

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Menentukan Hujan Rata-Rata

Untuk dapat menghitung debit rancangan pada suatu daerah diperlukan hujan rerata daerah. Hujan rerata daerah dihitung berdasarkan data hujan yang tercatat pada beberapa stasiun penakar hujan. Bila dalam suatu areal perencanaan (*cathment area*) terdapat beberapa data penakaran atau pencatatan curah hujan, maka untuk mendapatkan data curah hujan areal adalah mengambil harga rata-ratanya. Ada tiga cara untuk menentukan hujan rata-rata areal sebagai berikut:

3.1.1 Rata-rata aljabar.

Tinggi rata-rata curah hujan didapatkan dengan mengambil harga rata-rata hitungan (*arithmetic mean*) dari penakaran pada penakar hujan diareal tersebut.

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{n} \quad (3 - 1)$$

dengan :

\bar{d} : tinggi curah hujan rata-rata

$d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$: tinggi curah hujan pada pos penakar 1,2,3,.....n

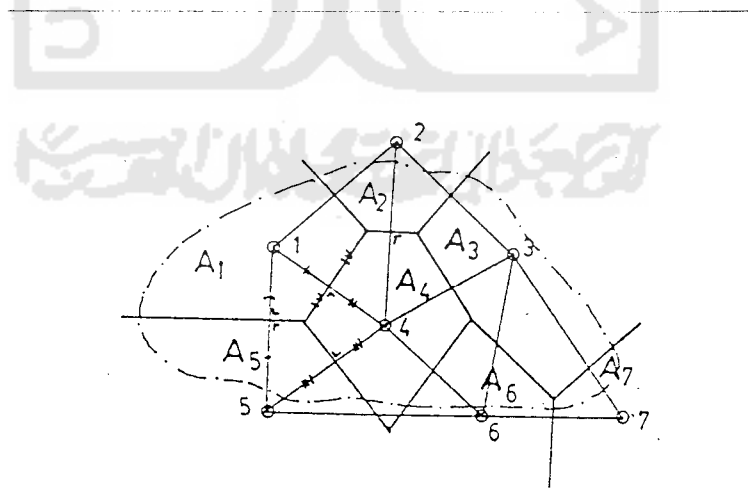
n : banyaknya pos penakar.

Cara ini akan memberikan hasil yang dapat dipergunakan, asalkan, pos-pos penakarnya terbagi merata di areal tersebut.

3.1.2 Polygon Thiessen.

Dari ketiga cara ini yang memungkinkan dipakai dengan melihat kondisi di lapangan, dan lebih mudahnya perhitungan serta lebih akuratnya data yang didapat untuk perancangan bandar udara, maka digunakan cara polygon Thiessen.

Cara ini didasarkan atas rata-rata timbang (*weighted average*). Masing-masing penakar mempunyai daerah pengaruh yang dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua pos penakar seperti terlihat pada gambar 3. 1.



Gambar 3.1. Cara membuat Polygon Thiessen

Selanjutnya, penghitungan daerah pengaruh tiap-tiap stasiun misalnya A_1 adalah luas daerah pengaruh pos penakar 1, A_2 luas daerah pengaruh pos penakar 2 dan seterusnya. Jumlah $A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n = A$ adalah merupakan jumlah luas seluruh areal yang dicari tinggi curah hujannya.

Jika pos penakar 1 tinggi hujanya adalah d_1 , pos penakar 2 adalah d_2 hingga pos penakar n menakar d_n , maka;

$$d = \frac{A_1.d_1 + A_2.d_2 + \dots + A_n.d_n}{A}$$

$$d = \sum_1^n \frac{A_i \times d_i}{A} \quad (3 - 2)$$

$$\text{Jika } \frac{A_i}{A} = p_i$$

yang merupakan presentasi luas maka;

$$d = \sum_1^n p_i . d_i$$

Dengan :

A = Luas areal

d = tinggi curah hujan rata-rata areal

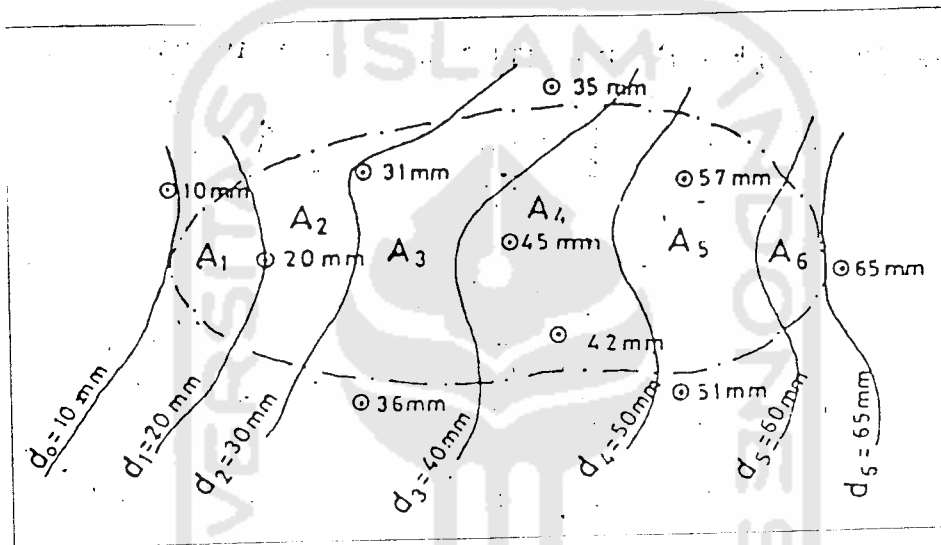
$d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$ = tinggi curah hujan dipos 1,2,3, n

$A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ = luas daerah pengaruh pos 1,2,3, n

$$\sum_1^n p_i = \text{jumlah prosentasi luas} = 100\%$$

3.1.3 Isohyet

Perhitungan tinggi hujan rata-rata dengan cara Isohyet yaitu menggambar contour dengan tinggi hujan yang sama, seperti terlihat pada gambar 3. 2. dibawah ini.



Gambar 3.2 Cara membuat Polygon Isohyet.

Kemudian luas bagian diantara isohyet-isohyet yang berdekatan diukur, dan harga rata-rata timbang dari nilai contour, seperti berikut ini

$$d = \frac{\frac{d_0 + d_1}{2} A_1 + \frac{d_1 + d_2}{2} A_2 + \dots + \frac{d_{n-1} + d_n}{2} A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

$$d = \frac{\sum_1^n \frac{d_{i-1} + d_i}{2} A_i}{\sum_1^n A_i} = \frac{\sum_1^n \frac{d_{i-1} + d_i}{2} A_i}{A}$$

(3 - 3)

dengan :

A = Luas areal

d = tinggi curah hujan rata-rata areal

$d_0, d_1, d_2, \dots, d_n$ = tinggi curah hujan pada isohyet 0,1,2,..... n

$A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ = luas bagian areal yang dibatasi oleh isohyet-

isohyet yang bersangkutan

Cara ini adalah yang paling teliti, tetapi membutuhkan jaringan pos penakar yang relatif lebih padat guna memungkinkan untuk membuat garis-garis isohyet.

3.1.4 Analisis Hujan Rancangan

Penetapan hujan rancangan untuk perencanaan sistem drainasi pada lapangan terbang dapat dilakukan dengan berbagai cara tergantung dari ketersediaan data. Makin baik data yang tersedia dalam pengertian kuantitatif dan kualitatif memberikan hasil data hidrologi yang lebih baik.

Dalam rumus parameter statistik dikenal beberapa jenis distribusi frekuensi dan yang banyak digunakan dalam hidrologi yaitu:

1. Agihan normal
2. Agihan log-normal
3. Agihan log-pearson tipe III
4. Agihan Gumbel

Beberapa parameter yang digunakan dalam menentukan rumus agihan untuk perhitungan hujan rancangan adalah sebagai berikut:

1. Curah hujan maksimal rerata, dipakai rumus:

$$P_m = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{i=n} p_i \quad (3-4)$$

2. Simpangan baku, dipakai rumus:

$$\sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (p_i - p_m)^2}{n-1}} \quad (3-5)$$

3. Koefisien variasi (Cv), dipakai rumus:

$$C_v = \frac{\sigma_{n-1}}{P_m} \quad (3-6)$$

4. Koefisien kemencengan, dipakai rumus:

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \times \frac{\sum_{i=1}^n (P_i - P_m)^3}{\sigma_{n-1}^3} \quad (3-7)$$

5. Kurtosis (ck), dipakai rumus:

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)} \times \frac{\sum_{i=1}^n (P_i - P_m)^4}{\sigma_{n-1}^4} \quad (3-8)$$

6. Ketentuan-ketentuan tipe-tipe sebaran.

Tabel 3.1 Ketentuan-ketentuan tipe-tipe sebaran.

Sebaran	Parameter Statistik yang disyaratkan
Normal	$C_s \approx 0$
Log Normal	$C_s = 3C_v$
Log Person Type III	$C_s =$ Tidak ada ketentuan $C_k =$ Tidak ada ketentuan
Gambel	$C_s = 1,1396$ $C_k = 5,4062$

Dari ketentuan-ketentuan tabel diatas akan dapat diketahui agihan yang akan digunakan dalam menentukan Faktor kekerapan (*frekuensi factor*).

Ada dua metode analisis yang umum digunakan di Indonesia dalam menentukan harga k (*frequensi factor*) yaitu :

a) Data biasa (agihan gambel)

1. Rerata yang diharapkan (y_n), didapat dari tabel 3.2 dengan linier, untuk jumlah sampel (n).

Tabel 3.2 Gambel untuk rerata yang diharapkan dan simpangan baku maksimal

Jumlah sampel	Rerata yang diharapkan (y_n)	simpangan baku maksimal (s_n)
10	0,4952	0,9497
15	0,5128	1,0206
20	0,5236	1,0628
25	0,5309	1,0915
30	0,5362	1,1124
35	0,5403	1,1285
40	0,5436	1,1413
45	0,5463	1,1518
50	0,5465	1,1607
55	0,5504	1,1681
60	0,5521	1,1747
65	0,5536	1,1803
70	0,5548	1,1854
75	0,5559	1,1898
80	0,5569	1,1938
85	0,5578	1,1973
90	0,5589	1,2007
100	0,5600	1,2065
200	0,5672	1,2359
1000	0,5724	1,2588

2. Simpangan baku maksimal (s_n), didapat dari tabel 3.2 dengan linier, untuk jumlah sampel (n).
3. Faktor kekerapan (*Frequensi faktor*), dipakai rumus :

$$k = \frac{y - y_n}{s_n} \quad (3 - 9)$$

dengan :

$$y = -\ln \ln \frac{T}{T - 1}$$

T = Kala ulang (*return priod*)

4. Hujan dengan kala ulang T tahun, dipakai rumus :

$$P_T = P_m \times (1 + k \times C_V)$$

b) Data log (log-pearson tipe III)

1. Ubah data debit banjir tahunan $X_1, X_2, X_3, X_4, \dots, X_n$ menjadi $\log X_1, \log X_2, \log X_4, \dots, \log X_n$
2. Curah hujan maksimal rerata, dipakai rumus:

$$\text{Log } P_m = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{i=n} \log p_i \quad (3 - 10)$$

3. Simpangan baku, dipakai rumus:

$$\sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (\log p_i - \log p_m)^2}{n - 1}} \quad (3 - 11)$$

4. Koefisien variasi (C_V), dipakai rumus:

$$C_V = \frac{\sigma_{n-1}}{\text{Log } P_m} \quad (3 - 12)$$

5. Koefisien kemencengan, dipakai rumus:

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \times \frac{\sum_{i=1}^n (\log P_i - \log P_m)^3}{\sigma_{n-1}} \quad (3-13)$$

6. Faktor frekuensi k untuk agihan log-pearson tipe III, didapat dari tabel 3.3 dan tabel 3.4.

Tabel 3.3 Faktor frekuensi K untuk agihan log-pearson tipe III dengan skewness negatif

Koef. Skewnes	Kala Ulang (tahun)							
	1,01	2	5	10	25	50	100	200
-0,0	-2,326	0	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576
-0,1	-2,400	0,017	0,846	1,270	1,716	2,000	2,252	2,482
-0,2	-2,472	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388
-0,3	-2,544	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294
-0,4	-2,615	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201
-0,5	-2,686	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108
-0,6	-2,755	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016
-0,7	-2,824	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926
-0,8	-2,891	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733	1,837
-0,9	-2,957	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749
-1,0	-3,022	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,644
-1,1	-3,087	0,180	0,848	1,107	1,324	1,435	1,518	1,581
-1,2	-3,149	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501
-1,3	-3,211	0,210	0,838	1,064	1,240	1,324	1,383	1,424
-1,4	-3,271	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351
-1,5	-3,330	0,240	0,825	1,018	1,157	1,217	1,256	1,282
-1,6	-3,388	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197	1,216
-1,7	-3,444	0,268	0,808	0,970	1,075	1,116	1,140	1,155
-1,8	-3,499	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087	1,097
-1,9	-3,553	0,294	0,788	0,920	0,996	1,023	1,037	1,044
-2,0	-3,605	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	0,995
-2,1	-3,656	0,319	0,765	0,869	0,923	0,939	0,946	0,949
-2,2	-3,705	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905	0,907
-2,3	-3,753	0,341	0,739	0,819	0,855	0,864	0,867	0,869
-2,4	-3,800	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832	0,833
-2,5	-3,845	0,360	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800
-2,6	-3,889	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769	0,769
-2,7	-3,932	0,376	0,681	0,724	0,738	0,740	0,740	0,741
-2,8	-3,973	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714	0,714
-2,9	-4,013	0,390	0,651	0,681	0,683	0,689	0,690	0,690
-3,0	-4,051	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667

Tabel 3.4 Faktor frekuensi K untuk agihan log-pearson tipe III
dengan skewness positif

Koef. Skewnes	Kala Ulang (tahun)							
	1,01	2	5	10	25	50	100	200
3,0	-0,667	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970
2,9	-0,690	-0,390	0,440	1,195	2,227	3,134	4,013	4,904
2,8	-0,714	-0,384	0,400	1,210	2,275	3,114	3,973	4,847
2,7	-0,740	-0,376	0,479	1,224	2,272	3,093	3,932	4,783
2,6	-0,769	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	3,889	4,718
2,5	-0,799	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,046	3,845	4,562
2,4	-0,832	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800	4,584
2,3	-0,867	-0,341	0,555	1,274	2,248	2,997	3,753	4,515
2,2	-0,905	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,444
2,1	-0,946	-0,319	0,592	1,294	2,230	2,942	3,656	4,372
2,0	-0,990	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,219	3,605	4,298
1,9	-1,037	-0,294	0,627	1,310	2,207	2,881	3,553	4,223
1,8	-1,087	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,449	4,147
1,7	-1,140	-0,268	0,660	1,324	2,179	2,815	3,444	4,069
1,6	-1,197	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990
1,5	-1,256	-0,240	0,690	1,333	2,146	2,742	3,330	3,910
1,4	-1,318	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828
1,3	-1,383	-0,210	0,719	1,339	2,108	2,666	3,211	3,745
1,2	-1,449	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661
1,1	-1,518	-0,180	0,745	1,341	2,066	2,585	3,087	3,575
1,0	-1,588	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,002	3,489
0,9	-1,660	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401
0,8	-1,733	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891	3,312
0,7	-1,806	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223
0,6	-1,880	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,312
0,5	-1,955	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,231	2,686	3,042
0,4	-2,029	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	3,949
0,3	-2,140	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856
0,2	-2,178	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763
0,1	-2,252	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670
0,0	-2,326	0	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576

Perhitungan dari rumus-rumus dan tabel di atas akan didapatkan hujan ekstrim, yang di dapat dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Log } P_r = \log P_m + (K \times \sigma_{n-1}) \quad (3-14)$$

Kemudian di cari antilog dari P_T untuk mendapatkan debit banjir dengan waktu balik yang dikehendaki.

3.1.5 Intensitas Curah Hujan atau Deras Hujan Rata-rata (qt)

Dalam membuat perencanaan bangunan air pertama-tama yang harus ditentukan adalah berapa besar debit yang harus diperhitungkan, atau lazim disebut debit (banjir) perencanaan.

Pada umumnya makin besar t, intensitas hujannya makin kecil. Jika tidak ada waktu untuk mengamati besarnya intensitas hujan atau disebabkan karena alatnya tidak ada, dapat ditempuh dengan cara empiris dengan menggunakan rumus-rumus sebagai berikut:

$$1. \text{ Talbot (1881) } i = \frac{a}{t + B} \quad (3 - 15)$$

$$a = \frac{\sum (i.t) \sum (i^2) - \sum (i^2.t) \sum i}{p \sum (i^2) - (\sum i)^2}$$

$$b = \frac{\sum i \cdot \sum (i.t) - p \sum (i^2.t)}{p \sum (i^2) - (\sum i)^2}$$

$$2. \text{ Sherman (1905) } i = \frac{a}{t^n} \quad (3 - 16)$$

$$\log a = \frac{\sum \log i \sum (\log t)^2 - \sum (\log t \log i) \sum \log t}{p \sum (\log t)^2 - (\sum \log t)^2}$$

$$n = \frac{\sum \log i \sum \log t - p \sum (\log t \log i)}{p \sum (\log t)^2 - (\sum \log t)^2}$$

Rumus ini cocok untuk waktu $t > 2$ jam

$$3. \text{ Ishiguro (1953) } \quad i = \frac{a}{\sqrt{t + b}} \quad (3 - 17)$$

$$4. \text{ Mononabe } \quad i = \frac{d_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^m \quad (3 - 18)$$

dengan:

i = intensitas hujan (mm / jam)

t = waktu (durasi) curah hujan (menit untuk i),

$a, b, n, m,$ = konstanta,

d_{24} = tinggi hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

Konstanta nilai b dapat pula dicari dengan rumus Talbot's:

$$b = \frac{60 - 10 \times \beta_N^{10}}{\beta_N^{19}} \quad (3 - 19)$$

$$i = R_{60}^N \times \frac{b + 60}{t + b} \quad (3 - 20)$$

β_N^{10} = Koefisien karakteristik,

$\frac{I_{10}}{R_{60}}$ untuk periode kala ulang curah hujan (n th)

R_{60}^N = 60 menit intensitas curah hujan untuk periode kala ulang curah hujan (n tahun).

I_{10}^N = 10 menit intensitas curah hujan untuk periode kala ulang curah hujan (n tahun).

β_N^{10} = R_{60}^N dapat juga diperoleh dengan tabel

Sedangkan yang digunakan JICA untuk perhitungan intensitas hujan dengan menggunakan rumus perkiraan aliran dasar ialah:

$$\log_{10}(x + b) = \log_{10}(x_0 + b) + \frac{1}{a} \xi \quad (3-21)$$

$$\frac{1}{a} = \sqrt{\frac{2N}{N-1}} \times S_x$$

$$S_x = \sqrt{Y^2 - Y^2}$$

$$Y = -\log_{10}(x_1 + b)$$

dengan:

x = curah hujan harian

x_0 = nilai rata-rata

ξ = variabel normal

N = jumlah nomer data

3.2 Perhitungan Perencanaan Drainasi Menurut JICA

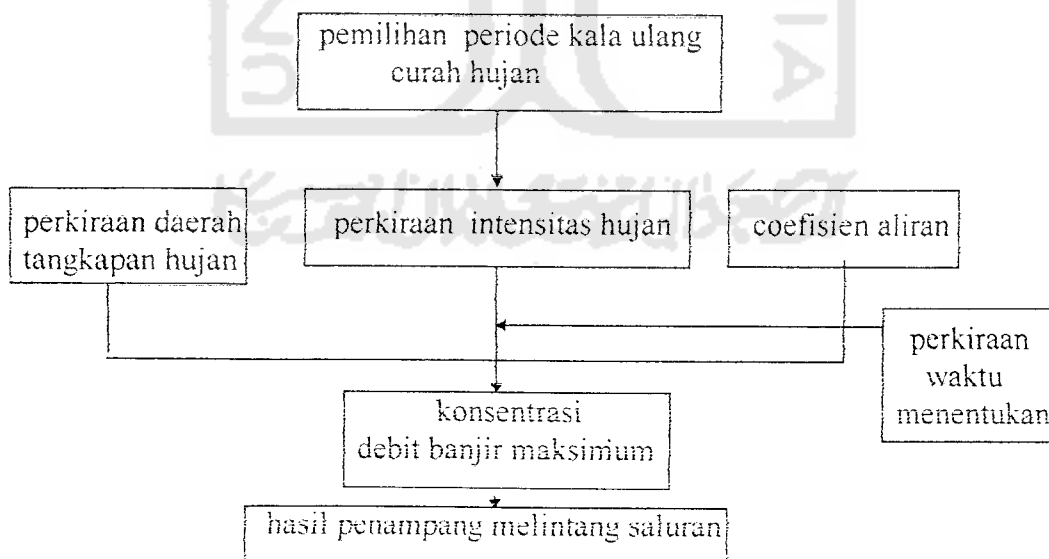
Perhitungan perencanaan menurut **JICA** lebih sistematis dan terpadu sebab menyangkut beberapa bagian-bagian konstruksi yang jarang digunakan dalam perencanaan drainasi yang umum digunakan di Indonesia seperti: Gorong-gorong, konstruksi bangunan penahan dan konstruksi bak penampungan/polder (*embankment*).

Sangat diperlukan bahwa sistem drainasi pada bandar udara mempunyai kapasitas untuk menggumpulkan aliran-aliran secara cepat dari curah hujan pada

suatu lingkungan bandara yang luas, bersama-sama dengan aliran dari areal yang berdekatan tanpa menghalangi fungsi dari lapangan terbang tersebut, dalam layanan jasa transportasi udara. Sistem drainasi secara umum dapat dikelompokkan dalam dua bagian, yaitu sistem drainasi dalam (*onsite drainage system*) dan sistem drainasi luar (*offsite drainage system*).

3.2.1 Sistem Drainasi Dalam

Sistem drainasi dalam harus dapat dirancang untuk menyediakan sistem drainasi yang ekonomis dan efektif dengan mempertimbangkan semua faktor-faktor yang ada di lapangan seperti lokasi fasilitas udara, rencana reklamasi titik pengeluaran saluran drainasi, tingkatan air (pasang surut) serta kapasitas aliran. Gambar 3.3. memperlihatkan bagan alir perencanaan sistem drainasi dalam.



Gambar 3.3 Bagan alir perencanaan sistem drainasi dalam.

Dalam bagan alir perencanaan sistem drainasi dalam pada gambar di atas dapat dijelaskan bahwa, sistem drainasi dalam biasanya penempatannya

berdasarkan pada denah umum fasilitas lapangan terbang dan kondisi topografi dari areal yang saling berdekatan.

Dapat dianggap bahwa sistem drainasi dalam kebanyakan terdiri dari fasilitas aliran atas, seperti saluran terbuka, bak penampungan untuk mengumpulkan aliran dan fasilitas aliran bawah seperti cabang saluran drainasi terbuka dan jalur utama untuk menghubungkan aliran yang terkumpul untuk dibuang di luar lapangan terbang. Oleh sebab itu fasilitas drainasi merupakan faktor yang penting untuk mengalirkan aliran yang ada pada lapangan terbang.

Sistem drainasi dalam khususnya areal perencanaan lapangan terbang dan denah dari jalur utama harus direncanakan dengan sistematis, sebab pada sistem ini tidak dapat dimodifikasi dengan mudah terutama menyangkut perhitungan berbagai struktur yang berhubungan dengan masa konstruksi. Untuk analisis perhitungan sistem drainasi dalam adalah:

$$Q = \frac{C \times i \times A}{360} \quad (3 - 22)$$

dengan:

Q = debit aliran permukaan pada daerah landasan yang ditinjau (m^3/dt)

i = intensitas curah hujan (mm/jam)

A = luas daerah yang direncanakan (ha)

C = koefisien aliran - permukaan landasan = 0,95

- permukaan rumput = 0,50

- permukaan bangunan = 0.90

Sedangkan untuk menghitung debit aliran pada saluran-saluran drainasi sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor t_1 (waktu aliran pada inlet), t_2 (lama pengaliran pada saluran)

$$t_1 = \frac{3,261 (1,1 - C)\sqrt{D}}{\sqrt[3]{S}} \quad (3 - 23)$$

$D = 7\sqrt{1+m^2}$; dimana D adalah panjang inlet

$S = 1/m \times L$

dengan:

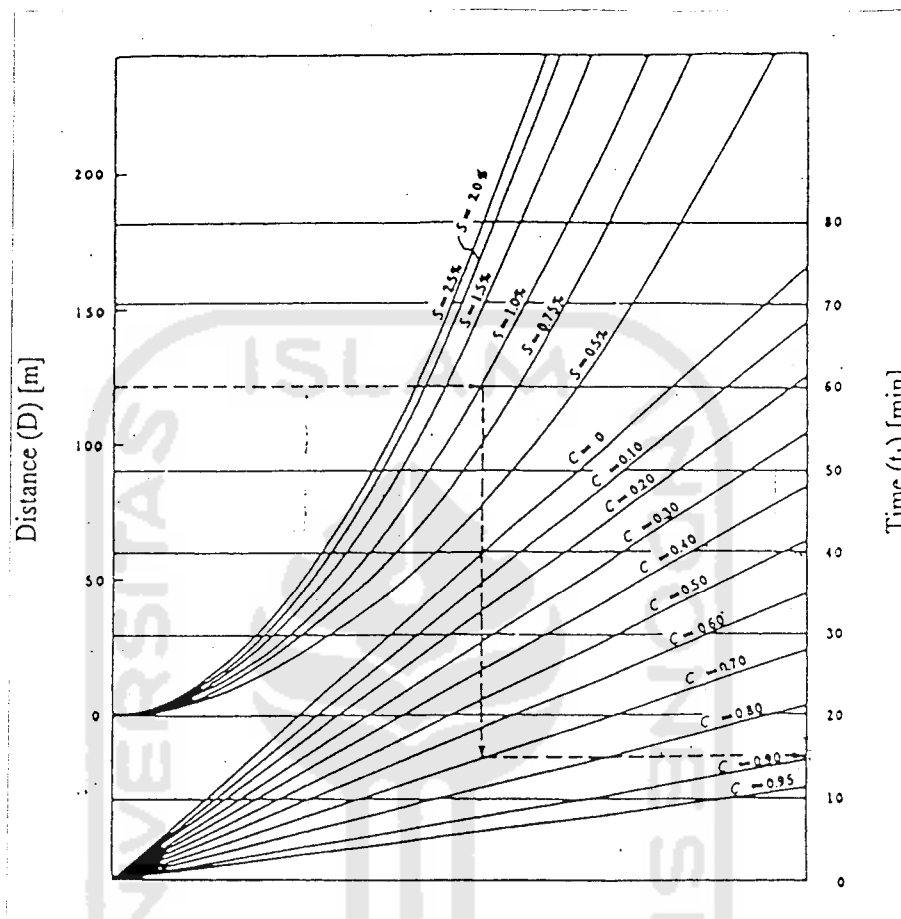
C = koefisien run-off rata-rata

L = panjang pengaliran

m = gradien

S = kemiringan

t_1 dapat juga dicari dengan grafik waktu inlet Gambar 3.4 dengan:



Gambar 3.3. grafik waktu inlet (t_1)

Sumber: JICA TEXT, Design Manual for Drainage Systems, and Common Utility Products for Airport, November 22 1995.

$$t_2 = L/(V \times 60) \quad (3 - 24)$$

dengan:

t_2 = waktu pengaliran

$V = 1 \text{ m/dt}$

$$t = t_1 + t_2 \quad (3 - 25)$$

t = waktu total

Untuk mencari debit aliran digunakan rumus yang tertera di bawah ini:

Untuk mencari debit aliran digunakan rumus yang tertera di bawah ini:

$$Q = A \times V \quad (3 - 26)$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \quad (3 - 27)$$

dengan:

Q = Debit rancangan dari sistem drainasi dalam

V = Kecepatan aliran dari sistem drainasi dalam

A = Luas basah

n = Koefisien kekasaran Manning

I = Kemiringan aliran (%)

Untuk mencari radius hidraulik digunakan rumus:



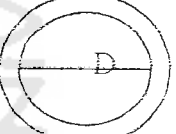

$$R = \frac{A}{P} \quad (3 - 28)$$

dengan:

P = Keliling basah

Harga R dapat juga dicari dengan menggunakan rumus yang terdapat pada tabel 3.4 atau pada lampiran 6.

Tabel 3.4 Potongan melintang saluran dan radius hidraulik.

Tipe saluran	Potongan melintang saluran	Luas saluran	Radius hidraulik
Kotak		$A = b \times h$	$R = \frac{bxh}{b+2h}$
Trapezium		$A = (b + mh) h$	$R = \frac{(b + mh)h}{b + 2\sqrt{1 + m \times h}}$
Lingkaran		$A = \frac{\pi}{4} D^2$	$R = \frac{1}{4} D$
Lengkung		$A = 0,5 (bh)$	$R = \frac{h}{2}$

Sumber: JICA TEXT, Design Manual for Drainage Systems, and Common Utility

Products for Airport, November 22 1995.

3.2.2 Sistem Drainasi Luar

Perencanaan sistem drainasi luar disesuaikan dengan kapasitas debit banjir sungai yang ada di sekitar bandar udara, bilamana hal ini perlu menyelusuri kembali saluran air untuk bandar udara maupun ketika sungai yang ada ditaksir tidak dapat mencukupi atau menerima aliran air dari bandar udara tersebut. Untuk

ini perlu penelitian guna menentukan batas rata-rata yang dapat ditampung oleh sungai tanpa memperbaiki, juga tanpa membuat kolam-kolam penampungan.

Di dalam perencanaan sistem drainasi luar dibuat juga dengan memperhatikan daerah-daerah yang berdekatan dan akibat samping yang mungkin terjadi dimasa depan tentang kualitas air yang mengalir keluar di bandar udara sehingga tidak terjadi polusi. Selanjutnya untuk perhitungan sistem drainasi luar digunakan rumus-rumus seperti persamaan (3 - 22) dan (3 - 27).

