ISSN : 2598–3814 (Online), ISSN : 1410–4520 (Cetak)

DESAIN DRAINASE BAWAH PERMUKAAN PADA STAIN MADINA GEDUNG STUDENT CENTER PADANG SIDEMPUAN

Muhammad Yudha Rizky, Kartika Indah Sari
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Harapan Medan
yudharizky2002@gmail.com

Abstrak

Perencanaan sistem drainase bawah permukaan diperlukan untuk mengendalikan limpasan air hujan agar kawasan terhindar dari genangan dan kerusakan infrastruktur. Penelitian ini dilaksanakan pada kawasan Gedung Student Center STAIN Mandailing Natal, Kabupaten Mandailing Natal, Sumatera Utara. Tujuannya adalah merancang sistem drainase bawah permukaan yang mampu menyalurkan debit hujan rencana sesuai kondisi hidrologi dan topografi setempat. Data curah hujan harian maksimum selama 10 tahun diperoleh dari Giovanni Data GPM (Global Precipitation Measurement) yang diunduh secara daring dan telah melalui proses validasi. Analisis hidrologi dilakukan untuk menentukan intensitas hujan rencana menggunakan metode Mononobe. Selanjutnya dilakukan analisis frekuensi dengan tiga distribusi probabilitas—Gumbel, Log Normal, dan Log Pearson III—serta pengujian kesesuaian menggunakan uji Chi-Kuadrat untuk memperoleh distribusi yang paling sesuai. Debit rencana dihitung dengan Metode Rasional, sedangkan dimensi saluran tertutup ditentukan menggunakan persamaan Manning.

Kata-Kata Kunci : *Drainase, Intensitas, Curah Hujan, Genangan*

I. Pendahuluan

Gedung Student Center yang terletak di Jl. Prof. Dr. Andi Hakim Nasution, desa Pidoli Lombang, Komplek Pendidikan Mandailing Natal - Panyabungan, Mandailing Natal.yang dikelolah oleh STAIN Madina sebagai salah satu gedung untuk keperluan dalam bidang kependidikan, yang diharapkan menjadi meningkatnya akademik mahasiswa. Gedung tersebut harus memiliki kenyamanan salah satu dalam penanganan pada air hujan di area sekitar gedung dengan memanfaatkan sistem drainase yang baik dalam distribusi air hujan.

Ketersediaan sistem drainase juga sangat berkaitan dengan fenomena alam, yaitu hujan. Air hujan bisa dimanfaatkan menjadi air baku pada sebuah bangunan, disamping air tanah, air permukaan dan sumber mata air. Sistem Drainase sendiri memiliki arti, yaitu mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Maka dari itu peranan penting dari sistem drainase yang ada di sebuah masjid adalah untuk mengalirkan air limbah serta limpasan air hujan yang berlebih sehingga tidak menyebabkan genangan atau banjir yang dapat berdampak pada kesehatan dan juga kenyamanan para jamaah. Pemanfaatan air hujan sebagai air baku, dapat meminimalisisr permasalahan akibat limpasan air permukaan (surface water) yang tidak tertangani atau tidak terserap oleh tanah, sehingga menyebabkan permasalahan pada sanitasi lingkungan. Perkembang biakan nyamuk yang dapat menjadi faktor penyakit biasanya menggunakan sarana genangan air. Peranan penting lainnya dari sistem drainase adalah sistem drainase mampu untuk mencegah terjadinya bencana erosi tanah. Erosi tanah merupakan peristiwa saat terjadinya pengikisan lapisan tanah oleh air hujan terdiri dari dua proses berurutan namun terpisah, yaitu pemecahan tanah yang bersamaan dengan pengangkutan bahan-bahan tanah terpecah dan pengendapannya.

Tujuan

1. Menciptakan kawasan bangunan yang aman dari genangan air atau banjir akibat curah hujan tinggi.
2. Mengoptimalkan penggunaan lahan dengan menerapkan sistem drainase bawah tanah, sehingga tidak mengurangi luas lahan terbangun.

II. Tinjauan Pustaka

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif. Menurut Denzin dan Lincoln, metode kualitatif merupakan pendekatan penelitian yang berasal dari lingkungan alamiah yang bertujuan untuk menginterpretasikan fenomena yang terjadi dan melibatkan berbagai metode pengambilan data dalam penelitian kualitatif, seperti wawancara, pengamatan, dan pemanfaatan dokumen. Metode penelitian kualitatif merupakan penelitian yang bersifat deskriptif serta relatif menjelaskan suatu permasalahan secara khusus untuk mendapatkan suatu kesimpulan yang umum. Pada metode penelitian kualitatif proses penelitian ditonjolkan untuk memfokuskan hasil pembahasan sesuai dengan fakta yang sebenarnya. Penelitian kualitatif biasa disebut sebagai interpretative research, phenomenological research, dan naturalistic research. Hal tersebut dikarenakan penelitian ini dilakukan pada kondisi yang sesungguhnya atau alamiah (natural setting).

2.1 Pengertian Drainase

Kata drainase berasal dari kata drainage yang artinya mengeringkan atau mengalirkan. Drainase

merupakan sebuah sistem yang dibuat untuk menangani persoalan kelebihan air baik kelebihan air yang berada diatas permukaan tanah maupun air yang berada di bawah permukaan tanah. Kelebihan air dapat disebabkan oleh intensitas hujan yang tinggi atau akibat dari durasi hujan yang lama. Secara umum drainase didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang usaha untuk mengalirkan air yang berlebihan pada suatu kawasan.

2.2 Sistem Drainase

Sistem drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan dengan optimal. Bangunan dari sistem drainase pada umumnya terdiri dari saluran penerima (*interceptor drain*), saluran pengumpul (*collector drain*), saluran pembawa (*conveyor drain*), saluran induk (*main drain*) dan bahan air penerima (*receiving waters*). Adapun beberapa sistem drainase adalah sebagai berikut:

1. Sstem drainase permukaan
2. Sistem drainase bawah permukaan

2.3 Fungsi Drainase

Drainase memiliki fungsi yang sangat penting dalam pengelolaan air, terutama di area yang padat penduduk atau di daerah yang rentan terhadap banjir.

2.4 Bentuk Penampang Drainase

Bentuk penampang drainase merupakan salah satu elemen penting dalam perencanaan sistem saluran drainase, karena secara langsung memengaruhi kapasitas aliran air dan efisiensi pengaliran. Penampang saluran adalah irisan melintang dari saluran yang menunjukkan dimensi dan bentuk geometrisnya, seperti lebar dasar, tinggi saluran, dan kemiringan sisi.

2.5 Banjir Rencana

Banjir adalah kondisi di mana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang atau terhambatnya aliran air di dalam saluran pembuang, sehingga meluap menggenangi daerah (dataran banjir) sekitarnya. Sedangkan banjir rencana adalah debit maksimum disungai atau saluran alamiah dengan periode ulang (rata-rata) yang sudah ditentukan yang dapat dialirkan tanpa membahayakan proyek irigasi dan stabilitas bangunannya.

2.6 Hidrologi

Hidrologi (berasal dari Bahasa Yunani *Υδρολογια, Υδωρ+Λογος,* Hydrologia, "ilmu air") adalah cabang ilmu Geografi yang mempelajari pergerakan, distribusi, dan kualitas air di seluruh Bumi, termasuk siklus hidrologi dan sumber daya air. Dalam perencaaan suatu sistem drainase aspek hidrologi merupakan bagian yang berperan penting karena definisinya mencangkup berbagai hal yang berhubungan langsung dengan air, pergerakan, pengembangan, pengaturan dan distribusi sifat-sifat air. Dalam perencanaan hidrologi, data curah hujan dan karakteristik daerah aliran sungai (DAS) sangat diperlukan untuk memperkirakan potensi aliran permukaan. Oleh karena itu, analisis hidrologi menjadi dasar utama dalam menentukan kapasitas saluran drainase agar mampu menampung debit limpasan yang terjadi di lapangan.

2.7 Hidrolika

Drainase bawah tanah merupakan sistem yang dirancang untuk mengalirkan kelebihan air dari dalam tanah melalui pipa-pipa yang ditanam di bawah permukaan. Sistem ini berfungsi untuk mengurangi kelembapan tanah yang berlebihan, menurunkan muka air tanah, serta mencegah kerusakan pada struktur bangunan dan jalan. Perancangan dan pengoperasian sistem drainase bawah tanah tidak terlepas dari prinsip-prinsip dalam ilmu hidrolika, yang mempelajari perilaku air dalam berbagai kondisi fisik dan aliran.

2.8 Perhitungan Debit Air Hujan Rencana

Debit banjir atau besarnya aliran adalah volume aliran yang melalui suatu penampang melintang persatuan waktu. (m3/detik)

Rumus perhitunga debit:

$$Q = V . A$$

Keterangan:

Q = Debit banjir (m³/detik)
V = Kecepatan (m/detik)
A = Luas penampang (m²)

Metode rasional hanya digunakan untuk menentukan banjir maksimum bagi saluran-saluran dengan daerah aliran kecil, kira-kira 40-80 km². Metode rasional ini dapat dinyatakan secara aljabar dengan persamaan sebagai berikut (Subarkah, 1980):

$$Q=0{,}278.C\cdot I\cdot A$$

Keterangan:

Q = debit puncak (m³/detik),
C = koefisien limpasan (tanpa satuan),
I = intensitas hujan (mm/jam),
A = luas daerah tangkapan (km² atau ha; perlu disesuaikan satuannya).

Koefisien limpasan (C) merupakan faktor penting dalam perhitungan hidrologi yang menunjukkan perbandingan antara debit limpasan permukaan dengan intensitas curah hujan yang jatuh di suatu daerah tangkapan air. Nilai C sangat dipengaruhi oleh jenis penggunaan lahan, kondisi permukaan tanah, kemiringan, serta tingkat kepadatan pembangunan.

air dapat meresap ke dalam tanah.

Nilai C tergantung dari jenis permukaan atau penggunaan lahan. Berikut adalah nilai-nilai perkiraan:

Tabel 1 Koefisien limpasan

Tipe Daerah Aliran	Jenis Tanah	Harga C
Perumputan	Tanah pasir, datar, 2 %	0,05 - 0,10
	Tanah pasir, rata-rata 2 - 7 %	0,10 - 015
	Tanah pasir, curam, 7 %	0,15 - 0,20
	Tanah gemuk, datar, 2 %	0,13 - 0,17
	Tanah gemuk, rata-rata 2 - 7 %	0,18 - 0,22
	Tanah gemuk, curam 7 %	0,25 - 0,35
Business	Daerah kota lama	0,75 - 0,95
	Daerah pinggiran	0,50 - 070
Perumahan	Daerah "Single Family"	0,30 - 0,50
	"Multi Units", terpisah-pisah	0,40 - 0,60
	"Multi Units", tertutup	0,60 - 0,75
	"Suburban"	0,25 - 0,40
	Daerah rumah-rumah apartemen	0,50 - 0,70
Industri	Daerah ringan	0,50 - 0,80
	Daerah berat	0,60 - 0,90
Jalan	Beraspal	0,70 - 0,95
	Beton	0,80 - 0,95
	Batu	0,70 - 0,85
Pertamanan, kuburan		0,10 - 0,25
Tempat bermain		0,20 - 0,35
Halaman kereta api		0,20 - 0,40
Daerah yang tidak dikerjakan		0,10 - 0,30
Untuk berjalan dan naik kuda		0,75 - 0,85
Atap		0,75 - 0,95

Sumber: Subarkah, 1980

Metode Manning merupakan salah satu pendekatan empiris yang paling umum digunakan dalam perhitungan kecepatan dan debit aliran pada saluran terbuka. Rumus Manning pertama kali diperkenalkan oleh insinyur Irlandia bernama Robert Manning pada tahun 1891 dan hingga kini tetap menjadi dasar utama dalam analisis hidraulika saluran terbuka karena kesederhanaannya dan tingkat akurasinya yang memadai untuk berbagai kondisi lapangan.

Persamaan dasar Manning dinyatakan sebagai berikut:

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

Keterangan:
Q = debit aliran (m^3/s)
A = luas penampang aliran basah (m^2)
R = jari-jari hidraulik (m)
S = kemiringan saluran
n = koefisien kekasaran Manning

2.9 Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan ialah ketinggian curah hujan yang terjadi pada kurun waktu dimana air berkonsentrasi. Intensitas curah hujan dapat dihitung dengan dengan beberapa rumus, diantaranya menggunakan rumus Mononobe. Mencari intensitas curah hujan dengan menggunakan rumus Mononobe dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$I = \frac{R24}{24}\left(\frac{24}{t}\right)^{\frac{2}{3}}$$

Keterangan :
I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
*R*24 = Curah hujan harian maksimum (mm)
t = Waktu konsentrasi (jam)

$$tc = 0.01915\left(\frac{L}{\sqrt{S}}\right)^{0.77}$$

Keterangan :
tc = Waktu konsentrasi
L = Panjang saluran (m)
S = Kemiringan daerah pengaliran

2.10 Analisa Frekuensi

Analisis frekuensi curah hujan merupakan metode statistik untuk memperkirakan besaran hujan rencana berdasarkan data historis, sehingga dapat digunakan dalam perencanaan sistem drainase. Pemilihan distribusi probabilitas yang tepat sangat penting karena memengaruhi hasil perhitungan debit rancangan.Pengujian Chi Kuadrat

Dalam analisis hidrologi, salah satu tahap penting setelah melakukan pemilihan distribusi probabilitas adalah melakukan uji kesesuaian (goodness of fit test) untuk memastikan distribusi terpilih sesuai dengan data yang dianalisis. Salah satu metode yang sering digunakan adalah uji Chi-Kuadrat (χ^2).

Metode Chi-Kuadrat digunakan untuk membandingkan frekuensi hasil pengamatan (*observed frequency*) dengan frekuensi yang diharapkan (*expected frequency*) berdasarkan distribusi teoritis yang digunakan, misalnya distribusi Gumbel, Log Normal, maupun Log Pearson III.

2.10 Hujan Efektif

Hujan efektif (*effective rainfall*) adalah besaran curah hujan yang benar-benar berkontribusi menjadi limpasan permukaan (*runoff*) setelah dikurangi berbagai kehilangan seperti infiltrasi, intersepsi vegetasi, evapotranspirasi awal, dan tampungan permukaan. Dalam perencanaan hidrologi, terutama untuk perhitungan debit rencana saluran drainase atau bangunan air, hujan efektif penting karena nilai inilah yang menjadi input utama analisis hidrograf satuan.

Metode SCS menghubungkan total hujan (P) dengan limpasan langsung (Q) menggunakan angka kurva (Curve Number**,** CN) yang mewakili karakteristik tata guna lahan, jenis tanah, dan kondisi kelembapan awal.

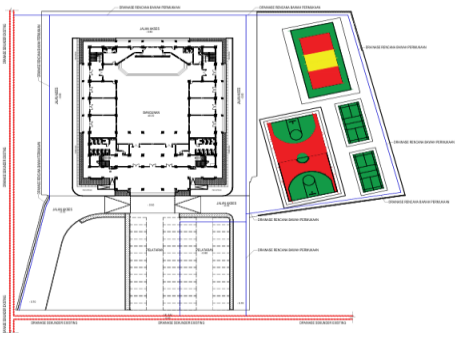
III. Pembahasan

3.1 Perencanaan Layout Gambar Drainase Bawah Permukaan

Perencanaan sistem drainase bawah permukaan pada kawasan Gedung *Student Center* STAIN Madina merupakan bagian penting dalam upaya pengendalian air tanah dan limpasan air hujan yang tidak dapat langsung diserap oleh permukaan. Sistem ini dirancang untuk mencegah terjadinya genangan, kelembaban berlebih pada lapisan tanah, serta menjaga kestabilan struktur bangunan.

Sistem drainase bawah permukaan berfungsi untuk mengalirkan kelebihan air yang meresap ke dalam tanah, terutama pada area sekitar pondasi dan ruang terbuka yang tidak memiliki sistem resapan alami yang cukup.

Pemasangan sistem drainase bawah permukaan ini diharapkan mampu menjaga stabilitas tanah di sekitar gedung, mempercepat proses pelepasan air setelah hujan, serta mengurangi potensi kerusakan struktural yang diakibatkan oleh tekanan air tanah.



Gambar 4,1 *Layout* drainase bawah permukaan
Sumber:Gambar Penelitian 2025

3.2 Data Curah Hujan Maksimum Harian Kabupaten Mandailing Natal

Data curah hujan merupakan komponen utama yang sangat penting dalam analisis hidrologi, khususnya untuk perencanaan sistem drainase, pengendalian genangan, dan infrastruktur sumber daya air lainnya. Pada penelitian ini, data curah hujan yang digunakan berasal dari hasil pencatatan stasiun hujan di wilayah Kabupaten Mandailing Natal. Pemilihan data ini didasarkan pada pertimbangan bahwa wilayah kajian memiliki karakteristik iklim tropis dengan intensitas hujan yang tinggi sepanjang tahun, sehingga informasi mengenai curah hujan maksimum harian menjadi sangat relevan sebagai dasar perhitungan hidrologi lanjutan.

Data curah hujan maksimum harian yang digunakan diperoleh dari instansi terkait, yaitu Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) serta instansi daerah yang memiliki catatan historis hujan harian. Data yang tersedia mencakup periode tahunan dengan pencatatan harian yang konsisten. Untuk keperluan penelitian ini, penulis hanya menggunakan data curah hujan maksimum harian, karena nilai puncak inilah yang dijadikan dasar dalam perhitungan analisis hidrologi, seperti perhitungan debit rencana maupun perancangan dimensi saluran drainase.

Penyajian data dilakukan dalam bentuk tabel agar lebih mudah dibaca, dipahami, dan dianalisis. Tabel curah hujan maksimum harian memuat informasi besarnya hujan tertinggi yang terjadi pada setiap hari selama periode pengamatan, sehingga pola distribusi hujan harian dapat diamati secara jelas. Melalui tabel tersebut dapat terlihat variasi curah hujan antara musim penghujan dan musim kemarau, serta kecenderungan intensitas hujan ekstrem yang terjadi di Kabupaten Mandailing Natal dari waktu ke waktu.

3.3 Perhitungan Skala Ulang Metode Gumbel

Sebelum memasuki perhitungan skala ulang untuk metode Gumbel dilakukan perhitungan rata-rata curah hujan.

Tabel 2. Perhitunagn nilai Xi

Tahun	Curah Hujan Maksimum Harian	RATA-RATA
2014	61	
2015	156	
2016	77	
2017	76	
2018	85	
2019	73	82.7
2020	73	
2021	73	
2022	89	
2023	75	
2024	72	

Setelah melakukan perhitungan mencari niai curah hujan rata-rata dapat diulakukan perhitungan untuk mendapat nilai Xi, untuk mendapat nilai standar deviasi, nilai Sn diambil dari Tabel 1 dan nilai Yn diambil dari Tabel 2. perhitungan dilakukan pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3 Perhitunagn nilai Xi

No	Xi	Xi-Xrata-rata	(Xi-Xrata-rata)^2
1	146.3	63.6	4040.29
2	78.9	-3.9	15.07
3	75.0	-7.7	59.55
4	67.3	-15.5	238.72
5	65.8	-16.9	285.42
6	64.9	-17.9	319.59
7	63.5	-19.3	371.88
8	63.1	-19.6	384.05
9	63.0	-19.7	389.19
10	61.8	-20.9	438.53
11	50.5	-32.2	1036.31
Jumlah			7578.6120
Standar deviasi			6.9141
x rata rata			82.7379
Sn			0.9496
Yn			0.4996
1/a			7.2811
b			79.1003

Setelah melakukan perhitungan diatas dapat dilakukan perhitunagn periode ulang dengan metode Gumbel, dengan mengambil nilai YT pada perumusan dan tabel dengan tabel perhitungan seperti berikut:

Tabel 4. Perhitungan curah hujan harian Gumbel

PUH	YT	Curah Hujan Harian Maksimum (mm/hari)
2	0.3665	81.769
5	1.4999	90.021
10	2.2502	95.484
20	2.9606	100.657
25	3.1985	102.389
50	3.9019	107.510
100	4.6001	112.594

Sumber: Penelitian 2025

3.4 Pengujian Chi Kuadrat

Pengujian chi kuadrat digunakan untuk memperoleh data mana yang dapat digunakan untuk analisis selanjutnya. Untuk perhitungan chi kuadrat menggunakan data yang diperoleh dari perhitungan distribusi Gumbel. Perhitungan chi kuadrat sebagai berikut.

Jumlah Data=	11
Jumlah Kelas K=	1+3,3log n
=	4.44
Derajat Kebebasan dk=	K-R-1
dk=	derajat kebebasan
K=	jumlah kelas distribusi
R=	2 untuk distribusi normal binomial, dan R=1 untuk distribusi poisson
$x^2_{cr=}$	5,991
α=	5%

Kelas Distribusi		
20%	=5.00	tahun
40%	=2.50	tahun
60%	=1.67	tahun
80%	=1.25	tahun

Perhitungan skala ulang berdasrkan chi kuadrat berdasarkan kelas ketetapan, perhitungan dibuat didalam tabel sebagai berikut:

Tabel 5. Perhitungan nilai kelas curah hujan chi kuadrat

PUH	KTR	nilai In pada tahun	Curah Hujan Maksimum Harian (mm/hari)
5.00	0.724	1.609	85.02
2.50	0.434	0.916	78.64
1.67	0.266	0.512	75.14
1.25	0.145	0.223	72.74

Sumber: Perhitungan Penelitian 2025

Nilai tabel di atas diambil untuk menjadi interval data kelas berdasrkan perhitungan kelas, maka dilakukan pembuktian data chi kuadrat, dengan melakukan perhitungan dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 6. Perhitungan chi kuadrat

Kelas	Interval	Ei	Oi	Oi-Ei	(Oi-Ei)^2/Ei
1	>85.02	2.2	3	0.8	0.291
2	78.64-85.02	2.2	1	-1.2	0.655
3	75.14-78.64	2.2	1	-1.2	0.655
4	72.74-75.14	2.2	4	1.8	1.473
5	<72.74	2.2	2	-0.2	0.018
Jumlah		11	11	x^2	3.091

$x^2 < x^2_{cr}$

Berdasarkan dari hasil perhitungan chi kuadrat data distribusi Gumbel memenuhi sesuai dari penyataan chi kuadrat.

3.5 Perhitungan Analisis Intesitas Curah Hujan Menggunakan Metode Mononobe

Setelah kita mendapakat nilai frekuensi dari statistik menggunakan metode distribusi Gumbel pada nilai curah hujan I2=81,77mm, I5=90,02mm, dan I10= 95,48mm, I20=100,66, I25=102,39mm, I50=107,51, I100=112,59, kita dapat melanjutkan menghitung nilai intensitas curah hujan menggunakan metode mononobe, dengan rumus Nilai IT menjadi nilai dari R24 pada rumus mononobe, namun disini nilai t pada rumus belum di ketahui, nilai t dapat diketahui dengan dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$t = 0.01915 \left(\frac{L}{\sqrt{S}}\right)^{0.77}$$

$$t = 0.01915 \left(\frac{132,2}{\sqrt{0.01}}\right)^{0.77}$$

$$t = 4,8 \text{ jam}$$

Setelah mendapatkan nilai t, kita bisa melanjutkan melakukan perhitungan untuk mencari nilai intensitas curah hujan menggunakan metode mononobe menggunakan rumus (2.4) ditulis sebagai berikut:

Tabel 7. Perhitungan intesitas curah hujan

PUH	R	T	C1	C2	^2/3	(mm/jam)
2	81.8	4.8	24	24	0.67	9.96
5	90.0	4.8	24	24	0.67	10.97
10	95.5	4.8	24	24	0.67	11.63

3.6 Perhitungan Hujan Efektif Metode SCS CN

Setelah perhitungan menggunakan metode mononobe untuk mendapatkan curah hujan dalam satuan hari, dapat dilakukan perhitungan curah hujan efektif pada rumus untuk mendapat nilai curah hujan efektif dan pada rumus untuk mendapatkan nilai S. Dan nilai CN diambil dari tabel dengan tabel klasfikasi tanah pada tabel.

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

$$S = \frac{25400}{61} - 254$$

$$S = 162{,}39$$

Setelah mendapatkan nilai S dapat dilakukan perhitungan dengan rumus SCS CN, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$Q = \frac{(P - Ia)^2}{(P - Ia + S)}$$

$$Q = \frac{(11{,}63 - 0{,}2)^2}{(11{,}63 - 0{,}2 + 162{,}39)}$$

$$Q = 0{,}752 \text{ mm/jam}$$

3.7 Perhitungan Analisis Debit Air Genangan

Setelah diperoleh nilai I10 pada perhitungan intesitas curah hujan menggunakan metode mononobe, dapat dilakukan perhitungan untuk mendapatkan debit air genangan puncak menggunakan metode rasional, sebagai berikut:

Q=0,278 x C x I x A

Diketahui:
Q= Debit puncak (m³/detik)
I = 11,63 mm/jam
$(3{,}23 \times 10^{-6}$ m/detik)
A=11.253 m2
C =0,8 tabel 2.2 (jalan beraspal)

Perhitungan:

Q= 0,278 x C x I x A

Q= 0,278 x 0,8 x $3{,}23 \times 10^{-6}$ x 11.253

Q= 0,00808$m^3/detik$

3.8 Perhitungan Luas Penampang Drainase Bawah Permukaan

Setelah melakukan perhitungan diatas, dilakukan perhitungan untuk kebutuhan luas penampang untuk kebutuhan drainase bawah permukaan, yang direncanakan menggunakan *U-ditch* dengan material beton. Dapat dilakukan menggunakan metode Manning, sebagai berikut:

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

Untuk mendapatkan nilai n (koefisien kekasaran manning) dapat diambil dari sebuah tabel Dengan rencana material yang digunakan *U-ditch* maka dapat diambil nilai n = 0,013 untuk disubstitusi dengan metode manning untuk mendapat menyelesaikan persamaan tersebut

Perhitungan sebagai berikut:

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

$$Q = \frac{1}{n}.b^2.\left(\frac{b}{3}\right)^{\frac{2}{3}}.S^{\frac{1}{2}}$$

$$0{,}00808 = \frac{1}{0{,}013}.b^2.\left(\frac{b}{3}\right)^{\frac{2}{3}}.0{,}01^{\frac{1}{2}}$$

$$0{,}00808 = 76{,}9\, b^2.\left(\frac{b}{3}\right)^{\frac{2}{3}}.0{,}1$$

$$0{,}00808 = \frac{7{,}69\, b^{\frac{8}{3}}}{2{,}08}$$

$$b = 0{,}101\ m$$

Maka kebutuhan luas penampang drainase bawah permukaan dengan nilai b = 0,302 m dengan diketahui drainase menggunakan material *U-ditch* dan berbentuk persegi Adalah sebagai berikut:

$$A = b^2$$

$$A = 0{,}101^2$$

$$A = 0{,}01m^2$$

Dengan jari-jari hidraulik sebagai berikut:

$$R = \frac{A}{P} = \frac{b^2}{3b} = \frac{b}{3}$$

$$R = \frac{0{,}101}{3}$$

$$R = 0{,}033\ m$$

Berdasarkan nilai luas penampang aliran sebesar A = 0,01 m², maka saluran yang digunakan harus memiliki dimensi yang mampu menampung debit tersebut secara aman dan efisien. Mengacu pada Tabel, pilihan yang paling sesuai adalah *U-ditch* dengan ukuran 300x300 mm, yang memiliki luas penampang aliran sekitar 0,063 m². Ukuran ini dinilai mencukupi karena memiliki kapasitas lebih besar dari kebutuhan, sehingga memberikan ruang cadangan aliran saat terjadi intensitas hujan tinggi. Selain itu, penggunaan *U-ditch* pracetak juga memberikan kemudahan dalam proses pemasangan dan mempercepat waktu pelaksanaan konstruksi di lapangan

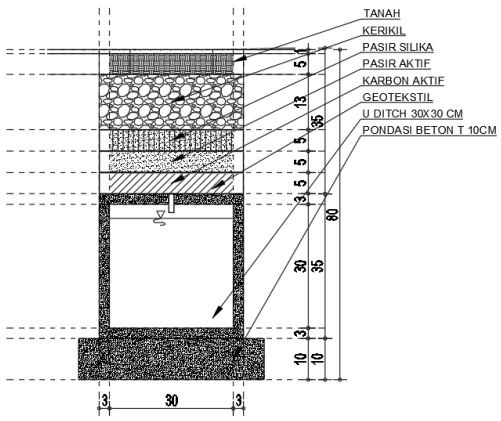
3.9 Gambar Perencanaan Desain Penampang Drainase Bawah Permukaan

Sistem drainase bawah permukaan yang dirancang tidak hanya untuk mengalirkan air limpasan, tetapi juga untuk meningkatkan kualitas air dengan prinsip biofiltrasi**.** Sistem ini dirancang dengan susunan material berlapis guna memenuhi fungsi penyaringan, peresapan, dan pengendalian pencemaran.

Lapisan-Lapisan Sistem Drainase

1. Lapisan Tanah
2. Lapisan Kerikil
3. Lapisan Pasir Silika
4. Lapisan Pasir Aktif
5. Lapisan Karbon Aktif
6. Lapisan Geotekstil
7. Saluran *U-ditch* (300 x 300 mm)

Pondasi Beton Bertulang



Gambar 4.3 Detail potongan penampang drainase

IV. Kesimpulan

1. Sistem drainase bawah permukaan dirancang dengan beberapa lapisan penyaring yang memungkinkan air hujan terfilter sebelum masuk saluran, sehingga kotoran dan sampah tidak dapat memasuki jaringan drainase.
2. Berdasarkan analisis hidrologi, yang diperoleh dari pendataan curah hujan maksimum harian, perhitungan frekuensi, pengujian data, perhitungan intensitas curah hujan, didapatkan debit limpasan rencana sebesar $0{,}00808 m^3/detik$.
3. Dengan debit limpasan rencana $0{,}00808 m^3/detik$, maka dibutuhkan luas penampang dengan $0{,}01 m^2$. Penampang digunakan dengan material beton berbentuk U ditch dengan ukuran 300x300 mm, yang dapat dipastikan mampu untuk menampung kebutuhan limpasan curah hujan di Kawasan Gedung Student Center.

Daftar Pustaka

[1]. BMKG, 2010. *Modul Pelatihan Analisis Data Curah Hujan*. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. Jakarta.

[2]. Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. 2017. *Panduan Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan.* Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Jakarta.

[3]. Mononobe, N., 1940. *On the Relation Between the Precipitation and the Duration of Rainfall*. Journal of the Meteorological Society of Japan, 18(5), 198–200.

[4]. Mulyono, D,. 2014, *Analisis Karakteristik Curah Hujan Di Wilayah Kabupaten Garut Selatan, Garut*. Jurnal Konstruksi Sekolah Tinggi Teknologi Garut ISSN : 2302-7312 Vol. 13 No. 1 2014

[5]. Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia, 2014, *Lampiran I Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan*, Jakarta.

[6]. Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia, 2014, Lampiran Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 11 /PRT/M/2014 Tentang *Pengelolaan Air Hujan Pada Bangunan Gedung dan Persilnya*, Jakarta.

[7]. Suripin, 2004, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Offset.