

MEREDUKSI BANJIR MELALUI OPTIMASI TATAGUNA LAHAN (Studi Kasus DAS Sungai Krueng Keureuto)

Wesli¹⁾, Hamzani²⁾

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Malikussaleh

Abstrak

Penyelesaian masalah banjir melalui pendekatan struktural cenderung membutuhkan biaya yang besar sehingga pelaksanaannya sangat tergantung dengan keuangan pemerintah, kondisi ini menyebabkan persoalan banjir lambat teratasi untuk itu perlu dilakukan pendekatan non struktural dalam upaya mereduksi banjir melalui optimasi tataguna lahan meskipun hasilnya tidak terlalu signifikan namun setidaknya dapat mereduksi banjir sehingga dampak banjir dapat dikurangi. Hasil optimasi tataguna lahan pada DAS Krueng Keureuto memperlihatkan bahwa dengan mengatur keseimbangan tataguna lahan Debit maksimum yang awalnya pada kondisi eksisting sebesar 1,686,16 m³/det sementara pada tahun 2010 sesuai (RUTR) Kabupaten akan menghasilkan debit sebesar 1,944.96 m³/det, hal ini menunjukkan terjadi penambahan debit limpasan sebesar 258.80 m³/det. Setelah dilakukan optimasi debit yang dihasilkan dapat diminimalkan menjadi 1,835.68 m³/det sehingga debit yang dapat direduksi sebesar 109.28 m³/det dengan penambahan debit limpasan pada tahun 2010 akibat perubahan tataguna lahan pada Rencana Tahun 2010 hanya sebesar 149.52 m³/det. Dari sini dapat disimpulkan bahwa pengaturan tataguna lahan yang optimal dapat mereduksi debit limpasan.

Kata Kunci : *Banjir, Reduksi, Tataguna lahan*

1. Pendahuluan

DAS sungai Kr. Keureuto yang luasnya 931 km² mempunyai anak sungai terdiri dari sungai Kr. Peuto dan sungai Kr. Pirak terletak di Kabupaten Aceh Utara. Sungai Kr. Keureuto mengalir dari arah selatan ke utara menuju Selat Malaka. Panjang sungai 77,5 km dan lebarnya 60 m serta kemiringan rata-rata (i) 0,02627. Selama ini sungai Kr. Keureuto menimbulkan bencana banjir di daerah pengalirannya terutama di Kecamatan Matangkuli, Lhoksukon, Baktiya, Tanah Pasir dengan lama genangan 7 hari sampai 15 hari serta tinggi genangan 60 cm sampai 100 cm. Untuk mengatasi banjir dapat dilakukan berbagai upaya struktural seperti membangun tanggul pada sungai agar debit banjir tidak menggenangi daerah sekitarnya, membangun saluran drainase pada daerah pemukiman, membangun waduk untuk menampung dan menyimpan kelebihan air yang nantinya dapat dimanfaatkan ketika terjadi kekurangan air, namun upaya ini membutuhkan biaya yang besar sehingga perlu dilakukan upaya non struktural yang tidak membutuhkan biaya yang besar melalui upaya optimasi tataguna lahan di DAS sehingga memberikan debit banjir yang relatif lebih kecil di daerah hilir.

2. Tinjauan Kepustakaan

2.1 Faktor mempengaruhi limpasan

Banyak faktor yang dapat mempengaruhi limpasan diantaranya adalah tataguna lahan, daerah pengaliran, kondisi topografi dari daerah pengaliran, jenis tanah dan faktor-faktor lain seperti karakteristik sungai, adanya daerah pengaliran

yang tidak langsung, daerah-daerah tampungan, drainase buatan dan lain-lain. Untuk mengatasi atau menyelesaikan masalah hujan dan limpasan dapat digunakan persamaan-persamaan rasional yang dikemukakan para ahli yang sifatnya empiris dengan dasar pemikiran bahwa debit yang terjadi akibat adanya hujan berbanding lurus dengan intensitas hujan dan juga berbanding lurus dengan luas daerah hujan. Namun untuk mendekati akurasi perkiraan rumus rasional ini perlu dikoreksi dengan koefisien-koefisien tertentu.

2.2 Intensitas Hujan Maksimum Periode Ulang T Tahun

Menurut Sosrodarsono (1997) intensitas hujan ialah ketinggian hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu air hujan terkonsentrasi. Biasanya intensitas hujan dihubungkan dengan durasi hujan jangka pendek misalnya 5 menit, 30 menit, 60 menit dan jam-jaman. Data curah hujan jangka pendek ini hanya dapat diperoleh dengan menggunakan alat pencatat hujan otomatis. Di Indonesia alat ini sangat sedikit dan jarang, yang banyak digunakan adalah alat pencatat hujan biasa yang mengukur hujan 24 jam atau disebut hujan harian. Menurut Soemarto (1993) apabila yang tersedia hanya data hujan harian ini maka intensitas hujan dapat diestimasi dengan menggunakan rumus Mononobe seperti berikut:

$$I_T = \frac{R_{24T}}{24} \left(\frac{24}{T_c} \right)^{2/3} \quad (1)$$

di mana:

I_T = Intensitas hujan maksimum periode ulang T tahun (mm/jam)

R_{24T} = Curah hujan harian maksimum dalam 24 jam pada periode ulang T tahun (mm)

T_c = Waktu konsentrasi (jam)

2.3 Debit Banjir

Menurut Sosrodarsono (1977), debit banjir untuk sungai-sungai dengan daerah pengaliran yang luas dapat diestimasi dengan menggunakan rumus rasional sebagai berikut:

$$Q_T = 0,278.C.I_T.A \quad (2)$$

di mana:

Q_T = Debit maksimum dengan periode ulang T tahun ($m^3/detik$)

C = Koefisien limpasan/pengaliran

I_T = Intensitas hujan rata-rata untuk hujan yang lamanya sama dengan lama waktu konsentrasi T_c dan periode ulang T tahun (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (km^2)

2.4 Koefisien Pengaliran

Menurut Chow (1988) koefisien pengaliran (runoff coefficient) adalah perbandingan antara jumlah air hujan yang mengalir atau melimpas di atas permukaan tanah (surface runoff) dengan jumlah air hujan yang jatuh dari atmosfer. Nilai koefisien pengaliran berkisar antara 0 sampai dengan 1 dan bergantung dari jenis tanah, jenis vegetasi, karakteristik tataguna lahan dan konstruksi yang ada dipermukaan tanah seperti jalan aspal, atap bangunan dan lain-lain yang menyebabkan air hujan tidak dapat sampai secara langsung ke

permukaan tanah sehingga tidak dapat berinfiltrasi maka akan menghasilkan limpasan permukaan hampir 100 %.

2.5 Debit Banjir Rencana

Menurut Subarkah (1980), debit banjir rencana hendaknya ditetapkan tidak terlalu kecil untuk menjaga agar jangan terlalu sering terjadi ancaman kerusakan bangunan atau daerah-daerah sekitarnya oleh banjir besar. Debit banjir rencana juga diupayakan terlalu besar karena bangunan-bangunan yang akan direncanakan menjadi menjadi tidak ekonomis. Untuk itu debit banjir rencana ditetapkan dengan masa ulang tertentu misalnya 10 tahunan, 25 tahunan, 50 tahunan atau 100 tahunan sesuai dengan umur rencana. Perkiraan besarnya debit banjir rencana periode ulang tertentu dilakukan dengan analisa frekwensi banjir. Analisa ini didasarkan pada data banjir selama beberapa puluh tahun yang lampau. Besarnya banjir rencana disesuaikan dengan umur ekonomis bangunan. Debit banjir sungai dapat ditentukan dengan menggunakan data debit aliran maksimum, apabila data debit ini tidak ada maka debit banjir dapat diestimasi dengan menggunakan data hujan maksimum. Data debit sungai yang tercatat adalah data sampel dari debit aliran sungai, karena secara faktual tidaklah mungkin pada sebuah sungai memiliki data populasi debit sungai, yang mengandung makna data debit sejak sungai tersebut ada hingga sungai tersebut tiada. Oleh karenanya untuk menggambarkan karakteristik populasi debit banjir digunakan analisis statistik.

2.6 Hubungan Debit Sungai Dengan Tataguna Lahan

Menurut Sosrodarsono (1997) debit aliran sebuah sungai sangat dipengaruhi oleh kondisi tataguna lahan dalam daerah pengaliran tersebut. Daerah hutan yang ditutupi tumbuh-tumbuhan yang lebat mempunyai limpasan permukaan yang kecil karena kapasitas infiltrasinya besar. Jika daerah hutan tersebut dijadikan daerah pembangunan dan dikosongkan (hutannya ditebang) maka kapasitas infiltrasinya akan turun karena pemampatan permukaan tanah oleh air hujan, maka akan terjadi limpasan yang besar dan mengalir ke sungai-sungai dengan kecepatan yang tinggi sehingga mengakibatkan terjadinya banjir.

2.7 Optimasi

Menurut Mays (1992), penyelesaian berbagai teknik pengembangan sumber air yang dinyatakan sebagai hidrosistem dilakukan tiga teknik yaitu teknik konvensional, teknik simulasi, dan teknik optimasi. Teknik konvensional dan simulasi merupakan teknik trial and error dengan efektivitas yang tergantung dari intuisi keteknikan, pengalaman, keahlian dan pengetahuan yang dimiliki ahli teknik hidrosistem, sehingga kedua teknik ini sangat dipengaruhi oleh karakteristik dan ciri manusia suatu faktor yang kurang efisien dalam rekayasa dan analisis dalam suatu sistem yang kompleks.

Menurut Taha, (1997) untuk menghindari proses trial and error dalam perubahan rekayasa dan analisis dipergunakan metode optimasi. Metode optimasi merupakan suatu metode dengan fungsi tujuan dan fungsi kendala yang dinyatakan dalam persamaan matematik. Fungsi tujuan menyatakan kriteria penampilan sistem sedangkan fungsi kendala menyatakan proses sistem yang didisain atau dianalisis dan dinyatakan dalam dua bentuk yaitu kesetaraan atau tidak kesetaraan kendala. Penyelesaian yang feasibel merupakan serangkaian nilai

variabel keputusan yang dapat memenuhi persyaratan fungsi kendala. Faktor kendala model optimasi pada umumnya adalah keseimbangan neraca air, debit maksimum dan minimum yang dikeluarkan, karakteristik hidraulik bangunan yang diperlukan dalam disain, peraturan-peraturan tentang tataguna lahan. Untuk melakukan optimasi dapat digunakan beberapa metode dan salah satunya adalah metode optimasi Linear Programming. Model optimasi dibentuk dengan mengkombinasikan perilaku sistem dengan tujuan sistem itu sendiri, kemudian algoritma optimasi yang cocok dipilih untuk diterapkan dedalam model optimasi tersebut. Komponen perilaku sistem tersebut disebut kendala (pembatas) sedangkan tujuan sistem dibentuk menjadi fungsi tujuan. Pada permasalahan penelitian ini model optimasi yang digunakan adalah Linear Programming (Program Linear). Teori program Linear pertama kali dikemukakan oleh Kantorovich (1939) seorang ahli matematika dari Rusia dalam bukunya "Matemathical Method In Organization and Planing Of Production".

Secara umum bentuk persamaan Linear Programming adalah sebagai berikut (Taha, 1997):

$$\text{Maks (Min) } Z = C_j X_j + C_{j+1} X_{j+1} + C_{j+2} X_{j+2} + \dots + C_{j+n} X_{j+n} \quad (3)$$

Untuk fungsi kendala mempunyai persamaan matematis sebagai berikut (Taha, 1997):

$$\left. \begin{aligned} A_{i,j} X_j + A_{i,j+1} X_{j+1} + A_{i,j+2} X_{j+2} + \dots + A_{i,n} X_{j+n} &\leq B_i \\ A_{i+1,j} X_j + A_{i+1,j+1} X_{j+1} + A_{i+1,j+2} X_{j+2} + \dots + A_{i+1,n} X_n &\leq B_{i+1} \\ A_{m,j} X_j + A_{m,j+1} X_{j+1} + A_{m,j+2} X_{j+2} + \dots + A_{m,n} X_n &\leq B_m \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

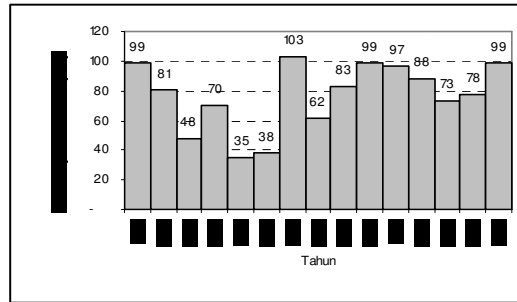
di mana:

- Z = Fungsi tujuan
- C_j = Konstanta harga variabel keputusan
- X_j = Variable keputusan
- j = 1, 2, 3 n, nomor variable
- $A_{i,j}$ = Koefisien konversi masing-masing dari variabel putusan
- X_j = Variabel keputusan
- B_m = Konstanta pembatas

3. Metode Penelitian

3.1. Pengumpulan Data

Sungai Kr. Keureuto berada di Kabupaten Aceh Utara yang meliputi 5 kecamatan yaitu Kecamatan Tanah Pasir, Kecamatan Tanah Luas, Kecamatan Lhoksukon, Kecamatan Matangkuli dan Kecamatan Syamtalira Aron mempunyai luas Daerah Aliran Sungai (DAS) 931 km². Panjang sungai 77,5 km, lebar sungai 60 meter dengan kemiringan lereng rata-rata 0,02627. Data curah hujan harian berupa data curah hujan dari tahun 1981 sampai tahun 1995. Data curah hujan dari stasiun-stasiun hujan BPP Lhoksukon, BPP Bukit Hagu, BPP Punteut, BPP Gayo dan PTP IX Cot Girek. Data curah hujan maksimum selama 15 tahun diperlihatkan pada gambar 1 dan data tataguna lahan pada DAS Krueng Keureuto, luas genangan banjir pada masing-masing tataguna lahan diperlihatkan Tabel 2, Berdasarkan RUTR Kabupaten Aceh Utara untuk tataguna lahan sampai dengan tahun 2010 diperlihatkan Tabel 3



Gambar 1 Grafik Curah Hujan Harian Selama 15 Tahun
 Sumber : Buku Data Kimpraswil NAD

Tabel 2 Tataguna Lahan dan Luas Genangan Banjir

Lahan	Luas	Persentase Luas (%)	Luas Genangan
Pemukiman & lainnya	5,250	5.64	64
Sawah, Ladang	13,418	14.41	3,027
Perkebunan	3,660	3.93	50
Tambak	1,362	1.46	1,659
Hutan	69,410	74.55	437
Jumlah	93,100	100.00	5,237

Sumber : Buku Data Kimpraswil NAD

Tabel 3 Rencana Tata Ruang Kabupaten Aceh Utara Tahun 2000 – 2010

Kecamatan	LUAS MEIURUT PENGGUNAAN LAHAN (Ha)						Luas Wilayah (%)	(%)
	Pemukiman & Lainnya	Sawah, Ladang	Perkebunan	Tambak	Hutan	Luas Wilayah		
Tanah Pasir	466.96	1,379.96		1,636.58		3,483.50	3.74	
Syantailira Aron	675.8	2,060.34				2,736.14	2.94	
Tanah Luas	829.67	2,671.64	588.18			4,089.49	4.39	
Matangkuli	3,323.61	13,777.46	21,424.03			38,525.10	41.38	
Lhoksukon	1,447.39	10,478.23	11,759.54			23,685.16	25.44	
Baktiya	1,248.44	6,743.22	5,719.66	492.34		14,203.66	15.26	
DAS					6,376.93	6,376.93	6.85	
Jumlah	7,991.87	37,110.85	39,491.41	2,128.92	6,376.93	93,099.98	100	
Persentase (%)	8.58	39.86	42.42	2.29	6.85	100		

Sumber : Rencana Tata Ruang Kabupaten Aceh Utara

3.2 Analisis dan Pengolahan Data

3.2.1 Menetapkan Koefisien Pengaliran Lahan (C_{iT})

Koefisien pengaliran lahan (C_{iT}) perlu ditetapkan untuk menghitung debit pada masing-masing tataguna lahan yang nantinya akan merupakan debit pada Daerah Aliran Sungai sesuai dengan periode ulang. Berdasarkan nilai koefisien Daerah Aliran Sungai (C_{DAS}) maka ditetapkan nilai koefisien pengaliran pada tataguna lahan. Untuk menetapkan hal ini dapat dipergunakan rumus:

$$C_{DAS} = C_1 \frac{A_1}{A} + C_2 \frac{A_2}{A} + \dots + C_n \frac{A_n}{A} \dots \dots \dots (5)$$

di mana:

- C_{DAS} = Koefisien pengaliran pada Daerah Aliran Sungai (DAS)
- C_{1 .. n} = Koefisien pengaliran masing-masing tataguna lahan
- A_{1.....n} = Luas masing-masing tataguna lahan (Ha)
- A = Luas Daerah Aliran Sungai/DAS (Ha)

3.3 Model Pengujian

Model pengujian dilakukan dengan menggunakan model Linear Programming. Penggunaan Linear Programming dengan variabel keputusan yang

menunjukkan keputusan dalam mengoptimalkan debit banjir di hilir dengan meminimalkan koefisien pengaliran Daerah Aliran Sungai (DAS) sehingga pengaturan luas tataguna lahan dapat dioptimal. Variabel keputusan dinyatakan dengan notasi x. Berdasarkan Rencana Umum Tata Ruang (RUTR) Kabupaten Aceh Utara Tahun 2000-2010 maka dapat ditentukan fungsi tujuan dan fungsi kendala (konstain) atau pembatas sebagai berikut.

Fungsi Tujuan :

$$\text{Min } C_{DAS} = C_i \sum_{i=1}^n \frac{A_i}{A_{DAS}} \tag{6}$$

Fungsi Kendala :

$$C_1 \frac{A_1}{A_{DAS}} + C_2 \frac{A_2}{A_{DAS}} + \dots\dots C_n \frac{A_n}{A_{DAS}} \leq C_{DAS} \text{ Existing}$$

$$A_1 \leq L_1; A_2 \leq L_2; A_3 \leq L_3; A_4 \leq L_4; A_5 \geq L_5$$

C_{DAS} adalah Koefisien pengaliran DAS, C_i koefisien pengaliran masing-masing lahan, A_i luas masing-masing lahan, A_{DAS} luas daerah pengaliran Sungai (DAS), A_1 pemukiman dan lainnya, A_2 sawah-ladang, A_3 perkebunan, A_4 tambak, A_5 hutan, L_1 konstanta pembatas lahan pemukiman dan lainnya, L_2 konstanta pembatas lahan sawah dan ladang, L_3 konstanta pembatas lahan perkebunan, L_4 konstanta pembatas lahan tambak dan L_5 adalah konstanta pembatas lahan hutan

4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Intensitas Hujan Periode Ulang T Tahun

Intensitas hujan untuk masing-masing periode ulang T tahun diperoleh berdasarkan curah hujan harian maksimum (R_{24}) pada masing-masing periode ulangnya dan juga tergantung dari waktu konsentrasinya (T_c). Hasil selengkapnya diperlihatkan Tabel 4

Tabel 4 Rekapitulasi Perhitungan Hujan Harian dan Inensitas Hujan

PERIODE ULANG	Y_{TR}	K	S_d	R_{24}	I_T
5	1.50	0.97	22.55	98.69	8.80
10	2.25	1.70	22.55	115.27	10.28
25	3.20	2.63	22.55	136.22	12.15
50	3.90	3.32	22.55	151.76	13.54
100	4.60	4.01	22.55	167.19	14.91

4.2 Angka pengaliran lahan (C_i)

Angka pengaliran DAS menjadi nilai disain untuk menentukan angka pengaliran masing-masing lahan. Berdasarkan angka pengaliran DAS maka penentuan angka pengaliran masing-masing lahan dilakukan dengan cara coba-coba di mana angka pengaliran lahan ini merujuk pada koefisien pengaliran dari referensi yang ada. Hasil angka pengaliran masing masing lahan yang diperoleh adalah 0.65 untuk pemukiman dan lainnya, 0.65 untuk sawah dan ladang, 0.60 untuk perkebunan, 0.65 untuk tambak dan 0.50 untuk hutan. Sebelum dilakukan optimasi terhadap tataguna lahan perlu ditetapkan angka pengaliran lahan (C_i) eksisting yang dihitung dengan trial and error berdasarkan angka pengaliran DAS eksisting sebesar 0.52. Angka pengaliran lahan juga ditentukan berdasarkan

referensi yang ada. Angka pengaliran lahan ini nantinya akan digunakan untuk melakukan perhitungan-perhitungan lainnya. Hasil angka pengaliran lahan (Ci) diperlihatkan Tabel 5

Tabel 5 Angka Pengaliran Lahan

C_{DAS} Eksisting	C_i (C lahan)				
	Pemukiman	Sawah, Ladang	Perkebunan	Tambak	Hutan
0.52	0.65	0.65	0.6	0.65	0.5
$C_i \times (A_i/A)$	0.039	0.091	0.024	0.0065	0.32

4.5 Debit maksimum

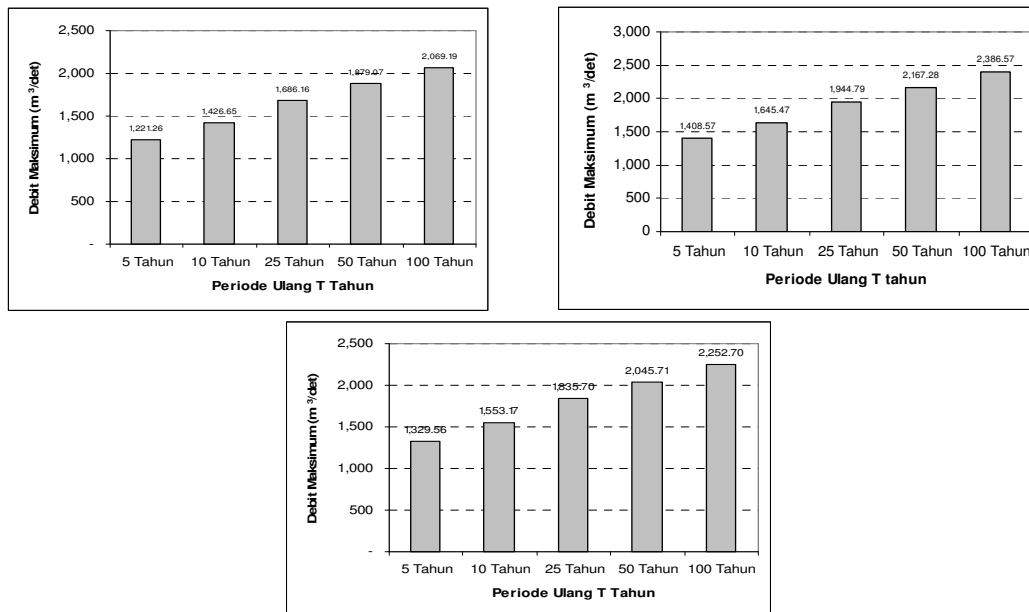
Debit maksimum dihitung berdasarkan luas lahan dan koefisien pengaliran, sedangkan koefisien pengaliran DAS dihitung berdasarkan curah hujan periode ulang. Dari hasil pengolahan data berdasarkan hujan harian R_{24} untuk masing-masing periode ulang T tahun diperlihatkan Tabel 6.

Tabel 6 Debit Maksimum Periode Ulang

PERIODE ULANG	R_{24}	I_T	Koef. Alir DAS (C)	Q (m^3/det)
5	98.69	8.8	0.43	979.37
10	115.27	10.28	0.47	1,250.51
25	136.22	12.15	0.52	1,635.21
50	151.76	13.54	0.54	1,892.37
100	167.19	14.91	0.56	2,161.03

4.6 Debit Maksimum Periode Ulang T Tahun Berdasarkan Luas Lahan

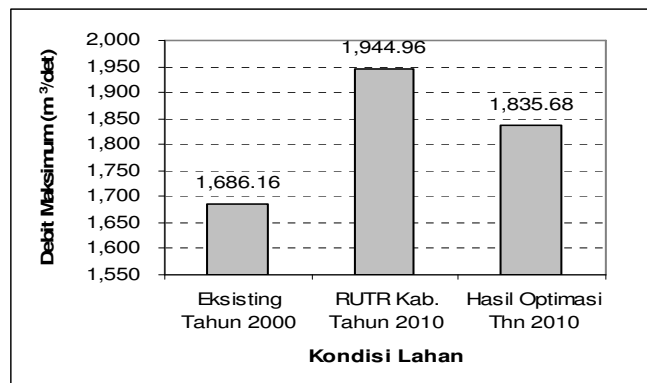
Debit maksimum periode ulang T tahun dihitung berdasarkan luas lahan pada masing-masing kondisi yaitu kondisi eksisting, kondisi lahan RUTR dan kondisi hasil optimasi diperlihatkan Gambar 2



Gambar 2 Debit Maksimum Berdasarkan Luas Lahan Eksisting Thn 2000, RUTR Kabupaten Tahun 2010 dan Koefisien C

4.7 Lahan dan Luas Lahan Hasil Optimasi

Kelebihan air yang menjadi limpasan tidak dapat dihindari namun perlu diupayakan menjadi minimal sehingga pengembangan tata ruang tidak mengakibatkan kerugian serta bencana yang besar bagi masyarakat. Salah satu upaya adalah dengan melakukan optimasi tataguna lahan sehingga rencana pengembangan lahan di kabupaten dapat dilakukan dan kerugian dapat diminimalisir. Perbandingan debit maksimum diperlihatkan pada Gambar 3



Gambar 3 Grafik Perbandingan Debit Maksimum

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa debit maksimum pada kondisi eksisting tahun 2000 sebesar 1,686.16 m³/det sudah mengakibatkan banjir pada DAS. Untuk kondisi perencanaan RUTR Kabupaten tahun 2010 debit maksimum sebesar 1,944.96 m³/det tentunya akan menyebabkan banjir yang lebih besar lagi. Untuk meminimalkan debit dilakukan upaya pengaturan tataguna lahan dengan cara mengoptimasi perubahan tataguna lahan dan dapat dilihat bahwa debit maksimum dapat diperkecil menjadi sebesar 1,835.68 m³/det sehingga jumlah debit yang dapat di reduksi sebesar 109.28 m³/det

4.8 Optimasi

Optimasi dilakukan dengan fungsi tujuan berdasarkan koefisien pengaliran lahan yang diterjemahkan menjadi persamaan matematis secara proporsional pada luas masing-masing lahan yang dibatasi oleh fungsi kendala berupa konstrain-konstrain yang ditetapkan berdasarkan tataguna lahan sesuai dengan RUTR Kabupaten tahun 2010. Optimasi dilakukan dengan model Linear Programming dan menggunakan software Quantitative System (QS) yang sudah umum dipergunakan dalam melakukan optimasi. Fungsi tujuan dari optimasi adalah meminimumkan C_{DAS} karena besarnya debit dipengaruhi oleh angka pengaliran. Batasan-batasan (konstrain) untuk melakukan optimasi ini adalah tataguna lahan dan debit maksimum.

Dari hasil optimasi dengan 6 kali iterasi maka diperoleh nilai C_{DAS} sebesar 0.6 dengan luas tataguna lahan masing-masing 8.58% untuk luas lahan pemukiman dan lainnya, 21.63% untuk luas lahan sawah dan ladang, 35% untuk luas lahan perkebunan, 2.29% untuk luas lahan tambak dan 32.5% untuk luas lahan hutan. Hasil optimasi selengkapnya diperlihatkan Tabel 7. Debit maksimum yang terjadi pada kondisi eksisting sebesar 1,686,16 m³/det dan pada tahun 2010

sesuai dengan perencanaan tata ruang kabupaten berdasarkan Rencana Umum Tata Ruang (RUTR) Kabupaten akan menghasilkan debit sebesar 1,944.96 m³/det, hal ini menunjukkan terjadi penambahan debit limpasan sebesar 258.80 m³/det. Setelah melakukan optimasi tataguna lahan pada Rencana Umum Tata Ruang (RUTR) tahun 2010 maka jumlah debit yang dihasilkan dapat diminimalkan menjadi 1,835.68 m³/det. Dari hasil optimasi ini jumlah debit yang terjadi dapat diperkecil sebesar 109.28 m³/det sehingga penambahan debit limpasan pada tahun 2010 akibat perubahan tataguna lahan pada Rencana Tahun 2010 hanya sebesar 149.52 m³/det.

Tabel 7 Hasil Optimasi Tataguna Lahan dan Debit Yang Terjadi

Lahan	Luas Lahan Existing		Luas Lahan RUTR Kabupaten		Luas Lahan Hasil Optimasi	
	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)
Pemukiman & lainnya	52.5	5.64	79.88	8.58	79.88	8.58
Sawah, Ladang	134.18	14.41	371	39.85	201.38	21.63
Perkebunan	36.6	3.93	394.93	42.42	325.84	35
Tambak	13.62	1.46	21.32	2.29	21.32	2.29
Hutan	694.1	74.55	63.87	6.86	302.58	32.5
Jumlah	931	100	931	100	931	100
Debit Yang Terjadi (m³/det)	1,686.16		1,944.96		1,835.68	

4.9 Kapasitas Tampungan Sungai Terhadap Debit Maksimum

Untuk mengetahui kemampuan sungai Kr. Keureuto mengalirkan air maka perlu dilakukan perhitungan debit yang dapat ditampung oleh sungai. Hasil perhitungan kemampuan tampungan sungai diperlihatkan Tabel 8

Tabel 8 Perhitungan Kapasitas Sungai Terhadap Debit Maksimum

LEBAR SUNGAI ATAS	LEBAR SUNGAI BAWAH	TINGGI AIR	LUAS TAMPANG	TAMPANG BASAH	JARI - JARI HIDROLIS	ANGKA MAHNING	SLOPE	KECEPATAN	DEBIT
L	B	H	A	P	R	n	S	V	Q
60	35	1.75	83.13	12.62	6.59	0.05	0.02627	11.39	946.74

Dari Tabel 8 dapat diketahui bahwa dengan dimensi penampang sungai yang lebarnya 60 meter dengan kedalaman 1.75 meter dapat menampung debit sebesar 946.74 m³/det. Kapasitas tampung alur sungai Kr. Keureuto terhadap debit maksimum jauh lebih kecil dari debit maksimum yang akan terjadi pada semua periode ulang dan pada semua kondisi lahan, hal ini tentu akan mengakibatkan limpasan permukaan yang berlebihan pada daerah aliran sungai tersebut. Untuk penanganan sungai Kr. Keureuto sampai dengan tahun 2010 dapat digunakan debit hasil optimasi dengan kelebihan air yang harus ditanggulangi sebesar 888.94 m³/det.

Untuk mengatasi kelebihan debit perlu dilakukan upaya yaitu dengan membuat tanggul setinggi 1 meter sehingga tidak terjadi limpasan permukaan. Hasil perhitungan kemampuan tampungan sungai setelah dibuat tanggul diperlihatkan pada Tabel 9, di mana debit yang dapat ditampung oleh sungai Kr. Keureuto menjadi sebesar 1,992.30 m³/det.

Tabel 9 Perhitungan Kemampuan Tampungan Sungai Setelah Dibuat Tanggul Setinggi 1 m

LEBAR SUNGAI ATAS	LEBAR SUNGAI BAWAH	TINGGI AIR	LUAS TAMPANG	TAMPANG BASAH	JARI -JARI HIDROLIS	ANGKA MANNING	SLOPE	KECEPATAN	DEBIT
L	B	H	A	P	R	n	S	V	Q
60	35	2.75	130.63	12.8	10.21	0.05	0.02627	15.25	1,992.30

5. Kesimpulan

Dari hasil optimasi dengan 6 kali iterasi menunjukkan bahwa nilai C_{DAS} pada tahun 2010 dapat diminimalkan menjadi sebesar 0.6 dengan luas tataguna lahan masing-masing 8.58% untuk lahan pemukiman dan lainnya, 21.63% untuk lahan sawah dan ladang, 35% untuk lahan perkebunan, 2.29% untuk lahan tambak dan 32.5% untuk lahan hutan dengan debit sebesar 1,835.68 m³/det. Debit yang terjadi pada kondisi eksisting tahun 2000 sebesar 1,686.18 m³/det, pada kondisi berdasarkan RUTR Kabupaten akan menghasilkan debit sebesar 1,944.96 m³, dalam hal ini akan terjadi penambahan debit sebesar 258.80 m³. Dari hasil optimasi ini jumlah debit yang terjadi pada tahun 2010 dapat diperkecil menjadi sebesar 1835.68 m³/det sehingga penambahan debit pada tahun 2010 akibat perubahan tataguna lahan hanya sebesar 149.52 m³/det. Untuk mengatasi kelebihan debit pada tahun 2010 perlu dilakukan upaya-upaya penanggulangan dengan membuat tanggul setinggi 1 meter sehingga debit yang dapat ditampung menjadi sebesar 1,992.30 m³/det.

Saran berupa rekomendasi dari hasil penelitian ini dapat diberikan bahwa penggunaan tataguna lahan hendaknya harus dilakukan dengan seimbang sehingga kerugian akibat bencana banjir dapat diminimalkan. Pemerintah daerah perlu membangun stasiun pengamatan hujan di tiap-tiap daerah sehingga data-data hujan dapat lebih akurat untuk kepentingan pengaman banjir atau untuk kepentingan pemanfaatan hujan bagi kebutuhan irigasi maupun sumber air bersih bagi masyarakat

Daftar Kepustakaan

1. Anonim, 1997, *Buku Data SWS 01.03. Pase Peusangan*, Kanwil Departemen Pekerjaan Umum Propinsi Daerah Istimewa Aceh, Banda Aceh
2. Anonim, 2001, *Revisi Rencana Tata Ruang Kabupaten Aceh Utara*, Pemerintah Kabupaten Aceh Utara, Aceh Utara
3. Chow, V.T., Maidment, D. R., Mays, L. W, 1988, *Applied Hydrology*, Mc Graw Hill Book Company
4. Mays L.W., Kounung, Yeow, 1992, *Hydro systems Engineering And Mangement*, McGraw-Hill, New York
5. Rayakonsult, 1992, *Perencanaan Penanggulangan Masalah Banjir Krueng Keureuto Ruas Matangkuli-Muara*, Pemda Tingkat II Kabupaten Aceh Utara
6. Sosrodarsono S, Takeda Kensaku, 1997, *Hidrologi Untuk Pengairan*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta
7. Subarkah, I., 1980, *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*, Idea Dharma, Bandung
8. Taha, H.A., 1993, *Riset Operasi*, Binarupa Aksara, Jakarta