

ANALISIS DEBIT ANDALAN SUNGAI MENGGUNAKAN APLIKASI PEMODELAN HIDROLOGI HEC-HMS

(Studi Kasus di Sungai Sogitia Kecamatan Bone Kabupaten Bone Bolango)

Muhammad Riza S. Salim¹, Rawiyah Husnan² dan Barry Yusuf Labdul³

¹Teknik Sipil, Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia; ^{2,3} Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

*Corresponding Author, Received: 5 Mar. 2023, Revised: 25 Nov. 2023, Accepted: 28 Dec. 2023

ABSTRACT: Karakteristik penggunaan lahan dan tanah merupakan sifat-sifat fisik DAS yang mempunyai pengaruh dalam menentukan aliran, yang dinyatakan dalam suatu indeks berupa *Curve Number* (CN). Sungai Sogitia yang terletak di Desa Sogitia, Kecamatan Bone, Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo memiliki sumber air yang dapat mencukupi kebutuhan air baku di sekitaran Desa Sogitia. DAS Sogitia memiliki luas DAS 15,39 km², dengan panjang sungai utama 4,69 km. Proses terbentuknya aliran air sungai (debit) sebagai fungsi parameter komponen sistem DAS dan input presipitasi hujan dapat dianalisis melalui suatu teknik pemodelan hidrologi menggunakan Model HEC-HMS. Nilai *Curve Number* ditentukan dengan melihat peta tata guna lahan dan peta jenis tanah, serta *time lag* dihitung menggunakan Persamaan *Kirpich*. Berdasarkan hasil Penelitian kondisi penggunaan lahan di DAS Sogitia didominasi oleh hutan dengan luas 7,73 km², serta jenis tanah yaitu mediteran merah kuning yang termasuk dalam jenis tanah *alfisol* dengan tekstur lempung pasir berliat. Parameter yang didapat berupa *Curve Number* (CN = 69,31), *Initial abration* (Ia = 22,49 mm), dan *Time Lag* (TL = 9 menit). Hasil dari pemodelan HEC-HMS pada DAS Sogitia tahun 2009 sampai 2019 dengan debit puncak terjadi pada 21 Mei 2014 dengan nilai besaran debit 30,2 m³/s. Perhitungan debit andalan sungai untuk memperoleh nilai debit yang terpenuhi sepanjang waktu dilakukan dengan menggunakan metode *flow duration curve* (FDC). Keperluan irigasi dibutuhkan probabilitas 80% dengan nilai 1,3 m³/s. Lokasi penelitian tidak terdapat daerah irigasi, sehingga probabilitas 80% tidak digunakan. Untuk keperluan air baku dan industri debit andalan untuk probabilitas 90% yaitu sebesar 1,1 m³/s.

Kata Kunci: *Curve Number* (CN), HEC-HMS, DAS Sogitia, Debit Andalan

1. PENDAHULUAN

Banjir yang terjadi pada suatu DAS, disebabkan karena berkurangnya luas daerah resapan air akibat perubahan tata guna lahan yang tidak terencana dan terpola dengan baik serta tidak berwawasan lingkungan. Perubahan tata guna lahan itu mengakibatkan bertambahnya volume debit banjir rancangan yang terjadi pada DAS tersebut.

DAS dapat dianggap sebagai suatu unit hidrologi (*hydrological unit*) artinya DAS berfungsi mengalihragamkan masukan berupa hujan menjadi keluaran berupa aliran dan bentuk keluaran lainnya seperti sedimen, unsur hara dan lain sebagainya [1]. Proses alih ragam hujan-aliran DAS merupakan proses alamiah sangat kompleks yang dipengaruhi oleh beberapa faktor [2]. menjelaskan terdapat dua faktor utama yang mempengaruhi aliran yaitu faktor iklim dan faktor fisiografi. Faktor iklim menyangkut hubungan antara hujan dan evapotranspirasi. Faktor fisiografi menyangkut karakteristik sungai dan karakteristik DAS.

Hujan merupakan sifat meteorologi yang penting dalam menentukan debit aliran sungai. Akan tetapi, karakteristik penggunaan lahan dan tanah merupakan sifat-sifat fisik DAS yang

mempunyai pengaruh dalam menentukan aliran. Sifat-sifat fisik DAS tersebut dapat dinyatakan dalam suatu indeks berupa *Curve Number* (CN). Nilai CN menyatakan pengaruh hidrologi bersama tanah, penggunaan lahan dan kelengasan tanah [3].

Sungai Sogitia merupakan induk sungai dari DAS Sogitia yang berada di Kecamatan Bone, Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo. DAS Sogitia memiliki luas 15,39 km² serta panjang sungai induk 4,69 km. Di daerah kawasan DAS Sogitia terdapat sumber air yang dapat dialirkan menuju pemukiman untuk memenuhi kebutuhan air baku di sekitar bantaran sungai Sogitia.

Pemodelan hidrologi merupakan salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk merepresentasi besaran debit aliran sungai secara spasial dan temporal. Besaran curah hujan yang jatuh dalam suatu DAS, merupakan input daur hidrologi bumi. Hujan yang jatuh ke bumi dapat meresap ke dalam tanah (*infiltrasi*) dengan baik jika terjadi jeda waktu (*time lag*) tertahan di daun pohon-pohon sebelum jatuh ke sub bumi. Air yang meresap ke dalam tanah akan membentuk aliran bawah tanah (*subsurface flow*) dan aliran dasar tanah (*base flow*). Aliran bawah tanah akan menjadi mata air yang masuk ke dalam aliran sungai berperan dalam menghasilkan banyaknya volume

air dan debit aliran sungai dengan adanya gaya kapiler bumi.

Proses terbentuknya aliran air sungai (debit) sebagai fungsi parameter komponen sistem DAS dan input presipitasi hujan dapat dinalisis melalui suatu Teknik Pemodelan Hidrologi. Model HEC-HMS yang dikembangkan oleh *US Army Corps of Engineers* (USACE) dapat digunakan untuk menirukan sistem DAS yang kompleks dengan membuat penyederhanaan. Selain itu, asumsi tersebut harus dipenuhi agar masukan dan keluaran dari model sesuai untuk sistem DAS yang sebenarnya [4].

2. KAJIAN TEORITIS

2.1 Penelitian Terkait

Penelitian ini membahas pemodelan hidrologi dengan metode HEC-HMS di beberapa daerah aliran sungai. Studi pertama di Sub DAS Wuryantoro, Wonogiri, Jawa Tengah, bertujuan menentukan karakteristik fisik DAS berupa Curve Number (CN) dan karakteristik aliran (debit puncak, volume outflow, dan waktu puncak). CN komposit ditentukan dengan pendekatan SCS-CN, sementara HEC-GeoHMS digunakan untuk model dan parameter awal. Hasil menunjukkan CN komposit sebesar 69,53 pada tahun 2010, dengan hidrograf banjir yang akurat (selisih debit puncak 0,24%, selisih volume outflow 1,85%, dan waktu puncak yang sama) [5].

Studi kedua di DAS Sampean Baru mengevaluasi hasil pemodelan 2003-2007, menemukan debit puncak model 101,4 m³/det akibat hujan 28 Februari 2003, dibandingkan dengan debit lapangan 242,78 m³/det pada 27 Februari 2003. Kalibrasi menggunakan RMSE dan Nash menunjukkan nilai terkecil 3,7 dan -0,2, dengan parameter penting CN, initial loss, imperviousness, time lag, dan Muskingum routing (nilai K dan X) [6].

Studi ketiga di SUB-DAS Karangmumus, Samarinda, menggunakan HEC-HMS untuk menentukan debit aliran dan menguji parameter hujan. Data mencakup curah hujan harian, ketinggian air, bilangan kurva, persentase kedap air, penyerapan awal, dan waktu untuk debit puncak. Hasil menunjukkan curah hujan tertinggi 84,4 mm menghasilkan debit 211 m³/det, dan terendah 1,05 mm menghasilkan debit 3,4 m³/det. Hidrograf simulasi sesuai dengan data curah hujan, tetapi validasi data debit menunjukkan NSE < 0,36, menandakan data kurang valid [7].

2.2 Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi adalah suatu rangkaian proses yang terjadi dengan air yang terdiri dari penguapan,

presipitasi, infiltrasi dan pengaliran keluar (*outflow*). Air menguap ke udara dari permukaan tanah dan laut. Penguapan dari daratan terdiri dari evaporasi dan transpirasi. Evaporasi merupakan proses menguapnya air dari permukaan tanah, sedangkan transpirasi adalah proses menguapnya air dari tanaman. Uap yang dihasilkan mengalami kondensasi dan dipadatkan membentuk awan-awan yang nantinya dapat kembali menjadi air dan turun sebagai presipitasi. Sebelum tiba di permukaan bumi presipitasi tersebut sebagian langsung menguap ke udara, sebagian tertahan oleh tumbuh-tumbuhan (*intersepsi*) dan sebagian lagi mencapai permukaan tanah. Presipitasi yang tertahan oleh tumbuh-tumbuhan sebagian akan diuapkan dan sebagian lagi mengalir melalui daun (*trough flow*) mengalir melalui dahan (*steam flow*) dan akhirnya sampai ke permukaan tanah [8].

2.3 Daerah Alliran Sungai

Daerah aliran sungai (DAS), juga dikenal sebagai catchment area, river basin, atau watershed, adalah wilayah daratan yang dikelilingi oleh punggung bukit dan berfungsi menampung serta menyimpan air hujan. Air hujan ini kemudian dialirkan melalui aliran permukaan, bawah permukaan, dan bawah tanah menuju sungai hingga bermuara ke danau atau laut. Wilayah ini, disebut juga Daerah Tangkapan Air (DTA), adalah ekosistem yang terdiri dari sumber daya alam (tanah, air, dan vegetasi) dan sumber daya manusia yang memanfaatkan sumber daya tersebut [9].

2.4 Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana adalah debit maksimum di sungai atau saluran alamiah dengan periode ulang (rata-rata) yang sudah ditentukan dan dapat dialirkan tanpa membahayakan proyek irigasi dan stabilitas bangunan-bangunannya. Ada beberapa metode untuk memperkirakan debit banjir. Metode yang dipakai pada suatu lokasi lebih banyak ditentukan oleh ketersediaan data. Metode yang umum dipakai adalah metode hidrograf banjir dan metode rasional [10].

2.5 Debit Andalan

Debit andalan merupakan debit yang diandalkan untuk suatu probabilitas tertentu. Probabilitas untuk debit andalan ini berbeda-beda. Untuk keperluan irigasi biasa digunakan probabilitas 80%. Untuk keperluan air minum dan industri tentu saja dituntut probabilitas yang lebih tinggi, yaitu 90% sampai dengan 95% [11].

Data debit yang digunakan dalam menghitung debit andalan harus memenuhi kriteria sebagai berikut:

1. Memiliki panjang pencatatan data minimal 10

- tahun untuk mendapatkan debit andal dengan probabilitas keberhasilan lebih kecil atau sama dengan 0,9; sedangkan untuk debit andal dengan probabilitas keberhasilan lebih besar dari 0,9 membutuhkan panjang pencatatan 20 tahun [12]
2. Data debit dengan interval waktu tertentu seperti bulanan atau tengah bulanan atau 10 harian digunakan untuk perhitungan debit andal sesuai peruntukannya harus memiliki kualitas yang cukup baik, dengan melakukan validasi terlebih dahulu seperti uji keseragaman (*homogeneity*), ketidaktergantungan (*independency*) dan ambang batas (*outlier*) [12]
- Perhitungan debit andal sungai untuk memperoleh nilai debit yang terpenuhi sepanjang waktu dilakukan dengan menggunakan metode *flow duration curve* (FDC). Pembuatan kurva FDC menggunakan software Excel fungsi X-Y (*scatter*) dengan mengurutkan data debit sungai *time series* hasil proses HEC-HMS, dari data terbesar hingga data terkecil pada sumbu Y, dan membuat probabilitas ranking kejadian debit dari 1 – 100% pada sumbu X. Probabilitas debit untuk setiap presentasi dihitung menggunakan persamaan 1.

$$P = 100 \times \left[\frac{M}{n+1} \right] \quad (1)$$

P = Probabilitas dari debit sungai

M = Posisi ranking dari data debit

n = Total data

2.6 Pemodelan Hidrologi Aliran Sungai

Dalam pemodelan hidrologi paling tidak ada tiga skala yang selalu dijadikan acuan, yaitu skala global, skala regional (skala DAS), dan skala lokal (skala plot percobaan). Pada skala global pemodelan cenderung diarahkan untuk mengetahui ketersediaan air secara makro. Metode imbalan air (*water balance*) dan *water accounting* sering digunakan. Pada pemodelan skala DAS keluaran yang diharapkan antara lain aliran, baik aliran permukaan maupun aliran bawah permukaan, cadangan air, dan kehilangan air. Pemodelan hidrologi yang berkembang dari tahun ke tahun cenderung pada skala regional (skala DAS). Pada skala ini pemodelan hidrologi banyak diterapkan untuk menyelesaikan masalah-masalah kewilayahan seperti banjir dan kekurangan air [14].

Salah satu pemodelan hidrologi untuk perhitungan limpasan berdasarkan hujan yang jatuh pada suatu kawasan DAS adalah metode bilangan kurva [15]. Metode bilangan kurva (*curve number* – CN) pada dasarnya adalah metode empiris yang digunakan untuk menghitung volume limpasan yang dihasilkan oleh hujan sesaat, atau lebih tepat untuk menghitung hujan lebihan. Nilai CN adalah suatu indeks yang menggambarkan suatu keadaan hidrologis karena faktor-faktor seperti disebutkan di

atas. Ada tiga kelompok parameter yang harus diidentifikasi untuk menentukan CN, yakni:

1. Kelompok tanah berdasar kondisi hidrologisnya (*Hydrologic Soil Group*) yang dibedakan menjadi empat kelompok A,B,C, dan D. Kelompok A ciri tanah dengan tekstur pasir dan profil tanah dalam, laju infiltrasi > 0,75 cm/jam. Kelompok B tekstur tanah pasir bergeluh dan profil tanah dangkal. Kelompok C tekstur tanah lempung bergeluh dan kandungan bahan organik sedikit, serta kelompok D tekstur tanah lempung dengan laju infiltrasi < 0,15 cm/jam.
2. Klasifikasi kompleks penutup lahan (*cover complex classification*), yang terdiri dari tiga faktor yakni penggunaan lahan, pengolahan lahan dan kondisi hidrologis.
3. Kelengkapan tanah sebelumnya (*Antecedent Moisture Condition* - AMC). Kondisi ini mempengaruhi volume limpasan maupun laju infiltrasi. Terbagi atas tiga kondisi, yaitu: Kondisi I, bila tanah dalam keadaan kering tetapi titik layu belum terlewati; Kondisi II, adalah keadaan rerata; Kondisi III bilamana tanah dalam keadaan jenuh air.

2.7 Analisis Curah Hujan

Penakaran atau pencacatan curah hujan, kita hanya akan mendapatkan curah hujan di satu titik tertentu (*point rainfall*). Mengingat hujan sangat bervariasi terhadap tempat (*space*), maka untuk kawasan yang luas, satu alat penakar hujan belum dapat menggambarkan curah hujan wilayah tersebut. Jika di dalam suatu area terdapat beberapa alat penakar atau alat penakar hujan, maka dapat diambil rata-rata untuk mendapatkan curah hujan area.

Analisis hidrologi dikenal ada tiga macam cara yang umum dipakai dalam menghitung curah hujan rata-rata untuk satu kawasan yaitu Metode Rata-rata Aritmatik (Aljabar), Metode Poligon Thiessen, dan Metode Isohyet [16].

1) Metode Rata-rata Aritmatik (Aljabar)

Metode ini paling sederhana, pengukuran yang dilakukan di beberapa stasiun dalam waktu yang bersamaan dijumlahkan dan kemudian dibagi jumlah stasiun. Stasiun hujan yang digunakan dalam hitungan adalah yang berada dalam DAS, tetapi stasiun di luar DAS tangkapan yang masih berdekatan juga bisa diperhitungkan. Cara ini cocok untuk kawasan dengan letak topografi rata atau datar [16]. Hujan kawasan diperoleh dari persamaan:

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n} \quad (2)$$

P : hujan rata-rata kawasan

$P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$: curah hujan yang tercatat di pos penakar hujan
 n : banyaknya pos penakar hujan

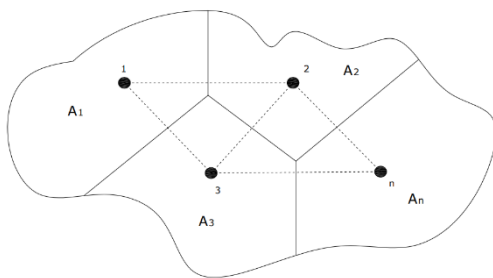
2) Metode Poligon Thiessen

Metode ini memperhitungkan bobot dari masing-masing stasiun yang mewakili luasan di sekitarnya. Pada suatu luasan di dalam DAS dianggap bahwa hujan adalah sama dengan yang terjadi pada stasiun yang terdekat, sehingga hujan yang tercatat pada suatu stasiun mewakili luasan tersebut. Metode ini digunakan apabila penyebaran stasiun hujan di daerah yang ditinjau tidak merata, pada metode ini stasiun hujan minimal yang digunakan untuk perhitungan adalah tiga stasiun hujan. Hitungan curah hujan rata-rata dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh dari tiap stasiun.

Metode poligon Thiessen banyak digunakan untuk menghitung hujan rata-rata kawasan. Poligon Thiessen adalah tetap untuk suatu jaringan stasiun hujan tertentu. Apabila terdapat perubahan jaringan stasiun hujan seperti pemindahan atau penambahan stasiun, maka harus dibuat lagi poligon yang baru [16]. Secara matematis hujan rerata dapat diperoleh dari persamaan 3, menggunakan metode poligon thiessen yang ditunjukkan pada Gambar 1.

$$P = \frac{A_1 P_1 + A_2 P_2 + \dots + A_n P_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (3)$$

P : hujan rerata kawasan
 $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$: curah hujan pada stasiun 1, 2, 3, ..., n
 $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$: luas daerah yang mewakili stasiun 1, 2, 3, ..., n
 n : banyaknya pos penakar hujan



Gambar 1. Metode Poligon Thiessen

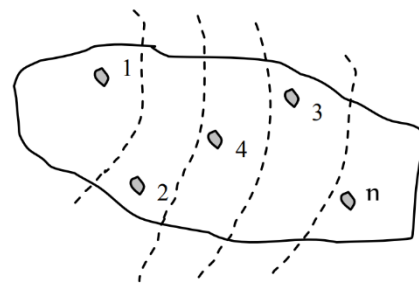
3) Metode Isohyet

Isohyet adalah garis yang menghubungkan titik-titik dengan kedalaman hujan yang sama. Pada metode Isohyet, dianggap bahwa hujan pada suatu daerah di antara dua garis Isohyet adalah merata dan sama dengan nilai rata-rata dari kedua garis Isohyet tersebut. Metode Isohyet merupakan cara paling teliti untuk menghitung kedalaman hujan rata-rata di suatu daerah, pada metode ini stasiun hujan harus banyak dan tersebar merata, metode Isohyet

membutuhkan pekerjaan dan perhatian yang lebih banyak dibanding dua metode lainnya [16]. Hujan rata-rata kawasan dapat diperoleh dari persamaan 4, menggunakan metode isohyet yang ditunjukkan pada Gambar 2.

$$P = \frac{A_1 \frac{I_1 + I_2}{2} + A_2 \frac{I_2 + I_3}{2} + \dots + A_n \frac{I_n + I_{n+1}}{2}}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (4)$$

P : hujan rerata kawasan
 $I_1, I_2, I_3, \dots, I_n$: garis isohyet ke 1, 2, 3, ..., n , $n+1$
 $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$: luas daerah yang dibatasi oleh garis isohyet ke 1 dan 2, 2 dan 3, ..., n dan $n+1$
 n : banyaknya pos penakar hujan



Gambar 2 Metode Isohyet

2.8 Penentuan Nilai Curve Number (CN)

Pada sebaran nilai CN diperoleh dari *overlay* hasil peta penggunaan lahan dengan peta tanah yang disesuaikan dengan kelas hidrologi tanah. Klasifikasi nilai *Curve Number* sesuai dengan tabel SCS-CN.

Tabel 1 Nilai CN Berdasarkan Kondisi Penggunaan Lahan dan Kelas Hidrologi Tanah

PENGGUNAAN LAHAN	Nilai CN tanah			
	Alfisol HSG:C	Inseptisol HSG:B	Entisol HSG:B	Mollisol HSG:B
Pemukiman	Kerapatan 30 %	85	85	85
	Kerapatan 60 %	75	75	75
	Kerapatan 70 %	70	70	70
	Kerapatan 80 %	68	68	68
Tegalan Lahan Terbuka kerapatan 30%, Lapangan, Taman, tertutup rumput 75%				
	61	61	61	74
Tegalan lahan kosong kerapatan 10%, berjajar lurus lereng				
	80	80	80	91
Kebun kerapatan sedang 20 %, tanaman rapat atau padang rumput musiman				
	75	75	75	83
Kebun kerapatan sedang 50 %, tanaman rapat atau padang rumput musiman				
	69	69	69	78
Hutan Kerapatan 30 - 70 %				
	60	60	60	73
Hutan Kerapatan > 70 %				
	55	55	55	70
Tubuh Air				
	100	100	100	100

Sumber: USDA NRCS [17]

Analisis nilai CN dilakukan pada kondisi nilai kebasahan tanah normal (AMC II). Nilai kebasahan tanah (AMC) dihitung berdasarkan catatan curah hujan 5 hari sebelumnya. Patokan nilai kebasahan tanah adalah, AMC-I sebesar < 35 mm, AMC-II sebesar 35 – 53 mm, dan AMC-III sebesar > 53 mm.

Nilai CN subDAS diperoleh melalui analisis *overlay* antara berbagai komponen seperti peta topografi wilayah penelitian, peta penggunaan lahan, peta tanah, penyesuaian karakteristik DAS dan hasil *check* lapangan yang selanjutnya dianalisis berdasarkan acuan Tabel SCS-CN. Tabel nilai CN untuk berbagai keadaan penggunaan lahan ditunjukkan pada Tabel 1.

Perkiraan hujan efektif sebagai fungsi dari hujan kumulatif, penutup lahan, penggunaan lahan, dan kelembapan tanah sebelumnya (AMC) menggunakan persamaan 5.

$$P_e = \frac{(P-Ia)^2}{P-Ia+S} > Ia \geq 0,2 * Sa \quad (5)$$

P_e = Akumulasi hujan efektif pada saat t,

P = Akumulasi curah hujan total pada saat t,

Ia = Kehilangan awal air hujan sebelum terjadinya limpasan

Sa = Retensi potensial maksimum

Untuk mengetahui berapa besar volume air yang masuk/terinfiltrasi ke dalam tanah yang diduga dari CN ditunjukkan dalam persamaan 6.

$$Sa = 25,4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \quad (6)$$

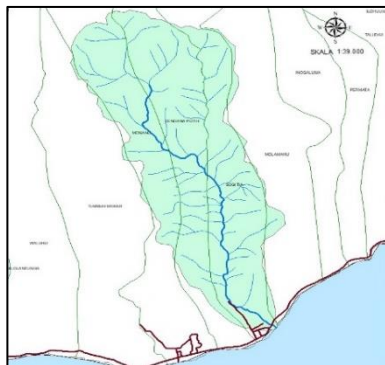
Sa = retensi air potensial maksimum atau kapasitas penyimpanan maksimum setelah *run-off* terjadi, atau air yang terinfiltrasi ke dalam tanah (mm)

CN = *Curve Number*.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

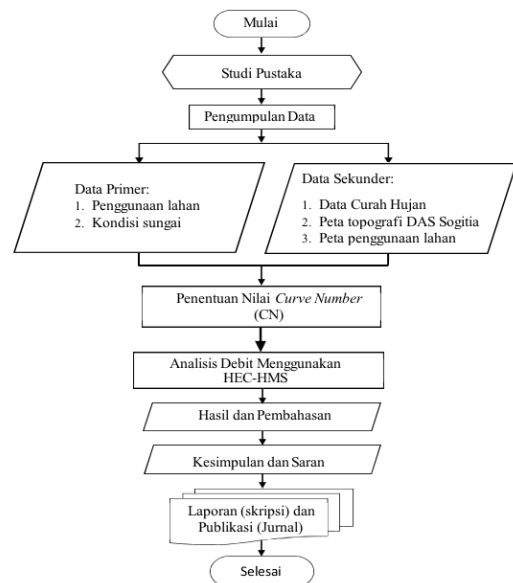
Lokasi penelitian terletak di Desa Sogitia, Kecamatan Bone, Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo. DAS Sogitia memiliki luas 15,39 km², dan panjang sungai utama 4,69 km.



Sumber: ArcGis

Gambar 3. Lokasi Penelitian

3.2 Tahapan Penelitian



Gambar 4. Bagan Alir

Tahapan persiapan, bertujuan untuk mendapatkan informasi, pengetahuan referensi, metode dan data yang diperlukan terkait penelitian ini. Secara Singkat, tahapan penelitian digambarkan dengan diagram alir seperti yang dijelaskan pada Gambar 3.2.

Data primer dalam penelitian ini adalah:

- Penggunaan lahan
- Kondisi sungai

Data sekunder merupakan data yang diperoleh melalui buku-buku, brosur dan artikel yang di dapat dari *website* yang berkaitan dengan penelitian, atau data untuk penelitian yang berasal dari instansi terkait, yakni:

- Data curah hujan
- Peta topografi DAS Sogitia
- Peta penggunaan lahan

Penelitian dilakukan melalui 3 bagian dengan tahapan sebagai berikut:

- Bagian awal/persiapan penelitian yang meliputi:
 - Survei/eksplorasi lapangan pada wilayah studi penelitian yang ditentukan untuk penyesuaian komponen-komponen yang diperlukan pada tahapan penelitian.
 - Studi pustaka dan dokumen penunjang penelitian.
 - Penelusuran/pengumpulan data lapangan, untuk mendukung analisis penelitian yakni data hidrometri sistem sungai, dan data peta topografi kawasan DAS Sogitia
- Bagian pengambilan data lapangan dan analisis, yang meliputi:
 - Pengambilan koordinat penggunaan lahan.
 - Penentuan nilai *Curve Number* (CN)
 - Analisis debit sungai menggunakan Software HEC-HMS

3. Bagian pembuatan laporan hasil penelitian, pengunggahan dan proses luaran hasil penelitian
 - a. Pembuatan laporan akhir hasil penelitian
 - b. Pengunggahan laporan hasil penelitian dan administrasi

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Penentuan Parameter

Penentuan parameter yang diamati menyangkut morfometri, penggunaan lahan (*launduse*), klasifikasi dan kelas hidrologi tanah.

4.1.1 Moerfometri

Parameter morfometri yang dianalisis adalah luas DAS, dan panjang sungai. Waktu konsentrasi yang diperlukan oleh air dari tempat terjauh (hulu DAS) sampai ke titik pengamatan aliran air diperoleh melalui Metode Kirpich.

$$T_c = 0,063 (L^{0,77} \cdot S^{0,385})$$

$$= 0,063 (4690^{0,77} \cdot 0,064^{0,385})$$

$$= 0,24 \text{ jam}$$

L = Panjang Sungai

S = Kemiringan DAS

S = $\Delta H / L$ (ΔH = beda tinggi hulu dan hilir)

Untuk perhitungan kemiringan rata-rata DAS diasumsikan sebagai kemiringan sungai dapat ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Perhitungan Kemiringan rata-rata DAS Sogitia

No	Panjang Sungai (m)	E. Hulu (mdpl)	E. Hilir (mdpl)	S
1	4690	400	100	0,064

Sumber: Hasil Analisis ArcGis 2020

Dengan mengetahui nilai (T_c) maka nilai *Time Lag* (TL) = $0,6 \cdot 0,24 = 0,144$ jam atau 9 menit.

4.1.2 Penggunaan Lahan

Faktor penggunaan lahan sangat berpengaruh terhadap karakteristik hidrograf banjir terutama pada puncak *runoff*. Penggunaan lahan di DAS Sogitia ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Penggunaan Lahan di DAS Sogitia

DAS	Penggunaan Lahan	Luas (km ²)
Sogitia	Pemukiman	0,045
	Perkebunan	0,487
	Tegalan/Ladang	6,729
	Semak Belukar	0,398
	Hutan Primer & Sekunder	7,734
		15,39

Sumber: Hasil Analisis ArcGis 2020

4.1.3 Tutupan Vegetasi

Tutupan vegetasi di daerah penelitian dianalisis berdasarkan interpretasi citra landsat ETM Tahun 2019. Plot foto vegetasi di lapangan dilakukan secara sampel pada sebaran wilayah DAS Sogitia. Plot vegetasi yang mewakili tutupan vegetasi hutan, vegetasi perkebunan, vegetasi tegalan, vegetasi pemukiman, sungai dan plot untuk pemukiman.

4.1.4 Klasifikasi Tanah dan Penentuan Kelas Hidrologi Tanah

Dari peta jenis tanah yang didapat dari hasil analisis ArcGis jenis tanah di DAS Sogitia adalah Mediteran dengan taksonomi tanah yaitu Alfisol yang di tunjukkan pada tabel 5, dengan tekstur tanah lempung pasir berliat.

Tabel 4 Jenis Tanah Utama, Penyebaran, dan Luasnya di Indonesia

Klasifikasi Tanah		Penyebaran bentuk wilayah	Luas	
LP Tanah	Taxonomi tanah		ha	%
1. Organosol	Histosol	Datar	24.000	12,57
2. Aluvial	Entisol, Inceptisol	Datar	19.628	10,28
3. Regosol	Entisol	Datar-berbukit	4.300	2,25
4. Rensina	Mollisol	Berbukit	1.782	0,93
5. Grumosol	Vertisol	Datar-bergelombang	1.886	0,99
6. Andosol	Inceptisol	Bergunung	6.491	3,40
7. Mediteran	Alfisol	Datar-berbukit	8.525	4,46
8. Latosol	Inceptisol, Ultisol	Datar-bergunung	17.856	9,35
9. Podsolik M Kuning	Ultisol, Oxisol	Berembak-berbukit	31.960	16,74
10. Podsolik coklat	Inceptisol	Bergunung	16.757	9,78
11. Podsol	Spodosol	Datar-bergunung	5.603	2,93
12. Kompleks/lain-lain	-	Datar-bergunung	52.158	27,32

Sumber: Sudjadi 1986 [18].

Tabel 5 Jenis Tanah di DAS Sogitia

DAS	Penggunaan Lahan	Jenis Tanah	Tekstur Tanah	Luas (km ²)	HSG
Sogitia	Pemukiman			0,045	
	Perkebunan			0,487	
	Tegalan/Ladang	Mediteran (Alfisol)	Lempung Pasir Berliat	6,729	C
	Semak Belukar			0,398	
	Hutan Primer & Sekunder			7,734	

Sumber: Hasil Analisis ArcGis 2020

Berdasarkan peta penggunaan lahan, peta jenis tanah dan kelompok hidrologi tanah, ditentukan jenis tanah di DAS Sogitia termasuk dalam jenis tanah Alfisol dengan tekstur tanah lempung pasir berliat, maka di gunakan kerapatan tanah paling terkecil. Dari beberapa data tersebut ditentukan nilai CN dan CN komposit, seperti ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6 Perhitungan Angka CN di DAS Sogitia

NO	Penggunaan Lahan	Luas (KM ²)	Kerapatan (%)	Kelompok Tanah	Angka CN	CN Komposit
1	Pemukiman	0,045	30	C	85	3,878
2	Perkebunan	0,487	20	C	75	36,538
3	Tegalan/Ladang	6,729	10	C	80	538,398
4	Semak Belukar	0,398	30	C	61	24,303
5	Hutan Primer & Sekunder	7,734	30-70	C	60	464,041
		15,39				1067,160

$$\text{Angka CN Komposit} = 1067,160 / 15,39 = 69,31$$

Sumber: Hasil Analisis ArcGis 2020

Dengan memasukkan nilai CN untuk wilayah DAS Sogitia diperoleh nilai kapasitas penyimpanan

maksimum setelah terjadinya *runoff*

$$S_a = 25,4 \times ((1000 / 69,31) - 10) = 112,46 \text{ mm}$$

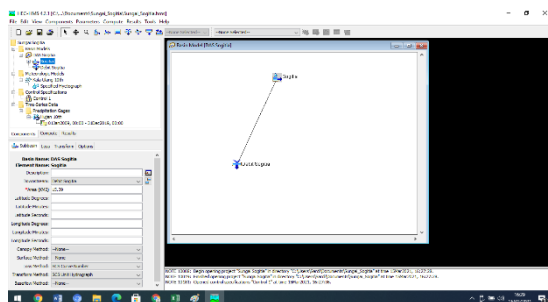
$$I_a = 0,2 \cdot S_a$$

$$= 0,2 \times 112,46 = 22,49 \text{ mm}$$

4.2 Analisis Besaran Debit dengan Software HEC-HMS

4.2.1 Basin Model (Model Daerah Tangkapan Air)

Pembentukan *basin model* pergerakan limpasan merupakan pennggambaran kondisi hidrologi ke dalam model hidrologi. Model yang digunakan adalah model *single basin*. *Sub basin* merupakan karakteristik idealis dari SubDAS yaitu terdiri dari pennggunaan lahan yang berkaitan dengan *loss rainfall* dan *excess rainfall*. *Basin model* dapat ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Basin Model

Kemiringan lahan yang berkaitan dengan waktu tempuh (T_c) atau *Lag Time* (TL). *Junction* adalah idealis dari pertemuan input aliran untuk menghasilkan suatu *output* baru.

1. Sub Basin Loss Rate Method (Proses Kehilangan Air)

Loss rate method adalah pemodelan menghitung kehilangan air yang terjadi melalui proses infiltrasi. Metode yang digunakan adalah *SCS Curve Number* yang terdiri dari beberapa parameter dengan nilai yaitu *Initial abration* (22,49 mm), *Curve Number* (69,31), diambil tahanan terkecil dari proses infiltrasi, maka *Impervious* (0,0%).

2. Sub Basin Transform (Transformasi Hidrograf Satuan Limpasan)

Transform adalah metode pemodelan hidrograf satuan yang digunakan. Dalam analisa ini digunakan metode *SCS Unit Hydrograph*. Pada pemodelan *SCS* parameter yang dibutuhkan yaitu *Lag Time*. *Lag* adalah tenggang waktu (*time lag*) antara titik berat hujan efektif dengan titik berat hidrograf. Parameter ini didasarkan pada data dari beberapa daerah tangkapan air. Parameter dibutuhkan untuk menghitung puncak dan waktu hidrograf, secara otomatis model *SCS* akan membentuk ordinat-ordinat untuk puncak hidrograf dan fungsi waktu. Dengan nilai *time lag* (9 menit).

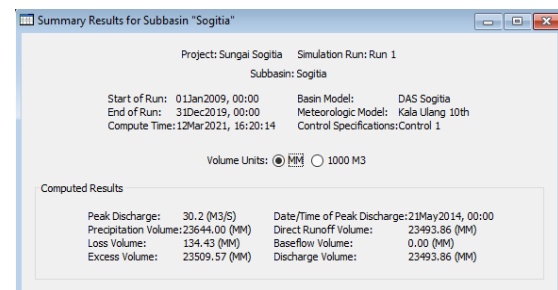
3. Meteorologic Model (Model Data Curah Hujan)

Meteorologic Model merupakan data presipitasi atau curah hujan efektif dapat berupa jam-jaman atau harian. Dalam perhitungan ini digunakan Metode *SCS Unit Hydrograph* menggunakan data curah hujan harian.

4. Run Configuration (Konfigurasi Eksekusi Data)

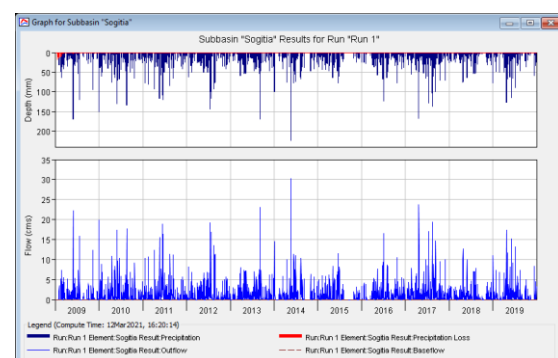
Setelah semua variabel dimasukkan, untuk mengeksekusi pemodelan agar dapat berjalan maka *basin model* dan *meteorologic model* harus disatukan. Hasil eksekusi metode ini dapat dilihat dalam grafik dan nilai output di bawah ini. Contoh hasil keluaran di bawah ini merupakan debit banjir rencana.

Hasil analisis HEC-HMS, debit puncak terjadi pada tanggal 21 Mei 2014 dengan nilai besaran debit $30,2 \text{ m}^3/\text{s}$ ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Hasil Optimasi HEC-HMS

Untuk menjaga tetap konsistennya nilai hidrograf simulasi dengan hidrograf terukur, dilakukan proses optimasi sesuai tanggal kejadian hidrograf terukur. Hasil optimasi hidrograf simulasi HEC-HMS dengan input presipitasi data hujan harian, ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Hidrograf hasil optimasi HEC-HMS berdasarkan data input hujan harian (Hasil Analisis)

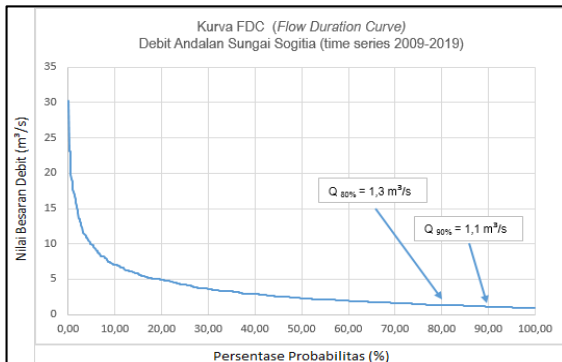
4.3 Hasil Analisis Debit Andalan Sungai Sogitia

Perhitungan debit andalan sungai untuk memperoleh nilai debit yang terpenuhi sepanjang waktu dilakukan dengan menggunakan metode *flow duration curve* (FDC) dengan menetapkan

frekuensi capaian yang terpenuhi sebagai potensi debit sungai untuk keperluan irigasi dengan probabilitas 80% dan untuk keperluan air baku dan industri dengan probabilitas 90%.

Perhitungan debit andalan sungai untuk probabilitas debit setiap presentasi dihitung menggunakan persamaan (1), didapat $P = 0,04$.

Berdasarkan proses pembuatan kurva FDC, diperoleh Kurva FDC Debit andalan Sungai Sogitia sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Debit Andalan Sungai Sogitia

Berdasarkan grafik FDC dapat dijelaskan bahwa debit aliran sungai sebagai debit andalan untuk keperluan irigasi dengan probabilitas 80% yaitu sebesar $1,3 \text{ m}^3/\text{det}$ dan untuk keperluan air baku dan industry probabilitas 90% yang dapat terpenuhi sepanjang tahun di Sungai Sogitia adalah sebesar $1,1 \text{ m}^3/\text{det}$. Dikarenakan lokasi penelitian tidak terdapat daerah irigasi maka, hanya digunakan probabilitas 90%.

5. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Kondisi pennggunaan lahan di DAS Sogitia didominasi oleh hutan dengan luas $7,734018 \text{ km}^2$, serta jenis tanah di DAS Sogitia yaitu Mediteran yang termasuk dalam taksonomi tanah Alfisol dengan tekstur lempung pasir berliat serta panjang sungai ($4,69 \text{ km}$) dan luas DAS ($15,39 \text{ km}^2$). Parameter yang di dapat berupa *Curve Number* (CN) sebagai nilai yang mewakili fungsi penggunaan lahan, jenis tanah sesuai kelas hidrologi tanah. Hasil analisis menunjukkan nilai (CN= 69,31), *Initial abration* (Ia) sebagai nilai air yang terinfiltrasi kedalam tanah sebelum terjadinya limpasan/aliran. Hasil analisis menunjukkan nilai (Ia = 22,49 mm), *Time Lag* (TL) sebagai nilai waktu terjadinya puncak hujan dan terjadinya puncak debit. Hasil analisis menunjukkan niali (TL = 9 menit).

Besaran debit di DAS Sogitia dengan input data curah hujan dari stasiun hujan yang berada di koordinat $0^\circ 20' 1.800'' \text{ LU}$, $123^\circ 27' 11.520'' \text{ BT}$ menggunakan software HEC-HMS, terjadi pada

tanggal 21 Mei 2014 dengan nilai debit tertinggi $30,2 \text{ m}^3/\text{s}$. Untuk keperluan irigasi dibutuhkan probabilitas 80% dengan nilai $1,3 \text{ m}^3/\text{s}$. Dikarenakan lokasi penelitian tidak terdapat daerah irigasi, probabilitas 80% tidak digunakan. Untuk keperluan air baku dan industri debit andalan untuk probabilitas 90% yaitu sebesar $1,1 \text{ m}^3/\text{s}$.

5.2 Saran

Data curah hujan merupakan komponen utama dalam analisis model. Nilai morfometri dan karakteristik DAS akan menjadi input dalam proses analisis limpasan sungai.

Analisis penelitian ini dilakukan pada kurun waktu 10 tahun yaitu dengan menggunakan data curah hujan harian tahun 2009 sampai 2019 sebagai input presipitasi, dalam memperoleh debit harian. Data hujan yang digunakan alangkah baiknya menggunakan data hujan jam-jaman/menit, agar mempresentasikan nilai sesuai kondisi lapangan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Seyhan, E. (1990). *Dasar-Dasar Hidrologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [2] Chow, V.T., D.R. Meidment dan L.W. Mays, (1988). *Applied Hydrology*, McGraw Hill Book, New York.
- [3] McCuen, R.H. (1998). *Hydrologic Analysis and Design*. 2nd edition. USA: Prentice Hall. Ney Jersey.
- [4] US Army Corps of Engineering, (2001). HEC-HMS User's Manual. Hydrologic Engineering Center, Davis, CA.
- [5] Munajad, R. & Suprayogi, S., (2015). Kajian Hujan - Aliran Menggunakan Model HEC-HMS di Sub Daerah Aliran Sungai Wuryantoro Wongiri, Jawa Tengah. *Jurnal*, pp. 150-153.
- [6] Affandy, N. A. & Anwar, N., (2014). Pemodelan Hujan-Debit Menggunakan Model HEC-HMS di DAS Sampean Baru. *Teknik Sipil*.
- [7] Mulyadi, R., Sulistioadi, B. Y. & Suhardiman, A., (2020). Pemodelan Hidrologi dengan HEC-HMS di SUB-DAS Karangmumus Samarinda. *J Hut Trop*, pp. 20-29.
- [8] Sri-Harto, Br., (2000). *Analisis Hidrologi*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [9] Asdak, C. (2007). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- [10] Suripin, (2003). *Sistem Drainase Kota Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

- [11] Soemarto, C.D., (1999). Hidrologi Teknik, Edisi kedua, Erlangga, Surabaya.
- [12] SNI 6738 (2015). Perhitungan Debit Andalan Sungai Dengan Kurva Durasi Debit.
- [13] Soemarto, C.D., (1986). "Hidrologi Teknik". Erlangga. Jakarta
- [14] Larsson, H., (2002). Acacia Canopy Cover Changesin Rawashda Forest Reverse, Kassala Province Eastern Sudan, Using Linear Regression NDVI Models, *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 32, hal 102-175.
- [15] McCuen, R.H., (1982). *A Guide to Hydrology Analysis Using SCS Methods*, Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs.
- [16] Triatmodjo B, (2008). "Hidrologi Terapan". Yogyakarta: Beta Offset.
- [17] USDA NRCS, (2005). *National EngineeringHandbook Section 4: Hydrology*, Washington DC, U.S.A.
- [18] Sudjadi, (1986). Metode Pemisahan, 167 – 177, Fakultas Farmasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Copyright © Composite Journal. All rights reserved, including the making of copies unless permission is obtained from the copyright proprietors.
