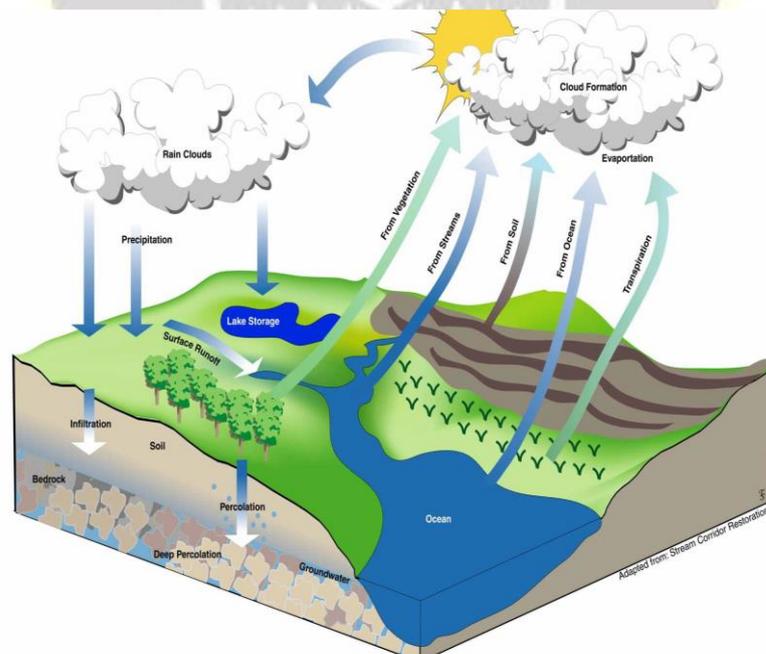


BAB II KOMPONEN PENGELOLAAN DAERAH ALIRAN SUNGAI

2.1 Siklus Hidrologi

Menurut (Naharuddin *et al.*, 2018) siklus hidrologi adalah sirkulasi air dari atmosfer ke bumi dan kembali lagi ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi. Pemanasan air laut oleh sinar matahari merupakan kunci proses siklus hidrologi tersebut dapat berjalan secara kontinu. Air menguap, kemudian jatuh sebagai presipitasi dalam bentuk hujan, salju, hujan batu, hujan es dan salju, hujan gerimis atau kabut. Pada perjalanan menuju bumi air dapat berevaporasi kembali ke atas atau langsung jatuh yang kemudian diintersepsi oleh tanaman sebelum mencapai tanah. Setelah mencapai tanah, siklus hidrologi terus terjadi secara kontinu. Siklus hidrologi memegang peran penting bagi kelangsungan hidup organisme bumi. Melalui siklus ini, ketersediaan air di daratan bumi dapat tetap terjaga, mengingat teraturnya suhu lingkungan, cuaca, hujan, dan keseimbangan ekosistem bumi dapat tercipta karena proses siklus hidrologi. Proses siklus hidrologi dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Siklus Hidrologi
Sumber : (Naharuddin *et al.*, 2018).

Siklus hidrologi menggambarkan fenomena alam yang menghubungkan antara erosi, sedimentasi dan limpasan. Terjadinya erosi tergantung dari beberapa faktor diantaranya karakteristik hujan, kemiringan lereng, tanaman penutup, serta kemampuan tanah untuk menyerap dan melepas air ke dalam lapisan tanah dangkal. Dampak dari erosi tanah dapat menyebabkan sedimentasi di sungai (Prasetyo *et al.*, 2015). Dengan perkembangan suatu wilayah atau kawasan, terutama perkotaan, tidak dapat dihindari adanya pembangunan yang apabila tidak dilaksanakan secara terpadu dan menyeluruh (terintegrasi dan holistik) akan mempengaruhi proses-proses alami dalam siklus hidrologi yang akhirnya menyebabkan terganggunya keseimbangan hidrologi (Kusumadewi *et al.*, 2012).

Siklus hidrologi mempengaruhi seluruh proses yang ada di alam meliputi perubahan wujud dan gerakan aliran air. Proses siklus tersebut dapat dikelompokkan menjadi siklus tertutup dan siklus terbuka. Siklus tertutup merupakan konsep keseimbangan air secara global. Keseimbangan air secara menyeluruh terdiri dari aspek air tanah dan aliran permukaan. Siklus terbuka terdiri dari beberapa sub sistem dan tidak fokus pada suatu bagian sistem tertentu saja. Faktor utama yang mempengaruhi siklus hidrologi yaitu tutupan lahan pada suatu lokasi. Tutupan lahan berpengaruh pada proses infiltrasi, *surface run off*, sehingga jika tutupan lahan berkurang akan berdampak pada gangguan sistem hidrologi (Kodoatie and Syarif, 2010).

Pertumbuhan penduduk mengakibatkan adanya konversi lahan dan deforestasi yang signifikan dan berdampak pada siklus air dan pola curah hujan. Musim kemarau yang lebih panjang menyebabkan masalah pasokan air yang signifikan, karena wilayah tersebut terus berkembang dan mengalami pertumbuhan penduduk yang pesat (Handayani *et al.*, 2020). Indikator siklus hidrologi di DAS mengalami gangguan keseimbangan ditandai dengan banyaknya kejadian banjir, tanah longsor, kekeringan dan pencemaran kualitas air (Wibowo *et al.*, 2013; Viron *et al.*, 2020). Upaya yang dapat dilakukan untuk mengembalikan keseimbangan siklus hidrologi pada DAS yaitu dengan cara penetapan daerah kritis. Daerah kriti akan digunakan sebagai acuan penetapan daerah-daerah prioritas penanganan.

Upaya ini juga dapat meningkatkan produktifitas, pendapatan dan kondisi sosial ekonomi masyarakat (Wibowo *et al.*, 2013).

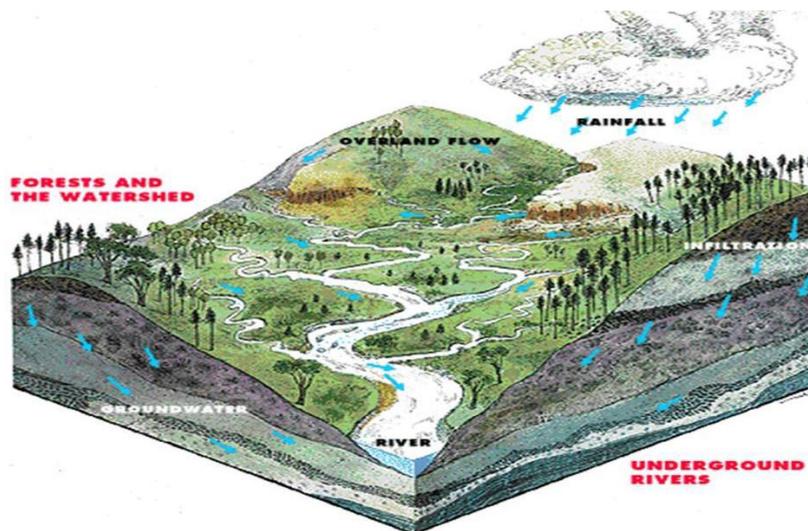
2.2 DAS (Daerah Aliran Sungai)

2.2.1 Pengertian Daerah Aliran Sungai

Istilah Daerah Aliran Sungai banyak digunakan oleh beberapa ahli dengan makna atau pengertian yang berbeda-beda, ada yang menyamakan dengan *cachment area*, *watershed*, atau *drainage basin* (Sudaryono, 2002). Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 37 Tahun 2012 bahwa Daerah Aliran Sungai yang selanjutnya disebut DAS adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan.

DAS adalah daerah yang dibatasi punggung-punggung gunung yang menerima hujan, menampung, menyimpan dan mengalirkan ke sungai, danau dan laut atau disebut kawasan pengumpul suatu sistem tunggal (Fatmawati, 2016). DAS adalah suatu wilayah yang merupakan kesatuan ekosistem yang dibatasi oleh pemisah topografis dan berfungsi sebagai pengumpul, penyimpanan dan penyalur air, sedimen, unsur hara melalui sistem sungai, mengeluarkannya melalui outlet tunggal yaitu ke danau/laut. Apabila turun hujan di daerah tersebut, maka air hujan yang turun akan mengalir ke sungai-sungai yang ada di sekitar daerah yang dituruni hujan (Naharuddin *et al.*, 2018).

Sekolah Pascasarjana



Gambar 2.2 Daerah Aliran Sungai
 Sumber : (Naharuddin *et al.*, 2018)

DAS juga diartikan sebagai suatu sistem hidrologi, yang mencakup empat sub sistem yaitu : sistem air dipermukaan, sistem air di dalam zona tidak jenuh, sistem air di zona jenuh dan sistem air pada jejaring aliran sungai. Interaksi antar sub sistem di dalam DAS tersebut akan berperan mengatur proses, seperti proses air hujan menjadi aliran permukaan / limpasan (*run-off*), aliran bawah permukaan (*interflow*) dan aliran air tanah (*groundwater flow*) (Tikno *et al.*, 2012). Ilustrasi suatu Daerah Aliran Sungai dapat dilihat pada Gambar 2.2. Atas dasar definisi tersebut di atas maka DAS dapat diartikan sebagai kesatuan ruang yang terdiri atas unsur abiotik (tanah, air, udara), biotik (vegetasi, binatang dan organisme hidup lainnya) dan kegiatan manusia yang saling berinteraksi dan saling ketergantungan satu sama lain. Oleh karena itu, DAS merupakan satu kesatuan ekosistem yang harus memperhatikan peranan dari komponen-komponen ekosistem tersebut. Salah satu caranya yaitu dengan melakukan pengelolaan hutan, tanah, air, dan masyarakat yang saling berkaitan (Sudaryono, 2002).

2.2.2 Bagian-bagian Daerah Aliran Sungai

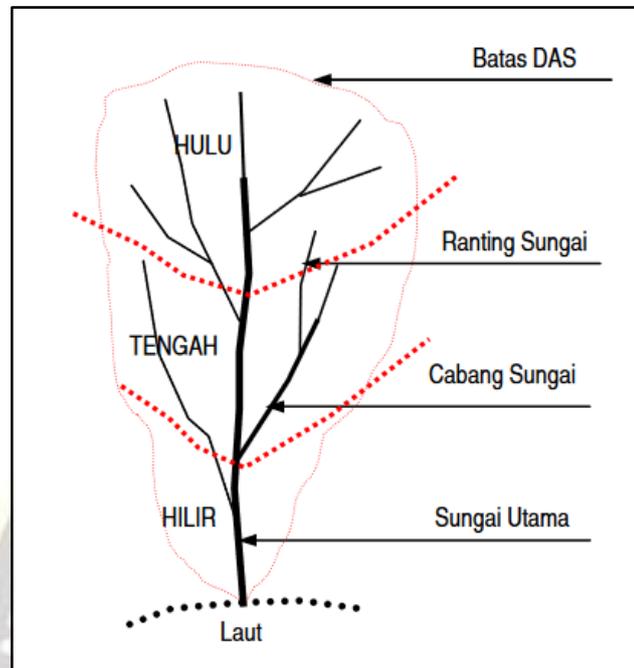
Macam macam Daerah Aliran Sungai berdasarkan fungsi hulu, tengah dan hilir yaitu:

1. Bagian hulu didasarkan pada fungsi konservasi yang dikelola untuk mempertahankan kondisi lingkungan DAS agar tidak terdegradasi, yang antara lain dapat diindikasikan dari kondisi tutupan vegetasi lahan DAS, kualitas air, kemampuan menyimpan air (debit), dan curah hujan.
2. Bagian tengah didasarkan pada fungsi pemanfaatan air sungai yang dikelola untuk dapat memberikan manfaat bagi kepentingan sosial dan ekonomi, yang antara lain dapat diindikasikan dari kuantitas air, kualitas air, kemampuan menyalurkan air, dan ketinggian muka air tanah, serta terkait pada prasarana pengairan seperti pengelolaan sungai, waduk, dan danau.
3. Bagian hilir didasarkan pada fungsi pemanfaatan air sungai yang dikelola untuk dapat memberikan manfaat bagi kepentingan sosial dan ekonomi, yang diindikasikan melalui kuantitas dan kualitas air, kemampuan menyalurkan air, ketinggian curah hujan, dan terkait untuk kebutuhan pertanian, air bersih, serta pengelolaan air limbah (Naharuddin *et al.*, 2018).

Dari penjelasan di atas bahwa pengelolaan Daerah Aliran Sungai penting untuk semua sektor baik dari hulu maupun sampai ke bagian hilir. Keberhasilan dalam pengelolaannya akan berpengaruh langsung pada kemampuan DAS dalam memberikan pengaruh positif terhadap wilayahnya serta tidak menimbulkan masalah pada bagian hilir baik itu sedimentasi maupun banjir. Komponen sistem suatu Daerah Aliran Sungai dapat dilihat pada Gambar 2.3.

Daerah Aliran Sungai (DAS) mempunyai karakteristik sendiri-sendiri yang mempengaruhi proses pengaliran air hujan atau siklus air. Karakteristik DAS terutama ditentukan oleh faktor lahan (topografi, tanah, geologi, geomorfologi) dan faktor vegetasi. Sungai adalah air tawar yang mengalir dari sumbernya di daratan menuju dan bermuara di laut, danau atau sungai yang lebih besar, aliran sungai merupakan aliran yang bersumber dari limpasan, limpasan yang berasal dari hujan,

gletser, limpasan dari anak-anak sungai dan limpasan dari air tanah (Fatmawati, 2016).



Gambar 2.3 Komponen Sistem Daerah Aliran Sungai

Sumber : (Naharuddin *et al.*, 2018).

2.3 Debit Aliran Sungai

Debit aliran adalah jumlah air yang mengalir pada suatu titik keluaran (*outlet*) tertentu dalam satuan volume per waktu. Debit aliran dihasilkan dari data tinggi muka air (TMA) dan data kecepatan arus sungai pada suatu penampang di titik keluaran pada suatu daerah tangkapan air. TMA dan kecepatan arus diukur di Stasiun Pengamat Arus Sungai (SPAS) yang merupakan bangunan di badan sungai dengan penampang permanen di suatu titik keluaran. TMA diukur dengan menggunakan satu set alat ukur TMA otomatis (*Automatic Water Level Recorder*). Dari data TMA ini akan dihasilkan data luas penampang basah secara periodik. Untuk mengukur kecepatan arus sungai, alat yang digunakan adalah alat ukur kecepatan arus (*current meter*). Data kecepatan arus terukur dan tinggi muka air secara berseri digunakan untuk membuat rumus kurva lengkung debit (*discharge rating curve*) sebagai formula menghitung debit aliran. Dalam tulisan ini yang

dimaksud aliran permukaan total (*total runoff*) adalah jumlah air yang mengalir pada setiap pengukuran di badan sungai yang merupakan penggabungan antara aliran dasar (*baseflow*), aliran permukaan (*overland flow/surface runoff*), aliran bawah permukaan (*subsurface runoff*), dan curah hujan langsung yang jatuh ke badan sungai. Aliran permukaan (*runoff*) adalah jumlah air yang mengalir di badan sungai dikurangi dengan aliran dasar (*baseflow*). Aliran permukaan dihitung dengan cara memisahkan aliran bawah permukaan dan aliran dasar dari debit aliran total dengan metode *straight line method* (Nugroho, 2015). Debit sungai adalah informasi laju aliran air atau volume air sungai yang dapat diukur dalam satuan waktu tertentu dalam satuan meter kubik per detik (m^3/dt) (Fatmawati, 2016).

Pengukuran debit aliran sungai dapat dilakukan dengan mengukur kecepatan aliran sungai serta luas penampang basah badan sungai dari sungai terpilih dalam suatu DAS/SubDAS, besarnya debit air sungai dapat diperoleh dengan mengalikan kecepatan aliran sungai dengan luas penampang sungai yang dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q = \Sigma A \times v$$

Dengan :

Q = Debit air (m^3/detik)

A = Luas penampang melintang badan sungai (m^2)

V = Kecepatan aliran rata-rata pada penampang basah (m/detik) (Naharuddin *et al.*, 2018).

Nilai fluktuasi debit yang tinggi menunjukkan besarnya aliran permukaan yang terjadi pada musim penghujan dan debit aliran pada musim kemarau sangat kecil (menunjukkan kekeringan), hal ini secara tidak langsung menunjukkan kurang mampunya infiltrasi lahan suatu DAS untuk menahan dan menyimpan air hujan sehingga limpasan air hujan yang jatuh banyak masuk ke sungai kemudian terbuang ke laut yang menyebabkan ketersediaan air pada musim kemarau di DAS tersebut menjadi sedikit (Pratama and Yuwono, 2016).

2.4 Sedimentasi

2.4.1 Pengertian Sedimen dan Sedimentasi

Sedimen adalah hasil proses erosi baik berupa erosi permukaan, erosi parit atau jenis tanah lainnya atau dapat juga diartikan sedimentasi adalah terlepasnya butiran tanah dari induknya dan terangkut, suatu proses hilangnya lapisan atas tanah yang disebabkan oleh iklim, kondisi tanah dan aktivitas manusia (Fatmawati, 2016). Sedimen adalah suatu Kepingan atau potongan yang terbentuk oleh proses fisik dan kimia dari batuan atau tanah. Bentuk dari material beraneka ragam dan tidak terbatas dari mulai yang berbentuk bulat sampai berbentuk tajam. Juga bervariasi dalam kerapatan dan komposisi materialnya dengan kuarsa yang dominan dimana sedimen tersebut terbawa hanyut oleh aliran air yang dapat dibedakan sebagai endapan dasar (*bed load*) dan muatan melayang (*suspended load*). Muatan dasar bergerak dalam aliran sungai dengan cara bergulir, meluncur dan meloncat-loncat di atas permukaan dasar sungai. Sedangkan muatan melayang terdiri dari butir-butir halus yang ukuran lebih kecil dari 0,1 mm dan senantiasa melayang didalam aliran air, lebih-lebih butiran yang sangat halus walaupun air tidak mengalir, tetapi butiran tersebut tetap tidak mengendap serta airnya tetap tidak keruh dan sedimen semacam ini disebut muatan kikisan (*wash load*) (Tatipata *et al.*, 2015).

2.4.2 Proses Terjadinya Sedimen

Proses sedimentasi yang terjadi secara terus-menerus akan menyebabkan pendangkalan yang berpengaruh terhadap penurunan kapasitas pengaliran sungai. Partikel sedimen yang terbawa oleh aliran sungai menuju ke laut akan menyebabkan pengendapan di daerah muara sehingga akan menghalangi aliran sungai ke laut. Tingginya tingkat konsentrasi sedimen akan mengakibatkan kekeruhan sehingga menurunkan kualitas air sungai (Prasetyo *et al.*, 2015).

Sungai memiliki bentuk-bentuk yang berbeda antara yang satu dengan yang lain. Secara umum sebuah sungai bisa dibagi menjadi tiga bagian yaitu bagian hulu, tengah dan hilir. Kita bisa menentukan mana sungai bagian hilir, sungai bagian

tengah dan bagian hulu. Sungai bagian hulu merupakan bagian awal dari sebuah sungai biasanya bagian ini terletak di pegunungan, lembah sungai berbentuk huruf V yang memiliki ciri-ciri memiliki aliran air yang sangat deras dan sungainya lumayan dalam, pada sungai inilah proses erosi terjadi. Kemudian sungai bagian tengah adalah lanjutan dari sungai bagian hulu sungai bagian tengah memiliki ciri lembah sungai berbentuk huruf U karena kondisi lokasinya yang sudah tidak curam lagi melainkan landai. Hal ini mengakibatkan aliran air tidak begitu deras sehingga proses erosi di sini tidak begitu dominan. Proses yang dominan terjadi di daerah ini adalah transportasi maksudnya adalah hasil erosi yang terjadi di bagian hulu dibawa oleh air menuju daerah bawahnya, ke arah hulu. Sungai bagian hilir adalah bagian sungai terakhir yang mengantar sungai kelaut (muara) ciri-ciri sungai bagian hilir ini memiliki lembah menyerupai huruf U yang lebar dan sungai bagian hilir ini biasanya sudah memiliki meander-meander (berliku-liku), proses yang lebih dominan di sini adalah sedimentasi karena hasil transportasi sedimen di bagian tengah akan diendapkan dibagian hilir (Fatmawati, 2016). Pergerakan pasang surut sangat mendominasi proses penyebaran konsentrasi sedimen. Pada saat pasang naik, konsentrasi sedimen di muara akan sangat tinggi. Pada saat surut, konsentrasi sedimen menyebar ke arah laut lepas. Lumpur adalah sedimen kohesif yang sangat mudah terpengaruh oleh salinitas. Jika salinitas tinggi akan terjadi penggumpalan (*flocculation*), sehingga pengendapan sedimen akan terjadi (Soeyanto and Arifiyana, 2018). Proses mengendapnya material tersebut yaitu proses terkumpulnya butir-butir tanah yang terjadi karena kecepatan aliran air yang mengangkut bahan sedimen mencapai kecepatan pengendapan (*settling velocity*). Proses sedimentasi dapat terjadi pada lahan-lahan pertanian maupun di sepanjang dasar sungai, dasar waduk, muara, dan sebagainya (Purwadi *et al.*, 2016).

Pada umumnya proses sedimentasi dilakukan setelah proses koagulasi dan flokulasi, tujuannya adalah untuk memperbesar partikel padatan sehingga menjadi lebih berat dan dapat tenggelam dalam waktu lebih singkat. Proses sedimentasi kecepatan endapan yang turun ke bawah semakin lama semakin lambat, sehingga untuk memperoleh hasil sedimentasi sampai proses pengendapan berhenti memerlukan waktu yang cukup lama. Proses sedimentasi banyak terjadi pada

proses penjernihan air, pengolahan limbah, maupun erosi (Roessiana *et al.*, 2014). Proses sedimentasi berjalan sangat kompleks, dimulai dari jatuhnya hujan yang menghasilkan energi kinetik yang merupakan permulaan dari proses erosi. Begitu tanah menjadi partikel halus, lalu menggelinding bersama aliran, sebagian akan tertinggal di atas tanah sedangkan bagian lainnya masuk ke sungai terbawa aliran menjadi angkutan sedimen (Mokonio *et al.*, 2013). Penghasil sedimen terbesar adalah erosi permukaan lereng pegunungan, erosi sungai (dasar dan tebing alur sungai). Pada saluran aliran air mengikis material yang ada di tebing atau dasar saluran sedemikian banyak butiran yang akan dapat mengangkutnya (Tatipata *et al.*, 2015).

2.4.3 Pengukuran dan Perhitungan Hasil Sedimen

Pengukuran muatan sedimentasi dapat dilakukan dengan mengambil contoh air sungai melalui metode pengambilan langsung di permukaan ('*grab samples*'; untuk sungai yang homogen) atau metode integrasi kedalaman ('*depth integrated*'; untuk sungai dalam dan tidak homogen). teknik *depth integrating*, adalah pengukuran sedimen dengan menggunakan alat ukur sedimen diikatkan pada tongkat penduga kemudian dimasukkan ke dalam aliran sungai dengan gerakan ke bawah dan ditarik kembali ke atas dengan kecepatan gerak yang sama. Hasil pengukuran sampel sediment kemudian dianalisa di laboratorium untuk mengetahui konsentrasi sedimen dengan satuan mg/liter. Sampel air disaring dengan menggunakan kertas saring kemudian sampel air dikeringkan dengan oven sedimen kering kemudian ditimbang dan dinyatakan dalam bentuk persentase berat total gabungan air dan sedimen (Fatmawati, 2016). Besaran masa tanah tersebut selanjutnya diestimasi berdasarkan debit air sungai harian yang masuk ke dalam waduk tau sungai menggunakan pendekatan angkutan sedimen (Cahyono *et al.*, 2017). Konsentrasi sedimen yang tinggi tidak selalu menunjukkan debit muatan sedimen yang tinggi pula, namun sangat bergantung pada debit air sungai. Besarnya debit air sungai ditentukan oleh luas penampang sungai dan kecepatan arus. Oleh karena itu faktor-faktor, curah hujan dan parameternya, karakteristik tanah, vegetasi

penutup tanah dan tataguna lahan sangat berpengaruh terhadap besarnya konsentrasi sedimen dan debit air sungai yang masuk ke laut (Ansar *et al.*, 2014).

Sedimen di sungai baik terlarut maupun tidak terlarut merupakan produk dari pelapukan batuan yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan, terutama perubahan iklim. Hasil pelapukan batuan disebut sebagai partikel-partikel tanah. Pengaruh tenaga kinetis air hujan dan aliran air permukaan (pada daerah tropis), partikel-partikel tanah tersebut dapat terkelupas dan terangkut ke tempat yang lebih rendah dan kemudian masuk ke sungai yang disebut sedimen. Hasil sedimen (*sediment yield*) adalah besarnya sedimen yang berasal dari erosi yang terjadi di daerah tangkapan air yang diukur pada periode waktu dan tempat tertentu. Hasil sedimen biasanya diperoleh dari pengukuran sedimen kikisan di sungai (*wash load*) atau dengan pengukuran langsung di waduk. Hasil sedimen tersebut dinyatakan dalam satuan berat (ton) atau satuan volume (mpk atau *acre-feet*) dan merupakan fungsi luas dari daerah pengaliran. Perbandingan data hasil sedimentasi, pada umumnya didasarkan atas hasil per satuan luas daerah pengaliran yang dinamakan laju produksi sedimen (*sediment production rate*) yang dinyatakan dalam ton/ha, ton/ km² atau *acre-feet/sq*. Ditinjau dari cara pergerakannya, angkutan sedimen dibedakan menjadi angkutan muatan dasar (*bed load*) dan angkutan muatan layang (*suspended load*) (Tatipata *et al.*, 2015).

Hasil sedimen tergantung pada besarnya erosi total di DAS/Sub-DAS dan tergantung pada angkutan partikel-partikel tanah yang tererosi tersebut keluar dari daerah tangkapan air DAS/Sub-DAS. Produksi sedimen umumnya mengacu kepada besarnya laju sedimen yang mengalir melewati satu titik pengamatan tertentu dalam suatu sistem DAS. Besarnya hasil sedimen biasanya bervariasi mengikuti karakteristik fisik DAS/Sub-DAS. Cara memperkirakan hasil sedimen dari suatu DAS adalah melalui perhitungan Nisbah Pelepasan Sedimen (*Sedimen Delivery Ratio, SDR*). Perhitungan besarnya SDR dianggap penting dalam menentukan besarnya prakiraan realistis besarnya hasil sedimen total berdasarkan perhitungan erosi yang berlangsung pada suatu DAS. Variabilitas angka SDR dari suatu DAS/Sub-DAS akan ditentukan oleh pengaruh. Faktor-faktor tersebut adalah sebagai berikut (Tatipata *et al.*, 2015):

1. Sumber sedimen

Tebing sungai sebagai sumber sedimen, akan memberikan hasil sedimen (volume dan kecepatan) berbeda dari sedimen yang berasal dari hasil erosi yang terjadi di DAS. Jumlah sedimen yang tersedia untuk proses angkutan sedimen dan jarak antara sumber sedimen dan sungai/anak sungai.

2. Besar sedimen

Besarnya sedimen yang dihasilkan dari proses erosi yang terjadi di tempat yang jauh dari alat angkutan sedimen akan memberikan nisbah pelepasan sedimen atau SDR yang lebih kecil daripada jumlah sedimen yang lebih sedikit tetapi dihasilkan di tempat yang lebih dekat dari alat angkutan sedimen. Ketika jumlah sedimen yang tersedia lebih besar daripada kapasitas sistem angkutan sedimen yang ada, maka akan meningkatkan laju deposisi sedimen dan menurunkan SDR.

3. Sistem angkutan

Umumnya dalam bentuk air permukaan dan kerapatan drainase. Semakin cepat dan besar volume air permukaan, maka semakin besar pula jumlah hasil sedimen.

4. Tekstur partikel tanah-tanah yang tererosi

Tekstur sedimen akan menentukan dimana sedimen dengan tekstur tertentu tersebut akan terdeposisi di dalam dan/atau di luar sistem angkutan sedimen. Seringkali material sedimen yang agak besar atau kasar merupakan hasil sedimen yang berasal dari erosi tebing sungai, sedang material yang lebih halus berasal dari erosi permukaan.

5. Lokasi deposisi sedimen

Sedimen seringkali terdeposisi di kaki-kaki bukit, di cekungan-cekungan permukaan daerah tangkapan air, di sepanjang sungai atau di dalam waduk bagian atas. Terjadinya deposisi sedimen akan menurunkan angka SDR dari DAS yang bersangkutan.

6. Karakteristik DAS

Karakteristik fisik DAS yang paling menentukan besarnya SDR adalah luas daerah tangkapan air termasuk topografi dari daerah tangkapan air,

kemiringan dan panjang lereng akan menentukan besarnya erosi yang terjadi di daerah tersebut dan juga menentukan besarnya angka *Sediment Delivery Rate* (SDR) (Tatipata *et al.*, 2015).

Menurut *SCS National Engineering Handbook*, besarnya prakiraan hasil sedimen dapat ditentukan berdasarkan persamaan berikut:

$$Y = E \times SDR \times Ws$$

dengan;

Y = Hasil sedimen per satuan luas, (ton/tahun)

E = Erosi total, (ton/ha/tahun)

SDR = *Sedimen Delivery Ratio*

Ws = Luas daerah tangkapan air, (ha)

Selain itu besarnya angka SDR tersebut tergantung dari luas daerah pengaliran, kemiringan dan faktor-faktor yang mempengaruhi erosi, dapat pula digunakan perkiraan SDR dari tabel USLE, *present and future SSSA Special Publication Number 8*, Hubungan antara daerah aliran dan *Sediment Delivery Ratio* (SDR) yang dapat dilihat pada Tabel 2.1:

Tabel 2.1 Hubungan luas DAS dan SDR

Luas DAS (Km ²)	Sediment Delivery Ratio (%)
0,1	53
0,5	39
1,0	35
5,0	27
10,0	24
50,0	15
100,0	13
200,0	11
500,0	8,5
26.900,0	4,9

Sumber : dalam (Tatipata *et al.*, 2015).

Metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*) merupakan metode prediksi erosi yang lazim digunakan Balai atau Sub Balai Rehabilitasi dan Konservasi Tanah (RKLT) di Indonesia. Sedangkan metode MUSLE (*Modified Universal Soil Loss Equation*) merupakan modifikasi metode USLE yang masih tergolong baru di

Indonesia. Persamaan rumus dari metode MUSLE secara umum dapat dijabarkan sebagai berikut (Wijayanto, 2012).

$$S_y = a(Q \cdot Q_p)^b \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P$$

Keterangan:

S_y = Hasil sedimen tiap kejadian hujan sesaat (ton/hujan)

a, b = Konstanta, masing-masing berkisar 11,8 dan 0,56

Q = Tebal aliran langsung (mm)

Q_p = Debit puncak (m^3/dt)

K = Faktor erodibilitas tanah

LS = Faktor kemiringan lereng (panjang lereng dan kecuraman lereng)

C = Faktor pengelolaan tanaman, dan

P = Faktor tindakan khusus konservasi tanah

2.4.4 Implikasi Sedimentasi

Sedimen yang berasal dari erosi di daratan akan terendapkan sebagian di sekitar muara sungai (Li *et al.*, 2016; Van Maren *et al.*, 2016). Salah satu dampak penggunaan lahan di daratan terhadap wilayah pesisir adalah terjadi erosi di daratan yang pada akhirnya menimbulkan sedimentasi di wilayah pesisir (Gao *et al.*, 2012; Pratolongo *et al.*, 2013). Gangguan sedimen di dalam daerah aliran sungai bersumber dari titik pemanfaatan lahan yang meningkatkan volume sedimen yang dipasok ke jaringan sungai dari sumber saluran terdekat. Mengevaluasi pemulihan setelah gangguan melalui fluks sedimen dan waktu yang diperlukan untuk kembali ke kondisi semula adalah pendekatan yang terintegrasi transportasi sedimen di seluruh daerah aliran sungai (Rathburn *et al.*, 2018).

2.5 Penggunaan Lahan (*Land Use*)

Penggunaan lahan adalah semua jenis penggunaan untuk pertanian, lapangan olah raga, rumah mukim hingga rumah sakit dan kuburan. Tata guna lahan dapat ditinjau menurut suatu wilayah (*regional land use*) secara keseluruhan.

Karena wilayah terdiri atas pedesaan dan perkotaan, maka tata guna lahan dapat dibedakan menjadi dua, yaitu (1) tata guna lahan pedesaan (*rural land use*) dan (2) tata guna lahan perkotaan (*urban land use*). Pengertian-pengertian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan lahan berhubungan erat dengan aktivitas manusia dan sumberdaya lahan. Penggunaan lahan sifatnya dinamis, mengikuti perkembangan kehidupan manusia dan budayanya. Masyarakat menghadapi beberapa tantangan khusus dalam mengelola sumberdaya lahan. Lahan sebagai tempat bagi pertumbuhan tanaman atau tumbuh tumbuhan maupun kehidupan hewan, bagi aliran air, bangunan, transportasi dan sebagainya. Dengan banyaknya macam penggunaan lahan ini, maka dengan digunakannya sebidang lahan akan mempengaruhi penggunaan yang lain yang sifatnya potensial. Jika suatu wilayah diamati dalam suatu periode waktu tertentu maka akan dijumpai suatu perubahan penggunaan lahan, yang sering juga disebut sebagai konversi lahan. Konversi lahan dapat dibedakan atas dua, yaitu yang bersifat musiman dan yang permanen (Sutrisno, 2011).

Lahan merupakan salah satu sumberdaya alam yang dapat dimanfaatkan dengan cara diolah agar menghasilkan produk untuk memenuhi kebutuhan manusia. Tipe pemanfaatan lahan adalah suatu macam penggunaan lahan yang didefinisikan secara lebih rinci dibandingkan dengan tipe penggunaan lahan. Suatu tipe penggunaan lahan terdiri atas seperangkat spesifikasi teknis dalam konteks tatanan fisik, ekonomi dan sosial yang tertentu (Sudarmanto *et al.*, 2014).

Perubahan penggunaan lahan merupakan peralihan suatu bentuk dan lokasi penggunaan lahan yang lama menjadi yang baru. Berbagai fenomena perubahan penggunaan lahan telah terjadi dari waktu ke waktu. Perubahan penggunaan lahan yang terjadi sejalan dengan semakin meningkatnya pertambahan jumlah penduduk yang secara langsung berdampak pada kebutuhan terhadap lahan yang semakin meningkat (Kusrini *et al.*, 2011). Perluasan wilayah terbangun ke daerah hulu wilayah sungai dapat menyebabkan dampak negatif yang signifikan. Selain mengancam keberlanjutan pasokan pangan dan air, tetapi juga menimbulkan masalah dalam penyediaan infrastruktur (Handayani *et al.*, 2020). Disisi lain, laju pertambahan penduduk pada suatu kawasan DAS akan membawa dampak positif

bagi kawasan pemukiman, seperti tingkat pertumbuhan ekonominya yang pesat diikuti pengadaan sarana dan prasarana penunjang. Namun di lain pihak, pertumbuhan ini dapat membawa efek negatif bagi lingkungan, seperti terjadi perubahan tata guna lahan yang tidak tepat. Pertambahan penduduk akan menuntut dibukanya lahan-lahan permukiman baru, sehingga berakibat pasca perubahan fungsi lahan yang dapat secara langsung maupun bertahap akan mempengaruhi sistem penyaliran (*storage system*) dari suatu daerah pengaliran. Salah satu pengaruh perubahan tata guna lahan pada lingkungan DAS berupa aliran sungai yang cenderung meningkat, karena faktor *landuse* bertindak sebagai salah satu variabel proses dalam sistem hidrologi DAS (Amin, 2008).

Pembangunan lahan suatu kawasan mencerminkan fungsi ruang hidrogeologi kawasan tersebut. Banyaknya konversi lahan akan memperluas permukaan kedap air sehingga menyebabkan berkurangnya infiltrasi, menurunnya pasokan airtanah dan meningkatnya limpasan permukaan. Perubahan ini pada akhirnya akan mempengaruhi sistem neraca air, sehingga fungsi hidrogeologis akan bergeser seiring ruang dan waktu (Maria and Lestiana, 2014). Perencanaan penggunaan lahan sangat penting dilakukan agar tidak mengakibatkan pengaruh buruk terhadap karakteristik hidrologi DAS. Dinamika karakteristik hidrologi menunjukkan kinerja suatu DAS berupa hasil air yang dapat digunakan masyarakat. Peningkatan kapasitas infiltrasi dan penurunan aliran permukaan menjadi prioritas dalam penyusunan penggunaan lahan (Mubarok *et al.*, 2015). Dalam perkembangannya perubahan lahan tersebut akan terdistribusi pada tempat-tempat tertentu yang mempunyai potensi yang baik. Selain distribusi perubahan penggunaan, lahan akan mempunyai pola-pola perubahan penggunaan lahan (Eko and Rahayu, 2012). Dinamika penggunaan lahan akan bergantung pada keputusan kebijakan dan implementasi untuk perbaikan. Pemahaman yang memadai tentang kebijakan di tingkat wilayah sungai merupakan prasyarat penting dalam pengelolaan risiko banjir. Pendekatan berbasis lingkungan akan melibatkan pemahaman daerah aliran sungai dan menerapkan berbagai kegiatan pengelolaan ekosistem untuk mengurangi kerentanan masyarakat perkotaan dan lingkungan perkotaan akibat banjir (Handayani *et al.*, 2020).

Pada DAS Way Seputih, telah terjadi alih fungsi lahan ke lebih baik dengan ditandai adanya perubahan lahan yang bervegetasi rendah ke vegetasi rapat. Perkebunan, tubuh air, tanah terbuka, tegalan terkonversi menjadi lahan campuran. Disisi lain telah terjadi konversi lahan yang kurang tepat dengan ditandainya berkurangnya jenis lahan yang memiliki tutupan vegetasi yang rapat. Perubahan tersebut yaitu hutan, lahan campuran, semak belukar, dan sawah berubah menjadi lahan tegalan dan perkebunan (Setiawan, 2017). Perubahan tutupan hutan di Way Seputih Hulu tahun 2000–2015 menurun dari 26,32% menjadi 11,26% beralih fungsi menjadi pemukiman dan perkebunan (Romlah *et al.*, 2018).



Sekolah Pascasarjana