

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perolehan Data

4.1.1 Data Curah Hujan

Lokasi penelitian yaitu di Perumahan Pamulang Permai 2 yang berada di daerah kecamatan Pamulang Kota Tangerang Selatan, Stasiun hujan yang dipilih untuk perolehan data hujan yaitu sebanyak 4 stasiun hujan yaitu St. Soekarno Hatta, St. Klimatologi Tangerang Selatan, St. FT Universitas Indonesia, dan St. Klimatologi Bogor.



Gambar 4. 1 Daerah Penelitian Terhadap Stasiun Hujan
(Diolah Oleh Penulis, 2024)

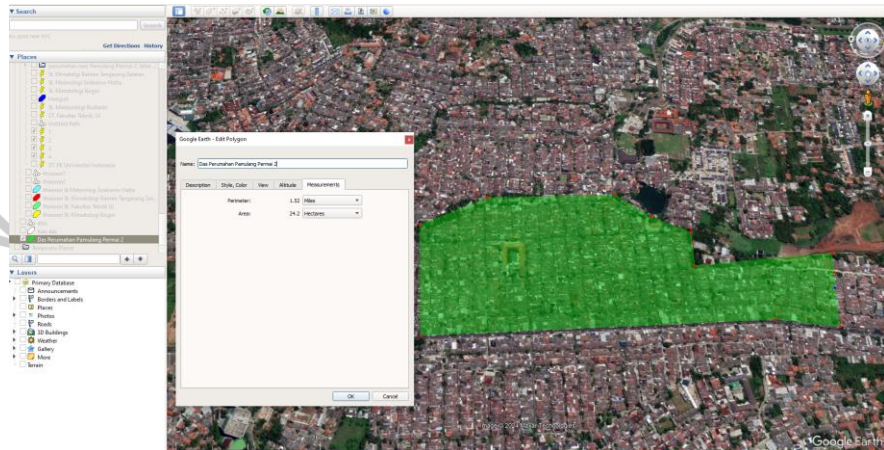
Tabel 4. 1 Titik Lokasi Stasiun Hujan

Nama Stasiun	Koordinat		Elevasi (Mdpl)	Wilayah
	Lintang	Bujur		
St. Soekarno-Hatta	-6,12	106,65	11	Tangerang
St. Klimatologi Tangerang Selatan	-62,615	106,75	27	Tangerang Selatan
St. Fakultas Teknik. UI	-6,362	106,82	69	Depok
St. Klimatologi Bogor	-65	106,75	207	Bogor

(Diolah Oleh Penulis, 2024)

4.1.2 Daerah Tangkapan Air Penelitian

Daerah tangkapan air pada Perumahan Pamulang Permai 2 yaitu memiliki luas sebesar 24,2 ha yang diukur menggunakan perangkat lunak Google Earth Pro dengan penggunaan fitur *measurement polygon*.



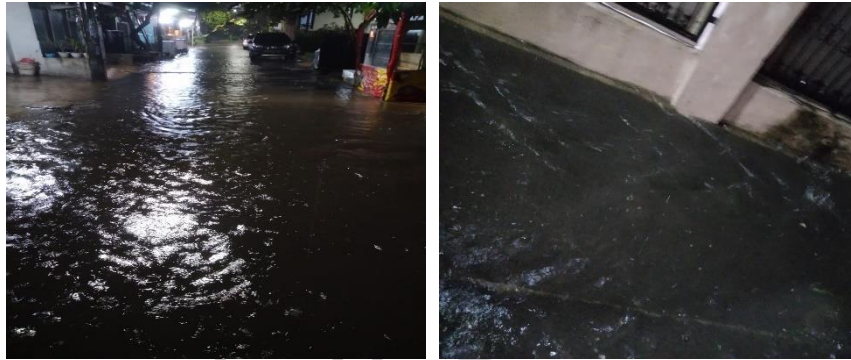
Gambar 4. 2 Daerah Tangkapan Air Perumahan

(Sumber: Google Earth Pro, 2024)

4.1.3 Survei Lapangan

Penelitian dilakukan di lokasi Perumahan Pamulang Permai 2 yang terdapat genangan/banjir air kejadian tersebut seringkali terjadi pada saat daerah atau wilayah tersebut memiliki curah hujan yang tinggi atau dengan hujan lebat. Tujuan dari survei ini yaitu untuk mengetahui kondisi fisik dari saluran drainase seperti ukuran penampang, kecepatan aliran, debit air kotor, sedimentasi, dan hal yang dapat mengganggu kinerja sistem drainase seperti sampah dan lain-lain.

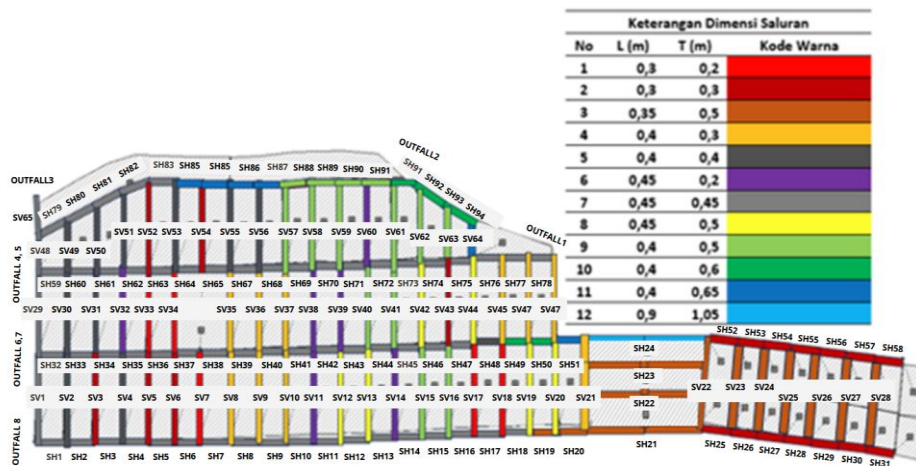




Gambar 4. 3 Kondisi Genangan/Banjir
(Dokumentasi Penulis,23/4/2024)

A. Data Dimensi Penampang

Pengambilan data dimensi lapangan diambil secara langsung di lapangan dengan cara mengukur kedalaman dan juga lebar penampang saluran drainase karena penampang memiliki 2 sisi maka sisi A mewakili sisi kiri dan sisi B mewakili sisi kanan yang diukur berdasarkan arah air. Hasil dari pengambilan data tersebut dapat dilihat melalui gambar (4.4) dan tabel (4.2).



Gambar 4. 4 Nama dan Dimensi Saluran

(Diolah Oleh Penulis, 2024)

Tabel 4. 2 Dimensi Penampang

No Saluran	Ukuran (m)		No Saluran	Ukuran (m)	
	Lebar	Kedalaman		Lebar	Kedalaman
SHAB 1	0.45	0.45	SH 81AB	0.45	0.45
SHAB 2	0.45	0.45	SH82AB	0.45	0.45
SH 3AB	0.45	0.45	SH83AB	0.4	0.65
SH 4AB	0.45	0.45	SH84AB	0.4	0.65
SH 5AB	0.45	0.45	SH85AB	0.4	0.65
SH 6AB	0.45	0.45	SH86AB	0.4	0.65
SH 7AB	0.45	0.45	SH87AB	0.4	0.5
SH 8AB	0.45	0.45	SH88AB	0.4	0.5
SH 9AB	0.45	0.45	SH89AB	0.4	0.5
SH 10AB	0.45	0.45	SH90AB	0.4	0.5
SH 11AB	0.45	0.45	SH91AB	0.4	0.6
SH 12AB	0.45	0.45	SH92AB	0.4	0.6
SH 13AB	0.45	0.45	SH93AB	0.4	0.6
SH 14AB	0.45	0.45	SH94AB	0.4	0.6
SH 15AB	0.45	0.45	SV 1AB	0.45	0.45
SH 16AB	0.45	0.45	SV 2AB	0.4	0.4
SH 17AB	0.45	0.45	SV 3AB	0.3	0.3
SH 18AB	0.45	0.45	SV 4AB	0.4	0.4
SH 19AB	0.35	0.5	SV 5AB	0.3	0.3
SH 20AB	0.35	0.5	SV 6AB	0.3	0.3
SH 21AB	0.35	0.5	SV 7AB	0.3	0.2
SH 22AB	0.35	0.5	SV 8AB	0.4	0.3
SH 23AB	0.35	0.5	SV 9AB	0.4	0.3
SH 24AB	0.35	0.5	SV 10AB	0.4	0.3
SH 25AB	0.9	1.05	SV 11AB	0.45	0.2
SH 26AB	0.3	0.3	SV 12AB	0.45	0.5
SH 27AB	0.3	0.3	SV 13AB	0.45	0.5
SH 28AB	0.3	0.3	SV 14AB	0.45	0.2
SH 29AB	0.3	0.3	SV 15AB	0.4	0.5
SH 30AB	0.3	0.3	SV 16AB	0.4	0.5
SH 31AB	0.3	0.3	SV 17AB	0.3	0.2
SH 32AB	0.45	0.45	SV 18AB	0.3	0.2
SH 33AB	0.45	0.45	SV 19AB	0.45	0.5
SH 34AB	0.45	0.45	SV 20AB	0.45	0.5
SH 35AB	0.45	0.45	SV 21AB	0.4	0.3

No Saluran	Ukuran (m)		No Saluran	Ukuran (m)	
	Lebar	Kedalaman		Lebar	Kedalaman
SH 36AB	0.45	0.45	SV 22AB	0.35	0.5
SH 37AB	0.45	0.45	SV 23AB	0.35	0.5
SH 38AB	0.45	0.45	SV 24AB	0.35	0.5
SH 39AB	0.45	0.45	SV 25AB	0.35	0.5
SH 40AB	0.45	0.45	SV 26AB	0.35	0.5
SH 41AB	0.45	0.45	SV 27AB	0.35	0.5
SH 42AB	0.45	0.45	SV 28AB	0.35	0.5
SH 43AB	0.45	0.45	SV 29AB	0.45	0.45
SH 44AB	0.45	0.45	SV 30AB	0.4	0.4
SH 45AB	0.45	0.45	SV 31AB	0.4	0.4
SH 46AB	0.45	0.45	SV 32AB	0.4	0.4
SH 47AB	0.45	0.45	SV 33AB	0.3	0.2
SH 48AB	0.4	0.4	SV 34AB	0.3	0.2
SH 49AB	0.4	0.6	SV 35AB	0.4	0.3
SH 50AB	0.4	0.6	SV 36AB	0.4	0.3
SH 51AB	0.4	0.65	SV 37AB	0.4	0.3
SH 52AB	0.45	0.45	SV 38AB	0.4	0.4
SH 53AB	0.45	0.45	SV 39AB	0.4	0.4
SH 54AB	0.45	0.45	SV 40AB	0.4	0.5
SH 55AB	0.45	0.45	SV 41AB	0.4	0.5
SH 56AB	0.45	0.45	SV 42AB	0.45	0.5
SH 57AB	0.45	0.45	SV 43AB	0.3	0.3
SH 58AB	0.45	0.45	SV 44AB	0.45	0.5
SH 59AB	0.45	0.45	SV 45AB	0.4	0.3
SH 60AB	0.45	0.45	SV 46AB	0.4	0.3
SH 61AB	0.45	0.45	SV 47AB	0.4	0.3
SH 62AB	0.45	0.45	SV 48AB	0.45	0.45
SH 63AB	0.45	0.45	SV 49AB	0.4	0.4
SH 64AB	0.45	0.45	SV 50AB	0.4	0.4
SH 65AB	0.45	0.45	SV 51AB	0.4	0.4
SH 66AB	0.45	0.45	SV 52AB	0.3	0.3
SH 67AB	0.45	0.45	SV 53AB	0.4	0.4
SH 68AB	0.45	0.45	SV 54AB	0.3	0.3
SH 69AB	0.45	0.45	SV 55AB	0.4	0.4
SH 70AB	0.45	0.45	SV 56AB	0.4	0.4
SH 71AB	0.45	0.45	SV 57AB	0.4	0.5

No Saluran	Ukuran (m)		No Saluran	Ukuran (m)	
	Lebar	Kedalaman		Lebar	Kedalaman
SH 72AB	0.45	0.45	SV 58AB	0.4	0.5
SH 73AB	0.45	0.45	SV 59AB	0.4	0.5
SH 74AB	0.45	0.45	SV 60AB	0.4	0.4
SH 75AB	0.45	0.45	SV 61AB	0.4	0.5
SH 76AB	0.45	0.45	SV 62AB	0.4	0.5
SH 77AB	0.45	0.45	SV 63AB	0.4	0.5
SH 78AB	0.45	0.45	SV 64AB	0.4	0.65
SH 79AB	0.45	0.45	SV 65AB	0.45	0.45
SH 80AB	0.45	0.45			

(Diolah Oleh Penulis, 2024)

B. Data Jarak dan Elevasi Penampang

Pengambilan data elevasi dilakukan dengan survei lapangan secara langsung dengan bantuan *software GPS Tools* dan juga *GPS Tracker*, perangkat tersebut memanfaatkan sensor-sensor yang terdapat pada *Smartphone* untuk merekam, membaca dan mengolah data, nantinya hasil tersebut dapat menampilkan elevasi, grafik jarak terhadap elevasi dan juga kemiringan secara *realtime*.

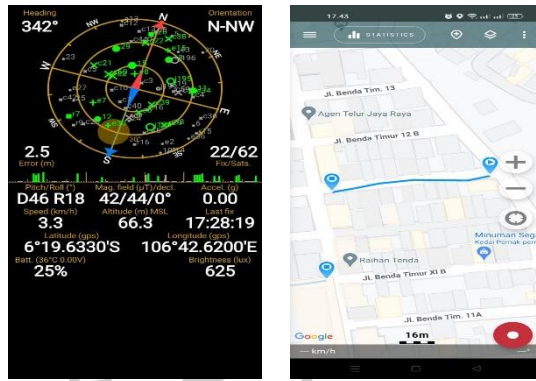
Karena pembacaan dilakukan disamping dan juga diatas drainase maka hasil pembacaan tersebut masih diolah dengan cara:

Hasil Pembacaan Elevasi – Kedalaman Drainase = Elevasi Dasar Drainase



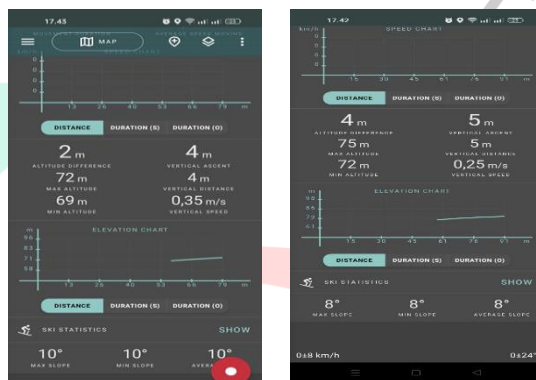
Gambar 4. 5 Sensor Yang Digunakan Oleh Software GPS Tools

(Diolah Oleh Penulis, 2024)



Gambar 4. 6 Pembacaan Elevasi Drainase

(Diolah Oleh Penulis, 2024)



Gambar 4. 7 Hasil Elevasi dan Kemiringan Drainase Berdasarkan Survei Dengan GPS Tools dan GPS Tracker

(Diolah Oleh Penulis, 2024)

Penggunaan GIS tidak dikalibrasi, namun, penggunaan data dari sumber lain seperti data DEM dan Google Earth, digunakan sebagai pendekatan. jika data terlampau jauh, maka akan dilakukan pengukuran ulang atau diambil data paling mendekati yang dihasilkan diantara kedua *Software* tersebut.

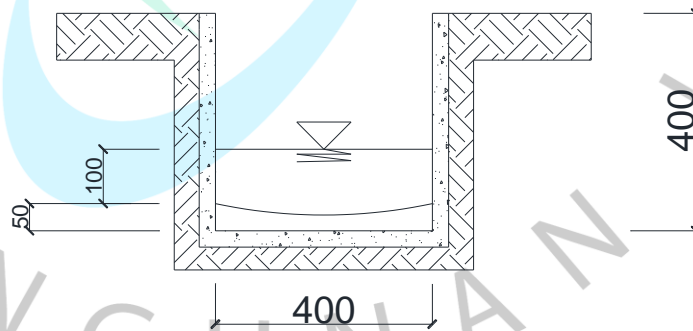
C. Data Debit Air Kotor

Saluran yang ada di perumahan pamulang permai 2 tidak hanya digunakan untuk mengaliri debit air hujan melainkan juga digunakan untuk saluran sanitasi pembuangan limbah air rumah tangga, sehingga perlu untuk mengetahui debit air kotor, data tersebut digunakan untuk menginput *Initial Flow* pada program SWMM, untuk mengetahui debit air kotor diperlukan data kedalaman air, lebar penampang, dan juga kecepatan aliran.

Survei ini dilakukan secara langsung pada saat jam penggunaan air rumah tangga terbanyak yaitu diwaktu pagi hari. Cara survei dilakukan dengan menggunakan alat pelampung untuk mengukur kecepatan, meteran untuk mengukur kedalaman dan panjang penampang basah dan juga stopwatch sebagai alat pengukuran waktu, untuk perhitungan debit air dapat menggunakan persamaan (2.35).

Berdasarkan hasil pengukuran lapangan pada salah satu saluran yang memiliki ukuran 0,4 m x 0,4 m didapatkan hasil berupa:

- Kedalaman Penampang Basah (h) : 0,1 m
- Lebar Penampang Basah (B) : 0,4 m
- Kecepatan Aliran (V) : 0,242 m/s
- Luas Penampang Basah
 $A = B \times h$
 $= 0,4 \text{ m} \times 0,1 \text{ m} = 0,04 \text{ m}^2$
- Debit Air
 $Q = V \times A$
 $= 0,242 \text{ m/s} \times 0,04 \text{ m}^2$
 $= 0,00968 \text{ m}^3/\text{s}$



Gambar 4. 8 Ilustrasi Kondisi Salah Satu Potongan Drainase

(Diolah Oleh Penulis, 2024)

D. Kondisi Fisik Saluran Drainase

Kondisi fisik saluran yang ada di perumahan pamulang permai 2 dapat menentukan kinerja sistem drainase, kondisi fisik ini juga dapat meliputi sedimentasi dan juga sampah yang dapat

menghambat aliran air pada saluran drainase. Sedimentasi di beberapa saluran memiliki ketebalan atau kedalaman 3-5cm, hal tersebut dapat menyusutkan volume drainase sebesar 7% hingga 12,5% dari volume awal selain itu banyak juga dimensi drainase yang mengecil akibat Pembangunan rumah/trotoar di sekitar dan juga gangguan penyumbatan akibat sampah dan rerumputan yang tumbuh di beberapa titik drainase hal ini tentunya dapat memperlambat dan memperburuk kinerja dari sistem drainase Perumahan Pamulang Permai 2.



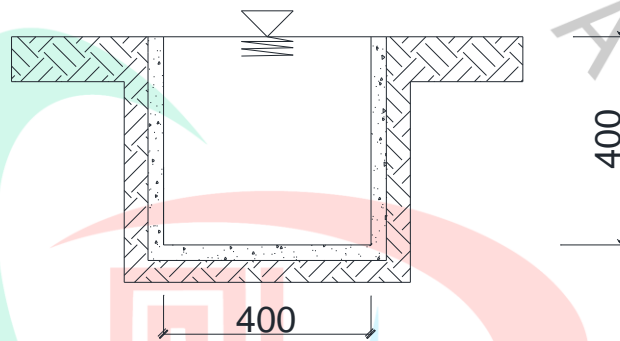
Gambar 4. 9 Kejadian Banjir
(Dokumentasi Penulis)



Gambar 4. 10 Kondisi Fisik Drainase Perumahan Pamulang Permai 2
(Dokumentasi Penulis, 3/4/2024)

E. Analisis Debit Banjir Lapangan Dengan Metode *Flood Marking*

Analisis debit banjir lapangan merupakan salah satu metode untuk menganalisis kejadian atau kondisi secara langsung pada saat terjadinya hujan lebat yang menyebabkan genangan yang terjadi pada saat survei dilakukan yaitu pada 24 Maret 2024 dan pada 3 April 2024 dengan sampel drainase yang memiliki dimensi 0,4 m x 0,4 m seperti pada gambar (4.11).



Gambar 4. 11 Gambar Potongan Saluran 0,4 m x 0,4 m Yang Terisi Penuh Saat Dilakukan Survei

(Diolah Oleh Penulis, 2024)

- Kedalaman Penampang Basah (h) : 0,4 m
- Lebar Penampang Basah (B) : 0,4 m
- Kecepatan Aliran (V) : 2,495 m/s
- Luas Penampang Basah
 $A = B \times h$
 $= 0,4 \text{ m} \times 0,4 \text{ m} = 0,16 \text{ m}^2$
- Debit Air
 $Q = V \times A$
 $= 2,495 \text{ m/s} \times 0,16 \text{ m}^2$
 $= 0,3992 \text{ m}^3/\text{s}$

4.2 Analisis Fenomena Banjir atau Genangan

Berdasarkan hasil survei dan pemantauan kondisi banjir yang ada di Perumahan Pamulang Permai 2 selama beberapa waktu yaitu pada tanggal 24 Maret 2024 dan pada 3 April 2024 dengan kondisi intensitas hujan yang tinggi menyebabkan luapan air, berdasarkan sumber menurut Lembaga

Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) dan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) fenomena yang terjadi di Perumahan Pamulang Permai 2 menunjukkan bahwa ciri-ciri dalam klasifikasi, skala waktu, skala ruang, penyebab, dan dampak berbeda dari karakteristik banjir yang lebih besar.

Fenomena yang terjadi di Perumahan Pamulang Permai 2 berdasarkan sumber yang telah disebutkan, termasuk kedalam karakteristik genangan. dilihat berdasarkan ciri-ciri yang telah disebutkan sebelumnya, fenomena limpasan air yang terjadi cenderung terbilang kecil yaitu tinggi genangan berada dibawah 40cm, waktu terjadinya genangan yaitu cenderung singkat berdasarkan hasil survei gangguan terjadi hanya 20-30 menit setelah terjadi hujan lebat dan penyebab dari terjadinya limpasan tersebut yaitu lebih dominan disebabkan oleh faktor manusia atau sistem drainase, dan dampak yang ditimbulkan yaitu tidak ada atau hanya kecil seperti pada gambar lokasi hanya kerusakan jalan akibat gerusan air.



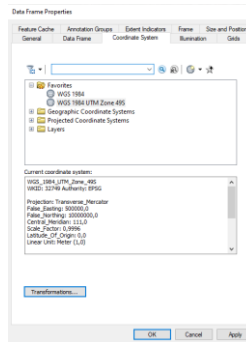
Gambar 4. 12 Kondisi Genagan Di Perumahan Pamulang Permai 2

(Dokumentasi Penulis, 24/3/2024)

4.3 Analisis Perubahan Penggunaan Lahan

Analisis perubahan penggunaan lahan dilakukan dengan metode klasifikasi citra satellite yang dibantu program Arcgis Map 10.8. Peta yang digunakan untuk perubahan lahan yaitu menggunakan citra satelit google earth, Klasifikasi tutupan tanah pada penelitian ini menggunakan klasifikasi terselia (*supervised*) dengan algoritma maximum likelihood. berikut merupakan langkah-langkah yang dilakukan:

1. Memasukan Sistem Koordinat

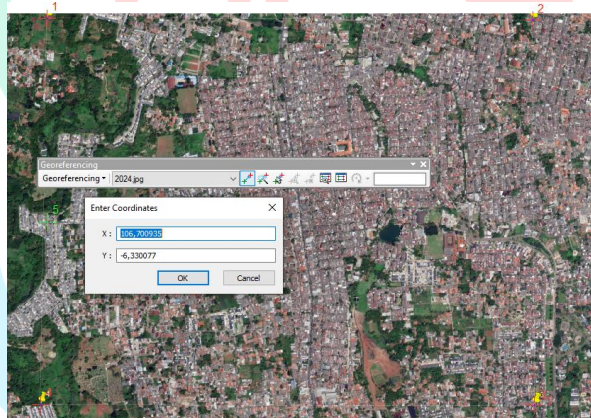


Gambar 4. 13 Sistem Koordinat Arcgis 10.8

(sumber: Arcgis Map 10.8, 2024)

Memasukan koorinat sistem dengan penyesuaian daerah yang dianalisis, Perumahan Pamulang Permai 2 termasuk kedalam daerah WGS 1984 UTM zone 49S.

2. Memasukan Koordinat Pada Citra Satelit

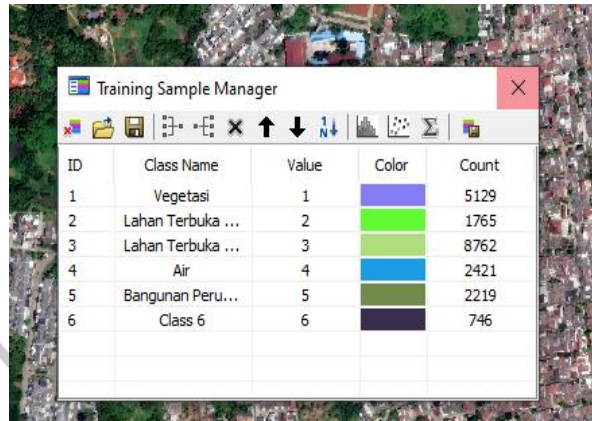


Gambar 4. 14 Memasukan Koordinat Sistem Arcgis 10.8

(sumber: Arcgis Map 10.8, 2024)

Memasukan koorinat sistem pada citra satelit sehingga nantinya luasan dapat dihitung pada program Arcgis.

3. Melakukan Sampel Klasifikasi

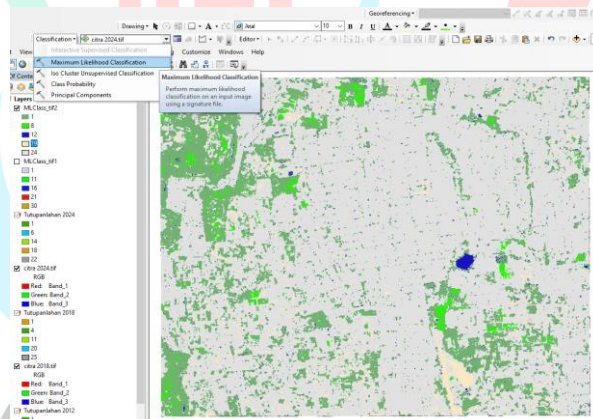


Gambar 4. 15 Menu Training Sample Manager

(sumber: Arcgis Map 10.8, 2024)

Masuk pada menu training sample manager dan selanjutnya mengambil sampel klasifikasi dengan memasukkan golongan-golongan yang ingin digunakan.

4. Melakukan *Processing Maximum Likelihood Classification*

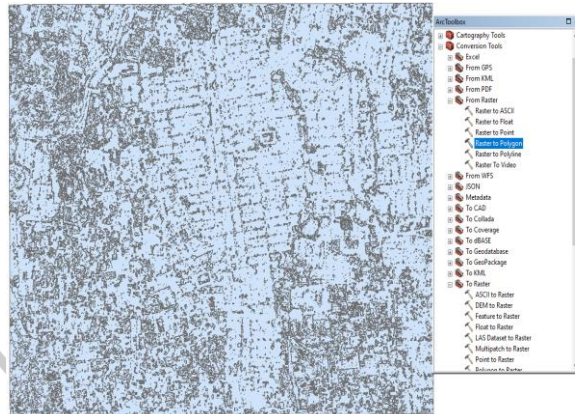


Gambar 4. 16 Menu Processing Maximum Likelihood Clasification

(sumber: Arcgis Map 10.8, 2024)

Likelihood classification digunakan untuk mengelompokkan bagian-bagian dari area berdasarkan klasifikasi yang sudah ditentukan.

5. Membuat Polygon Pada Setiap Klasifikasi

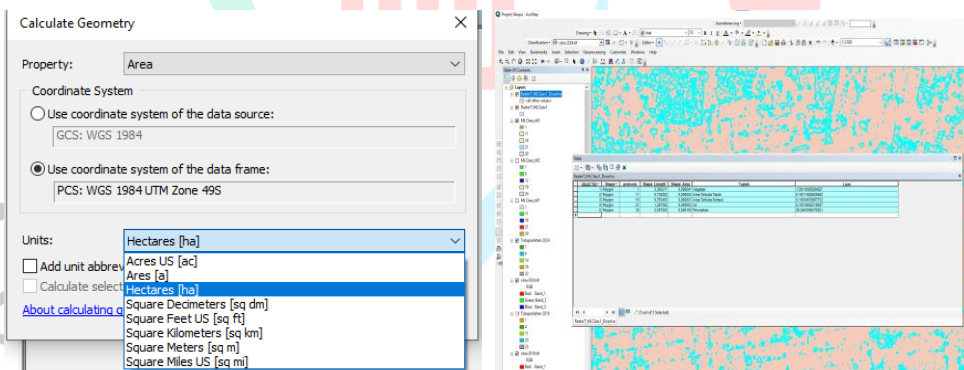


Gambar 4. 17 Menu Raster To Polygon

(sumber: Arcgis Map 10.8, 2024)

Raster to polygon digunakan untuk membuat batasan pada masing-masing klasifikasi sehingga nantinya setiap klasifikasi dapat diketahui luasannya.

6. Menghitung Luasan Klasifikasi Dengan *Calculate Geometry*

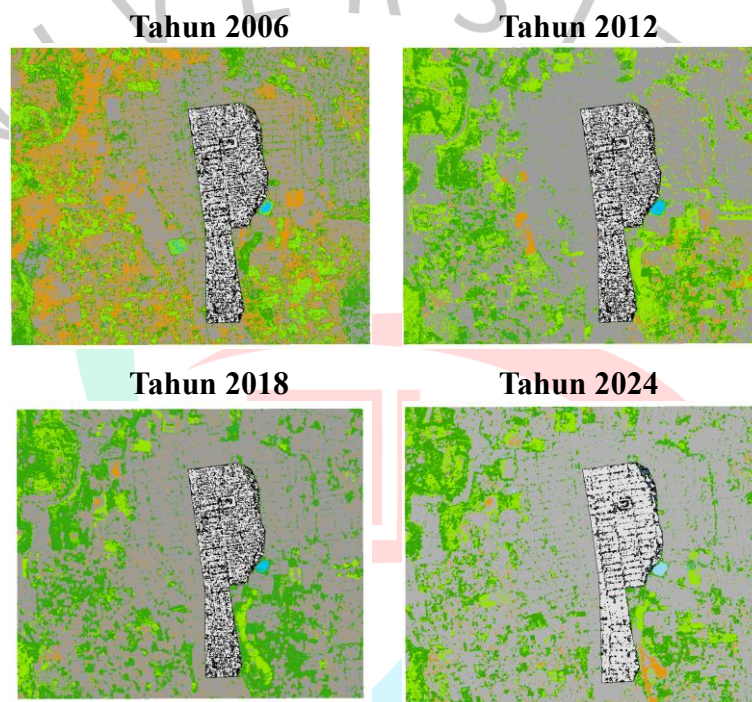


Gambar 4. 18 Menu Calculate Geometry

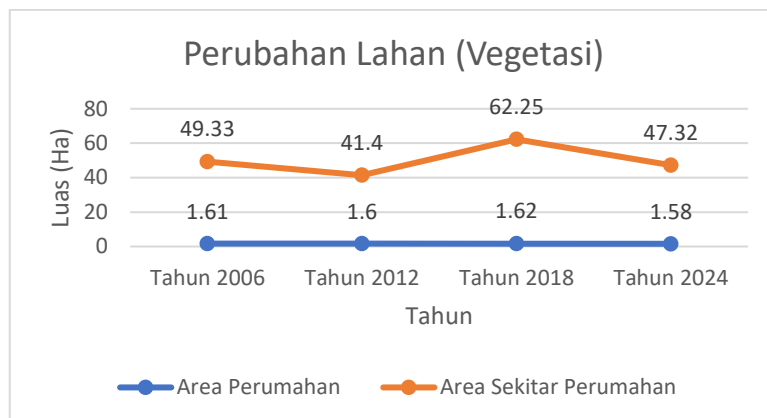
(sumber: Arcgis Map 10.8, 2024)

Setelah itu buka menu attribute table dan lakukan calculate geometri sehingga luasan dari masing-masing klasifikasi dapat diketahui proses ini dilakukan secara berulang-ulang dengan masing-masing interval waktu yang ditentukan pada *salite image*.

Analisis perubahan penggunaan lahan pada Perumahan Pamulang Permai 2 digunakan untuk membuktikan apakah terjadi perubahan penggunaan lahan secara signifikan pada daerah tangkapan air, selain itu hal ini digunakan untuk mengkaji perubahan daerah *impervious* dan *impervious* dengan interval waktu setiap 6 tahun yang dimulai pada tahun 2006 hingga 2024, kajian perubahan lahan digunakan dengan jarak radius 1 Km dan juga hanya daerah tangkapan air di sekitar Perumahan.



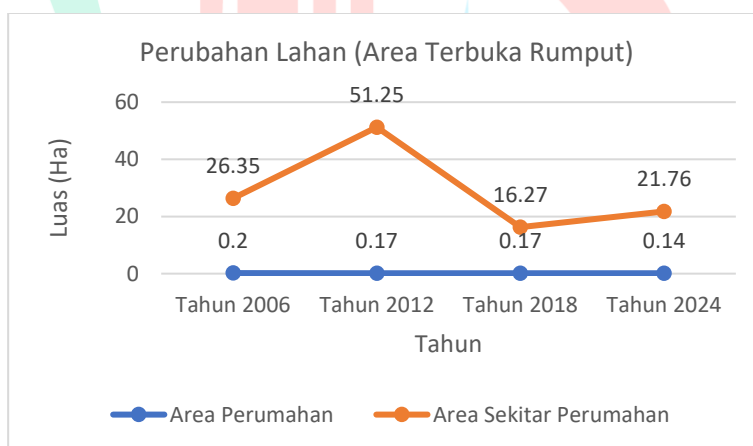
Gambar 4. 19 Perubahan Lahan Pada Perumahan Pamulang Permai 2 Dengan Interval 6 Tahun
(Diolah Oleh Penulis, 2024)



Gambar 4. 20 Grafik Perubahan Lahan Vegetasi

(Diolah Oleh Penulis, 2024)

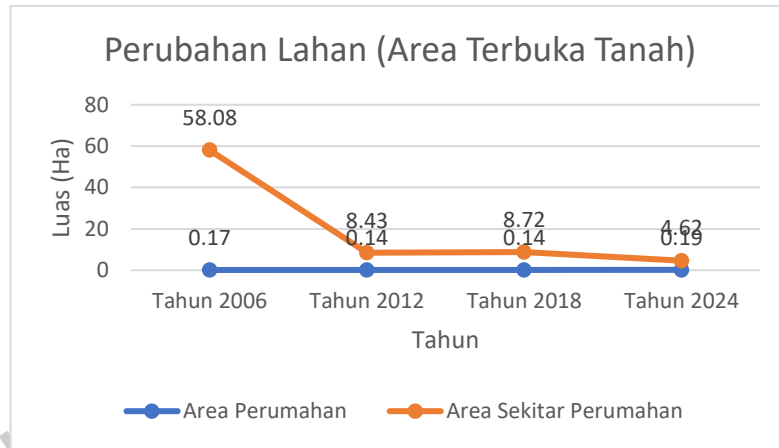
Perubahan lahan vegetasi di Perumahan Pamulang Permai 2 tidak mengalami perubahan yang begitu signifikan meskipun lahan vegetasi menurun sebesar 1,86% dalam rentang waktu 2006 hingga 2024, akan tetapi masih stabil yaitu diangka terbesar sebesar 1,61 ha dan 1,58 ha yaitu luas wilayah terkecil atau saat ini.



Gambar 4. 21 Grafik Perubahan Lahan Area Terbuka Rumput

(Diolah Oleh Penulis, 2024)

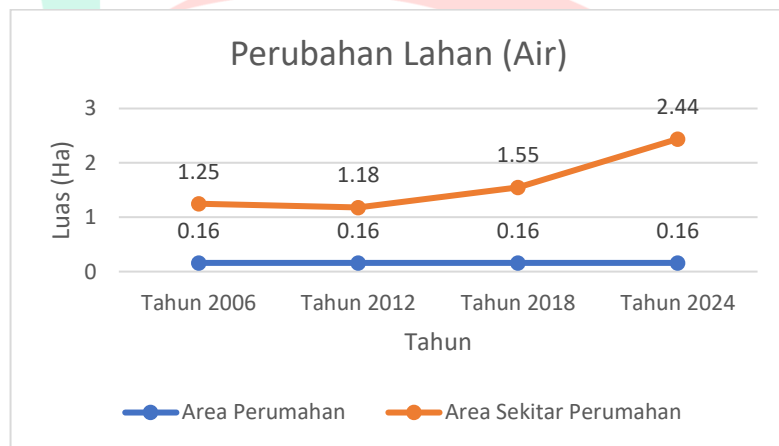
Perubahan lahan area terbuka rumput di Perumahan Pamulang Permai 2 cukup menurun sebesar 30% dalam rentang waktu 2006 hingga 2024 dari awal luas wilayah area terbuka rumput 0,2 ha menjadi 0,14 ha.



Gambar 4. 22 Grafik Perubahan Lahan Area Terbuka Tanah

(Diolah Oleh Penulis, 2024)

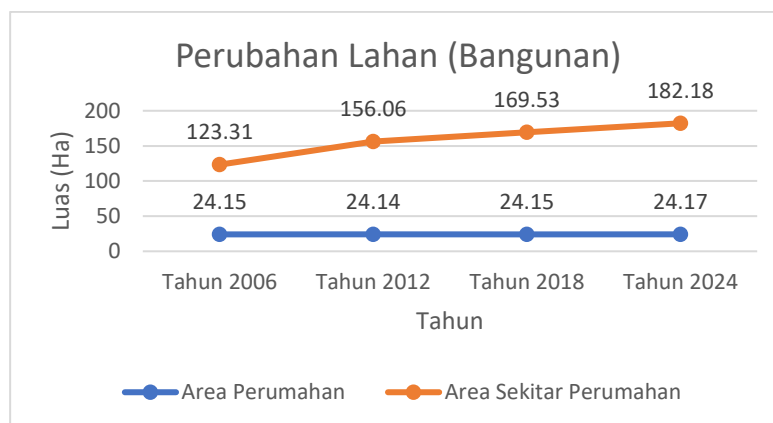
Perubahan lahan area terbuka tanah di Perumahan Pamulang Permai 2 naik 11,76% dalam rentang waktu 2006 hingga 2024 dari awal luas wilayah area terbuka tanah 0,17 ha menjadi 0,19 ha.



Gambar 4. 23 Grafik Perubahan Lahan Air

(Diolah Oleh Penulis, 2024)

Perubahan lahan area air di Perumahan Pamulang Permai 2 konstan dan tetap berada di angka 0,16 ha dalam rentang waktu 2006 hingga 2024 hal ini menandakan tidak ada perubahan luas wilayah yang terjadi pada kolam retensi di perumahan tersebut.



Gambar 4. 24 Grafik Perubahan Lahan Bangunan

(Diolah Oleh Penulis, 2024)

Data-data tersebut menampilkan analisis daerah perubahan lahan sekaligus analisis penentuan daerah *impervious* dan *pervious* berdasarkan metode klasifikasi menggunakan citra satelit, Perubahan lahan bangunan atau rumah tinggal pada Perumahan Pamulang Permai 2 tidak begitu signifikan yaitu sebesar 0,08% sejak tahun 2006 hingga tahun 2004. Berdasarkan hasil analisis perubahan lahan maka dapat disimpulkan bahwa perubahan lahan yang terjadi di perumahan pamulang permai 2 tidak terlalu signifikan kondisi *impervious* dan *pervious* antara tahun 2006 dan 2024 masih dapat dikatakan sama sehingga apabila terjadi genangan atau banjir bukan disebabkan oleh perubahan lahan yang terjadi perumahan tersebut memiliki persentase daerah *impervious* sebesar 90% dari total luas wilayahnya dengan pengelompokan jalan, bangunan, dan sebagainya yang tidak dapat menyerap air digolongkan kedalam lahan bangunin, sementara 10% lainnya merupakan area yang dapat menyerap air seperti vegetasi, lahan terbuka rumput dan lainnya.

4.4 Analisis Hidrologi Data Hujan

4.4.1 Analisis Curah Hujan Metode Aljabar

Perumahan Pamulang Permai 2 memiliki luas daerah 24,2 ha atau jika dikonversi kedalam kilometer persegi menjadi 0,242km² berdasarkan kriteria pemilihan metode yaitu pada tabel (2.1), daerah penelitian tersebut masuk kedalam kategori dengan luas area (<500 km²). Sehingga analisis curah hujan maksimum rata-rata harian menggunakan metode aljabar.

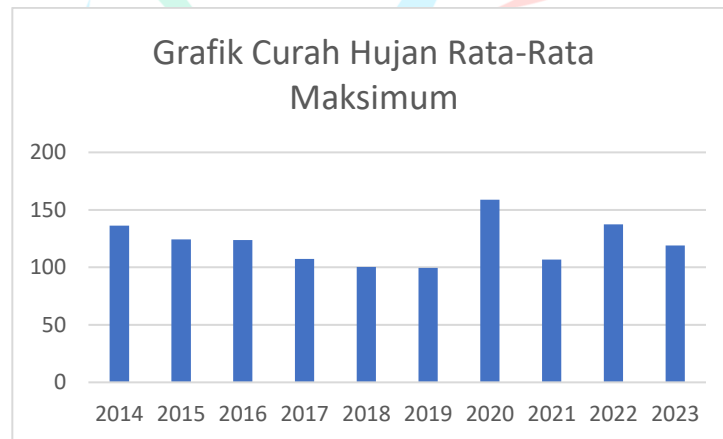
Hasil pengolahan nilai terbesar dari curah hujan rata-rata tahunan yaitu pada tahun 2020 dengan nilai sebesar 158,725mm dan sebaliknya hasil curah hujan terkecil terjadi pada tahun 2019 dengan nilai sebesar 99,5mm berikut merupakan hasil perhitungan metode aljabar dapat dilihat pada tabel (4.3).

Tabel 4. 3 Tabel Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Maksimum Tahunan

Curah Hujan Maksimum Tahunan (mm)						
No	Tahun	St. Soekarno Hatta	St. Klimatologi Tangerang Selatan	St. FK. Universitas Indonesia	St. Klimatologi Bogor	Rerata Regional (Xi)
1	2014	104,10	120	151,5	169,1	136,175
2	2015	127,7	117	97,2	155,8	124,425
3	2016	147,6	97	141,5	108,6	123,675
4	2017	125,5	80,2	105,7	117,6	107,25
5	2018	85,4	86,3	95,2	134,5	100,35
6	2019	57	77,4	122,6	141	99,5
7	2020	147,9	208,9	155,2	122,9	158,725
8	2021	79,4	118,9	132,6	95,9	106,7
9	2022	150,6	123,8	119,4	155,2	137,25
10	2023	107,6	105	86,5	148	111,775
Xr =						120,5825

(Diolah Oleh Penulis, 2024)

Dalam perhitungan mencari curah hujan rata-rata dengan metode aljabar dapat menggunakan persamaan (2.3).



Gambar 4. 25 Grafik Curah hujan Rata-Rata Maksimum

(Diolah Oleh Penulis, 2024)

4.4.2 Analisis Frekuensi Curah Hujan Rencana

Analisis distribusi curah hujan, yang menggunakan parameter statistik untuk mengukur dispersi dan secara logaritmik menguji kesesuaian distribusi, merupakan dasar untuk menentukan

curah hujan yang digunakan untuk menghitung jumlah debit banjir, dalam pengujian kecocokan sebaran digunakan metode pengujian Plotting Grafis, pengujian Smirnov-Kolmogrov, dan pengujian Chi-Kuadrat.

Pada Tabel (4.4) dapat dilihat hasil perhitungan dispersi statistik dengan data 10 tahun.

Tabel 4. 4 Perhitungan Dispersi Statistik

No	Tahun	Xi (mm)	(Xi-Xr)	(Xi-Xr) ²	(Xi-Xr) ³	(Xi-Xr) ⁴
1	2014	136,175	15,5925	243,1260563	3790,943032	59110,27923
2	2015	124,425	3,8425	14,76480625	56,73376802	217,9995036
3	2016	123,675	3,0925	9,56355625	29,5752977	91,46160815
4	2017	107,25	-13,3325	177,7555563	-2369,925954	31597,03778
5	2018	100,35	-20,2325	409,3540563	-8282,255943	167570,7434
6	2019	99,5	-21,0825	444,4718063	-9370,576855	197555,1866
7	2020	158,725	38,1425	1454,850306	55491,62781	2116589,414
8	2021	106,7	-13,8825	192,7238063	-2675,48824	37142,4655
9	2022	137,25	16,6675	277,8055563	4630,324109	77175,92708
10	2023	119,0375	-8,8075	77,57205625	-683,2158854	6017,423911
Jumlah		1213,0875	0,0000	3221,528141	3301,987563	40617,74113
			Xr =			120,5825

(Diolah Oleh Penulis, 2024)

Tabel 4. 5 Hasil Parameter Statistik

Hasil Parameter	
Jumlah Data (n)	10
Xr (\bar{X})	120,5825
Standar Dev (Sd)	19,15430779
Koe. Skewness (Cs)	0,802756601
Koe. Kurtois (Ck)	3,969638196
Koe. Varians (Cv)	0,158848156

(Diolah Oleh Penulis, 2024)

Pada Tabel 4.5 merupakan hasil parameter statistik, dalam mencari nilai-nilai tersebut dapat digunakan persamaan: Perhitungan Nilai Rata-rata (\bar{X}) Dapat melihat pada persamaan (2.4). Perhitungan Simpangan Baku (Sd) Dapat melihat pada persamaan (2.5). Perhitungan Koefisien Variasi (Cv) Dapat melihat pada persamaan (2.6). Perhitungan Koefisien Skewness (Cs) Dapat

melihat pada persamaan (2.7). Perhitungan Koefisien Kurtosis (Ck) Dapat melihat pada persamaan (2.8).

Selanjutnya melakukan perhitungan dispersi dengan algoritma dimana hasil dari perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel (4.6).

Tabel 4. 6 Perhitungan Dispersi Statistik Algoritmik

No	Tahun	Xi (mm)	Log Xi	(Log Xi - Log Xr)	(Log Xi - Log Xr) ²	(Log Xi - Log Xr) ³	(Log Xi - Log Xr) ⁴
1	2014	136,175	2,1341	0,0548	0,0030	0,0002	0,0000
2	2015	124,425	2,0949	0,0156	0,0002	0,0000	0,0000
3	2016	123,675	2,0923	0,0130	0,0002	0,0000	0,0000
4	2017	107,25	2,0304	-0,0489	0,0024	-0,0001	0,0000
5	2018	100,35	2,0015	-0,0778	0,0061	-0,0005	0,0000
6	2019	99,5	1,9978	-0,0815	0,0066	-0,0005	0,0000
7	2020	158,725	2,2006	0,1213	0,0147	0,0018	0,0002
8	2021	106,7	2,0282	-0,0511	0,0026	-0,0001	0,0000
9	2022	137,25	2,1375	0,0582	0,0034	0,0002	0,0000
10	2023	119,0375	2,0757	-0,0036	0,0000	0,0000	0,0000
Jumlah			20,7930	0,0000	0,0392	0,0009	0,0003
Log Xr (Log Xi/n)			2,0793				

(Diolah Oleh Penulis, 2024)

Tabel 4. 7 Hasil Parameter Statistik Algoritmik

Hasil Parameter	
Jumlah Data (n)	10
Xr (\bar{X})	2,07656915
Standar Dev(Sd)	0,066755652
Koe. Skewness (Cs)	0,556306885
Koe. Kurtois (Ck)	3,424710547
Koe. Varians (Cv)	0,032147088

(Diolah Oleh Penulis, 2024)

Pada Tabel (4.7) merupakan hasil parameter statistik algoritmik, dalam mencari nilai-nilai tersebut dapat digunakan persamaan: Perhitungan Nilai Rata-rata (\bar{X}) Dapat melihat pada persamaan (2.4). Perhitungan Simpangan Baku (Sd) Dapat melihat pada persamaan (2.5). Perhitungan Koefisien Variasi (Cv) Dapat melihat pada persamaan (2.6). Perhitungan Koefisien Skewness (Cs)

Dapat melihat pada persamaan (2.7). Perhitungan Koefisien Kurtosis (Ck) Dapat melihat pada persamaan (2.8).

Sehingga berdasarkan hasil dari perhitungan diatas maka penentuan distribusi curah hujan dapat ditentukan berdasarkan parameter-parameter yang telah didapatkan kemudian dicocokkan untuk hasil yang paling mendekati syarat jenis distribusi frekuensi dapat dilihat berdasarkan tabel (4.8).

Tabel 4. 8 Syarat Jenis Distribusi Frekuensi

No	Jenis	Syarat	Hasil Perhitungan	Keterangan
1	Normal	Cs = 0	0,802756601	Mendekati
		Ck = 3	3,969638196	
2	Log Normal	Cs = Cv ² + 3Cv = 0,292	0,556306885	Tidak Mendekati
		Ck = 5,383	3,424710547	
		Cv ~ 0,06	0,032147088	
3	Log Pearson Type III	Cs ≠ 0	0,556306885	Sedikit Mendekati
		Ck = 5,383	3,424710547	
		Cv ~ 0,3	0,032147088	
4	Gumbel	Cs = 1,14	0,802756601	Tidak Mendekati
		Ck = 5,4	3,969638196	

(Diolah Oleh Penulis, 2024)

Tabel (4.8) menunjukkan hasil parameter berdasarkan perhitungan uji distribusi yang paling mendekati adalah metode distribusi normal sehingga dapat disimpulkan memenuhi kriteria, sedangkan ketiga jenis distribusi lainnya kurang mendekati persyaratan.

4.4.3 Plotting Data Menggunakan Kertas Grafik

Penggunaan plotting data kertas grafik digunakan untuk mencari besaran jarak titik data curah hujan dengan garis linear teoritis, berdsarkan pada sumbu axis sehingga dapat mengetahui angka probabilitas atau kemungkinannya dengan mengurutkan nilai data curah hujan dari yang terkecil ke nilai yang terbesar, berikut merupakan perhitungan probabilitas curah hujan yang ditunjukkan pada tabel (4.9).

Tabel 4. 9 Titik Sumbu Plotting Data

No	Sumbu y Xi (mm)	y= ln Rmax	Ranking (m)	Sumbu x P=m/(n+1)%	T = 1/P (Tahun)
2019	99.5	5	1	9.090909091	0.11
2018	100.35	5	2	18.18181818	0.055
2021	106.7	5	3	27.27272727	0.036666667
2017	107.25	5	4	36.36363636	0.0275
2023	111.775	5	5	45.45454545	0.022
2016	123.675	5	6	54.54545455	0.018333333
2015	124.425	5	7	63.63636364	0.015714286
2014	136.175	5	8	72.72727273	0.01375
2022	137.25	5	9	81.81818182	0.012222222
2020	158.725	5	10	90.90909091	0.011
Jumlah	1205.825				0.322186508

(Diolah Oleh Penulis, 2024)

Setelah mendapatkan titik sumbu merah (titik data hujan) maka diperlukan untuk menentukan sifat-sifat distribusi frekuensi kumulatif dengan perhitungan:

- $P(\bar{x} - Sd) = 15,87\%$
- $P(\bar{x}) = 50,87\%$
- $P(\bar{x} + Sd) = 84,14\%$

Perhitungan sumbu Rmax = arc ln y sumbu Y dapat dihitung dengan cara:

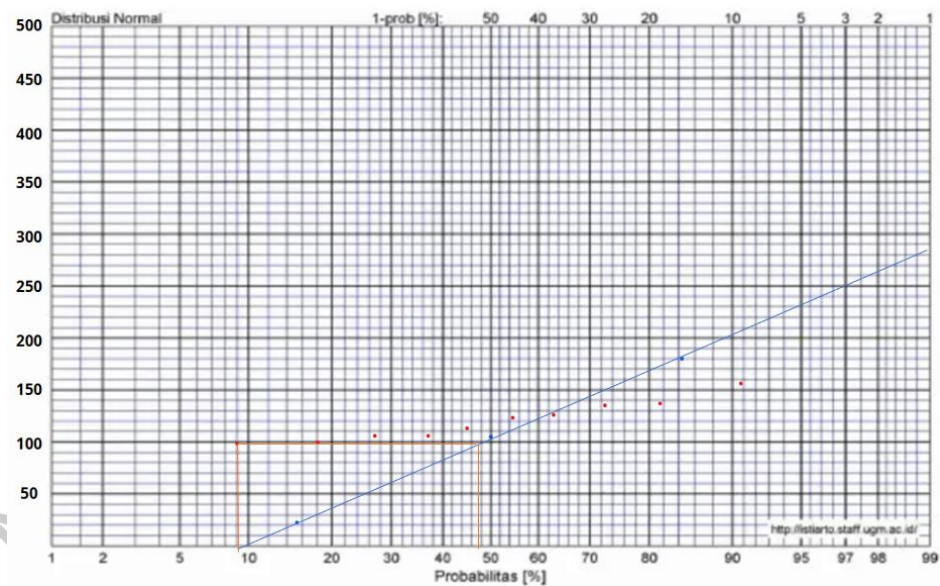
- $Log (\bar{x} - Sd) * 15,87\%$
- $Log (\bar{x}) * 50,87\%$
- $Log (\bar{x} + Sd) * 84,14\%$

Sehingga sumbu koordinat dapat dilihat pada tabel (4.10).

Tabel 4. 10 Titik Untuk Sumbu Teoritis

Persyaratan	Rmax = arc ln y sumbu Y	Probabilitas (%) Sumbu X
P (Xrt-s)=15,87%	31,83773833	15,87
P(Xrt)=50%	104,0642142	50
P(Xrt+S)=84,14%	180,5064522	84,14

(Diolah Oleh Penulis, 2024)



Gambar 4. 26 Pengolahan Plotting Uji Grafis Distribusi Normal

(Diolah Oleh Penulis, 2024)

Selanjutnya data tersebut dimasukkan kedalam kertas grafik distribusi normal dan menghasilkan pembacaan Δ_{maks} sebesar $47,75\% - 9,1\% = 38,65\%$ (0,386) dengan derajat kepercayaan diambil sebesar 5% atau 0,05 (nilai umum yang digunakan) dengan jumlah data (n) adalah 10 maka berdasarkan tabel (2.9) pengujian Smirnov Kolmogorov maka Δ_{kritis} didapatkan sebesar 0,41 sehingga hasil dari pengujian telah memenuhi syarat karena Δ_{maks} (0,386) $<$ Δ_{kritis} (0,41). plotting data dapat dilihat melalui gambar (4.26).

4.4.4 Uji Kecocokan Sebaran Chi-Kuadrat

Uji kecocokan dengan metode Chi Kuadrat dilakukan untuk menguji data sebaran yang telah dipilih apakah data tersebut telah memenuhi ketentuan serta dalam pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui data sudah sesuai dengan distribusi atau sebaran empirisnya. Metode ini membagikan data kedalam sub kelompok, jumlah nilai teoritis pada sub kelompok, dan derajat kebebasan. untuk penggunaan metode Chi-Kuadrat maka dapat menggunakan perhitungan sebagai berikut:

- Mencari jumlah sub kelompok (K) = $1 + 3,322 \text{ Log } (n)$
 $= 1 + 3,322 \text{ Log } 10$
 $= 4,322$ dibulatkan 4
- Derajat Kebebasan (DK) = $K - (p+1)$
 $= 4 - (2+1)$
 $= 1$
- Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok (E_i) = $\frac{n}{K} = \frac{10}{4} = 2,5$
- $\Delta X = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{K-1} = \frac{158,725 - 99,5}{4-1} = 19,741$
- $X_{\text{awal}} = X_{\min} - \frac{1}{2} \Delta X$
 $= 99,5 - \frac{1}{2} (19,725)$
 $= 89,629$
- $X^2_{\text{hitung}} = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$

Hasil dari perhitungan uji kecocokan Chi Kuadrat dapat dilihat melalui tabel (4.11)

Tabel 4. 11 Hasil Uji Kecocokan Chi Kuadrat

Batas Nilai Sub Kelompok	fe	fo	fo-fe	(fo-fe) ² /fe
89,62916667 - 107,7491138	2,5	4	1,5	0,9
107,7491138 - 120,5825	2,5	1	-1,5	0,9
120,5825 - 133,4158862	2,5	3	0,5	0,1
133,4158862 - Tak Hingga	2,5	2	-0,5	0,1
Jumlah	10	10	0	2

(Diolah Oleh Penulis, 2024)

Karena derajat kepercayaan diambil sebesar 5% atau 0,05 (angka umum yang digunakan) dengan nilai derajat kebebasan 1 maka berdasarkan tabel (2.10) nilai kritis untuk pengujian kecocokan Chi Kuadrat maka nilai batasan chi kritis (X^2_{cr}) adalah sebesar 3,841 dengan hasil perolehan nilai X^2 hitung sebesar 2, maka dapat dinyatakan pengujian kecocokan distribusi metode Chi Kuadrat telah memenuhi syarat karena nilai $X^2(2) < X^2_{cr}$ (3,841).

Tabel 4. 12 Rekapitulasi Hasil Nilai Chi Kuadrat

X^2 Hasil Hitung < X^2_{cr} DK=1 Derajat Kepercayaan 0,05 (3,841)		
X^2 Hasil Hitung		X^2_{cr}
2	<	3,841

(Diolah Oleh Penulis, 2024)

4.4.5 Uji Kecocokan Sebaran Smirnov Kolmogorov

Pengujian ini digunakan untuk mencari nilai D_{max} dengan syarat nilai tersebut harus berada dibawah nilai D_{kritis} , pengujian ini dilakukan dengan mengurutkan data dengan ranking atau nilai terbesar ke nilai terkecil berikut merupakan perhitungan pengujian Smirnov Kolmogorov yang dapat dilihat melalui tabel (4.13).

Tabel 4. 13 Hasil Uji Distribusi Metode Smirnov-Kolmogorof

Tahun	Rmax	m	$P=m/n+1$	$P'(x<)$	$P=m/n-1$	$P'(x)$	$D=P'(x)-P'(x<)$
2020	158,725	1	0,090909	0,909090	0,111111	0,888888	0,020202
2022	137,25	2	0,181818	1,818181	0,222222	0,777777	0,040404
2014	136,175	3	0,272727	2,727272	0,333333	0,666666	0,060606
2015	124,425	4	0,363636	3,636363	0,444444	0,555555	0,080808
2016	123,675	5	0,454545	4,545454	0,555555	0,444444	0,101010
2023	111,775	6	0,545454	5,454545	0,666666	0,333333	0,121212
2017	107,25	7	0,636363	6,363636	0,777777	0,222222	0,141414
2021	106,7	8	0,727272	7,272727	0,888888	0,111111	0,161616
2018	100,35	9	0,818181	8,181818	1	0	0,181818
2020	99,5	10	0,909090	9,090909	1,111111	-0,111111	0,202020

(Diolah Oleh Penulis, 2024)

Derajat kepercayaan diambil sebesar 5% atau 0,05 (nilai umum yang digunakan) dengan jumlah data (n) adalah 10 maka berdasarkan tabel (2.9) pengujian Smirnov Kolmogorov maka D_{kritis} didapatkan sebesar 0,41 dengan hasil perhitungan D_{max} sebesar 0,2020 maka dapat disimpulkan pengujian distribusi metode Smirnov Kolmogorov telah memenuhi syarat karena D_{max} (0,2020) < D_{kritis} (0,41).

4.4.6 Curah Hujan Rencana

Berdasarkan pengolahan dan hasil data perhitungan statistik dengan menggunakan distribusi normal maka hasil curah hujan periode kala ulang 2, 5, dan 10 tahun dengan nilai faktor frekuensi

distribusi normal (Kt) dapat dilihat pada tabel (2.7). maka curah hujan rencana dapat dihitung menggunakan persamaan (2.19) dengan metode distribusi normal, hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel (4.14).

Tabel 4. 14 Hasil Perhitungan Distribusi Normal

Tr (Tahun)	Xr (mm)	Nilai Kt	Standar Dev	Curah Hujan Rencana Xt (mm)
2		0		120,5825
5	120,5825	0,84	19,1543	136,6721
10		1,28		145,1000

(Diolah Oleh Penulis, 2024)

Mengacu pada Peraturan Menteri PUPR No 12/PRT/M/2014 untuk perencanaan curah hujan periode ulang drainase diambil antara 2 dan 5 tahun dengan demikian periode ulang yang digunakan yaitu hujan rencana periode ulang 5 tahun.

4.4.7 Analisis Intensitas Curah Hujan

Perhitungan untuk intensitas hujan dapat menggunakan persamaan yang dirancang oleh Dr. Mononobe yaitu dengan persamaan mononobe yang dapat dilihat pada persamaan (2.22) yang memperhitungkan curah hujan rencana terhadap waktu, berikut merupakan hasil perhitungan intensitas curah hujan yang dapat dilihat melalui tabel (4.15).

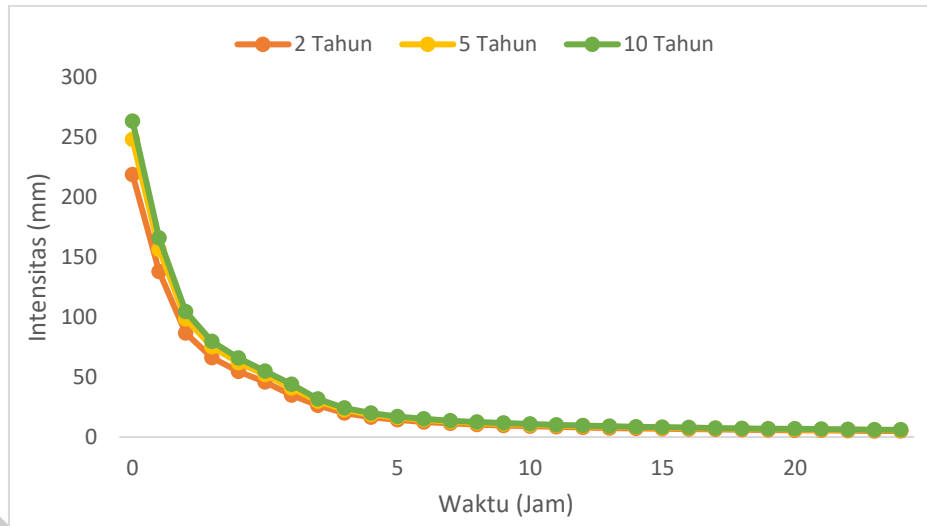
Tabel 4. 15 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Metode Mononobe

T (Menit)	T (Jam)	Periode Ulang		
		2	5	10
		120,5825	136,6721	145,1
5	0,083333	219,1129	248,3497	263,6642
10	0,166667	138,0325	156,4505	166,0981
20	0,333333	86,95503	98,55765	104,6352
30	0,5	66,35911	75,21357	79,85161
40	0,666667	54,77824	62,08743	65,91606
50	0,833333	47,20645	53,50533	56,80473
60	1	41,80362	47,38158	50,30337
120	2	26,33463	29,84852	31,68913
180	3	20,09708	22,77869	24,18334

T (Menit)	T (Jam)	Periode Ulang		
		2	5	10
		120,5825	136,6721	145,1
240	4	16,58978	18,80339	19,9629
300	5	14,29664	16,20427	17,20351
360	6	12,66037	14,34967	15,23455
420	7	11,42392	12,94824	13,7467
480	8	10,4509	11,84539	12,57584
540	9	9,66167	10,95085	11,62614
600	10	9,006316	10,20805	10,83753
660	11	8,451856	9,579608	10,17033
720	12	7,975533	9,039728	9,597163
780	13	7,5611	8,569996	9,098465
840	14	7,196619	8,156882	8,659876
900	15	6,873106	7,790201	8,270584
960	16	6,583657	7,462131	7,922284
1020	17	6,322875	7,166552	7,608477
1080	18	6,086471	6,898603	7,324006
1140	19	5,870992	6,654373	7,064715
1200	20	5,673624	6,430669	6,827217
1260	21	5,492048	6,224866	6,608722
1320	22	5,324336	6,034775	6,406909
1380	23	5,168866	5,858561	6,21983
1440	24	5,024271	5,694672	6,045834

(Diolah Oleh Penulis, 2024)

Untuk melihat karakteristik curah hujan terhadap waktu dalam 24 jam dapat melihat kurva IDF (*Intensity Duration Frequency Curve*) yang terdapat pada gambar (4.27).



Gambar 4. 27 Kurva Idensity Duration Frequency

(Diolah Oleh Penulis, 2024)

4.4.8 Heterograf Hujan Rencana

Untuk mendapatkan simulasi hujan, diperlukan data perhitungan dasar dari curah hujan rencana. Hal ini dilakukan dengan menggunakan diagram heterograf untuk mendekati masalah pembuatan skema sedekat mungkin dengan kondisi lapangan dengan memperhitungkan waktu konsentrasi (t_c), yaitu lamanya waktu yang diperlukan air hujan untuk jatuh di titik terjauh dan kemudian masuk ke saluran hulu hingga ke saluran hilir yang terjadi di Perumahan Pamulang Permai 2, dengan memperhitungkan faktor jarak, kemiringan, dan kondisi permukaan yang bersentuhan dengan air. Perhitungan untuk waktu konsentrasi dapat menggunakan persamaan (2.25), (2.26), dan (2.27).

- $t_o = \frac{2}{3} \times 3,28 \times 100 \times (0,015/0,005^{0,5})$
= 0,774 jam
- $t_d = \frac{1680}{(3600 \times 2,495)}$
= 0,19 jam
- $t_c = t_o + t_d$
= 0,774 jam + 0,19 jam = 0,964 jam, dibulatkan 1 jam

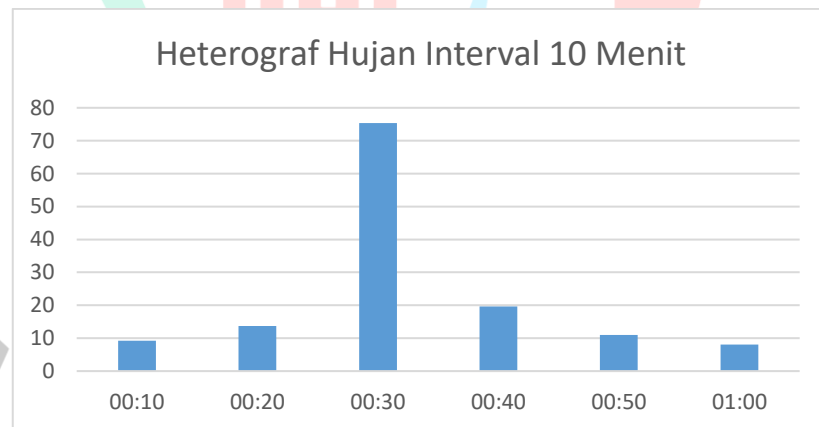
Perencanaan heterograf hujan rencana dilakukan dengan metode alternating block dimana heterograf hujan rencana didapatkan berdasarkan kurva IDF pada suatu daerah dengan

memperhitungkan selisih nilai curah hujan pada setiap durasi waktu tertentu perbedaan kedalaman intensitas hujan tersebut dikelompokkan menjadi bagian-bagian dengan nilai tertinggi atau puncak berada pada waktu tengah dan kedua kelompok data hujan lainnya diurutkan berdasarkan nilai terkecil ke terbesar dan kelompok lainnya diurutkan berdasarkan yang terbesar ke nilai yang terkecil.

Tabel 4. 16 Heterograf Hujan Rencana Metode Alternating Block

Td (Jam)	t	It (mm)	It*td=p	p	Bobot %	Ranking	Heterograf (mm)
0.16666667	00:10	156.825	26.137	26.137	55.03%	6.75%	9.241
0.33333333	00:20	98.794	32.931	6.793	14.30%	10.03%	13.746
0.5	00:30	75.394	37.697	4.765	10.03%	55.03%	75.394
0.66666667	00:40	62.236	41.490	3.793	7.99%	14.30%	19.596
0.83333333	00:50	53.633	44.694	3.203	6.75%	7.99%	10.943
1	01:00	47.495	47.495	2.800	5.90%	5.90%	8.078

(Diolah Oleh Penulis, 2024)



Gambar 4. 28 Diagram Heterograf Hujan Rencana Metode Alternating Block

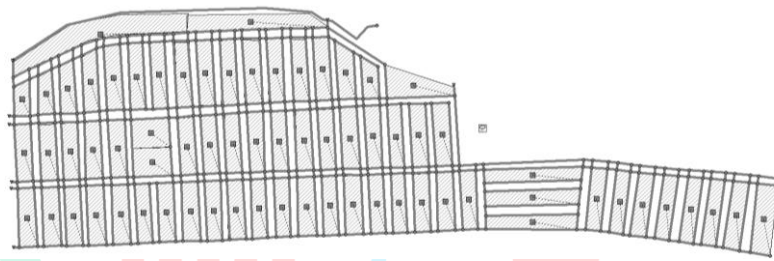
(Diolah Oleh Penulis, 2024)

Hasil heterografit merupakan heterograf rancangan periode ulang 5 tahun sesuai dengan acuan yang diberikan berdasarkan Peraturan Menteri PUPR No 12/PRT/M/2014.

4.5 Pemodelan dan Simulasi Hujan dengan SWMM 5.2

4.5.1 Penentuan Daerah Tangkapan Air (Subcatchment)

Pada simulasi SWMM 5.2 daerah subcatchment Perumahan Pamulang Permai 2 dibagi menjadi 69 bagian yang dibantu digambarkan dengan Google Earth Pro dimasukkan kedalam lembar kerja SWMM 5.2, berdasarkan pada analisis yang dilakukan dengan menggunakan metode Klasifikasi Citra sebelumnya pada perubahan tataguna lahan pada tahun 2024 untuk Perumahan Pamulang Permai 2 didapatkan hasil untuk daerah *impervious* sebesar 90% yang terdiri dari pemukiman dan 10% lainnya merupakan daerah *pervious* yang merupakan halaman maupun taman dan sebagainya.



Gambar 4. 29 Pembagian Subcatchment Perumahan Pamulang Permai 2
(Diolah Oleh Penulis, 2024)

Tabel 4. 17 Parameter Subcatchment

Subcatchment	Debit Puncak (m ³ /s)	Subcatchment	Debit Puncak (m ³ /s)
SC1	0,057	SC36	0,057
SC2	0,057	SC37	0,058
SC3	0,057	SC38	0,058
SC4	0,057	SC39	0,057
SC5	0,057	SC40	0,057
SC6	0,057	SC41	0,057
SC7	0,057	SC42	0,057
SC8	0,057	SC43	0,057
SC9	0,057	SC44	0,057
SC10	0,057	SC45	0,057
SC11	0,057	SC46	0,057
SC12	0,057	SC47	0,057
SC13	0,057	SC48	0,057

SC14	0,057	SC49	0,057
SC15	0,057	SC50	0,057
SC16	0,057	SC51	0,031
SC17	0,057	SC52	0,044
SC18	0,057	SC53	0,046
SC19	0,057	SC54	0,053
SC20	0,057	SC55	0,057
SC21	0,057	SC56	0,057
SC22	0,057	SC57	0,057
SC23	0,057	SC58	0,057
SC24	0,057	SC59	0,057
SC25	0,057	SC60	0,057
SC26	0,057	SC61	0,057
SC27	0,057	SC62	0,057
SC28	0,057	SC63	0,057
SC29	0,057	SC64	0,057
SC30	0,057	SC65	0,044
SC31	0,057	SC66	0,033
SC32	0,057	SC67	0,057
SC33	0,057	SC68	0,109
SC34	0,057	SC69	0,115
SC35	0,057	-	

Sumber: Pengolahan Penulis, 2024

Berikut merupakan data-data yang diinput atau parameter yang digunakan dalam model *subcathment* dapat dilihat pada gambar (4.30).

Property	Value
Name	SC1
X-Coordinate	-3727.885
Y-Coordinate	2091.873
Description	
Tag	
Rain Gage	RAIN1
Outlet	JN1
Area	0.3400
Width	35
% Slope	10
% Imperv	90
N-Imperv	0.013
N-Perv	0.1
Dstore-Imperv	0.05
Dstore-Perv	0.05
%Zero-Imperv	25
Subarea Routing	OUTLET
Percent Routed	100
Infiltration Data	CURVE_NUMBER
Groundwater	NO

Gambar 4. 30 Parameter Subcathment SC1

(SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024)

Data yang diinput diantaranya yaitu data luas area sebesar 0,034 Ha data tersebut didapatkan berdasarkan luasan daerah tangkapan air pada SC1, selanjutnya yaitu lebar atau *Width* yaitu lebar dari daerah tangkapan air SC1 sebesar 35m, selanjutnya yaitu kemiringan subcathment yaitu sebesar 10%, daerah kedap air atau *Impervious* yang sebelumnya sudah dianalisis sebesar 90%, *N-impervious* merupakan koefisien manning berdasarkan permukaan subcathment, dan lainnya.

4.5.2 Pembuatan Model Jaringan Drainase

Model jaringan drainase dibuat dengan mengambil data-data yang ada di lapangan sehingga dapat menghasilkan model semirip mungkin dan dapat mewakili kondisi di lapangan bagian-bagian yang dimodelkan dalam SWMM 5.2 memiliki beberapa bagian utama seperti *subcathment area*, *junction*, *conduit*, serta *outfall nodes*.

Survei dilakukan untuk mengambil data-data lapangan yang diperlukan pada drainase dimana data-data tersebut akan dijadikan parameter dalam pemodelan SWMM 5.2 diantaranya kemiringan (*slope*), nilai konstanta manning yang digunakan yaitu 0,013 untuk

daerah (*N-impervious*) karena sebagian besar lahan *impervious* ditutupi oleh semen. dan 0,15 (*N-pervious*) karena lahan *pervious* ditutupi oleh rumput.

Pada *property junction* parameter yang digunakan berupa *invert elevation* yaitu elevasi eksisting dari saluran drainase yang sebelumnya sudah didapatkan elevasinya pada saat melakukan survei lapangan di masing-masing titik.

Property	Value
Name	JN89
X-Coordinate	7128.492
Y-Coordinate	3296.089
Description	
Tag	
Inflows	NO
Treatment	NO
Invert El.	65.7

Elevation of junction's invert (m)

Gambar 4. 31 Parameter Junction
(SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024)

Pada *property conduit* parameter yang dimasukkan berupa bentuk penampang (*shape*) yaitu persegi panjang (*rectangular*) jenis penampang terbuka (*open rectangular*), dimensi, dan debit air kotor sebesar 0,0968 m³/s dari penampang drainase yang telah dilakukan pengukuran pada saat melakukan survei lapangan.

Property	Value
Shape	RECT_OPEN
Max. Depth	0.65
Length	35
Roughness	0.01
Inlet Offset	0
Outlet Offset	0
Initial Flow	0.01688
Maximum Flow	0

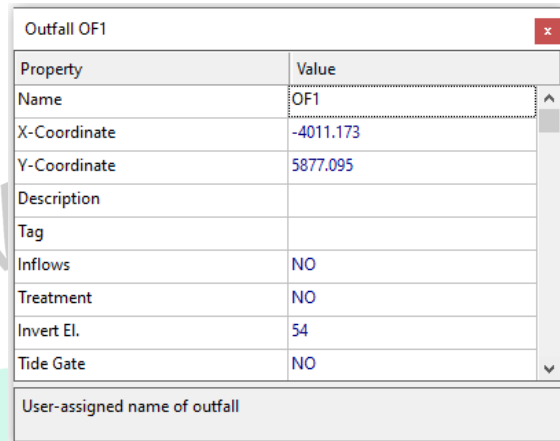
Property	Value
Name	SH48
Inlet Node	JN43
Outlet Node	JN44
Description	
Tag	
Shape	RECT_OPEN
Max. Depth	0.45
Length	35
Roughness	0.013

Name of node on the inlet end of conduit

Number of Barrels	1
Maximum Height	0.65
Bottom Width	0.4
Sidewalls Removed	None

Gambar 4. 32 Parameter Conduit
(SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024)

Pada *outfall nodes* parameter yang digunakan berupa elevasi *invert elevation* yaitu elevasi dari titik hilir saluran drainase yang menjadi titik akhir drainase atau titik buangan dari saluran.



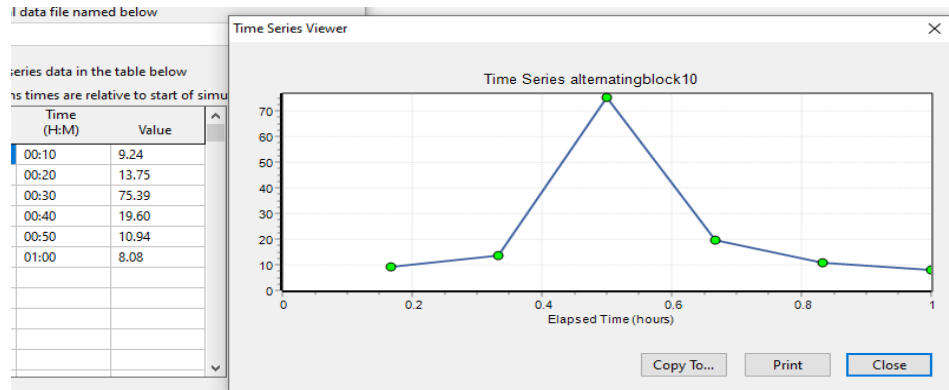
Property	Value
Name	OF1
X-Coordinate	-4011.173
Y-Coordinate	5877.095
Description	
Tag	
Inflows	NO
Treatment	NO
Invert El.	54
Tide Gate	NO
User-assigned name of outfall	

Gambar 4. 33 Properti Outfall Nodes

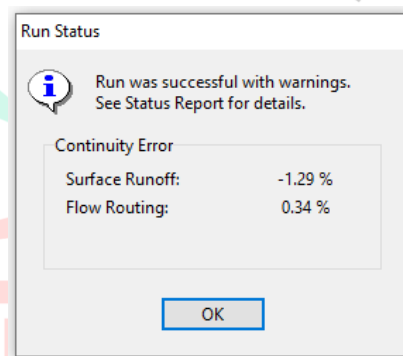
(SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024)

4.5.3 Simulasi Aliran *Time Series*

Untuk melakukan simulasi pada model drainase yang sudah dibuat diperlukan model *rain gage* yang digunakan sebagai simulasi hujan dalam pemodelan tersebut, untuk menjalankan *rain gage* maka diperlukan penginputan data kedalam *time series* dimana data yang terdapat pada *time series* merupakan data yang sudah didapatkan dari curah hujan rencana kala ulang 5 tahun yang merepresentasikan curah hujan terhadap waktu, data yang diinput didapatkan melalui perhitungan intensitas curah hujan yang terdapat pada tabel (4.15).



Gambar 4. 34 Grafik Time Series
(SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024)



Gambar 4. 35 Hasil Simulasi Jaringan Drainase
(SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024)

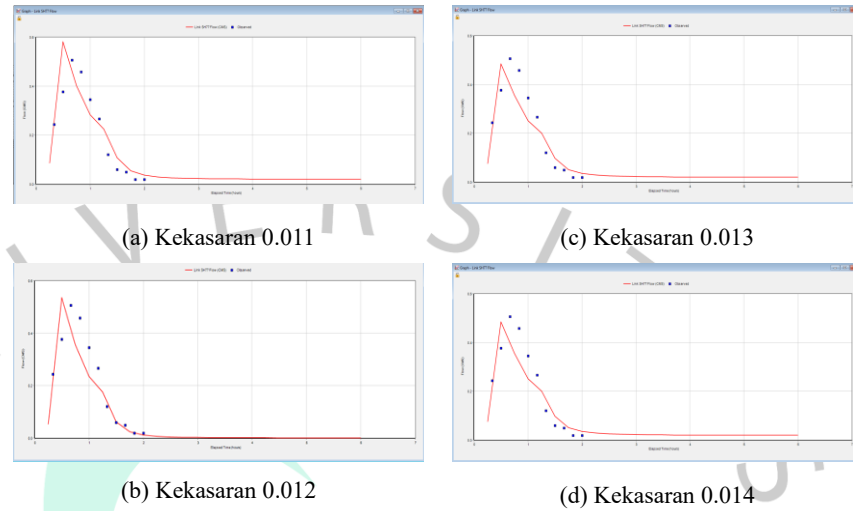
Berdasarkan buku SWMM 5.2 Manual Book halaman 158, untuk hasil continuity error dari simulasi sebaiknya berada <10% karena apabila hasil tersebut berada di atasnya maka hasil tersebut perlu dipertanyakan karena hasil tersebut dinyatakan kurang baik, berdasarkan proses simulasi yang dilakukan hasil *continuity error* untuk (*surface runoff*) sebesar 1,29 % dan untuk (*flow routing*) sebesar 0,34 % maka hasil simulasi dapat dinyatakan cukup baik.

4.6 Kalibrasi Model

4.6.1 Kalibrasi Model SWMM 5.2

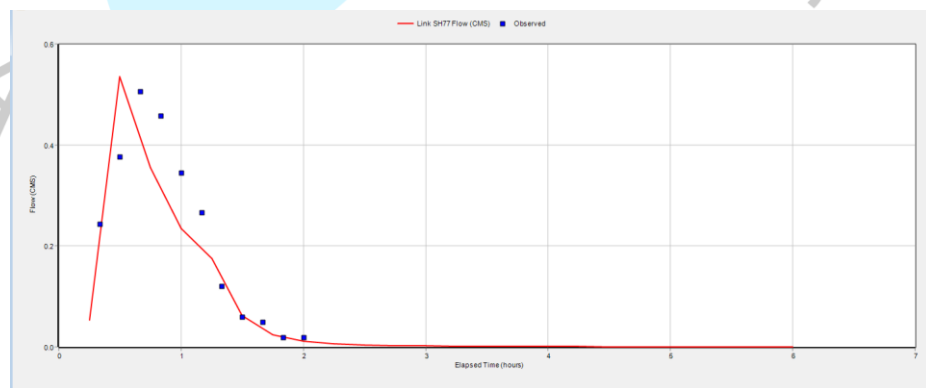
Kalibrasi model adalah proses atau cara pembuktian untuk menyatakan kesesuaian kondisi atau hasil dari proses pemodelan dan simulasi yang menggunakan parameter-parameter tertentu untuk mendapatkan akurasi atau validitas terhadap kemiripan pada kondisi lapangan yang sebenarnya, sehingga jika diasumsikan

kondisi lapangan sama dengan hasil simulasi maka perencanaan pada model atau simulasi dapat diasumsikan mewakili keadaan aslinya.



Gambar 4. 36 Gambar Grafik Perbedaan Sebaran Data Berdasarkan Nilai Kekasaran

Pada gambar (4.36) menunjukkan percobaan untuk mendapatkan nilai kalibrasi terbaik dengan cara melakukan penyesuaian dengan mengubah angka kekasaran pada saluran dan dilakukan penambahan atau pengurangan angka *Impervious* untuk mendapatkan nilai kalibrasi tertinggi. Didapatkan hasil terbaik yaitu menggunakan kekasaran sebesar 0.012 dengan nilai NSE dapat dilihat pada tabel (4.18).



Gambar 4. 37 Grafik Perbedaan Sebaran Data Observasi Dan Model SWMM 5.2

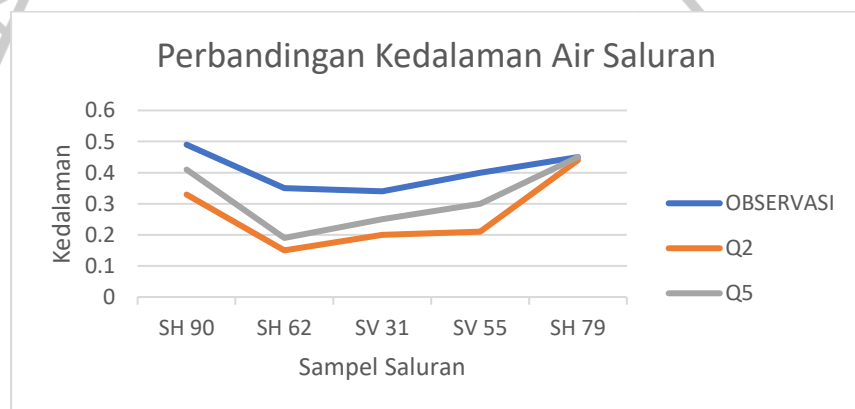
(SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024)

Tabel 4. 18 Tabel Perhitungan Nash-Sutcliffe Efficiency

Pengamatan Saluran SH82				
Interval	Q OBSERVASI	Q SWMM	(Qobservasi – QSWMM) ²	NSE
00:00	0.018	0.019	0.0000008	
00:10	0.165	0.019	0.0213160	
00:20	0.244	0.220	0.0005760	
00:30	0.377	0.520	0.0204490	
00:40	0.506	0.420	0.0073960	
00:50	0.458	0.320	0.0190440	
01:00	0.345	0.250	0.0090250	0.772689368
01:10	0.267	0.200	0.0044890	
01:20	0.121	0.150	0.0008410	
01:30	0.060	0.067	0.0000490	
01:40	0.050	0.031	0.0003725	
01:50	0.018	0.019	0.0000002	
02:00	0.018	0.019	0.0000006	
Total			0.0835591	

Sumber: Pengolahan Penulis, 2024

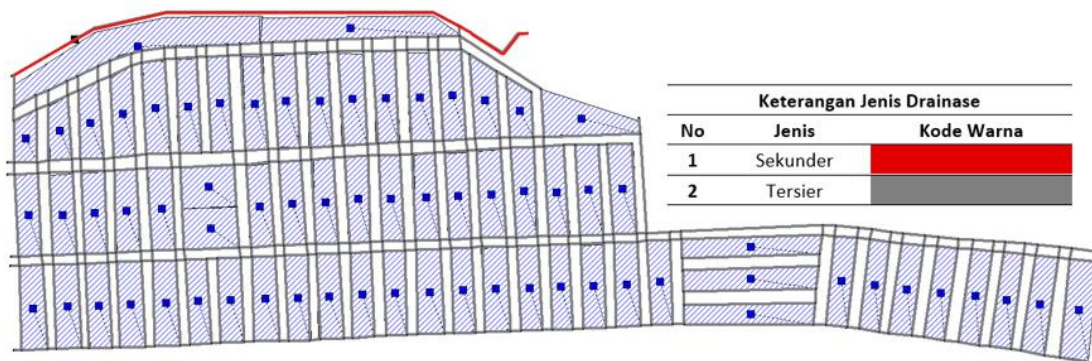
Berdasarkan gambar grafik (4.37) dan tabel (4.18) menunjukkan hasil selisih data yang dilakukan secara observasi dan juga hasil model SWMM 5.2 menunjukkan hasil NSE sebesar 0,772 dimana hasil tersebut dapat dinyatakan cukup baik karena hasil tersebut berada diatas 0,75 dimana dari perhitungan tersebut dinyatakan apabila hasil NSE mendekati 1 maka hasil tersebut semakin baik sehingga pemodelan yang dilakukan dapat dianggap mewakili kondisi lapangan.



Gambar 4. 38 Grafik Perbandingan Hasil Periode Ulang 2 Dan 5 Tahun

Berdasarkan gambar grafik (4.38) dapat dilihat sebaran data yang dihasilkan simulasi dengan menggunakan periode ulang 2 dan 5 tahun, periode ulang 5 tahun menunjukkan hasil yang lebih mendekati pada keadaan aslinya, sehingga penggunaan periode ulang 5 tahun lebih cocok digunakan dibanding periode ulang 2 tahun.

4.7 Analisis Kinerja Sistem Drainase Hasil Simulasi SWMM 5.2



Gambar 4. 39 Pembagian Jenis Drainase Perumahan Pamulang Permai 2
(SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024)

Dalam analisis yang dilakukan yaitu sistem drainase Perumahan Pamulang Permai 2 hanya memperhitungkan bagian drainase tersiernya saja karena drainase sekunder seperti gambar (4.39) merupakan jenis drainase yang lebih besar dengan ukuran kedalaman 2 m dan lebar 2,5 m dimana fungsinya yaitu untuk menjadi tempat *outfall* atau buangan air dari berbagai sistem drainase perumahan yang ada disekitarnya termasuk perumahan Pamulang Permai 2 namun dalam simulasinya saluran tersebut tetap digambarkan karena mempengaruhi kinerja drainase tersier yang ada di Perumahan Pamulang Permai 2 seperti *reverse flow* sehingga membuat aliran drainase terganggu.



Gambar 4. 40 Outfall Saluran Tersier Menuju Sekunder
(Dokumentasi Penulis)

Tabel 4. 19 Hasil Simulasi Limpasan Pada Setiap Subcathment

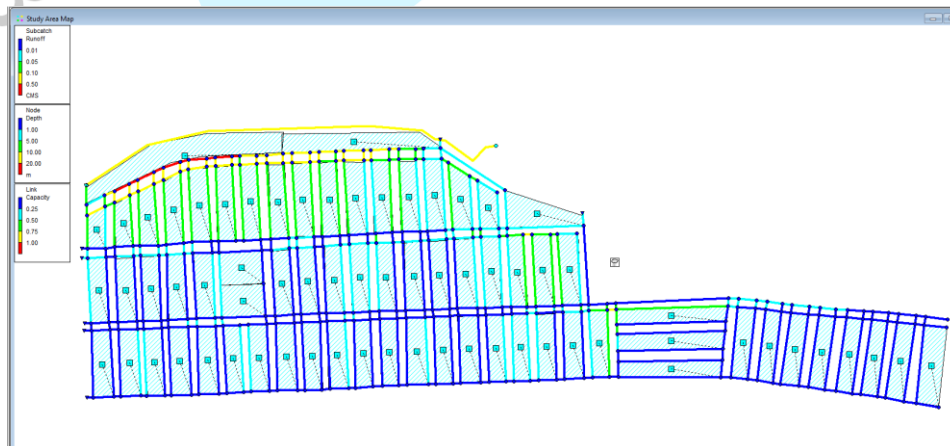
Subcathment	Debit Puncak (m³/s)	Subcathment	Debit Puncak (m³/s)
SC1	0,057	SC36	0,057
SC2	0,057	SC37	0,058
SC3	0,057	SC38	0,058
SC4	0,057	SC39	0,057
SC5	0,057	SC40	0,057
SC6	0,057	SC41	0,057
SC7	0,057	SC42	0,057
SC8	0,057	SC43	0,057
SC9	0,057	SC44	0,057
SC10	0,057	SC45	0,057
SC11	0,057	SC46	0,057
SC12	0,057	SC47	0,057
SC13	0,057	SC48	0,057
SC14	0,057	SC49	0,057
SC15	0,057	SC50	0,057
SC16	0,057	SC51	0,031
SC17	0,057	SC52	0,044
SC18	0,057	SC53	0,046
SC19	0,057	SC54	0,053
SC20	0,057	SC55	0,057
SC21	0,057	SC56	0,057
SC22	0,057	SC57	0,057
SC23	0,057	SC58	0,057

<i>Subcathment</i>	Debit Puncak (m³/s)	<i>Subcathment</i>	Debit Puncak (m³/s)
SC24	0,057	SC59	0,057
SC25	0,057	SC60	0,057
SC26	0,057	SC61	0,057
SC27	0,057	SC62	0,057
SC28	0,057	SC63	0,057
SC29	0,057	SC64	0,057
SC30	0,057	SC65	0,044
SC31	0,057	SC66	0,033
SC32	0,057	SC67	0,057
SC33	0,057	SC68	0,109
SC34	0,057	SC69	0,115
SC35	0,057	-	-

Sumber: Pengolahan Penulis, 2024

Berdasarkan hasil simulasi dari total waktu selama hujan efektif satu jam, didapatkan puncak debit rata-rata yang terjadi pada subcathment sebesar 0,057m³/detik dan debit limpasan terbesar pada subcathment SC69 sebesar 0,115m³/detik.

Debit limpasan yang mengalir pada subcathment memiliki hasil yang berbeda-beda, hal ini didasari oleh perbedaan luasan, kemiringan, karakteristik dari subcathment dan sebagainya yang membuat perbedaan hasil limpasan.



Gambar 4. 41 Hasil Simulasi Sistem Drainase

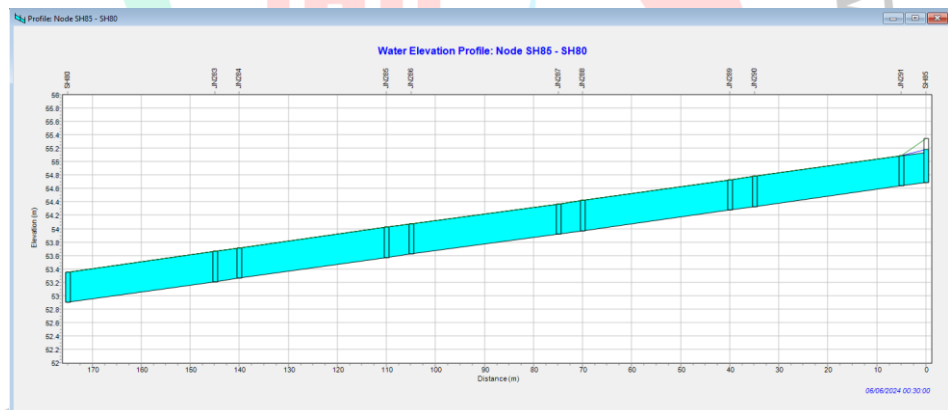
(SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024)

Berdasarkan gambar (4.41) menunjukkan terjadinya genangan yang dipicu oleh meluapnya air pada saluran SH80, SH81, SH82, SH83, SH84, dan SH85 akibat kapasitas drainase yang terisi penuh hingga menyentuh angka 1 atau 100% dari kapasitas dengan total panjang 175 yang ditandai dengan warna merah.

Tabel 4. 20 Ukuran Drainase Yang Terisi Penuh

No Saluran	Ukuran (m)	
	Lebar	Kedalaman
SH80AB	0.45	0.45
SH81AB	0.45	0.45
SH82AB	0.45	0.45
SH83AB	0.45	0.45
SH84AB	0.45	0.45
SH85AB	0.45	0.45

Sumber: Pengolahan Penulis, 2024

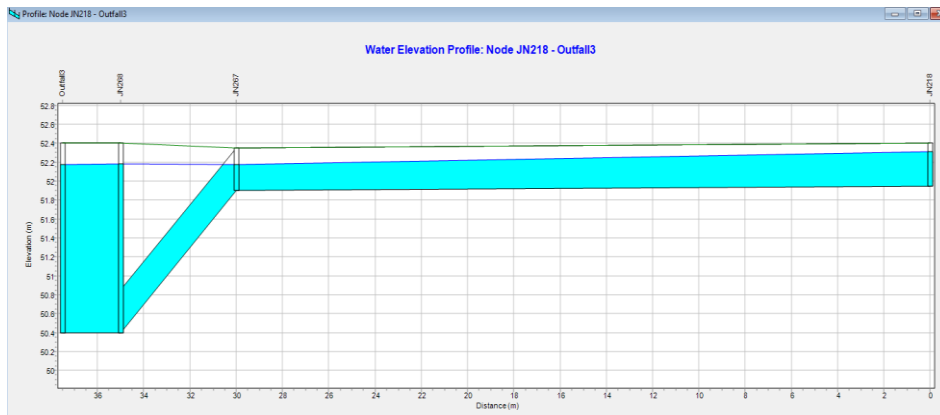


Gambar 4. 42 Profil Saluran SH80B, SH81B, SH82B, SH83B, SH84B, Dan SH85B

(SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024)

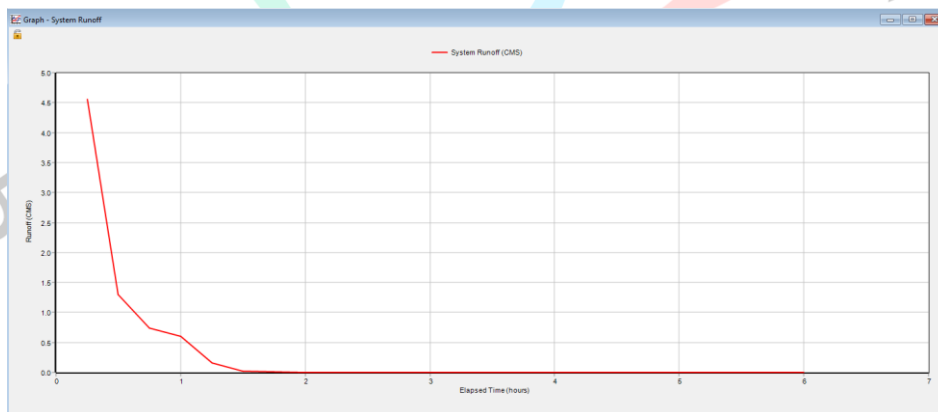
Berdasarkan gambar (4.42) menunjukkan terjadinya pada saluran SH80B, SH81B, SH82B, SH83B, SH84, dan SH85 akibat saluran tersebut berada di elevasi yang lebih rendah dengan jarak dari saluran buangan atau *outfall3* yang tidak begitu jauh, hal ini dapat terjadi akibat penumpukan volume air dari beban kerja yang disalurkan oleh saluran lainnya yang kemudian menumpuk pada area buangan atau *outfall3* ditambah terjadinya *reverseflow* pada

outfall3 akibat dari penuhnya saluran sekunder yang menyebabkan pembuangan pada *outfall3* menjadi kurang baik dan terhambat.



Gambar 4. 43 Kejadian Backflow Pada Pertemuan Saluran Tersier Menuju Saluran Sekunder
(SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024)

Hal ini menyebabkan terjadinya antrian air menuju tempat buangan air ke arah saluran sekunder dan terjadilah luapan air hingga menyebabkan genangan pada area sekita *outflow3* sehingga terjadi genangan sepanjang 175 meter dan mempengaruhi seluruh drainase lainnya.



Gambar 4. 44 Grafik Run off Pada Perumahan Pamulang Permai 2
(SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024)

Statistics - System Runoff					
Rank	Start Date	Event Duration (hours)	Event Peak (CMS)	Exceedance Frequency (percent)	Return Period (months)
1	06/06/2024	2.3	4.557	50.00	1.00

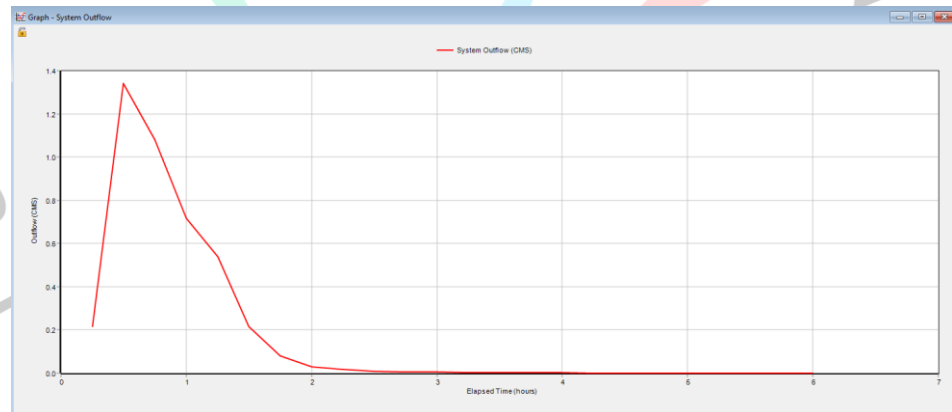
Statistics - System Runoff					
Rank	Start Date	Event Duration (hours)	Event Mean (CMS)	Exceedance Frequency (percent)	Return Period (months)
1	06/06/2024	2.3	0.822	50.00	1.00

Statistics - System Runoff					
Rank	Start Date	Event Duration (hours)	Event Total (m3)	Exceedance Frequency (percent)	Return Period (months)
1	06/06/2024	2.3	6656.535	50.00	1.00

Gambar 4. 45 Output Sistem Run off Pamulang Permai 2

(SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024)

Pada gambar grafik (4.44) dan gambar (4.45) menunjukkan sistem *runoff* pada daerah tangkapan air di Perumahan Pamulang Permai 2 dengan debit limpasan puncak yaitu sebesar 4,557 m³/detik dari total luas daerah tangkapan air seluas 24,2 Ha, dengan debit rata-rata sebesar 0,822 m³/detik dan total sistem runoff sebesar 6656,53 m³.



Gambar 4. 46 Grafik Outflow Pada Sistem Drainase Perumahan Pamulang Permai

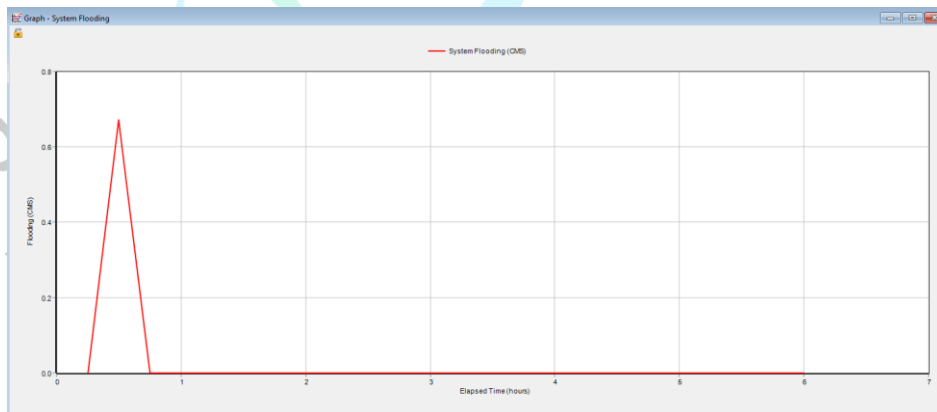
(SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024)

Σ Statistics - System Outflow					
Summary Events Histogram Frequency Plot					
Rank	Start Date	Event Duration (hours)	Event Total (m ³)	Exceedance Frequency (percent)	Return Period (months)
1	06/06/2024	6.0	4474.745	50.00	1.00

Σ Statistics - System Outflow					
Summary Events Histogram Frequency Plot					
Rank	Start Date	Event Duration (hours)	Event Peak (CMS)	Exceedance Frequency (percent)	Return Period (months)
1	06/06/2024	6.0	1.341	50.00	1.00

Gambar 4. 47 Output Outflow Pada Sistem Drainase Perumahan Pamulang Permai 2
(SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024)

Pada gambar grafik (4.46) dan gambar (4.47) menunjukkan *outflow* dari sistem drainase Perumahan Pamulang Permai 2 dengan debit *outflow* maksimum yaitu sebesar 1,341 m³/detik dengan total *outflow* sebesar 4474,74 m³, *outflow* sistem drainase Perumahan Pamulang Permai 2 mampu membuang sebesar 67% dari total runoff yang terjadi pada daerah tangkapan air di Perumahan Pamulang Permai 2.



Gambar 4. 48 Grafik Luapan Air Pada sistem Drainase Perumahan Pamulang Permai 2
(SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024)

Rank	Start Date	Event Duration (hours)	Event Peak (CMS)	Exceedance Frequency (percent)	Return Period (months)
1	06/06/2024	0.5	0.706	50.00	1.00

Rank	Start Date	Event Duration (hours)	Event Mean (CMS)	Exceedance Frequency (percent)	Return Period (months)
1	06/06/2024	0.5	0.357	50.00	1.00

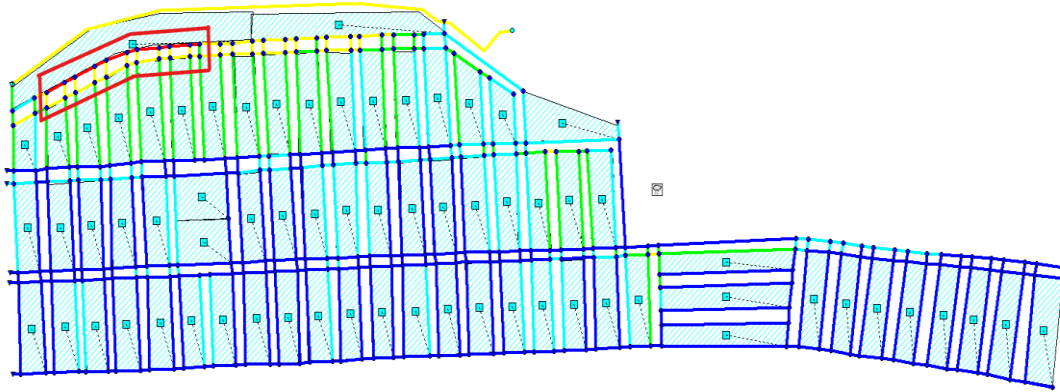
Rank	Start Date	Event Duration (hours)	Event Total (m3)	Exceedance Frequency (percent)	Return Period (months)
1	06/06/2024	0.5	642.454	50.00	1.00

Gambar 4. 49 Output Luapan Air Pada Sistem Drainase Perumahan Pamulang Permai 2 (SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024)

Pada gambar grafik (4.48) dan gambar (4.49) menunjukkan luapan air yang terjadi di sepanjang saluran SH80B, SH81B, SH82B, SH83B, SH84, dan SH85 dengan total panjang 170 meter dan menghasilkan debit genangan maksimum sebesar 0,706 m³/detik atau dengan rata-rata sebesar 0,357 m³/detik dengan total debit genangan yaitu sebesar 642,45 m³.

4.7.1 Penilaian Kinerja Sistem Drainase

Kinerja sistem drainase adalah bagaimana hasil dari sistem drainase yang sudah dibangun dapat mengalirkan limpasan air yang ada di daerah tangkapan secara baik tanpa menyebabkan permasalahan genangan dan banjir, aspek yang harus diperhatikan dalam perencanaan drainase yaitu aspek teknis, kemampuan atau kinerja drainase dalam menampung debit banjir, bobot dari setiap komponen drainase disusun dengan menggunakan kriteria kinerja penilaian drainase berdasarkan (Penilaian Direktorat Bina Program Ditjen Air) dan (Kementrian PU, 2014) yang disesuaikan kebutuhan penelitian.



Gambar 4. 50 Drainase Yang Tidak Memenuhi Kriteria Dalam Menangani Debit Banjir
(SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024)

Pada gambar (4.50) merupakan hasil simulasi yang menunjukkan bahwa adanya kemungkinan banjir akibat penuhnya kapasitas drainase yang ditandai warna merah, apabila kapasitas drainase mencapai 1 maka kinerja drainase dianggap tidak memenuhi dalam menangani debit banjir akibat kapasitas drainase mencapai 1 atau 100% dari kapasitasnya.

Drainase tidak dapat menangani debit banjir akibat kapasitas drainase mencapai 1 dengan total panjang mencapai 175m setelah dihitung volume drainase yang memiliki potensi banjir atau drainase yang dianggap tidak dapat menangani debit banjir memiliki volume total sebesar 113,02 m³ dengan total seluruh drainase yang memenuhi atau dapat menangani debit banjir yang ada yaitu sebesar 1116,42m³, Sehingga penilaian dapat dihitung dengan menggunakan rumus kriteria penilaian kinerja drainase dengan persamaan (2.43) dan menghasilkan perhitungan sebagai berikut:

- Penilaian Kinerja Drainase = $\frac{\Sigma_{memenuhi}}{\Sigma_{memenuhi} + \Sigma_{tidakmemenuhi}} \times 100\%$
- Penilaian Kinerja Drainase = $\frac{1116,42}{1116,42 + 113,02} \times 100\% = 90.8\%$

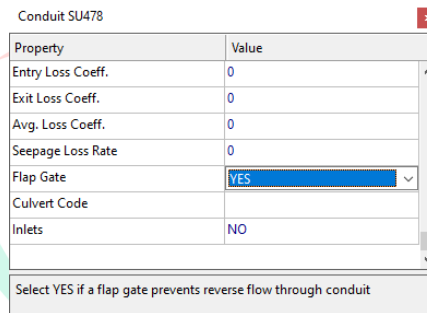
Berdasarkan tentang penilaian kinerja sistem drainase aspek teknis pembebanan debit banjir pada kapasitas saluran.maka kinerja sistem drainase yang ada di Perumahan Pamulang Permai 2

menghasilkan angka 90,8% dan termasuk kedalam kategori sangat baik, hal ini sejalan dengan hasil survei di lapangan secara langsung bahwa pada perumahan tersebut tidak terjadi banjir melainkan hanya genangan kecil yang timbul pada kondisi intensitas hujan tertentu.

4.8 Perencanaan Kolam Retensi Dan Pompa Air Pada Sistem Drainase Sebagai Upaya Menanggulangi Genangan

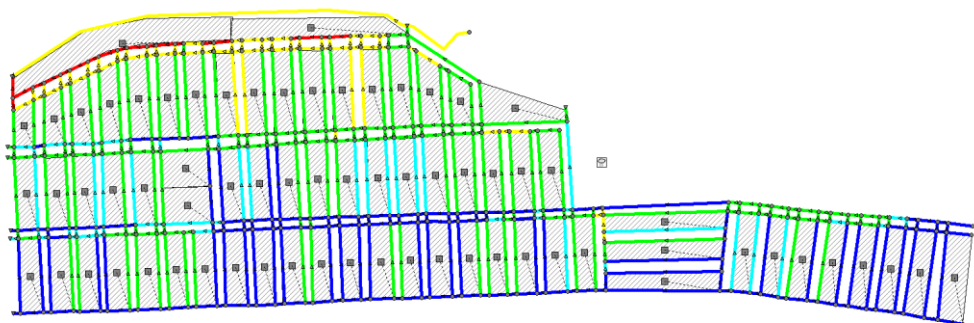
4.8.1 Perencanaan Penambahan *Flap Gate*

Dalam perencanaan ini *Flap Gate* digunakan sebagaiantisipasi dari kejadian *back flow* pada *outfall*, namun, hasil simulasi menunjukkan keadaan yang semakin buruk, karena penggunaan *flap gate* dapat menghambat *back flow* sekaligus menghambat pembuangan air sehingga menyebabkan banjir yang lebih buruk.



Gambar 4. 51 Penambahan *Flap Gate* Pada Model

Berdasarkan hasil simulasi dengan perencanaan *flap gate*, dapat disimpulkan penambahan *flap gate* bukan salah satu bentuk peningkatan kinerja dan bentuk penanggulangan genangan yang tepat.



Gambar 4. 52 Hasil Simulasi Dengan *Flap Gate*

perencanaan ini *Flap Gate* digunakan sebagai antisipasi dari kejadian *backflow*, namun, hasil simulasi menunjukkan keadaan yang semakin buruk, karena penggunaan *flap gate* dapat menghambat *back flow* sekaligus menghambat pembuangan air sehingga menyebabkan banjir yang lebih buruk.

4.8.2 Perencanaan Kolam Retensi Dan Pompa Air

A. Perencanaan Kolam Retensi

Dalam perencanaan ini kolam retensi dimaksudkan untuk menjadi tempat pembuangan sementara dengan cara menampung volume genangan air yang terjadi di Perumahan Pamulang Permai 2 ketika kondisi drainase sekunder penuh dan menyebabkan *reverse/back flow* sehingga perencanaan kolam retensi ini dianggap sebagai solusi yang ideal untuk menanggulangi genangan yang terjadi, dalam perencanaan volumenya dibutuhkan *Qflooding* untuk mengetahui kebutuhan volume kolam retensi.

Hasil simulasi yang dilakukan dengan program SWMM 5.2 menunjukkan bahwa terjadinya genangan air dengan total *Qflooding* sebesar 642,45m³ dengan debit limpasan genangan maksimum sebesar 0,706 m³ /detik dan rata-rata debit limpasan genangan sebesar 0,357 m³ /detik, sehingga untuk mengatasi debit genangan diperhitungkan menggunakan total debit genangan yang dibulatkan menjadi 650 m³.

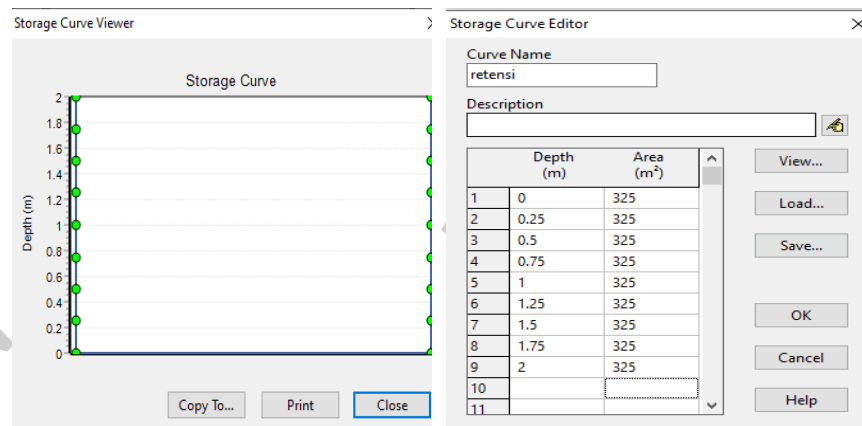
Untuk mencari luas kolam retensi yang diperlukan maka diperlukan perencanaan kedalaman kolam retensi terlebih dahulu sehingga dalam perencanaan ini kedalaman yang direncanakan yaitu sedalam 2 meter maka dapat dihitung kebutuhan luas kolam retensi berikut perhitungan kebutuhan luas kolam retensi:

➤ $Kebutuhan\ Luas\ Area\ Untuk\ Kolam\ Retensi = \frac{650}{2} = 325\ m^2$

➤ $Didapatkan\ Ukuran\ 10 \times 32,5\ meter = 325\ m^2$

➤ Maka Didapatkan Ukuran Kolam Retensi Yaitu:

$$10 \times 32,5 \text{ meter} \times 2 \text{ meter} = 650 \text{ m}$$



Gambar 4. 53 Penginputan Model Kolam Retensi Pada SWMM 5.2

(SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024)

Untuk melakukan pemodelan diperlukan penginputan data kolam retensi pada menu node storage dan selanjutnya pilih storage curve editor selanjutnya masukan kedalaman dan luasan kolam retensi hingga dapat ditambihkan secara benar pada menu view kolam retensi tersebut dapat menampung sebesar 650m³ air.

B. Perencanaan Pompa Air

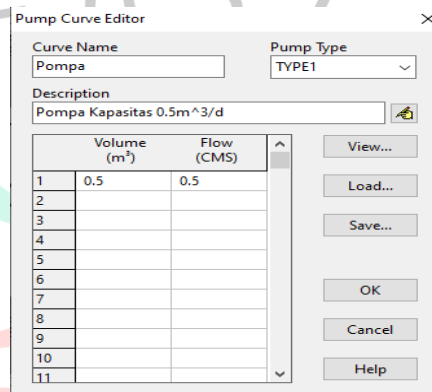
perencanaan pompa dilakukan untuk mengangkut atau menyedot air di saluran yang terhambat yaitu pada saluran sekitar *outfall3* akibat terjadinya *reverse flow* karena penuhnya saluran sekunder sehingga untuk menghindari terhambatnya aliran air dan menghindari genangan akibat aliran yang tidak begitu baik maka perencanaan pompa dilakukan untuk mengurangi beban pada *outfall3* sehingga air yang terhambat dapat disedot dan ditampung sementara pada kolam retensi.

Untuk mengimbangi debit genangan diperlukan spesifikasi atau kapasitas pompa yang memadai untuk mengalirkan air sehingga tidak menimbulkan genangan dan pompa dapat bekerja secara optimal sehingga diasumsikan dalam perencanaan pompa air

menggunakan debit genangan yang terjadi yaitu dengan memperhitungkan debit puncak dan debit rata-rata dari Q_{flooding} , berikut perhitungan kebutuhan pompa air untuk memindahkan debit genangan:

$$\text{Kebutuhan Kapasitas Pompa} = \frac{Q_{\text{Flooding Maksimum}}}{Q_{\text{Flooding Rata-Rata}}}$$

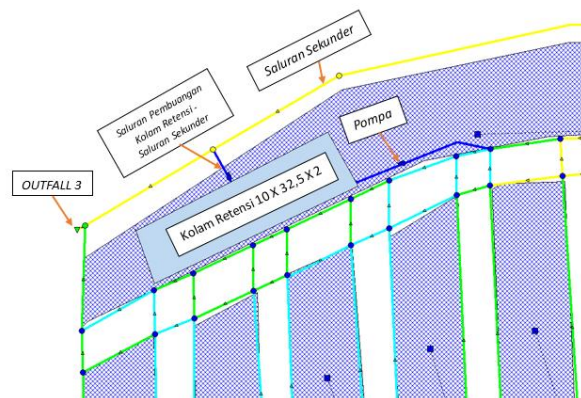
$$\text{Kebutuhan Kapasitas Pompa Air} = \frac{0,7 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,3 \text{ m}^3/\text{detik}} = 0,5 \text{ m}^3/\text{detik}$$



Gambar 4. 54 Penginputan Model Pompa Pada SWMM 5.2

(SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024)

Untuk melakukan pemodelan pompa air tambahkan node pump dan masukan spesifikasi pompa air pada bagian property dan tambahkan pilihan pada menu pump curve editor.



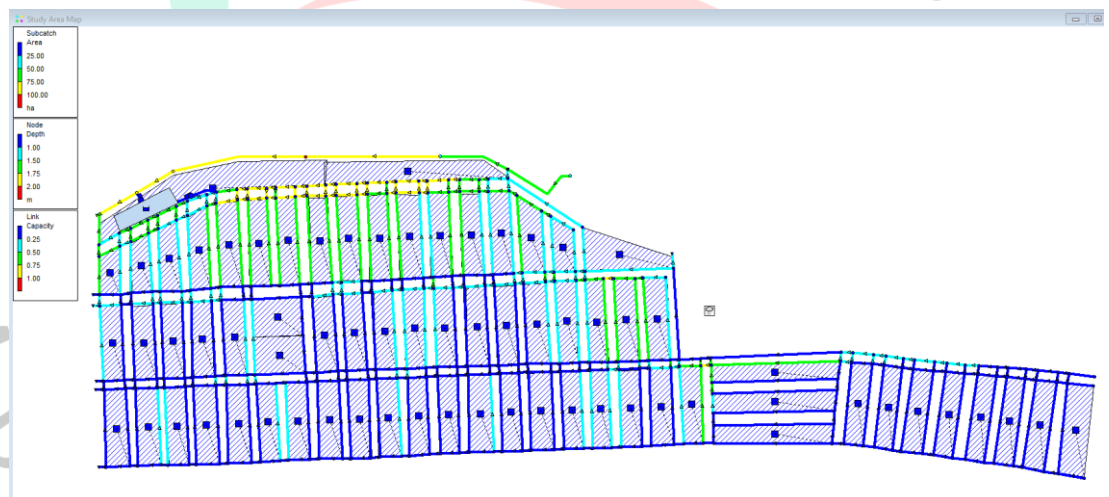
Gambar 4. 55 Gambaran Letak Perencanaan Kolam Retensi Dan Pompa Air

(SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024)

Pembanguna kolam retensi dengan spesifikasi ukuran 10 meter x 32,5 meter x 2 meter dibangun di lokasi taman yang terdapat di RW12 ke arah timur dibangun menggantikan fungsi taman.

Perencanaan pompa dibangun untuk menyedot aliran air yang mengalir pada saluran SH82B yang terhubung dengan *outfall3* sehingga nantinya beban pada aliran *outfall3* tidak begitu berat dan air tidak menumpuk untuk menghindari terjadinya genangan, pompa diatur ketika beban pada saluran tersebut berada pada 88% dari kapasitasnya atau kedalaman mencapai 0,4 meter dan berhenti secara otomatis ketika kedalaman yang ada di dalam saluran tersebut berada dibawah 0,15 meter dengan kapasitas pompa sebesar 0,5m³/detik.

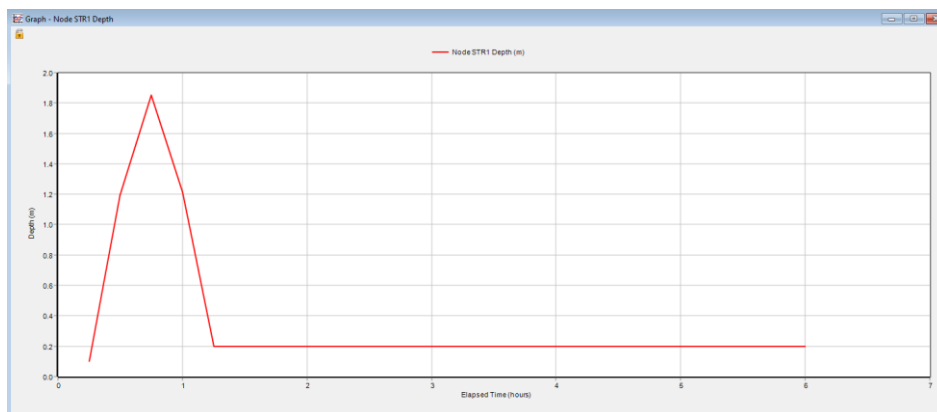
4.9 Hasil Evaluasi



Gambar 4. 56 Sistem Drainase Setelah Dilakukan Pembangunan Kolam Retensi

(SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024)

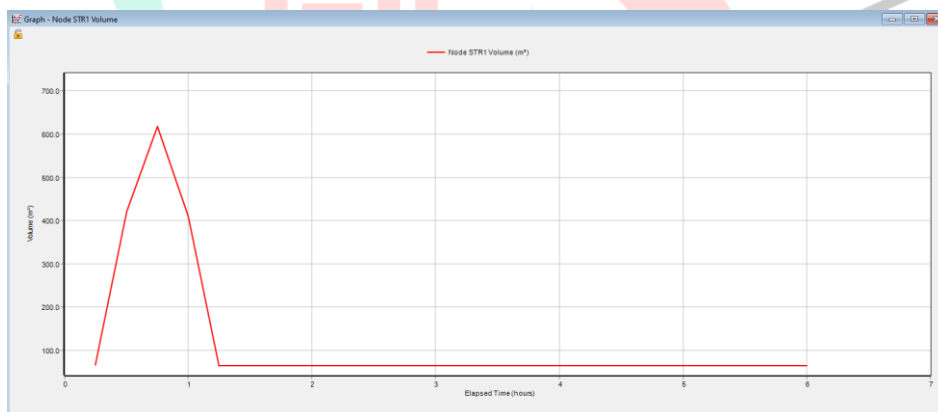
Berdasarkan gambar (4.56) menunjukkan saluran SH80B, SH81B, SH82B, SH83B, SH84B, dan SH85B yang sebelumnya berkapasitas 1 dan berwarna merah yang menandakan terjadinya luapan air namun setelah adanya kolam retensi dan pompa air kini saluran tersebut tidak lagi meluap akibat sebagian debit banjir yang terjadi dialirkan menuju kolam retensi melalui pompa yang berkapasitas 0,5m³.



Gambar 4. 57 Graik Kedalaman Kolam Retensi

(SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024)

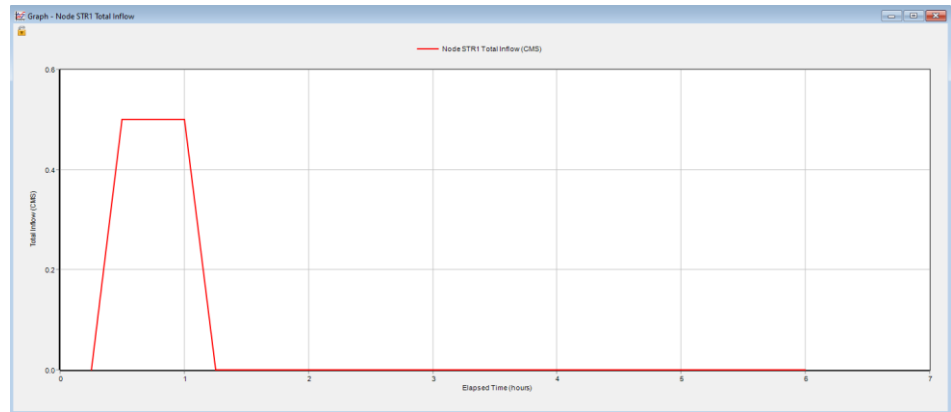
Gambar grafik (4.57) menunjukkan kedalaman air yang mengisi kolam retensi yang semakin lama semakin dalam kemudian pada saat kedalaman mencapai 1,9m maka pompa otomatis membuang air pada kolam retensi ke arah saluran sekunder untuk menghindari meluapnya air pada kolam retensi.



Gambar 4. 58 Grafik Volume Kolam Retensi

(SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024)

Gambar grafik (4.58) menunjukkan volume air yang ditampung oleh kolam retensi selama hujan efektif 1 jam dengan volume maksimum yaitu sekitar 620m³ air, dan kemudian setelah pompa pembuangan menyala maka air yang ada didalam kolam retensi dibuang hingga batas minimum.



Gambar 4. 59 Debit Pompa Air

(SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024)

Gambar grafik (4.59) menunjukkan aliran yang disedot oleh pompa air menuju kolam dengan debit maksimum spesifikasi yaitu sebesar $0,5\text{m}^3/\text{detik}$ dengan demikian pompa bekerja secara optimal dengan menggunakan 100% kapasitasnya dan mengimbangi debit banjir yang terjadi.

Berdasarkan gambar grafik kolam retensi, pompa air, dan juga tidak ada saluran yang mengalami luapan maka dapat dikatakan spesifikasi pompa air dan kolam retensi yang digunakan cukup efektif untuk menjadi tempat alternatif sementara dalam membuang air genangan atau *Qflooding* ketika *outfall3* mengalami *reverseflow* akibat saluran sekunder yang penuh dan terjadinya antrian pembuangan air.



Gambar 4. 60 Profil Saluran SH80B, SH81B, SH82B, SH83B, SH84B, dan SH85B Setelah Adanya Kolam Retensi

(SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024)

Berdasarkan gambar (4.60) menunjukkan profil SH80B, SH81B, SH82B, SH83B, SH84B, dan SH85B yang sebelumnya penuh tidak dapat menampung debit banjir lalu setelah adanya kolam retensi dan pompa air beban kerja yang terjadi pada saluran tersebut menjadi lebih ringan sehingga tidak terjadi penumpukan pada *outfall3* karena sebagian air mengalir menuju kolam retensi melalui pompa air.

Pada gambar (4.50) merupakan drainase yang sebelumnya dianggap tidak dapat menangani debit banjir akibat kapasitas drainase mencapai 1 dengan total panjang mencapai 175m, mengalami penurunan kapasitas sehingga saluran yang sebelumnya dianggap tidak dapat menangani debit banjir kini dianggap dapat menangani debit banjir akibat penurunan kapasitas dengan bantuan pompa air.

4.9.1 Penilaian Kinerja Sistem Drainase Setelah Evaluasi

Setelah adanya kolam retensi dan pompa air hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem drainase dapat bekerja dengan baik sehingga tidak ada saluran yang penuh akibat debit banjir dan tidak terjadi genangan air pada Perumahan Pamulang Permai 2 Sehingga penilaian setelah adanya evaluasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus kriteria penilaian kinerja drainase dengan persamaan (2.43) dan menghasilkan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} &\text{➤ } \textit{Penilaian Kinerja Drainase} = \frac{\Sigma \textit{memenuhi}}{\Sigma \textit{memenuhi} + \Sigma \textit{tidakmemenuhi}} \times 100\% \\ &\text{➤ } \textit{Penilaian Kinerja Drainase} = \frac{1116,42}{1116,42 + 0} \times 100\% = 100\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut maka peningkatan kinerja sistem drainase Perumahan Pamulang Permai 2 dengan kolam retensi mampu meningkatkan kinerja drainase menjadi lebih baik sebesar 9,2% yang sebelumnya berada pada angka 90,8% menjadi 100% dan mampu menanggulangi genangan yang terjadi.