

BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Aliran Dasar

Sebagian besar debit aliran pada sungai yang masih alamiah alirannya berasal dari air tanah (mata air) dan aliran permukaan (limpasan). Dengan demikian aliran air sungai umumnya lebih menggambarkan kondisi hujan kawasan tersebut, aliran dasar ini merupakan yang sangat menentukan kondisi kualitas air. Pada musim kemarau biasanya merupakan kondisi kritis dari aliran dasar maupun limpasan, stabilitas aliran dasar sangat ditentukan oleh kualitas lingkungan DAS dan daerah aliran sepanjang sungai yang bersangkutan (Agus Maryono, 2002)

3.2 Limpasan (*runoff*)

Kepadatan penduduk dan kerapatan bangunan yang tinggi menuntut perubahan dan pembaruan sistem drainasi. Sejalan dengan itu pula luasan wilayah yang kedap air menjadi makin besar, yang secara langsung akan meningkatkan volume aliran permukaan dan sebaliknya, volume air yang terinfiltrasi menjadi menurun secara proporsional. Akibat lanjut dari meningginya aliran permukaan adalah meningginya debit puncak, yang secara langsung menimbulkan masalah pengendalian banjir. (Sri Harto, 1990 dan Chow, 1988)

Siklus hidrologi mengatakan bahwa air hujan yang turun dari atmosfer jika tidak ditangkap oleh vegetasi atau oleh permukaan-permukaan buatan seperti atap bangunan atau lapisan kedap air lainnya, maka akan jatuh ke permukaan bumi dan sebagian akan menguap, berinfiltrasi, atau tersimpan dalam cekungan-cekungan. Bila kehilangan seperti cara-cara tersebut telah terpenuhi, maka sisa air hujan akan mengalir langsung di atas permukaan tanah menuju alur aliran terdekat. Dalam perencanaan drainase, bagian air hujan yang menjadi perhatian adalah aliran permukaan (*surface runoff*), sedangkan untuk pengendalian banjir tidak hanya aliran permukaan, tetapi limpasan (*runoff*). Limpasan merupakan gabungan

antara aliran permukaan, aliran-aliran yang tertunda pada cekungan-cekungan, dan aliran bawah permukaan (*subsurface runoff*). (Agus Maryono, 2002)

Aliran pada saluran atau sungai tergantung dari berbagai faktor secara bersamaan. Dalam kaitannya dengan limpasan, faktor yang berpengaruh secara umum dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu faktor meteorologi dan karakteristik Daerah Aliran Sungai.

3.2.1 Faktor Meteorologi

Faktor-faktor meteorologi yang berpengaruh pada limpasan terutama adalah karakteristik hujan, yang meliputi:

a. Intensitas hujan

Pengaruh intensitas hujan terhadap limpasan permukaan sangat tergantung pada laju infiltrasi. Jika intensitas hujan melebihi laju infiltrasi, maka akan terjadi limpasan permukaan sejalan dengan peningkatan intensitas curah hujan. Namun demikian, peningkatan limpasan permukaan tidak selalu sebanding dengan peningkatan intensitas hujan karena adanya penggenangan di permukaan tanah

b. Durasi hujan

Total limpasan dari suatu hujan berkaitan langsung dengan durasi hujan dengan intensitas tertentu. Setiap seluruh daerah aliran sungai mempunyai satuan durasi hujan lama hujan kritis. Jika hujan yang terjadi lamanya kurang dari lama kritis, maka lamanya limpasan akan sama dan tidak bergantung pada intensitas hujan.

c. Distribusi curah hujan

Laju volume limpasan dipengaruhi oleh distribusi dan intensitas hujan di seluruh DAS. Secara umum, laju dan volume limpasan maksimum terjadi jika seluruh daerah aliran sungai telah memberi kontribusi aliran. Namun demikian, hujan dengan intensitas tinggi pada sebagian seluruh daerah aliran sungai dapat menghasilkan limpasan yang lebih besar dibandingkan dengan hujan biasa yang meliputi seluruh daerah aliran sungai.

3.2.2 Karakteristik DAS

Daerah Aliran Sungai adalah suatu wilayah daratan yang secara topografi dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama (Asdak, 2002). Karakteristik daerah aliran sungai yang berpengaruh besar pada aliran permukaan meliputi :

a. Luas dan bentuk DAS

Laju dan volume aliran permukaan makin bertambah besar dengan bertambahnya luas DAS. Tetapi, apabila aliran permukaan tidak dinyatakan sebagai jumlah total dari DAS, melainkan sebagai laju dan volume per satuan luas, besarnya akan berkurang dengan bertambah luasnya DAS. Ini berkaitan dengan waktu yang diperlukan air untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke titik kontrol (waktu konsentrasi) dan juga penyebaran atau intensitas hujan.

Bentuk DAS mempunyai pengaruh pada pola aliran dalam sungai. Pengaruh bentuk DAS terhadap aliran permukaan dapat ditunjukkan dengan memperhatikan hidrograf-hidrograf yang terjadi pada dua buah DAS yang bentuknya berbeda namun mempunyai luas yang sama dan menerima hujan dengan intensitas yang sama.

Bentuk DAS memanjang dan sempit cenderung menghasilkan laju aliran permukaan yang lebih kecil dibandingkan dengan DAS yang berbentuk melebar. Hal ini terjadi karena waktu konsentrasi DAS yang memanjang lebih lama dibandingkan yang melebar, sehingga terjadi konsentrasi air di titik kontrol lebih lambat yang berpengaruh pada laju dan volume aliran permukaan. Faktor bentuk juga dapat berpengaruh pada aliran permukaan apabila hujan yang terjadi tidak serentak di seluruh DAS tetapi bergerak dari ujung yang satu ke ujung yang lainnya.

b. Topografi

Tampakan rupa muka bumi seperti kemiringan lahan, keadaan dan kerapatan saluran, dan bentuk-bentuk cekungan lainnya mempunyai pengaruh pada laju dan volume aliran permukaan. DAS dengan

kemiringan curam disertai saluran yang rapat akan menghasilkan laju dan volume aliran permukaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan DAS yang landai dengan saluran yang jarang ada cekungan-cekungan. Pengaruh kerapatan saluran, yaitu panjang saluran per satuan DAS, pada aliran permukaan adalah memperpendek waktu konsentrasi, sehingga memperbesar laju aliran permukaan.

c. Tata guna lahan

Pengaruh tata guna lahan pada aliran permukaan dinyatakan dalam koefisien aliran permukaan (C), yaitu bilangan yang menunjukkan perbandingan antara besarnya aliran permukaan dan besarnya curah hujan. Angka koefisien aliran permukaan ini merupakan salah satu indikator untuk menentukan kondisi fisik suatu DAS. Nilai C berkisar antara 0 sampai dengan 1. Nilai $C = 0$ menunjukkan bahwa semua air hujan terintersepsi dan terinfiltrasi ke dalam tanah, dan sebaliknya untuk nilai $C = 1$. Pada DAS yang masih baik, harga C mendekati nol dan semakin rusak suatu DAS, maka harga C makin mendekati satu.

Banjir yang terus menerus di Indonesia yang diikuti tanah longsor diberbagai daerah belakangan ini tidak hanya disebabkan oleh hujan deras, faktor penting lainnya penyebab banjir di Indonesia adalah sebagai berikut :

a. Faktor DAS

Daerah aliran sungai adalah wilayah tangkapan air hujan yang akan mengalir kesungai yang bersangkutan. Perubahan fisik yang terjadi di DAS akan berpengaruh langsung terhadap kemampuan DAS untuk menahan air dibagian hulu. Perubahan tata guna lahan menyebabkan kemampuan DAS untuk menahan air berkurang secara drastis, seluruh air hujan akan dilepaskan kearah hilir. Manfaat DAS untuk menahan air adalah agar konservasi air di DAS terjaga, maka air tanah stabil, sumber air terpelihara.

b. Kesalahan pembangunan

Pola penanggulangan banjir serta longsor diseluruh dunia sebenarnya sama yaitu dengan sudetan pembuatan tanggul, pembetonan tinggi dan pengerasan

tampang sungai. Pola penelusuran dan sudetan ini jelas mengakibatkan percepatan air menuju hilir sehingga dibagian hilir akan menanggung volume aliran air yang jauh lebih besar. Jika tampang sungai ditempat tersebut tidak mencukupi maka akan terjadi peluapan bagian bantaran. Jika bantaran sungai tidak cukup maka akan terjadi pelebaran aliran akibatnya areal banjir semakin melebar atau bahkan alirannya berpindah arah. Penyelesaian masalah banjir disuatu tempat dengan cara merupakan penciptaan masalah banjir yang baru ditempat lain dibagian hilir. Oleh karena itu pola penanganan banjir di Indonesia memasuki abad 21 menggunakan prinsip integralitas, dengan prinsip ini maka banjir juga harus dibagi secara integral sepanjang sungai menjadi banjir kecil-kecil guna menghindari banjir besar daerah tertentu.

c. Pendangkalan

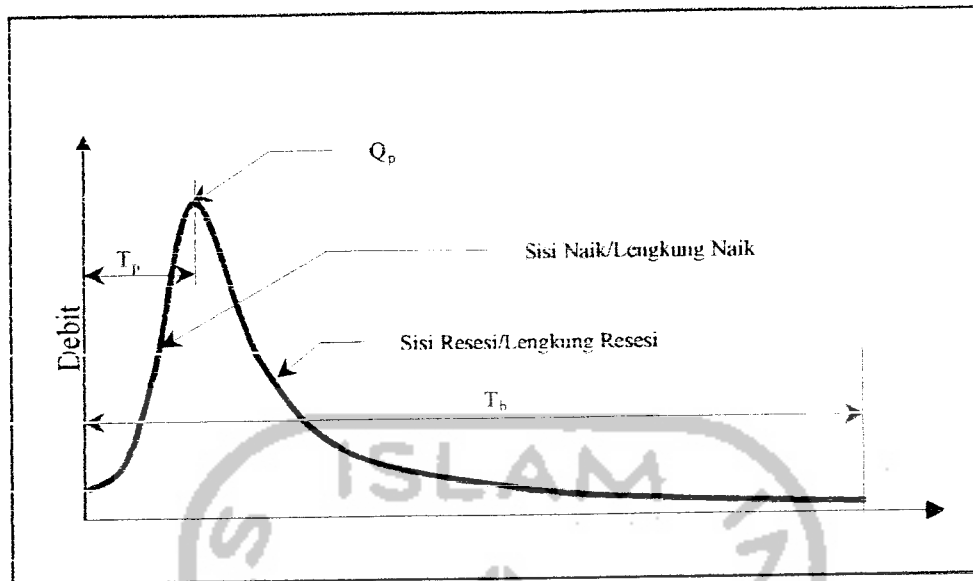
Pendangkalan sungai berarti terjadinya pengecilan tampang sungai, hingga sungai tidak mampu mengalirkan air yang melewatinya dan akhirnya meluap. Pendangkalan sungai diakibatkan oleh proses pengendapan terus menerus terutama dibagian hilir sungai dan juga diakibatkan oleh endapan sampah yang dibuang masyarakat kesungai.

d. Tata wilayah

Kesalahan fatal yang sering dijumpai adalah penetapan kawasan pemukiman atau pusat perkembangan justru didaerah rawan banjir yang menyebabkan air menjadi tertahan tidak bisa lancar keluar atau semua air mengalir menuju kawasan tertentu sehingga terjadi banjir. (Agus Maryono, 2002)

3.3 Hidrograf

Hidrograf dapat digambarkan sebagai penyajian grafis antara salah satu unsur aliran dengan waktu. Hidrograf ini menunjukkan tanggapan menyeluruh DAS terhadap masukan tertentu. Sesuai dengan sifat dan perilaku DAS yang bersangkutan, hidrograf aliran selalu berubah sesuai dengan besaran dan waktu terjadinya masukan. Bentuk hidrograf pada umumnya sangat dipengaruhi oleh sifat hujan yang terjadi, akan tetapi juga dapat dipengaruhi oleh sifat DAS yang lain (SriHarto, 1993).



Gambar 3.1 Bentuk Umum Hidrograf

Hidrograf Satuan (HS)

Teori klasik hidrograf satuan berasal dari hubungan antara hujan efektif dengan limpasan langsung. Hubungan tersebut merupakan salah satu komponen model *watershed* yang umum. Teori hidrograf satuan merupakan penerapan pertama teori sistem linier dalam hidrologi (Soemarto, 1987).

Sherman pada tahun 1932 (dalam Sri Harto, 1993) mengemukakan bahwa dalam suatu sistem DAS terdapat suatu sifat khas yang menunjukkan sifat tanggapan DAS terhadap suatu masukan tertentu. Tanggapan ini diandaikan tetap untuk masukan dengan besaran dan penyebaran tertentu. Tanggapan yang demikian dalam konsep model hidrologi dikenal dengan hidrograf satuan. Hidrograf satuan suatu DAS adalah (Soemarto, 1995) suatu limpasan langsung yang diakibatkan oleh satu satuan volume hujan yang efektif yang terbagi rata dalam waktu dan ruang.

Untuk memperoleh hidrograf satuan dalam suatu kasus banjir, maka diperlukan data sebagai berikut:

1. rekaman AWLR
2. pengukuran debit yang cukup
3. data hujan biasa (manual)
4. data hujan otomatis

Selanjutnya perlu dipilih kasus yang menguntungkan dalam analisis, yaitu dipilih hidrograf yang terpisah dan mempunyai satu puncak dan hujan yang cukup serta distribusi jam-jamnya. Syarat di atas sebenarnya bukan merupakan keharusan, kecuali untuk mempermudah hitungan yang dilakukan. Analisa numerik untuk memisahkan hidrograf satuan dari banjir pengamatan dapat dilakukan dengan Metode Collins (Sri Harto, 1993).

Purwanto (1992) mengemukakan bahwa suatu DAS/sub DAS yang terinstrumentasi dengan baik adalah:

1. DAS yang memiliki stasiun pengukur arus sungai secara otomatis, yaitu AWLR beserta perangkat pengukuran muatan sedimen pada outlet DAS atau sub DAS tersebut..
2. Memiliki penakar atau alat ukur hujan otomatis dalam jumlah yang cukup, yaitu satu buah untuk tingkat sub DAS dan tiga buah untuk tingkat DAS.

Untuk mengatasi hal ini maka dikembangkan suatu cara untuk mendapatkan hidrograf satuan tanpa mempergunakan data tersebut di atas. Salah satu cara tersebut dengan Hidrograf Satuan Sintetik Gamma I dengan memanfaatkan parameter DAS untuk memperoleh hidrograf satuan sintesis. Hidrograf satuan sintesis yang ditemukan digambarkan secara sederhana membentuk segitiga, dengan waktu pencapaian puncak lebih cepat dibandingkan dengan waktu turunnya.

Hidrograf Satuan Sintetik Gama I mengembangkan rumus dengan koefisien-koefisien empirik yang menghubungkan unsur-unsur hidrograf satuan dengan karakteristik DAS. Hidrograf satuan tersebut ditentukan dengan unsur yang antara lain Q_p ($m^3/detik$), T_p (jam), dan T_B (jam).