

**Analisa Debit Puncak Menggunakan Pendekatan Metode Hidrograf
Satuan Sintetis (HSS) Snyder dan HEC-HMS**
(Studi Kasus: DAS Silandak, Kota Semarang)
*(Peak Discharge Analysis Using Synthetic Unit Hydrograph Method (HSS)
Snyder and HEC-HMS Approach)*

Monika Indriyani¹; Rahma Shafira Amalia¹;
Budi Santosa²; Daniel Hartanto²
email: joel.monika40@gmail.com; rahmawidjatmoko@gmail.com

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata
Jl. Pawiyatan Luhur IV/1 Bendan Dhuwur Semarang 50234

²Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata
Jl. Pawiyatan Luhur IV/1 Bendan Dhuwur Semarang 50234

Abstrak

Lahan memiliki peran penting pada kehidupan manusia karena dapat digunakan sebagai tempat aktivitas manusia seperti mencari nafkah dan tempat pemukiman. Kebutuhan penggunaan lahan di perkotaan menyebabkan ketersediaan lahan menjadi terbatas. Jika permasalahan ini dibiarkan maka akan terjadi permasalahan penurunan pada Daerah Aliran Sungai (DAS). Salah satunya berada di Kota Semarang yaitu Sungai Silandak.

Permasalahan perubahan tata guna lahan menunjukkan perlu diadakannya penelitian analisis debit puncak di Sungai Silandak. Analisis debit puncak dapat menggunakan pendekatan metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Snyder, kemudian dilakukan pemodelan menggunakan program HEC-HMS. Penelitian ini juga melakukan prediksi hidrograf DAS Silandak pada Tahun 2045. Perbandingan debit puncak Sungai Silandak metode HSS Snyder dengan program HEC-HMS memiliki hasil selisih debit puncak maksimum sebesar 1,78%. Perubahan penggunaan lahan DAS Silandak dengan asumsi secara linear. Sungai Silandak akan mengalami kenaikan debit yang terjadi pada tahun 2045 sebesar 8,86% sampai 17,22%.

Kata Kunci: DAS Silandak, HSS Snyder, HEC-HMS.

Abstract

Land has an important role in human life because it can be used as a place for human activities such as earning a living and housing. The need for land use in urban areas causes the availability of land to be limited. If this problem is left unchecked, there will be a problem of decreasing the watershed (DAS). One of them is in the city of Semarang, namely the Silandak River.

The problem of land use change shows the need for research on peak discharge analysis in the Silandak River. Peak discharge analysis can use Snyder's Synthetic Unit Hydrograph (HSS) approach, then modeling is carried out using the HEC-HMS program. This study also predicts the hydrograph of the Silandak watershed in 2045.

The comparison of the peak discharge of the Silandak River using the HSS Snyder method with the HEC-HMS program has the result that the maximum peak discharge difference is 1.78%. Changes in land use in the Silandak watershed are assumed to be linear. The Silandak River will experience an increase in discharge that occurs in 2045 by 8.86% to 17.22%.

Keywords: DAS Silandak, HSS Snyder, HEC-HMS.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pemanfaatan lahan digunakan oleh manusia berdasarkan kegunaannya. Lahan dapat diartikan sebagai unsur penting pada kehidupan manusia karena kehidupan manusia bergantung pada lahan yang dipakai sebagai tempat aktivitas manusia, seperti mencari nafkah dan sebagai tempat pemukiman. Perubahan penggunaan lahan dapat disebabkan semakin meningkatnya jumlah penduduk SEDANGKAN luas lahan tetap.

Keterbatasan lahan terjadi karena ketersediaan lahan yang terbatas di perkotaan dan semakin besarnya kebutuhan akan lahan. Jika keadaan ini berlangsung lama akan menyebabkan menurunnya kualitas lingkungan dan daya dukung lingkungan. Jika permasalahan ini terjadi pada Daerah Aliran Sungai (DAS), maka akan terjadi penurunan DAS dan memiliki pengaruh buruk pada daerah dibawah DAS.

Salah satunya DAS yang berada di Kota Semarang yaitu Sungai Silandak. Sungai Silandak mengalir di sebelah barat Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang. Pada DAS bagian hulu ini terjadi perubahan kondisi contohnya yaitu perubahan tata guna lahan yang dapat dilihat dari adanya Kawasan Industri Candi (KIC). Kawasan Industri Candi (KIC) ini berlokasi di Kelurahan Purwoyoso, Ngaliyan, dan Babankerep, Kecamatan Ngaliyan Kota Semarang.

Permasalahan perubahan tata guna lahan seperti ini menunjukkan perlu untuk diadakan penelitian analisis debit puncak Sungai Silandak dengan menggunakan pendekatan metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Snyder dan dilakukan pemodelan dengan menggunakan program HEC-HMS.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

- Berapa hasil debit puncak Sungai Silandak dengan metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Snyder dan program HEC-HMS
- Perbandingan nilai debit puncak Sungai Silandak dengan metode hidrograf

satuan sintetis Snyder dan program HEC-HMS.

- Berapa hasil prediksi hidrograf DAS Silandak tahun 2045

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- Menghitung debit puncak Sungai Silandak dengan metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Snyder dan program HEC-HMS
- Memberikan perbandingan hidrograf antara perhitungan hidrograf HSS Snyder dan program HEC-HMS pada tahun 2020
- Memprediksi hidrograf DAS Silandak tahun 2045.

LANDASAN TEORI

Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi dapat diartikan sebagai sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali lagi ke atmosfer melalui beberapa tahap yaitu kondensasi, presipitasi, evaporasi, dan transpirasi.

Daerah Aliran Sungai (DAS)

Menurut Triatmodjo (2008), Daerah Aliran Sungai (DAS) yaitu suatu daerah yang dibatasi oleh punggung-punggung gunung/pegunungan pada saat air hujan jatuh pada daerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada suatu titik atau stasiun ditinjau. Luas DAS sangat berpengaruh pada debit sungai. Semakin besar DAS maka semakin besar jumlah limpasan permukaan sehingga semakin besar pula debit sungai tersebut.

Data Hidrologi

Data hidrologi yaitu kumpulan fakta yang mengenai fenomena hidrologi seperti besarnya curah hujan, penguapan, temperatur, penguapan, lamanya penyinaran matahari, kecepatan aliran, konsentrasi sedimen sungai yang akan selalu berubah disetiap waktu (Soewarno, 1995).

Debit Sungai

Debit aliran sungai yaitu laju aliran air yang melalui suatu penampang melintang

sungai per satuan waktu. Mengukur kemampuan debit aliran sangat diperlukan karena berguna untuk mengetahui potensi sumber daya air di suatu wilayah DAS.

Analisa Curah Hujan Rancangan

Menganalisis data hujan bertujuan untuk mendapatkan besaran curah hujan sedangkan analisis statistik bertujuan untuk perhitungan debit rancangan. Data curah hujan digunakan untuk perhitungan dalam debit aliran yaitu curah hujan yang terjadi di DAS pada waktu yang sama. Data curah hujan diukur dengan satuan millimeter (mm).

Metode Partial Series

Metode *partial series* yaitu menetapkan suatu batasan bawah dan batasan atas untuk selanjutnya digunakan sebagai analisis frekuensi hujan.

Curah Hujan Kawasan

Pengukuran curah hujan yang didapatkan dari alat penakar hujan hanya akan menghasilkan data curah hujan pada suatu titik tertentu (*point rainfall*). Apabila pada suatu lokasi terdapat beberapa alat penakar curah hujan, maka hasil yang akan diambil merupakan nilai rata-rata dari curah hujan yang berada di lokasi tersebut.

Periode Ulang (Return Period)

Menurut Triatmodjo (2008), periode ulang (*return period*) adalah interval waktu dimana debit atau hujan dengan suatu besaran tertentu (X_T) akan disamai atau dilampaui sekali dalam jangka waktu tertentu.

Analisa Frekuensi

Metode untuk analisis frekuensi perhitungan hujan rancangan dilakukan secara berurutan yaitu parameter statistik, parameter jenis metode, uji keselarasan sebaran, intensitas curah hujan dan *hyetograph*.

Parameter statistik

Berikut yaitu beberapa cara untuk menghitung parameter statistik dilakukan

dengan rumus sebagai berikut: (Soewarno, 1995)

$$\bar{X} = \sum \frac{x}{n}; \dots\dots\dots(1)$$

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2)$$

$$C_v = \frac{S_d}{\bar{X}} \dots\dots\dots(3)$$

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S_d^3} \dots\dots\dots(4)$$

$$C_k = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{S_d^4} \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

\bar{X} = tinggi hujan harian maksimum rata-rata selama n tahun (mm)

S_d = Deviasi standar

C_v = Koefisien variasi

C_s = koefisien kemiringan (*skewness*)

C_k = koefisien kurtosis

Parameter jenis metode

Untuk menentukan jenis metode yang akan digunakan untuk analisis frekuensi dilakukan dengan beberapa asumsi yaitu :

1. Metode Distribusi Gumbel Tipe I

$$X_t = \bar{X} + K \times S_d \dots\dots\dots(6)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(7)$$

$$Y_T = -\ln [-\ln T^{-1}] \dots\dots\dots(8)$$

2. Metode Distribusi Normal

$$X_T = \bar{X} + K_T \times S_d \dots\dots\dots(9)$$

3. Metode Log Normal

$$X_T = \bar{X} + K_t \times S \dots\dots\dots(10)$$

4. Metode Distribusi Log Pearson Tipe III

$$Y = \bar{Y} + k \times S \dots\dots\dots(11)$$

Keterangan :

X_T = nilai hujan rancangan dengan data ukur T tahun (mm)

S = Deviasi standar

Y_T = Nilai reduksi variasi (*reduced variate*) dari variable yang terjadi saat periode ulang T tahun

Y = nilai logaritmik dari log X atau Y

Uji keselarasan sebaran

Uji keselarasan sebaran bertujuan untuk mengetahui jenis metode yang sesuai dengan data hujan dan untuk menentukan persamaan distribusi yang dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis (Soewarno, 1995).

1. Uji Keselarasan Chi Kuadrat (*ChiSquare*)
2. Uji Keselarasan Smirnov-Kolmogorov

Intensitas Curah Hujan (I_t)

Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume tiap satuan waktu, yang terjadi pada satu kurun waktu tertentu (Wesli, 2008). Persamaan yang digunakan untuk perhitungan curah hujan rancangan menggunakan rumus Mononobe (Soemarto, 1986) sebagai berikut:

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \times \left[\frac{2}{3} \right] \dots\dots\dots (12)$$

Hyetograph

Hyetograph merupakan histogram yang menggambarkan hubungan antara intensitas hujan sebagai ordinat (sumbu y) dan waktu sebagai absis (sumbu x). Hujan rancangan diperlukan dalam perhitungan banjir rancangan dengan cara memasukkan hujan rancangan yang akan didistribusikan ke dalam hujan jam-jaman. *Alternating Block Method* (ABM) merupakan cara sederhana untuk membuat *hyetograph* rancangan dari kurva *Intensity Duration Frequency* (IDF).

Debit Banjir Rancangan

Debit banjir rancangan (Q_T) adalah debit dengan periode ulang tertentu (T) yang diperkirakan melalui suatu sungai atau bangunan air tertentu (Kamiana, 2011). Menganalisa debit banjir rancangan dapat digunakan dengan menggunakan metode hidrograf yang dilakukan dengan menggunakan bantuan model hidrograf satuan sintetis dan model non hidrograf yang dilakukan dengan teknik analisa frekuensi (Buana, 2010).

Metode HSS Snyder

Hidrograf satuan dapat dibuat apabila sudah tersedia pasangan data hujan dan debit aliran, apabila tidak tersedia keduanya maka dibuat secara sintetis yaitu hidrograf satuan sintetis. Hidrograf satuan sintetis dengan menggunakan metode Snyder yaitu berdasarkan hubungan karakteristik hidrograf dengan karakteristik pada DAS. Karakteristik DAS yang dimaksud dalam unsur – unsur hidrograf yang saling berhubungan yaitu ada luas DAS (A, km²), panjang aliran utama (L, km) dan jarak antara titik berat DAS dengan *outlet* yang diukur di sepanjang aliran utama (L_c , km).

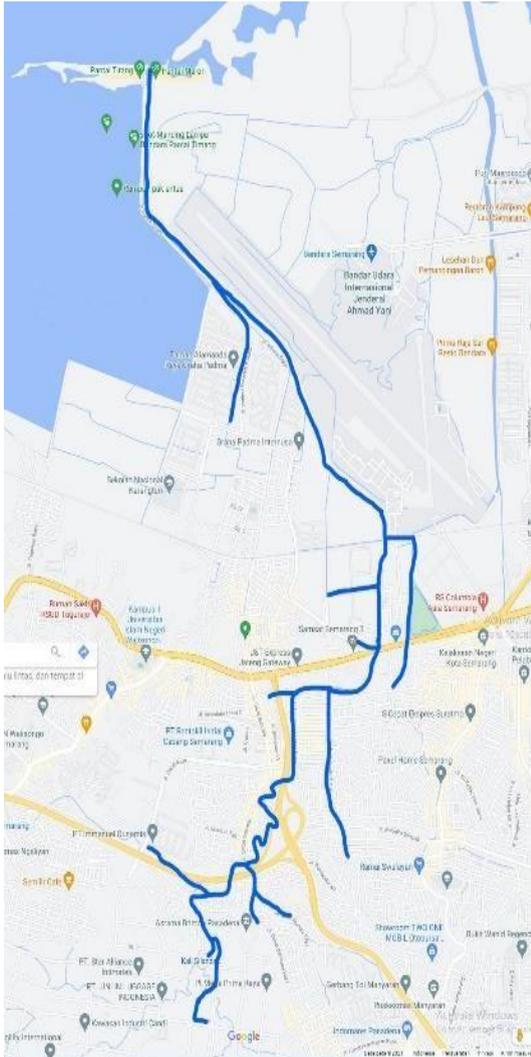
Program HEC-HMS

Program *Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System* (HEC-HMS) merupakan aplikasi berbasis analisis hidrologi dengan menggunakan metode (SCS). Pada program *Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System* (HEC-HMS) tidak memerlukan data pengukuran dimensi saluran pada sungai. Simulasi dengan menggunakan program HEC-HMS dapat melihat kondisi yang terjadi di lapangan sehingga dapat dimodelkan dengan memasukkan parameter-parameter yang ada sesuai kondisi yang terjadi di lapangan.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

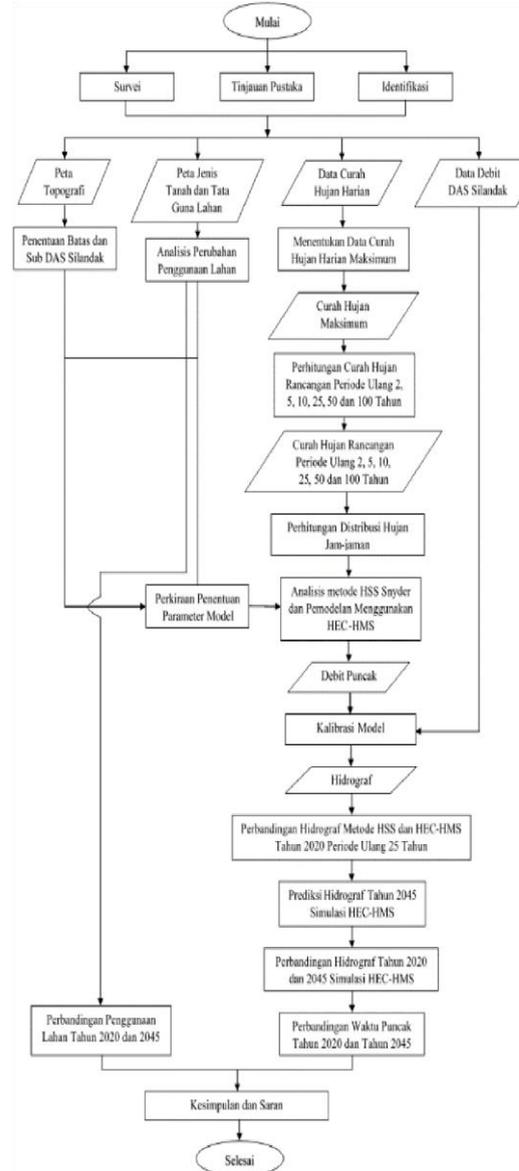
Lokasi pada studi kasus ini berlokasi di Sungai Silandak yang berada di Kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah. Alur Sungai Silandak dimulai dari daerah Kawasan Industri Candi (KIC) sampai bermuara di Laut Jawa dengan panjang sungai 27 km.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian

Diagram Alir

Diagram alir terdiri dari beberapa tahap penelitian serta penjelasan lebih lanjut mengenai proses yang dilakukan. Semua proses dalam pengerjaan Analisis Debit Puncak Pendekatan Metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Snyder dan program *Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System (HEC-HMS)* dapat diperlihatkan sebagai berikut:



Gambar 3.2 Diagram Alir Secara Umum

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis Jenis Distribusi

Metode analisis jenis distribusi berfungsi untuk menganalisis besar curah hujan rancangan dan harus memenuhi beberapa parameter yang menjadi syarat penggunaan suatu metode distribusi. Beberapa metode parameter statistik yang dapat digunakan untuk menghitung besarnya curah hujan rancangan seperti metode Gumbel tipe I, Normal, Log Pearson Tipe III, Log Normal, dan menentukan curah hujan jam-jaman. Berikut adalah hasil perhitungan dari setiap distribusi dan pengujian.

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan dari Setiap Distribusi dan Pengujian

Jenis Pengujian	Jenis Distribusi			Log Pearson III
	Gumbel	Normal	Log Normal	
Parameter Statistik Tabel 4.9	Tidak Diterima	Tidak Diterima	Tidak Diterima	Diterima
Uji ChiKuadrat Tabel 4.22	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima
Uji SmirnovKolmogorov Tabel 4.28	Tidak Diterima	Tidak Diterima	Tidak Diterima	Diterima

Distribusi Hujan Jam-Jaman

Perhitungan distribusi hujan jam-jaman menggunakan nilai periode ulang hujan harian yang didapat dari perhitungan Log Pearson Tipe III. Distribusi curah hujan jam-jaman untuk periode ulang 5, 10, 25, 50 dan 100 tahunan dapat diperlihatkan pada Tabel 4.2

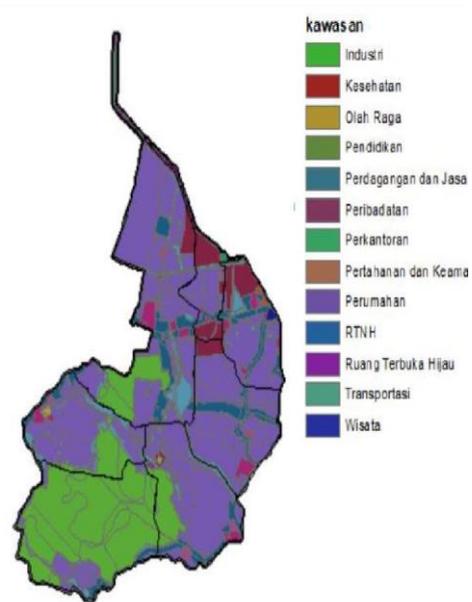
Tabel 4.2 Nilai Distribusi Hujan Jamjaman Tiap Periode Ulang

t (jam)	Periode Ulang, T (Tahun)					
	2	5	10	25	50	100
	Intensitas Curah Hujan, i (mm)					
1	34,45	43,90	49,14	54,86	58,60	62,75
2	21,70	27,65	30,96	34,56	36,91	39,53
3	16,56	21,10	23,63	26,38	28,17	30,16
4	13,67	17,42	19,50	21,77	23,25	24,90
5	11,78	15,01	16,81	18,76	20,04	21,46
6	10,43	13,29	14,88	16,62	17,75	19,00
Σ	108,59	138,37	154,92	172,95	184,72	197,80

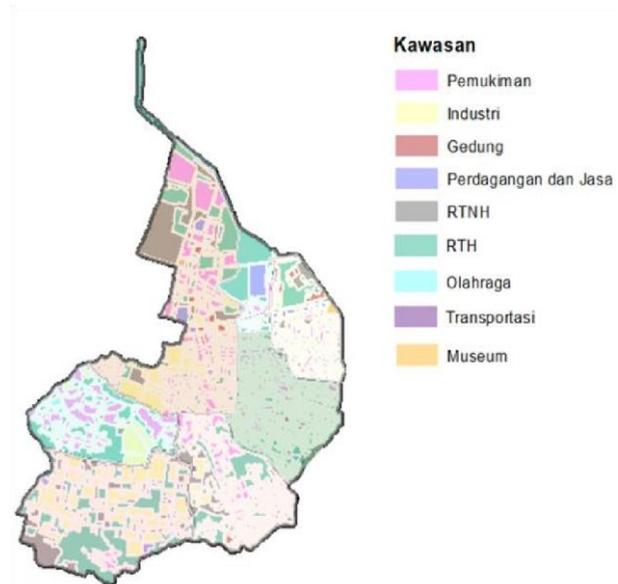
Analisis Peta Tata Guna Lahan

Analisis penggunaan lahan pada penelitian ini mengambil perbandingan penggunaan lahan tahun 2013, tahun 2020 dan tahun 2045. Pada analisis peta penggunaan lahan pada tahun 2013 dilakukan dengan cara mendigitasi *image* dari peta *Google Earth* pada tahun 2013, yang kemudian akan diolah ke dalam program *ArcGIS* untuk mendapatkan luasan dari klasifikasi penggunaan lahan DAS Silandak. Pada analisis peta penggunaan

lahan pada tahun 2020 menggunakan peta dan data dari Dinas Penataan Ruang Kota Semarang



Gambar 4.1 Peta Penggunaan Lahan DAS Silandak Tahun 2013



Gambar 4.2 Peta Penggunaan Lahan DAS Silandak Tahun 2020

Penentuan besarnya wilayah penggunaan lahan pada tahun 2045 yaitu dilakukan dengan cara ekstrapolasi data peta penggunaan lahan pada tahun 2013 dengan tahun 2020. Berikut Penggunaan Lahan DAS Silandak Tahun 2013 dan Tahun 2020 yang dapat diperlihatkan pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Penggunaan Lahan Das Silandak Tahun 2013 dan Tahun 2020

No	Penggunaan Lahan	Tahun 2013		Tahun 2020		Perubahan 2013-2020		Perubahan Per-Tahun	
		Luas (km ²)	%	Luas (km ²)	%	Luas (km ²)	%	Luas (km ²)	%
1	Industri	1,73	11,77	3,70	25,17	1,97	14,34	0,28	2,05
2	Pemukiman	3,34	22,72	7,00	47,62	3,66	26,64	0,52	3,81
3	Perdagangan dan Jasa	0,75	5,10	1,20	8,16	0,45	3,28	0,06	0,47
4	RTH	4,50	30,61	1,15	7,82	-3,35	-24,38	-0,48	-3,48
5	RTNH	3,79	25,78	0,27	1,84	-3,52	-25,62	-0,50	-3,66
6	Wisata	0,02	0,14	0,02	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Transportasi	0,01	0,07	0,06	0,41	0,05	0,36	0,01	0,05
8	Olahraga	0,02	0,14	0,03	0,20	0,010	0,07	0,00	0,01
9	Gedung	0,54	3,67	1,27	8,64	0,730	5,31	0,10	0,76
	TOTAL	14,70	100,00	14,70	100,00	13,74	100,00	1,96	14,29

Tabel 4.4 Prediksi Penggunaan Lahan DAS Silandak Tahun 2045

No	Penggunaan Lahan	Tahun 2045	
		Luas (km ²)	%
1	Industri	3,37	22,93
2	Pemukiman	8,14	55,37
3	Perdagangan dan Jasa	2,18	14,83
4	RTH	0,00	0,00
5	RTNH	0,00	0,00
6	Wisata	0,00	0,00
7	Transportasi	0,00	0,00
8	Olahraga	0,00	0,00
9	Gedung	1,01	6,87
	TOTAL	14,70	100,00

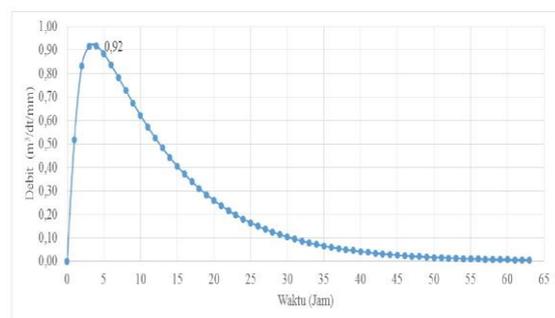
Analisis Debit Puncak Rancangan

Analisis debit puncak rancangan diperlukan untuk perencanaan pengendalian banjir disuatu daerah tertentu. Pada penelitian ini analisis debit puncak rancangan di DAS Silandak akan dilakukan dengan metode Hidrograf Satuan Sintesis (HSS) Snyder dan program *Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System* (HEC-HMS).

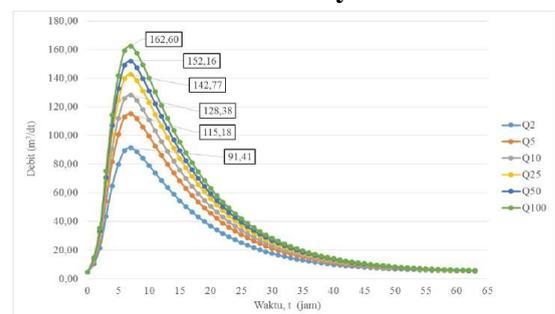
Hidrograf Satuan Sintesis (HSS) Snyder

- Karakteristik DAS Silandak
 - Luas DAS (A) = 14,7 km²
 - Panjang Sungai utama (L) = 12,82 km
 - Panjang Sungai dari outlet ke titik berat DAS (L_c) = 10,03 km
 - Koefisien waktu (C_t) = 1,133

- Koefisien puncak (C_p) = 0,0789
- Koefisien proporsional terhadap nilai C_t (n) = 0,2
- Tinggi hujan (h) = 1 mm
- Durasi hujan standar (Tr) = 1 jam
- Time Lag (t_p) = 2,99 jam
- Lama curah hujan efektif (T_e) = 0,54 jam
- Waktu Puncak (T_p) = 3,49 jam
- Waktu Dasar Hidrograf (T_b) = 19,96 jam
- Nilai Debit Puncak (Q_p) = 0,92 m³/dt/mm



Gambar 4.3 Grafik Hidrograf Aliran Metode HSS Snyder



Gambar 4.4 Grafik Hidrograf DAS Silandak dengan Metode HSS Snyder Tiap Periode Ulang

Pemodelan HEC-HMS

Proses *input* data dilakukan sebagai langkah awal dalam mencari debit puncak DAS Silandak dengan menggunakan pemodelan HEC-HMS. Nilai yang digunakan untuk input parameter DAS Silandak adalah nilai yang sudah terkalibrasi. Beberapa komponen utama dalam program HEC-HMS yaitu:

Basin Model (Model daerah tangkapan air)

Basin model tersusun atas gambar fisik daerah tangkapan air dan sungai. Basin model pada DAS Silandak dapat diperlihatkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Basin Model DAS Silandak

Tabel 4.5 Input Sub-basin Area

Subbasin	Area (km ²)
Sub-DAS 1	3,10
Sub-DAS 2	1,74
Sub-DAS 3	2,01
Sub-DAS 4	1,95
Sub-DAS 5	1,29
Sub-DAS 6	3,77
Sub-DAS 7	0,84

Sub Basin Rate Method (Proses kehilangan air)

Metode yang digunakan dalam pemodelan ini menggunakan metode SCS Curve Number. Metode ini menggambarkan keadaan fisik DAS seperti tanah dan tata guna lahan.

Tabel 4.6 Parameter DAS Silandak 2020

SubDAS	CN	Imp (%)	Ia	TL (MIN)
Sub-DAS 1	98,96	98,80	0,53	0,41

Sub-DAS 2	98,79	96,59	0,62	0,47
Sub-DAS 3	98,94	98,06	0,54	0,71
Sub-DAS 4	98,83	94,63	0,60	1,10
Sub-DAS 5	98,34	97,42	0,86	1,26
Sub-DAS 6	98,98	98,92	0,52	1,95
Sub-DAS 7	98,33	98,14	0,86	5,96

Keterangan:

CN = curve number

Imp = impervious (%)

Ia = initial

abstraction

TL = time lag

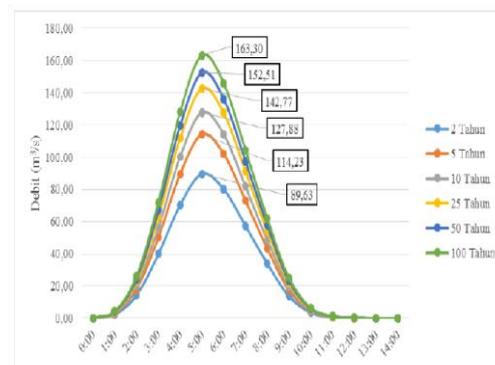
(menit)

Tabel 4.7 Nilai Lag time Parameter Routing Dengan Metode Lag DAS Silandak

Reach	TL (MIN)
Reach 1	8,54
Reach 2	3,52
Reach 3	43,42
Reach 4	32,60
Reach 5	55,12
Reach 6	96,82

Keterangan:

TL = time lag (menit)



Gambar 4.1 Grafik Hidrograf DAS Silandak dengan Menggunakan HEC-HMS Berdasarkan Penggunaan Lahan Tahun 2020

Prediksi Hidrograf Aliran DAS Silandak Tahun 2045 Simulasi HEC-HMS
Simulasi Model Hujan – Aliran DAS

Silandak Tahun 2045 Simulasi model hujan aliran menggunakan prediksi penggunaan lahan pada tahun 2045. Tabel parameter yang digunakan dapat diperlihatkan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Parameter DAS Silandak Berdasarkan Penggunaan Lahan Tahun 2045

SubDAS	CN	Imp (%)	Ia	TL (MIN)
SubDAS 1	97,07	1,53	92,00	0,47
SubDAS 2	97,41	1,35	69,16	0,53
SubDAS 3	98,8	0,62	33,00	0,72
SubDAS 4	96,2	2,01	48,74	1,36
SubDAS 5	94,63	2,88	51,60	1,67
SubDAS 6	98,9	0,57	90,74	1,96
SubDAS 7	97,2	1,46	93,81	6,54

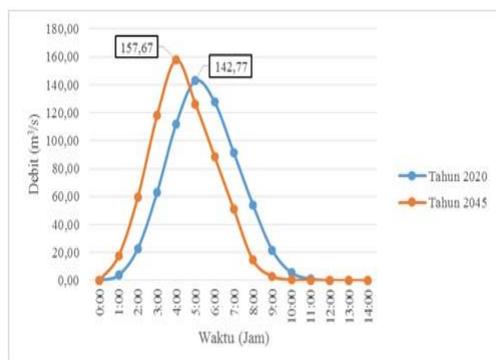
Keterangan:

CN = *curve number*

Imp = *impervious (%)*

Ia = *initial abstraction*

TL = *time lag (menit)*



Gambar 4.6 Grafik Hidrograf Aliran DAS Silandak Berdasarkan Penggunaan Lahan Tahun 2045

Perbandingan Hasil Simulasi

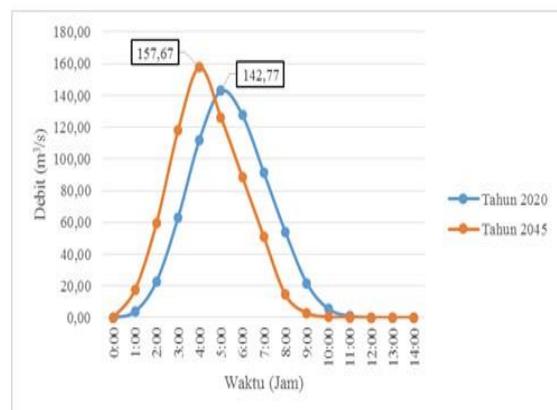
Hasil perbandingan penggunaan lahan dapat diperlihatkan pada Tabel 4.9 dan hasil perbandingan debit puncak dapat diperlihatkan pada Tabel 4.10 dan Gambar 4.7.

Tabel 4.9 Perbandingan Penggunaan Lahan Tahun 2020 dan Tahun 2045

No	Penggunaan Lahan	Tahun 2020		Tahun 2045		Perubahan (%)
		Luas (km ²)	%	Luas (km ²)	%	
1	Industri	3,70	25,17	3,37	22,93	-2,24
2	Pemukiman	7,00	47,62	8,14	55,37	7,75
3	Perdagangan dan Jasa	1,20	8,16	2,18	14,83	6,67
4	RTH	1,15	7,82	0,00	0,00	-7,82
5	RTNH	0,27	1,84	0,00	0,00	-1,84
6	Wisata	0,02	0,14	0,00	0,00	-0,14
7	Transportasi	0,06	0,41	0,00	0,00	-0,41
8	Olahraga	0,03	0,20	0,00	0,00	-0,20
9	Gedung	1,27	8,64	1,01	6,87	-1,77
TOTAL		14,70	100,00	14,70	100,00	

Tabel 4.10 Perbandingan Debit Puncak Tahun 2020 dan Tahun 2045

Periode (Tahun)	Probabilitas (%)	Debit Puncak Tahun 2020 (m ³ /s)	Debit Puncak Tahun 2045 (m ³ /s)	Kenaikan (%)
2	50	89,63	98,49	8,86%
5	20	114,23	125,90	11,67%
10	10	127,88	141,09	13,21%
25	4	142,77	157,67	14,90%
50	2	152,51	168,50	15,99%
100	1	163,30	180,52	17,22%



Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Hidrograf DAS Silandak Periode Ulang 25 Tahun

SIMPULAN

- Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil analisis pada bab sebelumnya yaitu:
- Berikut adalah hasil debit puncak Sungai Silandak dengan metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Snyder dan program HEC-HMS
 - Debit puncak Sungai Silandak berdasarkan metode perhitungan HSS Snyder untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 100 tahun masing-masing yaitu sebesar 91,42 m³/dt, 115,19 m³/dt, 142,77 m³/dt, 152,17 m³/dt, 162,61 m³/dt.
 - Debit puncak Sungai Silandak berdasarkan program HEC-HMS untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 100 tahun masing-masing yaitu sebesar 89,53 m³/dt, 114,14 m³/dt, 127,8 m³/dt, 142,7 m³/dt, 152,44 m³/dt, 163,24 m³/dt.
 - Perbandingan debit puncak metode HSS Snyder dengan program HECHMS memiliki hasil yang hampir sama. Selisih hasil debit puncak maksimum sebesar 1,78%.
 - Perubahan penggunaan lahan dengan asumsi secara linear pada DAS Silandak akan mengalami kenaikan sebesar 25,47% yaitu dari 132,3 m³/s menjadi 157,67 m³/s.

Saran

Berdasarkan hasil analisis debit puncak pada DAS Silandak, maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

- Analisis debit dengan menggunakan program HEC-HMS dan HSS Snyder memerlukan ketelitian yang cukup tinggi dalam menentukan nilai parameter-parameter yang digunakan, sehingga jika hasil debit yang diperoleh berbeda dengan debit lapangan maka perlu dilakukan proses kalibrasi karena karakteristik DAS berbeda-beda.
- Saran untuk penelitian berikutnya yaitu bahwa nilai parameter pada penelitian ini hanya dapat digunakan khusus untuk

DAS Silandak. Apabila kondisi tata guna lahan dan iklim global pada DAS Silandak berubah, maka nilai parameter juga berubah. Oleh karena itu, perlu adanya analisis yang sesuai dengan karakteristik DAS yang akan diamati.

- Pemerintah sebaiknya konsisten dalam mengimplementasikan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) yang seharusnya diikuti karena seringkali terjadi penyimpangan agar penggunaan lahan menjadi lebih efektif dan berjalan sesuai dengan ketentuan yang telah direncanakan.
- Pemerintah seharusnya memperketat dan melakukan pengawasan terhadap ijin mendirikan bangunan. Tindakan pemerintah ini dilakukan supaya dapat mengendalikan dan mencegah penyimpangan terhadap proses pembangunan.

Masyarakat sebaiknya melakukan pelestarian DAS dengan menjaga Ruang Terbuka Hijau (RTH) seperti hutan karena sangat diperlukan untuk kawasan resapan air yang dapat melindungi kawasan sekitar DAS.

DAFTAR PUSTAKA

- Buana, H. (2010): Studi perencanaan dimensi Bendungan Ruko di DAS Ruko-Tiro Kabupaten Pidien Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam.
- Kamiana, I, M. (2011): *Teknik perhitungan debit siwi bangunan air*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Soemarto, C.D. (1986): *Hidrologi teknik*. Usaha Nasional, Surabaya.
- Soewarno. (1995): *Hidrologi aplikasi metode statistik untuk analisa data jilid 1*. Penerbit NOVA, Bandung
- Triatmodjo, B. (2008): *Hidrologi terapan*. Yogyakarta : Beta Offset.
- Wesli. (2008): *Drainase perkotaan*. Yogyakarta : Graha Ilmu