting The Flood Early Warning System In Jabotabek). *Jurnal Pengindraan Jauh*. 11(1): 43-62.
- [14] Triatmodjo, B. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta.
- [15] Verrina, G. P., D. D Anugrah & Sarino. 2013. Analisa Runoff Pada Sub Das Lematang Hulu. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. 1(1): 22-31.