

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Sungai

Sungai merupakan jaringan alur pada permukaan bumi yang terbentuk secara alamiah, mulai dari bentuk kecil di bagian hulu sampai besar di bagian hilir. Aliran sungai merupakan sumber air yang paling dominan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia sehingga sungai tersebut seharusnya diusahakan kelestariannya yaitu salah satunya dengan mengusahakan agar kapasitas penampang sungai tetap stabil dari endapan sedimen. Proses sedimentasi pada suatu sungai meliputi proses erosi, transportasi, pengendapan, dan pemadatan dari sedimentasi itu sendiri. (Sudira, 2013)

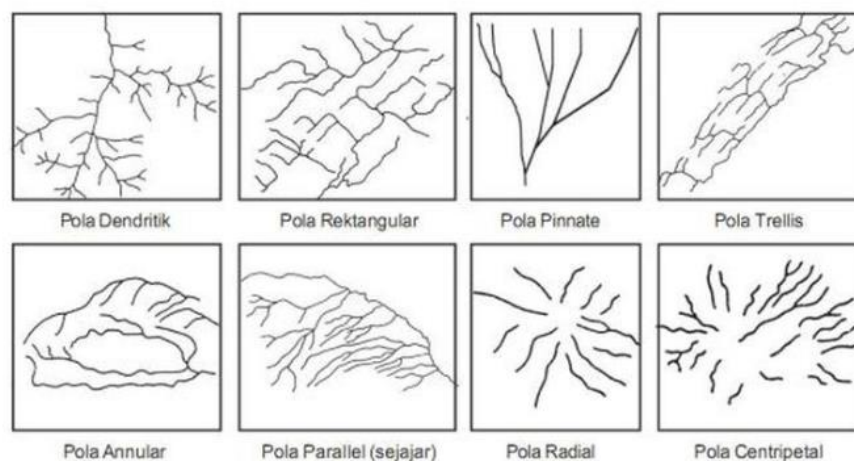
1. Jenis Sungai

Ada berbagai bentuk atau tipe sungai yaitu :

- a. Sungai *Consequent Lateral*, yakni sungai yang arah alirannya menuruni lereng-lereng asli yang ada di permukaan bumi seperti *dome*, *blockmountain*, atau dataran yang baru terangkat.
- b. Sungai *Consequent Longitudinal*, yakni sungai yang alirannya sejajar dengan *antiklinal* (bagian puncak gelombang pegunungan).
- c. Sungai *Subsequent*, yakni sungai yang terjadi jika pada sebuah sungai *consequent lateral* terjadi erosi mundur yang akhirnya akan sampai ke puncak lerengnya, sehingga sungai tersebut akan mengadakan erosi se samping dan memperluas lembahnya. Akibatnya akan timbul aliran baru yang mengikuti arah *strike* (patahan).
- d. Sungai *Superimposed*, yakni sungai yang mengalir pada lapisan sedimen datar yang menutupi lapisan batuan di bawahnya. Apabila terjadi peremajaan, sungai tersebut dapat mengikis lapisan-lapisan penutup dan memotong formasi batuan yang semula tertutup, sehingga sungai itu menempuh jalan yang tidak sesuai dengan struktur batuan.
- e. Sungai *Antecedent*, yakni sungai yang arah alirannya tetap karena dapat mengimbangi pengangkatan yang terjadi. Sungai ini hanya dapat terjadi bila pengangkatan tersebut berjalan dengan lambat.

- f. Sungai *Resequent*, yakni sungai yang mengalir menuruni *dip slope* (kemiringan patahan) dari formasi-formasi daerah tersebut dan searah dengan sungai *consequent lateral*. Sungai *resequent* ini terjadi lebih akhir sehingga lebih muda dan sering merupakan anak sungai *subsequent*.
- g. Sungai *Obsequent*, yakni sungai yang mengalir menuruni permukaan patahan, jadi berlawanan dengan *dip* dari formasi-formasi patahan.
- h. Sungai *Insequent*, yakni sungai yang terjadi tanpa ditentukan oleh sebab-sebab yang nyata. Sungai ini tidak mengalir mengikuti perlapisan batuan. Sungai ini mengalir dengan arah tidak tentu sehingga terjadi pola aliran *dendritic*.
- i. Sungai *Reverse*, yakni sungai yang tidak dapat mempertahankan arah alirannya melawan suatu pengangkatan, sehingga mengubah arahnya untuk menyesuaikan diri.
- j. Sungai *Composit*, yakni sungai yang mengalir dari daerah yang berlainan struktur geologinya. Kebanyakan sungai yang besar merupakan sungai *composit*.
- k. Sungai *Anaclinal*, yakni sungai yang mengalir pada permukaan, yang secara lambat terangkat dan arah pengangkatan tersebut berlawanan dengan arah arus sungai.
- l. Sungai *Compound*, yakni sungai yang membawa air dari daerah yang berlawanan geomorfologinya. (cintaialamini.weebly.com/macam-macam-sungai.html)
- 2. Ada berbagai pola aliran sungai, sebagai berikut :
 - a. *Pararel*, adalah pola aliran yang terdapat pada suatu daerah yang luas dan miring sekali, sehingga gradien dari sungai itu besar dan sungainya dapat mengambil jalan ke tempat yang terendah dengan arah yang kurang lebih lurus. Pola ini misalnya dapat terbentuk pada suatu *coastal plain* (dataran pantai) yang masih muda yang lereng aslinya miring sekali ke arah laut.
 - b. *Rectangular*, adalah pola aliran yang terdapat pada daerah yang mempunyai struktur patahan, baik yang berupa patahan sesungguhnya atau hanya *joint* (retakan). Pola ini merupakan pola aliran siku-siku.

- c. *Angulate*, adalah pola aliran yang tidak membentuk sudut siku-siku tetapi lebih kecil atau lebih besar dari 90°. di sini masih kelihatan bahwa sungai masih mengikuti garis-garis patahan.
- d. *Radial Centrifugal*, adalah pola aliran pada kerucut gunung berapi atau *dome* yang baru mencapai stadium muda dan pola alirannya menuruni lereng-lereng pegunungan.
- e. *Radial Centripetal*, adalah pola aliran pada suatu kawah atau *crater* dan suatu *kaldera* dari gunung berapi atau depresi lainnya, yang pola alirannya menuju ke pusat depresi tersebut.
- f. *Trellis*, adalah pola aliran yang berbentuk seperti *trails*. Di sini sungai mengalir sepanjang lembah dari suatu bentukan *antiklin* dan *sinklin* yang paralel.
- g. *Annular*, adalah variasi dari *radial pattern*. Terdapat pada suatu *dome* atau *kaldera* yang sudah mencapai stadium dewasa dan sudah timbul sungai *consequent*, *subsequent*, *resequent* dan *obsequent*.
- h. *Dentritic*, adalah pola aliran yang mirip cabang atau akar tanaman. Terdapat pada daerah yang batu-batuannya homogen, dan lereng-lerengnya tidak begitu terjal, sehingga sungai-sungainya tidak cukup mempunyai kekuatan untuk menempuh jalan yang lurus dan pendek.
(cintaialamini.weebly.com/macam-macam-sungai.html)



Gambar 2.1 Pola aliran sungai (<http://cintaialamini.weebly.com/macam-macam-sungai.html>)

3. Macam-macam sungai berdasarkan keajegan aliran airnya, yaitu sebagai berikut :
- a. Sungai Episodik, yaitu sungai yang airnya tetap mengalir baik pada musim kemarau maupun pada musim penghujan. Jenis sungai ini banyak terdapat di Irian Jaya, Sumatera, dan Kalimantan.
 - b. Sungai Periodik, yaitu sungai yang hanya berair pada musim penghujan saja, sedang pada musim kemarau kering tak berair. Jenis sungai ini banyak terdapat di Jawa Timur, Nusa Tenggara, dan Sulawesi, pada umumnya sungai periodik ini mempunyai mata air dari daerah-daerah yang hutannya sudah gundul. (<http://cintaialamini.weebly.com/macam-macam-sungai.html>)

B. Alur Sungai

Sungai memiliki alur yang berbeda-beda karena bentuk dan lokasi sungai itu sendiri berbeda-beda, alur sungai dibagi menjadi 3, yaitu:

1. Bagian Hulu.

Hulu adalah bagian sungai yang menjadi tempat permulaan air mengalir, karena hulu merupakan bagian sungai pertama yang berada di elevasi tinggi, walaupun debit yang dikeluarkan tidak besar namun aliran air yang terjadi akan deras karena hulu merupakan daerah yang terdekat dengan sumber air sungai tersebut dan hal itu memicu adanya erosi di bagian-bagian tertentu yang berada di hulu sungai.

2. Bagian Tengah.

Bagian tengah sungai adalah tempat yang menyambungkan bagian hulu dan hilir sungai itu sendiri. Bagian tengah sungai berada di bawah bagian hulu jadi elevasi bagian tengah sungai lebih rendah dibandingkan hulu sungai. Proses yang terjadi di bagian tengah sungai ini ada dua macam, yaitu pengangkutan sedimen yang di hasilkan erosi pada bagian hilir atau pengendapan sedimen yang dihasilkan erosi pada bagian hilir, hal tersebut dipengaruhi oleh besar tidaknya debit air pada bagian tengah sungai. Jika debit yang terjadi besar maka akan terjadi pengangkutan sedimen dari bagian hulu menuju bagian hilir, tetapi jika debit yang ada pada bagian tengah kecil maka hasil erosi pada bagian hulu akan mengendap di bagian tengah sungai tersebut.

3. Bagian Hilir.

Bagian hilir sungai adalah bagian sungai yang paling dekat dengan laut atau danau yang menjadi tempat terakhir sungai mengalir. Bagian hilir terdapat di bawah hulu dan bagian tengah sungai jadi hilir memiliki elevasi yang lebih rendah dibandingkan bagian hilir dan tengah sungai. Di bagian hilir atau sungai bagian akhir memiliki debit yang kecil jadi banyak terjadi pengendapan di bagian hilir sungai.

C. Klasifikasi Sungai

Sungai umumnya dikelompokkan menurut ukurannya. Klasifikasi yang digunakan dalam pengelompokan sungai besar, sungai menengah, dan sungai kecil berdasarkan pada lebar sungai, kedalaman sungai, kecepatan aliran air, debit aliran, dan luas Daerah Aliran Sungai (DAS). Sedangkan berdasarkan sudut pandang ekologi terdapat klasifikasi berdasarkan vegetasi yang hidup di tebing atau di bantaran sungai. Di bawah ini adalah beberapa klasifikasi yang bisa digunakan dalam membedakan sungai besar, menengah, dan kecil.

1. Klasifikasi menurut Kern (1994) dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Klasifikasi sungai berdasarkan pada lebar sungai

Klasifikasi Sungai	Nama	Lebar Sungai
Sungai kecil	Kali kecil dari mata air	< 1 m
	Kali kecil	1-10 m
Sungai menengah	Sungai kecil	10-20 m
	Sungai menengah	20-40 m
	Sungai	40-80 m
Sungai besar	Sungai besar	80-220 m
	Bengawan	> 220 m

Sumber: (Kern, 1994, dalam Maryono, 2005)

2. Klasifikasi menurut Heinrich dan Hergt (1999), dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Klasifikasi sungai berdasarkan pada lebar sungai dan luas DAS

Nama	Luas DAS	Lebar Sungai
Kali kecil dari mata air	0-2 km ²	0-1 m
Kali kecil	0-2 km ²	1-3 m
Sungai kecil	50-300 km ²	3-10 m
Sungai besar	>300 km ²	>10 m

Sumber: (Heinrich dan Hergt, 1999 dalam Maryono, 2005)

3. Klasifikasi Menurut Helfrich Et Al.

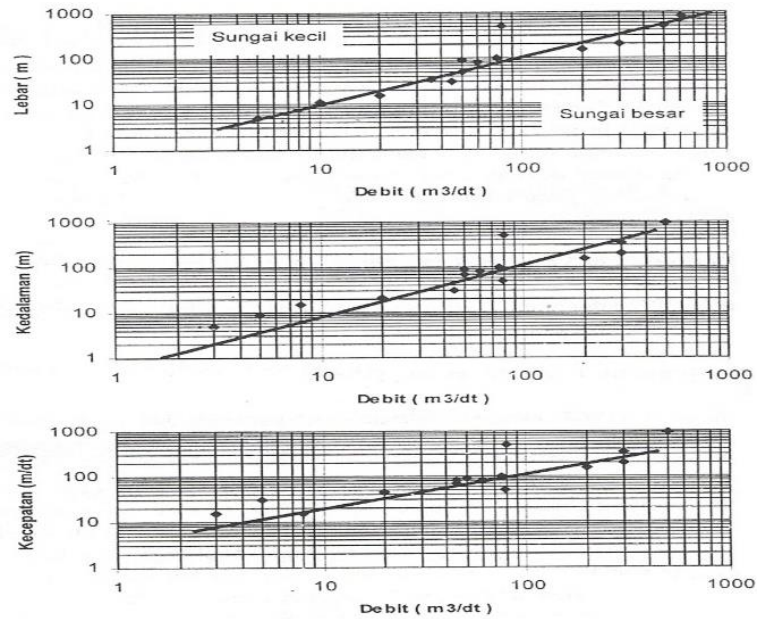
Hal yang membedakan antara sungai kecil dan sungai besar hanya tergantung kepada pemberi nama pada pertama kalinya. Sungai kecil merupakan air dangkal yang mengalir di suatu daerah dengan lebar aliran tidak lebih dari 40 meter pada muka air normal. Sedangkan apabila lebar aliran lebih dari 40 meter disebut sungai atau sungai besar.

4. Klasifikasi Berdasarkan Vegetasi (LFU, 2000 dalam Nur, 2012).

Sesuai dengan klasifikasi sungai berdasarkan vegetasi, sungai kecil diartikan sebagai sebuah sungai di mana dahan dan ranting vegetasi pada kedua sisi tebingnya dapat menutupi sungai yang bersangkutan. Dengan kata lain jenis sungai kecil sangat bergantung pada keadaan vegetasi yang tumbuh di sekitar sungai.

5. Klasifikasi Menurut Leopold et al. (1964)

Menurut Leopold et al. (1964) klasifikasi sungai kecil dan sungai besar didasarkan pada lebar sungai, tinggi sungai, kecepatan aliran sungai, dan debit sungai. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Hubungan lebar, tinggi, kecepatan aliran, dan debit sungai. (Leopold, dkk, 1964, dalam Maryono, 2005)

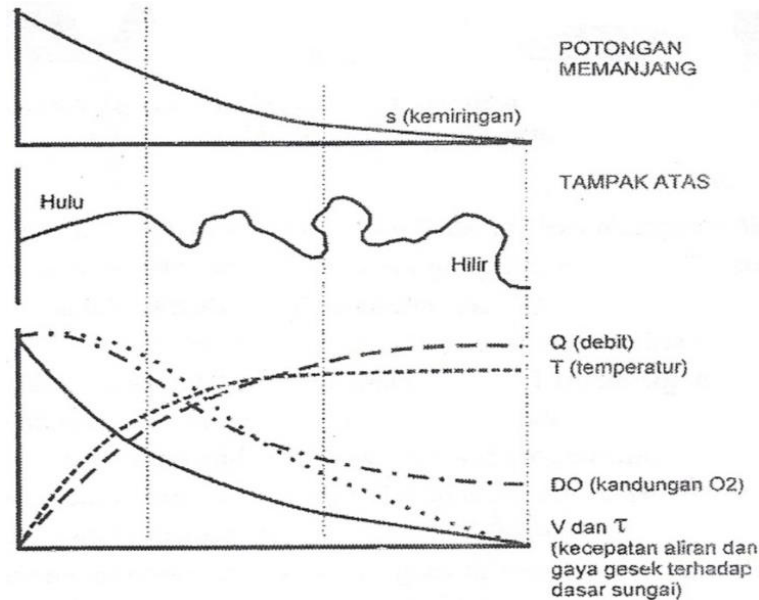
Pada Gambar 2.2 terlihat jika lebar sungai cukup besar tapi debit air kecil maka sungai tersebut sungai kecil. Sedangkan sebaliknya jika lebar sungai tidak terlalu besar namun debitnya besar maka bisa disebut sebagai sungai besar, karena kedalaman maupun kecepatan aliran sungai tersebut besar. Sehingga dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa jenis sungai bergantung pada besar kecilnya debit aliran.

Untuk menjelaskan sungai lebih lanjut maka sungai dibagi menjadi zona memanjang maupun melintang. Tampang memanjang merupakan zonasi makro dari hulu sampai ke hilir dan tampang melintang adalah zonasi mikro dari daerah bantaran sisi sungai yang satu sampai bantaran sisi yang lainnya.

a. Zona Memanjang

Permulaan dari zona memanjang adalah sungai kecil dari mata air di daerah pegunungan, kemudian sungai menengah di daerah peralihan antara pegunungan dan dataran rendah, dan selanjutnya sungai besar pada dataran rendah sampai di daerah pantai. Dari literatur morfologi sungai yang ada pada umumnya ditemukan tiga pembagian zona sungai memanjang yakni sungai bagian hulu "*upstream*", bagian tengah "*middle-stream*", dan bagian hilir "*downstream*". Dari hilir sampai ke hulu ini dapat ditelusuri perubahan-perubahan komponen sungai seperti kemiringan sungai, debit sungai,

temperatur, kandungan oksigen, kecepatan aliran, dan kekuatan aliran terhadap erosi. Gambar 2.3 menunjukkan contoh umum zonasi memanjang sungai yang masih alamiah dari hulu sampai hilir beserta perubahan-perubahan komponen sungainya, (Maryono, 2005).



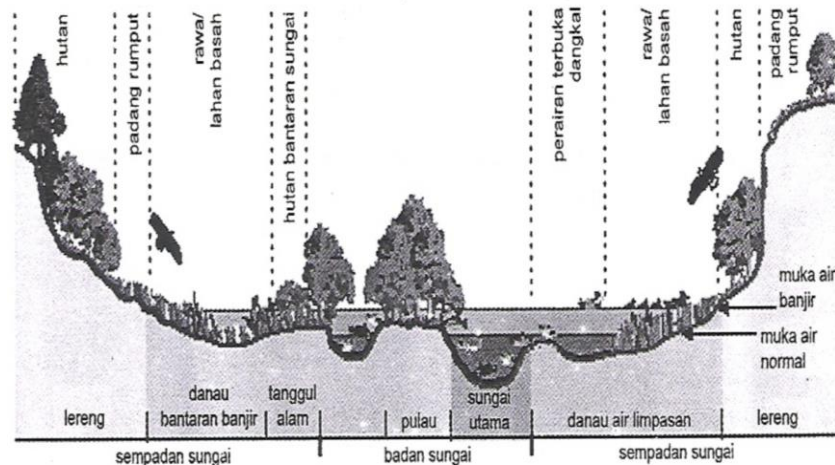
Gambar 2.3. Zona memanjang sungai. (Maryono, 2005)

Gambar 2.3 menjelaskan bahwa kemiringan sungai di bagian hulu tinggi dan semakin rendah pada saat mencapai hilir. Debit aliran sungai bagian hulu rendah dan semakin tinggi sesampainya di hilir dikarenakan kemiringan sungai semakin kecil. Temperatur di hulu rendah dan semakin tinggi sesampainya di hilir. Kandungan oksigen (DO) di hulu tinggi dan semakin rendah sesampainya di hilir dikarenakan pengaruh dari temperatur dan keadaan vegetasi sungai. Kecepatan aliran dan gaya gesek terhadap dasar sungai tinggi pada bagian hulu dan semakin rendah pada bagian hilir karena pengaruh dari kemiringan sungai dan debit aliran sungai. Jadi antar faktor di atas saling mempengaruhi dan membentuk suatu keadaan yang dinamis.

b. Zona Melintang

Zona melintang sungai dibagi lagi menjadi 3, yaitu zona *akuatik* (badan sungai), zona *amphibi* (daerah tebing sungai sampai pertengahan bantaran), dan zona teras sungai (daerah pertengahan bantaran yang sering tergenang air saat banjir sampai batas luar bantaran yang kadang-kadang kena banjir).

Kondisi biotik dan abiotik di ketiga zona tersebut dipengaruhi oleh lama, ketinggian, dan frekuensi banjir yang ada. Banjir (tinggi genangan air) merupakan faktor dominan yang mempengaruhi perubahan kualitas dan kuantitas habitat serta morfologi sungai. Gambar zona melintang sungai untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Zona melintang sungai. (Maryono, 2005)

D. Karakteristik Sungai yang Berhulu di Lereng Gunung Berapi

Sungai yang memiliki bagian hulu di gunung disebut dengan sungai vulkanik. Sungai vulkanik memiliki tiga alur bagian sungai, yaitu bagian hulu, tengah, dan hilir sungai. Karena bagian hulu berada di gunung tentu saja bagian tengah dan hilir akan berada dibawah gunung dan elevasinya berada jauh dibawah bagaian hulu sungai tersebut. Pola aliran yang terjadi di sungai vulkanik biasanya akan berbentuk radial. Perbedaan sungai yang memiliki hulu di gunung dan tidak adalah material yang akan melewati sungai tersebut karena pada saat gunung berapi meletus tentu saja gunung merapi akan mengeluarkan lahar dingin atau material vulkanik yang nantinya akan mengalir bersama air di sungai-sungai yang ada disekitar gunung.

E. Sedimen

Sedimen adalah batuan yang terbentuk di permukaan bumi pada kondisi temperatur dan tekanan yang rendah. Batuan ini berasal dari batuan yang lebih dahulu terbentuk, yang mengalami pelapukan, erosi, dan kemudian lapukannya diangkut oleh air, udara, atau es yang selanjutnya diendapkan dan berakumulasi di

dalam cekungan pengendapan, membentuk sedimen. Material-material sedimen itu kemudian terkompaksi, mengeras, mengalami litifikasi, dan terbentuklah batuan sedimen.

F. Agradasi / Degradasi

Agradasi adalah penumpukan bahan-bahan yang terjadi oleh karena gaya angkut terhenti, misalnya karena tempat berlangsungnya pengangkutan tidak lagi berlanjut melainkan berubah menjadi datar. Maka pada tempat tersebut akan terjadi penumpukan bahan dan permukaan tanah menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan permukaan asal. Agradasi juga sering terjadi ketika debit aliran lebih besar daripada kemampuan *transport sediment* sehingga terjadi deposisi sedimen yang mengakibatkan dasar sungai menjadi naik. (Pallu, 2014)

Degradasi adalah fenomena alam yang disebabkan oleh aliran air yang biasanya terjadi pada dasar sungai yang terdiri dari material alluvial namun terkadang dapat juga terjadi pada sungai yang keras. Degradasi (gerusan) dapat menyebabkan terkikisnya tanah di sekitar fondasi dari sebuah bangunan yang terletak pada aliran air. Gerusan biasanya terjadi sebagai bagian dari perubahan morfologi dari sungai dan perubahan akibat bangunan buatan manusia. (Breusers & Raudiviki, 1991 dalam Cahyono, dan Solichin. (2008).

G. Letusan Gunung Merapi

Bahaya Gunung Merapi tidak hanya bahaya primer (lava pijar dan awan panas) saja, tetapi juga bahaya sekunder (lahar dingin). Banyaknya suplai material merupakan bahaya serius untuk masyarakat tetapi hal itu juga menjadi peluang sebagai sumber mata pencaharian (Ikhsan, dkk 2009).

Gunung Merapi merupakan Gunung Api yang menunjukkan gejala vulkanisme paling aktif di dunia. Gunung Api ini terletak di bagian tengah pulau Jawa, dan secara administrasi terletak di Kabupaten Sleman yang terbagi ke dalam beberapa wilayah. Sebelah selatan termasuk ke dalam wilayah Kabupaten Sleman Provinsi D.I.Y, sebelah utara termasuk ke dalam wilayah Kabupaten Boyolali, sebelah barat termasuk ke dalam wilayah Kabupaten Magelang dan sebelah timur-tenggara termasuk ke dalam Kabupaten Klaten. (BPS 2001 dalam Wikanti Asriningrum et.al)

Gunung Merapi adalah satu dari 129 Gunung Api aktif (Direktorat Vulkanologi 1979 dalam Wikanti Asriningrum et.al) dan satu dari 15 Gunung api kritis atau sangat berpotensi untuk meletus, bentuk ancaman dari letusan Gunung Api berupa korban jiwa dan kerusakan pemukiman, harta, dan benda. Korban jiwa dan kerusakan terjadi akibat tertimbun hasil letusan seperti aliran lava (*lava flow*), material batu, dan abu vulkanik (*ash*). Selain itu letusan Gunung Merapi seringkali menimbulkan bahaya sekunder berupa banjir lahar. Berdasarkan catatan yang dikumpulkan dari pertengahan tahun 1500-an sampai tahun 2000, setidaknya terdapat 32 letusan dari 61 letusan yang menyebabkan terjadinya banjir lahar (Lavigne dkk, 2000 dalam Muh Aris Marfai, dkk 2012). Sejarah erupsi Gunung Merapi yang diketahui pernah terjadi dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Sejarah Erupsi Gunung Merapi

Tahun	Durasi Aktifitas (Tahun)	Durasi Non Aktifitas (Tahun)	Waktu Puncak Letusan
1821			
1822*		1823 – 1831	
1832		1833 – 1836	
1837		1838 – 1845	
1846		1847	
1848			
1849*		1850 – 1861	
1862		1863 – 1864	
1865		1866 – 1868	
1869		1870	
1871 - 1872*	1	1872 – 1878	15 April 1872
1878 – 1879	1	1879 – 1881	1879
1882 – 1885	3	1885 – 1886	Januari 1883
1886 - 1888*	3	1888 – 1890	
1890 – 1891	1	1891 – 1892	Agustus 1891
1892 – 1894	2	1894 – 1898	Oktober 1894
1898 – 1899	1	1899 – 1900	1898
1900 - 1907*	7	1907 – 1908	Sepanjang tahun
1908 – 1913	5	1913 – 1914	1909
1914 – 1915	1	1915 – 1917	Maret – Mei 1915
1917 – 1918	1	1918 – 1920	
1920 - 1924*	1	1924 – 1930	Februari–April 1922
1930 - 1935*	5	1935 – 1939	18 Desember 1930 dan 27 April 1934
1939 – 1940	1	1940 – 1942	23 Desember 1939 dan 24 Januari 1940
1942 - 1943*	1	1943 – 1948	Juni 1942
1948 – 1949	1	1949 – 1953	23 September 1948
1953 - 1954*	1	1954 – 1956	18 Januari 1954
1956 – 1957	1	1957 – 1960	
1960 - 1962*	2	1962 – 1967	8 Mei 1961
1967 - 1969*	2	1969 – 1972	8 Januari 1969
1972 – 1974	2	1974 – 1975	13 Desember 1972
1975 -1985*	10	1985 – 1986	15 Juni 1984
1986 – 1987	1	1987 – 1992	10 Oktober 1986
1992 – 1993	1	1993	Februari 1992
1993 - 1994*	1	1994 – 1996	22 November 1994

Tabel 2.3
(Lanjutan)

1996 – 1997	1	1997 – 1998	14 – 17 Januari 1997
1998*	1 bulan	1998 – 2000	11 – 19 Juli 1998
2000 – 2001	1	2001 – 2006	10 Februari 2001
2006			Juni 2006

Sumber : (*Directorate General Water Reasources (DGWR)*, Mananoma, 2008 dalam Ikhsan, 2010)

H. Lahar Dingin

Martini (1997) dalam Muhammad Aris, dkk (2012)., mendefinisikan lahar sebagai aliran lumpur pekat yang terbentuk dari campuran air, partikel, dan lumpur. Komponen air dapat berasal dari air hujan, danau kawah dan mencairnya es, sedangkan partikelnya berasal dari longsoran yang telah ada sebelumnya maupun material yang dihasilkan langsung dari letusan. Lahar hujan terjadi beberapa waktu setelah periode erupsi berlangsung. Lahar hujan biasanya lebih sering terjadi dibandingkan dengan lahar letusan. Lahar dingin dapat terjadi karena beberapa pemicu seperti berikut ini.

1. Erupsi gunung api, dapat memicu lahar dingin karena mengeluarkan material-material yang ada di dalam bumi disebut lava dan setelah berada diluar perut bumi beberapa saat material ini disebut lahar. Lahar ini ada yang masih memiliki suhu panas ada pula yang sudah mendingin, kemudian lahar ini akan menumpuk disekitar lereng gunung.
2. Curah hujan yang tinggi selama atau setelah erupsi gunung api menjadi faktor kedua pemicu terjadinya banjir lahar dingin. Air hujan yang turun dengan lebat dapat mendorong tumpukan lahar yang berada di sekitar lereng gunung menuju kaki gunung melalui aliran sungai yang ada di sekitarnya.
3. Dimulai dari gerakan tanah dari batan jenuh dan mengalami alterasi hidrotermal di lereng gunung api atau lereng bukit di dekatnya. Gerakan tanah dipicu erupsi gunung api, gempa bumi, hujan, atau peningkatan tarikan gravitasi di gunung api.

Aliran lahar dingin yang bergerak cepat menuruni lembah sungai dan kemudian menyebar di dataran banjir di daerah kaki gunung api dapat menyebabkan kerusakan ekonomi dan lingkungan yang serius. Dampak langsung dari turbolensi yang terjadi di ujung aliran lahar atau dari bongkahan-bongkahan batuan dan kayu yang dibawa aliran lahar adalah menghancurkan, menggerus atau

menggosok segala sesuatu yang ada di jalan jalur aliran lahar dingin. Bila tidak hancur atau tergerus oleh aliran lahar dingin, bangunan-bangunan dan lahan-lahan yang berharga dapat sebagian atau seluruhnya tertimbun oleh endapan lahar dingin. Aliran lahar dingin juga bisa merusak jalan dan jembatan sehingga aliran lahar dingin juga dapat menyebabkan orang-orang terisolasi atau terkurung di daerah bahaya erupsi gunung api. Selain memberikan dampak merugikan aliran lahar dingin juga memberikan dampak yang menguntungkan, yaitu memberikan endapan pasir dan batuan dalam jumlah besar sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan.

I. Hasil Penelitian Sebelumnya

Penelitian sejenis pernah ditulis oleh Indreswari Nur Kumalawati (2012), dengan judul “Tinjauan Morfologi, Porositas, dan Angkutan Sedimen Permukaan Dasar Sungai Pabelan Pasca Erupsi Merapi Tahun 2010” dalam Tugas Akhir Program S1 Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Data Morfologi Sungai Pabelan yang diamati antara lain:

- a. Lebar Aliran Sungai
- b. Lebar Banjiran
- c. Kedalaman Sungai
- d. Kemiringan Sungai

Setelah data-data diatas didapat maka data dianalisis dan diperoleh *Entrenchment Ratio* (perbandingan lebar banjir terhadap lebar aliran sungai), *W/D Ratio* (perbandingan lebar aliran sungai terhadap kedalaman sungai), Kemiringan sungai, analisis distribusi ukuran butir, dan tipe alur kemiringan sungai sehingga dapat disimpulkan tipe sungainya. Analisis distribusi butiran sedimen menunjukkan sedimen batuan besar, distribusi ukuran butir diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan dan pengujian analisis distribusi butiran di laboratorium yang kemudian disimpulkan dalam bentuk grafik.

Kesimpulan penelitian karakteristik sungai Pabelan pasca erupsi Gunung Merapi antara lain:

1. Tipe morfologi, pada lokasi penelitian di Sungai Pabelan pasca erupsi Gunung Merapi 2010 diketahui sebagai berikut:

- a. Titik 1 pada lokasi pertemuan Sungai Pabelan dan Sungai Progo bertipe D_{5b} dan rata-rata diameter material dasar permukaan adalah 0,88 mm.
 - b. Titik 2 pada lokasi Jembatan Srowol bertipe D_{5b} dan rata-rata diameter material dasar permukaan adalah 0,5 mm.
 - c. Titik 3 pada lokasi Jembatan Pabelan 1 bertipe E_5 dan rata-rata diameter material dasar permukaan adalah 0,6 mm.
2. Dari hasil analisis ukuran butiran kemudian dapat diketahui besaran nilai porositas material dasar Sungai Pabelan pasca erupsi Gunung Merapi. Berikut ini adalah hasil analisis porositas material dasar Sungai Pabelan pasca erupsi Gunung Merapi 2010.
- a. Titik 1 pada lokasi pertemuan Sungai Pabelan dan Sungai Progo besaran nilai porositas adalah 0,1561 atau 15,61 %.
 - b. Titik 2 pada lokasi Jembatan Srowol besaran nilai porositas adalah 0,29109 atau 29,11 %.
 - c. Titik 3 pada lokasi Jembatan Pabelan 1 besaran nilai porositas adalah 0,29108 atau 29,11 %.
3. Dari hasil analisis kapasitas transportasi sedimen atau angkutan sedimen dasar (*bed load*) pada Sungai Pabelan pasca erupsi Gunung Merapi 2010 diketahui sebagai berikut:
- a. Pada titik 1 lokasi pertemuan Sungai Pabelan dan Sungai Progo kapasitas angkutan sedimen untuk aliran 1 sebesar 3,213 ton/hari dengan kecepatan rata-rata 1,95 m/detik, sedangkan kapasitas angkutan sedimen untuk aliran 2 sebesar 0,666 ton/hari dengan kecepatan rata-rata 1,17 m/detik. Sehingga Total kapasitas angkutan sedimen pada titik 1 adalah 4,76 ton/hari.
 - b. Pada titik 2 pada lokasi Jembatan Srowol kapasitas angkutan sedimen untuk aliran 1 sebesar 2,648 ton/hari dengan kecepatan rata-rata 1,578 m/detik, sedangkan kapasitas angkutan sedimen untuk aliran 2 sebesar 1,742 ton/hari dengan kecepatan rata-rata 2,169 m/detik, dan kapasitas angkutan sedimen untuk aliran 3 sebesar 0,988 ton/hari dengan kecepatan rata-rata 1,00 m/detik. Sehingga Total kapasitas angkutan sedimen pada titik 2 adalah 5,378 ton/hari.

- c. Pada titik 3 pada lokasi Jembatan Pabelan 1 kapasitas angkutan sedimen sungai sebesar 4,171 ton/hari dengan kecepatan rata-rata 1,912 m/detik.