

## **BAB II**

### **TINJUAN PUSTAKA**

#### **A. Sungai**

Sungai merupakan salah satu bagian dari siklus hidologi. Air dalam sungai umumnya terkumpul dari presipitasi, seperti hujan, embun, mata air, limpasan bawah tanah, dan di beberapa Negara tertentu air sungai juga ada yang berasal dari lelehan es / salju. Selain air, sungai juga mengalirkan sedimen dan polutan.

Dalam Dares (2012) disebutkan suatu alur sungai dapat dibagi menjadi tiga bagian. Tiga bagian itu adalah bagian hulu, tengah dan hilir.

##### **1. Bagian Hulu**

Hulu sungai merupakan daerah konservasi dan juga daerah sumber erosi karena memiliki kemiringan lereng yang besar (lebih besar dari 15%). Alur di bagian hulu ini biasanya mempunyai kecepatan yang lebih besar dari bagian hilir, seenggasaat banjir material hasil erosi yang diangkut tidak saja partikel sedimen yang halus akan tetapi juga pasir, kerikil bahkan batu.

##### **2. Bagian Tengah**

Bagian ini merupakan daerah peralihan dari bagian hulu dan hilir. Kemiringan dasar sungai lebih landai sehingga kecepatan aliran relative lebih kecil dari bagian hulu. Bagian ini merupakan daerah keseimbangan antara proses erosi dan sedimentasi yang sangat bervariasi dari musim ke musim.

##### **3. Bagian Hilir**

Alur sungai di bagian hilir biasanya melalui dataran yang mempunyai kemiringan dasar sungai yang landai sehingga kecepatan alirannya lambat. Keadaan ini menyebabkan beberapa tempat menjadi daerah banjir (genangan) dan memudahkan terbentuknya pengendapan atau sedimen. Endapan yang terbentuk biasanya berupa endapan pasir halus, lumpur, endapan organik, dan jenis endapan yang sangat stabil

Sungai merupakan jalan air alami yang mengalir menuju samudra, laut, danau atau ke sungai – sungai yang lain. Dampak dari mengalirnya aliran sungai itu ialah terjadinya proses erosi dan sedimentasi sangat berpengaruh terhadap keseimbangan konfigurasi dasar sungai. Faktor pembentuk konfigurasi dasar sungai sangat dipengaruhi oleh kecepatan, lama pengaliran serta kedalaman aliran (Suwardta, 2001). Dengan mencermati material dasar dan kondisi aliran dapat memprediksi kemungkinan terjadinya sedimentasi dan erosi / gerusan di dasar sungai pada lokasi tertentu di alur sungai (Barunnadri, 2000).

Tergerusnya dasar sungai pada pondasi Jembatan Gantung Duwet serta turunnya elevasi dasar sungai pada mulut pengambilan *intake*. Sapon merupakan gambaran kondisi kritis dari degradasi yang terjadi (Indra Karya, 1999). Beberapa perubahan dalam fenomena transfor sedimen dan air telah diasumsikan sebagai penyebab degradasi di sepanjang sungai Progo bagian hilir, ( Anonim, 2000).

Dibawah ini dijelaskan mengenai jenis sungai menurut jumlah air dan jenis sungai menurut genetiknya serta pola aliran sungainya. Jenis sungai menurut jumlah alirannya dibedakan menjadi :

1. Sungai permanen yaitu sungai yang debit airnya sepanjang tahun relative tetap. Contoh sungai jenis ini adalah Sungai Kapuas, Barito, Mahakam, di Kalimantan, Sungai Musi di Sumatera.
2. Sungai periodik yaitu sungai yang pada waktu hujan airnya banyak, sedangkan pada musim kemarau airnya kecil. Contoh sungai ini banyak terdapat di Pulau Jawa misalnya Sungai Bengawan Solo, Sungai Progo dan Sungai Code di Daerah Istimewa Yogyakarta.
3. Sungai intermitten atau sungai yang pada musim kemarau airnya kering dan pada musim hujan sungai ini airnya belum tentu banyak. Contoh sungai jenis ini adalah Sungai Kalanda di Pulau Sumba.
4. Sungai ephemeral yaitu sungai yang ada airnya hanya pada musim hujan. Pada hakekatnya sungai jenis ini hampir sama dengan jenis sungai episodik, hanya saja pada musim hujan sungai ini airnya belum banyak. Jenis sungai menurut genetiknya dibedakan menurut :

- a) Sungai konsekwen yaitu sungai yang arah alirannya tegak lurus dengan kemiringan lereng.
- b) Sungai sunsekwen yaitu sungai yang aliran airnya tegak lurus dengan sungai konsekwen.
- c) Sungai opsekwen yaitu anak sungai subsekwen yang aliran airnya berlawanan dengan arah sungai konsekwen.
- d) Sungai insekwen yaitu sungai yang alirannya tidak teratur atau terikat dengan lereng daratan.
- e) Sungai ensekwen yaitu anak sungai subsekwen yang alirannya searah dengan sungai konsekwen.

### **B. Hidrometri**

Hidrometri adalah cabang ilmu (kegiatan) pengukuran air, atau pengumpulan data dasar bagi analisis hidrologi ( Sri Harto, 1993). Dalam pengertian sehari – hari, kegiatan hidrometri pada sungai diartikan sebagai kegiatan untuk mengumpulkan data mengenai sungai, baik yang menyangkut tentang ketinggian muka air maupun debit sungai serta sedimentasi atau unsur aliran lain. Beberapa macam pengukuran yang dilakukan dalam kegiatan hidrometri adalah kecepatan aliran, pengukuran tinggi muka air, lebar aliran permukaan, pengukuran debit.

### **C. Sedimen**

Sedimen merupakan material hasil erosi yang dibawa oleh aliran sungai dari daerah hulu kemudian mengendap di daerah hilir. Proses sedimentasi meliputi proses erosi, transportasi (angkutan), pengendapan dan pemadatan dari sedimentasi itu sendiri. Proses tersebut 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 air, sebagian akan tertinggal di atas tanah sedangkan bagian lainnya masuk ke sungai terbawa aliran menjadi angkutan sedimen. Untuk ukuran dan beratnya partikel tanah itu untuk terkikis tidak hanya tergantung pada ukuran partikel tanah tersebut. Apabila partikel tanah tersebut terkikis dari permukaan bumi atau dari dasar tebing

sungai maka endapan yang dihasilkan akan bergerak atau berpindah secara kontinyu menurut arah aliran yang memawa menjadi angkutan sedimen yang dapat di ukur (Soewarno), 1991).

Menurut Soewarno (1991), muatan sediemen terbagi menjadi dua, yaitu:

1. Muatan Sedimen Dasar

Partikel – partikel kasar yang bergerak sepanjang dasar sungai secara keseluruhan disebut dengan muatan sedimen dasar ditunjukkan oleh gerakan partikel – partikel dasar sungai, gerakan ini dapat bergeser, menggelinding, atau meloncat – loncat, akan tetapi tidak pernah lepas dari dasar sungai. Gerakan ini kadang – kadang dapat sampai jarak tertentu dengan ditandai bercampurnya butiran partikel tersebut kearah hilir, keadaan ini umumnya dapat dijumpai pada daerah kaki gunung api dimana material dasar sungainya terdiri dari pasir. Dalam penelitian ini penulis hanya meninjau laju angkutan sedimen dasar saja.

2. Muatan Sedimen Melayang

Muatan sedimen melayang (*suspended load*) dapat dipandang sebagai material dasar (*bed material*) yang melayang didalam aliran sungai dan terdiri dari butiran – butiran pasir halus yang senantiasa di dukung oleh air dan hanya sedikit intersinya dengan dasar sungai karena selalu di dorong ke atas oleh turbulensi aliran. Partikel sedimen melayang bergerak melayang di dalam aliran sungai apabila itu turbulen, tetapi apabila aliran sungai laminar maka kosentrasi sedimennya akan berkurang dari waktu ke waktu dan akhirnya mengendap, sama seperti halnya apabila keadaan aliran sungai itu tidak mengalir, seperti misalnya alirannya menggenang. Akan tetapi pada umumnya aliran sungai adalah turbulen, oleh karena itu tenaga gravitasi partikel – partikel sedimen dapat ditahan oleh gerakan turbulensi aliran, putaran arus (*eddies*) membawa gerakan partikel keatas dan tidak mengendap. Muatan sedimen melayang dibagi menjadi 3 keadaan, yaitu:

- a. Apabila tenaga gravitasi sedimen lebih kecil daripada tenaga turbulensi aliran maka dasar sungai akan terkikis dan akan terjadi penggerusan (degradasi) pada dasar sungai.
- b. Apabila tenaga gravitasi sedimen lebih besar daripada tenaga turbulensi aliran maka partikel sedimen akan mengendap dan akan terjadi pendangkalan (agradasi) pada dasar sungai.
- c. Apabila tenaga gravitasi sedimen sama dengan tenaga turbulensi aliran maka akan terjadi keadaan seimbang (*equilibrium*) dan partikel sedimen itu akan konstan terbawa aliran sungai ke arah hilir.

Sungai mengalir air bersama sedimen. Pada bagian hulu kandungan sedimennya tinggi, tetapi ketika sampai dibagian hilir terjadilah pengendapan yang terus menerus maka endapan akan menjadi lebih tinggi daripada dataran sekitarnya, alur sungai mencari yang setabil dapat dicapai, apabila dapat diurnya kapasitas sedimen yang masuk kedalam alur sungai seimbang dengan kapasitas yang keluar di muara sungai menurut ukurannya. Sedimen didedakan menjadi liat, debu, pasir dan pasir besar (Dunne, dkk 1978).

#### **D. Penelitian Terdahulu**

1. Penelitian yang dilakukan oleh M. Aditya Prima (2016) yang berjudul “Studi Angkutan Sedimen Dasar (*bed load*) pada Aliran Sungai Progo Hilir Menggunakan Alat *Helley Smith* (WMO, 1980)”. Dengan titik tinjauan Jembatan Bantar dan Jembatan Srandakan. Jenis penelitian ini adalah eksperimental dengan mengambil data primer dengan cara penelitian langsung di lapangan maupun di laboratorium. Data yang diperoleh dari hasil penelitian di lapangan berupa lebar saluran sungai, kedalaman sungai, kecepatan aliran, tebing kiri dan kanan. Hasil penelitiannya adalah pada Jembatan Bantar hari pertama kapasitas angkutan sedimen sebesar 7,28 ton/hari dengan debit 80,41 m<sup>3</sup>/detik dan hari kedua kapasitas angkutan sedimen sebesar 10,24 ton/hari dengan debit 108,62 m<sup>3</sup>/detik. Sedangkan pada Jembatan Srandakan hari pertama penampang A angkutan sedimen sebesar 13,71 ton/hari dengan debit 119,75 m<sup>3</sup>/detik; penampang B angkutan sedimen

sebesar 15,41 ton/hari dengan debit 104,98 m<sup>3</sup>/detik dan hari kedua penampang angkutan sedimen A sebesar 10,90 ton/hari dengan debit 117,85 m<sup>3</sup>/detik; penampang B angkutan sedimen sebesar 12,51 ton/hari dengan debit 100,26 m<sup>3</sup>/detik.

2. Puji Harsanto, dkk (2015) melakukan penelitian yang berjudul “Karakteristik Bencana Sedimen Pada Sungai Vulkanik”. Penelitian ini menggunakan data primer yaitu:
  - a. Data sampel sedimen yang diambil di sekitar Jembatan Kebon Agung II untuk analisa gradasi butiran sedimen pada material dasar di Sungai Progo.
  - b. Data pengukuran volume endapan sedimen di sekitar Jembatan Kebon Agung II untuk kalibrasi konsentrasi permodelan sedimen setelah letusan Gunung Merapi pada tahun 2010.
  - c. Data pengukuran kedalaman dan kecepatan aliran air pada Sungai Progo di sekitar Jembatan Kebon Agung II. Data pengukuran ini digunakan untuk melakukan kalibrasi koefisien kekasaran Manning pada permodelan Sungai Progo menggunakan HEC-RAS 4.1.0. Hasil penelitiannya yaitu:
    - 1) Aliran debris pada pias sungai dengan kemiringan terjal, sebesar 0,007, mengakibatkan perbedaan yang signifikan untuk parameter hidrolika, khususnya elevasi muka, kecepatan aliran dan tegangan geser antara simulasi *unsteady flow* dengan simulasi *sediment transport* yang memperhatikan pergerakan sedimen. Pada pias dengan kemiringan terjal terjadi agradasi dan degradasi. Sedangkan untuk pias sungai dengan kemiringan landai, sebesar 0,0018, perbedaan parameter hidrolika yang terjadi antara kedua simulasi bernilai lebih kecil atau mendekati nol. Pada pias dengan kemiringan landai terjadi agradasi pada dasar sungai.
    - 2) Terjadi perubahan morfologi secara signifikan pada aliaran Sungai Progo pada bagian yang disimulasikan, yaitu daerah tengah hingga hilir Sungai Progo. Perubahan morfologi diakibatkan terjadinya

degradasi dan aggradasi pada area-area tertentu. Erosi/degradasi terjadi ketika tegangan geser aliran lebih besar dari tegangan geser kritis pada dasar dan tebing sungai. Pengendapan/aggradasi terjadi ketika tegangan geser aliran bernilai lebih kecil dari tegangan geser kritis, sehingga butir sedimen yang terbawa aliran tidak dapat lagi digerakkan oleh kecepatan aliran. Daerah yang rawan mengalami degradasi dan aggradasi pada Sungai Progo hilir.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Uut Aris Capysa (2013) yang berjudul “Pengaruh Erupsi Gunung Merapi 2010 Terhadap Morfologi, Angkutan Sedimen dan Porositas di Sungai Progo Hilir” berlokasi di Jembatan Kebon Agung 1 dan 2 serta Jembatan Bantar. Jenis penelitian ini adalah eksperimental dengan mengambil data primer dengan cara penelitian di lapangan maupun di laboratorium. Data yang diperoleh dari hasil penelitian di lapangan berupa lebar saluran sungai, lebar banjir, lebar aliran, kedalaman aliran, kecepatan aliran, tinggi tebing kanan dan kiri, kemiringan sungai per segmen 100 m. Untuk menentukan morfologi sungai digunakan acuan menurut Rosgen (1996), dan porositas sedimen menggunakan persamaan Sulaiman (2008), sedangkan untuk menentukan besarnya angkutan sedimen dasar Sungai Progo menggunakan Persamaan Formula Einstein. Hasil penelitiannya adalah terjadinya pengendapan di sepanjang aliran sungai dari Jembatan kebon agung 2 menuju Kebon Agung 1, sebesar 0,6 ton/hari dan terjadi erosi disepanjang aliran sungai dari Jembatan Kebon Agung 1 menuju Jembatan Bantar sebesar 1,79 ton/hari
4. Tiny Mananoma dkk (2003). Dalam penelitiannya yang berjudul, “Fenomena Alamiah Erosi Dan Sedimentasi Sungai Progo Hilir”. Dengan menggunakan 12 penelitian langsung di lapangan, dengan titik pantau di sungai progo hilir mendapatkan hasil bahwa hasil transport sedimen rerata dan maksimum tidak jauh berbeda. Belum tercapai kondisi seimbang antara proses erosi dan sedimentasi, sehingga pada beberapa lokasi terjadi aggradasi dan degradasi dasar sungai yang cukup signifikan. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah pada lokasi yang ditinjau yaitu Sungai Progo

Hilir (Bantar dan Srandakan), waktu penelitian bulan Maret sampai April 2016 (musim penghujan), serta pada penelitian ini menggunakan alat *Helley Smith* (WMO, 1980). Maka dari itu penelitian angkutan sedimen pada Sungai Progo hilir merupakan hal baru dan perlu untuk di lakukan penelitian untuk mengetahui besarnya sedimen dasar pada Sungai Progo hilir.