

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Lapangan Sepak Bola

Lapangan sepak bola merupakan suatu sarana olah raga dimana antar tim sepak bola dapat memainkan suatu pertandingan. Dalam sebuah pertandingan disadari atau tidak, kualitas lapangan menentukan kualitas dari permainan sepak bola. Kualitas ini ditentukan oleh kondisi rumput lapangan yang baik, drainase dan pengelolaan lapangan yang baik. Demikian juga pemain dapat melakukan gerakannya dengan baik tanpa khawatir cedera. Sebaliknya seberapa hebat keterampilan pemain, permainannya akan buruk apabila kondisi lapangannya buruk, misalnya becek atau tergenang dan permukaan rumput yang tidak rata.

Luasnya lapangan yang dibutuhkan dalam sepak bola membuat olah raga ini membutuhkan tempat khusus untuk dimainkan. Kondisi lapangan sepak bola yang baik juga menjadi penentu utama kualitas pertandingan yang berlangsung.

Lapangan sepak bola berbentuk segi empat dengan ukuran panjang minimal 90 meter dan maksimal 120 meter. Untuk lebarnya minimal 45 meter dan maksimal 90 meter. Syarat – syarat yang harus dipenuhi dalam perencanaan lapangan sepak bola adalah (Prodjopangarso, 1987 : 43) :

- Rumput harus selalu tumbuh dengan baik
- Dasar drainasinya adalah infiltrasi bukan *run off*, sehingga digunakan sistem *sub surface drainage*, yaitu dengan memasang pipa-pipa drain di bawah tanah.
- Daya resap tanah harus baik sehingga infiltrasi lancar dan tidak terjadi genangan.
- *Run off* sangat kecil agar tanah tidak tererosi.
- Kemiringan lapangan kecil
- Sekeliling lapangan sepak bola yang berbatasan dengan jalur lari dibuat *collector drain* yaitu berupa pipa yang berlubang – lubang untuk menampung air yang meresap kedalam tanah.

2.1.1. Rumput Lapangan

Rumput yang digunakan harus cocok dengan daerah dimana lapangan tersebut dibangun. Rumput sangat bergantung pada iklim daerah dan karena itu perlu perawatan yang lebih spesifik. Indonesia di kelompokkan dalam klasifikasi iklim tropis yang

memiliki intensitas curah hujan tinggi, untuk itu rumput yang sesuai yaitu rumput Bermuda (*Cynodon species*) dan jenis zoysia (*Zoysia matrella* dan *Zoysia japonica*).





Lapangan dengan rumput tebal akan membuat laju bola menjadi lamban begitupun sebaliknya, maka dari itu FIFA (*Football International Federation Association*) telah menetapkan aturan tinggi dan kualitas rumput lapangan sepak bola yang baik.

2.2 Analisa Hidrologi

Analisis hidrologi adalah suatu analisis yang bertujuan untuk menghitung potensi air yang ada pada daerah tertentu untuk bisa dimanfaatkan, dikembangkan serta mengendalikan potensi air tersebut untuk kepentingan masyarakat di sekitar daerah tersebut. Analisa hidrologi digunakan untuk mendapatkan besarnya debit banjir rancangan dan debit andalan.

2.2.1 Uji Homogenitas Data Hujan

Data hujan yang diperoleh perlu di uji tingkat homogenitasnya. Hal ini dikarenakan informasi yang diperoleh tentang masing-masing unsur tersebut mengandung ketidaktelitian dan ketidakpastian (Harto, 1993:263).

Dengan alasan tersebut di atas maka perlu dilakukan uji homogenitas data dengan menggunakan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*). Metode ini digunakan untuk menguji data satu stasiun dengan data dari stasiun itu sendiri dengan mendeteksi nilai rata-rata (*mean*), untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam persamaan berikut:

$$Q = \text{maks } |S_k^{**}| \text{ untuk } 0 \leq k \leq n \quad (2-1)$$

$$R = \text{maks } S_k^{**} - S_k \quad (2-2)$$

$$S_k^* = (x - \bar{x}) \quad (2-3)$$

$$D_y^2 = \frac{S_k^{*2}}{n} \quad (2-4)$$

$$D_y = \sqrt{D_y^2} \quad (2-5)$$

$$Sk^{**} = \frac{S_k^*}{D_y} \quad (2-6)$$

dengan:

Q = atribut dari besarnya sebuah nilai statistik, diperoleh dari perhitungan dengan menggunakan rumus seperti pada **Persamaan (2-1)**

R = atribut dari besarnya sebuah nilai statistik, diperoleh dari perhitungan dengan menggunakan rumus seperti pada **Persamaan (2-2)**

S_k^* = data hujan (X) – data hujan rata-rata (\bar{X})

D_y^2 = nilai kuadrat dari S_k^* dibagi dengan jumlah data

S_k^{**} = nilai S_k^* dibagi dengan D_y

n = jumlah data

Langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut:

1. Data hujan yang diperoleh diurutkan berdasarkan tahun
2. Menghitung rata-rata hujan
3. Menghitung nilai S_k^* , yaitu tiap data dikurangi data hujan rata-rata
4. Menghitung nilai absolut dari S_k^*
5. Menghitung nilai D_y^2 , yaitu $(S_k^*)^2$ dibagi jumlah data
6. Menghitung jumlah komulatif D_y^2
7. Menghitung D_y , yaitu akar dari D_y^2
8. Menghitung nilai dari S_k^{**} , yaitu S_k^* dibagi D_y
9. Menghitung nilai absolut dari S_k^{**}
10. Menentukan nilai S_k^{**} maksimal
11. Menentukan S_k^{**} minimal
12. Menghitung nilai $Q/(n^{0.5})$
13. Menghitung nilai $R/(n^{0.5})$

Dengan melihat data statistik di atas maka dapat dicari nilai $Q/(n^{0.5})$ dan $R/(n^{0.5})$. Hasil yang didapat dibandingkan dengan nilai $Q/(n^{0.5})$ dan $R/(n^{0.5})$ tabel, syarat analisis diterima (masih dalam batasan konsisten) jika nilai $Q/(n^{0.5})$ dan $R/(n^{0.5})$ hitung lebih kecil dari nilai $Q/(n^{0.5})$ dan $R/(n^{0.5})$ tabel.

Tabel 2.1 Nilai $Q/(n^{0.5})$ dan $R/(n^{0.5})$

n	Q/n ^{0.5}			R/n ^{0.5}		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1.05	1.14	1.29	1.21	1.28	1.38
20	1.1	1.22	1.42	1.34	1.43	1.6
30	1.12	1.24	1.48	1.4	1.5	1.7
40	1.14	1.27	1.52	1.44	1.55	1.78
100	1.17	1.29	1.55	1.5	1.62	1.85
	1.22	1.36	1.63	1.62	1.75	2

Sumber: Harto, 1993:60

2.2.2. Uji abnormalitas data

Data yang telah konsisten kemudian perlu diuji lagi dengan uji abnormalitas. Uji ini digunakan untuk mengetahui apakah data maksimum dan minimum dari rangkaian data yang ada layak atau tidak. Uji yang digunakan adalah uji *Inlier-Outlier*. Dimana data yang menyimpang dari dua batas ambang, yaitu ambang bawah (X_L) dan ambang atas (X_H) akan dihilangkan. Rumus untuk mencari ambang tersebut adalah sebagai berikut:

$$X_H = \text{Exp.} (X_{\text{rerata}} + K_n \cdot S) \quad (2-7)$$

$$X_L = \text{Exp.} (X_{\text{rerata}} - K_n \cdot S) \quad (2-8)$$

dengan:

X_H = nilai ambang atas

X_L = nilai ambang bawah

X_{rerata} = nilai rata-rata

S = simpangan baku dari logaritma terhadap data

K_n = besaran yang tergantung pada jumlah sampel data (**Tabel 2.2**)

n = jumlah sampel data

Adapun langkah perhitungan sebagai berikut:

1. Data diurutkan dari besar ke kecil atau sebaliknya
2. Mencari harga $\text{Log } X$
3. Mencari harga rerata dari $\text{Log } X$
4. Mencari nilai standar deviasi dari $\text{Log } X$
5. Mencari nilai K_n (**Tabel 2.2**)
6. Menghitung nilai ambang atas (X_H)
7. Menghitung nilai ambang bawah (X_L)
8. Menghilangkan data yang tidak layak digunakan

Tabel 2.2 Nilai K_n untuk Uji *Inlier-Outlier*

Jml. Data	K_n						
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.880	25	2.468	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804		

Sumber: Chow, 1988:404

2.2.3. Analisa frekuensi

Dalam analisa hidrologi selanjutnya diperlukan besaran curah hujan rancangan yang terjadi di daerah tersebut. Curah hujan rancangan adalah hujan terbesar tahunan dengan suatu kemungkinan periode ulang tertentu.

Dalam analisa curah hujan rancangan dapat dilakukan dengan beberapa cara, misalnya Normal, Gumbel, Log Normal, Log Pearson Tipe III, dan sebagainya. Dalam studi ini dipakai metode Log Pearson tipe III dengan pertimbangan bahwa cara ini lebih fleksibel dan dapat dipakai untuk semua data serta umum digunakan dalam perhitungan maupun analisa curah hujan rancangan.

Parameter-parameter statistik yang digunakan oleh distribusi Log Pearson Tipe III adalah (Soemarto, 1987:243):

- Harga rata-rata
- Standart deviasi
- Koefisien kepeccengan

Prosedur untuk menentukan kurva distribusi Log Pearson Tipe III adalah:

1. Mengubah data debit banjir tahunan sebanyak n buah $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ menjadi Log $X_1, \text{Log } X_2, \text{Log } X_3, \dots, \text{Log } X_n$.
2. Menghitung nilai rata-rata menggunakan persamaan:

$$\overline{\text{Log } x} = \frac{\sum \text{Log } X}{n} \quad (2-9)$$

dengan:

n = jumlah data

3. Menghitung nilai standar deviasi dari Log X menggunakan persamaan:

$$S. \overline{\text{Log } x} = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } x - \overline{\text{Log } x})^2}{(n-1)}} \quad (2-10)$$

4. Menghitung nilai koefisien kepeccengan menggunakan persamaan:

$$C_s = \frac{n \sum (\text{Log } x - \overline{\text{Log } x})^3}{(n-1)(n-2)(S)^3} \quad (2-11)$$

5. Menghitung logaritma debit dengan waktu balik yang dikehendaki menggunakan persamaan:

$$\text{Log } x = \overline{\text{Log } x} + K \cdot S \quad (2-12)$$

dengan:

$\text{Log } x$ = Logaritma curah hujan rancangan

$\overline{\text{Log } x}$ = Logaritma rerata curah hujan

K = Variabel standar untuk X yang besarnya tergantung koefisien
kepengencangan C_s

s = Simpangan baku

Harga rata-rata K dapat dilihat dari (**Tabel 2.3**), dengan tingkat peluang atau periode tertentu sesuai dengan nilai C_s nya.

6. Mencari anti $\text{Log } x$ untuk mendapatkan debit banjir dengan waktu balik yang dikehendaki.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Tabel 2.3 Nilai K Distribusi Log Pearson Tipe III

Cs	Probabilitas Terjadi (%)												
	99	95	90	80	50	20	10	5	4	2	1	0,5	0,1
	Kala ulang												
	1,01010101	1,052631579	1,111111111	1,25	2	5	10	20	25	50	100	200	1000
-3,0	-4,051	-2,003	-1,180	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,665	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668
-2,9	-4,013	-2,007	-1,195	-0,440	0,390	0,651	0,681	0,688	0,689	0,689	0,690	0,690	0,691
-2,8	-3,973	-2,010	-1,210	-0,460	0,384	0,666	0,702	0,710	0,712	0,714	0,714	0,714	0,715
-2,7	-3,932	-2,012	-1,224	-0,479	0,376	0,681	0,724	0,736	0,738	0,740	0,740	0,741	0,743
-2,6	-3,889	-2,013	-1,238	-0,499	0,368	0,696	0,747	0,761	0,764	0,768	0,769	0,769	0,771
-2,5	-3,845	-2,012	-1,250	-0,518	0,360	0,711	0,771	0,789	0,793	0,798	0,799	0,800	0,800
-2,4	-3,800	-2,011	-1,262	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,818	0,823	0,830	0,832	0,833	0,835
-2,3	-3,753	-2,009	-1,274	-0,555	0,341	0,739	0,819	0,849	0,855	0,864	0,867	0,869	0,872
-2,2	-3,705	-2,006	-1,284	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,881	0,888	0,900	0,905	0,907	0,910
-2,1	-3,656	-2,001	-1,294	-0,592	0,319	0,765	0,869	0,914	0,923	0,939	0,946	0,949	0,953
-2,0	-3,605	-1,996	-1,302	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,948	0,959	0,980	0,990	0,995	1,000
-1,9	-3,553	-1,989	-1,310	-0,620	0,294	0,788	0,920	0,983	0,996	1,023	1,037	1,044	1,062
-1,8	-3,499	-1,981	-1,318	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,020	1,035	1,069	1,087	1,097	1,130
-1,7	-3,444	-1,972	-1,324	-0,660	0,268	0,808	0,970	1,058	1,075	1,116	1,140	1,155	1,203
-1,6	-3,388	-1,962	-1,329	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,096	1,116	1,166	1,197	1,216	1,280
-1,5	-3,330	-1,951	-1,333	-0,690	0,240	0,825	1,018	1,134	1,157	1,217	1,256	1,282	1,370
-1,4	-3,271	-1,938	-1,337	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,172	1,198	1,270	1,318	1,351	1,465
-1,3	-3,211	-1,925	-1,339	-0,719	0,210	0,838	1,064	1,211	1,240	1,324	1,383	1,424	1,543
-1,2	-3,149	-1,910	-1,340	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,249	1,282	1,379	1,449	1,501	1,625
-1,1	-3,087	-1,894	-1,341	-0,745	0,180	0,848	1,107	1,288	1,324	1,435	1,518	1,581	1,711
-1,0	-3,022	-1,877	-1,340	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,326	1,366	1,492	1,588	1,664	1,800
-0,9	-2,957	-1,858	-1,339	-0,769	0,148	0,854	1,147	1,364	1,407	1,549	1,660	1,749	1,910
-0,8	-2,891	-1,839	-1,336	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,401	1,448	1,606	1,733	1,837	2,035
-0,7	-2,824	-1,819	-1,333	-0,790	0,116	0,857	1,183	1,404	1,448	1,663	1,806	1,926	2,150
-0,6	-2,755	-1,797	-1,328	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,473	1,528	1,720	1,880	2,016	2,275
-0,5	-2,686	-1,744	-1,323	-0,808	0,083	0,856	1,216	1,509	1,567	1,777	1,955	2,108	2,400
-0,4	-2,615	-1,750	-1,317	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,544	1,606	1,834	2,029	2,201	2,540
-0,3	-2,544	-1,726	-1,309	-0,824	0,050	0,853	1,245	1,577	1,643	1,890	2,104	2,294	2,675
-0,2	-2,472	-1,700	-1,301	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,610	1,680	1,945	2,178	2,388	2,810
-0,1	-2,400	-1,673	-1,292	-0,836	0,017	0,846	1,270	1,642	1,716	2,000	2,252	2,482	3,950
0,0	-2,326	-1,645	-1,282	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,673	1,751	2,054	2,326	2,576	3,090
0,1	-2,252	-1,616	-1,270	-0,846	-0,017	0,836	1,292	1,703	1,785	2,107	2,400	2,670	3,235
0,2	-2,178	-1,586	-1,258	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,732	1,818	2,159	2,472	2,763	3,380
0,3	-2,104	-1,555	-1,245	-0,853	-0,050	0,824	1,309	1,759	1,849	2,211	2,544	2,856	3,525
0,4	-2,029	-1,524	-1,231	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,786	1,880	2,261	2,515	2,949	3,670
0,5	-1,955	-1,491	-1,216	-0,856	-0,083	0,808	1,323	1,812	1,910	2,311	2,686	3,041	3,815
0,6	-1,880	-1,458	-1,200	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,837	1,939	2,359	2,755	3,132	3,960
0,7	-1,806	-1,423	-1,183	-0,857	-0,116	0,790	1,333	1,861	1,967	2,407	2,824	3,232	4,105
0,8	-1,733	-1,388	-1,166	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,884	1,993	2,453	2,891	3,312	4,250
0,9	-1,660	-1,353	-1,147	-0,854	-0,148	0,769	1,339	1,905	2,018	2,498	2,957	3,401	4,395
1,0	-1,588	-1,317	-1,128	-0,852	-0,164	0,758	1,340	1,926	2,043	2,542	3,022	3,489	4,540
1,1	-1,518	-1,280	-1,107	-0,848	-0,180	0,745	1,341	1,945	2,066	2,585	3,087	3,575	4,680
1,2	-1,449	-1,243	-1,086	-0,844	-0,195	0,732	1,340	1,963	2,087	2,626	3,149	3,661	4,820
1,3	-1,383	-1,206	-1,064	-0,838	-0,210	0,719	1,339	1,980	2,108	2,666	3,211	3,745	4,966
1,4	-1,318	-1,168	-1,041	-0,832	-0,225	0,705	1,337	1,996	2,128	2,706	3,271	3,828	5,110
1,5	-1,256	-1,131	-1,018	-0,825	-0,240	0,690	1,333	2,011	2,146	2,743	3,330	3,910	5,252
1,6	-1,197	-1,093	-0,994	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,024	2,163	2,780	3,388	3,990	5,390
1,7	-1,140	-1,056	-0,970	-0,808	-0,268	0,660	1,324	2,037	2,179	2,815	3,444	4,069	5,526
1,8	-1,087	-1,020	-0,945	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,047	2,193	2,848	3,499	4,147	5,660
1,9	-1,037	-0,984	-0,920	-0,788	-0,294	0,627	1,310	2,058	2,207	2,881	3,553	4,223	5,736
2,0	-0,990	-0,949	-0,895	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,066	2,219	2,912	3,605	4,398	5,910
2,1	-0,946	-0,914	-0,869	-0,765	-0,319	0,592	1,294	2,074	2,230	2,942	3,656	4,372	5,746
2,2	-0,905	-0,882	-0,844	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,081	2,240	2,970	3,705	4,444	6,200
2,3	-0,867	-0,850	-0,819	-0,739	-0,341	0,555	1,274	2,086	2,248	2,997	3,753	4,515	6,337
2,4	-0,832	-0,819	-0,795	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,090	2,256	3,023	3,800	4,584	6,469
2,5	-0,799	-0,790	-0,771	-0,711	-0,360	0,518	1,250	2,093	2,262	3,048	3,845	4,652	6,600
2,6	-0,769	-0,762	-0,747	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,096	2,267	3,071	3,889	4,718	6,735
2,7	-0,740	-0,736	-0,724	-0,681	-0,376	0,479	1,224	2,097	2,272	3,093	3,932	4,783	6,868
2,8	-0,714	-0,711	-0,702	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,098	2,275	3,114	3,973	4,847	6,999
2,9	-0,690	-0,688	-0,681	-0,651	-0,390	0,440	1,195	2,097	2,277	3,134	4,013	4,909	7,125
3,0	-0,667	-0,665	-0,660	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,095	2,278	3,152	4,015	4,970	7,250

Sumber: Susanto, 2010:34

2.2.4. Uji kesesuaian distribusi

Pemeriksaan uji kesesuaian ini dimaksudkan untuk mengetahui suatu kebenaran hipotesa distribusi frekuensi. Dengan pemeriksaan uji ini akan diketahui:

1. Kebenaran antara hasil pengamatan dengan model distribusi yang diharapkan atau yang diperoleh secara otomatis.
2. Kebenaran hipotesa diterima atau tidak.

Untuk menentukan (*the goodness of fit test*) distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter. Pengujian parameter yang sering dipakai adalah Chi-kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov.

2.2.4.1. Uji Chi Kuadrat (*Chi Square*)

Uji Chi Kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Adapun langkah-langkah dari uji adalah sebagai berikut (Soewarno, 1995:194):

$$Xh^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (2-13)$$

dengan:

X_h^2 = parameter chi kuadrat hitung

G = jumlah sub - kelompok

E_i = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke i

O_i = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke i

Nilai Xh^2 yang terhitung ini harus lebih kecil dari harga Xh^2 tabel, yang didapat dari (**tabel 2.4**).

Tahapan dalam uji ini adalah sebagai berikut:

- a. Urutkan data pengamatan dari besar ke kecil atau sebaliknya.
- b. Kelompokkan data menjadi G sub grup, tiap-tiap sub grup minimal 4 data pengamatan.
- c. Menjumlahkan data pengamatan sebesar O_i tiap-tiap sub grup
- d. Menjumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan sebesar E_i
- e. Untuk tiap-tiap sub grup hitung nilai : $(O_i - E_i)^2$ dan $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$

f. Menjumlah nilai $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$ pada seluruh G sub grup untuk menentukan nilai Chi

kuadrat hitung (X^2 hit).

g. Menentukan derajat kebebasan

Derajat kebebasan ini secara umum dapat dihitung dengan:

$$d_k = k - (P + 1) \quad (2-14)$$

dengan:

d_k = derajat kebebasan

k = banyaknya kelas

P = banyaknya keterikatan atau sama dengan banyaknya parameter

h. Harga X^2 hit dibandingkan dengan harga X^2_{cr} dari tabel Chi kuadrat dengan d_k dan jumlah data (n) tertentu. Apabila X^2 hit $< X^2_{cr}$ maka hipotesa distribusi dapat diterima.

Parameter X^2 merupakan variabel acak. Peluang untuk mencapai nilai X^2 sama atau lebih besar dari nilai chi-kuadrat sebenarnya (X^2) dapat dilihat pada tabel.

Interprestasi hasil uji adalah sebagai berikut:

1. Apabila peluang lebih dari 5%, maka persamaan distribusi yang digunakan dapat diterima.
2. Apabila peluang kurang dari 1%, maka persamaan distribusi yang digunakan tidak dapat diterima.
3. Apabila peluang berada diantara 1%-5%, maka tidak mungkin mengambil keputusan, misal perlu data tambahan.

Tabel 2.4 Nilai Kritis *Chi-Square* (X^2_{cr})

dk	α derajat kepercayaan							
	0.995	0.99	0.975	0.95	0.05	0.025	0.01	0.005
1	0.000	0.000	0.001	0.004	3.841	5.024	6.635	7.879
2	0.010	0.020	0.051	0.103	5.991	7.378	9.210	10.597
3	0.072	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	28.819
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	42.976
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	16.407	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: Montarcih, 2009:77

2.2.4.2. Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kesesuaian Smirnov-Kolmogorov, sering juga disebut uji kecocokan non parametik (*non parametric test*), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu (Soewarno, 1995:198). Prosedurnya adalah sebagai berikut:

1. Mengurutkan data yang ada dari kecil ke besar.
2. Menghitung besarnya probabilitas untuk lebih kecil dari data yang ada (P_i).

Apabila diketahui P_r (probabilitas terjadi), maka:

$$P_i = 100\% - P_r \quad (2-15)$$

3. Menghitung besarnya peluang data yang ada dengan menggunakan metode Weibull, maka digunakan persamaan:

$$P_w = \frac{m}{n+1} \times 100\% \quad (2-16)$$

4. Menghitung selisih nilai D yang dinyatakan dengan persamaan:

$$D = \max \frac{|P_t - P_w|}{100} \quad (2-17)$$

Apabila besarnya nilai D yang diperoleh lebih kecil dari D_0 (dari tabel) maka hipotesa yang dilakukan diterima (memenuhi syarat distribusi yang diuji), jika nilai D yang diperoleh lebih besar dari D_0 maka hipotesa yang dilakukan tidak diterima (tidak memenuhi syarat distribusi yang diuji).

Tabel 2.5 Nilai Kritis D_0 untuk Uji *Smirnov-Kolmogorov*

Ukuran Sampel	Level of Significance α (persen)				
	20	15	10	5	1
1	0.900	0.925	0.950	0.975	0.995
2	0.684	0.726	0.776	0.842	0.929
3	0.565	0.597	0.642	0.708	0.829
4	0.494	0.525	0.564	0.624	0.734
5	0.446	0.474	0.510	0.563	0.669
6	0.410	0.436	0.470	0.521	0.618
7	0.381	0.405	0.438	0.486	0.577
8	0.358	0.381	0.411	0.457	0.543
9	0.339	0.360	0.388	0.432	0.514
10	0.322	0.342	0.368	0.409	0.486
11	0.307	0.326	0.352	0.391	0.468
12	0.295	0.313	0.338	0.375	0.450
13	0.284	0.302	0.325	0.361	0.433
14	0.274	0.292	0.314	0.349	0.418
15	0.266	0.283	0.304	0.338	0.404
16	0.258	0.274	0.295	0.328	0.391
17	0.250	0.266	0.286	0.318	0.380
18	0.244	0.259	0.278	0.309	0.370
19	0.237	0.252	0.272	0.301	0.361
20	0.231	0.246	0.264	0.294	0.352
Rumus Asimtotik	$1.07/(n)^{0.5}$	$1.14/(n)^{0.5}$	$1.22/(n)^{0.5}$	$1.36/(n)^{0.5}$	$1.63/(n)^{0.5}$

Sumber: Montarcih, 2009:73

2.3. Perhitungan Debit Limpasan

2.3.1. Debit Limpasan

Untuk mendapatkan kapasitas saluran drainase, terlebih dahulu harus dihitung jumlah air hujan dan jumlah air kotor atau buangan yang akan dibuang melalui saluran drainase tersebut. Besarnya debit limpasan dapat dihitung dengan rumus berikut (Suripin, 2004 : 79) :

$$Q = 0,00278 \cdot C \cdot I \cdot A \quad (2-8)$$

dengan :

Q = debit banjir maksimum (m^3/dt)

C = koefisien pengaliran

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

A = luas daerah pengaliran (ha)

2.3.2. Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan didefinisikan sebagai tinggi curah hujan per satuan waktu. Untuk mendapatkan intensitas hujan selama waktu konsentrasi digunakan rumus Mononobe sebagai berikut (Suripin, 2004 : 68) :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \quad (2-9)$$

dengan :

I : intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

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

t : lamanya hujan (jam)

2.3.3. Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh sampai titik keluaran air. Besarnya waktu konsentrasi dihitung dengan menggunakan rumus *Kirpich* berikut (Suripin, 2004 : 82) :

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \quad (2-10)$$

dengan :

t_c = waktu konsentrasi (jam)

L = panjang aliran (Km)

S = kemiringan rerata

2.3.4. Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran adalah perbandingan antara jumlah air yang mengalir di permukaan akibat hujan (limpasan) pada suatu daerah dengan jumlah curah hujan yang

turun di daerah tersebut. Besarnya koefisien pengaliran dipengaruhi oleh faktor – faktor berikut (Subarkah, 1980) :

- Keadaan hujan
- Kemiringan daerah aliran dan kemiringan saluran
- Daya infiltrasi tanah dan perkolasi tanah
- Faktor-faktor meteorologi

Untuk menentukan harga koefisien pengaliran suatu daerah yang terdiri dari beberapa jenis tata guna lahan dapat ditentukan dengan mengambil harga rata-rata koefisien pengaliran pada setiap tata guna lahan, yaitu dengan memperhitungkan bobot masing-masing bagian sesuai dengan luas daerah yang diwakili (Suhardjono, 1984) :

$$C_m = \frac{\sum_{i=1}^n A_i C_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (2-11)$$

dengan :

C_m = Koefisien pengaliran rata – rata

A_i = Luas masing – masing tata guna lahan (ha)

C_i = Koefisien pengaliran dari masing – masing tata guna lahan

n = Banyaknya jenis tata guna lahan dalam satu daerah pengaliran

2.4 Drainase Lapangan Sepak Bola

Drainase adalah bangunan yang berfungsi untuk mengurangi dan membuang kelebihan air pada suatu kawasan atau lahan. Drainase lapangan olahraga direncanakan berdasarkan infiltrasi atau resapan air hujan pada lapisan tanah, tidak melimpas pada muka tanah. Drainase lapangan olah raga dianalisis berdasarkan drainase bawah muka tanah (*sub surface drainage*). Tidak boleh terjadi genangan dan tidak boleh tererosi. Kemiringan lapangan harus lebih kecil atau sama dengan 0,007. Rumput di lapangan sepak bola harus tumbuh dan terpelihara dengan baik. Sekeliling lapangan sepak bola harus ada *collector drain*.

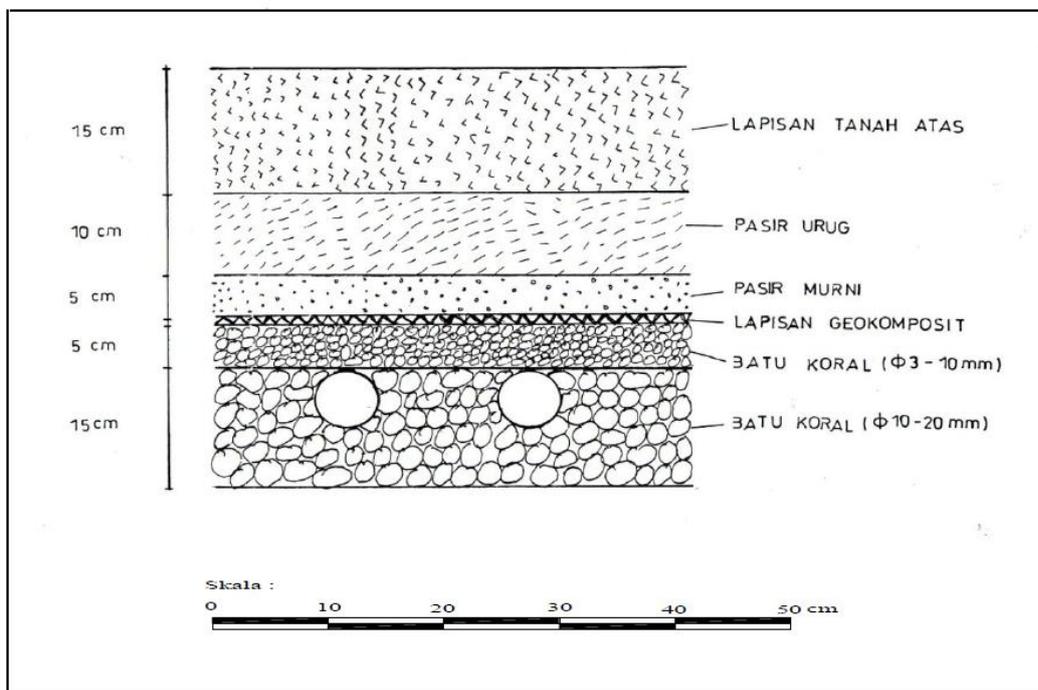
2.4.1 Sistem Drainase Bawah Permukaan Lapangan Sepak Bola

Lapangan olah raga umumnya digunakan untuk pertandingan sepak bola dan atletik. Lapangan sepak bola merupakan lapangan berumput yang dirancang dengan kemiringan tertentu. Untuk mengatasi genangan yang terjadi pada lapangan sepak bola, maka disekeliling lapangan dibuat selokan untuk mengalirkan air hujan ke luar stadion.

Dalam studi perencanaan kali ini kita membahas tentang fungsi geotekstil pada aplikasi drainase bawah permukaan. Salah satu penyebab kegagalan sistem drainase ialah

tererosinya lapisan tanah atas, kemudian butiran tanah yang tererosi tersebut masuk ke saluran drainase dan mengakibatkan penyumbatan. Kestabilan tanah juga perlu diperhitungkan dalam perencanaan lapangan sepak bola, karena genangan banyak disebabkan oleh topografi tanah yang tidak rata. Keadaan ini dapat disebabkan oleh kurang stabilnya struktur tanah lapisan bawah, bahkan sering kita jumpai adanya penurunan pada bagian tertentu karena tanah tidak mampu menahan beban di atasnya.

Geotekstil berfungsi untuk mempertahankan kestabilan tanah dan mampu mengikat butiran-butiran tanah dengan baik. Dalam pengoperasian sistem drainase menggunakan geotekstil ini, menggunakan gaya gravitasi dimana air mengalir menuju elevasi yang lebih rendah.



Gambar 2.1. Potongan Melintang lapisan drainase sub surface dengan geotekstil

Sumber : Prodjopangarso (1987)

Bagian-bagian dari sistem drainase dengan menggunakan geotekstil adalah sebagai berikut (Prodjopangarso, 1987) :

A. Lapisan atas

Lapisan atas dari lapangan adalah rumput dan dibawahnya terdapat lapisan penutup yang terdiri dari pasir urug dan pupuk kandang dengan perbandingan 4 : 1. Tebal lapisan tersebut adalah 25 cm.

B. Lapisan pasir urug

Lapisan pasir urug ini terletak dibawah lapisan atas yang komposisinya terdiri dari 75% pasir (*sand*), 15% lumpur (*silt*), 10% lempung (*clay*) setebal 10 cm.

C. Pasir murni

Lapisan pasir murni terletak dibawah lapisan pasir urug. Tebal lapisan ini adalah 5 cm.

D. Lapisan Geotekstil

Merupakan bagian dari sistem drainase yang berfungsi sebagai filter dan mampu mempertahankan kestabilan tanah sehingga tidak terjadi penurunan pada bagian tertentu.

E. Batu koral

Lapisan ini terdiri dari dua jenis batu koral dengan diameter yang berbeda. Bagian atas terdiri dari batu koral dengan diameter 3 – 10 mm dan tebal lapisan 5 cm. Sedangkan bagian bawah tersusun oleh batu koral dengan diameter 10 – 20 mm dan tebalnya 15 cm.

F. Saluran *sub surface* (pipa)

saluran di bawah tanah lapangan sepak bola yang berfungsi untuk membuang air yang meresap untuk selanjutnya disalurkan ke *collector drain* yang terletak di pinggir lapangan.

G. Tanah asli

Tanah asli adalah tanah yang berada pada lapisan paling bawah dari sistem drainase.

Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam perencanaan drainase bawah permukaan adalah :

- Daya resap tanah
- Hidrolika geotekstil
- Jarak pipa (*drain spacing*)

2.4.2. Daya Resap Tanah

Yang dimaksud dengan daya resap tanah adalah kekuatan tanah untuk menyerap air per satuan luas. Besarnya daya resap tanah untuk tanah berlapis-lapis adalah dengan menggunakan persamaan (Braja, 1998 : 90) :

$$q = v \cdot l \cdot H \quad (2-12)$$

$$q = v_1 \cdot l \cdot H_1 + v_2 \cdot l \cdot H_2 + v_3 \cdot l \cdot H_3 + \dots + v_n \cdot l \cdot H_n \quad (2-13)$$

Keterangan :

q = daya resap tanah (cm²/dt)

v = kecepatan rembesan (cm/dt)

H = ketebalan lapisan tanah (cm)

Untuk menghitung nilai kecepatan rembesan menggunakan persamaan Darcy (Braja, 1998 : 81) :

$$v = k \cdot i \quad (2-14)$$

dengan :

v = kecepatan rembesan (cm/dt)

k = koefisien rembesan (cm/dt)

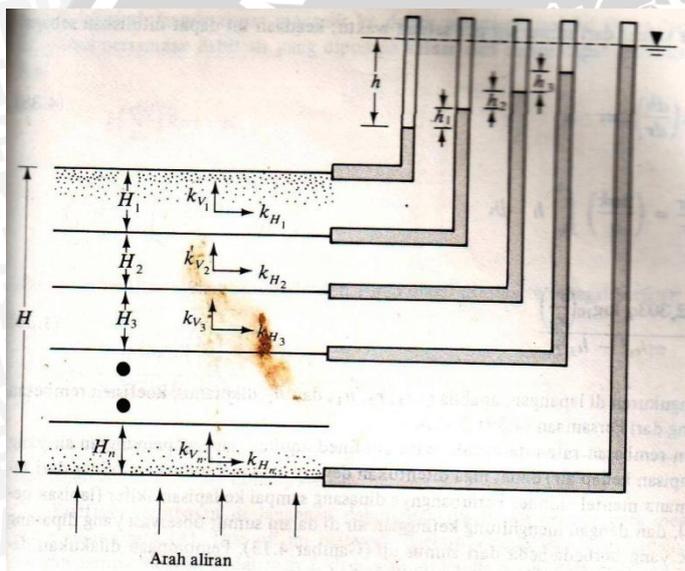
i = gradien hidraulik

Nilai gradien hidraulik dapat dicari dengan persamaan (Braja, 1998 : 80) :

$$i = \Delta H / L \quad (2-15)$$

Untuk nilai k pada tanah yang berlapis-lapis dan arah alirannya vertikal digunakan $k_{v(eq)}$, dengan persamaan (Braja, 1998 : 92) :

$$k_{v(eq)} = \frac{H}{\left(\frac{H_1}{K_{v1}}\right) + \left(\frac{H_2}{K_{v2}}\right) + \left(\frac{H_3}{K_{v3}}\right) + \dots + \left(\frac{H_n}{K_{vn}}\right)} \quad (2-17)$$

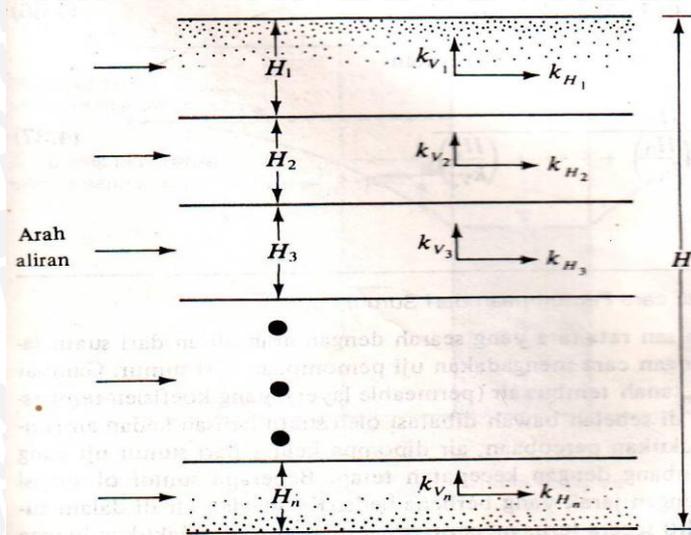


Gambar 2.2. Penentuan koefisien rembesan ekivalen aliran vertikal pada tanah berlapis

Sumber : Braja (1998 : 93)

Sedangkan nilai k pada tanah yang berlapis-lapis dan arah alirannya horizontal digunakan $k_{h(eq)}$ dengan persamaan (Braja, 1998 : 92) :

$$K_{H(eq)} = \frac{1}{H} (k_{H1}H_1 + k_{H2}H_2 + k_{H3}H_3 + \dots + k_{Hn}H_n) \quad (2-18)$$



Gambar 2.3. Penentuan koefisien rembesan ekuivalen aliran horizontal pada tanah berlapis.

Sumber : Braja (1998 : 93)

Nilai dari kecepatan infiltrasi ini merupakan koefisien rembesan tanah yang nilainya beragam. FIFA (*Federation International Football Association*) memberikan rekomendasi untuk nilai koefisien rembesan tanah ekuivalen sebesar 0,005 cm/detik agar tanah mampu menyerap air di permukaan dengan baik.

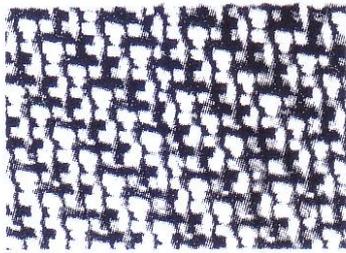
Tabel 2.6. Harga koefisien permeabilitas

Jenis Tanah	K	
	(cm/dt)	(ft/menit)
Kerikil bersih	1,0 - 100	2,0 - 200
Pasir kasar	1,0 - 0,01	2,0 - 0,02
Pasir halus	0,01 - 0,001	0,2 - 0,002
Lanau	0,001 - 0,00001	0,002 - 0,00002
Lempung	< 0,000001	< 0,000002

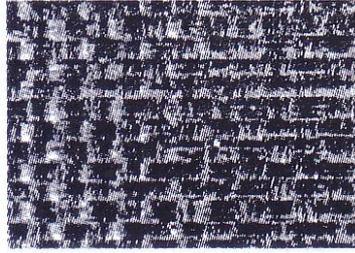
Sumber : Braja (1998)

2.4.3. Geotekstil

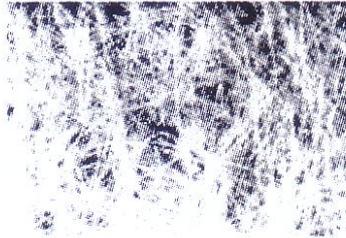
Geotekstil adalah material lembaran yang dibuat dari bahan tekstil polymeric, bersifat lolos air, yang dapat berbentuk bahan nir-anyam (*non woven*), rajutan atau anyaman (*woven*) yang digunakan dalam kontak dengan tanah/batu dan/atau material geoteknik yang lain di dalam aplikasi teknik sipil. Geotekstil umumnya dibuat dari polymer polypropylene (beberapa dibuat dari *polyester* atau *polyethylene*), yang dibuat dalam bentuk fiber – fiber atau benang – benang, dan akhirnya dipakai untuk membuat lembaran kain anyam (*woven*) atau nir-anyam (*non woven*).



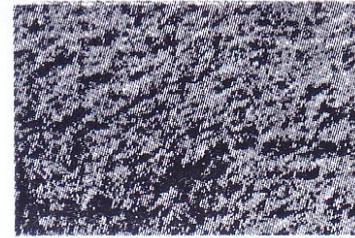
a) Anyam



b) Anyam



c) Nir-anyam



d) Nir-anyam

Gambar 2.4. Macam – macam tipe geotekstil

Sumber : Hardiyatmo (2008)

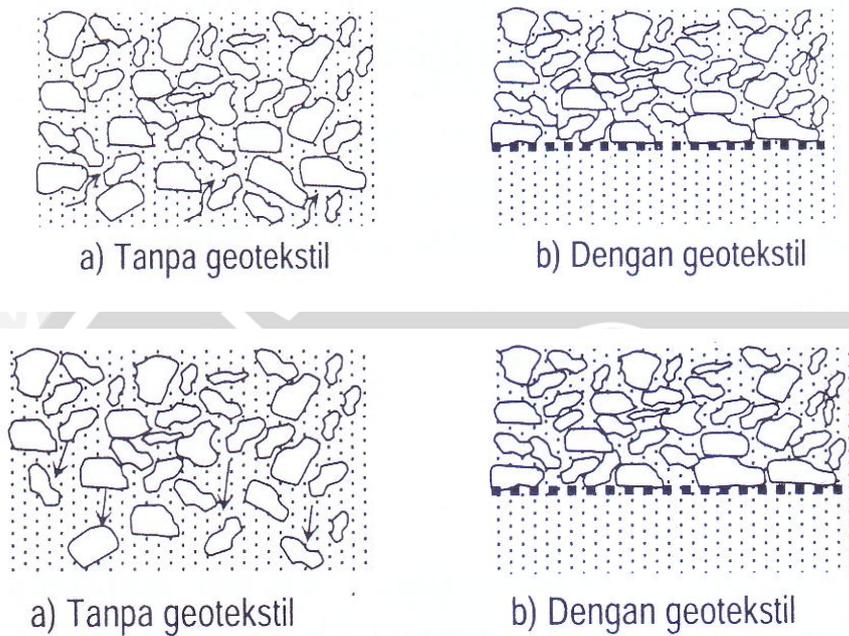
Rancangan aplikasi dan kinerja semua geotekstil, terlepas dari komposisi atau jenisnya, dapat ditentukan dengan cara mengidentifikasi fungsi-fungsi utama yang diperlukan dari geotekstil tersebut. Pada pembuatan struktur lapisan tanah, geotekstil menampilkan lima fungsi utama, baik secara tersendiri maupun bersama tanah. hal itu tergantung dari jenis aplikasinya.

Fungsi-fungsi tersebut antara lain :

1. Separasi
2. Drainase
3. Filtrasi
4. Perkuatan
5. Proteksi

Dalam kajian ini membahas tentang fungsi geotekstil pada aplikasi drainase, kegagalan sistem drainase seringkali sebagai akibat tersumbatnya sistem setelah agregat drainase terkontaminasi oleh tanah sekelilingnya. Sehingga drainase pada tanah tidak maksimal dan akan mengurangi kecepatan proses drainase itu sendiri. Situasi ini diperburuk dengan tidak tersedianya agregat filter yang tidak selaras dengan tanah asli, yang untuk wilayah Indonesia sering kali tanah halus kelanauan.

Oleh karena itu untuk mencegah terjadinya penyumbatan, geotekstil dapat ditempatkan diantara agregat drainase dan tanah yang akan didrainase. Selain itu, Geotekstil berfungsi sebagai filter dan separator, yaitu menahan butiran tanah asli sekaligus mengalirkan air ke dalam sistem drainase. Koerner (2005) mengilustrasikan perbedaan mekanisme gerakan butiran akibat penggunaan geotekstil pada tanah dasar lunak yang berfungsi sebagai pemisah, seperti yang ditunjukkan dalam gambar 2.5.



Gambar 2.5 Perbedaan mekanisme gerakan butiran akibat penggunaan geotekstil pada tanah dasar lunak yang berfungsi sebagai pemisah

Sumber : Hardiyatmo (2014)

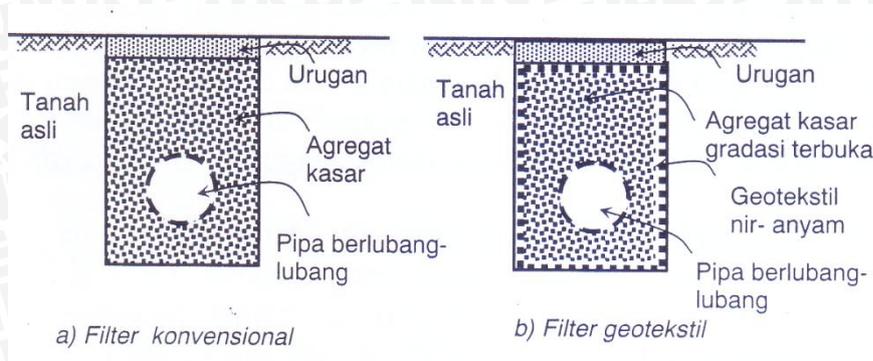
Adapun keunggulan dari bahan geotekstil ini adalah sebagai berikut :

1. Mempertahankan kestabilan tanah
2. Sangat porus sehingga dapat dengan mudah mengalirkan air
3. Struktur kuat dan tidak mudah rusak
4. Dapat dipasang pada kemiringan curam karena mampu menahan gaya vertikal
5. Berfungsi sebagai filter yang dapat menyaring agregat tanah

Keuntungan lain yang dapat diperoleh dari penggunaan geotekstil

1. Penggunaan agregat batuan menjadi lebih sedikit
2. Memungkinkan penggunaan agregat drainase yang lebih terbuka
3. Memungkinkan tidak digunakannya pipa-pipa kolektor
4. Memelihara kontinuitas sistem pada areal yang luas

Karena geotekstil merupakan bahan dengan kinerja yang setara dengan filter granuler yang relatif murah, mempunyai telah banyak digunakan sebagai filter untuk menggantikan filter tanah konvensional.



Gambar 2.6. Perbandingan struktur drainase dengan filter konvensional dan geotekstil

Sistem drainase geotekstil pada lapangan sepak bola ini dibuat terpisah antara saluran drainase dan saluran irigasi. Pada lapangan sepak bola drainase yang baik mutlak diperlukan, agar pada kondisi yang buruk (hujan deras) pertandingan dapat terus dilanjutkan.

Adapun jenis-jenis geotekstil yang sering digunakan adalah :

- *Geotextile-geonet composite*

Adalah geotekstil yang berasal dari geonet yang bagian atas dan bawahnya dilapisi oleh geotekstil. Bahan ini berfungsi dalam bidang drainase dan filtrasi karena mempunyai transmissivitas yang tinggi, kelebihan lainnya adalah dapat dipasang secara vertikal maupun horizontal. Geotekstil ini biasanya digunakan pada lapangan olah raga (*athletic field drainage*) dan drainase taman (*landscape drainage*).

- *Geotextile-geomembrane composite*

adalah geotekstil yang berasal dari geotekstil yang dilapisi geomembran pada kedua sisinya. geotekstil jenis ini biasanya dipakai untuk drainase bangunan air seperti dam ataupun bendungan, karena dapat mendeteksi kebocoran dan meningkatkan resistensi kebocoran.

- *Geomembrane-geogrid composite*

Adalah geotekstil yang berasal dari bahan geogrid yang dilapisi oleh geomembran. geotekstil ini banyak dipakai untuk drainase jalan raya karena mampu menahan beban yang sangat berat.

- *Geotextile-polymer-core composite*

Adalah geokomposit yang bagian tengahnya (intinya) berasal dari polymer (dapat berupa *plastic, filament nylon, dan Styrofoam*) yang dilindungi oleh geotekstil pada bagian luarnya. Geotekstil jenis ini dapat digunakan sebagai pelapis pipa-pipa buangan pada industri.

2.4.4. Debit Maksimum Yang Akan Dilayani Tiap Pipa

Debit maksimum yang akan dilayani tiap pipa adalah kapasitas pengeringan tiap pipa. Debit ini dihitung dengan rumus (Prodjopangarso, 1987) :

$$Q_{maks} = P \times L \times q \quad (2-19)$$

dengan :

Q_{maks} = debit maksimum yang dilayani tiap pipa (m^3 /detik)

P = panjang pipa (m)

L = jarak pipa (m)

q = debit permisivitas (m^3 /detik)

2.4.5. Jarak Pipa Drain (*Drain Spacing*)

Untuk menghitung tinggi air resapan yang direncanakan dan jarak saluran pada kedalaman tertentu, dipakai rumus *Hooghoudt* sebagai berikut (Prodjopangarso, 1987) :

$$R = q = \frac{4K(H+D).(H-D)}{L^2} \quad (2-20)$$

$$R = q = \frac{4Kh(H+D)}{L^2} \quad (2-21)$$

dengan, $h = H - D$ dan $H + D = h + 2D$

Maka persamaannya menjadi :

$$R = q = \frac{4Kh(H+2D)}{L^2} \quad (2-22)$$

$$R = q = \frac{8KhD}{L^2} \quad (2-23)$$

$$R = q = \frac{4Kh^2 + 8KDh}{L^2} \quad (2-24)$$

Dari persamaan – persamaan di atas, didapatkan persamaan debit yang masuk ke dalam saluran pembuang, yaitu :

$$R = q = \frac{4Ka h^2 + 8Kb D h}{L^2} \quad (2-25)$$

dimana :

L = jarak saluran (m)

q = laju aliran dalam tanah (m/detik)

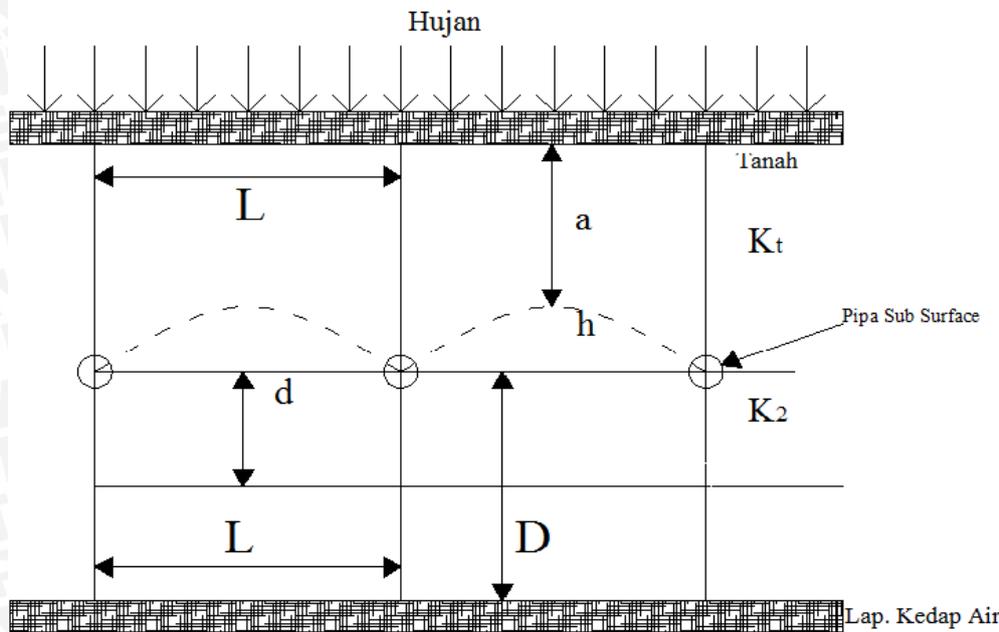
K_a = konduktivitas hidrolika untuk lapisan diatas saluran (m/detik)

K_b = konduktivitas hidrolika untuk lapisan dibawah saluran (m/detik)

h = tinggi muka air resapan diatas saluran dan tengah – tengah kedua saluran (m)

d = *Equivalent depth* yaitu fungsi dari L , r_0 , dan D sebagai pengganti ketebalan D (m)

Cara perletakan sistem drainase bawah permukaan dapat dilihat pada gambar 2.7 berikut



Gambar 2.7. Perletakan saluran drainase bawah permukaan

Sumber : Prodjopangarso (1987)

2.4.6. Kapasitas Saluran Bawah Tanah

Besarnya kapasitas saluran drainase dihitung dengan menggunakan rumus *Manning* sebagai berikut :

$$Q = A \times V \quad (2-26)$$

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

dimana :

Q = kapasitas saluran (m^3/dt)

A = Luas penampang (m^2)

V = Kecepatan aliran rata-rata (m/detik)

n = koefisien kekasaran *Manning*

R = Jari – jari hidrolis (m)

s = Kemiringan dasar saluran

Harga koefisien Manning (n) ditetapkan berdasarkan pada bahan yang membentuk tubuh saluran. Dalam hal ini saluran berupa pipa PVC dengan harga n berkisar antara 0,009 – 0,012 (Anonim, 1997).

Pipa PVC yang digunakan untuk saluran drainase bawah tanah adalah pipa yang berbentuk gelombang beralur – alur yang dilubangi kecil – kecil. Lubang kecil pada pipa ini berfungsi mengontrol permukaan air (disebut Hel – Cor pipa). Tiap 8,5 cm, ada 14 lubang dan tiap – tiap lubang berdiameter 0,95 cm.

Saluran drainase bawah permukaan yang baik terdiri dari pasir yang permukaannya dilapisi dengan ijuk atau kerikil yang berfungsi menyerap genangan dengan cepat dan juga sebagai filter. Apabila terdapat air yang mengalir dibawah pipa masih diijinkan. Untuk kondisi dasar yang berlumpur, dipakai butiran material yang cukup untuk menahan lumpur dan menjaga agar lumpur tidak masuk dalam pipa.

2.5. Perencanaan Saluran Pengumpul (*Collector Drain*)

2.5.1. Dimensi Saluran

Untuk menghitung kapasitas saluran pembuang, dipakai rumus *Manning* sebagai berikut (Chow, 1992) :

$$Q = A \times V \quad (2-28)$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad (2-29)$$

dimana :

- Q = kapasitas saluran (m^3/dt)
- A = Luas penampang (m^2)
- V = Kecepatan aliran rata-rata (m/detik)
- n = koefisien kekasaran *Manning*
- R = Jari – jari hidrolis (m)
- s = Kemiringan dasar saluran

Dengan menghubungkan rumus $Q = A \cdot V$ dengan besaran A dan P yang mengandung lebar dasar saluran dan tinggi air, dapat diperhitungkan dimensi saluran yang akan direncanakan berdasarkan data debit. Koefisien *Manning* dan kemiringan dasar saluran.

Perhitungan selengkapnya adalah sebagai berikut (Chow, 1992) :

1. Saluran Trapesium :

Untuk merencanakan penampang trapesium digunakan rumus – rumus :

- Jari – jari luas saluran

$$A = (B + z \cdot h)h \quad (2-30)$$

- Keliling basah

$$P = B + 2h (z^2 + 1)^{1/2} \quad (2-31)$$

- Jari – jari hidrolis

$$R = A / P \quad (2-32)$$

2. Saluran Setengah Lingkaran

- Luas Saluran

$$A = 0,5 \pi r^2 \quad (2-33)$$

- Keliling Saluran

$$P = \pi \cdot r \quad (2-34)$$

- Jari – jari hidrolis

$$R = 0,5 r \quad (2-35)$$

Harga koefisien kekasaran *Manning* (n) dalam rumus *Manning*, ditetapkan berdasarkan pada bahan yang membentuk tubuh saluran. Harga koefisien kekasaran *Manning* untuk berbagai bahan material saluran dan tipe saluran dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.7. Angka kekasaran *Manning*

Tipe Saluran	N
A. Saluran Tertutup terisi sebagian	
1. Gorong - gorong dari beton lurus dan bebas kikisan	0,010 - 0,013
2. Gorong - gorong dengan belokan dan sambungan	0,011 - 0,014
3. Saluran pembuang lurus dari beton	0,013 - 0,017
4. Pasangan bata dilapisi dengan semen	0,011 - 0,014
5. Pasangan batu kali disemen	0,015 - 0,017
B. Saluran dilapisi atau disemen	
1. Pasangan bata disemen	0,012 - 0,018
2. Beton dipoles	0,013 - 0,016
3. Pasangan batu kali disemen	0,017 - 0,030
4. Pasangan batu kosong	0,023 - 0,035

Sumber : Chow (1992)

2.5.2. Kecepatan Ijin

Hal penting yang harus diperhatikan adalah kecepatan aliran yang diizinkan. Kecepatan harus diantara batas tertentu (maksimum atau minimum) dimana dengan kecepatan tersebut tidak akan terjadi pengendapan dan pertumbuhan tanaman air, serta tidak juga terjadi pengikisan.

Kecepatan minimum merupakan kecepatan terkecil yang tidak menimbulkan pengendapan dan tidak merangsang tumbuhnya tanaman air serta lumut dalam saluran.

Besarnya kecepatan aliran yang diijinkan dalam saluran biasanya tergantung pada bahan saluran, kondisi fisik dan sifat – sifat alirannya. Besarnya kecepatan minimum yang diijinkan besarnya berkisar antara 0,6 – 0,9 m/detik (Suhardjono, 1984).

2.6. Pompa

Pada sistem penyiraman yang akan dipakai nantinya, air yang digunakan berasal dari air hujan yang meresap di area lapangan dan ditampung pada sebuah bak penampung lalu dipompa menuju lapangan. Untuk kemudahan dan kelancaran pengoperasian sistem ini, mesin pompa diperlukan untuk memompa air dari bak penampung untuk dialirkan ke lapangan rumput pada waktu yang diperlukan.

Daya pompa dihitung dengan persamaan (Sularso, Haruo T, 1985:53) :

$$P = \frac{\gamma QH}{\eta} \quad (2-36)$$

dimana :

P = daya pompa (kw)

$$= \frac{KN}{m^3} \cdot m^3/det \cdot m = \frac{KN}{det} = \frac{K \cdot Joule}{det} = \text{Kwatt}$$

γ = berat jenis air (kN/m³)

Q = debit pemompaan (m³/dt)

H = tinggi total pemompaan (m)

η = efisiensi pompa

Untuk mencegah terjadinya bahaya kavitasi pompa perlu pemahaman istilah NPSH (*Netto Possitive Section Head*) atau tinggi hisap positif neto.

2.7. Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya adalah perhitungan biaya bangunan berdasarkan gambar bangunan dan spesifikasi pekerjaan konstruksi. Rencana anggaran biaya dapat dijadikan sebagai acuan pelaksanaan pekerjaan. Anggaran biaya yang dihitung merupakan biaya yang diperlukan untuk bahan, upah, dan biaya lainnya yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan ada perbedaan pada masing-masing daerah dikarenakan perbedaan harga dasar bahan dan upah tenaga kerja.

RAB diperlukan sebagai pedoman pembangunan agar proses pembangunan tersebut berjalan secara efektif dan efisien. Penyusunan RAB yang buruk akan berimbas pada penggunaan dana yang tidak tepat dan mengacaukan jalannya pembangunan. RAB dapat dihitung dengan perhitungan sebagai berikut:

$$RAB = \sum (\text{volume} \times \text{harga satuan pekerjaan}) \quad (2-37)$$

Pada dasarnya, terdapat 5 fungsi utama dari Rencana Anggaran Biaya pendirian bangunan, antara lain :

1. RAB sebagai penetap jumlah biaya masing-masing bidang pekerjaan pada proses pendirian suatu bangunan. RAB memuat biaya-biaya secara terperinci yang meliputi pengadaan bahan bangunan, upah pekerja, serta biaya lain-lain seperti biaya perijinan dan biaya sarana prasarana.
2. RAB sebagai penentu total kebutuhan material bahan bangunan yang diperlukan. Penghitungan kebutuhan material ini didasarkan pada pengukuran volume pembuatan struktur bangunan.
3. RAB sebagai dasar pemilihan tenaga kerja yang digunakan. RAB menggambarkan pekerjaan-pekerjaan konstruksi yang akan dilakukan dan tenaga kerja yang dibutuhkan untuk melakukan pekerjaan tersebut.
4. RAB sebagai penentu peralatan yang dipakai untuk mendukung kelancaran pembangunan konstruksi. RAB juga memutuskan apakah peralatan tersebut perlu dibeli atau cukup disewa.
5. RAB sebagai pemantau penghematan kegiatan pelaksanaan pembangunan. Dari RAB juga dapat diketahui model pengeluaran anggaran biaya yang menghasilkan keuntungan.

