

# KONDISI TATA AIR SUNGAI DALAM PENGELOLAAN DAERAH ALIRAN SUNGAI DI SUB DAS ROKAN KIRI

Haryanto Siahaan<sup>1)</sup>, Yohanna Lilis Handayani<sup>2)</sup>, Manyuk Fauzi<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, <sup>2)</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik Universitas Riau, Jl. Subrantas KM 12.5 Pekanbaru 28293

Email: [haryanto.siahaan@student.unri.ac.id](mailto:haryanto.siahaan@student.unri.ac.id)<sup>1)</sup>

[ylilish@gmail.com](mailto:ylilish@gmail.com)<sup>2)</sup>

[graperia@gmail.com](mailto:graperia@gmail.com)<sup>2)</sup>

## ABSTRACT

*Watersheds management can be evaluated by the criteria of its preservation. The main criteria of watershed's preservation is the environment goodness which lies on land use, water system, social, economy, and institutions. The criteria of stream system can be scored from several indicators, such as : stream's regim coefficient, coefficient of variation, water utilization index, and runoff coefficient. This research aimed to find out the classification result from the reviewed parameters on Rokan Kiri Sub Watershed based on rules by Peraturan Direktur Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial No. P.04/V-SET/2009. On this research, it has been done the analysis steps and the computation about stream system's criteria by stream's discharge indicators. The result of this research has shown that stream system's condition with indicator of stream's regim coefficient valued 223,92 which placed on low class, indicator of variation coefficient valued 0,73 which placed on low class, indicator of water usement index scored 0,0035 which placed on well class, and coefficient runoff valued 0,27 which placed on medium class.*

*Keywords : Stream System, Stream's regim coefficient, Coefficient of Variation, Water utilization Index, Runoff Coefficient.*

## 1. PENDAHULUAN

Daerah aliran sungai (DAS) memiliki komponen penting yang harus dijaga keseimbangannya demi tercapainya fungsi DAS sebagai menampung, menyimpan, maupun mengalirkan air yang berasal dari hujan. Pengelolaan DAS juga mempunyai arti sebagai alokasi sumberdaya alam di daerah aliran sungai termasuk pencegahan banjir dan erosi, serta perlindungan yang berkaitan dengan sumberdaya, termasuk dalam pengelolaan DAS yaitu mengidentifikasi keterkaitan antara daerah hulu dan hilir suatu DAS. Kondisi DAS mulai terganggu apabila koefisien air cenderung terus naik dari tahun ke tahun, serta debit air maksimum dan minimum cenderung terus naik dari tahun ke tahun, dan tinggi permukaan air tanah yang berfluktuasi secara ekstrim (Asdak, 1995). Salah satu Sub DAS yang berada di daerah Kabupaten Rokan Hulu yang dialiri oleh

Sungai Rokan yaitu Sub DAS Rokan Kiri. Sub DAS ini mengalir salah satu kecamatan yang ada Kabupaten Rokan Hulu yaitu Kecamatan Rokan IV Koto. Kecamatan Rokan IV Koto ini mempunyai luas wilayah  $\pm 871,16 \text{ km}^2$  atau 87.116 Ha, yang mempunyai 13 Desa dan satu Kelurahan dengan pusat pemerintahan berada di Desa Rokan yang mempunyai jumlah penduduk sebanyak 24.148 jiwa dan kepadatan penduduk rata-rata 28 jiwa/km<sup>2</sup> (Badan Pusat Statistik Rokan Hulu). Perkembangan dan peningkatan kualitas kehidupan masyarakat Kabupaten Rokan Hulu perlu dilakukan perbaikan dan penyediaan sarana dan prasarana yang memadai dan termasuk ketersediaan air bersih. Seperti contoh kebutuhan air bersih akan semakin meningkat dari tahun ke tahun sejalan dengan pembangunan di berbagai sektor dan bidang, serta jumlah penduduk yang terus bertambah. Di sisi lain

jumlah pasokan air baku untuk air bersih yang ada masih relatif terbatas terutama pada saat musim kemarau. Melihat kondisi yang terjadi saat ini, perlu diadakannya suatu pengamatan kelestarian kondisi Sub DAS Rokan Kiri secara berkala guna untuk menyeimbangkan fungsi DAS sebagaimana mestinya. Penelitian ini menggunakan program yang ada di kehutanan yaitu berdasarkan peraturan Direktur Jenderal Rehabilitasi lahan dan perhutanan sosial nomor : P.04/V-SET/2009, tentang monitoring dan evaluasi daerah aliran sungai, yang salah satu bagian dari program tersebut yaitu digunakan untuk mengetahui kondisi Sub DAS Rokan Kiri yang dilihat dari kriteria tata air dengan indikator debit air sungai. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui nilai indikator debit air sungai yang meliputi Koefisien Regim Sungai (KRS), Indeks Penggunaan Air (IPA), Koefisien Variansi (CV), dan Koefisien Limpasan (C) dan mengetahui kondisi pengelolaan Sub DAS Rokan Kiri dalam kriteria tata air dengan indikator debit air sungai. manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi bagi instansi terkait yang membutuhkan dan bermanfaat dalam pengembangan ilmu pengetahuan dalam memonitoring kinerja Sub DAS yang berada di DAS Rokan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Koefisien Regim Sungai

Menurut peraturan Dirjen RLPS Kehutanan (2009), pengertian koefisien regim sungai (KRS) adalah perbandingan antara debit maksimum (Qmaks) dengan debit minimum (Qmin) dalam suatu sub DAS. Data diperoleh dari nilai rata-rata debit harian (Q) dari hasil pengamatan stasiun pengamat arus sungai (SPAS) di sub DAS yang dipantau. Parameter hidrologi sub DAS yang diperoleh dari perbandingan antara debit maksimum dan debit minimum merupakan indikator besaran hidrologi untuk menyatakan fungsi sub DAS tersebut baik atau tidak yang kemudian dapat ditinjau dari nilai perbandingan tersebut. Koefisien regim sungai (KRS) dapat

dihitung dengan menggunakan rumus dibawah ini :

$$KRS = \frac{Q_{maks}}{Q_{min}} \quad (2.1)$$

Dengan :

Q maks = debit harian rata-rata (Q) tahunan tertinggi (m<sup>3</sup>/det),

Q min = debit harian rata-rata (Q) tahunan terendah (m<sup>3</sup>/det).

Data Qmaks dan Qmin diperoleh dari hasil pengamatan stasiun pengamat arus sungai (SPAS) di DAS/sub DAS yang di pantau. Klasifikasi nilai KRS untuk menunjukkan karakteristik tata air di DAS pada Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Klasifikasi nilai Koefisien Regim Sungai

No	Nilai KRS	Kelas	Skor
1	< 50	Baik	1
2	50 – 120	Sedang	3
3	> 120	Jelek	5

Sumber : (Keputusan Menteri Kehutanan No: P.04/V-SET/2009)

### 2.2 Koefisien Variansi

Menurut Dirjen RLPS Kehutanan (2009), pengertian koefisien variansi (CV) adalah gambaran kondisi variasi dari debit aliran air (Q) tahunan dari suatu DAS. Jika variasi debit (Q) tahunan kecil maka kondisi debit (Q) dari tahun ke tahun tidak banyak mengalami perubahan. Di sisi lain, jika variasi debit (Q) tahunan besar maka kondisi debit (Q) dari tahun ke tahun banyak mengalami perubahan, yang menunjukkan kondisi DAS/Sub DAS yang kurang stabil, misalnya disebabkan perubahan penggunaan lahan dan atau pola penggunaan air di DAS. Rumus perhitungan nilai koefisien variansi adalah sebagai berikut.

$$CV = \frac{sd}{Q_{rata-rata}} \times 100 \% \quad (2.2)$$

Dengan :

Qrata-rata = Data debit rata-rata tahunan dari stasiun pengamat arus sungai (SPAS).

Sd = Standar deviasi data debit (Q) tahunan dari stasiun pengamat arus sungai (SPAS).

Klasifikasi nilai koefisien variansi dapat dilihat pada Tabel 2.2 di bawah ini.

Tabel 2.2 Klasifikasi nilai Koefisien Variansi

No	Nilai CV	Kelas	Skor
1	< 0,1	Baik	1
2	0,1 – 0,3	Sedang	3
3	> 0,3	Jelek	5

Sumber : (Keputusan Menteri Kehutanan No: P.04/V-SET/2009)

### 2.3 Indeks Penggunaan Air

Menurut peraturan Dirjen RLPS Kehutanan (2009), pengertian Indeks Penggunaan Air (IPA) adalah perbandingan antara kebutuhan air dengan persediaan air yang ada di DAS.

Klasifikasi nilai indeks penggunaan air dapat dilihat pada Tabel 2.3 di bawah ini.

Tabel 2.3 Klasifikasi nilai Indeks Penggunaan Air

No	Nilai IPA	Kelas	Skor
1	≤ 0,5	Baik	1
2	0,6 – 0,9	Sedang	3
3	≥ 1,0	Jelek	5

Sumber : (Keputusan Menteri Kehutanan No: P.04/V-SET/2009)

Rumus menghitung nilai indeks penggunaan air adalah sebagai berikut.

$$IPA = \frac{\text{Kebutuhan}}{\text{Persediaan}} \quad (2.3)$$

Dengan :

Kebutuhan air (m<sup>3</sup> atau mm) = jumlah air yang dikonsumsi untuk berbagai keperluan/penggunaan lahan di daerah tangkapan air (DTA) selama satu tahun (tahunan) misalnya untuk pertanian, rumah tangga, industri dll.

Persediaan air (m<sup>3</sup> atau mm) = hasil pengamatan volume debit (Q, mm) pada stasiun pengamat air sungai (SPAS) serta jumlah curah hujan rata-rata tahunan (P, mm) di daerah tangkapan air (DTA).

### 2.4 Koefisien Limpasan

Menurut peraturan Dirjen RLPS Kehutanan (2009), pengertian koefisien limpasan adalah perbandingan antara tebal limpasan tahunan (Q, mm) dengan tebal hujan tahunan (P, mm) di DAS atau dapat dikatakan berapa persen curah hujan yang menjadi limpasan (*runoff*) di DAS.

$$C = \frac{Q_{\text{tahunan}}}{P_{\text{tahunan}}} \quad (2.4)$$

Dengan :

Q (mm) = tebal limpasan tahunan.

P (mm) = tebal hujan tahunan.

Klasifikasi nilai koefisien limpasan dapat dilihat pada Tabel 2.4 di bawah ini.

Tabel 2.4 Klasifikasi nilai Koefisien Limpasan

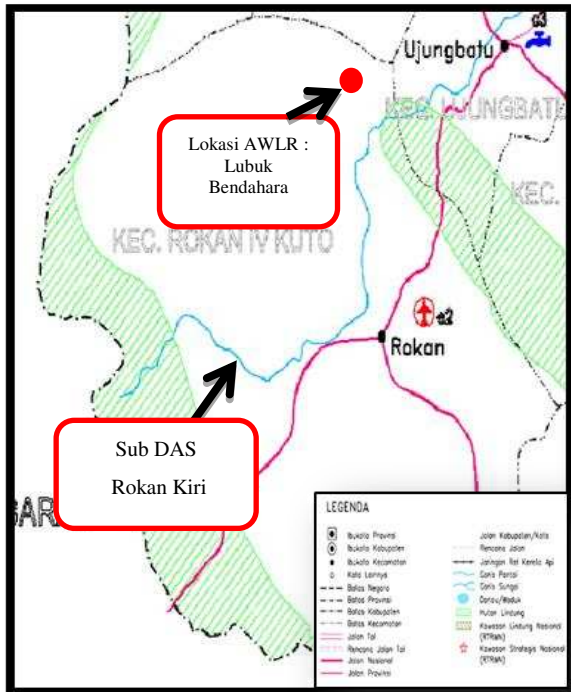
No	Nilai C	Kelas	Skor
1	< 0,25	Baik	1
2	0,25 – 0,50	Sedang	3
	0,51 – 1,0	Jelek	5

Sumber : (Keputusan Menteri Kehutanan No: P.04/V-SET/2009)

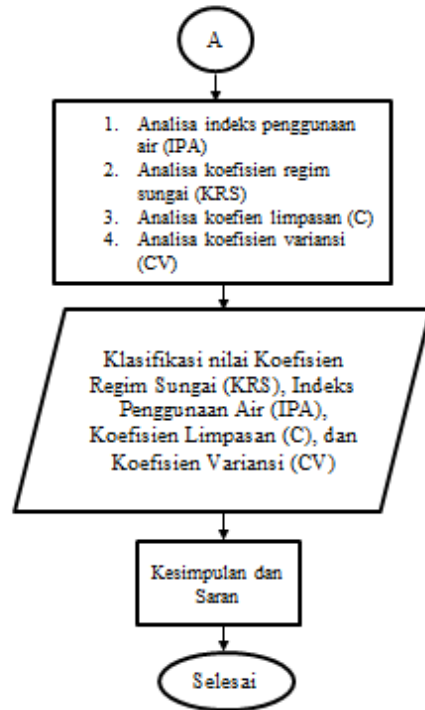
## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Sub DAS Rokan Kiri Stasiun AWLR Lubuk Bendahara yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Stasiun Lubuk Bendahara secara administrasi terletak di Provinsi Riau, Kabupaten Rokan Hulu Kecamatan Rokan IV Koto dengan letak geografis 00° 41' 29" LU dan 100° 13' 37" BT. Stasiun ini memiliki luas daerah aliran sungai sebesar 3196 km<sup>2</sup>. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 di bawah ini.



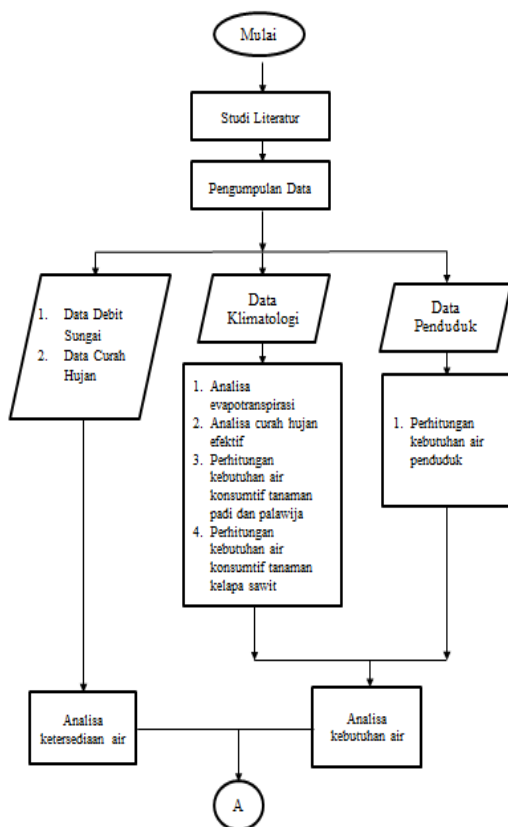
Gambar 3.1 Lokasi penelitian  
Sumber : Pusdata, 2009



Gambar 3.2 Diagram alir tugas akhir

### 3.2 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir peneltian dapat dilihat pada Gambar 3.2 di bawah ini.



## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisis Koefisien Regim Sungai

Rekapitulasi perhitungan nilai koefisien regim sungai serta klasifikasi nilai koefisien regim sungai tahun 2006 sampai tahun 2014 dapat dilihat pada Tabel 4.1 di bawah ini.

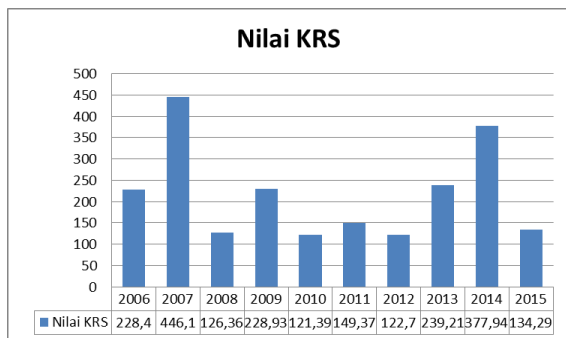
Tabel 4.1 Rekapitulasi perhitungan nilai Koefisien Regim Sungai

No	Tahun	Q maks (m <sup>3</sup> /det)	Q min (m <sup>3</sup> /det)	KRS = Q maks/Q min	Kondisi
1	2006	673,87	2,95	228,4	Jelek
2	2007	834,21	1,87	446,1	Jelek
3	2008	576,24	4,56	126,36	Jelek
4	2009	789,83	3,45	228,93	Jelek
5	2010	922,59	7,6	121,39	Jelek
6	2011	918,66	6,15	149,37	Jelek
7	2012	841,73	6,86	122,7	Jelek
8	2013	887,49	3,71	239,21	Jelek
9	2014	506,45	1,34	377,94	Jelek
10	2015	304,86	2,27	134,29	Jelek

Sumber : Perhitungan, 2016

Nilai rata-rata koefisien regim sungai dari tahun 2006 sampai tahun 2015 sebesar 223,92 dan merujuk ke tabel koefisien regim sungai, klasifikasi nilai koefisien regim sungai termasuk dalam kelas yang jelek yaitu > 120. Adapun hasil Grafik

koefisien regim sungai dari tahun 2006 sampai tahun 2015 yang diperoleh menggunakan grafik excel dapat dilihat pada Gambar 4.1 di bawah ini.



Gambar 4.1 Grafik koefisien regim sungai Sub DAS Rokan Kiri tahun 2006 s/d 2015

Grafik koefisien regim sungai diatas menjelaskan bahwa nilai koefisien regim sungai yang paling kecil yaitu pada tahun 2010 sebesar 121,39 sedangkan nilai koefisien regim sungai yang paling besar yaitu pada tahun 2007 sebesar 446,1 yang menunjukkan bahwa nilai limpasan pada saat bulan musim penghujan terjadi sangat besar yang mengakibatkan kondisi lahan yang berada di daerah Sub DAS Rokan Kiri kurang mampu menyerap air yang mengalir sehingga sehingga air limpasannya banyak yang terus masuk ke sungai dan terbuang ke laut, dan apabila sungai dan laut sudah tidak mampu lagi menahan debit air yang besar, maka debit air yang berada di daerah tersebut akan meluap hingga menyebabkan banjir, sedangkan pada saat bulan musim kemarau terjadi nilai limpasan yang sangat kecil yang mengakibatkan kondisi di daerah Sub DAS Rokan Kiri ini karena semakin lama debit air yang berada di daerah Sub DAS Rokan Kiri semakin menipis ditambah lagi tidak adanya lagi air hujan yang datang hingga debit air yang berada di daerah aliran sungai tersebut tidak dapat lagi mengairi air untuk kebutuhan air yang akan dipergunakan untuk masyarakat yang di sekitar sungai atau dengan kata lain bahwa di daerah Sub DAS Rokan Kiri ini mengalami kekeringan sampai musim penghujan datang.

## 4.2 Analisis Koefisien Variansi

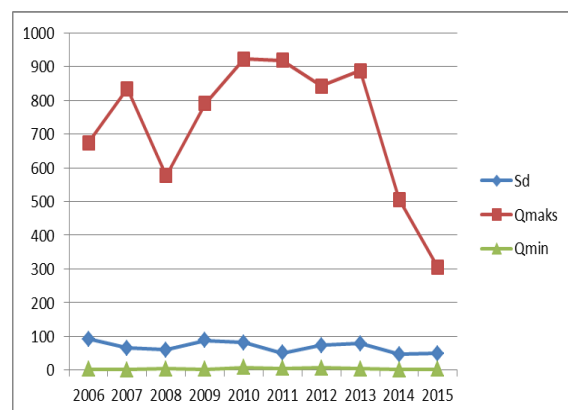
Rekapitulasi perhitungan nilai koefisien variansi serta klasifikasi nilai koefisien variansi tahun 2006 sampai tahun 2015 dapat dilihat pada Tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4.2 Rekapitulasi perhitungan klasifikasi nilai Koefisien Variansi

No	Tahun	Standar Deviasi	Debit rata-rata	CV = Sd/Qrata-rata	Kondisi
1	2006	92,82	98,79	0,93	Jelek
2	2007	65,57	120,07	0,54	Jelek
3	2008	59,76	87,07	0,68	Jelek
4	2009	88,79	97,43	0,91	Jelek
5	2010	81,15	122,81	0,66	Jelek
6	2011	51,36	82,58	0,62	Jelek
7	2012	72,89	95,28	0,76	Jelek
8	2013	78,40	90,66	0,86	Jelek
9	2014	46,54	69,43	0,67	Jelek
10	2015	49,34	68,83	0,71	Jelek

Sumber : Perhitungan, 2016

Nilai rata-rata koefisien variansi dari tahun 2006 sampai tahun 2015 sebesar 0,73 dan merujuk ke tabel koefisien variansi, maka klasifikasi nilai koefisien variansi termasuk ke dalam kondisi yang jelek yaitu  $> 0,3$ . Adapun hasil grafik koefisien variansi dari tahun 2006 sampai tahun 2015 yang diperoleh dengan menggunakan grafik excel dapat dilihat pada Gambar 4.2 di bawah ini.



Gambar 4.2 Grafik koefisien variansi Sub DAS Rokan Kiri tahun 2006 s/d 2015



Grafik koefisien variansi diatas menjelaskan bahwa variasi antara debit maksimum dan debit minimum yang terjadi pada tahun 2006 sampai tahun 2015 banyak mengalami perubahan. Hal ini disebabkan karena perbandingan jarak antara debit maksimum pada saat musim penghujan yang terjadi di Bulan Oktober sampai dengan bulan Desember dengan debit minimum pada musim kemarau yang terjadi di Bulan Juli sampai Bulan September mengalami perubahan debit yang cukup besar.

### 4.3 Analisis Indeks Penggunaan Air

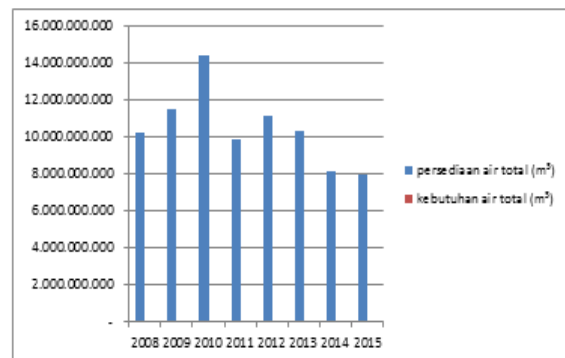
Perhitungan keseluruhan nilai indeks penggunaan air serta klasifikasi kondisi indeks penggunaan air tahun 2008 sampai tahun 2015 dapat dilihat pada Tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 4.3 Rekapitulasi klasifikasi nilai Indeks Penggunaan Air

No	Tahun	Kebutuhan (m <sup>3</sup> )	Persediaan (m <sup>3</sup> )	IPA = Kebutuhan/Persediaan	Kondisi
1	2008	4407277382	1019218239396,51	0,0043	Baik
2	2009	4204136377	1150676041286,28	0,0037	Baik
3	2010	5123399519	1435753649253,96	0,0036	Baik
4	2011	3462731514	984123424515,50	0,0035	Baik
5	2012	4966701109	1117051172698,04	0,0044	Baik
6	2013	3613210804	1033557800164,09	0,0035	Baik
7	2014	3426886309	810211981144,52	0,0042	Baik
8	2015	3968390965	798120275758,70	0,0050	Baik

Sumber : Perhitungan, 2016

Nilai rata-rata indeks penggunaan air dari tahun 2006 sampai tahun 2015 adalah 0,0035 dan merujuk pada indeks penggunaan air klasifikasi nilai indeks penggunaan air termasuk ke dalam kelas yang baik yaitu > 0,5. Adapun hasil grafik indeks penggunaan air tahun 2008 sampai tahun 2015 yang diperoleh menggunakan grafik excel dapat dilihat pada Gambar 4.3 di bawah ini.



Gambar 4.3 Grafik indeks penggunaan air Sub DAS Rokan Kiri tahun 2008 s/d 2015

Grafik diatas menjelaskan bahwa nilai indeks penggunaan air pada Sub DAS Rokan Kiri dari tahun 2008 sampai tahun 2015 sangat kecil karena kebutuhan air yang digunakan juga sangatlah kecil dibandingkan dengan persediaan air yang berasal dari debit sungai dan curah hujan yang ada pada Sub DAS Rokan kiri yang sangat melimpah sehingga DAS Rokan masih menghasilkan air yang keluar dari DAS Rokan untuk wilayah Sub-sub DAS Rokan yang berada di hilir.

### 4.4 Analisis Koefisien Limpasan

Rekapitulasi perhitungan nilai koefisien limpasan serta klasifikasi kondisi nilai koefisien limpasan tahun 2006 sampai tahun 2015 dapat dilihat pada Tabel 4.4 di bawah ini.

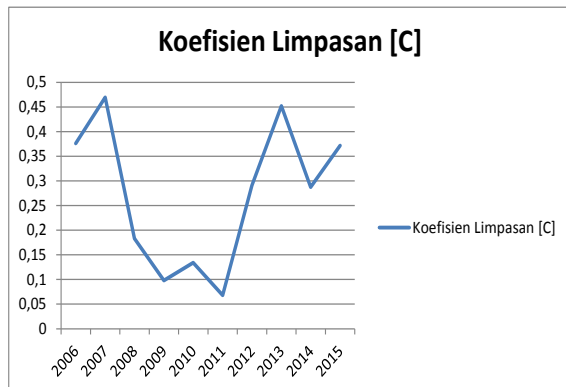
Tabel 4.4 Rekapitulasi klasifikasi nilai Koefisien Limpasan

No	Tahun	Q tahunan (mm)	P tahunan (mm)	C = Q tahunan / P tahunan	Kondisi
1	2006	974,79	2591,5	0,37	Sedang
2	2007	1184,73	2524,8	0,46	Sedang
3	2008	859,19	4691,8	0,18	Baik
4	2009	961,32	9796,9	0,09	Baik
5	2010	1211,78	9035,4	0,13	Baik
6	2011	814,81	12019,8	0,06	Baik
7	2012	940,12	3230	0,29	Sedang
8	2013	894,53	1979,3	0,45	Sedang
9	2014	685,09	2383,6	0,28	Sedang
10	2015	679,12	1826,1	0,37	Sedang

Sumber : Perhitungan, 2016

Nilai rata-rata koefisien limpasan dari tahun 2006 sampai tahun 2015 adalah sebesar 0,27 dan merujuk ke tabel koefisien limpasan, klasifikasi nilai koefisien variansi dalam kelas yang jelek yaitu 0,25 - 0,50.

Adapun hasil grafik koefisien limpasan tahun 2006 sampai tahun 2015 yang diperoleh dengan menggunakan grafik excel yang disajikan pada Gambar 4.4 di bawah ini.



Gambar 4.4 Grafik koefisien limpasan Sub DAS Rokan Kiri tahun 2006 s/d 2015

Nilai koefisien limpasan untuk tahun 2006 adalah 0,37 yang artinya 37% dari debit air sungai yang mengalir menjadi air limpasan langsung (*direct runoff*) atau debit air sungai yang mengalir langsung diserap oleh tanah, sedangkan 63% dari debit air sungai yang mengalir tinggal dipermukaan yang tidak dapat diserap oleh tanah mengalir kembali ke sungai dan terbang ke laut.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Hasil perhitungan dan analisa data penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil perhitungan nilai Koefisien Regim Sungai (KRS) rata-rata dari tahun 2006 sampai tahun 2015 yaitu 223,92 sehingga nilai Koefisien Regim Sungai (KRS) dapat diklasifikasikan dalam kondisi jelek.
2. Hasil perhitungan nilai Koefisien Variansi (CV) rata-rata dari tahun 2006 sampai tahun 2015 yaitu 0,73 sehingga nilai Koefisien Variansi (CV) dapat diklasifikasikan dalam kondisi jelek.
3. Hasil perhitungan nilai Indeks Penggunaan Air (IPA) rata-rata dari tahun 2008 sampai tahun 2015 yaitu 0,0035 sehingga nilai Indeks

Penggunaan Air (IPA) dapat diklasifikasikan dalam kondisi baik.

4. Hasil perhitungan nilai Koefisien Limpasan (C) rata-rata dari tahun 2006 sampai tahun 2015 yaitu 0,27 sehingga nilai Koefisien Limpasan (C) dapat diklasifikasikan dalam kondisi jelek.

### 5.2 Saran

Adapun saran dari hasil perhitungan dan analisa pada pengerjaan tugas akhir ini adalah agar dikembangkan kembali dengan mengkaji kriteria-kriteria yang ada pada peraturan Kementerian Kehutanan yaitu tentang penggunaan lahan serta penelitian ini dapat dikembangkan dengan studi kasus yang ada pada DAS Siak.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim.** 2009. *Peraturan Direktur Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial Tentang Pedoman Monitoring dan Evaluasi Daerah Aliran Sungai*. Jurnal Menhut. Jakarta.
- Asdak, Chay.** 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Anggara, Wibowo.** 2014. *Studi Penentuan Kinerja Pengelolaan DAS Di Sub DAS Konto Hulu*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Badan Pusat Statistik.** 2015. *Kabupaten Rokan Hulu Dalam Angka 2015*. Badan Pusat Statistik Kota Pekanbaru
- Direktorat Jenderal Pengairan.** 1986. *Standar Perencanaan Irigasi (KP-01 & KP-03)*. Departemen Pekerjaan Umum. Bandung: CV. Galang Persada.
- Hidayat et al.,** 2013. *Air dan Kelapa Sawit*. Seri kelapa Sawit Populer 12. Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS).
- Harto, S.** 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Lilianti.** 2015. *Modifikasi Penggunaan Data Hujan Untuk Pemodelan Hidrologi Hujan Aliran Menggunakan Program IFAS (Studi Kasus Sub DAS Rokan)*. 10.

- M.Khairullah.** 2015. *Kinerja Sub DAS Siak Bagian Hulu Dalam Pengelolaan DAS Siak*. Riau: Universitas Riau.
- Presiden Republik Indonesia.** 2011. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai*. Jakarta : RI
- Presiden Republik Indonesia.** 2012. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Jakarta : RI
- Sudjarwadi.** 1979. *Pengantar Teknik Irigasi*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada
- Sugiyono, P. D.** 2014. *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Sukmanda, B.** 2016. *Analisa Ketersediaan dan Kebutuhan Air pada daerah aliran sungai percut untuk memenuhi kebutuhan air bersih di kabupaten deli serdang*. Medan: Universitas Sumatra Utara.
- Triatmodjo, B.** 2010. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Zulkifli Lubis, N. A.** 2014. *Kebutuhan Air Bersih di Kecamatan Glagah*. Kabupaten Lamongan..