

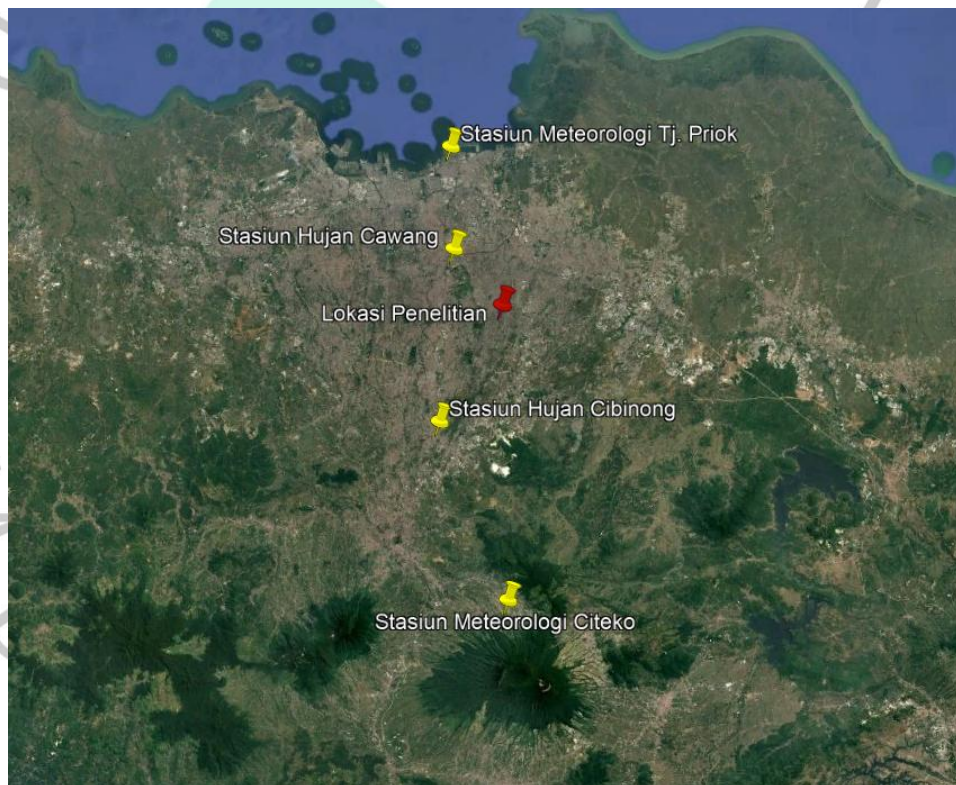
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penyajian Data

4.1.1 Data Curah Hujan

Penelitian ini dilakukan di Perumahan Puri Gading, Kota Bekasi. Data curah hujan yang didapat berasal dari 4 stasiun hujan yakni Stasiun Meteorologi Citeko, Stasiun Hujan Cibinong, Stasiun Hujan Cawang, serta Stasiun Meteorologi Tj. Priok. Data curah hujan yang dipakai sumbernya dari BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) serta BBWS (Balai Besar Wilayah Sungai) Ciliwung-Cisadane.



Gambar 4. 1 Lokasi Penelitian Terhadap Stasiun Hujan
(Sumber: Google Earth Pro)

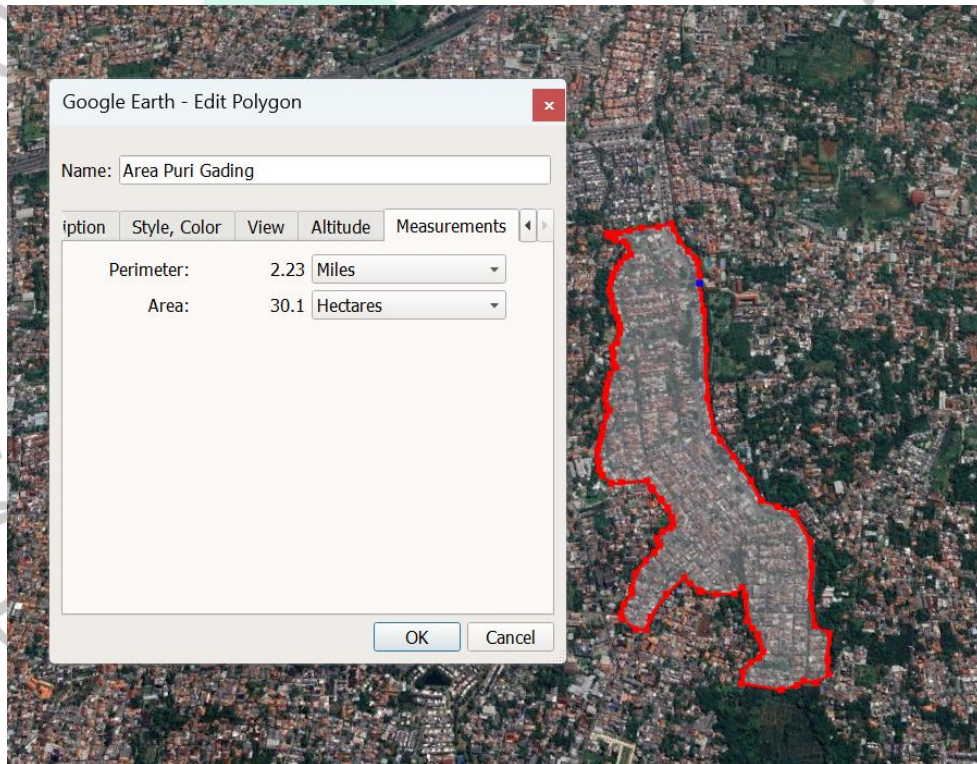
Tabel 4. 1 Titik Koordinat Stasiun Hujan

Nama Stasiun	Koordinat		Elevasi (Mdpl)	Wilayah
	Lintang	Bujur		
Sta. Meteorologi Citeko	-6.69777	106.93502	979	Kab. Bogor
Sta. Hujan Cibinong	-6.46396	106.85258	119	Kab. Bogor
Sta. Hujan Cawang	-6.24109	106.87989	18	Jakarta Timur
Sta. Meteorologi Tj. Priok	-6.10562	106.88257	2	Jakarta Utara

Sumber: Google Earth Pro

4.1.2 Penentuan Daerah Tangkapan Air

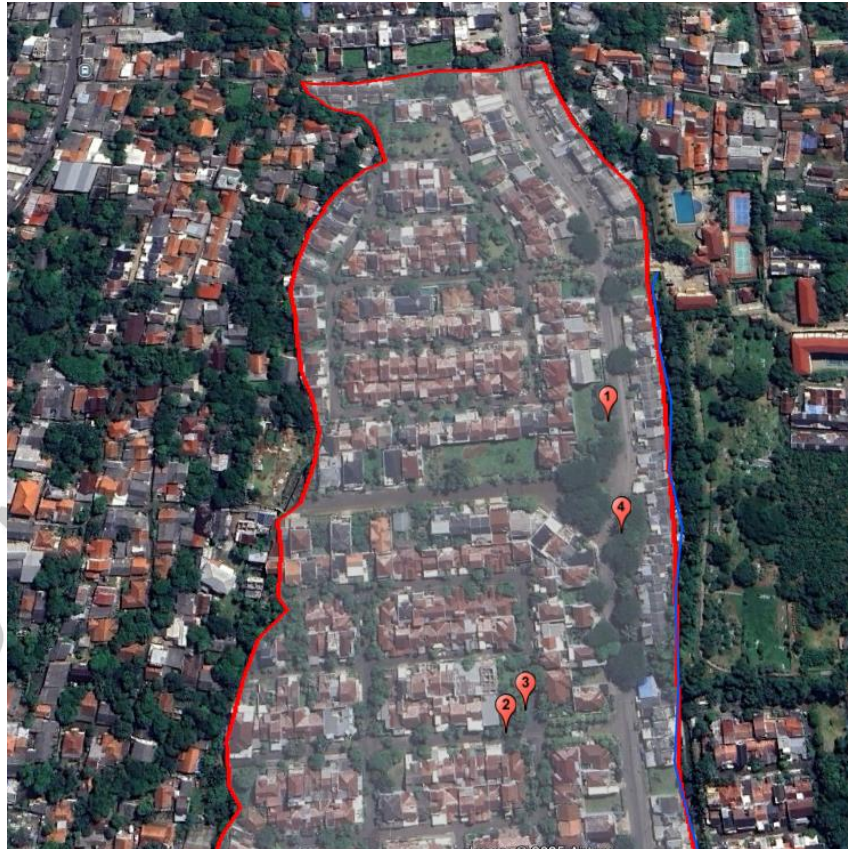
Lokasi penelitian mempunyai luas daerah tangkapan air sebesar 30,1 ha. Penentuan daerah tangkapan air ditentukan berdasarkan elevasi tertinggi pada lokasi penelitian. Pada pembuatan daerah tangkapan air menggunakan *Software Google Earth Pro* dengan *Tools Polygon*.



Gambar 4. 2 Daerah Tangkapan Air
(Sumber: Google Earth Pro)

4.1.3 Survei Lapangan

Penelitian dilakukan di Perumahan Puri Gading, Kota Bekasi. Survey yang dilakukan ialah melakukan pengukuran kedalaman dan lebar pada saluran drainase utama di lokasi penelitian. Berikut ialah titik tempat survey lapangan sebagai lokasi pengambilan data.



Gambar 4. 3 Titik Lokasi Survey
(Sumber: Google Earth Pro)

Terlihat pada Gambar 4. 3 ada 4 titik survey yang dilakukan mulai dari drainase utama, drainase Sekunder atau drainase dari komplek yang akan dibuang ke drainase utama, terakhir ada drainase tersier atau drainase yang melewati rumah di komplek. Untuk drainase pada lokasi penelitian ini semuanya berupa beton precast atau beton pracetak yang sudah jadi dari pabrik. Berikut ukuran drainase berdasarkan titik Survey.

Titik 1 Drainase Utama



Gambar 4. 4 Titik Survey 1

Pada titik pertama ini dilakukan survey pada drainase utama. Di titik ini di dapatkan ukuran dari drainase utama yaitu Kedalaman 100 cm dan lebar 110 cm. pada Gambar 4. 4 juga dapat dilihat kondisi eksisting dari drainase utama.

Titik 2 Drainase Sekunder



Gambar 4. 5 Titik Survey 2

Pada titik Kedua ini dilakukan survey pada drainase sekunder atau drainase dari komplek yang menuju drainase utama. Di titik ini di dapatkan ukuran dari drainase sekunder yaitu Kedalaman 85 cm dan lebar 90 cm. pada Gambar 4. 5 juga dapat dilihat kondisi eksisting dari drainase sekunder.

Titik 3 Drainase Tersier



Gambar 4. 6 Titik Survey 3

Pada titik Ketiga ini dilakukan survey pada drainase tersier atau drainase dari rumah warga menuju drainase sekunder. Di titik ini di dapatkan ukuran dari drainase sekunder yaitu Kedalaman 70 cm dan lebar 60 cm. pada Gambar 4. 6 juga dapat dilihat kondisi eksisting dari drainase Tersier.

Titik 4 Drainase Utama



Gambar 4. 7 Titik Survey 4

Pada titik Keempat ini sama seperti titik pertama dilakukan survey pada drainase utama. Di titik ini di dapatkan ukuran dari drainase utama yaitu Kedalaman 100 cm dan lebar 110 cm. pada Gambar 4. 7 juga dapat dilihat kondisi eksisting dari drainase utama.

4.2 Analisis Daerah Aliran Sungai dengan QGIS

4.2.1 Penentuan DAS Cakung

Data DAS Cakung didapat dari data *Shapefile* pada *Website* Lapakgis.com. Data DAS yang didapat dari *Website* berupa data DAS satu Indonesia. Data yang telah didapatkan lalu dimasukkan kedalam Software QGIS. Setelah itu data DAS satu Indonesia dipotong menggunakan *Toogle*

Editing - Select Features by Area or Single Click yang kemudian dipilih hanya bentuk DAS cakung. Bentuk DAS Cakung yang telah didapatkan sesuai pada Gambar 4. 8.



Gambar 4. 8 Bentuk DAS Cakung
(Sumber: QGIS)

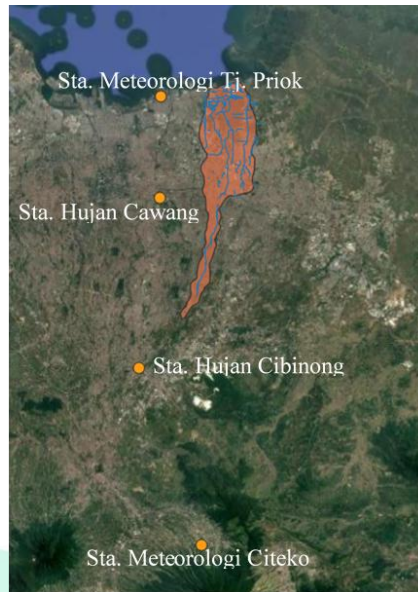
Data aliran sungai Cakung di dapatkan dari *Shapefile* pada Website Lapakgis.com dan di potong sesuai dengan aliran DAS Cakung menggunakan *Toogle Editing - Select Features by Area or Single Click* pada Software QGIS. Setelah itu didapatkan aliran Sungai Cakung seperti pada Gambar 4. 9



Gambar 4. 9 Aliran Setelah Di potong DAS Cakung
(Sumber: QGIS)

4.2.2 Penentuan Titik Stasiun Hujan

Penetapan titik stasiun hujan pada software QGIS memakai menu Layer – Create Layer – New Shapefile Layer – Geometry Type - Line String. Titik stasiun hujan di tentukan sesuai lokasi pada stasiun hujan yang digunakan. Stasiun hujan yang dipakai yakni Sta. Meteorologi Citeko, Sta. Hujan Cibinong, Sta. Hujan Cawang, Sta. Meteorologi Tj. Priok. Koordinat dari keempat titik stasiun hujan terdapat pada Tabel 4. 1.



Gambar 4. 10 Titik Lokasi Stasiun Hujan
(Sumber: QGIS)

4.2.3 *Polygon Thiessen*

Titik dari stasiun hujan selanjutnya akan ditentukan oleh besaran pengaruhnya terhadap DAS Cakung. *Polygon Thiessen* untuk stasiun hujan dibuat dengan memanfaatkan opsi *polygon Voronoi* yang terdapat dalam menu *Processing Toolbox*. Dalam proses penentuan *Polygon Voronoi*, dijalankan pengaturan jangkauan stasiun hujan yang menetapkan area pengaruh stasiun hujan pada DAS tersebut.



Gambar 4. 11 Polygon Thiessen DAS Cakung
(Sumber: QGIS)

Setelah mendapatkan hasil dari polygon thiessen, selanjutnya melakukan perhitungan untuk mengetahui rasio pengaruh stasiun hujan terhadap DAS Cakung.

Tabel 4. 2 Hasil Rasio Pengaruh Stasiun Hujan Terhadap DAS Cakung

Nama Stasiun	Luas (Km ²)	Rasio Pengaruh Hujan
Sta. Hujan Cibinong	56,61	$56,61 / 198,02 = 0,33$
Sta. Hujan Cawang	76,25	$76,25 / 198,02 = 0,39$
Sta. Meteorologi Tj. Priok	65,16	$65,16 / 198,02 = 0,29$
Total	198,02	1

Sumber: Diolah Penulis (2025)

Pada Gambar 4. 11 Terlihat bahwa hanya ada 3 stasiun hujan yang mempengaruhi DAS Cakung, yaitu Sta. Hujan Cibinong, Sta. Hujan Cawang, Sta Meteorologi Tj. Priok. Dari hasil polygon thiessen yang telah dilakukan Sta. Meteorologi Citeko tidak digunakan karena tidak berpengaruh terhadap DAS Cakung. Pada Tabel 4. 3 ketersediaan data curah hujan dari ketiga stasiun mulai dari 2014 – 2023 data hujan tahunannya ada semua data tersedia.

Tabel 4. 3 Ketersediaan Data Curah Hujan Pada Stasiun Hujan

No.	Nama Stasiun	Data Hujan Tahunan									
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
1	Sta. Hujan Cibinong	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	Sta. Hujan Cawang	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	Sta. Meteorologi Tj. Priok	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Sumber: Diolah Penulis (2025)

4.3 Analisis Hidrologi

4.3.1 Curah Hujan Kawasan

Curah hujan di kawasan ini ditentukan menggunakan hasil dari metode Polygon Thiessen. Akurasi yang baik di setiap stasiun hujan yang dipakai terlihat memberikan pengaruh pada DAS yang diteliti dalam penelitian ini, yaitu DAS Cakung. Berikut adalah hasil olahan data curah hujan maksimal dari ketiga stasiun hujan.

Tabel 4. 4 Curah Hujan Kawasan

No.	Tahun	Curah Hujan Maksimum			Rerata Regional
		Sta. Meteorologi Tj. Priok	Sta. Cawang	Sta. Cibinong	
		0,33	0,39	0,29	
1	2014	284	81	138	148,69
2	2015	247	70	130	135,55
3	2016	112,7	135	146	89,79
4	2017	148,6	85	175	133,35
5	2018	129,6	100	150	105,69
6	2019	130,3	107,5	94	85,14
7	2020	155,5	104	97	105,72
8	2021	587	105	108	241,00
9	2022	134,7	146	94	87,75
10	2023	134,4	84,4	114	89,11

Sumber: Diolah Penulis (2025)

4.3.2 Analisis Frekuensi

Besarnya curah hujan di suatu periode ulang ditentukan melalui analisis frekuensi, dengan mempertimbangkan kecocokan jenis distribusi yang digunakan. Pemilihan distribusi didasarkan pada sejauh mana distribusi tersebut memenuhi kebutuhan data saat ini. Hasil analisis frekuensi curah hujan untuk berbagai periode ulang disajikan yakni.

1) Parameter Statistik

Analisa frekuensi guna menetapkan parameter statistik pada curah hujan periode ulang, dan hasilnya ditampilkan dalam tabel berikut.

Tabel 4. 5 Parameter Statistik Distribusi Normal dan Gumbel

Tahun	Xi (mm)	(Xi-Xr)	(Xi-Xr) ²	(Xi-Xr) ³	(Xi-Xr) ⁴
2014	148,69	26,51	702,92	18636,34	494099,12
2015	135,55	13,37	178,87	2392,16	31992,85
2016	89,79	-32,39	1048,87	-33969,21	1100138,35
2017	133,35	11,17	124,86	1395,19	15589,92
2018	105,69	-16,49	272,00	-4485,82	73981,39
2019	85,14	-37,04	1371,87	-50812,57	1882037,13
2020	105,72	-16,46	270,92	-4459,21	73396,87
2021	241,00	118,81	14116,92	1677297,18	199287483,31
2022	87,75	-34,43	1185,28	-40806,79	1404892,78
2023	89,11	-33,07	1093,66	-36167,80	1196087,04
Σ	1221,80	0,00	20366,17	1529019,47	205559698,77
Xr ($\bar{X}$)				122,18	
Standar Dev (Sd)				47,57	
Koe. Skewness (Cs)				1,97	
Koe. Kurtosis (Ck)				7,96	
Koe. Varians (Cv)				0,39	

Sumber: Diolah Penulis (2025)

Tabel 4. 6 Parameter Statistik Distribusi Log Normal dan Log Pearson Tipe III

Tahun	Xi (mm)	Log (Xi)	Log (Xi-Xr)	Log (Xi-Xr) ²	Log (Xi-Xr) ³	Log (Xi-Xr) ⁴
2014	148,69	2,17	0,11	0,0118097	0,0012834	0,0001395

Tahun	Xi (mm)	Log (Xi)	Log (Xi-Xr)	Log (Xi-Xr) ²	Log (Xi-Xr) ³	Log (Xi -Xr) ⁴
2015	135,55	2,13	0,07	0,0046917	0,0003214	0,0000220
2016	89,79	1,95	-0,11	0,0121817	-0,0013445	0,0001484
2017	133,35	2,13	0,06	0,0037687	0,0002314	0,0000142
2018	105,69	2,02	-0,04	0,0015675	-0,0000621	0,0000025
2019	85,14	1,93	-0,13	0,0178160	-0,0023780	0,0003174
2020	105,72	2,02	-0,04	0,0015569	-0,0000614	0,0000024
2021	241,00	2,38	0,32	0,1013722	0,0322759	0,0102763
2022	87,75	1,94	-0,12	0,0144862	-0,0017435	0,0002099
2023	89,11	1,95	-0,11	0,0129259	-0,0014696	0,0001671
Σ	1221,80	20,64	0,00	0,1821764	0,0270529	0,0112996
Xr ($\bar{X}$)				2,06		
Standar Dev (Sd)				0,14		
Koe. Skewness (Cs)				1,30		
Koe. Kurtosis (Ck)				5,47		
Koe. Varians (Cv)				0,07		

Sumber: Diolah Penulis (2025)

4.3.3 Pemilihan Jenis Distribusi

Setelah menghitung secara logaritma dan dispersi parameter statistik, maka hasilnya menjadi acuan untuk memilih uji distribusi. Hasil perhitungan uji distribusi tertera pada tabel berikut.

Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Jenis Distribusi

No.	Jenis Sebaran	Hasil Perhitungan	Syarat	Keterangan
1	Normal	1,9728	$C_s = 0$	Tidak Memenuhi
		7,9648	$C_k = 3$	
2	Log Normal	1,3047	$C_s = C_v^2 + 3C_v$	Tidak Memenuhi
		5,4718	$C_k = 5,383$	
		0,0689	$C_v \sim 0,06$	
3	Log Pearson type III	1,3047	$C_s \neq 0$	Memenuhi
4	Gumbel	0,3893	$C_s = 1,14$	Tidak Memenuhi
		7,9648	$C_k = 5,4$	

Sumber: Diolah Penulis (2025)

Berdasarkan hasil pada Tabel 4. 7, maka bahwasanya hasil yang paling memenuhi syarat, yaitu Log Pearson tipe III. Distribusi memiliki selisih yang paling kecil dibandingkan jenis distribusi lainnya yang dianggap tidak mendekati syarat.

4.3.4 Distribusi Frekuensi

Perhitungan distribusi frekuensi dihitung dan disesuaikan dengan data yang ada. Curah hujan yang nantinya dipakai yaitu periode ulang 2, 5, 10, 25, serta 50 tahun. Tabel berikut menunjukkan nilai faktor frekuensi (Kt) dengan sebaran Log Pearson Tipe III.

Tabel 4. 8 Nilai Faktor Frekuensi (Kt) Log Pearson III

Periode	T = 2	T = 5	T = 10	T = 25	T = 50
	Tahun	Tahun	Tahun	Tahun	Tahun
Kt	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706

Sumber: Diolah penulis (2025)

Tabel 4. 9 Curah Hujan Periode Ulang Distribusi Log Pearson III

Periode Ulang T Tahun	Log Xr	Sd	Kt	Log Xt	Xt
2			-0,23	2,032	107,55
5			0,71	2,164	148,85
10	2,06	0,14	1,34	2,254	179,41
25			2,13	2,366	232,48
50			2,66	2,443	277,45

Sumber: Diolah penulis (2025)

Dari hasil Tabel 4. 9, diperoleh curah hujan periode ulang 2, 5, 10, 25, serta 50 tahun ialah 107,55 mm, 148,85 mm, 179,41 mm, 232,48 mm, serta 277,45 mm.

4.3.5 Plotting Data Kertas Grafis

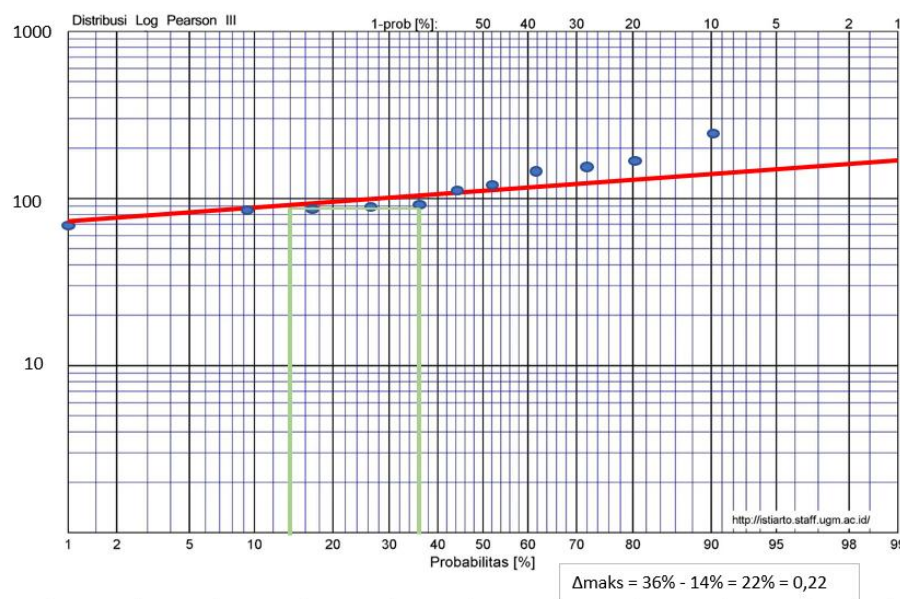
Tabel 4. 10 Probabilitas Curah Hujan

Ranking	Tahun	Xi (mm) Sumbu Y	y = ln Xi	Peluang (%) Sumbu X	T = 1/P
1	2019	85,14	4,444	9,09	11,00
2	2022	87,75	4,475	18,18	5,50

Ranking	Tahun	Xi (mm) Sumbu Y	y = ln Xi	Peluang (%) Sumbu X	T = 1/P
3	2023	89,11	4,490	27,27	3,67
4	2016	89,79	4,498	36,36	2,75
5	2018	105,69	4,660	45,45	2,20
6	2020	105,72	4,661	54,55	1,83
7	2017	133,35	4,893	63,64	1,57
8	2015	135,55	4,909	72,73	1,38
9	2014	148,69	5,002	81,82	1,22
10	2021	241,00	5,485	90,91	1,10
Jumlah		1222	47,517	500,00	32,22

Sumber: Diolah penulis (2025)

Selanjutnya, data yang telah diurutkan berdasarkan peringkat dipetakan pada lembar grafik probabilitas. Nilai peluang (P) akan digunakan pada sumbu x serta besaran curah hujan (Xi) pada sumbu y. Karena skala logaritma diterapkan pada kertas tersebut, data curah hujan dapat diplot langsung ke lembar grafik probabilitas tanpa mengubahnya ke dalam logaritma.



Gambar 4. 12 Distribusi Log Person III

berdasarkan kertas probabilitas, besaran simpangan data dapat ditentukan sebagai berikut: Log Pearson Tipe III = 36% – 14% = 22% = 0,22. Dari perhitungan tersebut, didapatkan nilai $\Delta_{\max}$ (0,22) < Δ_{kritis} (0,49), maka sebaran Log Pearson Tipe III sudah mencukupi syarat sebaran. Karena

persyaratan sebaran telah terpenuhi, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian kesesuaian data sebaran menggunakan Uji Chi-Kuadrat serta Uji Smirnov-Kolmogorov.

4.3.6 Uji Kecocokan Sebaran

Pengujian digunakan guna menetapkan kecocokan distribusi yang dipilih dalam pembentukan kurva sesuai dengan distribusi empirisnya. Data akan dibagi ke dalam beberapa kelompok selama pengujian Log Pearson Tipe III dan Chi-Kuadrat, seperti berikut ini:

1) Uji Chi-Kuadrat

G (Jumlah Kelas)	$1 + 3,322 \log n$ $1 + 3,322 \log 10$ 4,322 4
Dk (Derajat kebebasan)	$= G - (p + 1)$ $= 4,322 - (2 + 1)$ 1,322 Diambil 2
Ei (Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke i) =	n/G $10/4$ 2,5
ΔX	$(X_{\max} - X_{\min})/G - 1$ 51,95
Xawal	$(X_{\min} - \frac{1}{2} \cdot \Delta X)$ 59,17

Tabel 4. 11 Perhitungan Chi-Kuadrat

No	Chi-Kuadrat						
	Nilai Batas Sub Kelompok		Oi	Ei	Oi-Ei	$Xh^2 = (O_i - E_i)^2 / E_i$	
1	59,17	< P <	111,12	6	2,5	3,5	4,9
2	111,12	< P <	163,07	3	2,5	0,5	0,1

3	163,07	< P <	215,02	0	2,5	-2,5	2,5
4	215,02	< P <	266,97	1	2,5	-1,5	0,9
Jumlah							8,4

Sumber: Diolah penulis (2025)

Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan Chi-Kuadrat

$X^2 < X^2_{cr}$	
X^2	X^2_{cr}
8,4	9,21

Sumber: Diolah penulis (2025)

Nilai X^2 sebesar 8,4 didapatkan dari pengujian Chi-Kuadrat. Dengan nilai confidence interval sebesar 0,05 dan DK sebesar 1, maka nilai X^2_{cr} didapatkan sebesar 9,21. Oleh sebab itu, didapatkan nilai $X^2 \leq X^2_{cr} = 8,4 \leq 9,21$. Dengan demikian, sebaran Log Pearson Tipe III dinilai sudah mencukupi kriteria dalam pengujian Chi-Kuadrat.

2) Uji Smirnov-Kolmogorov

Pengerucutan data dari terkecil ke terbesar diperlukan pada Uji Smirnov-Kolmogorov, selanjutnya nilai D_{maks} dapat dicari. Di bawah ini merupakan hasil pengujian Smirnov-Kolmogorov.

Tabel 4. 13 Pengujian Smirnov-Kolmogorov

Tahun	R max	m	$P = m/n+1$	$P(x<) = 1-P$	$K = (x - Xr)/Sd$	$P' = m/n-1$	$P'(x)$	$D = P'(x) - P(x<)$
2019	85,14	1	0,091	0,909	-0,78	0,11	0,89	0,020
2022	87,75	2	0,182	0,818	-0,72	0,22	0,78	0,040
2023	89,11	3	0,273	0,727	-0,70	0,33	0,67	0,061
2016	89,79	4	0,364	0,636	-0,68	0,44	0,56	0,081
2018	105,69	5	0,455	0,545	-0,35	0,56	0,44	0,101
2020	105,72	6	0,545	0,455	-0,35	0,67	0,33	0,121
2017	133,35	7	0,636	0,364	0,23	0,78	0,22	0,141
2015	135,55	8	0,727	0,273	0,28	0,89	0,11	0,162
2014	148,69	9	0,818	0,182	0,56	1,00	0,00	0,182
2021	241,00	10	0,909	0,091	2,50	1,11	-0,11	0,202

Jumlah	1222	Dmax	0,202
Rata-rata	122,18	Dmax < D	
stDev	47,57	Dmax	D (n=10)
		0,202	0,49

Sumber: Diolah penulis (2025)

Hasil pada Tabel 4. 13 menunjukkan bahwa nilai Dmax senilai 0,202. Nilai D_0 dengan derajat kepercayaan (n=10) yaitu 0,49. Sehingga, $D_{maks} \leq D_0 = 0,202 \leq 0,49$. Oleh sebab itu, distribusi Log Pearson Tipe III dinilai sudah memenuhi kriteria dalam pengujian Smirnov-Kolmogorov.

4.3.7 Curah Hujan Rencana

Setelah menentukan jenis sebaran yang telah dihitung sebelumnya, jelas bahwa metode perhitungan curah hujan rencana didasarkan pada Log Pearson Tipe III. Berikut table perhitungan curah hujan rencana.

Tabel 4. 14 Curah Hujan Rencana

No	PUH	Log Pearson III	C	Rn
		Rmax		= Rmax x C
1	2 Thn	107,55	0,75	80,66
2	5 Thn	145,85	0,75	109,39
3	10 Thn	179,41	0,75	134,55
4	25 Thn	232,48	0,75	174,36
5	50 Thn	277,45	0,75	208,09

Sumber: Diolah penulis (2025)

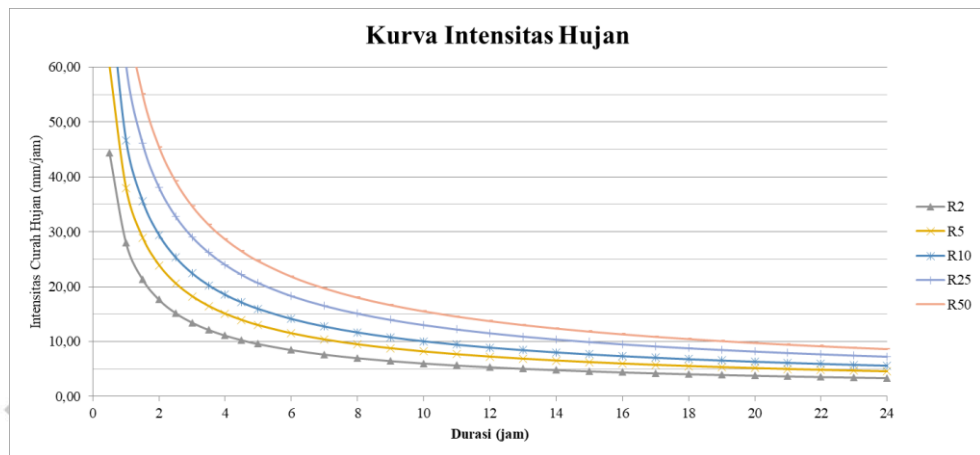
4.3.8 Intensitas Hujan

Rumus Mononobe akan diterapkan untuk perhitungan intensitas hujan. Pada hal ini, data yang akan digunakan yaitu R10. Periode ulang yang digunakan dalam perhitungan ini adalah 2, 5, 10, 25, dan 50 tahun sebagai berikut.

Tabel 4. 15 Perhitungan Curah Hujan dengan Metode Monobe

PUH (jam)	Intensitas Hujan Periode Ulang				
	R2 80,66	R5 109,39	R10 134,55	R25 174,36	R50 208,09
0,5	44,39	60,20	74,05	95,95	114,52
1	27,96	37,92	46,65	60,45	72,14
1,5	21,34	28,94	35,60	46,13	55,05
2	17,62	23,89	29,39	38,08	45,45
2,5	15,18	20,59	25,32	32,82	39,16
3	13,44	18,23	22,43	29,06	34,68
3,5	12,13	16,45	20,24	26,22	31,29
4	11,10	15,05	18,51	23,99	28,63
4,5	10,26	13,91	17,11	22,18	26,47
5	9,56	12,97	15,95	20,67	24,67
6	8,47	11,49	14,13	18,31	21,85
7	7,64	10,36	12,75	16,52	19,71
8	6,99	9,48	11,66	15,11	18,04
9	6,46	8,76	10,78	13,97	16,67
10	6,02	8,17	10,05	13,02	15,54
11	5,65	7,67	9,43	12,22	14,59
12	5,34	7,24	8,90	11,53	13,76
13	5,06	6,86	8,44	10,93	13,05
14	4,81	6,53	8,03	10,41	12,42
15	4,60	6,24	7,67	9,94	11,86
16	4,40	5,97	7,35	9,52	11,36
17	4,23	5,74	7,06	9,14	10,91
18	4,07	5,52	6,79	8,80	10,50
19	3,93	5,33	6,55	8,49	10,13
20	3,80	5,15	6,33	8,20	9,79
21	3,67	4,98	6,13	7,94	9,48
22	3,56	4,83	5,94	7,70	9,19
23	3,46	4,69	5,77	7,47	8,92
24	3,36	4,56	5,61	7,26	8,67

Sumber: Diolah penulis (2025)



Gambar 4. 13 Kurva Intensitas Hujan

Grafik pada Gambar 4. 13 memperlihatkan bahwasanya makin singkat waktu hujan, maka intensitasnya akan semakin tinggi. Tetapi, apabila waktu hujannya semakin lama, maka intensitas hujan akan semakin rendah.

4.3.9 Heterograf Hujan Rencana

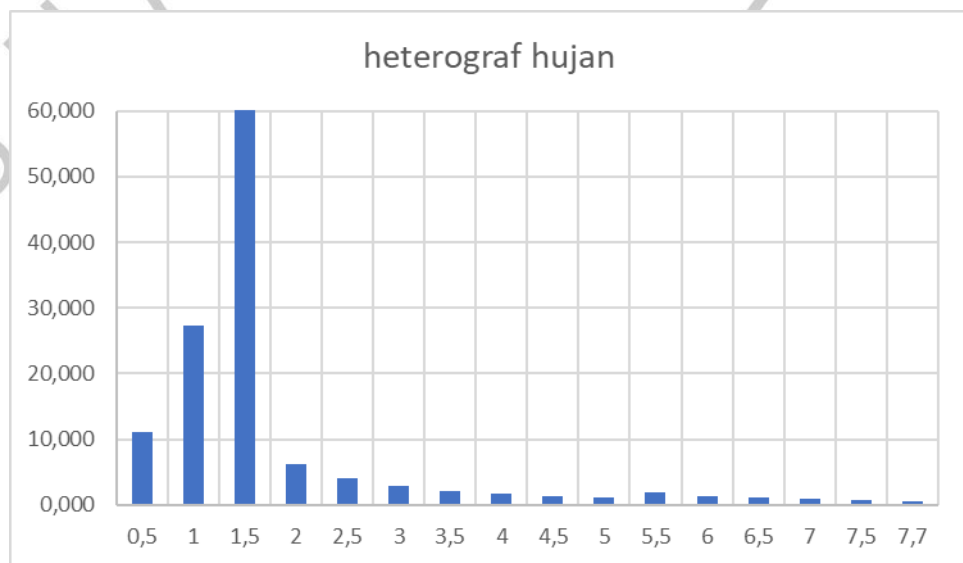
Hasil dari hujan rencana digunakan sebagai acuan perhitungan untuk menetapkan distribusi hujan rencana (*Time Series*). Proses tersebut akan dilaksanakan dengan pendekatan diagram heterograf.

Tabel 4. 16 Perhitungan Curah Hujan Rencana

Tc	Δt (jam)	It mm	Δp mm	Heterograf mm
0,5	00.00-00.30	74,048	74,048	11,049
1	00.30-01.00	46,648	27,401	27,401
1,5	01.00-01.30	35,599	11,049	74,048
2	01.30-02.00	29,386	6,213	6,213
2,5	02.00-02.30	25,324	4,062	4,062
3	02.30-03.00	22,426	2,898	2,898
3,5	03.00-03.30	20,236	2,190	2,190
4	03.30-04.00	18,512	1,724	1,724
4,5	04.00-04.30	17,114	1,398	1,398
5	04.30-05.00	15,953	1,161	1,161

Tc	Δt (jam)	It mm	Δp mm	Heterograf mm
5,5	05.00-05.30	14,127	1,826	1,826
6	05.30-06.00	12,748	1,380	1,380
6,5	06.00-06.30	11,662	1,086	1,086
7	06.30-07.00	10,781	0,881	0,881
7,5	07.00-07.30	10,050	0,731	0,731
7,7	07.30-08.10	9,431	0,619	0,619

Sumber: Diolah penulis (2025)



Gambar 4. 14 Grafik Heterograf Hujan

4.3.10 Kajian Debit Rencana Metode Rasional

Metode rasional dijalankan guna menganalisis debit banjir rencana di wilayah. Di bawah ini merupakan hasil debit banjir rencana Pada Drainase Perumahan Puri Gading, Kota Bekasi dengan metode rasional.

Tabel 4. 17 Perhitungan Debit Banjir Rencana

Debit Puncak Limpasan Permukaan Rumus Rasional	
Tahun Rencana	(m3/detik)
Periode Ulang	C = 0.75 (Perumahan Berkelompok, Bersambung) Luas Derah Tangkapan Air = 0,30
2 Thn	1,749
5 Thn	2,372
10 Thn	2,918

Debit Puncak Limpasan Permukaan Rumus Rasional		
Tahun Rencana	(m ³ /detik)	
Periode Ulang	C = 0.75 (Perumahan Berkelompok, Bersambung)	Luas Derah Tangkapan Air = 0,30
25 Thn	3,781	
50 Thn	4,512	

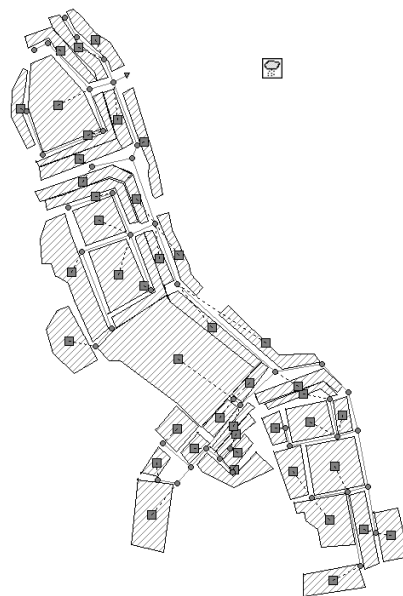
Sumber: Diolah penulis (2025)

Maka kala uang yang akan diaplikasikan ke dalam evaluasi model jaringan drainase adalah kala ulang 10 tahun

4.4 Pembahasan

4.4.1 Evaluasi Model Jaringan Drainase Eksisting

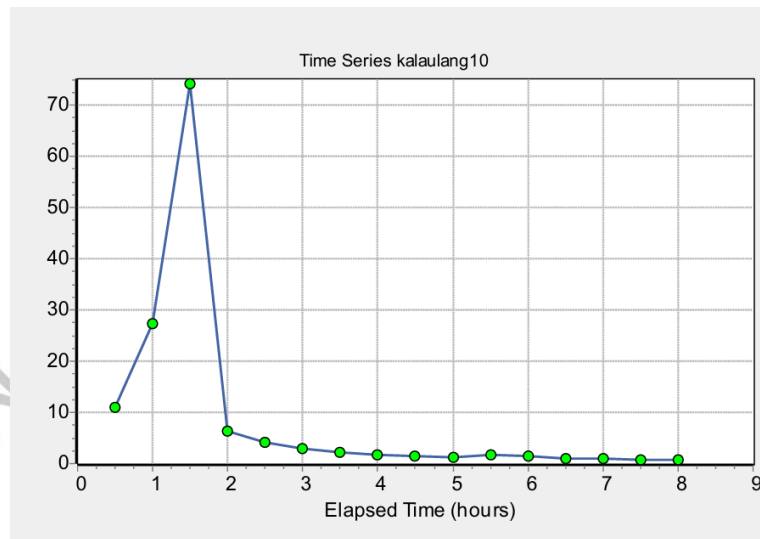
Langkah awal evaluasi jaringan, pertama-tama diidentifikasi *subcatchmen* pada jaringan drainase yang sudah ada. *Subcatchmen* ini dibagi menjadi 42 bagian, yang dibantu oleh *Google Earth Pro*, dan dimasukkan ke dalam *software* SWMM sebagai bacadrop awal. Beberapa komponen tambahan seperti *junction*, *conduit*, *outfall*, dan *rain gage* juga dimasukkan ke dalam model jaringan drainase yang ada.



Gambar 4. 15 *Subcathment* Area Drainase Eksisting

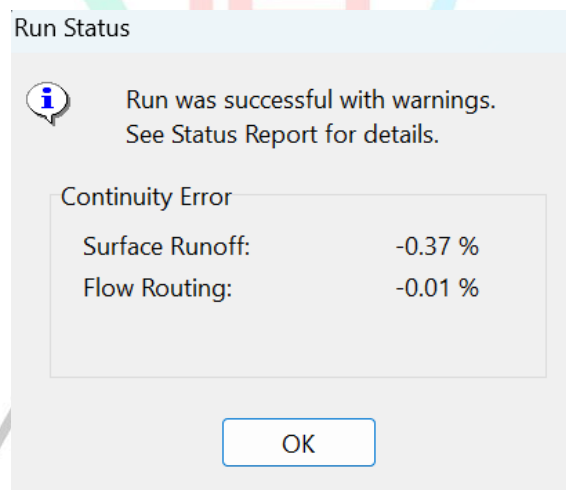
Selanjutnya penambahan *Rain Gage* dilakukan sebagai acuan curah hujan rencana. Hasil dari analisis yang dilakukan pada Tabel 4. 16 dimasukkan pada

Software SWMM pada bagian *Time Series*. Berikut adalah hasil grafik dari heterograft yang diinput kedalam SWMM.



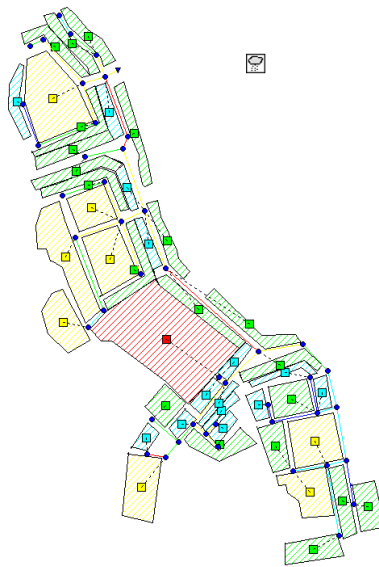
Gambar 4. 16 Grafik *Time Series*

Setelah dimasukkan data *Time Series*, langkah selanjutnya dilakukan *Running* pada model yang telah siap digunakan untuk melihat hasilnya. Berikut hasil Pada model yang digunakan.



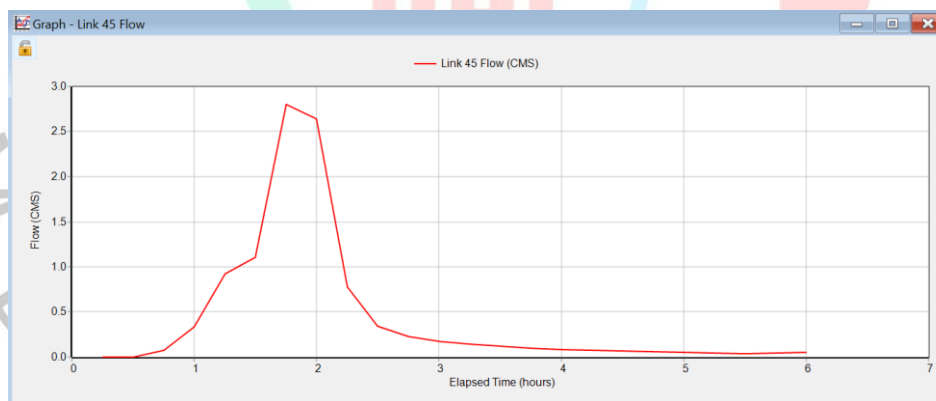
Gambar 4. 17 Hasil *Running Succesful*

Setelah *Running* dinyatakan *successful*, selanjutnya dapat dilihat hasil permodelan debit yang melewati drainase utama pada lokasi penelitian. Batas maksimum ketinggian air ada pada Jam ke 02:00.



Gambar 4. 18 Hasil Permodelan Jaringan Eksisting Pada Jam ke 02:00

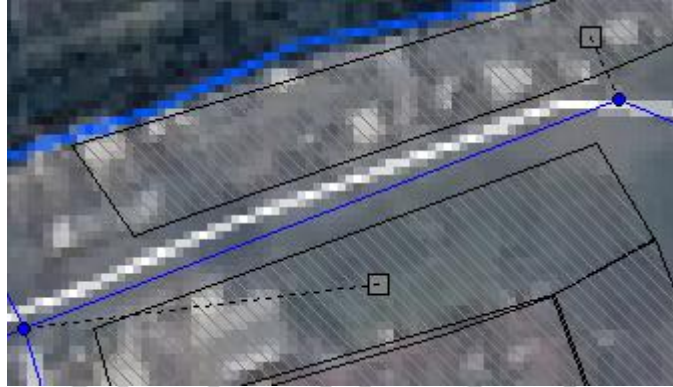
Pada grafik dibawah dapat dilihat debit air yang melewati Drainase Utama dengan nilai maksimum genangan pada 2,80 m³/s



Gambar 4. 19 Grafik Debit yang melewati Drainase Utama

4.4.2 Kalibrasi Model

Pada tanggal 7 Mei 2025, dilakukan pengambilan sampel data pada saluran *conduit* 45 yang merupakan bagian dari sistem drainase dan merupakan drainase utama sebelum masuk ke sungai. Pengambilan sampel ini dilakukan pada saat kondisi setelah hujan dimana kondisi drainase terisi sedikit penuh. Dengan ukuran penampang drainase seperti gambar berikut ini.



Gambar 4. 20 Conduit 45 Drainase Utama

Sehingga debit saluran (Q) dapat dihitung dengan rumus manning:

Luas Penampang Saluran (A)

$$A = B \times h = 1 \times 1,1 = 1,1 \text{ m}^2$$

Keliling Basah Saluran (P)

$$P = (h \times 2) + B = (1,1 \times 2) + 1 = 3,2 \text{ m}$$

Jari-jari Hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P} = \frac{1,1}{3,2} = 0,343 \text{ m}$$

Kemiringan Dasar Saluran (S)

$$S = \frac{\Delta t}{L} = \frac{0,8}{142} = 0,0056$$

Kecepatan Aliran (V)

$$V = \left(\frac{1}{n}\right) \times R^{2/3} \times S^{1/2} = \left(\frac{1}{0,013}\right) \times 0,343^{2/3} \times 0,0056^{1/2} = 2,820 \text{ m/s}$$

Debit Saluran (Q)

$$Q = V \times A = 2,820 \times 1,1 = 3,102 \text{ m}^3/\text{s}$$

Metode *Nash-Sutcliffe Efficiency* (NSE) digunakan untuk memvalidasi data.

Tabel 4. 18 Kalibrasi Model

Saluran Observasi	Jam	Debit Q Observasi	Debit Q SWMM	(Qobs - QSWMM) ²	NSE
Conduit 45	1	2,23	1,10	1,276	0,85
	2	3,102	2,80	0,091	
	3	3,07	2,64	0,184	
	4	1,08	0,78	0,048	
	5	0,53	0,34	0,036	
	6	0,29	0,23	0,003	
Total				0,47	

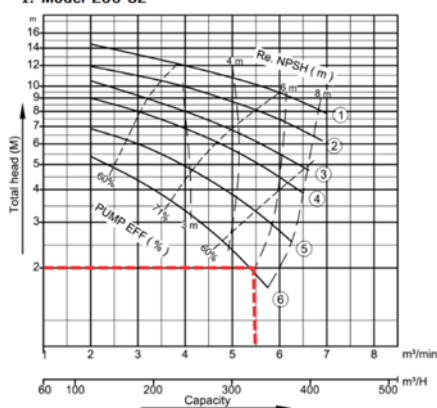
Hasil yang didapat dari perhitungan NSE pada Tabel 4. 18 sebesar 0,85 dan termasuk dalam kategori baik, karena nilainya mendekati 1, yang menunjukkan tingkat keandalan tinggi dengan parameter yang terkuantifikasi dengan jelas.

4.4.3 Perencanaan Pompa Banjir

Perencanaan pompa banjir dilakukan sesuai kedalam kolam tampungan sementara yaitu 1 m dan lebar 1,1 m. Pompa yang digunakan akan dikendalikan secara otomatis menyala untuk mengalirkan aliran dari drainase utama ke sungai cakung disaat ketinggian air di kolam tampungan mencapai 0,4 m. Selanjutnya, pompa akan otomatis mati ketika air di kolam tampungan mencapai batas aman yaitu 0,15 m.

Pompa banjir yang digunakan pada permodelan ini menggunakan kapasitas 5,5 m³/min atau 0,095 m³/sec. Dapat dilihat pada gambar disamping kurva pompa yang berasal dari PT. Ebara Indonesia.

1. Model 200 SZ



Pump Rotation, and Power Requirement

Curve No	Pump Rotation (Rpm)	Motor Output (kW)	Engine Output (HP)
1	1750	15	20
2	1600	11	15
3	1500	11	13
4	1400	7.5	10
5	1250	5.5	7.5
6	1100	3.7	5.5

Gambar 4. 21 Kurva Pompa
(Sumber: PT EBARA Indonesia)

Setelah penentuan pompa dilanjutkan dengan penginputan data pompa pada Software SWMM, dengan memilih *Pump Curve* lalu memasukkan data spesifik pompa yang telah dibuat seperti pada gambar dibawah.

Pump Curve Editor

Curve Name: pompa Pump Type: TYPE3

Description:

	Head (m)	Flow (CMS)
1	0	3
2	1	2.9
3	2	2.7
4	3	2.3
5	4	1.8
6	5	1.4
7	6	0.6
8		
9		
10		
11		

View... Load... Save... OK Cancel Help

Gambar 4. 22 Penginputan Model Pompa pada SWMM 5.2

4.4.4 Perencanaan Pintu Air

Perencanaan pintu air dilakukan juga sesuai kedalaman kolam tampungan sementara yang mempunyai lebarnya 1,1 m serta tingginya 1 m. Pada pintu air ini menggunakan ukuran lebarnya 1 m serta tingginya 1 m. Pintu air akan terbuka

ketika ketinggian air di sungai sudah dibawah 1 m dan intensitas hujan sudah menurun. Intensitas hujan mempengaruhi terbuka atau tertutupnya pintu air. Jenis pintu air yang digunakan pada penelitian ini yaitu pintu sorong.

4.5 Evaluasi Hasil Permodelan SWMM

Setelah dilakukan Permodelan Menggunakan pompa dan pintu air. Dapat dilihat hasil yang terjadi pada warna yang berbeda pada eksisting yang dilakukan permodelan. Sehingga, *Conduit* dan *Subcatchman* yang berwarna merah menunjukkan bahwa area tersebut riskan karena debit air yang melewatinya melebihi batas maksimal, namun dapat ditanggulangi menggunakan pompa dan pintu air. Pompa dan pintu air yang digunakan juga dilakukan penyesuaian dengan dibuat otomatis, untuk pompa akan dibuat otomatis menyala sendiri pada ketinggian air 0,4 m dan mati ketika ketinggian air 0,15 m. Untuk pintu air akan terbuka apabila ketinggian air di sungai menurun serta dapat tertutup jika ketinggian airnya di sungai melebihi batas aman. Intensitas hujan juga mempengaruhi tertutup dan terbukanya pintu air.



Gambar 4. 23 Hasil Simulasi Permodelan Pada Jam ke 02:00

Pada Gambar 4. 23 terlihat bahwa *Subchatment* sudah yang sebelumnya berwarna merah sudah menjadi warna kuning karena besaran kapasitas aliran yang dihasilkan tiap *Subchatment* sudah menurun. *Conduit* dan *Junction* terlihat intensitas genangan dan kapasitas saluran yang awalnya terisi penuh juga sudah terjadi penurunan. Terutama pada *Conduit* 45 yang sebelumnya berwarna merah atau saluran terisi penuh namun setelah digunakan pompa menjadi berwarna kuning atau saluran yang

awalnya terisi penuh terjadi penurunan kapasitas air. Hasil Efektivitas dari pompa banjir dan pintu air pada penelitian ini sudah dikatakan cukup untuk berhasil karena ada penurunan debit banjir yang terlihat pada Gambar 4. 23 untuk *Conduit* 45 yang sebelumnya saluran terisi penuh sehingga menjadi berwarna merah menjadi berwarna kuning setelah dilakukan permodelan pemasangan kolam tampungan sementara serta pompa banjir dan pintu air.

