

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Adapun beberapa penelitian terdahulu yang dijadikan landasan teori, mengenai lubang resapan biopori adalah sebagai berikut.

Abdul Rivai Suleman, Basyar Bustan dan Andi Erdiansa (2019) melakukan penelitian tentang Pembuatan Lubang Resapan Biopori sebagai Resapan Banjir pada Daerah Genangan di Kelurahan Buntusu Kota Makassar. Hasil yang didapat ialah model lubang resapan biopori yang digunakan di RT 11 RW 11 Blok H lama Kelurahan Buntusu Kota Makassar berukuran panjang 40 cm untuk masing-masing modelnya dengan variasi kedalamannya 80 hingga 100 cm.

Febrian Hadi (2021) dalam penelitiannya yang berjudul Efektivitas Lubang Resapan Biopori Terhadap Sistem Drainase Bellpark 2 Kekerri Lombok Barat. Menunjukkan hasil rancangan pembuatan lubang resapan biopori berukuran diameter 20 cm dengan kedalaman 70 cm.

Maria Francisca Damayanti (2021) menyatakan bahwa debit limpasan curah hujan berkurang dengan adanya lubang resapan biopori. Hal ini dibuktikan dalam penelitiannya yang berjudul Perencanaan Lubang Resapan Biopori dalam Upaya Mengurangi Volume *Run Off* pada Area Tertutup Beton.

Pramiati Purwaningrum, dkk (2020) dalam penelitiannya yang berjudul Potensi Pemanfaatan Lubang Resapan Biopori di Kelurahan Kota Bambu Selatan, Palmerah, Jakarta Barat menghasilkan bahwa kawasan tersebut dikonfirmasi telah membuat lubang resapan biopori (LRB) sejak tahun 2017, namun mengalami kendala dalam pemeliharannya. Mereka menyatakan kondisi tanah tidak dapat menyerap air dengan baik, karena LRB tidak dimasukkan sampah organik.

Fathonah, dkk (2018) menyatakan bahwa limbah plastic jenis PET dapat menjadi bahan stabilisasi tanah lempung ekspansif, dengan dengan variasi persentase 0%-5%. Hal ini dikemukakan dalam penelitian yang berjudul Pemanfaatan Limbah Plastik Pet (Polyethylene terephthalate) Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif. Dalam penelitiannya melakukan pengujian klasifikasi tanah, untuk

mengetahui nilai kuat tekan tanahnya (q_u), yang didasari dengan sistem klasifikasi USCS.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Sumur Resapan

2.2.1.1 Pengertian Sumur Resapan

Sumur resapan adalah berupa bangunan yang dibuat sedemikian rupa sehingga menyerupai bentuk sumur dengan kedalaman tertentu. Salah satu solusi memungkinkan untuk mengurangi pasokan banjir adalah dengan pembuatan sumur resapan di daerah pemukiman padat.

Manfaat yang dapat diperoleh dengan pembuatan sumur resapan antara lain, mengurangi aliran permukaan dan mencegah terjadinya genangan air, dan mempertahankan tinggi muka air tanah, serta menambah persediaan air tanah untuk menahan terjadinya penyusupan air laut bagi daerah yang berada di kawasan dekat pantai. (Pramono, 2013)

2.2.1.2 Manfaat Pembuatan Sumur Resapan

Sumur resapan dibuat sebagai salah satu kegiatan konservasi sipil yang secara teknisnya sederhana, dibuat dengan tujuan sebagai berikut, yaitu:

1. Pelestarian sumber daya air tanah, seperti perbaikan kualitas lingkungan dan tentunya membudayakan kepada masyarakat akan kesadaran terhadap lingkungan.
2. Membantu menanggulangi kekurangan air bersih.
3. Menjaga keseimbangan air didalam tanah dalam sistem akuifer pantai.
4. Mengurangi limpasan permukaan dan erosi tanah.

Tentunya, dalam pembuatan metode sumur resapan ini didapati beberapa keuntungan ataupun manfaat yang dapat dirasakan. Seperti halnya, debit air tanah yang efektif dan meningkat dengan cepat air tanahnya, sangat efisien dalam menampung, meresapkan air hujan kedalam tanah untuk mengurangi banjir dan genangan air. Kendati, sudah pasti terjangkau dan ekonomis dalam pembuatan maupun pemeliharannya. Bahkan dalam proses pembuatannya hanya membutuhkan lahan kecil, dan langkah pembuatannya pun tergolong mudah, sehingga masyarakat bisa membuatnya.

Selain itu, diperlukan kesadaran dan partisipasi masyarakat agar turut merawat dan menjaga kebersihan saluran drainase dimulai dari lingkungan pemukiman dengan tidak membuang limbah maupun sampah ke dalam sistem drainase.

2.2.2 Lubang Resapan Biopori

2.2.2.1 Pengertian Lubang Resapan Biopori

Biopori merupakan lubang resapan air yang ditujukan untuk mengatasi genangan air dengan cara meningkatkan daya resap air pada tanah. Biopori adalah lubang-lubang didalam tanah yang terbentuk akibat berbagai aktivitas biota tanah seperti cacing tanah. Cacing ini nantinya akan bertugas membentuk pori-pori atau terowongan dalam tanah (biopori). Lubang-lubang yang terbentuk akan terisi udara, dan akan menjadi tempat berlalunya air didalam tanah.

Biopori dalam tanah ini sangat optimal keberadaannya di daerah yang tidak terganggu seperti pada lahan hutan dan kebun campuran. Biopori sangat jarang ditemui pada lahan pertanian intensif, karena kehidupan jasad biologi tanah tersebut terganggu oleh pengaruh limbah dan pengaplikasian pestisida, sehingga tanah menjadi sangat padat. Keberadaan biopori yang banyak, akan mempertinggi daya serap tanah terhadap air, karena air akan lebih mudah masuk kedalam tubuh tanah. Salah satu aspek kinerja lubang resapan biopori adalah aspek kemanfaatannya di dalam menjamin adanya imbuhan buatan terhadap air tanah.

LRB menurut Peraturan Menteri Kehutanan Nomor : P.70/Menhut-II/ 2008/ Tentang Pedoman Teknis Rehabilitasi Hutan dan Lahan, adalah lubang-lubang didalam tanah yang terbentuk akibat berbagai aktivitas organisme di dalamnya, seperti cacing, perakaran tanaman, rayap, dan fauna tanah lainnya. Lubang-lubang yang terbentuk akan terisi udara dan akan menjadi tempat berlalunya air dalam tanah.

2.2.2.2 Manfaat Pembuatan Biopori

Adapun manfaat dari pembuatan lubang resapan biopori adalah guna mencegah banjir. Lubang resapan biopori memiliki beberapa fungsi lain selain meresapkan air (khususnya air hujan), diantaranya sebagai berikut:

1. Penyubur tanah.

Sampah dedaunan daripada dibakar, akan lebih bagus dimasukkan dalam lubang ini, sehingga sampah daun akan busuk dan dapat menyuburkan tanah.

2. Mengurangi penumpukan sampah.

Sampah rumah tangga dapat dimasukkan kedalam lubang ini, sehingga mengurangi penumpukan sampah rumah tangga.

3. Terhindar berbagai jenis penyakit.

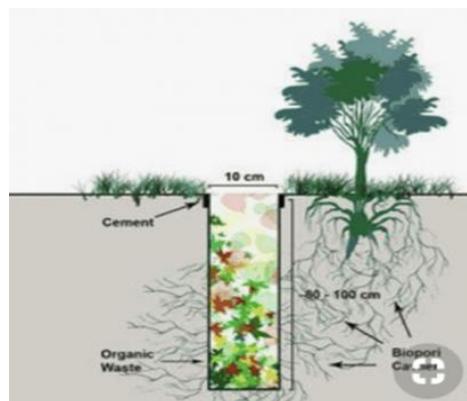
Tumpukan sampah yang dibuang ditempat terbuka dan telah membusuk, akan mengundang berbagai penyakit. Bila sampah rumah tangga seperti sisa makan, sayuran, atau dedaunan lain dimasukkan kedalam lubang yang tertutup, akan mengurangi atau mencegah penyakit.

4. Penghasil kompos.

Sampah organik yang telah dimasukkan ke dalam lubang resapan ini, dapat diambil setelah 1-2 bulan, dapat dijadikan pupuk hijau (kompos). Kemudian setelah kompos diambil, lubang dapat digunakan lagi untuk membuang sampah organik.

5. Mengurangi genangan air.

Dengan memanfaatkan peran aktivitas fauna tanah selanjutnya akan menciptakan rongga- rongga atau liang-liang di dalam tanah yang akan dijadikan saluran air untuk meresap kedalam tanah, sehingga mengurangi genangan air yang timbul selama hujan.



Gambar 2. 1 Ilustrasi Biopori

2.2.3 Klasifikasi Tanah

Laju pertumbuhan penduduk yang terus meningkat pesat menyebabkan meningkatnya laju kebutuhan pangan yang turut meningkat. Tingginya kebutuhan pangan manusia tersebut berdampak pada tingginya permintaan pangan, sehingga peningkatan produktivitas tanaman mutlak dilakukan. Maka pemahaman yang baik

mengenai tanah dan pengelolaannya dapat mendukung budidaya tanaman yang optimal sehingga membantu peningkatan produktivitas tanaman. Kebutuhan lahan sebagai suatu ruang dalam proses pembangunan yang terus bertambah. Peningkatan kesejahteraan masyarakat mengakibatkan kebutuhan lahan untuk pertanian, pembangunan penduduk berdampak buruk untuk hutan, semakin pesatnya pembangunan semakin besar tingkat penggundulan hutan (Ismail, 2009). Kecenderungan pembangunan dan perilaku masyarakat terhadap lingkungan berdampak banjir untuk banyak daerah.

Klasifikasi tanah merupakan sistem pengelompokan tanah dengan kategorisasi karakteristik yang dibedakan berdasarkan jenis tanah masing – masing. Klasifikasi tanah secara umum dapat diklasifikasikan dengan 2 cara, klasifikasi teknis dan alami. Klasifikasi alami dikelompokkan berdasarkan atas sifat tanah tanpa mencantumkan kegunaan tanah tersebut. Untuk klasifikasi teknis didasari dengan sifat – sifat tanah yang berpengaruh terhadap kemampuan tanah untuk digunakan secara khusus. Di Indonesia sistem klasifikasi tanah yang kerap dijadikan acuan adalah USDA (United States Department of Agriculture), FAO/UNESCO, PPT Bogor.

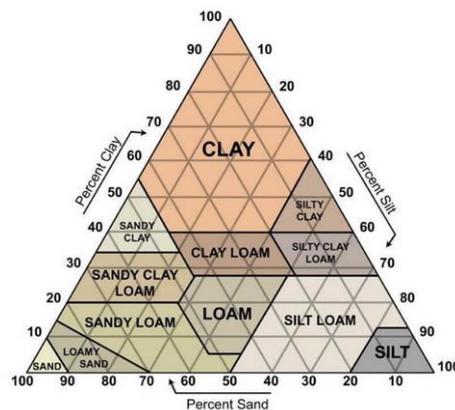
Pada penelitian ini menggunakan sistem klasifikasi tanah USDA untuk menentukan sifat fisik tanah, USDA memakai 6 kategori sistem klasifikasi tanah yaitu ordo tanah, sub-ordo tanah, kelompok tanah, sub kelompok tanah, famili tanah, dan seri tanah. Sedangkan untuk menentukan tekstur tanah digunakan pengujian di laboratorium dengan ketentuan uji indeks properties. Hal ini disebabkan keadaan tekstur tanah sangat berpengaruh terhadap keadaan sifat – sifat tanah.

2.2.3.1 Korelasi Biopori dan Tanah

Teknologi yang dipakai untuk meminimalisir volume limpasan yang berlebihan sangat diperlukan, namun dalam pembuatan biopori perlu diperhatikan tingkat kedalaman dan jenis tanah, agar biopori yang dibuat bekerja maksimal. Sistem klasifikasi tanah memberikan suatu bahasa yang mudah untuk menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi tanpa penjelasan yang rinci. Tekstur tanah mempengaruhi laju peresapan air kedalam tanah, jenis tanah berpasir mempengaruhi laju peresapan air. Pembentukan kompos dan biopori pada lubang resapan biopori akan mempercepat laju peresapan air pada semua tekstur tanah.

2.2.3.2 Tekstur Tanah

Tanah yang terbentuk setelah melalui proses pembentukan tanah memiliki sifat-sifat tanah yang terdiri dari sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Sifat fisik tanah meliputi tekstur, struktur, konsistensi, porositas, aerasi, warna dan suhu tanah. Tekstur tanah adalah keadaan tingkat kehalusan tanah yang terjadi karena terdapatnya perbedaan komposisi kandungan fraksi pasir, debu, dan liat yang terkandung pada tanah.



Gambar 2. 2 Diagram Segitiga Kelas Tekstur Tanah USDA

Menurut Utomo (2016) ada beberapa jenis struktur tanah, sebagai berikut :

1. Tanpa struktur
 - a. Butiran lepas merupakan struktur tanah dengan sifat setiap partikel tanahnya terlepas satu sama lain. Keadaan seperti ini sering dijumpai pada tanah berpasir
 - b. Masif merupakan seluruh massa tanah yang memadat tanpa adanya celah atau retakan. Keadaan seperti kerap ditemukan pada bahan induk tanah yang banyak liatnya.
2. Berstruktur
 - a. Butir (*granular*), struktur ini merupakan bentuk dari gabungan partikel primer tanah berbentuk membulat. Namun dari gabungan ini masih didapati rongga, untuk dapat mengikat air. Selain itu, rongga tersebut juga dapat mengalirkan udara yang bergerak diantara butiran tanah. Kondisi struktur tanah seperti ini sangat cocok untuk meningkatkan produktivitas tanaman.
 - b. Lempeng (*platy*), kemudian pada struktur tanah ini ukuran horizontalnya melebihi ukuran vertikalnya. Hal ini mengakibatkan saat penyerapan, pergerakan airnya horizontal.

- c. Gumpal (*blocky*), ukuran vertikal cenderung hampir sama dengan ukuran horizontalnya untuk tanah berstruktur seperti ini. Struktur ini dibedakan dengan struktur butirnya yang tergabung namun tidak membentuk rongga, akibatnya tanah berstruktur gumpal terbagi lagi menjadi 2 bagian. Gumpal bersudut (*angular blocky*) dan gumpal tidak bersudut (*subangular blocky*).
- d. Prisma merupakan struktur tanah yang memiliki ukuran vertical lebih besar ketimbang ukuran horizontalnya. Struktur tanah prisma biasa juga dikenal dengan struktur tiang (*columnar*) yang kerap ditemui pada tanah dengan kandungan natrium yang tinggi pada larutan tanahnya.

3. Struktur yang hancur

Struktur tanah seperti ini memiliki pori yang lebih besar, yang dapat hilang apabila struktur tanah telah hancur.

Tanah terdiri dari butiran yang berbeda dalam hal ukuran dan bentuk, maka dibutuhkan istilah-istilah khusus untuk menjabarkan sifat dan teksturnya. Riset selama bertahun-tahun menghasilkan nama kelas dan klasifikasinya, seperti pasir, debu, liat, lempung. Ketiga fraksi tersebut disebut partikel, dengan ketentuan masing – masing dapat dilihat pada gambar 2.2. Segitiga tekstur merupakan suatu diagram untuk menentukan kelas – kelas tekstur tanah. Adapun cara membaca diagram USDA adalah sebagai berikut.

- a. Mengetahui kandungan persentase pasir, debu, dan liat pada tanah.
- b. Setelah diketahui, lalu pada gambar 2.2 tentukan dengan garis sesuai dengan kandungan pada tanah.
- c. Garis yang dibentuk sesuai dengan persentase dari ketiga fraksi tersebut, akan menghasilkan segitiga yang didalamnya telah mencakup kelas tekstur tersebut.

2.2.3.3 Uji Indeks Properties

Pengujian indeks properties tanah dilakukan untuk menguji sifat fisik tanah. Data yang sudah didapatkan dari masing-masing indeks properties kemudian diolah dan dianalisis untuk menentukan jenis tanahnya.

1. Kadar Air

Pengujian kadar air bertujuan untuk mencari besarnya kadar air tanah, yaitu perbandingan antara berat air dengan berat tanah kering dalam satuan persen.

2. Berat Jenis

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan antara berat isi butir tanah terhadap berat isi air.

3. Berat Isi

Pada pengujian berat isi dilakukan untuk mengetahui distribusi ukuran butiran tanah dengan mencari persentase berat dari tiap-tiap ukuran butir tanah.

4. Atterberg Limits

Pada pengujian batas-batas atterberg dilakukan untuk mencari nilai perbandingan berat air yang mengisi ruang pori dengan berat tanah kering pada saat kondisi batas cair atau plastis. Adapun penentuan batas-batas atterberg antara lain batas susut, batas plastis, dan batas cair, serta indeks plastisitas.

5. Uji Saringan

Pengujian ini dilakukan untuk uji jenis tanah berbutir kasar, ditentukan dengan cara menyaring.

Tabel 2. 1 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Ukuran Butiran (ASTM)

No.	Ukuran Butiran	Jenis Tanah
1	< 0,0020	Clay (lempung)
2	0,0020 - 0,0074	Silt (lanau)
3	0,0074 – 4,7500	Sand (pasir)
4	> 4,7500	Gravel (kerikil)

(Sumber : Bowler 1989)

2.2.3.4 Formulasi Perhitungan Klasifikasi Tanah

Untuk mengetahui klasifikasi tanah di lokasi penelitian, maka digunakan beberapa perhitungan sebagai berikut.

1. Pengujian kadar air tanah

Untuk menentukan besarnya kadar air yang terkandung dalam tanah asli digunakan rumus :

$$w = \frac{b-c}{c-a} \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

w = kadar air (%)

a = berat cawan kosong (gram)

b = berat cawan + tanah asli (gram)

c = berat cawan + tanah kering oven (gram)

2. Pengujian berat jenis

Untuk mendapatkan harga berat jenis butir tanah, dipergunakan rumus :

$$G_s = \frac{c-a}{(b-a)T_1 - (d-c)T_2} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

G_s = berat jenis butir tanah (g/cm³)

a = berat piknometer kosong (gram)

b = berat piknometer + aquades jenuh (gram)

c = berat piknometer + sampel kering (gram)

d = berat piknometer + sampel + aquades (gram)

T₁ = suhu awal aquades (C°)

T₂ = suhu aquades setelah didiamkan 24 jam (C°)

3. Pengujian berat isi

Untuk mendapatkan berat volume basah, maka digunakan rumus :

a. Mencari volume air raksa yang tumpah (d gram)

$$d = \frac{c-a}{13,6} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

a = berat cawan kosong (gram)

c = berat cawan + air raksa yang tumpah (gram)

d = volume air raksa yang tumpah (cm³)

b. Mencari berat volume basah (γ_b)

$$\gamma_b = \frac{b-a}{d} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana:

a = berat cawan kosong (gram)

b = berat cawan + tanah kubus 1x1x1 (gram)

c = berat cawan + air raksa yang tumpah (gram)

γ_b = berat volume basah (gr/ cm³)

d = volume air raksa yang tumpah (cm³)

4. Pengujian *atterberg limits*

Pengujian *atterberg limits* dilakukan untuk menentukan keadaan batas cair dan batas plastis tanah. Maka digunakan rumus kadar air tanah pada pengujian batas

cair tanah dan pengujian batas plastis untuk menentukan rata-rata kadar air dari setiap percobaan, dan total keseluruhan percobaan, sebanyak 4x percobaan.

Rumusnya adalah sebagai berikut.

$$m = \frac{\text{jumlah data}}{\text{banyak data}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana:

w = kadar air (%)

a = berat cawan kosong (gram)

b = berat cawan + tanah asli (gram)

c = berat cawan + tanah kering oven (gram)

m = rata-rata kadar air (%)

Selanjutnya, ialah menentukan indeks plastisitas untuk mengetahui jenis tanah di lokasi penelitian. Ukuran butiran tanah sangat menentukan sifat fisik tanah dan dapat digunakan dalam pengklarifikasian jenis tanah. Prinsip dari analisis ini adalah dengan menentukan persentase berat butiran pada satu unit saringan dengan suatu ukuran diameter lubang yang sudah ditentukan. Tanah berbutir halus memiliki sifat plastis. Plastisitas terjadi karena adanya partikel mineral lempung dalam tanah. Plastisitas juga dapat menggambarkan kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk secara konstan.

Indeks Plastisitas untuk beberapa jenis tanah menurut Terzaghi.

Tabel 2. 2 Indeks Plastisitas

Jenis Tanah	Indeks Plastisitas	Tingkat Plastisitas	Tanah Kohesi
Pasir	IP = 0	Tidak berplastisitas	Non kohesif
Lanau	0 < IP < 7	Plastisitas rendah	Kohesif sebagian
Lempung berlanau	7 < IP < 17	Plastisitas sedang	Kohesif
Lempung	IP > 17	Plastisitas tinggi	Kohesif

(Sumber : Terzaghi 1990)

Digunakan rumus sebagai berikut.

$$IP = LL - PL \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana:

IP = indeks plastisitas

LL = batas cair tanah

PL = batas plastis tanah

5. Pengujian saringan

Tujuan umum dari pengujian ini adalah untuk mengetahui prosentase susunan butir tanah sesuai dengan batas klasifikasinya sehingga dapat diketahui jenis contoh tanahnya. Dalam pengujian ini digunakan standar ASTM D422-63. Pada pengujian ini dilakukan untuk mengetahui diameter butir tanah yang lebih besar dari 0,074 mm atau tertahan saringan no.200.

2.2.4. Variabel Dalam Proses Peresapan

Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap lubang resapan biopori adalah faktor iklim. Faktor yang perlu diperhatikan adalah besarnya curah hujan. Apabila semakin besar curah hujan di suatu wilayah berarti semakin banyak sumur resapan yang diperlukan. Akibat terburuk dari tingginya curah hujan adalah bencana banjir. Dari berupa genangan air di awal, akan menjadi bencana banjir apabila tidak lekas diatasi. Banjir selalu terjadi di beberapa daerah rawan banjir ketika musim penghujan tiba. Jika curah hujan kecil, mungkin air dapat meresap ke dalam tanah dan bermanfaat untuk memelihara kelembaban tanah. Namun, ketika curah hujan yang turun begitu besarnya, air yang tidak meresap melimpah di permukaan tanah dan jalan terbuang melalui saluran drainase. Bila limpasan permukaan tidak tertampung oleh saluran-saluran tersebut, air akan meluap menggenangi kawasan bahkan membanjiri kawasan tersebut.

Pentingnya faktor iklim membuat kondisi rentan terhadap perubahan iklim. Beberapa hal menjadi semakin kritis, seperti ketersediaan air. Hal ini disebabkan peningkatan perkembangan jumlah penduduk, yang membuat peningkatan jumlah kebutuhan air pun meningkat. Selain itu pula, peningkatan kegiatan ekonomi masyarakat juga menjadi salah satu sebabnya. Demikian pula menjadikan kualitas air di berbagai tempat, terutama pada musim kemarau semakin menurun sehingga tidak memenuhi syarat mutu sebagai air baku untuk kebutuhan tertentu.

2.2.4.1 Curah Hujan

Curah hujan adalah jumlah air yang jatuh di permukaan tanah datar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi millimeter (mm) di atas permukaan tanah. Dampak dari perubahan iklim yang kerap berjalan diperlukan upaya-upaya untuk meminimalisir faktor penyebab perubahan iklim yang terus terjadi. Selama ini, untuk mengantisipasi limpasan curah hujan yang berlebihan, maka dialirkan

sesegera mungkin ke laut, padahal banyak kanal dan saluran drainase yang telah dibangun oleh pemerintah untuk mengurangi genangan dan banjir. Hanya saja hal itu belum cukup untuk mencegah banjir dan genangan air, melainkan hanya memindahkan lokasinya saja.

Salah satu upaya yang efektif untuk mengurangi limpasan yang dapat mengakibatkan genangan air dan bencana banjir adalah lubang resapan biopori. Untuk menganalisa data curah hujan, maka langkah awal yang perlu ditentukan adalah curah hujan maksimum.

2.2.4.2 Distribusi Probabilitas Hujan

Analisa curah hujan memproses data curah hujan mentah, diolah menjadi data yang siap dipakai untuk perhitungan debit aliran, untuk itu digunakan teori probabilitas dan analisa frekuensi.

Rumus persamaan:

1. Distribusi Normal

$$X_T = \underline{X} + K_T S \dots\dots\dots(2.9)$$

2. Distribusi Log Normal

$$X_T = \log \log \underline{X} + K_T S \dots\dots\dots(2.10)$$

3. Distribusi Log Pearson III

$$\log X_T = \log \log \underline{X} + K S \dots\dots\dots(2.11)$$

4. Distribusi Gumbel

$$X = \underline{X} + SK \dots\dots\dots(2.12)$$

$$X_t = X + K \cdot S_1$$

Dimana:

X_T = Hujan rencana periode T tahun

\underline{X} = Harga rata-rata sampel

K = Faktor probabilitas

K_T = Faktor probabilitas

S = Standar deviasi baku

Keempat metode tersebut digunakan untuk menganalisa frekuensi curah hujan rancangan. Untuk dapat menganalisis nilai dari faktor probabilitas digunakan acuan

formulasi perhitungan yang disesuaikan dengan keempat metode. Sebagai acuan nilai K untuk masing-masing metode distribusi, digunakan beberapa teori umum yang dijadikan landasan seperti teori gauss dan lainnya.

Berikut merupakan acuan teori umum yang kerap digunakan dalam analisa hidrologi, yang sesuai dengan ketentuan yang ada.

Tabel 2. 3 Nilai K Teori Gauss

No.	Periode Ulang T (tahun)	KT
1	1.050	-1.64
2	1.250	-0,84
3	1.670	-0.25
4	2.000	0
5	2.500	0.25
6	5.000	2.05
7	10.000	1.28
8	20.000	1.64
9	50.000	2.055
10	100.000	2.33

(Sumber : Google 2022)

Tabel 2. 4 Nilai K untuk Metode Log Pearson III

Interval kegiatan								
	1.0101	1.2599	2	5	10	25	50	100
Koef. G	Persentase peluang terlampaui							
	99	80	50	20	10	4	2	1
2.6	-0.769	-0.696	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	2.889
2.4	-0.832	-0.725	-0.351	0.537	1.262	2.256	3	3.8
2.2	-0.905	-0.752	-0.33	0.574	1.284	2.24	2.97	3.705
2	-0.99	-0.777	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.192	3.605
1.8	-1.087	-0.799	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499
1.6	-1.197	-0.817	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.78	3.388

(Sumber : Google 2022)

Tabel 2. 5 Nilai Yn Gumbel

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.4952	0.4996	0.5035	0.5070	0.5100	0.5128	0.5157	0.5181	0.5202	0.5220
20	0.5236	0.5252	0.5268	0.5283	0.5296	0.5309	0.5320	0.5332	0.5343	0.5353
30	0.5362	0.5371	0.5380	0.5388	0.8396	0.5403	0.5410	0.5418	0.5424	0.5436
40	0.5436	0.5442	0.5448	0.5453	0.5458	0.5463	0.5468	0.5473	0.5477	0.5481
50	0.5485	0.5489	0.5493	0.5497	0.5501	0.5504	0.5508	0.5511	0.5515	0.5518

60	0.5521	0.5524	0.5527	0.5530	0.5533	0.5535	0.5538	0.5540	0.5540	0.5545
70	0.5548	0.5550	0.5552	0.5555	0.5557	0.5559	0.5561	0.5563	0.5563	0.5567
80	0.5569	0.5570	0.5572	0.5574	0.5578	0.5578	0.5580	0.5581	0.5581	0.5585
90	0.5586	0.5587	0.5589	0.5591	0.5592	0.5593	0.5595	0.5596	0.5596	0.5599
100	0.5600	0.5602	0.5603	0.5604	0.5606	0.5607	0.5608	0.5609	0.5609	0.5611

(Sumber : Google 2022)

Tabel 2. 6 Nilai Sn Gumbel

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.9496	0.9676	0.9833	0.9971	1.0095	1.0206	1.0316	1.0411	1.0493	1.0565
20	1.0628	1.0696	1.0754	1.0811	1.0864	1.0915	1.0961	1.1004	1.1047	1.1080
30	1.1124	1.1159	1.1193	1.1226	1.1255	1.1285	1.1313	1.1339	1.1363	1.1388
40	1.1413	1.1436	1.1458	1.1480	1.1499	1.1519	1.1538	1.1557	1.1574	1.1590
50	1.1607	1.1623	1.1638	1.1658	1.1667	1.1681	1.1696	1.1708	1.1721	1.1734
60	1.1747	1.1759	1.1770	1.1782	1.1793	1.1803	1.1814	1.1824	1.1834	1.1844
70	1.1854	1.1863	1.1873	1.1881	1.1890	1.1898	1.1906	1.1915	1.1923	1.1930
80	1.1938	1.1945	1.1953	1.1959	1.1967	1.1973	1.1980	1.1987	1.1994	1.2001
90	1.2007	1.2013	1.2020	1.2026	1.2032	1.2038	1.2044	1.2049	1.2055	1.2060
100	1.2065	1.2069	1.2073	1.2077	1.2081	1.2084	1.2087	1.2090	1.2093	1.2096

(Sumber : Google 2022)

2.2.4.3 Pemilihan Distribusi Frekuensi

Untuk dapat mengetahui rangkaian data yang cocok untuk suatu sebaran tertentu dan tidak cocok di sebaran lain maka perlu dilakukan penentuan jenis distribusi frekuensi.

- Menghitung parameter-parameter statistik C_s dan C_k
- Menghitung koefisien kemencengan
- Menghitung koefisien kepuncakan (C_k)
- Menghitung koefisien varian (C_v)

Rumus persamaan pada tabel 2.7 dan 2.8.

Tabel 2. 7 Rumus Pemilihan Distribusi Frekuensi

Ketentuan	Rumus
Koefisien Kemencengan	$C_s = \frac{n \cdot \sum (x - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$
Koefisien Kepuncakan	$C_k = \frac{n^2 \cdot \sum (x - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4}$

Koefisien Varian	$C_s = \frac{S}{X}$
------------------	---------------------

(Sumber : Arana 2020)

Tabel 2. 8 Ketentuan Pemilihan Sebaran Distribusi

Sebaran	Syarat
Normal	$C_s = 0$
Log Normal	$C_s = 3 C_v$
Gumbel	$C_s = 1.1396$ $C_k = 5.4002$
Log Pearson III	Bila tidak ada yang memenuhi syarat

(Sumber : Arana 2020)

2.2.4.4 Pengujian Kecocokan Distribusi

1. Uji Chi-Kuadrat

Rumus yang digunakan untuk Uji Chi-Kuadrat.

$$X_{h^2} = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana:

X_{h^2} = Parameter uji chi kuadrat

G = Jumlah sub kelompok (minimal 4 data pengamatan)

O_i = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke-1

Langkah pengerjaan perhitungan uji chi kuadrat meliputi:

- a. Kelas Distribusi
- b. Derajat Kebebasan
- c. Interval Kelas
- d. Nilai X^2 Critis

Distribusi frekuensi diterima apabila nilai $X^2 < X^2_{cr}$.

2. Uji Smirnov Kolmogorof

Berikut ialah langkah-langkah penyelesaiannya.

- a. Perhitungan probabilitas dengan rumus persamaan

$$P_{xi} = \frac{m}{n+1} \text{ atau } P_{xi} = \frac{m+1}{n} \dots \dots \dots (2.14)$$

- b. Plot data X_i dan probabilitas
- c. Persamaan analisis frekuensi yang sesuai, menggunakan rumus persamaan

$$\Delta P = P'(X_i) - P(X_i) \dots \dots \dots (2.15)$$

d. Nilai ΔP ditentukan berdasarkan tabel nilai kritis Smirnov Kolmogorov (ΔP_{max})

Syarat agar distribusi frekuensi yang dipilih dapat diterima, yaitu nilai $\Delta P < \Delta P_{max}$. Setelah diketahui distribusi frekuensi yang cocok, maka langkah selanjutnya adalah menganalisis debit rancangan.

2.2.4.5 Formulasi Perhitungan Kapasitas Serap

Korelasi antara air, tanah, dan sumur resapan saling terikat satu sama lain. Air hujan yang turun membasahi bumi akan menyerap ke dalam tanah. Lubang resapan biopori dibuat dan digunakan karena dapat meningkatkan daya resapan. Dengan perantara teknologi sederhana sumur resapan yang ramah lingkungan seperti lubang resapan biopori, maka mampu mengurangi resiko genangan air dan bencana banjir. Untuk mengetahui keefektifan kinerja LRB secara maksimal, digunakan formulasi perhitungan untuk menentukan besaran volume air yang dapat diserap oleh tanah. Koefisien aliran permukaan (*runoff*) yang biasa dilambangkan dengan C. Koefisien C didefinisikan sebagai nisbah antara laju puncak aliran permukaan terhadap curah hujan. Ketentuan koefisien aliran disajikan dalam bentuk tabel.

Tabel 2. 9 Koefisien Aliran Permukaan

No.	Jenis Daerah	Koefisien C
1.	Daerah Perdagangan	
	<ul style="list-style-type: none"> • Perkotaan • Pinggiran 	0,70 – 0,90 0,50 – 0,70
2.	Permukiman	
	• Perumahan 1 Keluarga	0,30 – 0,50
	• Perumahan Berkelompok Terpisah	0,40 – 0,60
	• Perumahan Berkelompok Sambungan	0,60 – 0,75
	• Suburban	0,25 – 0,40
• Apartemen	0,50 – 0,70	
3.	Industri	
	<ul style="list-style-type: none"> • Daerah Industri Ringan • Daerah Industri Berat 	0,50 – 0,80 0,60 – 0,90
4.	Taman, Pekuburan	0,10 – 0,25
5.	Tempat Bermain	0,20 – 0,35
6.	Daerah Stasiun Kereta Api	0,20 – 0,40
7.	Daerah Belum Diperbaiki	0,10 – 0,30

8.	Jalan	0,70 – 0,95
9	Bata	
	• Jalan, Hampan • Atap	0,75 – 0,85 0,75 – 0,95

(Sumber : Schwab 1981)

Hasil dari perhitungan ini akan menentukan kinerja daya serap lubang resapan biopori yang dibuat di Jalan Parikesit II Kelurahan Rawa Makmur Kecamatan Palaran.

1. Volume Andil Banjir

$$V_{ab} = 0,855 \cdot C_{tadiah} \cdot A_{tadiah} \cdot R \dots \dots \dots (2.16)$$

Dimana:

V_{ab} = Volume andil banjir yang akan ditampung sumur resapan (m³)

C_{tadiah} = Koefisien limpasan dari bidang tadah (tanpa satuan)

A_{tadiah} = Luas bidang tadah (m²)

R = Tinggi hujan harian rata-rata (mm)

2. Volume Air Hujan yang Meresap

$$V_{rsp} = t_e / 24 \cdot A_{total} \cdot K \dots \dots \dots (2.17)$$

Dimana:

V_{rsp} = Volume air hujan yang meresap (m³)

t_e = Durasi hujan efektif (jam)

$$= \frac{0,9(R)(0,92)}{60} \text{ (jam)}$$

A_{total} = Luas dinding + Luas alas (m²)

K = Koefisien permeabilitas tanah (m/hari)

2.2.5 Permeabilitas

2.2.5.1 Pengertian Permeabilitas

Pengukuran kecepatan air yang mengalir dalam satuan waktu tertentu pada permeabilitas tanah ditetapkan dalam satuan cm/detik. Permeabilitas tanah adalah sifat dari material berpori yang memberikan jalan bagi air untuk masuk kedalam tanah. Berikut adalah tinggi rendahnya penentuan permeabilitas.

1. Pasir bersifat permeabilitas tinggi.
2. Lempung bersifat permeabilitas rendah.
3. Lanau dan tanah campuran pasir lempung permeabilitasnya antara pasir lempung

Tinggi rendahnya tingkat permeabilitas ditentukan jenis tanah, ukuran butiran, bentuk butiran, rapat massa, serta bentuk geometri rongga porinya. Permeabilitas mengacu pada tingkat pergerakan air dan udara yang mealui tanah. Kecepatan aliran air dalam tanah adalah koefisien permeabilitas.

2.2.5.2 Koefisien Permeabilitas

Koefisien permeabilitas (k). nilai k untuk macam-macam tanah yaitu:

1. Kerikil > 10 cm/det.
2. Pasir 10/102 cm/det.
3. Lanau 102-105 cm/det.
4. Lempung < 105 cm/det.

Koefisien permeabilitas tanah (k) digunakan untuk mengetahui besarnya rembesan pada permasalahan bendungan, saluran irigasi, tanggul tanah, sumur resapan dan lainnya. Maka diharapkan hasilnya dapat digunakan untuk memprediksi nilai awal koefisien permeabilitas.

Rumus koefisien permeabilitas tanah:

$$KT^{\circ}C = \frac{Q \times L}{A \times h \times t} \dots\dots\dots(2.18)$$

Dimana :

Q = volume air yang mengalir

L = tinggi sampel

A = luas penampang

h = jarak permukaan air tanah

t = waktu

2.2.5.3 Faktor yang Berpengaruh pada Permeabilitas

Koefisien permeabilitas tanah tergantung pada beberapa faktor (Das,B.M 1988) :

1. Viskositas air, merupakan cairan air yang mengalir kedalam tanah. Pengaruhnya ialah koefisien permeabilitas akan semakin menurun jika viskositas air meningkat.
2. Distribusi ukuran pori, tanah tanpa bahan padat.
3. Distribusi ukuran butiran.
4. Rasio kekosongan, merupakan parameter yang dapat menunjukkan kualitas zat yang dibutuhkan biota tanah didalam tanah. Apabila rasio kekosongan membesar maka koefisien permeabilitasnya turut membesar.

5. Kekasaran partikel mineral.

6. Derajat kejenuhan tanah

Pada umumnya koefisien permeabilitas itu mempunyai harga yang sangat berbeda-beda, seperti yang tercantum pada tabel 2.10.

Tabel 2. 10 Nilai koefisien permeabilitas tanah

No.	Jenis Tanah	Koefisien Permeabilitas (m/dt)
1.	Lempung	$<10^{-9}$
2.	Lempung berpasir	$10 - 10^{-8}$
3.	Lempung berlanau	$10^{-8} - 10^{-7}$
4.	Lanau	$10^{-8} - 10^{-7}$
5.	Pasir sangat halus	$10^{-6} - 10^{-5}$
6.	Pasir halus	$10^{-5} - 10^{-4}$
7.	Pasir kasar	$10^{-4} - 10^{-3}$
8.	Pasir berkerikil	$10^{-3} - 10^{-2}$
9.	Kerikil	$> 10^{-2}$

(Sumber : Verrujit 1970)