

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Definisi banjir

Banjir merupakan air limpasan yang meluap dari saluran kepermukaan yang menyebabkan genangan. sedangkan limpasan adalah air yang mengalir pada permukaan yang terjadi akibat curah hujan yang mengalami infiltrasi dan evaporasi yang selanjutnya mengalir menuju pembuangan atau sungai (Hadisusanto, 2010). Sedangkan menurut (Suripin, 2004) banjir adalah dimana air tidak dapat tertampung pada saluran sehingga meluap ke daerah permukaan. Bentuk hidrograf banjir pada daerah tangkap banjir ditentukan oleh 2 hal yaitu karakteristik curah hujan yang di distribusi dari intensitas hujan dalam hitungan waktu dan karakteristik daerah tangkap banjir seperti : luas aliran, bentuk aliran, kemiringan saluran, jenis, serta lapisan tanah.

Disebutkan juga mengenai dataran banjir, definisi dataran banjir adalah dataran luas yang membentuk aliran dari sedimen kanan dan kiri saluran biasanya berupa lumpur dan pasir yang ukurannya tergantung pada sejarah perkembangan banjir pada dataran tersebut, akan tetapi biasanya berbentuk memanjang mengikuti kemiringan lahan. (elongate).

Dataran banjir untuk saat ini sering digunakan untuk kawasan pemukiman penduduk, yang menyebabkan mengalami kesulitan untuk menanggulangi permasalahan banjir karna datar banjir ialah aliran air yang alami, pada umumnya permasalahan banjir pada daerah perkotaan disebabkan oleh paatnya pemukiman yang menyebabkan kawasan aliran air terganggu seperti penyumbatan akibat sampah, pengendapan sedimen pada saluran, dan kurangnya daerah resapan air. (Kodoatie dan Sugiyanto, 2002).

2.1.1.1 Penyebab banjir

Menurut Kodoatie dan Sugiyanto (2002), banyak faktor yang menyebabkan terjadinya banjir. Namun secara umum penyebab banjir dapat dibedakan menjadi dua kategori, yaitu banjir yang disebabkan oleh alam dan banjir yang disebabkan oleh banjir buatan.

Yang termasuk sebab-sebab alami diantaranya adalah:

1. Curah hujan

Indonesia beriklim tropis, terdapat dua musim sepanjang tahun, yaitu musim hujan yang umumnya terjadi antara bulan Oktober dan Maret dan musim kemarau yang terjadi antara bulan April dan September. Pada musim hujan, hujan deras akan menyebabkan sungai meluap, dan jika banjir melebihi bantaran sungai maka akan terjadi banjir atau banjir.

2. Pengaruh Fisiografi

Fisiografi atau geografi fisik sungai seperti bentuk cekungan, fungsi dan kemiringan (DPS), kemiringan sungai, geometri hidrolis (bentuk penampang, seperti lebar, kedalaman, penampang memanjang, material dasar sungai), lokasi sungai, dll, Mereka adalah hal-hal yang mempengaruhi terjadinya banjir.

3. Erosi dan Sedimentasi

Disintegrasi dan sedimentasi pada DPS berdampak pada berkurangnya batas penampang saluran air. Disintegrasi dan sedimentasi merupakan contoh permasalahan saluran air di Indonesia. Besarnya sedimentasi akan memperkecil batas saluran sehingga menimbulkan genangan air dan banjir di saluran air.

4. Kapasitas sungai

Penurunan batas aliran banjir di saluran air dapat disebabkan oleh sedimentasi yang dimulai dari disintegrasi DPS dan disintegrasi tepi saluran air yang terlalu tinggi dan sedimentasi di sungai karena kurangnya tutupan vegetasi dan penggunaan lahan yang tidak tepat.

5. Kapasitas Drainase yang tidak memadai

Hampir semua komunitas perkotaan di Indonesia memiliki kekurangan daerah perendaman, sehingga komunitas perkotaan ini sering rentan terhadap banjir di musim badai.

6. Pengaruh air pasang

Pasang surut menghambat aliran sungai ke laut. Pada saat banjir bersamaan dengan pasang naik, tinggi genangan atau banjir ternyata sangat besar karena terbelakang. Model terjadi di daerah perkotaan Semarang dan Jakarta. Perendaman ini terjadi dari waktu ke waktu baik di musim berangin maupun di musim kemarau.

Yang termasuk sebab banjir karena tindakan manusia yaitu :

1. Perubahan Kondisi DPS

Perubahan DPS seperti penggundulan hutan, penanaman yang tidak tepat, pembangunan metropolitan, dan perubahan penggunaan lahan lainnya, dapat meningkatkan masalah banjir karena aliran banjir yang meluas. Perubahan penggunaan lahan membuat komitmen yang signifikan terhadap peningkatan jumlah dan sifat banjir.

2. Kawasan kumuh

Perumahan kumuh yang terletak di sepanjang sungai, bisa menjadi penghalang aliran. Perumahan kumuh sebagai faktor signifikan dalam persoalan banjir di kawasan metropolitan.

3. Sampah

Ketidaksiplinan masyarakat untuk membuang sampah pada tempatnya, pada umumnya mereka dengan cepat membuang sampah ke sungai. Di komunitas perkotaan besar ini sangat mudah ditemukan. Pembuangan sampah di saluran sungai dapat menaikkan muka air karena menghambat aliran air.

4. Drainase lahan

Drainase perkotaan dan kemajuan pertanian di daerah-daerah penolong banjir akan mengurangi kapasitas tepian sungai untuk memenuhi pelepasan air yang tinggi.

5. Bendung dan bangunan air

Bendung dan bangunan lain seperti pilar jembatan dapat meningkatkan elevasi muka air banjir karena efek aliran balik (*backwater*).

6. Kerusakan bangunan pengendali banjir

Pemeliharaan yang kurang memadai dari bangunan pengendali banjir sehingga menimbulkan kerusakan dan akhirnya menjadi tidak berfungsi dapat meningkatkan kuantitas banjir.

7. Perencanaan sistem pengendalian banjir tidak tepat

Beberapa kerangka pengendalian banjir pada kenyataannya dapat mengurangi kerugian dari banjir kecil hingga banjir langsung, namun dapat memperluas kerusakan selama banjir besar. Misalnya, membangun tanggul saluran air yang tinggi. Luapan di tepian pada saat terjadi banjir yang melampaui banjir yang telah diatur dapat membuat tanggul jebol, hal ini menyebabkan kecepatan aliran air menjadi sangat besar melalui jebolnya tanggul tersebut sehingga menyebabkan banjir besar.

2.1.1.2 Daerah Genangan Banjir

Menurut Kodoatie (2005), karena penambahan penduduk, kebutuhan akan pondasi, khususnya pemukiman, bertambah, dengan cara ini mengubah sifat dan kualitas penggunaan lahan. Seperti standar pengendalian banjir, perubahan tata guna lahan yang tidak terkendali menyebabkan peningkatan limpasan sehingga menimbulkan genangan air. Hal-hal yang menyebabkan terjadinya genangan di suatu daerah antara lain :

1. Perubahan tata guna lahan yang menyebabkan terjadinya peningkatan debit banjir di suatu daerah aliran sistem drainase
2. Elevasi saluran tidak mencukupi
3. Dimensi saluran yang tidak sesuai.
4. Lokasi merupakan daerah cekungan
5. Lokasi merupakan daerah penyimpanan air dengan fungsi yang dimodifikasi, seperti pemukiman. Ketika kawasan cagar alam (taman air) berfungsi normal

dan tidak berpenghuni, keberadaan genangan air tidak menjadi masalah. Masalah terjadi pada masyarakat yang berpenghuni

6. Tanggul kurang tinggi
7. Kapasitas tampungan kurang besar
8. Dimensi gorong-gorong terlalu kecil sehingga menyebabkan arus balik
9. Penyempitan saluran
10. Saluran tersumbat oleh sedimen, sedimen atau sampah dump.

Perubahan kapasitas ruang hulu Daerah Aliran Sungai (DAS) sebesar +15% menyebabkan keseimbangan aliran/limbah mulai terganggu. Pengaruh yang meresahkan ini menambah perluasan (tajam) dalam jumlah pelepasan sungai dan jumlah sedimentasi di saluran air/limbah. Hal ini juga dapat berarti bahwa suatu DAS yang tidak tercemar dengan vegetasi yang lebat dapat mengubah kerja wilayahnya sebesar 15% tanpa mengubah kondisi reguler aliran/rembesan yang bersangkutan. Dalam hal perubahan melebihi 15%, harus ditemukan opsi atau pembayaran diharapkan untuk menjaga daya tahan saluran air/rembesan, misalnya dengan membuat sumur invasi.

2.1.1.3 Kerugian Akibat Banjir

Menurut Kodoatie, dan Sugiyanto (2002), kemalangan akibat banjir sebagian besar sulit dikenali dengan jelas, yang terdiri dari kemalangan banjir karena banjir yang segera dan yang menyimpang. Musibah karena banjir langsung, adalah musibah yang sebenarnya akibat banjir yang terjadi, antara lain rusaknya bangunan sekolah, perusahaan, kerusakan kantor perhubungan, korban tewas, kerugian harta benda, kerusakan pemukiman, kerusakan kawasan agraris dan hewan peliharaan, kerusakan pada kerangka sistem air, kerangka air bersih, kerangka rembesan, kerangka listrik, kerangka pengendalian banjir termasuk struktur, kerusakan sungai, dan sebagainya. Sementara itu, kemalangan karena backhanded flooding adalah sebagai kemalangan yang muncul akibat banjir, seperti surat menyurat, sekolah, kesejahteraan, latihan bisnis yang mengecewakan, dan sebagainya.

2.1.1.4 Sistem Pengendalian Banjir (*Flood Control System*)

Sebagaimana ditunjukkan oleh Kodoatie, dan Sugiyanto (2002), kerangka pengendalian banjir pada suatu ruang harus dibuat dengan tepat dan mahir, dengan

mempertimbangkan kondisi saat ini dan peningkatan pemanfaatan aset air di masa depan. Dalam kesiapan kerangka pengendalian banjir.

A. Pengendalian Banjir Metode Struktur

Cara-cara pengendalian banjir dalam metode struktur meliputi :

a. Sistem jaringan sungai

Jika beberapa saluran air dengan berbagai ukuran dan sifat mengalir satu sama lain terakhir bertemu, maka, pada titik itu di titik pertemuan, pangkalan akan berubah secara signifikan. Karena perubahan ini, perkembangan banjir di satu atau semua saluran air mungkin terhambat. Sementara itu, jika feeder mengalir dengan cepat dan membawa satu ton ampas yang mengalir ke saluran air utama, maka, pada saat itu, surat pernyataan yang dibuat dengan kipas terjadi. Aliran utama akan digerakkan oleh pengumpan, jenis pertemuannya pada umumnya akan bergerak ke hulu. sepanjang garis ini, pasang surut feeder dapat merusak tanggul aliran dasar di balik mulut feeder atau secara tidak menguntungkan mempengaruhi struktur saluran air yang ditemukan di hilir pertemuan di mana momentumnya tidak sekuat itu. Lebar jalur air dasar pada hubungannya dengan feeder secara umum akan meningkat sehingga secara teratur muncul sebagai kawanan dan menggeser aliran sungai. Agar hal-hal tersebut di atas tidak terjadi, maka pada perpotongan saluran air dilakukan penanganan Pada pertemuan 2 (dua) buah sungai yang resimnya berlainan, maka pada saat itu kedua aliran itu diperbaiki, jadi sistemnya ternyata hampir mirip. Peningkatannya adalah dengan membuat tebing pemisah antara dua aliran dan memindahkan penghubungnya sedikit ke hilir jika feeder dengan kemiringan tinggi bertemu dengan saluran air dasar, dekat dengan pertemuan itu dapat dibuat tangga.

b. Normalisasi alur sungai dan tanggul

Usaha pengendalian banjir dengan normalisasi dasar sungai bertujuan untuk meningkatkan kapasitas drainase kanal. Kegiatan ini meliputi:

1. Normalisasi penampang cross section
2. Perbaikan atau peningkatan kemiringan bawah saluran
3. Pengurangan kekasaran dinding alur saluran

4. Rekonstruksi bangunan di sepanjang saluran yang tidak sesuai dan mengganggu aliran banjir.
 5. Stabilkan aliran sungai.
 6. Pembangunan bendungan terhadap banjir.
- c. Pembuatan alur pengendali banjir (*Floodway*)

Apabila debit banjir terlalu besar dan kapasitas kanal tidak dapat ditingkatkan di atas kapasitas yang ada, maka kapasitas dapat ditingkatkan dengan membangun kanal baru yang langsung menuju laut, danau atau kanal lainnya. Saluran baru ini disebut (*Floodway*). Saluran debit banjir merupakan saluran baru yang mengalir dari saluran induk. Saluran debit banjir dapat mengalirkan sebagian atau bahkan seluruh debit banjir. lintasan pengendali banjir ini memiliki banyak kegunaan, termasuk menghindari pekerjaan lintas di daerah pemukiman padat atau memperpendek lintasan. Gerbang atau bendung biasanya didirikan pada pelimpah untuk mengalihkan aliran sesuai dengan rencana. Perencanaan pelimpah meliputi: diseminasi jalur jalur banjir, standarisasi jalur banjir, dan struktur pembatas banjir.

- d. Pembuatan sodetan (Shortcut)

Di daerah aliran air di mana alurnya tajam atau sangat mendasar, tanggul yang akan dibangun biasanya akan lebih panjang. Terlebih lagi, pada bagian sungai seperti itu, terjadi perluasan gerusan di tikungan luar dan merusak tepi saluran air yang akhirnya merusak kaki tanggul. Pada giliran internal ada kesaksian yang meningkat juga. perkembangan alur air yang panjang dan kondisi seperti di atas membuat kelancaran arus air naik menjadi terganggu. Untuk mengurangi keadaan yang tidak menyenangkan ini, penting untuk memikirkan pembentukan saluran lain, dengan tujuan agar saluran arus bergerak menuju garis lurus dan lebih terbatas. Jalur air lainnya dikenal sebagai sodetan. Saluran ini akan menurunkan muka air di hulu tetapi muka air di hilir sebagian besar agak naik.

- e. Groyne (tanggul banjir)

Tanggul tangkis sering juga disebut groyne atau krib. Krib adalah sebuah bangunan dari tebing ke tengah, digunakan untuk mengatur aliran sungai. Tujuan utamanya adalah sebagai berikut:

1. Mengatur arah arus aliran sungai.
2. Memperlambat arus aliran sungai sepanjang tebing sungai, memperkecil sedimentasi, dan menjamin keamanan tanggul/tebing terhadap gerusan.
3. Menjaga lebar dan kedalaman air pada sungai.
4. Konsentrasikan aliran sungai dan memudahkan penyadapan.

B. Pengendalian Banjir Metode Non-Struktur

Analisis pengendalian banjir dengan tidak memanfaatkan struktur pengendali akan berdampak pada sistem aliran. Contoh merawat latihan tanpa struktur adalah sebagai berikut:

a. Pengelolaan DAS

Pengelolaan DAS berhubungan erat dengan pedoman, pelaksanaan, dan persiapan. Latihan penggunaan lahan diusulkan untuk menghemat dan melestarikan air dan tanah ransum.

b. Pengaturan Tata Guna Lahan

Pengaturan tata guna lahan DAS bertujuan untuk mengatur tata guna lahan sesuai dengan pola tata ruang wilayah yang ada. Hal ini untuk menghindari penggunaan lahan yang tidak terkendali sehingga menyebabkan kerusakan DAS di daerah tadah hujan.

c. Pengendalian Erosi

Sedimen di suatu potongan melintang sungai merupakan akibat dari hancurnya DAS di bagian hulu dari ruas melintang dan lanau dibawa oleh sungai dari tempat terjadinya disintegrasi ke daerah melintang. Selanjutnya, penyelidikan pengendalian disintegrasi dan sedimentasi juga didasarkan pada dua hal tersebut di atas, khususnya tergantung pada penyelidikan timbunan terbatas DAS atau batas kendaraan di jalur air. penanaman faktor dewan memberikan komitmen terbaik dalam mengurangi laju disintegrasi. Jenis dan keadaan perdu (bush) dan tanaman penutup yang dapat memberi penutup (canopy) bagi tanaman bawah pada dasarnya mempengaruhi kecepatan disintegrasi. Pengamatan ini secara lebih eksplisit menyatakan bahwa pemasangan papan yang tepat seperti yang ditunjukkan oleh

standar khusus menyiratkan bahwa hal itu dapat mengurangi tingkat disintegrasi yang besar.

d. Pengembangan Daerah Banjir

Ada 4 (empat) strategi dasar untuk pengembangan daerah banjir yang meliputi:

1. Memodifikasi kerentanan dan kerugian akibat banjir (pengaturan zonasi atau penggunaan lahan).
2. Pengaturan untuk meningkatkan kapasitas alam yang akan dilindungi, seperti reboisasi.
3. Modifikasi atau mengubah dampak banjir dengan menggunakan teknologi mitigasi seperti asuransi dan pencegahan banjir (flood proofing).
4. Modifikasi atau mengubah Mengubah (mengurangi) terjadinya banjir dengan mengendalikan normalisasi bangunan (waduk) atau sungai.
5. Pengaturan Daerah Banjir

Kegiatan ini dapat mencakup semua kegiatan dalam rencana dan tindakan yang diperlukan untuk menentukan kegiatan, pelaksanaan, tinjauan rencana, pelaksanaan dan pengawasan umum kegiatan yang diharapkan dapat berguna dan bermanfaat bagi masyarakat di daerah, dalam rangka untuk mengurangi kerugian akibat banjir. Terkadang kita bingung dengan istilah pengelolaan dataran banjir dan pengendalian banjir. Pengelolaan di sini hanya mengatur tata guna lahan terkait banjir dan pengendalian banjir untuk mencapai pengendalian umum. Demikian pula antara zonasi dataran banjir dan penyesuaian dataran banjir, zonasi hanyalah salah satu metode penyesuaian, yang merupakan bagian dari pengelolaan dataran banjir.

1. Meminimalkan kerugian, kerugian dan kesulitan yang disebabkan oleh banjir yang akan datang.
2. Upaya masa depan untuk mengoptimalkan penggunaan lahan di dataran banjir, yaitu dengan fokus pada manfaat dan biaya pribadi atau masyarakat.

2.1.2 Drainase

Drainase adalah lekukan atau saluran air di permukaan atau di bawah tanah, baik berbentuk normal maupun buatan. Dalam bahasa Indonesia, drainase dapat mengacu pada saluran di tanah atau saluran bawah tanah.

Drainase memegang peranan penting dalam pengelolaan penyediaan air untukantisipasi banjir. Rembesan memiliki arti menguras, menguras, menurunkan, atau mengarahkan air. Secara umum, rembesan dicirikan sebagai perkembangan struktur air yang mampu mengurangi atau berpotensi menghilangkan kelebihan air dari suatu ruang atau lahan, sehingga lahan dapat dimanfaatkan secara ideal. Rembesan juga dicirikan sebagai pekerjaan untuk mengontrol kualitas air tanah yang berhubungan dengan sanitasi. (Dr. Ir. Suripin, M.Eng.2004).

Suatu cara menghilangkan kelimpahan air yang tidak diinginkan di suatu ruang, seperti halnya pendekatan untuk mengatasi dampak yang ditimbulkan oleh air yang meluap. Menurut (Suripin, 2004) rembesan merupakan salah satu komponen landasan publik yang dibutuhkan oleh jaringan perkotaan untuk mewujudkan kehidupan kota yang terlindungi, nyaman, sempurna, dan sehat. pemanfaatan dengan saluran rembesan ini antara lain kuras air yang tergenang untuk menghindari akumulasi air tanah, turunkan level air tanah ke level yang diinginkan, mengendalikan erosi tanah, kerusakan jalan dan bangunan yang ada, dan kendalikan air hujan yang berlebihan untuk menghindari banjir.

Sementara itu, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 233 Tahun 1987 pada dasarnya menetapkan definisi drainase perkotaan. Menurut SK tersebut, drainase perkotaan mengacu pada jaringan drainase yang mengalir beberapa wilayah administratif. Kolam dari kota dan daerah perkotaan, atau dari air hujan lokal, atau dari sungai banjir yang mengalir melalui kota.

a. Drainase Perkotaan

Sebagai salah satu sistem tata kota, sistem drainase yang ada disebut sistem drainase perkotaan. Berikut ini adalah pengertian drainase perkotaan (Hasmar, 2002):

1. Drainase perkotaan adalah ilmu drainase yang mengkhususkan diri pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi sosial, budaya, dan lingkungan di kawasan perkotaan.
2. Drainase perkotaan merupakan sistem pengeringan dan pengaliran air dari wilayah perkotaan yang meliputi :
 - a) Kawasan penduduk
 - b) Kawasan perindustrian

- c) Sekolah
 - d) Rumah sakit, dll
- b. Sistem Drainase Perkotaan

Ada empat jenis standar dan sistem penyediaan sistem drainase perkotaan, yaitu: (Hasmar, 2002) :

1. Sistem drainase utama adalah sistem drainase yang memfasilitasi kawasan perkotaan
2. Sistem drainase lokal adalah sistem drainase yang memfasilitasi segelintir penduduk
3. Sistem drainase terpisah adalah sistem drainase dengan jaringan terpisah dari air permukaan atau pipa drainase limpasan.
4. Sistem gabungan adalah sistem drainase dengan jaringan saluran pembuangan yang sama untuk genangan air atau air limpasan yang diolah.

c. Sarana Drainase Perkotaan

Sarana penyediaan fasilitas sistem drainase dan pengendalian banjir adalah (Hasmar, 2002) :

1. Melalui normalisasi dan restorasi saluran, sistem jaringan pipa drainase primer, sekunder dan tersier diatur untuk menciptakan lingkungan yang aman dan baik untuk menghindari banjir, banjir dan hujan parsial.
2. Memenuhi kebutuhan dasar (basic need) drainase bagi wilayah hunian dan kota.
3. Mendukung pembangunan (development need) membutuhkan dukungan untuk penciptaan skenario pembangunan perkotaan di wilayah-wilayah utama dan mendukung industri-industri terkemuka yang dipandu oleh perencanaan tata ruang kota secara keseluruhan. Padahal petunjuk dalam pelaksanaannya adalah:
 - a) Diatasi dengan biaya yang tidak terlalu mahal
 - b) Pengerjaannya tidak menimbulkan kerugian atau masalah social yang serius
 - c) Dapat dilakukan dengan teknik yang tidak sulit
 - d) Mengolah dari saluran yang sudah ada
 - e) Jaringan saluran harus mudah digunakan dan dirawat

f) Dapat membuang air limpasan ke badan sungai terdekat

d. Sistem Jaringan Drainase Perkotaan

Sistem jaringan drainase perkotaan umumnya dibagi atas 2 bagian, yaitu :

1. Sistem Drainase Mayor

Sistem drainase mayor adalah saluran drainase tempat pembuangan air hujan atau air limpasan yang dengan sekala besar. Drainase ini umumnya dikenal sebagai drainase utama, Perencanaan drainase makro seperti ini biasanya menggunakan periode ulang 5 sampai 10 tahun. Pada perencanaan sistem drainase mayor survei topografi yang rinci sangat mutlak diperlukan.

2. Sistem Drainase Mikro

Sistem drainase mikro ialah sistem saluran drainase yang menampung debit air yang tidak begitu besar, biasanya berupa selokan, gorong-goron, dll. biasanya drainase mikro ini hanya direncanakan untuk masa ulang 2, 5 ataupun 10 tahun bergantung pada tata guna lahan yang terdapat. Sistem drainase buat area permukiman lebih cenderung pada system drainase mikro

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Analisis Hidrologi

2.2.1.1 Curah hujan rencana

Curah hujan yang direncanakan pada periode ulang tertentu dapat dianalisis dengan distribusi frekuensi berdasarkan seri data curah hujan maksimum tahunan jangka panjang (*maximum annual series*) dan diperkirakan secara statistik. Curah hujan rencana biasanya dihitung untuk periode ulang 2, 5, 10, 20, dan 50 tahun. Untuk menemukan distribusi yang sesuai dengan data tiang badai yang tersedia di sekitar lokasi pekerjaan, diperlukan analisis frekuensi. Serangkaian data curah hujan dan data aliran dapat digunakan untuk analisis frekuensi. Jenis distribusi frekuensi yang digunakan dalam penelitian ini adalah distribusi Gumbel dan Log Pearson III.

2.2.2 Perhitungan Hujan Rencana dengan Distribusi Frekuensi

2.2.2.1 Metode Distribusi EJ. Gumbel

Menurut Gumbel (1941) persoalan yang berhubungan dengan harga-harga ekstrim adalah datang dari persoalan banjir. Gumbel menggunakan teori-teori ekstrim $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$, dimana sampel-sampelnya sama besar dan X merupakan variabel berdistribusi eksponensial maka probabilitas kumulatifnya adalah :

$$P(X) = e^{-e^{-a(X-b)}} \dots\dots\dots(1.1)$$

Dengan:

$P(X)$ = Probabilitas

X = Variable berdistribusi eksponensial

E = Bilangan alam = 2,7182818

A = Konstanta

Waktu balik antara dua buah pengamatan konstan yaitu.

$$Tr(X) = \frac{1}{P(X)^1} \dots\dots\dots(1.2)$$

Menurut Soemarto (1986) ahli-ahli teknik sangat berkepentingan dengan persoalan-persoalan pengendalian banjir sehingga lebih mementingkan waktu balik $Tr(X)$ daripada probabilitas $P(X)$, untuk itu maka :

$$X_T = b - \frac{1}{a} \ln \left(n \frac{Tr(K)-1}{Tr(K)} \right) \text{ atau } Y_T = - \ln \left(- \ln \frac{Tr(K)-1}{Tr(K)} \right) \dots\dots\dots (1.3)$$

Dengan:

X_T = Variate X

A, b = Konstanta

$Tr(X)$ = Waktu baik

Y_T = *reduced variate*

Chow dalam Soemarto (1986) menyarankan agar *variate X* yang menggambarkan deret hidrologi acak dapat dinyatakan dengan rumus berikut ini :

$$X_T = X + K \cdot S_1 \dots\dots\dots(1.4)$$

Dengan:

X_T = besarnya curah hujan rancangan periode ulang tahun

X = harga rerata dari harga (mm)

Sk = standar deviasi

K = faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari periode ulang (return periode) dan tipe distribusi frekuensi.

Faktor frekuensi untuk nilai Gumbel ditulis dengan rumus berikut.

$$K = \frac{Ft - Fn}{Sn} \dots\dots\dots(1.5)$$

Dengan :

Y_T = *Reduced variete* sebagai fungsi periode ulang T

Y_n = *Reduce mean* sebagai fungsi dari banyaknya data n

S_n = *Reduce standart deviation* sebagai fungsi dari banyaknya data n

Tabel 2. 1 Reduce mean dan Reduce standart

	Y_n	S_n	n	Y_n	S_n	n	S_n	n	Y_n	S_n
8	0,4843	0,9043	29	0,5363	1,1086	49	1,1590	78	0,5565	1,1923
9	0,4902	0,9288	30	0,5362	1,1124	50	1,1607	80	0,5569	1,1938
10	0,4952	0,9497	31	0,5371	1,1159	51	1,1623	82	0,5575	1,1953
11	0,4996	0,9676	32	0,5380	1,1193	52	1,1638	84	0,5576	1,1967
12	0,5035	0,9833	33	0,5388	1,1226	53	1,1653	86	0,5580	1,1980
13	0,5070	0,9972	34	0,5396	1,2550	54	1,1667	88	0,5583	1,1994
14	0,5100	1,0095	35	0,5403	1,2850	55	1,1681	90	0,5586	1,2007
15	0,5128	1,0206	36	0,5410	1,1313	56	1,1696	92	0,5589	1,2020
16	0,5157	1,0316	37	0,5418	1,1339	57	1,1708	94	0,5592	1,2032
17	0,5181	1,0411	38	0,5424	1,1363	58	1,1721	96	0,5595	1,2044
18	0,5202	1,0493	39	0,5430	1,1388	59	1,1734	98	0,5598	1,2055
19	0,5220	1,0566	40	0,5436	1,1413	60	1,1747	100	0,5601	1,2065
20	0,5236	1,0628	41	0,5442	1,1436	62	1,1770	150	0,5646	1,2253
21	0,5252	1,0696	42	0,5448	1,1458	64	1,1777	200	0,5672	1,2360
22	0,5268	1,0754	43	0,5453	1,1480	66	1,1793	250	0,5688	1,2429
23	0,5283	1,0811	44	0,5458	1,1499	68	1,1814	300	0,5699	1,2479
24	0,5296	1,0864	45	0,5463	1,1518	70	1,1854	400	0,5714	1,2545
25	0,5309	1,0915	46	0,5468	1,1538	72	1,1873	500	0,5724	1,2588

(Sumber : Sri Harto, BR, Dipl, H. Hidrologi Terapan)

2.2.2.2 Metode Distribusi Log Person Tipe III

Distribusi Gumbel Tipe III digunakan untuk analisis hidrologi, terutama untuk analisis data maksimum (banjir) dan minimum (aliran minimum) dengan nilai ekstrim. Bentuk distribusi Log Pearson tipe III merupakan hasil transformasi dari distribusi Pearson tipe III dengan mengganti variabel dengan nilai logaritma. Langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut (C.D.Soemarto, 1999) :

1. Mengubah data curah hujan sebanyak n buah $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ menjadi $\log(X_1), \log(X_2), \log(X_3), \dots, \log(X_n)$.
2. Menghitung Nilai rata-ratanya dengan rumus :

$$\text{Log}X = \frac{\sum \text{Log} X}{(n-1)}$$

Dimana :

Log X = harga rata-rata logaritmik

n = jumlah data

X = nilai curah hujan tiap-tiap tahun (R24 maks)

3. Menghitung nilai standar deviasi dengan rumus berikut :

$$S\text{Log}X = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log}X_i - \text{Log}X)^2}{(n-1)}}^{0,5}$$

Dimana :

S = Standar deviasi

4. Menghitung koefisien skewness (Cs) dengan rumus :

$$Cs = \frac{n \sum (\text{Log} X_i - \text{Log} X)^3}{(n-1)(n-2)S\text{Log}X^3}$$

Dimana :

Cs = koefisien *skewness*

Distribusi Log Pearson III, mempunyai koefisien kemencengan (Coefisien of skewnes) atau $Cs \neq 0$. Setelah pemilihan jenis sebaran dilakukan maka selanjutnya adalah mencari tahun curah hujan untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, dan 50 Tahun.(Soewarno, 1995).

Tabel 2. 2 Faktor K untuk sebaran Log Pearson III

Asimetri Cs>0	Periode Ulang								
	1,0101	1,0526	1,1111	1,25	2	5	25	50	100
3,0	-0,6670	-0,6650	-0,6660	-0,6360	-0,3960	0,4200	2,2780	3,1520	4,0540
2,9	-0,6900	-0,6880	-0,6810	-0,6510	-0,3900	0,4400	2,2770	3,1340	4,0120
2,8	-0,7140	-0,7110	-0,7020	-0,6660	-0,3840	0,4600	2,2750	3,1140	3,9730
2,7	-0,7690	-0,7360	-0,7250	-0,6810	-0,3760	0,4790	2,2720	3,0930	3,9320
2,6	-0,7990	-0,7620	-0,7470	-0,6960	-0,3680	0,4990	2,2670	3,0720	3,8890
2,5	-0,8120	-0,7900	-0,7710	-0,7110	-0,3600	0,5180	2,2620	3,0480	3,8450
2,4	-0,8670	-0,8190	-0,7980	-0,7250	-0,3510	0,5370	2,2560	3,0290	3,8000
2,3	-0,9050	-0,8500	-0,8190	-0,7390	-0,3410	0,5550	2,2480	2,9970	3,7530
2,2	-0,9460	-0,8820	-0,8440	-0,7520	-0,3300	0,5740	2,2400	2,9700	3,7050
2,1	-0,9900	-0,9140	-0,8690	-0,7850	-0,3190	0,5920	2,2300	2,9420	3,6560
2,0	-1,0370	-0,9490	-0,8950	-0,7770	-0,3070	0,6090	2,2190	2,9120	3,6050
1,9	-1,0370	-0,9840	-0,9200	-0,7880	-0,2940	0,6270	2,2070	2,8810	3,5530
1,8	-1,0870	-1,0200	-0,9450	-0,7990	-0,2820	0,6430	2,1930	2,8480	3,4990
1,7	-1,1400	-1,0560	-0,9700	-0,8080	-0,2680	0,6600	2,1790	2,8150	3,4440
1,6	-1,1970	-1,0930	-0,9940	-0,8170	-0,2540	0,6750	2,1630	2,7800	3,3860
1,5	-1,2560	-1,1310	-1,0180	-0,8250	-0,2400	0,6900	2,1460	2,7450	3,3300
1,4	-1,3180	-1,1630	-1,0410	-0,8320	-0,2250	0,7050	2,1280	2,7060	3,2710
1,3	-1,3830	-1,2060	-1,0640	-0,8380	-0,2100	0,7190	2,1080	2,6660	3,2110
1,2	-1,4490	-1,2430	-1,0860	-0,8440	-0,1950	0,7320	2,0870	2,6260	3,1490
1,1	-1,5180	-1,2800	-1,1070	-0,8480	-0,1800	0,7450	2,0660	2,5850	3,0870
1,0	-1,5880	-1,3170	-1,1280	-0,8520	-0,1640	0,7580	2,0430	2,5420	3,0220
0,9	-1,6600	-1,3530	-1,1470	-0,8540	-0,1480	0,7690	2,0190	2,4980	2,9570
0,8	-1,7330	-1,3880	-1,1660	-0,8560	-0,1320	0,7800	1,9930	2,4530	2,8910
0,7	-1,8060	-1,4230	-1,1830	-0,8570	-0,1160	0,7900	1,9670	2,4070	2,8740
0,6	-1,8800	-1,4550	-1,2090	-0,8570	-0,0990	0,8000	1,9390	2,3590	2,7550
0,5	-1,9550	-1,4910	-1,2160	-0,8560	-0,0830	0,8080	1,9100	2,3110	2,6860
0,4	-2,0290	-1,5240	-1,2310	-0,8550	-0,0660	0,8160	1,8800	2,2610	2,6150
0,3	-2,1040	-1,5550	-1,2450	-0,8530	-0,0500	0,8240	1,8490	2,2110	2,5440
0,2	-2,1760	-1,5860	-1,2580	-0,8500	-0,0330	0,8300	1,8180	2,1590	2,4720
0,1	-2,2520	-1,6160	-1,2700	-0,8460	-0,0170	0,8360	1,7850	2,1070	2,4000
0,0	-2,3260	-1,6450	-1,2820	-0,8520	0,0000	0,8420	1,7510	2,0540	2,3260

(Sumber : Soewarno)

2.2.3 Pengujian kecocokan

Uji kecocokan distribusi digunakan untuk menguji apakah distribusi data memenuhi persyaratan data perencanaan. Penerapan distribusi ini dapat diuji dengan dua cara, ChiSquad atau Smirnov Kolmogorov. Biasanya diuji dengan menggambar data pada kertas probabilitas dan menilai apakah datanya berupa garis lurus, atau dengan membandingkan kurva frekuensi dari data yang diamati dengan kurva frekuensi teoretis. (Soewarno, 1995).

Namun untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan uji kecocokan, data sampel menggunakan uji kecocokan ChiSquare pada distribusi frekuensi dari fungsi distribusi probabilitas yang diestimasi dalam penelitian ini. menggunakan uji kecocokan atau keselarasan Chi-Kuadrat (Chi-Square).

Uji Chi-Kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data analisis.

Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter X^2 oleh karena itu disebut Chi-Kuadrat. Parameter X^2 dapat dihitung dengan rumus :

$$X_{h^1} = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots(1.6)$$

keterangan :

X_{h^2} = Parameter uji chie kuadrat

G = Jumlah sub kelompok (minimal 4 data pengamatan)

O_i = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke-1

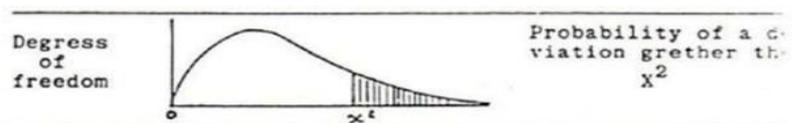
Adapun prosedur pengujian Chi-kuadarat adalah sebagai berikut (Soewarno, 1995):

1. Urutkan data observasi (dari tertinggi ke terendah dan sebaliknya)
2. Kelompokkan data ke dalam G subgroup, setiap subgroup memiliki minimal 4 data observasi
3. Tambahkan data observasi O_i untuk setiap subgroup
4. Tiap-tiap subgroup hitung nilai :
5. Jumlah semua nilai subgroup G untuk menentukan nilai kuadrat Chie kuadrat
6. Tentukan derajat kebebasan $dk = G - R - 1$ (nilai $R = 2$), untuk distribusi Normal dan Binomial, dan nilai $R = 1$, untuk distribusi Poisson)

Dapat disimpulkan bahwa curah hujan yang direncanakan dapat dihitung setelah pengujian dengan pemilihan chi-kuadrat jenis distribusi yang memenuhi persyaratan distribusi. Kriteria hasil evaluasi adalah sebagai berikut: (Soewarno, 1995):

1. Apabila peluang lebih besar dari 5% maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima,
2. Apabila peluang lebih kecil dari 5% maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan tidak dapat diterima.

Tabel 2.3 Nilai Kritis Do Untuk Uji Chi-Square



Degrass of freedom	0,20	0,10	0,05	0,01	0,001
1	1,642	2,706	3,841	6,635	10,827
2	3,219	4,605	5,991	9,210	13,816
3	4,642	6,251	7,815	11,345	16,266
4	5,989	7,779	9,488	13,277	18,465
6	8,558	10,645	12,592	16,812	22,547
7	9,803	12,017	14,067	18,475	24,322
8	11,030	13,362	15,507	20,090	26,125
9	12,242	14,684	16,919	21,666	27,877
10	13,442	15,987	18,307	23,209	29,588
11	14,631	17,275	19,675	24,725	31,264
12	15,812	18,549	21,026	26,217	32,909
13	16,985	19,812	22,362	27,688	34,528
14	18,151	21,064	23,685	29,141	36,123
15	19,311	22,307	24,996	30,578	37,697
16	20,465	23,542	26,296	32,000	39,252
17	21,615	24,769	27,587	33,409	40,790
18	22,760	25,989	28,869	34,805	42,312
19	23,900	27,204	30,144	36,191	43,820
20	25,038	28,412	31,410	37,566	45,315

(Sumber : Soewarno,1995:194-195)

2.2.4 Pemilihan Distribusi Frekuensi

Distribusi frekuensi yang akan dipakai dalam perhitungan selanjutnya (debit banjir rancangan) ditentukan berdasarkan hasil perhitungan uji kesesuaian distribusi (Uji Chi-Square), dimana metode terpilih adalah yang mempunyai simpangan minimum.

Dengan mengacu pada hasil perhitungan sebagaimana disajikan pada laporan hidrologi berikut disajikan rekapitulasi curah hujan rencana yang terpilih berdasarkan simpangan terkecil, sehingga akan dipakai pada perhitungan selanjutnya.

2.2.5 Analisis Debit Rencana

2.2.5.1 Waktu Konsentrasi

Jika curah hujan berlanjut selama waktu konsentrasi atau melebihi waktu konsentrasi, maka asumsi banjir maksimum akan menjadikan parameter waktu konsentrasi sebagai parameter penting dalam penelitian. Waktu konsentrasi didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan air hujan untuk jatuh dari titik terjauh pada saluran untuk mencapai titik keluar (outlet).

Lama Waktu konsentrasi sangat tergantung pada karakteristik DAS, terutama jarak yang harus ditempuh air hujan ke tempat terjauh dari perspektif. Jangka waktu konsentrasi dapat diperoleh dengan cara observasi atau dengan metode rumus. Rumus yang ada umumnya mengacu pada jarak dari titik terjauh curah hujan ke titik pandang (L), perbedaan ketinggian antara titik terjauh dan titik pandang (H), dan kemiringan yang ada. tanah.

Kirpich (1940) dalam Suripin (2004) mengembangkan rumus dalam memperkirakan waktu konsentrasi, dimana dalam hal ini durasi hujan diasumsikan sama dengan waktu konsentrasi. Rumus waktu konsentrasi tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S_0} \right)^{0,385} \dots\dots\dots(1.7)$$

dengan:

t_c = waktu konsentrasi (jam)

L = panjang saluran utama dari hulu sampai penguras(km)

S_0 = kemiringan rata-rata saluran

2.2.5.2 Perhitungan Intensitas Hujan

Hal terpenting dalam pembuatan rancangan dan rencana adalah distribusi distribusi curah hujan. Distribusi curah hujan bervariasi tergantung pada periode analisis, yaitu curah hujan tahunan (curah hujan satu tahun), curah hujan bulanan (curah hujan satu bulan), dan curah hujan harian (24 jam curah hujan). Harga yang

diperoleh dapat digunakan untuk menentukan prospek dikemudian hari dan akhirnya digunakan untuk perencanaan sesuai dengan tujuan yang dimaksud.

Dalam pembahasan data hujan ada 5 buah unsur yang harus ditinjau, yaitu :

1. Intensitas i , adalah laju hujan = tinggi air persatuan waktu misalnya, mm/menit, mm/jam, mm/hari.
2. Lama waktu (duration) t , adalah lamanya curah hujan (durasi) dalam menit atau jam.
3. Tinggi hujan d , adalah jumlah atau banyaknya hujan yang dinyatakan dalam ketebalan air di atas permukaan datar, dalam mm
4. Frekuensi, adalah frekuensi kejadian, biasanya dinyatakan dengan waktu ulang (return periode) T , misalnya sekali dalam T (tahun)
5. Luas, adalah luas geografis curah hujan
6. Untuk menghitung intensitas hujan digunakan rumus Dr. Isiguro (1953).

$$I = \frac{R_{24}}{24} \frac{(24)}{t} \dots\dots\dots(1.8)$$

Dimana :

R_{24} = Curah hujan harian (24 jam)

T = Waktu konsentrasi hujan (jam)

M = Sesuai dengan angka Van Breen diambil $m = 2/3$

Jika data yang tersedia adalah data hujan jangka pendek dapat dihitung dengan menggunakan rumus Talbot:

$$I = \frac{a}{I+b} \dots\dots\dots(1.9)$$

Dengan :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

T = Lamanya hujan (jam)

a dan b = konstanta yang tergantung pada lamanya hujan yang terjadi di DAS

2.2.5.3 Koefisien Pengaliran

Koefisien debit mengacu pada hubungan antara jumlah air yang mengalir ke suatu daerah tertentu akibat curah hujan dan curah hujan di daerah tersebut. (Subarkah, 1980).

Koefisien drainase merupakan refleksi dari karakteristik cekungan, dinyatakan sebagai angka antara 0-1, tergantung pada banyak faktor. Selain faktor meteorologi dan faktor DAS, faktor penting yang mempengaruhi besar kecilnya koefisien drainase adalah campur tangan manusia dalam perencanaan tata guna lahan.

Tata guna lahan merupakan upaya manusia untuk mengoptimalkan dan memanfaatkan lahan secara bijaksana. Optimal artinya dapat memenuhi kebutuhan ekonomi dan sosial manusia, seperti penyediaan lahan untuk perumahan, lahan untuk perkantoran dan lahan pendidikan.

Secara bijaksana, ini berarti bahwa pengelolaan lahan tetap mempertimbangkan K. Koefisien debit suatu daerah dipengaruhi oleh kondisi karakteristik. (Sosrodarsono dan Takeda, 1976), sebagai berikut :

1. Kondisi hujan
2. Tata guna lahan
3. Kemiringan daerah aliran dan kemiringan dasar sungai
4. Daya infiltrasi dan perkolasi tanah
5. Kebebasan tanah
6. Luas dan bentuk daerah pengaliran
7. Suhu udara, volume angin dan evaporasi

Dalam merencanakan sistem drainase perkotaan, jika tidak ditentukan harga koefisien pengaliran daerah dapat dipakai pendekatan besarnya angka pengaliran (C) ditetapkan (Subarkah 1980) seperti Tabel 2.4

Tabel 2. 4 Koefisien Pengaliran Berdasarkan Jenis Permukaan Tanah

Koefisien Limpasan untuk Metoda Rasional
 | (McGuen, 1989 dalam Suripin 2003)

No	Deskripsi Lahan / Karakter Permukaan	Koefisien C
1.	Bisnis	
	▪ Perkotaan ▪ Pinggiran	0,70 – 0,95 0,50 – 0,70
2.	Perumahan	
	▪ rumah tunggal	0,30 – 0,50
	▪ multiunit terpisah, terpisah	0,40 – 0,60
	▪ multiunit, tergabung	0,60 – 0,75
	▪ perkampungan ▪ apartemen	0,25 – 0,40 0,50 – 0,70
3	Industri	
	▪ ringan ▪ berat	0,50 – 0,80 0,60 – 0,90
	Perkerasan	
	▪ aspal dan beton ▪ batu bata, paving	0,70 – 0,95 0,50 – 0,70
	Atap	0,75 – 0,95
	Halaman, tanah berpasir	
	datar 2%	0,05 – 0,10
	rata-rata 2 – 7%	0,10 – 0,15
	curam 7%	0,15 – 0,20
	Halaman tanah berat	
	datar 2%	0,13 – 0,17
	rata-rata 2 – 7%	0,18 – 0,22
	curam 7%	0,25 – 0,35
	Halaman kereta api	0,10 – 0,35
	Taman tempat bermain	0,20 – 0,35
	Taman, pekuburan	0,10 – 0,25
	Hutan	
	datar, 0 – 5%	0,10 – 0,40
	bergelombang, 5 – 10%	0,25 – 0,50
	berbukit 10 – 30%	0,30 – 0,60

(Sumber : suripin 2003)

2.2.5.4 Perhitungan Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana adalah aliran banjir yang digunakan sebagai dasar perencanaan tingkat proteksi bencana banjir suatu wilayah dengan menerapkan jumlah banjir terbesar yang mungkin terjadi. Secara teori, banjir rencana ini hanya berlaku untuk satu bagian/lokasi (bagian kontrol) pada suatu penampang sungai, sehingga seluruh bagian sungai akan memiliki ukuran banjir rencana yang berbeda.

Salah satu metode perhitungan debit banjir rencana adalah metode rasional (Imam Subarkah, 1980). Metode ini pertama kali digunakan oleh Malvaney di Irlandia pada tahun 1847. Persamaan rasional yang dikembangkan sangat sederhana, selain karakteristik hujan sebagai input, juga memasukkan parameter cekungan sebagai elemen utama. Jenis dan sifat parameter DAS tidak dirinci secara terpisah, tetapi efek keseluruhan ditunjukkan sebagai koefisien limpasan (Sri Harto, 1993).

Di daerah perkotaan, kehilangan air bisa kecil dan konsentrasi pendek sering tercapai. Karena alasan ini, ekspresi rasional masih digunakan untuk memperkirakan banjir di daerah perkotaan. Formula ini tidak cukup untuk peningkatan ukuran bongkar banjir di daerah sungai besar (Soemarto, 1987). Hingga saat ini, bentuk rasional masih berlaku dan memberikan hasil yang dapat digunakan untuk perencanaan banjir perkotaan dengan keterbatasan spesifik (Lanny dan Joyce, 1996). Namun, penggunaan ekspresi rasional ini memiliki keterbatasan di area Canal Basin sehingga metode ini umumnya hanya digunakan untuk perhitungan di saluran drainase perkotaan.

Perhitungan debit puncak banjir dengan metode ini berdasarkan asumsi :

1. Untuk banjir rencana, intensitas curah hujan yang sama tersedia di seluruh wilayah.
2. Ketika daerah hulu memberikan kontribusi terhadap waktu aliran/konsentrasi, debit maksimum akibat intensitas terjadi pada titik pengamatan paling hilir dari daerah terminasi.
3. Asumsi diatas dijelaskan oleh Subarkah (1980) menjelaskan hipotesis di atas dan mengatakan bahwa pemikiran rasional didasarkan pada asumsi bahwa jika panjang hujan sama dengan panjang konsentrasi, kecepatan aliran maksimum akan terjadi di saluran.
4. Limpasan yang dihitung dengan rumus Rasional tersebut mempunyai variabel I (intensitas hujan) yang merupakan besaran air limpasan dan koefisien C (koefisien limpasan permukaan) yang juga faktor penentu dari besar limpasan, bisa dikendalikan sesuai fungsi penggunaan lahan yaitu berupa refleksi kegiatan manusia (Sabirin, 1997). Persamaan Rasional ini dapat digambarkan dalam persamaan aljabar sebagai berikut :

$$Q = Kc \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots(1.10)$$

bila Q (m³/det), I (mm/jam) A (Km²)

Dimana :

C = koefisien pengaliran (tanpa satuan)

Kc = faktor konversi satuan unit

Sehingga :

$$\frac{m^3}{det} = kc \cdot \left(\frac{10^{-3}}{3600} m/det \right) \cdot 10^6 \cdot m^2$$

$$Kc = \left[\frac{(m^3/det)}{\left(\frac{10^{-3}}{3600} m/det \right) (10^6 m^2)} \right] = 0,27778 \approx 0,278$$

Rumus metode rasional dalam satuan metrik adalah sebagai berikut :

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Dengan :

Q = debit banjir maksimum (m³/det)

C = koefisien pengaliran

I = intensitas hujan rerata selama waktu tiba banjir (mm/jam)

A = luas daerah pengaliran (Km²)

