

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Drainase

Drainase sebagai solusi untuk mengatasi kelebihan pada air atau mengalirkan air yang tidak terpakai, maka dari itu perlu adanya perencanaan sebuah bangunan yang biasa disebut dengan drainase

2.1.1 Pengertian Drainase

Drainase merupakan sebuah ilmu pengetahuan yang didalamnya mendalami usaha terkait pengaliran air yang berlebih pada suatu lingkungan dengan pemanfaatan tertentu (Hasman, 2012), sesuai dengan pendapat tersebut perlu adanya perancangan pengaliran air, faktor yang mendukung diantaranya yaitu curah hujan serta intensitas hujan yang sangat tinggi, jika sistem pada drainase berjalan dengan baik, maka air hujan tersebut dapat mengalir melalui saluran pada drainase sehingga air dapat meresap kedalam tanah pada area terbuka serta kedalam sumur resapan.

Sejalan dengan pendapat ahli diatas, menurut (Valentina dkk, 2022) drainase merupakan sebuah prasarana yang memiliki fungsi untuk mengalirkan kelebihan pada air yang berasal dari suatu wilayah menuju pada badan air penerima yang bertujuan agar area lahan dapat berfungsi dengan baik, sesuai dengan pendapat tersebut kawasan penerima air dapat berupa wadah air yang bersifat alamiah maupun buatan yang berupa sungai, laut, sumur resapan, kolam tandon, serta sarana serapan lainnya yang bersifat ramah lingkungan.

Sistem drainase untuk lapangan olahraga bertujuan untuk mengeringkan lapangan olahraga tidak terjadi genangan apabila terjadi hujan. Hal ini disebabkan karena bila terjadi genangan air maka akan mengganggu dan membahayakan pemakai lapangan. Oleh karena itu diusahakan agar air dapat cepat meresap kedalam tanah (secara infiltrasi). Selain itu drainase lapangan sepak bola juga tidak boleh mengganggu pertumbuhan rumput tetapi lapangan harus nyaman digunakan ketika hujan ataupun ketika turun hujan.

2.1.2 Sistem Drainase

Drainase secara umum memiliki fungsi sebagai sarana yang digunakan untuk membuang air yang berlebih pada wilayah tertentu. Melalui hal tersebut, drainase terbagi menjadi 6 jenis yaitu sebagai berikut:

2.1.2.1 Sistem Drainase berdasarkan sejarah terbentuknya

Berdasarkan dari sisi keberadaanya pada sistem drainase terbagi menjadi 2 macam, yaitu:

1. Drainase Alami

Drainase alami merupakan drainase yang terbentuk dengan sendirinya atau tidak ada campur tangan dari manusia. Keadaan tersebut dapat terjadi apabila keadaan tanah yang cukup miring, jika keadaan tanah miring maka secara otomatis air hujan dapat mengalir dan juga masuk ke dalam selokan yang akan mengalirkan ke sungai. Selain itu, keadaan tanah yang cukup porous dapat menyebabkan air melakukan peresapan kedalam tanah atau yang disebut dengan proses infiltrasi, air dan tanah akan menyatu dan akan mengalir bersama menuju sumber air tanah.

2. Drainase Buatan

Drainase buatan dengan sengaja dibentuk yang bertujuan sebagai pengeringan pada suatu Kawasan. Dalam pembuatan drainase ini memerlukan biaya yang cukup mahal, hal ini dikarenakan membutuhkan adanya selokan-selokan, pipa-pipa, pompa, dan lain-lain.

2.1.2.2 Sistem drainase konvensional

1. Drainase konvensional

Drainase konvensional merupakan suatu Upaya untuk mengalirkan atau membuang air yang berlebih secara cepat menuju ke sungai terdekat. Pada daerah perkotaan, drainase konvensional dibentuk dengan cara membuat saluran yang berbentuk lurus dan terpendek yang menuju ke sungai sehingga air pada daerah tersebut dapat atus dengan cepat. Begitu juga dalam Kawasan wisata dan olahraga, saluran drainase dirancang dengan sedemikian rupa sehingga air tidak menggenang dan dapat mengalir secepatnya ke dalam sungai.

2. Drainase berwawasan lingkungan

Drainase berwawasan lingkungan merupakan salah satu cara untuk mengendalikan air yang berlebihan yang dirancang dengan sebesar-besarnya lalu diresapkan menuju tanah dengan alami, atau dialirkan ke sungai tanpa melewati batas sungai yang sebelumnya. Metode drainase ramah lingkungan terdiri dari metode kolam konservasi, sumur resapan, *riverside polder*, area perlindungan air tanah.

2.1.2.3 Sistem drainase berdasarkan letak bangunan

1. Sistem drainase bawah tanah

Drainase bawah tanah merupakan drainase yang berada dibawah permukaan tanah. Drainase bawah tanah biasanya digunakan untuk mengatur air tanah.

2. Sistem drainase permukaan

Hal-hal yang perlu diperhitungkan dalam drainase permukaan yaitu aliran limpasan permukaan, yang merupakan besarnya dari air limpasan diharuskan untuk ditampung oleh sistem drainase permukaan (*Surface Drainase*). Selain itu yang perlu diperhitungkan pada drainase permukaan yaitu pada pemilihan waktu hujan, dalam pemilihan waktu hujan, di saat menentukan debit rencana menggunakan kala ulang yang ditentukan sehingga dengan kala ulang yang direncanakan dapat diperoleh aliran secara maksimum.

2.1.2.4 Sistem drainase berdasarkan fungsi

1. *Single Purpose*

Single purpose merupakan sebuah saluran yang memiliki fungsi untuk mengalirkan sejenis atau satu jenis air buangan. Contoh dari single purpose ini diantaranya air hujan serta air buangan seperti contoh air limbah industri, dan limbah domestik.

2. *Multi Purpose*

Multi purpose merupakan jenis saluran yang memiliki fungsi untuk mengalirkan lebih dari 1 jenis atau beberapa jenis air buangan, dalam pengaliran biasanya dijalankan secara campur maupun bergantian. Contoh dari drainase *multi purpose* yaitu pada wilayah pemukiman biasanya

dimanfaatkan untuk mengalirkan air hujan bersamaan dengan limbah rumah tangga.

2.1.2.5 Drainase berdasarkan konstruksi

1. Saluran Terbuka

Drainase saluran terbuka merupakan saluran yang pada biasanya untuk drainase air hujan yang berada di tempat atau daerah yang memiliki luasan yang cukup. Pada saluran ini mengalirkan air dengan suatu permukaan bebas dan pada saluran air terbuka ini apabila terdapat sampah yang menyumbat maka dengan mudah dapat dibersihkan, akan tetapi dapat menimbulkan bau yang dapat mengurangi kenyamanan.

2. Saluran Tertutup

Drainase saluran tertutup pada biasanya digunakan pada aliran kotor atau air yang dapat mengganggu kesehatan serta lingkungan. Pada saluran ini mampu menampung air limpasan dengan volume serta kecepatan yang meningkat tanpa menyebabkan erosi dan kerusakan pada tapak.

2.1.2.6 Drainase berdasarkan wilayah

1. Drainase bandara

Bandara memiliki area yang luas, mendatar, beraspal, serta air tidak mudah mengalir. Pada dasarnya drainase bandara dibangun untuk menghindari terjadinya genangan air yang dapat membahayakan pesawat pada saat take off maupun landing.

2. Drainase jalan raya

Drainase pada jalan raya pada umumnya ditutup serta dijadikan trotoar yang bertujuan agar tidak mengganggu aktivitas di jalan raya, selain itu juga bertujuan agar debit air hujan yang turun tidak membuat banjir pada jalan.

3. Drainase lapangan olahraga

Drainase pada lapangan olahraga dihadirkan untuk mengalirkan air yang ada di permukaan lapangan secara cepat, agar tidak mengakibatkan genangan. Selain itu melalui drainase pada lapangan olahraga bertujuan agar tidak merusak infrastruktur yang merupakan akibat dari genangan air yang tidak segera dialirkan.

2.1.3 Aspek Perencanaan

Agar drainase dapat berjalan dengan baik dan optimal, maka perlu adanya perencanaan drainase dengan mempertimbangkan 4 aspek. Berikut merupakan aspek dalam perencanaan drainase:

1. Menentukan debit rencana drainase berdasarkan curah hujan maksimum dengan kala ulang tertentu yang terjadi pada wilayah tersebut dan memperhitungkan debit limbah domestik yang mungkin dibuang ke saluran tersebut
2. Kecepatan aliran drainase bergantung pada bahan penyusun drainase tersebut, semakin kuat material penyusunnya, maka semakin besar kecepatan yang diizinkan.
3. Kemiringan dasar saluran drainase juga perlu diperhatikan agar drainase terhindar dari penumpukan sedimen yang mungkin terjadi, penumpukan sedimen dapat ditanggulangi antara lain dengan mempercepat aliran atau merencanakan bangunan pelengkap yang berfungsi sebagai tempat pengendapan sedimen.
4. Kontrol dari perencanaan drainase adalah debit yang dapat dilayani oleh drainase tersebut, harus lebih besar dari debit yang dilayani dengan kala ulang tertentu.

2.1.4 Fungsi Drainase

Berdasarkan dengan tujuan, fungsi drainase terbagi menjadi dua yaitu drainase tunggal dan drainase ganda (Yendri, 2023), uraiannya sebagai berikut:

1. Drainase fungsi tunggal

Single purpose atau drainase fungsi tunggal merupakan drainase yang bertujuan untuk mengalirkan atau membuang satu jenis air limbah, contohnya yaitu saluran resapan untuk menguras air tidak boleh dicampurkan dengan air limbah yang lainnya.

2. Drainase fungsi beragam

Pembuatan drainase multi fungsi bertujuan agar dapat mengalirkan lebih dari satu jenis air limbah sekaligus ataupun dengan cara yang berbeda.

2.1.5 Drainase Lapangan Sepak Bola

Drainase pada lapangan sepak bola pada biasanya menggunakan drainase bawah permukaan. Pada drainase ini pada dasarnya terdiri dari pipa-pipa yang disusun secara lateral pada bawah lapangan sepak bola dengan menyesuaikan jarak serta kondisi pada lapangan. Pada pipa lateral ini akan disambungkan dengan pipa perimeter yang berada di luar lapangan, dan selanjutnya disalurkan ke saluran pembuangan. Penggunaan jenis drainase bawah permukaan lebih dominan digunakan pada lapangan sepak bola, hal tersebut karena tuntutan dari fungsi permukaan tanah yang tidak boleh adanya saluran di permukaan tanah.

2.2 Analisa Hidrologi

Hidrologi merupakan sebuah ilmu yang berkaitan erat dengan air yang ada di bumi, yang di dalamnya membahas terkait terjadinya, peredaran, penyebaran, sifat-sifat, serta hubungan terhadap lingkungan sekitar yang paling utama yaitu hubungan dengan makhluk hidup yang ada di bumi (Triatmodjo, 2013).

Ilmu tentang hidrologi banyak dipelajari oleh ahli-ahli pada bidang teknik sipil khususnya pada perencanaan dan perencanaan bangunan air. Analisis hidrologi masih merupakan bagian analisis yang memerlukan penanganan yang cermat maka dari itu penguasaan terhadap pengertian dasar dan konsep ilmu hidrologi sangat diperlukan, agar tidak terjadi salah penanganan pada masalah analisis hidrologi, dan dalam perencanaan drainase bawah permukaan memerlukan perencanaan analisis hidrologi guna merencanakan debit hujan rancangan kala ulang 10 tahun

2.2.1 Data hujan

Hujan merupakan bagian yang penting untuk menganalisis hidrologi dalam merancang debit hujan, yaitu sebagai penentuan dimensi pada saluran drainase (Hasmar, 2002).

Data hujan yang diperoleh dari alat penakar hujan merupakan hujan yang terjadi hanya pada satu tempat atau titik saja (point rainfall). Mengingat hujan sangat bervariasi terhadap tempat (space), maka untuk kawasan yang luas, satu penakar hujan belum dapat menggambarkan hujan wilayah tersebut. Dalam hal ini diperlukan hujan kawasan yang diperoleh dari harga rata-rata curah hujan beberapa stasiun penakar hujan yang ada di dalam atau di sekitar kawasan tersebut. Curah hujan setiap hari yang direkam dari stasiun hujan digunakan sebagai masukan untuk mengetahui intensitas hujan yang ada pada suatu wilayah.

Berdasarkan spesifik tekniknya alat pengukur data hujan dibagi menjadi 2 tipe yaitu:

➤ Alat pengukur hujan tipe otomatis

Melalui alat ukur otomatis pengukuran curah hujan dapat dilakukan dalam beberapa durasi (lama waktu) harian, mingguan atau bulanan. Sebagian besar alat pengukur hujan tipe otomatis menggunakan durasi pengukuran harian, jenis data hujan tercatat berupa:

- Data curah hujan 5 menit, 10 menit, 15 menit, 30 menit atau jam-jaman.
- Data curah hujan harian, 10 harian, 15 harian, bulanan dan tahunan.

➤ Alat pengukur hujan tipe manual

Pengukuran hujan dengan menggunakan alat pengukur curah hujan manual (*nonautomatic*) menghasilkan data tinggi curah hujan harian, 10 harian, 15 harian, bulanan tahunan

2.2.2 Analisis frekuensi

Analisis frekuensi didasarkan pada sifat statistic data yang tersedia untuk memperoleh probabilitas besaran hujan (debit) di masa yang akan datang. Analisis frekuensi ini bertujuan untuk menetapkan besaran hujan atau debit dengan kala ulang tertentu. Analisis frekuensi dapat dilakukan menggunakan data yang diperoleh dari perekaman data seperti data hujan. Hasil analisis frekuensi bergantung dengan kualitas serta Panjang data, jika data yang tersedia semakin pendek maka penyimpangan yang terjadi semakin besar. Dalam analisis frekuensi data hidrologi menggunakan beberapa distribusi frekuensi yaitu:

1. Distribusi normal
2. Distribusi log-normal
3. Distribusi log-Pearson type III
4. Distribusi gumbel

Pada perencanaan tugas akhir ini menggunakan Distribusi Log Pearson III. Untuk menguji data diperlukan hasil dari perhitungan koefisien varian (Cv), koefisien skewness (Cs) dan koefisien kurtosis (Ck).

- Standar deviasi (S)

$$\text{Standar deviasi (Sn)} = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}}$$

- Koefisien keragaman sample (C_v)

$$C_v = \frac{S}{R}$$

- Koefisien kemiringan populasi (C_s)

$$C_s = \frac{N \sum (R_i - R)^3}{(n-1)(n-2)S^4}$$

- Koefisien kurtosis (C_k)

$$C_k = \frac{N \sum (R_i - R)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4}$$

Keterangan :

R = data hujan rata rata (mm)

R_i = data hujan (mm)

n = jumlah sample

Distribusi Log Pearson type III

Menghitung curah hujan dapat menggunakan tahapan sebagai berikut :

- Rata rata hujan tahunan yang akan digunakan diubah kedalam bentuk logaritma ($\log R_i$)

- Dihitung harga logaritma rata-rata

$$\text{Log}R = \frac{\sum_{i=1}^n \log R_i}{n}$$

- Diitung harga simpangan baku/ standar deviasi :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log R_i - \text{Log}R)^2}{n-1}}$$

- Dihitung koefisien kemencengan (C_s) :

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (\log R_i - \text{Log}R)^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

- Dihitung logaritma curah hujan rancangan dengan kala ulang tertentu :

$$\text{Log}R_T = \text{Log}R_I + Sd \cdot G$$

Keterangan :

R_T = Curah hujan rancangan (mm)

Sd = simpangan Baku

$\log R_i$ = rata-rata logaritma dari hujan maksimum (mm)

G = konstanta

Koefisien C_k	Waktu balik dalam tahun							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
3,0	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970	7,250
2,5	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,845	4,652	6,600
2,2	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,444	6,200
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	5,910
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147	5,660
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990	5,390
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828	5,110
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661	4,820
1,0	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489	4,540
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401	4,395
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,998	2,453	2,891	3,312	4,250
0,7	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223	4,105
0,6	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132	3,960
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041	3,815
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949	3,670
0,3	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856	3,525
0,2	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763	3,380
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670	3,235
0	0	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576	3,090
-0,1	0,017	0,836	1,270	1,716	2,000	2,252	2,482	2,950
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388	2,810
-0,3	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294	2,675
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,540
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,400
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016	2,275
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,150
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733	1,837	2,035
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749	1,910
-1,0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664	1,800
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,625
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351	1,465
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197	1,216	1,280
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087	1,097	1,130
-2,0	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	0,995	1,000
-2,2	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905	0,907	0,910
-2,5	0,360	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800	0,802
-3,0	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668

Dikutip dari DR. M.M.A. SHANIN/Statistical Analysis in Hydrology

Gambar 2. 1 Distribusi Log Person Tipe III untuk kemencengan C_k

2.2.3 Uji Kecocokan

2.2.3.1 Uji Chi-Kuadrat (*Chi-Square*)

Uji Chi-Kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang (metode yang digunakan untuk mencari hujan rencana) dapat mewakili dari distribusi sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter X^2 , oleh karena itu disebut uji Chi-Kuadrat. Parameter X^2 dapat dihitung dengan rumus (Soewarno, 1995):

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Dimana:

χ^2 = Parameter Chi Kuadrat terhitung

\sum = jumlah sub kelompok

O_i = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke-i

E_i = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke-i

Parameter χ^2 merupakan variabel acak. Peluang untuk mencapai χ^2 sama atau lebih besar dari pada nilai Chi-Kuadrat yang sebenarnya (χ^2) dapat dilihat pada Gambar 2.2 di bawah.

Prosedur Uji Chi-Kuadrat adalah:

1. Urutkan data pengamatan (dari besar ke kecil atau sebaliknya).
2. Kelompokkan data menjadi G sub grup, tiap-tiap sub grup minimal 4 data pengamatan.
3. Jumlahkan data pengamatan sebesar O_i tiap-tiap sub grup.
4. Jumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan sebesar E_i .
5. Tiap-tiap sub grup dihitung nilai $(O_i - E_i)^2$ dan $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
6. Jumlah seluruh G subgrup nilai $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$ untuk menentukan nilai Chi Kuadrat hitung.
7. Tentukan derajat kebebasan $dk = G - R - 1$ (nilai $R=2$, untuk distribusi normal dan binomial, nilai $R=1$, untuk distribusi poisson).
8. Interpretasi hasilnya adalah:
 - Apabila peluang lebih dari 5%, maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima.
 - Apabila peluang lebih kecil dari 1%, maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan tidak dapat diterima.
 - Apabila peluang berada diantara 1-5% adalah tidak mungkin mengambil keputusan, misal perlu tambah data.

dk	α derajat kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,0000393	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,390	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30,144	32,852	36,191	38,582
20	7,434	8,260	9,591	10,851	31,410	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,796
23	9,260	10,196	11,689	13,091	36,172	38,076	41,638	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,980	45,558
25	10,520	11,524	13,120	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,160	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,290
27	11,808	12,879	14,573	16,151	40,113	43,194	46,963	49,645
28	12,461	13,565	15,308	16,928	41,337	44,461	48,278	50,993
29	13,121	14,256	16,047	17,708	42,557	45,722	49,588	52,336
30	13,787	14,953	16,791	18,493	43,773	46,979	50,892	53,672

Sumber : Bonnier, 1980

Gambar 2. 2 Tabel Nilai Kritis Distribusi Chi-Kuadrat

2.2.3.2 Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov, sering juga disebut uji kecocokan non parametrik (non-parametric test), karena penggunaannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu (Soewarno, 1995).

Prosedurnya adalah sebagai berikut:

1. Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut:

$$X_1 \quad P(X_1)$$

$$X_2 \quad P(X_2)$$

$$X_m \quad P(X_m)$$

$$X_n \quad P(X_n)$$

2. Tentukan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya):

$$X_1 \quad P'(X_1)$$

$$X_2 \quad P'(X_2)$$

$$X_m \quad P'(X_m)$$

$$X_n \quad P'(X_n)$$

3. Dari kedua nilai peluang tersebut tentukan selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis.
4. Berdasarkan tabel nilai kritis (*Smirnov-Kolmogorov test*) tentukan harga D_0 yang terdapat di gambar (lihat Gambar 2.3) Interpretasi hasilnya adalah:
 - Apabila $D < D_0$ maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima
 - Apabila $D > D_0$ maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi tidak dapat diterima

No.	N	α			
		0,20	0,10	0,05	0,01
1	5	0,45	0,51	0,56	0,67
2	10	0,32	0,37	0,41	0,49
3	15	0,27	0,30	0,34	0,40
4	20	0,23	0,26	0,29	0,36
5	25	0,21	0,24	0,27	0,32
6	30	0,19	0,22	0,24	0,29
7	35	0,18	0,20	0,23	0,27
8	40	0,17	0,19	0,21	0,25
9	45	0,16	0,18	0,20	0,24
10	50	0,15	0,17	0,19	0,23
	N>50	$\frac{1,07}{N^{0,5}}$	$\frac{1,22}{N^{0,5}}$	$\frac{1,36}{N^{0,5}}$	$\frac{1,63}{N^{0,5}}$

Sumber: Soewarno, 1995

Gambar 2. 3 Nilai Kritis D_0 Untuk Uji Smirnov-Kolmogorov

2.2.4 Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana adalah debit terbesar yang kemungkinan akan terjadi pada periode ulang yang direncanakan. Besarnya debit banjir yang mungkin terjadi pada periode tertentu dapat direncanakan dengan menghitung tinggi hujan rencana dengan periode ulang tertentu. Besarnya debit banjir rencana tergantung dari tinggi hujan rencana dengan periode ulang yang direncanakan, sehingga debit banjir rencana dengan hujan rencana mempunyai periode ulang yang sama.

2.2.4.1 Intensitas Hujan

Dalam tugas akhir ini rumus yang digunakan adalah rumus Mononobe, dimana menggunakan data hujan harian. Satuan waktu (t) dalam jam dan mm/jam

untuk intensitas (I) hujan. Besarnya intensitas curah hujan berbeda-beda, yang disebabkan oleh lamanya curah hujan atau frekuensi kejadiannya.

Waktu (t) yaitu lamanya hujan, diambil sama dengan waktu konsentrasi (t_c) dari daerah aliran (the watershed time of concentration), dengan pengertian pada saat itu seluruh daerah aliran memberikan kontribusi aliran di titik tersebut. Dengan demikian curah hujan rencana adalah hujan yang mempunyai durasi sama dengan waktu konsentrasi. Berikut adalah rumus Mononobe:

$$I = \frac{R}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}}$$

keterangan:

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

R_{24} = curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

t_c = waktu konsentrasi (jam)

2.2.4.2 Analisa Debit Saluran

Melalui dasar pemikiran bahwa apabila air hujan jatuh dengan jumlah per satuan waktu yang tetap pada suatu permukaan kedap air, maka laju limpasan dari permukaan tanah akan sama dengan laju curah hujan. Untuk menghitung debit banjir di kawasan stadion dengan luas kurang dari 150 ha maka dipakai Metode Rasional, yaitu:

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

Keterangan:

Q = debit banjir (m³ /detik)

C = koefisien pengaliran

I = intensitas hujan untuk periode ulang tertentu (mm/jam)

A = area yang akan diputuskan (km²)

2.3 Analisa Tanah

pengertian Tanah pada teknik secara umum dapat diartikan sebagai material yang tersusun dari mineral-mineral padat yang tidak tersementasi satu sama lain serta berasal dari pelapukan bahan organik berpartikel padat yang di dalamnya terdapat zat cair dan gas dimana, zat dan juga gas tersebut mengisi bagian

bagian kosong yang terdapat diantara partikel partikel padat tersebut. Penggunaan tanah dalam bidang teknik sangat banyak pemanfaatannya.

2.3.1 Struktur Lapisan Tanah Lapangan Sepak Bola

Pemanfaatan lapangan olah raga pada umumnya dimanfaatkan untuk pertandingan sepak bola dan atletik. Rancangan lapangan sepak bola berupa lapangan berumput yang dibentuk dengan kemiringan tertentu. Berdasarkan peraturan standar lapisan tanah yang telah ditetapkan oleh FIFA (*Federation International Football Association*) secara umum terdapat susunan lapisan yang dimanfaatkan pada lapangan sepak bola, dalam susunan lapisan tanah tersebut menyesuaikan dengan keadaan dan material sebagai penyusun lapisan tanah yang terdapat di daerah tersebut.

Lapisan paling atas pada tanah di lapangan sepak bola pada seharusnya dijadikan sebagai media penanaman rumput yang baik. Agar rumput dapat tumbuh dengan subur maka perlu adanya penambahan pupuk kandang, selain itu melalui pemberian pupuk kandang dengan jangka waktu yang lama dapat memperbaiki struktur pada tanah. Lapisan selanjutnya yaitu lapisan pasir, yang berfungsi supaya air yang telah diresapkan oleh tanah dapat diteruskan lebih cepat oleh pasir. Lapisan yang ketiga yaitu agregat kasar dengan ukuran yang menyesuaikan ketika perencanaan, agregat yang digunakan yaitu bergradasi seragam akan tetapi dikelompokkan. Lapisan pertama pada menggunakan agregat yang memiliki diameter lebih besar dari pada agregat yang ada di bawahnya. Pada lapisan kedua menggunakan agregat kasar serta untuk lapisan pelindung pada pipa menggunakan agregat yang memiliki ukuran lebih kecil. Tebal lapisan tanah yang direncanakan setebal minimal 150 mm dengan rekomendasi tebal 150-200 mm. Lapisan kedua direkomendasikan setebal minimal 50-100 mm.

2.3.2 Analisa Tanah Lapangan Sepak Bola

Perencanaan drainase bawah permukaan pada lapangan sepak bola memerlukan adanya perencanaan struktur lapisan tanah yang dapat dengan mudah tembus oleh air, sehingga hal tersebut mampu memperkecil genangan yang berasal dari air hujan yang ada di lapangan.

➤ Rembesan Ekivalen

Perhitungan ekivalen digunakan ketika tanah berlapis dan juga lapisan tidak seragam, perhitungan ekivalen tersebut menyesuaikan dengan tebal serta material penyusun pada lapisan tersebut. perhitungan Nilai k terhadap tanah tanah yang berlapis-lapis dan arah pada alirannya vertical digunakan $k_v (cq)$ dengan persamaan (Das,1998):

$$K_{V(\text{equivalen})} = \frac{H}{\left(\frac{h_1}{k_1}\right) + \left(\frac{h_2}{k_2}\right) + \left(\frac{h_3}{k_3}\right) + \dots + \left(\frac{h_n}{k_n}\right)}$$

Dimana:

k = koefisien permeabilitas tanah (cm/detik)

H = ketebalan lapisan tanah

Rembesan arah horizontal:

$$k_{H(\text{eq})} = \frac{1}{H}(k_{h1} \cdot H_1 + k_{h2} \cdot H_2 + k_{h3} \cdot H_3 + \dots + k_n \cdot H_n)$$

Rembesan arah vertical:

$$K_{V(\text{eq})} \cdot \frac{h}{H} = K_{v1} \cdot i_1 = k_{v2} \cdot I_2 = k_{v3} \cdot I_3 = \dots = k_{vn} \cdot I_n$$

➤ Porositas Tanah

Angka pori dapat didefinisikan sebagai perbandingan yaitu antara volume pori dan volume butiran padat, sedangkan pada porositas dinyatakan perbandingan volume air dan volume pori. Maka dari itu, hubungan antar angka pori dengan porositas tanah dirumuskan sebagai berikut (Das, 1998):

- Angka Pori

Perbandingan volume pori dengan volume butiran padat

$$e = \frac{V_v}{V_s}$$

Keterangan:

V_v = Volume pori

V_s = volume butir

- **Porositas Tanah**

perbandingan volume air dan volume pori

$$n = \frac{e}{(1 + e)}$$

Keterangan:

n = Porositas Tanah

e = Angka pori

➤ **Permeabilitas Tanah**

Permeabilitas tanah yaitu kecepatan Bergeraknya pada suatu cairan dalam media berpori pada keadaan jenuh. Melalui hal ini cairan yang dimaksud berupa air, dan media berpori yaitu tanah. Perhitungan kecepatan aliran air yang mengalir di dalam tanah yang jenuh yaitu menggunakan hukum Darcy, yaitu sebagai berikut:

$$v = k \cdot i$$

Keterangan:

v = Kecepatan aliran

k = Koefisien rembesan

i = Gradien hidrolik

koefisien permeabilitas:

$$Q = k \cdot i \cdot A \text{ atau } \frac{Q}{i \cdot A}$$

Keterangan:

Q = Debit (m^3 / det)

k = Koefisien Permeabilitas

i = Miring hidrolis

A = Luas bidang pengairan

Koefisien rembesan (coefficient of permeability) memiliki kepadatan yang sama dengan kecepatan. Koefisien permeabilitas yang dinyatakan dalam satuan cm/detik dan total volume adalah cm³. Koefisien permeabilitas bergantung pada beberapa faktor, antara lain:

- Kekentalan
- Sebaran
- Angka pori
- Ukuran partikel

Harga untuk koefisien rembesan (k) untuk pada jenis-jenis tanah berbeda, sesuai dengan kerapatan angka pori atau permeabilitasnya. Berikut harga koefisien rembesan yang ada dibawah ini

Jenis tanah	K	
	(cm/detik)	(ft/menit)
Kerikil bersih	1.00 - 100	2.00 - 200
Pasir kasar	1.00 - 0.01	2.00 - 0.02
Pasir halus	0.01 - 0.001	0.02 - 0.002
Lanau	0.001 - 0.00001	0.002 - 0.00002
Lempung	Kurang dari 0.000001	Kurang dari 0.000002

Gambar 2. 4 Tabel Perkiraan Harga k

➤ Infiltrasi

Infiltrasi merupakan proses aliran air yang pada umumnya berasal dari curah hujan yang masuk ke dalam tanah. Berikut merupakan tabel yang memberikan angka infiltrasi untuk jenis - jenis tanah sesuai dengan kondisinya yang terdapat pada di bawah

Jenis Tanah	Total infiltrasi setelah 3 jam (mm)	Laju infiltrasi setelah jam (mm/jam)
<i>Coarse textured soil</i>	150 - 300	50 - 100
<i>Medium textured soil</i>	30 - 100	10 - 50
<i>Fine textured soil</i>	30 - 70	1 - 10

Tabel 2. 1 Laju Infiltrasi

2.4 Analisa Hidrolika

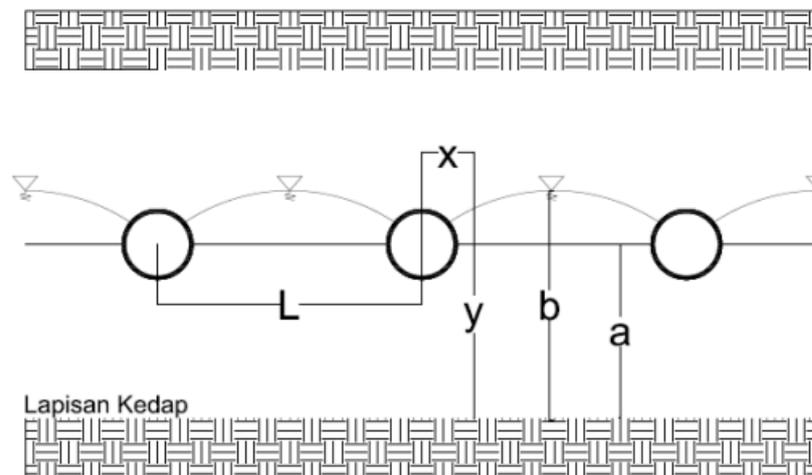
2.4.1 Drainase bawah permukaan

Drainase bawah permukaan merupakan jenis drainase yang digunakan untuk mengeringkan air hujan yang menggenang di atas permukaan tanah dan menerapkannya kedalam tanah melalui pori-pori tanah dengan lapisan tanah yang beragam penyusun pada lapangan sepak bola, air yang meresap pada pori-pori tanah tersebut selanjutnya akan ke pipa pipa bawah permukaan melalui pori-pori yang terdapat pada bagian atas pipa. Air yang mengalir pada pipa pipa tersebut akan dialirkan menuju sumur resapan atau saluran dan meneruskannya ke sungai, danau maupun laut. Pipa yang digunakan biasanya pipa beton ataupun pipa paralon. Kebanyakan pipa pipa jenis tersebut digantikan oleh pipa yang HDPE

Pada lapangan sepak bola sangat diperlukan sistem pembuangan air yang mempunyai agar air yang tergenang di lapangan tidak menyulitkan pemain saat 29 bermain sepak bola. perhitungan untuk drainase bawah permukaan sangat diperhatikan agar waktu air meresap dapat sesuai dengan yang direncanakan. Pembuangan air keluar stadion digunakan drainase permukaan. (subsurface drainage). (Peraturan menteri pekerjaan umum, 2014).

2.4.1.1 Perhitungan jarak antar pipa *subsurface drainage*

Penentuan jarak antar pipa bawah permukaan bertujuan agar kinerja dari drainase bawah permukaan menjadi optimum, yakni agar kebutuhan pipa berbanding lurus dengan besarnya air hujan yang turun di atas lapangan sepak bola. Perhitungan jarak antar pipa ini merupakan langkah pendekatan agar pipa yang dibutuhkan tidak terlalu banyak dan dapat meresapkan air secepatnya. Berikut adalah analisa jarak antar pipa menggunakan metode Darcy dan metode Hooghoudt. Sedikit berbeda dengan menggunakan metode Darcy, untuk menentukan jarak antar pipa dengan menggunakan metode Hooghoudt ada beberapa parameter yang harus diketahui antara lain koefisien permeabilitas tanah, jarak antar muka air tertinggi dengan muka air pada saluran dan asumsi diameter pipa yang digunakan.



Gambar 2.5 Penentuan jarak Antar Pipa

- Metode Darcy

Untuk analisa menggunakan metode Darcy ada beberapa parameter yang dibutuhkan, antara lain jarak dari lapisan kedap terhadap permukaan tanah, rencana kedalaman pipa dari permukaan tanah, koefisien permeabilitas tanah, laju infiltrasi tanah dan asumsi selisih muka air tanah maksimum.

$$L = 2 \cdot \sqrt{\frac{k}{v}} (b^2 - a^2)$$

Keterangan:

L = Jarak antar pipa (mm)

k = koefisien permeabilitas tanah (mm/jam)

v = laju infiltrasi tanah (mm/jam)

b = jarak lapisan kedap terhadap muka air maksimum (mm)

a = jarak lapisan kedap terhadap pipa drain (mm)

- Metode Hooghoudt

Untuk menentukan jarak antar pipa dengan menggunakan metode Hooghoudt ada beberapa parameter yang harus diketahui antara lain koefisien permeabilitas tanah, jarak antar muka air tertinggi dengan muka air pada saluran dan asumsi diameter pipa yang digunakan.

$$L^2 = \frac{8 \cdot k \cdot d \cdot h}{q}$$

Keterangan :

L = jarak pipa drain (m)

k = koefisien permeabilitas tanah (mm/jam)

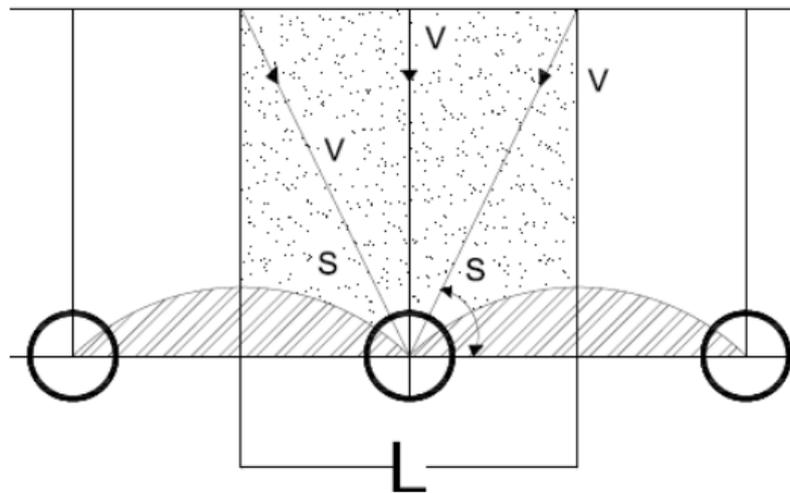
d = diameter pipa yang diasumsikan (m)

h = jarak antar muka air tertinggi dengan muka air pada saluran (m)

q = debit per satuan luas area (mm/jam)

2.4.1.2 Kapasitas sistem drainase

Peninjauan kapasitas pipa drain dilakukan dengan meninjau 1 Meter panjang pipa drain. Ada beberapa parameter yang perlu diketahui, antara lain kedalaman pipa, jarak antar pipa, panjang pipa, laju infiltrasi tanah dan porositas tanah.



Gambar 2. 6 Definisi Penentuan Kapasitas Pipa

Dibutuhkan juga beberapa parameter antara lain:

$$q_2 = 0,8 \cdot V_1 \cdot a$$

Keterangan:

q_2 = Kapasitas pipa (mm.jam)

n = Porositas tanah

V_1 = Kecepatan resapan (mm/jam)

a = Sudut pipa terhadap aliran

Perhitungan di atas terdapat beberapa variabel yang harus dianalisa terlebih dahulu, seperti:

- Daya resap tanah

$$q_1 = n \cdot V_1$$

Keterangan:

q_1 = laju infiltrasi (mm/jam)

n = porositas tanah

V_1 = kecepatan aliran searah S (mm/jam)

- Kecepatan aliran

$$V_1 = \frac{q_1}{n}$$

Keterangan:

q_1 = laju infiltrasi (mm/jam)

n = porositas tanah

V_1 = kecepatan aliran searah S (mm/jam)

- Persamaan sudut pipa

$$\tan \alpha = \frac{H}{0,5 L}$$

$$S = \frac{H}{\sin \alpha}$$

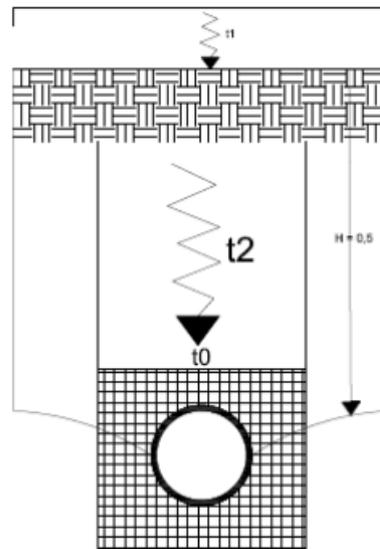
$$T = \frac{H}{V \sin}$$

$$\text{Sehingga} = \frac{H}{V \sin}$$

Mengacu pada SNI 03-3646 tahun 1994 tentang bangunan stadion, bahwa lapangan sepak bola harus dapat meresapkan dan mengeringkan air hujan sebesar 10,8 mm/m² dalam waktu 90 menit. agar lebih mudah dipahami maka hasil dari perbandingan kapasitas pipa dengan curah hujan rencana yang turun di atas lapangan sepak bola dapat disajikan dalam bentuk grafik.

2.4.1.3 Lama pengeringan permukaan lapangan sepak bola

Perencanaan drainase lapangan sepak bola diasumsikan tidak ada air hujan yang mengalir di atas lapangan atau dengan kata lain seluruh air hujan meresap kedalam tanah, maka dari itu perlu direncanakan seberapa lama tanah tersebut dapat mengering seperti kondisi semula.



Gambar 2. 7 Penampang Melintang Pipa

Rumus yang digunakan:

- Waktu pengeringan

$$t_1 = \frac{H}{V_1}$$

Keterangan:

t_1 = waktu pengeringan (menit)

H = jarak pipa terhadap permukaan (mm)

V_1 = kecepatan resapan (mm/menit)

- Waktu yang dibutuhkan air hingga ke dalam pipa

$$t_2 = \frac{h - \frac{4}{5} \cdot n \cdot H}{q_2}$$

Keterangan:

t_2 = waktu yang ditempuh air hingga ke dalam pipa (menit)

h = tinggi genangan (mm)

n = porositas tanah

H = jarak pipa terhadap permukaan (mm)

q_2 = kapasitas pipa (mm/menit)

- Waktu yang dibutuhkan agar tanah menjadi kering seperti semula

$$t_3 = \frac{\frac{4}{5} \cdot n \cdot H}{q_2}$$

Keterangan :

t_3 = waktu yang dibutuhkan tanah menjadi kondisi awal (menit)

n = porositas tanah

H = jarak pipa terhadap permukaan (mm)

q_2 = kapasitas pipa (mm/menit)

- Waktu tanah dalam keadaan basah atau tergenang

$$t_0 = t_1 + t_2$$

Keterangan:

t_0 = waktu tanah dalam kondisi basah (menit)

t_1 = waktu pengeringan (menit)

t_2 = waktu yang ditempuh air hingga sampai ke pipa (menit)

- Volume tanah terisi

$$V_0 = \frac{4}{5} \cdot n \cdot H$$

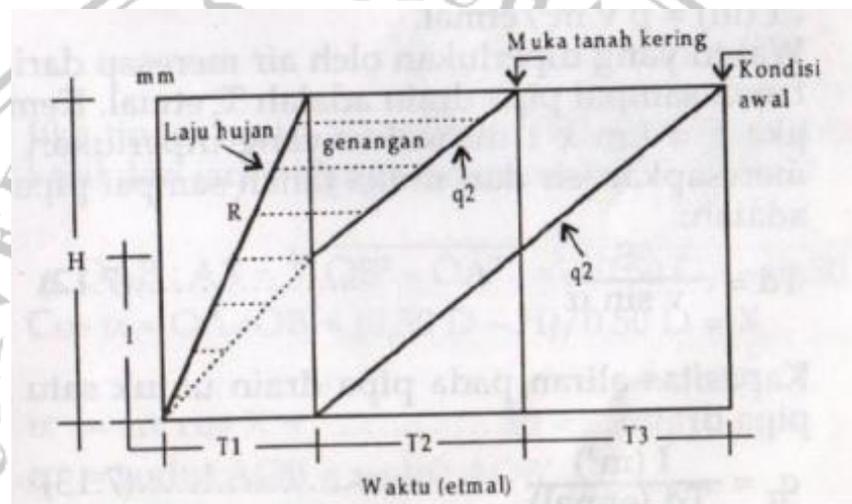
Keterangan :

V_0 = volume tanah terisi air (mm)

n = porositas tanah

H = jarak pipa terhadap permukaan (mm)

Setelah dilakukan analisa dengan beberapa metode diatas, selanjutnya hasil perhitungan tersebut dijabarkan dalam grafik lengkung somasi dibawah ini:



Gambar 2. 8 Lengkung Somasi

Lengkung somasi adalah gerakan air dalam tanah dengan garis pada absis merupakan waktu (etmal) dan ordinal merupakan tinggi air (H,mm) atau volume air (liter, m^3 atau mm^3).pada grafik lengkung somasi ini diasumsikan :

- Tidak ada *run off*.
- Tanah mula-mula dalam keadaan kering.
- Penentuan debit maksimum.

Grafik lengkung somasi ini penting untuk hal-hal sebagai berikut :

- Menghitung genangan air di atas muka tanah, berapa lama dapat dikeringkan.
- Menyelidiki apakah tanah dapat mendrain air hujan dengan baik atau perlu sistem drainase bawah tanah.

- Menurunkan muka air tanah bila air tanah cukup tinggi.

2.4.1.4 Analisa perpipaan

Perhitungan diameter pipa menggunakan hukum kontinuitas. Debit adalah perkalian kecepatan aliran dengan luas penampang atau saluran.

Berikut adalah rumus yang digunakan:

$$Q = A.V$$

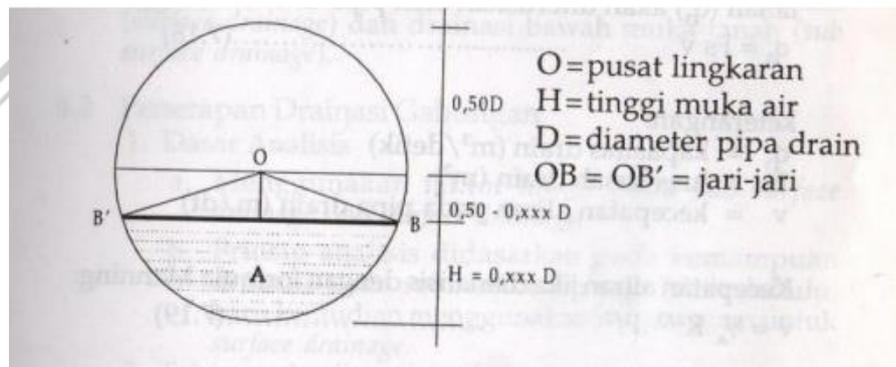
Dengan:

Q = debit yang melalui pipa (m^3 / detik)

V = Kecepatan aliran di dalam pipa (m/detik)

A = luas penampang pipa (m^2)

Untuk pipa 1/3 terisi:



Gambar 2.9 Penampang 1/3 terisi

Dengan dirumuskan:

$$\cos \alpha = \frac{BB'}{BC} = \frac{\frac{1}{2}D}{\frac{1}{2}D} = \frac{1}{3} \rightarrow \arccos \frac{1}{3} = 70,5388^\circ$$

$$B'C = BB' \rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{3}D \times \operatorname{tg} 70,5288 = 0,4714 D$$

$$\begin{aligned} \text{Luas basah (A)} &= \frac{2\alpha}{360^\circ} = \frac{1}{4} \pi D^2 - 0,4714 D \cdot \frac{1}{6} \alpha \\ &= 0,30774 \times D^2 - 0,07857 D^2 . \end{aligned}$$

$$= 0,22917 D^2$$

$$\text{Keliling basah (P)} = \frac{2\alpha}{360^\circ} \pi \cdot D = 1,23096 \alpha$$

$$\text{Radius hidrolis (R)} = \frac{A}{P} = \frac{0,22917D^2}{1,23096D} = 0,18617D$$

Aliran pipa dirumuskan:

$$Q = A \cdot \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

Keterangan :

A = Luas basah penampang (mm)

P = Keliling basah (mm)

R = Radius hidrolis (mm)

S = Kemiringan dasar saluran

2.4.2 Drainase permukaan

Drainase permukaan adalah saluran terbuka yang menyalurkan dan menampung air yang berasal dari hujan ataupun yang berasal dari limbah permukaan

2.4.2.1 Debit rencana

Debit rencana digunakan untuk mengetahui apakah debit yang akan diakomodasi oleh penampang dapat lebih kecil dari penampang yang sudah direncanakan sehingga air tidak meluap melebihi kapasitas saluran. Dengan perhitungan kapasitas saluran dilakukan dengan berdasarkan rumus manning:

$$Q = A \cdot \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

Di mana:

Q: Debit saluran (m³/detik)

n: koefisien kekasaran manning

R: jari-jari hidrolis saluran (m)

s: kemiringan saluran

A: luas penampang saluran (m²)

2.4.2.2 Analisa penampang

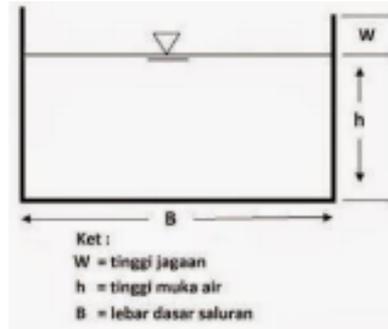
Penampang pada saluran drainase permukaan atau pada saluran terbuka diantaranya adalah persegi, segitiga dan trapesium. Pada beberapa bentuk tersebut, berikut adalah rumus untuk mendapatkan luas penampangnya.

- Penampang segiempat

$$A = (b + h)$$

$$P = b + 2h$$

$$R = \frac{A}{P}$$



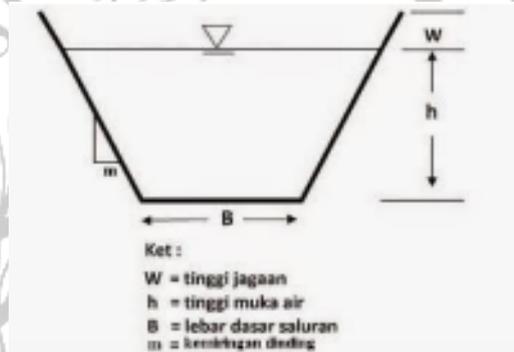
Gambar 2. 10 Penampang segiempat

- Penampang Trapesium

$$A \text{ (jari jari luas saluran)} = (b + mh) h$$

$$P \text{ (keliling basah)} = b + 2h\sqrt{m^2 + 1}$$

$$R \text{ (jari jari hidrolis)} = \frac{A}{P}$$



Gambar 2. 11 Penampang Trapesium

2.4.2.3 Waktu konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang dibutuhkan untuk membuang air dari titik terjauh di daerah aliran menuju titik kontrol yang telah ditentukan. Pada analisisnya, waktu konsentrasi dapat dibagi menjadi 2, yakni:

1. Inlet time (t_0), yaitu waktu yang diperlukan air hujan atau air pada permukaan untuk mengalir menuju saluran drainase
2. Conduit time (t_d) adalah waktu yang diperlukan air yang mengalir disepanjang saluran menuju titik kontrol yang telah ditentukan.

Waktu konsentrasi dapat dihitung dengan rumus :

$$t_c = t_0 + t_d$$

Keterangan:

t_c = waktu konsentrasi (menit)

t_0 = Inlet time (menit)

t_d = Conduit time (menit)

Waktu yang dibutuhkan untuk air mengalir di dalam saluran (t_d) dapat diperhitungkan sesuai dengan kondisi permukaan salurannya

2.4.2.4 Kecepatan aliran

Kecepatan aliran maksimum ada batas izinnya. Kecepatan harus berada pada batas tertentu yang sudah ditentukan minimum atau maksimum, dengan kecepatan yang telah ditentukan diharapkan tidak terjadi penumpukan dan pengendapan serta menghindari terjadinya terkikisnya saluran oleh air. Kecepatan minimum yang diizinkan adalah 0,6-0,9 m/detik (suhardjono,1984).

2.4.2.5 Kemiringan dasar saluran

Kemiringan dasar saluran yang dimaksud adalah kemiringan dinding saluran. Kemiringan dasar saluran sebisa mungkin membuat saluran membersihkan diri dan tidak terjadi endapan air, tanah ataupun lumpur pada dasar saluran. Kemiringan dasar saluran bisa didapat berdasarkan topografi lapangan atau direncanakan. Kemiringan dasar saluran biasanya 0,004-0,008 atau tergantung pada bahan yang akan digunakan. Pada lapangan sepak bola kemiringan dasar saluran yang ada 0,005.

2.4.2.6 Tinggi jagaan

Tinggi jagaan pada saluran terbuka adalah tinggi jaga-jaga yang diperhitungkan untuk debit tinggi yang tiba tiba atau melampaui hitungan. Tinggi jagaan harus diperhitungkan dengan benar karena agar tidak adanya luapan air akibat gelombang fluktuasi yang terjadi. (Ven TE, 1997). Pada jagaan direncanakan dengan kurang dari 5%-30% lebih dari dalam air.

2.5 Bangunan Pelengkap

Bangunan pelengkap sistem drainase merupakan bangunan penunjang yang memiliki fungsi untuk menjamin agar saluran drainase dapat berfungsi dengan optimal sesuai dengan perencanaan. Keberadaan bangunan pelengkap ini bergantung pada kebutuhan sistem drainase yang telah ada. Secara umum keberadaan bangunan pelengkap dipengaruhi oleh fungsi saluran, kondisi lingkungan, dan tuntutan akan kesempurnaan jaringan.