

BAB II LANDASAN TEORI

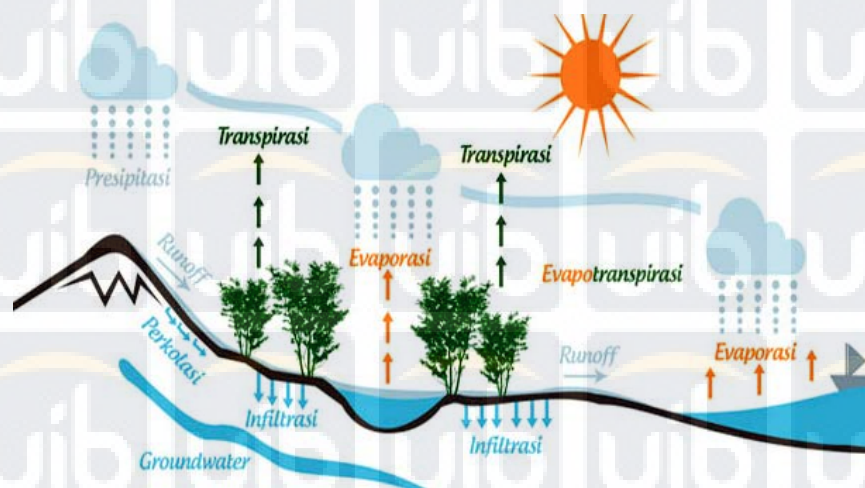
2.1. Pengertian Hidrologi

Hidrologi merupakan ilmu yang mempelajari tentang adanya air di bumi, sehingga dapat dimanfaatkan oleh masyarakat baik untuk keperluan hidup ataupun keperluan lainnya, seperti dapat digunakan oleh para petani untuk kebutuhan kebunnya.

Jika dilihat dari *Federal Council for science and technology* USA 1959, hidrologi merupakan sebuah ilmu yang mempelajari proses terjadi, peredaran dan distribusi, sifat alam dan kimia air di bumi beserta tindakan terhadap lingkungan dan hubungan dengan kehidupan.

2.2. Siklus Hidrologi

Pada keseluruhan jumlah air di bumi, rata-rata dari masa ke masa terjadi secara berkelanjutan tidak ada hentinya, seperti gambar ilustrasi di bawah ini:



Gambar 2.1 Siklus Hidrologi

2.3. Pengertian Drainase

Drainase yaitu suatu fasilitas untuk memberi kebutuhan masyarakat, elemen dalam kepentingan perancangan kota.

Pembuangan drainase membentuk usaha terhadap terjadinya banjir. Prinsip dasar dalam pembuangan air yaitu air harus secepatnya dibuang serta dilakukan seekonomis mungkin.

2.4. Tujuan Pekerjaan Drainase

2.4.1. Untuk Pengeringan

Di perumahan penduduk terdapat rawa-rawa yang tergenang oleh air. Pada saat seperti inilah dapat mendatangkan berbagai penyakit bagi penduduk sekitar.

Untuk menjauhi itu semua, maka dilakukan sistem pengeringan agar penduduk hidup lebih aman.

2.4.2. Untuk Pencegahan Banjir

Daerah curah hujan yang sangat tinggi dapat mengakibatkan banjir bagi penduduk sekitar. Untuk menghindari banjir, curah hujan dapat dilakukan sistem saluran air seperti sistem irigasi ataupun drainase. Sistem-sistem pencegahan banjir sebagai berikut:

1. Membentuk saluran yang baik di kiri kanan badan pembuangan aliran dari perumahan penduduk.
2. Pada saluran itu, untuk pemisah sampah dan pengendapan lumpur dibangun bak – bak kontrol (bak inspeksi).
3. Saluran – saluran pelimpah dibuat bila dirasa perlu.

2.4.3. Untuk Pembuangan Air Kotor

Tercemarnya lingkungan dapat disebabkan oleh pembuangan air yang kotor dengan mengandung berbagai bahan kimia dan kebanyakan berasal dari pabrik. Cara mengatasi agar air tetap bersih adalah pembuangan air menggunakan saluran yang terpisah dan di buang ke, misalnya : wadah sementara untuk dinetralkan atau dibersihkan lalu dialirkan ke pembuangan terakhir (Sungai atau Laut) atau Septi tank yang dialirkan ke peresapan secara baik penyaringannya.

2.5. Jenis dan Pola Drainase

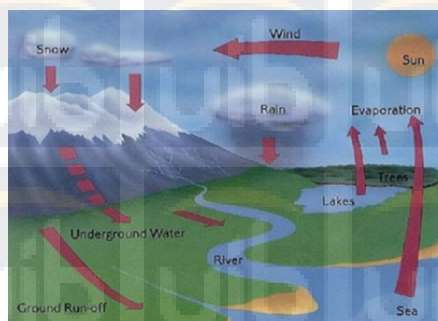
2.5.1 Jenis – Jenis Drainase

Macam-macam drainase, yaitu:

a. Menurut Sejarah Bentuknya:

1. Drainase Alami

Merupakan drainase yang memiliki komposisi secara alami yang disebabkan oleh gerusan air dengan kontur tanah. Kebanyakan drainase alami berbentuk sungai dan anak-anak sungai sehingga menjadi aliran sungai.



Gambar 2.2 Terbentuknya Drainase Alami



Gambar 2.3 Drainase Alami

2. Drainase Buatan

Merupakan struktur terbentuk secara analisa ilmu drainase, yang menentukan akibat dimensi saluran.



Gambar 2.4 Drainase Buatan

b. Menurut Letak Bangunannya

1. Drainase Permukaan Tanah

Drainase yang berlokasi di dalam permukaan tanah ini berguna untuk aliran limpasan.

2. Drainase di Bawah Permukaan Tanah

Drainase ini bertujuan untuk menyalurkan air limpasan melalui bawah permukaan tanah.

c. Berdasarkan Fungsinya

1. Mengalirkan 1 jenis air buangan, sehingga disebut *single purpose*.
2. Mengalirkan beberapa jenis air buangan secara bergantian dan bersama-sama, sehingga disebut *multi purpose*.

d. Berdasarkan Konstruksinya

1. Saluran Terbuka

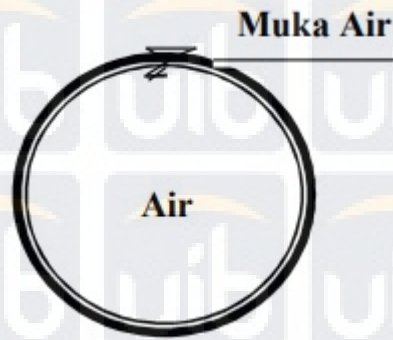
Merupakan aliran air berbentuk permukaan bebas. Saluran tersebut didesain untuk menerima aliran air hujan. Sistem pada saluran ini juga memiliki suatu fungsi saluran campuran. Tidak ada linin pada saluran ini.



Gambar 2.5 Saluran Terbuka

2. Saluran Tertutup

Di daerah perkotaan cukup bagus untuk menggunakan saluran tertutup seperti ini, karena saluran ini digunakan untuk menutup air kotor yang dapat mengganggu kesehatan.



Gambar 2.6 Saluran Tertutup

3. Kombinasi Saluran

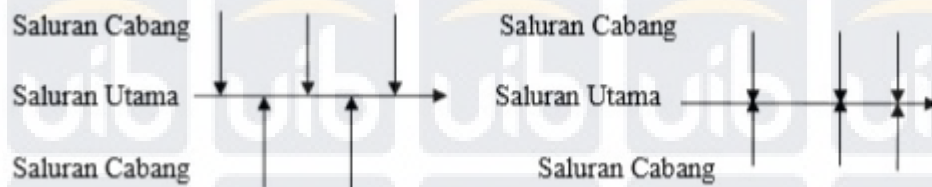
Merupakan saluran yang digabungkan antara saluran terbuka hingga saluran tertutup menuju saluran akhir.

2.5.1.1. Pola-Pola Drainase

Saluran yang di buat sesuai dengan kondisi tanah dan alam disekitar perumahan tersebut, maka dari itu dalam perencanaan drainase di kenal seperti:

a. Siku

Drainase dengan pola saluran pembuanganya tidak searah jalan raya maka sangat bagus bagi daerah yang topografinya tinggi, pola ini juga sesuai dengan sungai sebagai saluran utama berada di tengah kota. Kelemahanya adalah tidak cocok bila digunakan pada daerah yang topografinya lebih rendah dari sungai.



Gambar 2.7 Pola Siku

b. Paralel

Kelebihan dari pola paralel ini jika terjadi perkembangan saluran yang menyesuaikan diri dengan perkembangan. Untuk daerah topografi, tidak cocok menggunakan pola ini karena daerah yang datar dan jauh dari sungai.



Gambar 2.8 Pola Paralel

c. Grid Iron

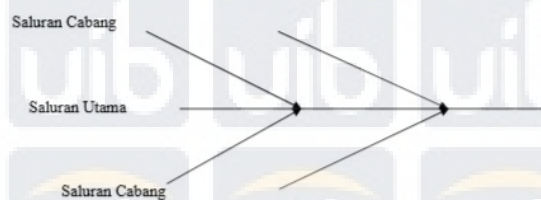
Drainase dengan pola ini cocok untuk daerah yang ada di pinggir kota karena lebih dekat dengan sungai, dimana disitulah cabang-cabang saluran berkumpul. Maka, drainase yang akan direncanakan menggunakan pola *grid iron* karena karakteristik daerahnya yaitu drainase yang terletak di pinggir jalan kemudian diteruskan ke saluran pertama (sungai).



Gambar 2.9 Pola Grid Iron

d. Alami

Pola ini sebanding dengan pola siku, baik dari aspek kelemahan dan kelebihan, hanya saja beban pada pola ini sangat besar, karena pada saluran ini baik pengumpulan maupun saluran utama yaitu saluran alami.



Gambar 2.10 Pola Alamiah

e. Radial

Pola ini bagus untuk digunakan pada daerah berbukit dimana pola saluran dipencar ke berbagai arah, drainase dari puncak yang menyebar keseluruh daerah sekitarnya. Namun, drainase menggunakan pola ini juga memiliki resiko akan mengalami banjir yang besar karena adanya pertemuan titik anak sungai.



Gambar 2.11 Pola Radial

f. Jaring-jaring

Pola ini bagus untuk digunakan pada daerah topografi rendah karena saluran pembuangan mengikuti arah jalan raya. Kelebihan pola ini adalah untuk digunakan agar satu blok lokasi tidak mempengaruhi blok lain. Kelemahan dari pola ini adalah pola ini kurang cocok diterapkan untuk daerah yang bertopografi tinggi.



Gambar 2.12 Pola Jaring-Jaring

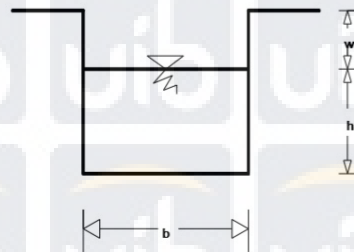
2.5.1.2. Bentuk Saluran

Tidak ada perbedaan antara bentuk saluran drainase dan irigasi. Hanya saja dalam perencanaan dimensi saluran, harus dapat membuat saluran dengan dimensi

yang ekonomis. Dimensi saluran yang besar dapat membuat tingginya harga barang, begitupun sebaliknya. Ada beberapa bentuk saluran drainase, antara lain:

a. Penampang Persegi

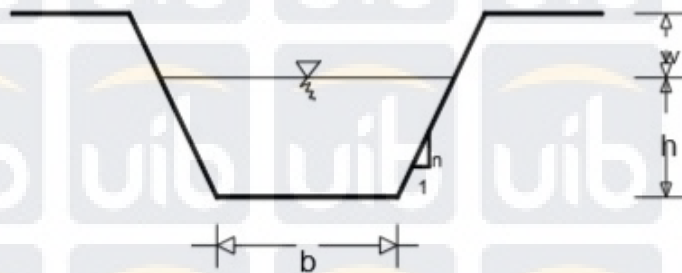
Penampang persegi merupakan bentuk trapesium yang biasanya di sederhanakan guna untuk saluran-saluran drainase yang selalu melewati jalu-jalur yang sangat sempit. Dalam drainase perkotaan sebaiknya di gunakan dimensi penampang dan bentuk penampang yang efektif seperti persegi, dengan pertimbangan luas lahan yang terbuka dan pembebasan lahan yang mahal.



Gambar 2.13 Penampang Persegi

b. Penampang Trapesium

Penampang ini biasanya untuk saluran-saluran drainase karena kemiringannya dapat disesuaikan dengan sudut lereng dari tanah.



Gambar 2.14 Penampang Trapesium

c. Penampang segitiga

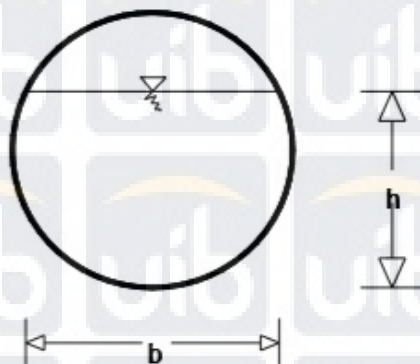
Bentuk ini biasanya digunakan oleh saluran-saluran drainase melalui lahan yang sangat sempit.



Gambar 2.15 Penampang Segitiga

d. Penampang Lingkaran

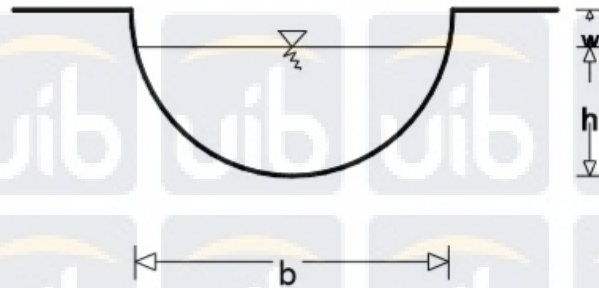
Penampang lingkaran disebut juga sebagai gorong-gorong, yang biasanya digunakan sebagai perlintasan jalan raya. Saluran ini disebut gorong-gorong. Dengan penampang saluran lingkaran dapat memudahkan limbah atau endapan diangkut.



Gambar 2.16 Penampang Lingkaran

e. Penampang Setengah Lingkaran

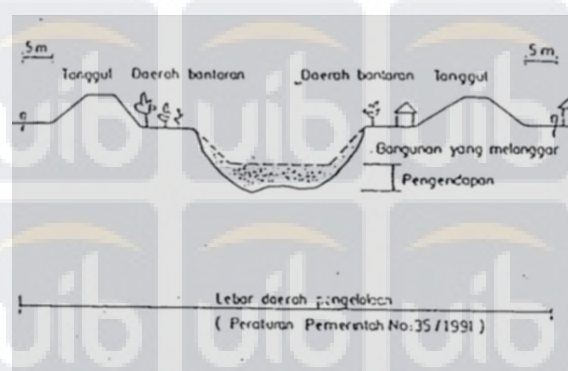
Penampang ini memiliki debit kecil untuk menyalurkan air. Penampang bentuk seperti ini cocok digunakan oleh sisi jalan perumahan ataupun rumah penduduk.



Gambar 2.17 Penampang Setengah Lingkaran

f. Penampang Alami

Terbentuk secara akibat aktifitas-aktifitas alam.



Gambar 2.18 Penampang Alami

2.6. Analisa Hidrologi

Dalam menganalisa perencanaan drainase, pemilihan metode memiliki peranan penting dalam setiap pekerjaan. Pemilihan metode yang salah dalam

pekerjaan drainase memiliki dampak yang buruk jika metode yang salah tetap di terapkan. Sarana penampungan dan pengaliran ini memiliki faktor terhadap analisis yang tepat. Terdapat beberapa aspek untuk mengatasi besarnya penampungan dan aliran, antara lain:

2.6.1 Analisis Frekuensi

Peristiwa-peristiwa yang dapat mempengaruhi sistem hidrologi, seperti hujan lebat, banjir dan erosi. Frekuensi kejadian yang terjadi tidak sesuai dengan besaran cuaca yang ekstrim, karena sangat jarang terjadinya peristiwa ekstrim.

Tujuannya agar peristiwa-peristiwa ekstrim tidak bergantung pada frekuensi kejadian dan distribusi yang acak. Contohnya data simpangan baku, data rata-rata hingga data kecondongan.

Tabel 2.1 Parameter statistik yang penting

Parameter	Sampel	Populasi
Rata-rata	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \bar{x}_i$	$\mu = E(X) = \int_{-\infty}^{\infty} x f(x) dx$
Simpangan Baku	$S = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$	$\sigma = \{E[(x - \mu)^2]\}^{\frac{1}{2}}$
Koefisien variasi	$CV = \frac{s}{\bar{x}}$	$CV = \frac{\sigma}{\mu}$
Koefisien skewness	$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3}$	$\gamma = \frac{E[(x - \mu)^3]}{\sigma^3}$

Tabel 2.2 *Reduced variate, Y_{T_r} sebagai fungsi kala ulang*

Periode ulang, T _r (tahun)	Reduced variate, Y _{T_r}	Periode ulang, T _r (tahun)	Reduced variate, Y _{T_r}
2	0,3668	100	4,6012
5	1,5004	200	5,2969
10	2,2510	250	5,5206
20	2,9709	500	6,2149
25	3,1993	1000	6,9087
50	3,9028	5000	8,5188
75	4,3117	10000	9,2121

Tabel 2.3 *Reduced Standar Deviation, S_n*

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1080
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,1770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2077	1,2081	1,2084	1,2087	1,2090	1,2093	1,2096

Tabel 2.4 *Reduces Mean, Y_n*

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,8396	0,5403	0,5410	0,5418	0,5424	0,5436
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5591	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600	0,5602	0,5603	0,5604	0,5604	0,5607	0,5608	0,5609	0,5610	0,5611

2.6.2. Distribusi dalam Metode Gumbel

Pada metode Gumbel, rumus frekuensi untuk mencari curah hujan rancangan (x) sebagai berikut:

$$X_t = x + \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \sigma_n \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

X_t = T tahun yang memiliki curah hujan

X = Hujan kumulatif dengan rata-rata aritmatik

Y_t = *reduce variate*

$$Y_t = \ln [\ln (T_r / T_r - 1)] \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

Y_n = *reduced variate mean*, rata – rata Y_t (Tabel Gumbel)

S_n = *Reduced variate standard deviation*, (fungsi dari pengamatan, tabel gumbel)

σ_n = Simpangan baku = sd

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.3)$$

Syarat Distribusi Gumbel :

1. Koefisien kemencengan (Skewness) = $C_s = 1,14$
2. Koefisien puncak (Kurtosis) = $C_k = 5,4$

2.6.3. Curah Hujan Regional / Wilayah

Untuk mendapatkan nilai yang berhubungan dengan curah hujan, maka tergantung dengan area pencatat curah hujan, sehingga dapat diambil nilai reratanya.

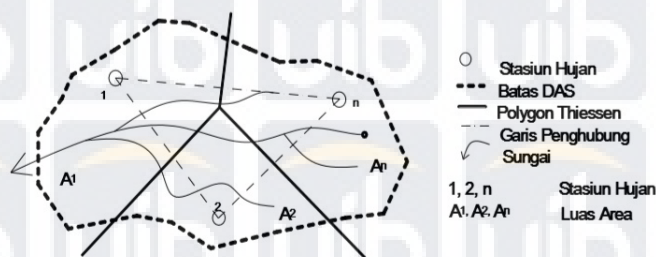
Terdapat beberapa cara untuk mendapatkan nilai curah hujan tersebut, sebagai berikut:

1. Metode Rerata Aljabar

Ketinggian data curah hujan terdapat dari nilai ukuran dalam *catchment area* stasiun curah hujan.

2. Cara Poligon Thiessen

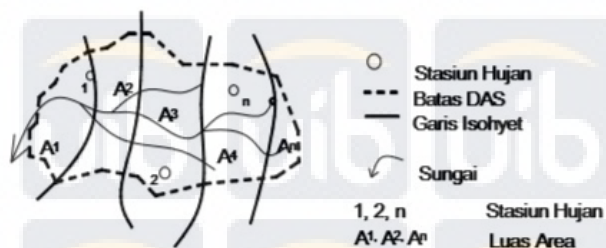
Menurut hasil timbangan (*weighted average*), pola penakar tersebut mempunyai dampak yang menggambarkan garis sumbu tegak lurus.



Gambar 2.19 Polygon Thiessen

3. Cara isohyet

Gambaran kontur dengan cara kontur tinggi hujan yang bersamaan.



Gambar 2.20 Isohyet

2.6.4. Analisa Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan merupakan diaman air terjadi pada waktu berkonsentrasi. Dengan menentukan debit air rencana, di perlukan intensitas yang menggunakan metode ratio. Huruf I satuan (mm/jam), merupakan notasi untuk curah hujan dalam kurun waktu mm/jam.

2.6.5. Debit Air Hujan / Limpasan

Dimana aliran jatuhnya hujan melewati kapasitas infiltrasi, di atas permukaan ketika cekungan-cekungan infiltrasi terpenuhi.

2.7. Analisa Banjir Rencana

Analisa debit banjir biasanya ditentukan besarnya debit banjir rancangan suatu DAS. Debit banjir rancangan adalah suatu saluran dengan periode tertentu. Dalam perencanaan bangunan air, salah satu parameter *design* yang sangat penting yaitu besaran debit banjir kala ulang tertentu. Dalam perencanaan debit banjir yang digunakan sebagai dasar menentukan dimensi bangunan pengelak (diversion) saat pelaksanaan dan juga limpasan. Data yang digunakan yaitu data curah hujan serta karakteristik fisik DAS. Besaran curah hujan rancangan digunakan untuk memperkirakan besarnya debit banjir rencana.

Dalam perencanaan bangunan pengelak digunakan debit banjir kala ulang 25 th, sementara untuk pelimpahan di gunakan debit banjir kala ulang 100 th. Seperti halnya DAS Coyo, dengan data yang telah ada tentang kejadian banjir, perancangan debit banjir dimulai dengan pendekatan rancangan diakhiri dengan persetujuan rancangan debit hujan tersebut.

Dalam tahapan perhitungan debit tersebut dibuat bagan alir sebagai berikut :



2.7.1. Analisa Curah Hujan Dengan Metode Thiessen

Persamaan yang digunakan sebagai menganalisis curah hujan yang menggunakan Thiessen, yaitu:

$$\bar{R} = \frac{A_1 \cdot R_1 + A_2 \cdot R_2 + \dots + A_n \cdot R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Dimana:

\bar{R} = rerata curah hujan maks (mm)

R_1, R_2, \dots, R_n = stasiun 1, 2, ..., n, yang memiliki curah hujan (mm)

A_1, A_2, \dots, A_n = polygon 1, 2, ..., n, yang memiliki luas daerah (km²)

2.7.2. Analisis Frekuensi Curah Hujan Rencana

Dengan ini dapat diperkirakan banjir dalam waktu setahu, dua tahun, lima tahun, sepuluh tahun, dan dua puluh lima tahun.

2.7.3. Pengukuran Dispersi

Macam-macam pengukuran dispersi:

a. Deviasi Standart (S)

Deviasi standart menggunakan persamaan.

b. Koefisien *Skewness* (CS)

Perhitungan koefisien skewness di gunakan persamaan.

2.7.4. Analisis Hujan Rencana

Analisis ini disebut juga dengan analisis frekuensi, dimana suatu rangkaian terjadinya curah hujan tinggi dengan waktu tertentu yang tidak dapat diprediksikan. Metode perhitungannya adalah sebagai berikut :

- a. Parameter Statistik
- b. Pemilihan Jenis
- c. Uji kebenaran Sebaran
- d. Perhitungan Hujan Rencana

2.8. Teori Hujan Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari penyebab air yang alami di bumi. Yang mempengaruhi suatu wilayah curah hujan. Yang terdapat dalam suatu daerah merupakan faktor ditentukannya debit banjir.

Teori ini dilakukan guna untuk mengetahui jumlah debit air, karakteristik hujan yang akan dijadikan sebagai acuan untuk melakukan perencanaan.

2.8.1. Penentuan Luas DAS (Daerah Aliran Sungai)

Yang dimaksud dengan daerah aliran sungai yaitu bagian sungai yang dijadikan sebagai aliran air yang biasanya selalu mengalir menuju badan sungai.

Terdapat bagian ketentuan luas DAS yang mengacu ke perancangan wilayah sungai ke peningkatan penyediaan air untuk kebutuhan hidup masyarakat

1. Dalam luas DAS bentuk aliran pola dengan mempertimbangkan aspek geografis disekitar Daerah Aliran Sungai yang mencakup daerah tangkapan (*catchment area*) untuk perencanaan tersebut.
2. Dalam luas DAS dapat diketahui dari gambaran (deskripsi) diantaranya meliputi beberapa peta atau foto udara, dan perbedaan skala serta standart pemetaan sehingga dapat menghasilkan nilai-nilai yang benar.