BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Genangan

Genangan adalah peristiwa manakala kawasan dipenuhi air karena tidak ada drainase yang mengalirkan air tersebut keluar kawasan (Sobirin, 2007). Genangan berhubungan erat dengan resapan dan saluran drainase. Genangan didefinisikan sebagai sekumpulan air yang berhenti mengalir di tempat yang bukan merupakan badan air.

2.2 Pengertian Drainase

Berdasarkan peruntukannya drainase dapat dibagi menjadi : Drainase lahan pertanian, drainase perkotaan, drainase lapangan terbang dan drainase lapangan olah-raga. Berdasarkan sifatnya: drainase alami *(natural drainage)* dan drainase buatan *(man-made drainage)*. Berdasarkan sasaran pengendaliannya, drainase dapat dibedakan dalam drainase permukaan *(surface drainage)* dan drainase bawah-permukaan *(sub-surface drainage)*. Drainase permukaan menitik beratkan pada pengendalian genangan air di atas permukaan tanah, sedangkan drainase bawah-permukaan pada kedalaman air tanah di bawah permukaan tanah (Dedi Kusnadi Kalsim, 2010).

2.3 Daerah Studi

Studi penelitian ini dilakukan di lapangan stadion Pakansari Bogor, seperti terlihat pada Gambar 2.1

Gambar 2.1 Lokasi Studi Kasus
(Sumber : Google Earth)

itenas library

2.4 Analisis Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang berkaitan dengan air bersih di bumi, baik mengenai terjadinya, peredarannya dan penyebarannya, sifat-sifatnya dan hubungan dengan lingkungannya terutama dengan makhluk hidup. Penerapan ilmu hidrologi dalam beberapa kegiatan seperti perencanaan dan operasi bangunan air, penyediaan air untuk berbagai keperluan (air bersih, irigasi, perikanan, peternakan), pembangkit listrik tenaga air, pengendalian banjir, pengendalian erosi dan sedimentasi, transportasi air, drainase, pengendalian polusi, alir limbah dan sebagainya.

2.4.1 Penentuan Hujan Kawasan

Stasiun penakar hujan hanya memberikan kedalaman hujan pada titik dimana stasiun tersebut berada, sehingga hujan pada suatu luasan harus diperkirakan dari titik pengukuran tersebut. Apabila pada suatu daerah terdapat lebih dari satu stasiun pengukuran yang ditempatkan secara terpencar, hujan yang tercatat dimasing-masing stasiun dapat berbeda. Dalam analisis hidrologi sering diperlukan untuk menentukan hujan rerata pada daerah tersebut, yang dapat dilakukan dengan tiga metode berikut yaitu metode rerata aritmatik, metode poligon Thiessen, dan metode isohiet.

1. Metode Rerata Aritmatik (Aljabar)

   Metode ini adalah yang paling sederhana untuk menghitung hujan rerata pada suatu daerah. Pengukuran yang dilakukan di beberapa stasiun dalam waktu yang bersamaan dijumlahkan dan kemudian dibagi dengan jumlah stasiun. Stasiun hujan yang digunakan dalam hitungan biasanya adalah yang berada di dalam DAS, tetapi stasiun di luar DAS yang masih berdekatan juga bisa diperhitungkan. Metode rerata aljabar memberikan hasil yang baik apabila:

   a. stasiun hujan tersebar secara merata di DAS,
   b. distribusi hujan relatif merata pada seluruh DAS.
   c. Hujan rerata pada seluruh DAS diberikan oleh bentuk berikut :

$$P = \frac{P1+P2+P3\ldots+Pn}{n} \quad \text{.....(2.1)}$$

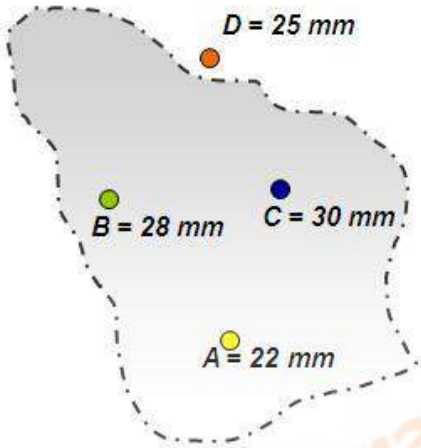
Dengan :

P : hujan rerata kawasan

P1,P2..Pn : hujan di stasiun 1,2,3..n

n : jumlah stasiun

(Bambang Triatmodjo, 2016, Hidrologi Terapan)



Gambar 2.2 Metode Rerata Aritmatik

2. Metode Thiessen

Metode ini memperhitungkan bobot dari masing-masing stasiun yang mewakili luasan di sekitarnya. Pada suatu luasan di dalam DAS dianggap bahwa hujan adalah sama dengan yang terjadi pada stasiun yang terdekat, sehingga hujan yang tercatat pada suatu stasiun mewakili luasan tersebut. Metode ini digunakan apabila penyebaran stasiun hujan di daerah yang ditinjau tidak merata. Hitungan curah hujan rerata dilakukan dengan memperhitungkan pengaruh dari tiap stasiun.

Pembentukan poligon Thiessen adalah sebagai berikut ini.

a. Stasiun pencatat hujan digambarkan pada peta DAS yang ditinjau, termasuk stasiun hujan di luar DAS yang berdekatan.
b. Stasiun-stasiun tersebut dihubungkan dengan garis lurus (garis terputus) sehingga membentuk segitiga-segitiga, yang sebaiknya mempunyai sisi dengan panjang yang kira-kira sama.
c. Dibuat garis berat pada sisi-sisi segitiga seperti ditunjukkan dengan garis penuh.

d. Garis-garis berat tersebut membentuk poligon yang mengelilingi tiap stasiun. Tiap stasiun mewakili luasan yang dibentuk oleh poligon. Untuk stasiun yang berada di dekat batas DAS, garis batas DAS membentuk batas tertutup dari poligon.

e. Luas tiap poligon diukur dan kemudian dikalikan dengan kedalaman hujan di stasiun yang berada di dalam poligon.

f. Jumlah dari hitungan pada butir e untuk semua stasiun dibagi dengan luas daerah yang ditinjau menghasilkan hujan rerata daerah tersebut, yang dalam bentuk matematik mempunyai bentuk berikut ini :

$$P = \frac{A1P1+A22+A3P3\ldots+AnPn}{A1+A2+A3\ldots.+An} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2.2)$$

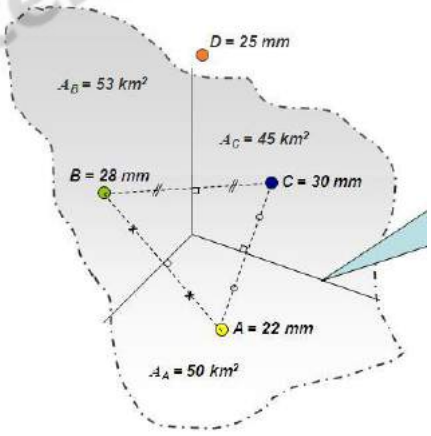
Dengan :

P : hujan rerata kawasan

P1,P2..Pn : hujan di stasiun 1,2,3..n

A1,A2..,An : luas daerah yang mewakili stasiun 1,2,3,..n

(Bambang Triatmodjo, 2016, Hidrologi Terapan)



Gambar 2.3 Metode Thiessen

3. Metode Isohiet

Isohiet adalah garis yang menghubungkan titik-titik dengan kedalaman hujan yang sama. Pada metode isohiet, dianggap bahwa hujan pada suatu daerah di antara dua garis isohiet adalah merata dan sama dengan rerata dari kedua garis

isohiet tersebut. Pembuatan garis isohiet dilakukan dengan prosedur berikut ini.

a. Lokasi stasiun hujan dan kedalaman hujan digambarkan pada peta daerah yang ditinjau.
b. Dari nilai kedalaman hujan di stasiun yang berdampingan dibuat interpolasi dengan pertambahan nilai yang ditetapkan.
c. Dibuat kurva yang menghubungkan titik-titik interpolasi yang mempunyai kedalaman hujan yang sama. Ketelitian tergantung pada pembuatan garis isohiet dan intervalnya.
d. Diukur luas daerah antara dua isohiet yang berurutan dan kemudian dikalikan dengan nilai rerata dari nilai kedua garis isohiet.
e. Jumlah dari hitungan dapat butir d untuk seluruh garis isohiet dibagi dengan luas daerah yang ditinjau menghasilkan kedalaman hujan rerata daerah tersebut, secara matematis hujan rerata tersebut dapat ditulis :

$$P = \frac{A1\frac{I1+I2}{2}+A2\frac{I2+I3}{2}\ldots+An\frac{In+In+1}{2}}{A1+A2+\cdots.+An} \quad \text{.....(2.3)}$$

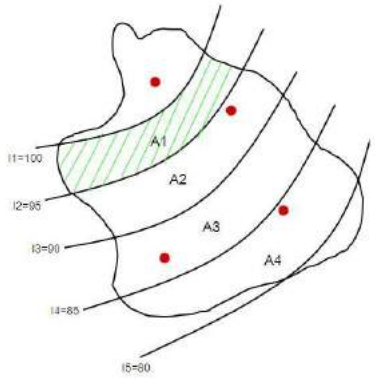
Dengan :

P : hujan rerata kawasan

I1,I2..In : garis isohiet ke 1,2,3,..,n

A1,A2..,An : luas daerah yang dibatasi oleh garis isohiet ke 1 dan 2, 2 dan 3,...,n dan n+1

(Bambang Triatmodjo, 2016, Hidrologi Terapan)



Gambar 2.4 Metode Isohiet

2.4.2 Hujan Rencana

Penentuan besar hujan rencana memerlukan data hujan jangka pendek, data ini kemudian dianalisis menggunakan beberapa distribusi frekuensi. Ada empat jenis distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi yaitu distribusi Normal, Log Normal, Log Person III dan Gumbel. Syarat distribusi frekuensi dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Syarat Distribusi Sebaran Hujan

No	Jenis Distribusi	Syarat
1	Normal	Cs = 0
		Ck = 3
2	Log Normal	Cs = 1,104
		Ck = 5,24
3	Log Person III	Cs ≠ 0
		Cv = 0,3
4	Gumbel	Cs ≤ 1,1396
		Ck ≤ 5,4002

1. Metode Distribusi Normal

Merupakan fungsi distribusi kumulatif normal atau dikenal dengan distribusi Gauss *(Gaussian Distribution).* Distribusi Normal memiliki fungsi kerapatan probabilitas yang dirumuskan:

$$X_T = \bar{x} + K_T.S \quad \text{.....(2.4)}$$

Dengan :

X_T : perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-Tahunan

$\bar{x}$: nilai rata-rata

K_T : faktor frekuensi

S : standar deviasi

2. Metode Distribusi Log Normal

Fungsi kerapatan probabilitas Log Normal sebagai berikut :

$$log\ \bar{x} = \frac{n\sum_{i=1}^{n} log\ xi}{n} \quad \text{.....(2.5)}$$

$$Slog\ x = [\frac{\sum_{i=1}^{n}(\log xi - \log xr)^2}{n-1} \quad \text{.....(2.6)}$$

$$Cv = \frac{S}{Xr} \quad \text{.....(2.7)}$$

$$log\ X_T = log\ \bar{x} + K_T.\ log\ \bar{x} \quad \text{.....(2.8)}$$

Dengan :

X_T : perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan

$\bar{x}$: nilai rata-rata

$Slog\ x$: standar deviasi

K_T : faktor frekuensi

3. Metode Distribusi Log Person III

Secara sederhana fungsi kerapatan peluang Distribusi Log Pearson III sebagai berikut:

$$Cs = \frac{n\sum_{i=1}^{n}(Xi - Xr)^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad \text{.....(2.9)}$$

$$log\ X_T = log\ \bar{x} + slog\ \bar{x} \quad \text{.....(2.10)}$$

Dengan :

$log\ X_T$: perkiraan yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan

$log\ \bar{x}$: nilai rata-rata

S : standar deviasi

C_S : koefisien *skewness*

itenas library

4. Metode Distribusi Gumbel

Metode Distribusi Gumber banyak digunakan dalam analisis frekuensi hujan yang mempunyai rumus :

$$X_{Tr} = \bar{x} + \frac{Y_{Tr}-Y_n}{Sn}.S \quad \text{.....(2.11)}$$

Dengan :

X_{Tr} : besar variable dengan kata ulang T-tahun

$\bar{x}$: nilai rata-rata

S : standar deviasi

Y_n : *reduced mean* yang tergantung jumlah sampel/data n

S_n : *reduced standard deviation* yang juga tergantung pada jumlah sampel n

Y_{Tr} : *reduced variate*

2.4.3 Uji Kecocokan Distribusi

Diperlukan pengujian parameter untuk menguji kecocokan distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian parameter yang sering dipakai adalah *Chi-Square* dan Smirnov-Kolmogorov. Pada Table 1 dan Tabel 2 dapat dilihat nilai-nilai kritis *Chi-Square* dan Smirnov-Kolmogorov.

1. Uji *Chi-Square*

Uji *chi-square* dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistic sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter X^2, yang dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$Xh^2 = \sum_{i=1}^{G} \frac{(Ei-Oi)^2}{Ei} \quad \text{.....(2.12)}$$

Dengan :

Xh^2 : parameter *chi-square* terhitung

G : jumlah sub kelompok

O_i : jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok i

E_i : jumlah nilai teoritis pada sub kelompok i

2. Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov sering disebut juga uji kecocokan non parametik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

Tabel 2.2 *Chi-Square*

Dk	α derajat kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,04393	0,0315	0,0398	0,0239	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,210	10,579
3	0,0717	0,115	0,216	0,325	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,448	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	12,692	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,236	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	18,307	23,209	25,188

Sumber : Suripin, 2004

Tabel 2.3 Smirnov Kolmogorov

N	α derajat kepercayaan			
	0,2	0,1	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N > 50	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,637}{\sqrt{n}}$

Sumber : Suripin, 2004

2.4.4 Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah ketinggian air hujan yang terkumpul pada daerah yang datar, tidak menguap, tidak mengalir dan tidak meresap. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung, maka tinggi intensitasnya makin besar periode ulangnya intenstitasnya pun semakin tinggi. Persamaan yang dapat digunakan adalah Talbot (1881), Sherman (1905), Ishiguro (1953), dan Mononobe.

1. Persamaan Talbot (1881)

   Untuk persamaan Talbot adalah sebagai berikut :

$$I = \frac{a}{t+b} \quad \text{.....(2.13)}$$

Dengan :

I : intensitas curah hujan (mm/jam)

t : lamanya curah hujan / durasi cerah hujan (jam)

a dan b : konstanta yang bergantung pada lamanya curah hujan yang terjadi di suatu wilayah

N : jumlah durasi curah hujan sampel (8 jenis durasi curah hujan)

Keterangan :

$$a = \frac{\sum[I.t]\sum[I^2]-\sum[I^2.t]\sum[I]}{N\sum[I^2]-\sum[I][I]} \quad \text{.....(2.14)}$$

$$b = \frac{\sum[I]\sum[I.t]-N\sum[I^2.t]}{N\sum[I^2]-\sum[I][I]} \quad \text{.....(2.15)}$$

2. Persamaan Sherman (1905)

Persamaan Sherman cocok untuk jangka waktu curah hujan lebih dari 2 jam, mempunyai rumus sebagai berikut :

$$I = \frac{a}{t^n} \quad \text{.....(2.16)}$$

Dengan :

I : intensitas curah hujan (mm/jam)

t : lamanya curah hujan / durasi curah hujan (jam)

a dan b : konstanta

N : jumlah durasi curah hujan sampel (8 jenis durasi curah hujan)

Keterangan :

$$a = \frac{\sum[log\ I]\sum[log\ t]^2-\sum[log\ t\ log\ I]\sum[log\ t]}{N\sum[(log\ t)^2]-\sum[log\ t][log\ t]} \quad \text{.....(2.17)}$$

$$n = \frac{\sum[log\ I]\sum[log\ t]-N\sum[log\ t.log\ I]}{N\ \sum[(log\ t)^2]-\sum[log\ t][log\ t]} \quad \text{.....(2.18)}$$

3. Persamaan Ishiguro (1953)

Untuk persamaan Ishiguro adalah sebagai berikut :

$$I = \frac{a}{\sqrt{t}+b} \quad \text{.....(2.19)}$$

itenas library

Dengan :

I : intensitas curah hujan (mm/jam)

t : lamanya curah hujan / durasi curah hujan (jam)

a dan b : konstanta

Keterangan :

$$a = \frac{\sum[I.\sqrt{t}]\sum[I^2]-\sum[I^2.\sqrt{t}]\sum[I]}{N\sum[I^2]-\sum[I][I]} \quad \text{.....(2.20)}$$

$$b = \frac{\sum[I]\sum[I.\sqrt{t}]-N\sum[I^2.\sqrt{t}]}{N\sum[I^2]-\sum[I][I]} \quad \text{.....(2.21)}$$

4. Mononobe

Untuk rumus mononobe adalah sebagai berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24}\left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \quad \text{.....(2.22)}$$

Keterangan:

I : intensitas curah hujan (mm/jam)

t : lamanya curah hujan / durasi curah hujan (jam)

R_{24} : Curah hujan rencana dalam suatu periode ulang, yang nilainya didapat dari tahapan sebelumnya (tahapan analisis frekuensi)

Keterangan:

- *R_{24} , dapat diartikan sebagai curah hujan dalam 24 jam (mm/hari)*

2.5 Analisis Struktur Tanah

Analisis tanah ini bertujuan untuk mengetahui nilai daya resap tanah yang diantaranya permeabilitas, infiltrasi, angka pori dan kecepatan resap tanah.

2.5.1 Permeabilitas Tanah *Equivalen*

Untuk nilai *k* pada tanah yang berlapis–lapis dan arah alirannya vertikal digunakan *kv (eq)* dengan persamaan :

$$Kv\ (eq) = \frac{H}{\left(\frac{h1}{k1}\right)+\left(\frac{h2}{k2}\right)+\left(\frac{h3}{k3}\right)+\cdots+\left(\frac{hn}{kn}\right)} \quad \text{.....(2.23)}$$

Dengan :

k : koefisien permeabilitas (cm/s)

h : ketebalan lapisan tanah (cm)

(Braja M. Das, 1998, Mekanika Tanah)

Tabel 2.4 Nilai Permeabilitas Material

Jenis Material	Koefisien (k) (cm/s)
Kerikil	1,0 - 100
Pasir Kasar	1,0 - 0,01
Pasir Halus	0,01 - 0,001
Lanau	0,001 - 0,00001
Lempung	< 0,000001

Sumber : Braja M. Das, 1998

2.5.2 Kapasitas Infiltrasi

Infiltrasi adalah aliran air ke dalam tanah melalui permukaan tanah. Di dalam tanah air mengalir dalam arah lateral, sebagai aliran antara *(interflow)* menuju mata air, danau dan sungai, atau secara vertikal, yang dikenal dengan perkolasi *(percolation)* menuju air tanah. Gerak air didalam tanah melalui pori-pori tanah dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan gaya kapiler. Gaya gravitasi menyebabkan aliran selalu menuju ke tempat yang lebih rendah, sementara gaya kapiler menyebabkan air bergerak ke segala arah. Air kapiler selalu bergerak dari daerah basah menuju ke daerah yang lebih kering. Tanah kering mempunyai gaya kapiler lebih besar daripada tanah basah. Faktor-faktor yang mempengaruhi infiltrasi yaitu : kedalaman genangan dan tebal lapis jenuh, kelembapan tanah, pemampatan oleh hujan, penyumbatan oleh butir halus, tanaman penutup, topografi, dan intensitas hujan.

Laju infiltrasi sebagai fungsi waktu diberikan oleh Horton (1940) dalam persamaan berikut :

$$f_t = f_c + (f_0 - f_c)\, e^{-kt} \quad \text{.....(2.24)}$$

Dengan :

f_t : kapasitas infiltrasi pada saat ke t

f_c : kapasitas infiltrasi konstan, yang tergantung pada tipe tanah

f_0 : kapasitas infiltrasi awal

k : konstanta yang menujukkan laju pengurangan kapasitas infiltrasi.

(Bambang Triatmodjo, 2016, Hidrologi Terapan)

2.5.3 Porositas Tanah

Angka pori didefinisikan sebagai perbandingan antara volume pori dan volume butiran padat. Maka, hubungan antara angka pori dengan porositas tanah dapat dirumuskan :

$$n = e / (1+e) \quad \text{.....(2.25)}$$

Dengan :

n : porositas tanah

e : angka pori

(Braja M. Das, 1998, Mekanika Tanah)

itenas library

Tabel 2.5 Nilai Angka Pori Material Tanah

Material	e
Pasir seragam, tidak padat	0,85
Pasir seragam, padat	0,51
Pasir berbutir campuran, tidak padat	0,67
Pasir berbutir campuran, padat	0,43
Lempung lunak sedikit organis	1,90
Lempung lunak sangat organis	3,0

Sumber : Braja M. Das, 1998

2.5.4 Kecepatan Resap Tanah

Kecepatan resap tanah sangat ditentukan oleh kemampuan tanah dalam meresapkan air atau dalam hal ini adalah koefisien permeabilitas tanah. Sehingga dapat dirumuskan :

$$v = F / n \quad \text{.....(2.26)}$$

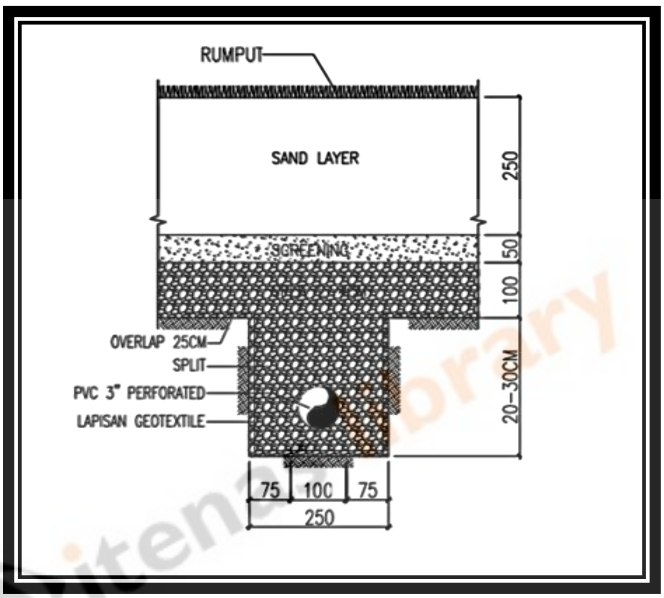
Dengan :

v : kecepatan resap tanah (mm/hari)

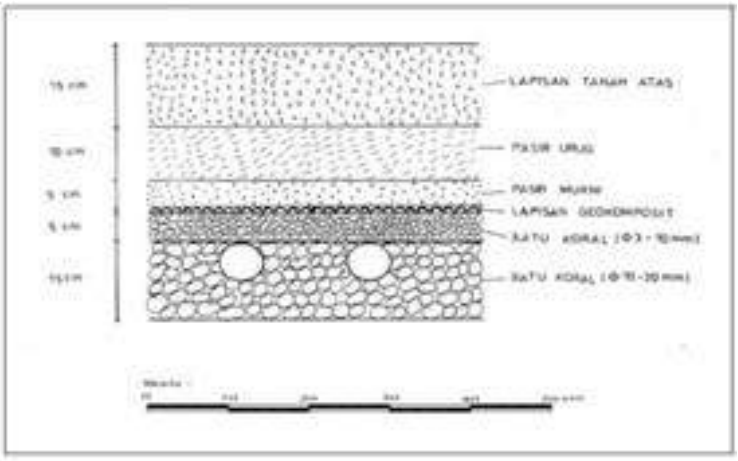
F : laju infiltrasi (mm/hari)

n : porositas tanah

(Braja M. Das, 1998, Mekanika Tanah)



Gambar 2.5 Sistem Drainase Eksisting
(Sumber : Dokomen PT. Lestarindo)



Gambar 2.6 Sistem Drainase Standar Umum
(Sumber : Jurnal Ardy Satriya)

2.5.5 Analisis Permukaan Lapangan

Mulsa (penutup permukaan tanah) mempertahankan aerasi tanah tetap baik, yaitu dengan pori makro sekitar 20% sampai 25% dibanding dengan berkurangnya jumlah pori makro tanah tanpa mulsa setelah dua bulan dari 20% sampai 25% menjadi 8% sampai 11% (Arsyad, 1989).

Throw et al yang diacu dalam (Rawls et al, 1993) menemukan bahwa daerah di sekitar tanaman memiliki laju infiltrasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah di antara tanaman. Brakensiek el al yang diacu dalam (Rawls et al, 1993) melaporkan bahwa pengolahan tanah menggunakan bajak *moldboard* akan meningkatkan porositas (ruang pori) dari 10% sampai 20% tergantung tekstur tanah dan akan meningkatkan laju infiltrasi dibandingkan dengan tanah yang tidak diolah.

Gambar 2.7 Pembajakan Rumput Dengan Cara *Verticut*
(Sumber : Dokumen PT. Lestarindo)

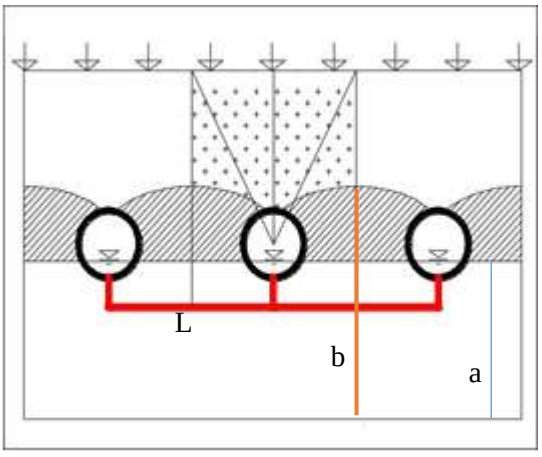
Gambar 2.8 Proses Aerator Untuk Aerasi Permukaan
(Sumber : Dokumen PT. Lestarindo)

2.6 Analisis Hidraulika

Analisis hidraulika ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas pipa drainase bawah permukaan lapang sepakbola yang ada dalam menampung debit rencana.

2.6.1 Jarak Antar Pipa

Dalam merencanakan jarak pipa, pandangan suatu sistem drainase dimana jarak antara pipa L meter, diatas *impervious layer* setinggi a, dan b adalah ketinggian maksimum *water table* diatas *impervious layer*. Dengan berlaku hukum Darcy : Qy = k.y (dy/dx).



Gambar 2.9 Seketsa Definisi Jarak Antar Pipa
(Sumber : Jurnal Ardy Satriya)

Dari Gambar 2.9, dengan menggunakan rumus Dupuit dapat dirumuskan :

$$L = 2\sqrt{\frac{k}{F}(b^2 - a^2)} \quad \text{.....(2.27)}$$

Dengan :

L : jarak antar pipa (m)

k : koefisien permeabilitas tanah (mm/hari)

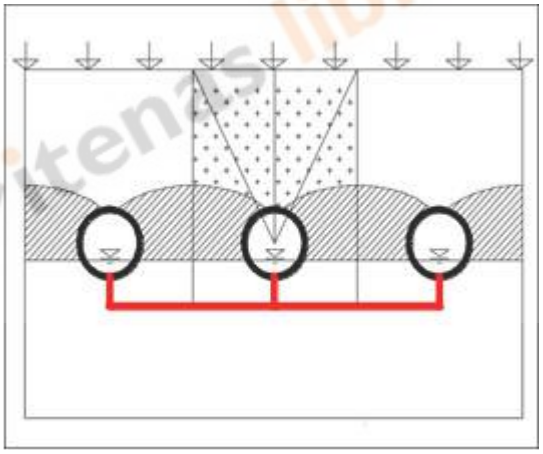
F : infiltrasi (mm/hari)

b : ketinggian maksimum *water table* diatas *impervious layer* (m)

a : ketinggian air dalam pipa ke lapisan kedap (m)

2.6.2 Kapasitas Drainase

Dalam perhitungan kapasitas pipa drainase, meskipun tanah bersifat homogen namun dikhawatirkan tetap akan terjadi aliran lateral pada lapisan tanah. Sehingga perencanaan kapasitas pipa drainase tersebut bisa digambarkan :



Gambar 2.10 Contoh Sketsa Kapasitas Pipa
(Sumber : Jurnal Ardy Satriya)

Dari Gambar 2.10, maka dapat dihitung debit yang dialirkan oleh pipa untuk setiap satuan luas permukaan tanah sebagai berikut :

$$Q = 4/5.n.V.\ Sin^2\ \alpha \quad \text{.....(2.28)}$$

Dengan :

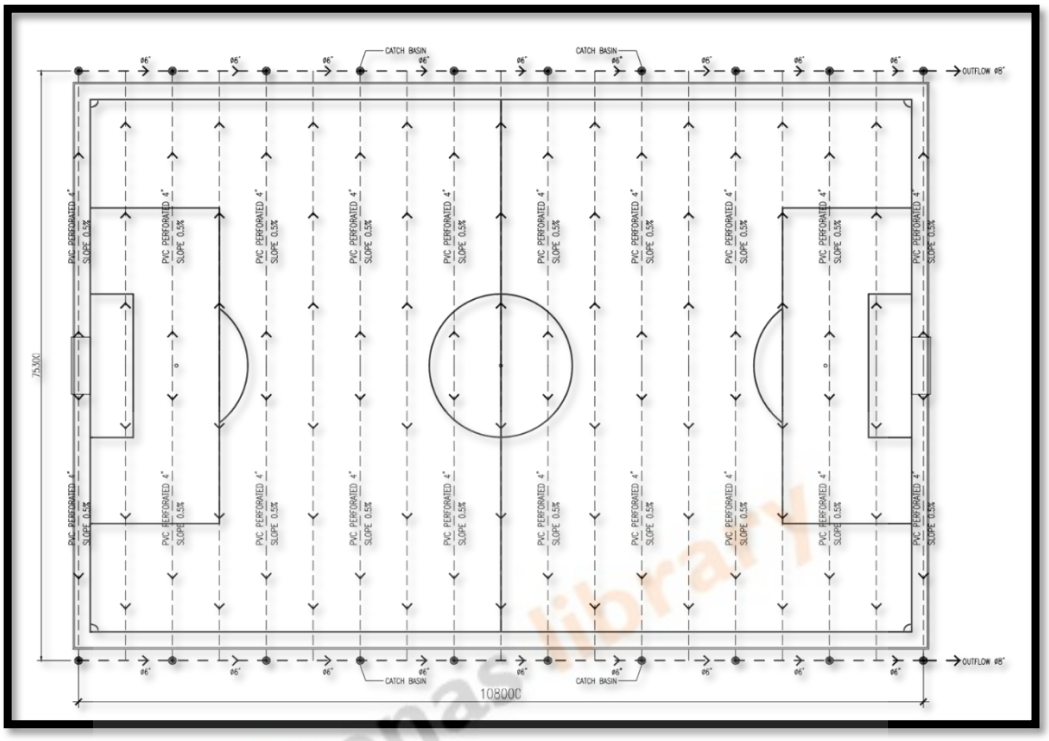
Q : debit yang dialirkan oleh pipa untuk setiap satuan luas (m/hari)

n : porositas tanah

v : kecepatan resap tanah (mm/hari)

α : sudut aliran lateral

(Hardjoso Prodjopangarso, 1987, Drainasi)



Gambar 2.11 Pola dan Jarak Sistem Drainase Eksisting
(Sumber : Dokomen PT. Lestarindo)

2.6.3 Diameter Pipa Drainase

Dalam perencanaan dimensi pipa, berlaku hukum kontinuitas. Dimana debit adalah perkalian antara kecepatan dengan luas penampang pipa ataupun saluran. Maka, hukum kontinuitas tersebut dapat dirumuskan :

$$Q = V.A \quad \text{.....(2.29)}$$

Dengan :

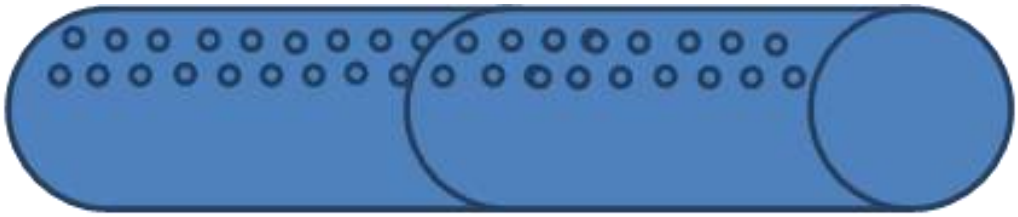
Q : debit pipa (m^3/s)

V : kecepatan aliran dalam pipa(m/s)

A : luas penampang pipa (m^2)

(Dedi Kusnadi Kalsim, 2010, Teknik Drainase Bawah Permukaan)

Adapun bentuk pipa biasanya bulat dengan ada lubang-lubang di bagian setengah lingkaran ke atas, tujuannya untuk mempermudah masuknya air dari atas pipa ke dalam pipa, seperti terlihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.12 Pipa drainase dengan lubang dibagian atasnya
(Sumber : Jurnal Ardy Satriya)

Tabel 2.6 SNI Ukuran PVC

Diameter Normal		Diameter Luar	Panjang	Tebal
inch	mm	mm	m	mm
1/2	16	20	6	1,5
3/4	20	25	6	1,9
1	25	32	6	1,6
1 1/4	32	40	6	1,9
1 1/2	40	50	6	2,4
2	50	63	6	3,0
3	75	90	6	4,3
4	100	110	6	5,3
6	150	160	6	7,7
8	200	200	6	9,6
10	250	250	6	11,9
12	300	315	6	15,0
14	350	355	6	16,9
16	400	400	6	19,1
18	450	450	6	21,5
20	500	500	6	23,9
24	600	630	6	30,0

Sumber : SNI 06.0084.2002 Pipa PVC

2.6.4 Analisis Genangan

Pada analisis genangan ini yaitu memperhitungkan apakah permukaan lapangan akan terbebas dari genangan pada saat hujan rencana, untuk mengetahui dengan rumus sebagai berikut :

$$A = P.L \quad \text{.....(2.30)}$$

$$Q_G = I.A \quad \text{.....(2.31)}$$

$$Q_{KRT} = v.A \quad \text{.....(2.32)}$$

Dengan :

A	:	luas lapangan sepakbola (m^2)
P	:	panjang lapangan sepakbola (m)
L	:	lebar lapangan sepakbola (m)
V_G	:	volume genangan (m^3)
V_{KRT}	:	volume kecepatan resap tanah (m^3)
I	:	intensitas (m/jam)
v	:	kecepatan resap tanah

itenas library

2.7 *Redesain* Dengan Material PVD

Prefabricated Vertical Drain (PVD) adalah material geokomposit yang terdiri dari lapisan inti yang terbuat dari *polypropylene* / *polyethylene* dan lapisan filter yang terbuat dari bahan geotekstil *spunbond*. Fungsi utama dari *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) adalah mempercepat proses pengaliran air pori sehingga proses konsolidasi tanah menjadi lebih cepat.

Plaxis 2D adalah program elemen hingga dua-dimensi, yang dikembangkan untuk analisis deformasi , stabilitas dan aliran air tanah dalam rekayasa geoteknik . Plaxis 2D adalah bagian dari rangkaian produk-produk Plaxis , paket program elemen hingga yang digunakan di seluruh dunia untuk desain dan rekayasa geoteknik.

Pada penelitian ini pemodelan material PVD dipakai bukan untuk membantu mempercepat konsolidasi tetapi untuk mempercepat proses pengaliran air porinya saja.

2.8 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu ini menjadi salah satu acuan penulis dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Dari penelitian terdahulu, penulis tidak menemukan penelitian dengan judul yang sama seperti judul penelitian penulis. Namun penulis mengangkat beberapa penelitian sebagai referensi dalam memperkaya bahan kajian pada penelitian penulis. Berikut merupakan penelitian terdahulu berupa beberapa tugas akhir terkait dengan penelitian yang dilakukan penulis.

1. Thesis dari Murray Ross Simpson yang berjudul *Sustainable Drainage Of Sports Pitches*, 2016. Dalam Thesis ini banyak membahas yang terkait dengan sistem drainase bawah permukaan, seperti : pola jaringan, lapisan lapangan, konstruksi pembuatan dsb. Adapun garis besar dari hasil kesimpulan thesis adalah Program investigasi lapangan memberikan wawasan penting tentang perilaku drainase dari Pitch yang ada dalam menanggapi variabel lingkungan. Untuk memanfaatkan wawasan ini dan meningkatkan ketahanan data yang ada, diperlukan lebih banyak pemantauan respon sistem drainase Pitch terhadap kejadian badai. Ini akan membantu perbandingan variabel lingkungan utama seperti kondisi cuaca sebelumnya dengan parameter seperti hasil drainase dan tingkat pembuangan.

2. Jurnal dari Ardy Satriya, M. Janu Ismoyo dan Dian Chandrasasi yang berjudul Perencanaan Sistem Drainase Stadion Bukit Lengis Kecamatan Kebomas Kabupaten Gresik. Dalam jurnal ini membahas total air hujan yang turun di lapangan, perencanaan struktur lapangannya, sistem drainase bawah permukaan stadionnya, sistem drainase permukaan stadionnya lalu analisis saluran pembuang yang akan di gunakan. Adapun hasil dari jurnal ini adalah hasil perhitungan curah hujan rancangan dengan distribusi log pearson III dengan kala ulang 10 tahun sebesar 116,0114 mm/hari. Debit total yang dialirkan oleh pipa pada lapangan sepak bola sebesar 0,000633 m^3/s. Total debit limpasan dari *track* atletik, area galah, area rumput, area paving, area pasir dan atap tribun serta debit air kotor tribun sebesar 3,90792 m^3/s. Dan diketahui bahwa debit total yang masuk ke tampungan saluran III sebesar 3,90856 m^3/s. Sedangkan saluran pembuang yang direncanakan oleh Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Gresik dengan dimensi

lebar (b) = 1 meter dan tinggi (h) = 1 meter tidak cukup untuk mengalirkan debit hasil perhitungan. Maka diberikan rekomendasi untuk memperbesar saluran dengan dimensi lebar (b) = 1,25 m dan tinggi (h) = 1 m.

3. Jurnal dari Yolly Adriati yang berjudul Kajian Sistem Drainase Lapangan Sepak Bola Stadion Mini Universitas Islam Riau, 2017. Pada jurnal ini berisi bahasan, analisa curah hujan rencana, analisa debit aliran permukaan, analisa dimensi saluran yang berfungsi menampung debit aliran permukaan, analisa waktu yang diperlukan untuk meresapkan air akibat hujan dari permukaan lapangan sepakbola ke pipa drianase, analisa debit aliran bawah permukaan, analisa jumlah pipa drainase yang digunakan untuk mengeringkan air akibat hujan pada lapangan sepakbola. Dari hasil perencanaan diperoleh bahwa untuk menampung aliran permukaan yang terjadi akibat hujan seluas lapangan (1,46 Ha) dengan debit aliran sebesar 0,452 m^3/s digunakan saluran terbuka dengan penampang berbentuk persegi panjang dengan lebar saluran 0,3 m, tinggi saluran 0,8 m dimana panjang saluran sama dengan keliling lapangan sepakbola yaitu 400 m. Dari hasil perencanaan diperoleh bahwa waktu yang diperlukan untuk meresapkan air hujan dari permukaan lapangan sampai ke pipa drainase adalah selama 9529,86 detik atau 2,65 jam. Dari hasil perencanaan diperoleh bahwa untuk mengeringkan air akibat hujan pada lapangan sepak bola seluas 7701,95 m^2 diperlukan 54 buah pipa PVC Ø 4" sepanjang pipa 35 m dengan jarak antar pipa adalah 4 m.