

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penyajian Data

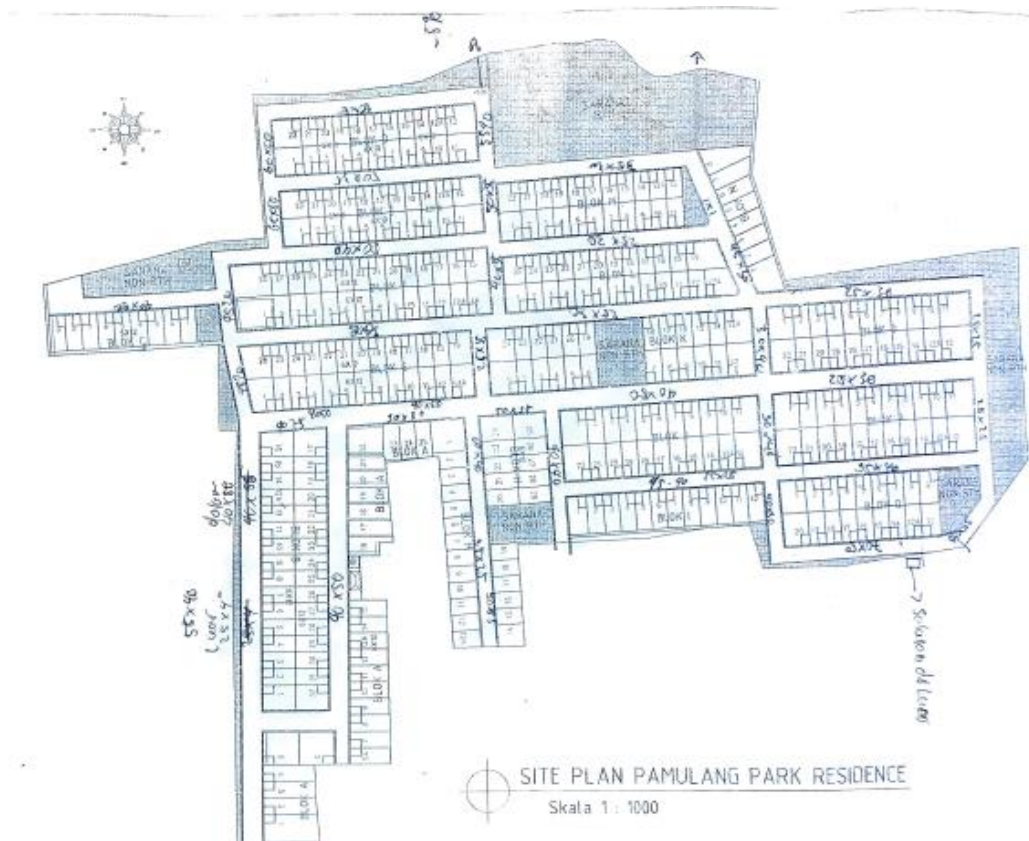
4.1.1 Survei Lapangan

Objek yang diamati yaitu banjir di perumahan Pamulang Park Residence. Survey kondisi eksisting pada perumahan Pamulang Park Residence dilakukan dengan cara mengambil data dari pihak pengelola perumahan Pamulang Park Residence dan survey secara langsung. Hasil dari pengambilan data berupa data Master plan lokasi penelitian dan saluran drainase *internal* pada perumahan Pamulang Park Residence.



Gambar 4. 1 Master Plan dan Saluran Drainase *Internal*.

Survey yang dilakukan di perumahan Pamulang Park Residence dilakukan agar mengetahui penampang drainase pada lokasi penelitian. Survei ini dilakukan pada tanggal 23 November 2023. Hasil survei penampang drainase perumahan Pamulang Park Residence dapat dilihat pada Gambar 4.2 Kondisi Eksisting drainase perumahan Pamulang Park Residence dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Kondisi Drainase Existing



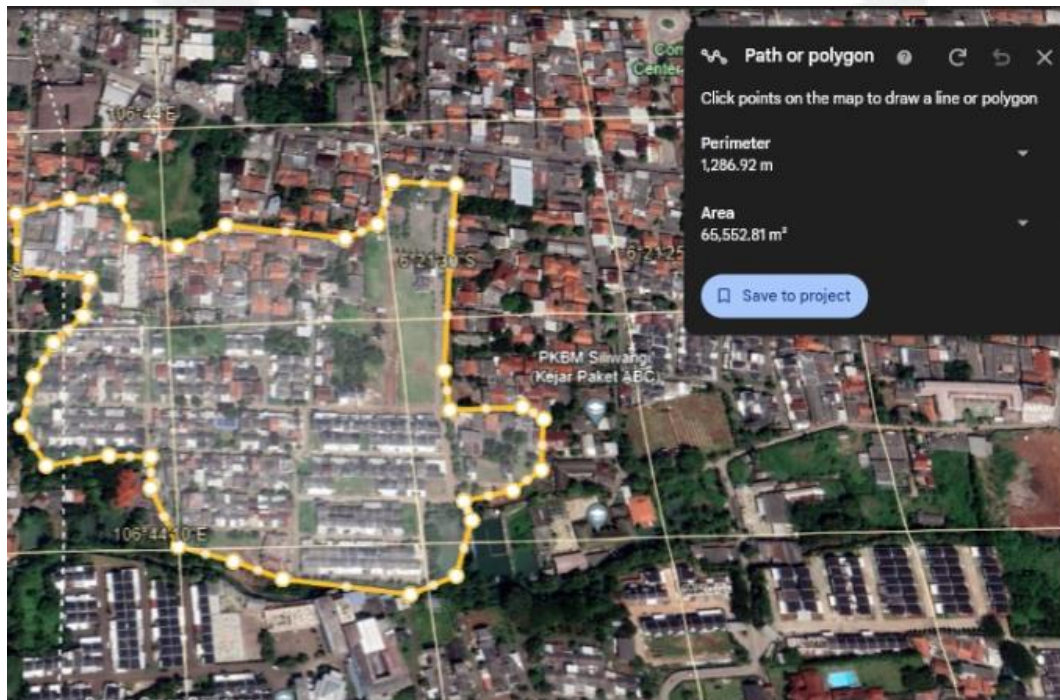
Gambar 4. 3 Pengukuran Drainase

Pengukuran drainase di seluruh blok perumahan. Berdasarkan hasil pengukuran drainase *internal*, diketahui mulai dari ukuran 25 cm x 30 cm hingga yang terbesar 100 cm x 100 cm.

4.1.3 Penentuan daerah tangkapan hujan

Daerah tangkapan hujan merupakan daerah dengan batas wilayah tangkapan di tentukan dari elevasi tertinggi sampai terendah, pada *outfall* perumahan Pamulang Park Residence mencapai $-5,90$ m dari 0 jalan raya, sedangkan tangkapan hujan yang akan mengalir melalui drainase *internal* perumahan Pamulang Park Residence dapat dilakukan menggunakan *Google Earth*.

Langkah awal guna menentukan tangkapan hujan yang akan melalui drainase perumahan Pamulang Park Residence adalah mencari lokasi yang tangkapan airnya akan melewati perumahan Pamulang Park Residence sebelum sampai pada Kali Petir sebagai saluran utama pembuangan air kotor.

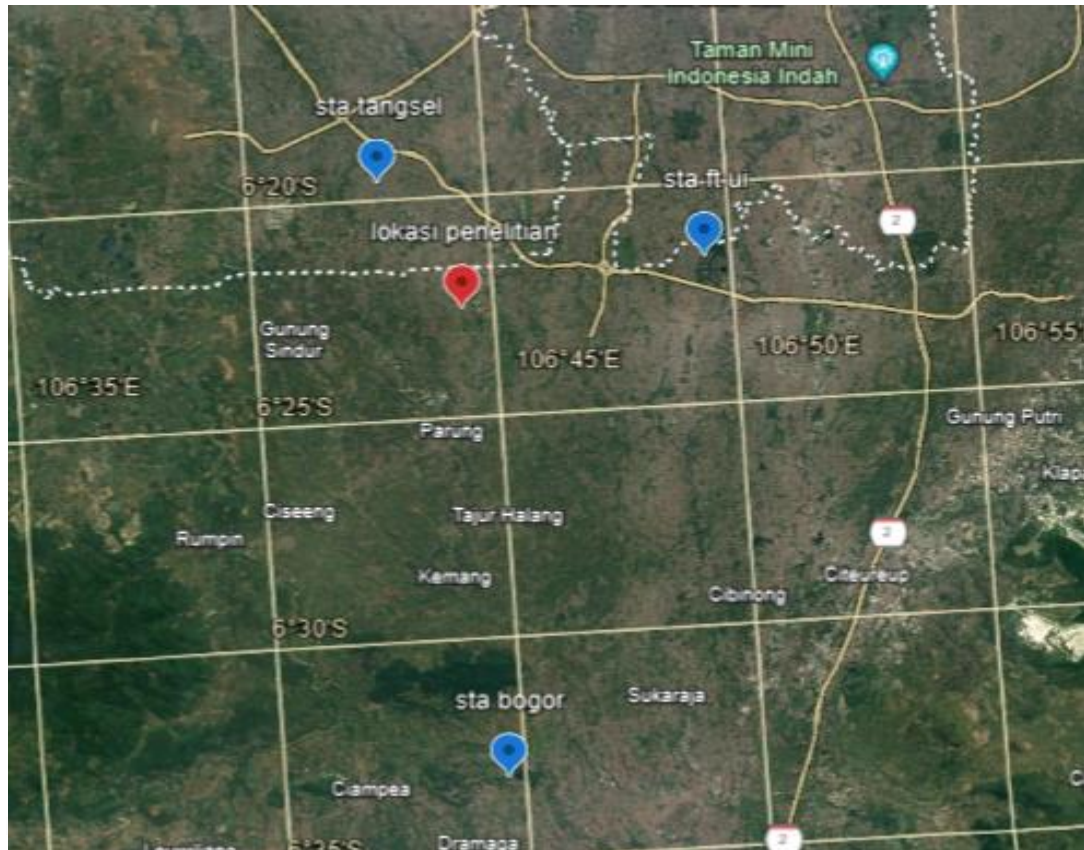


Gambar 4. 4 Tangkapan Hujan Pada Perumahan Pamulang

Berdasarkan hasil pengukuran dengan menggunakan fitur polygon, di dapatkan tangkapan hujan pada perumahan Pamulang Park Residence adalah 0.06553 km.

4.1.4 Pemungutan data dan penentuan stasiun hujan

Penelitian bertempat di Jalan Surya Kencana, Kemuning 5, RT007/006 kelurahan Pamulang Barat, Tangerang selatan. Langkah awal guna mendapatkan data curah hujan yaitu mengaksesnya dari BMKG Tangerang Selatan. Sementara stasiun hujan yang diambil datanya, yaitu St. Bogor dan St. FT UI.



Gambar 4. 5 Peta Lokasi Stasiun Hujan dan Letak Stasiun Hujan

4.2. Analisis Data

4.2.1 Analisis Curah Hujan Daerah Menggunakan Metode Aljabar

Rata-rata curah hujan maksimum dalam harian dapat diketahui dengan menganalisis curah hujan regional pada *catchment area* berdasarkan ketiga stasiun hujan terpilih. Sedangkan metode aljabar dapat digunakan untuk menghitung luas curah hujan regional. Hal tersebut dikarenakan daerah resapan air Pamulang Park Residence memiliki luas sebesar $7,26 \text{ km}^2 (<500 \text{ km}^2)$.

Rerata nilai curah hujan maksimum dalam harian akan didapatkan dengan cara membandingkan ketiga data curah hujan. Nilai tersebut nantinya akan digunakan sebagai curah hujan yang sebenarnya di daerah tangkapan air Pamulang Park Residence. Data-data di bawah ini merupakan data rerata curah hujan maksimum dalam hariann di daerah tangkapan air Pamulang Park Residence.

Tabel 4. 1 Rerata Curah Hujan Maksimum dalam Harian

No	Tahun	Bulan	STA K	STA H FT	STA K	Rerata hujan harian (mm)	Rerata maks hujan harian (mm)
			Bogor	UI	Tangerang Selatan		
			Curah Hujan	Curah Hujan	Curah Hujan		
1	2013	JAN	16,44516	14,36774	16,99355	15,94	8,17
		FEB	13,10323	12,3871	7,251613	10,91	
		MAR	9,348387	4,541935	3,293548	5,73	
		APR	6,967742	12,1	10,86774	9,98	
		MEI	12,88065	10,69355	7,329032	10,30	
		JUN	2,009677	2,835484	2,667742	2,50	
		JUL	11,61935	8,677419	11,25161	10,52	
		AGT	0	5,625806	3,56129	3,06	
		SEP	0,206452	4,664516	1,025806	1,97	
		OKT	12,69677	6,232258	4,306452	7,75	
		NOV	6,029032	6,629032	8,43871	7,03	
		DES	13,15161	12,8129	11,16774	12,38	
2	2014	JAN	22,64516	22,77742	21,97742	22,47	9,13
		FEB	10,88387	12,52903	12,99032	12,13	
		MAR	9,077419	9,519355	4,46129	7,69	
		APR	16,48065	6,419355	4,445161	9,12	
		MEI	9,56129	15,72581	8,490323	11,26	
		JUN	2,732258	6,845161	9,587097	6,39	
		JUL	11,25806	6,941935	6,974194	8,39	
		AGT	17,36774	3,2	3,525806	8,03	
		SEP	0,703226	0,703226	1,067742	0,82	
		OKT	5,816129	3,112903	0,864516	3,26	
		NOV	21,71613	14,67097	8,558065	14,98	
		DES	6,451613	5,203226	3,403226	5,02	
3	2015	JAN	6,380645	8,935484	10,38065	8,57	5,12
		FEB	11,18065	10,96774	7,287097	9,81	
		MAR	9,190323	11,03871	8,283871	9,50	
		APR	6,254839	6,735484	6,070968	6,35	
		MEI	6,46129	3,496774	4,187097	4,72	
		JUN	2,909677	2,077419	1,532258	2,17	
		JUL	0,051613	0	0	0,02	
		AGT	3,087097	0	0,248387	1,11	
		SEP	2,574194	0	0,064516	0,88	
		OKT	3,377419	0	0,322581	1,23	
		NOV	27,05484	0	3,190323	10,08	
		DES	18,7	0	2,348387	7,02	
2	2016	JAN	14,9129	11,95161	0	8,95	9,13

No	Tahun	Bulan	STA K	STA H FT	STA K	Rerata hujan harian (mm)	Rerata maks hujan harian (mm)
			Bogor	UI	Tangerang Selatan		
			Curah Hujan	Curah Hujan	Curah Hujan		
		FEB	16,36129	20,00645	0,812903	12,39	
		MAR	14,51613	8,535484	1,425806	8,16	
		APR	18,00645	13,76129	0,006452	10,59	
		MEI	10,63548	4,003226	0,741935	5,13	
		JUN	12,03548	11,76452	0	7,93	
		JUL	9,435484	10,52903	8,458065	9,47	
		AGT	10,18065	12,69355	10,79355	11,22	
		SEP	14,13548	9,141935	8,683871	10,65	
		OKT	12,11935	11,74839	7,609677	10,49	
		NOV	10,42581	10,02581	9,36129	9,94	
		DES	3,76129	6,193548	3,945161	4,63	
		JAN	14,9129	7,070968	1,467742	7,82	
		FEB	16,36129	16,72903	12,60323	15,23	
		MAR	14,51613	11,42903	10,18387	12,04	
		APR	18,00645	12,51613	12,24839	14,26	
		MEI	10,63548	11,59032	4,980645	9,07	
2	2017	JUN	12,03548	8,754839	3,448387	8,08	9,47
		JUL	9,435484	7,051613	4,196774	6,89	
		AGT	10,18065	2,690323	0,509677	4,46	
		SEP	14,13548	2,180645	6,832258	7,72	
		OKT	12,11935	11,46129	9,187097	10,92	
		NOV	10,42581	9,293548	11,60323	10,44	
		DES	3,76129	8,658065	7,56129	6,66	
		JAN	6,080645	2,787097	4,793548	4,55	
		FEB	10,94516	7,132258	7,635484	8,57	
		MAR	4,377419	7,83871	7,383871	6,53	
		APR	11,47742	6,53871	9,793548	9,27	
		MEI	9,164516	6,496774	2,53871	6,07	
2	2018	JUN	8,393548	5,816129	2,567742	5,59	5,94
		JUL	2,345161	1,429032	0,048387	1,27	
		AGT	2,377419	0,241935	0,16129	0,93	
		SEP	5,564516	5,958065	1,809677	4,44	
		OKT	13,27419	7,725806	3,677419	8,23	
		NOV	12,47419	9,390323	5,477419	9,11	
		DES	9,745161	3,841935	6,377419	6,65	
2	2019	JAN	9,290323	12,11613	9,096774	10,17	6,04
		FEB	8,941935	9,851613	5,122581	7,97	

No	Tahun	Bulan	STA K	STA H FT	STA K	Rerata hujan harian (mm)	Rerata maks hujan harian (mm)
			Bogor	UI	Tangerang Selatan		
			Curah Hujan	Curah Hujan	Curah Hujan		
		MAR	7,445161	6,867742	4,687097	6,33	
		APR	21,63871	14,39677	12,38065	16,14	
		MEI	10,06774	3,13871	5,583871	6,26	
		JUN	4,435484	2,622581	3,393548	3,48	
		JUL	1,703226	0,403226	0,122581	0,74	
		AGT	5,493548	0,283871	0,270968	2,02	
		SEP	4,890323	0,048387	0	1,65	
		OKT	12,31935	1,296774	1,454839	5,02	
		NOV	10,64839	0	3,512903	4,72	
		DES	17,83226	0	6,209677	8,01	
		JAN	12,89677	9,125806	14,03226	12,02	
		FEB	16,94839	16,73548	14,57742	16,09	
		MAR	22,75161	8,4	8,535484	13,23	
		APR	15,43548	10,1129	8,419355	11,32	
		MEI	11,30645	12,13871	5,745161	9,73	
2	2020	JUN	7,941935	1,46129	1,36129	3,59	8,33
		JUL	6,009677	0,574194	1,529032	2,70	
		AGT	2,874194	4,33871	2,764516	3,33	
		SEP	5,751613	3,354839	0,241935	3,12	
		OKT	18,82903	8,941935	15,33871	14,37	
		NOV	6,112903	6,167742	4,993548	5,76	
		DES	4,829032	5,322581	3,896774	4,68	
		JAN	6,509677	4,419355	9,693548	6,87	
		FEB	15,63871	18,84516	15,66774	16,72	
		MAR	7,516129	5,658065	3,667742	5,61	
		APR	9,719355	9,916129	6,93871	8,86	
		MEI	15,45484	13,09677	11,12258	13,22	
2	2021	JUN	9,064516	9,790323	9,706452	9,52	8,66
		JUL	3,729032	4,683871	3,812903	4,08	
		AGT	11,32903	3,03871	5,948387	6,77	
		SEP	10,23871	4,003226	3,251613	5,83	
		OKT	18,27097	6,296774	5,496774	10,02	
		NOV	5,674194	8,874194	11,0129	8,52	
		DES	9,003226	4,103226	10,60968	7,91	
		JAN	3,43871	3,693548	4,619355	3,92	
4	2022	FEB	4,703226	6,641935	5,454839	5,60	8,31
		MAR	3,616129	7,122581	8,832258	6,52	

No	Tahun	Bulan	STA K	STA H FT	STA K	Rerata hujan harian (mm)	Rerata maks hujan harian (mm)
			Bogor	UI	Tangerang Selatan		
			Curah Hujan	Curah Hujan	Curah Hujan		
		APR	10,2129	12,66452	6,958065	9,95	
		MEI	7,306452	4,625806	7,680645	6,54	
		JUN	14,95806	10,14839	9,306452	11,47	
		JUL	11,57742	4,683871	4,906452	7,06	
		AGT	12,41613	3,03871	4,667742	6,71	
		SEP	11,10323	10,14839	9,4	10,22	
		OKT	16,11613	12,89677	9,070968	12,69	
		NOV	10,35484	9,312903	11,2129	10,29	
		DES	7,290323	7,974194	10,89032	8,72	

Tabel 4. 2 Rekapitulasi Curah Hujan Maksimum Rata-Rata

No	Tahun	Hujan Max.
1	2013	98,37
2	2014	146,70
3	2015	123,33
4	2016	115,70
5	2017	101,17
6	2018	105,33
7	2019	113,67
8	2020	162,33
9	2021	115,80
10	2022	132,80

4.2.2 Perhitungan Parameter Statistik

Hasil hitung rerata curah hujan maksimum dalam harian dapat menetapkan peluang terjadinya repetisi curah hujan maksimum dalam harian. Sehingga, debit banjir rencana dapat ditentukan dengan parameter statistik dengan analisis sebaran curah hujan awal.

Perhitungan dispersi dapat digunakan untuk menganalisis distribusi curah hujan melalui perhitungan parameter statistik untuk $(X_i - X_r)$, $(X_i - X_r)^2$, $(X_i - X_r)^3$, $(X_i - X_r)^4$ dan diterukan melalui logaritma guna dilakukannya uji kecocokan sebaran $(\text{Log}X_i - \text{Log}X_r)$, $(\text{Log}X_i - \text{Log}X_r)^2$, $(\text{Log}X_i - \text{Log}X_r)^3$, $(\text{Log}X_i - \text{Log}X_r)^4$.

Dimana :

X_i = Besar Curah Hujan Perumahan Pamulang Park Residence (mm)

X_r = Rata-Rata Curah Hujan Maks. Perumahan Pamulang Park Residence (mm)

Rumus dari persamaan 2.5, sampai 2.8 dapat digunakan untuk menghitung dispersi. Di bawah ini merupakan hasil perhitungan logaritma dan dispersi statistik yang diambil dari ketiga stasiun hujan dalam kurun waktu 10 tahun belakangan.

Tabel 4. 3 Perhitungan Parameter Statistik Rerata Curah Hujan

Tahun ^l	X_{ii} (mm)	$(X_i - X_r)$	$(X_i - X_r)^2$	$(X_i - X_r)^3$	$(X_i - X_r)^4$
2013	98,37	-23,15	536,08	-12411,97	287378,38
2014	146,70	25,18	634,03	15964,94	401997,08
2015	123,33	1,81	3,29	5,96	10,81
2016	115,70	-5,82	33,87	-197,14	1147,34
2017	101,17	-20,35	414,26	-8431,53	171609,84
2018	105,33	-16,19	262,01	-4241,04	68648,29
2019	113,67	-7,85	61,67	-484,35	3803,79
2020	162,33	40,81	1665,73	67983,92	2774650,36
2021	115,80	-5,72	32,72	-187,15	1070,49
2022	132,80	11,28	127,24	1435,25	16189,61
Jumlah	1215,20	0,00	3770,90	59436,89	3726505,99

Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Parameter Statistik Rerata Curah Hujan

Parameter	
X_r	121,52
S	20,47
C_s	0,96
C_k	4,21
C_v	0,17

Tabel 4. 5 Perhitungan Parameter Statistik Curah Hujan Rata-Rata Nilai Logaritma

Tahun	X_i (mm)	$\log X_i$	$(\log X_i - \log X_r)$	$(\log X_i - \log X_r)^2$	$(\log X_i - \log X_r)^3$	$(\log X_i - \log X_r)^4$
2013	98,37	1,99	-0,09	0,0074955	-0,0006489	0,0000562
2014	146,70	2,17	0,09	0,0075700	0,0006586	0,0000573
2015	123,33	2,09	0,01	0,0001359	0,0000016	0,0000000
2016	115,70	2,06	-0,02	0,0002589	-0,0000042	0,0000001
2017	101,17	2,01	-0,07	0,0055334	-0,0004116	0,0000306

2018	105,33	2,02	-0,06	0,0032329	-0,0001838	0,0000105
2019	113,67	2,06	-0,02	0,0005660	-0,0000135	0,0000003
2020	162,33	2,21	0,13	0,0171567	0,0022472	0,0002944
2021	115,80	2,06	-0,02	0,0002470	-0,0000039	0,0000001
2022	132,80	2,12	0,04	0,0019161	0,0000839	0,0000037
Jumlah	1215,20	20,79	0,00	$\frac{0,044112}{4}$	0,0017255	0,0004530

Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Parameter Statistik Curah Hujan Rata-Rata Nilai Logaritma

Parameter	
Xr	2,08
S	0,07
Cs	0,70
Ck	3,74
Cv	0,03

4.2.3 Pemilihan Uji Distribusi

Setelah menghitung secara logaritma dan dispersi parameter statistik, maka hasilnya menjadi acuan untuk memilih uji distribusi sesuai tabel Syarat Pemilihan Jenis Distribusi. Hasil perhitungan uji distribusi tertera pada tabel dibawah ini

Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Distribusi

No.	Jenis	Hasil	Syarat	Keterangan
1	Normal	0,9625	$Cs = 0$	Tidak mendekati
		4,2118	$Ck = 3$	
		0,6984	$Cs = Cv^2 + 3Cv = 0,292$	
2	Log Normal	3,7418	$Ck = 5,383$	Tidak Mendekati
		0,0337	$Cv \sim 0,06$	
		0,6984	$Cs \neq 0$	
4	Gumbel	0,1684 4,2118	$Cs = 1,14$ $Ck = 5,4$	Tidak mendekati

Berdasarkan hasil pada tabel diatas, 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.

4.2.4 Plotting Data dengan Kertas Grafis

Pada kertas grafis probabilitas, data curah hujan di plotting dengan memploting beberapa titik curah hujan. Namun, sebelum itu, data wajib perlu diurutkan dari terbesar hingga terkecil atau sebaliknya sebagai sumbu y, dan sumbu x sebagai peluangnya. Oleh sebab itu, pembuatan theoretical linear line menjadi

penting guna mengetahui jarak paling besar dari titik-titik curah hujan terhadap garis linear teoritis. Di bawah ini merupakan hasil hitung titik-titik curah hujan untuk garis linier teoritis dengan metode Log Pearson tipe III.

Rumus :

$$X_t = \bar{X} + K_t \cdot S_d$$

Keterangan :

X_t = Besar curah hujan pada periode ulang T tahun

\bar{X} = Rata-rata curah hujan(mm)

K_t = Standar variabel untuk periode ulang T tahun

S_d = Simpangan baku data hujan harian maks.

Tabel 4. 8 Nilai Faktor Frekuensi (Kt) dengan CS = 1,8174

Periode	T = 2	T = 5	T = 10	T = 25	T = 50	T = 100
	Tahun	tahun	Tahun	tahun	tahun	Tahun
Kt	0,79	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223

Tabel 4. 9 Perhitungan Distribusi Log Pearson Tipe III

Tr (tahun)	Xr (mm)	Kt	S (mm)	Xt (mm)
2		0,79		136,37
5		1,33		148,85
10		1,97		164,87
25	2,08	2,41	0,07	176,99
50		2,82		189,29
100		3,22		201,87

Pada kertas grafik probabilitas plotting data memakai Persamaan 2.11. Perhitungan dapat dicontohkan pada data tahun 2017 dengan tabel hasil hitung peluang curah hujan di Perumahan Pamulang Park Residence.

$$P(X_m) = \frac{m}{n+1} \times 100\%$$

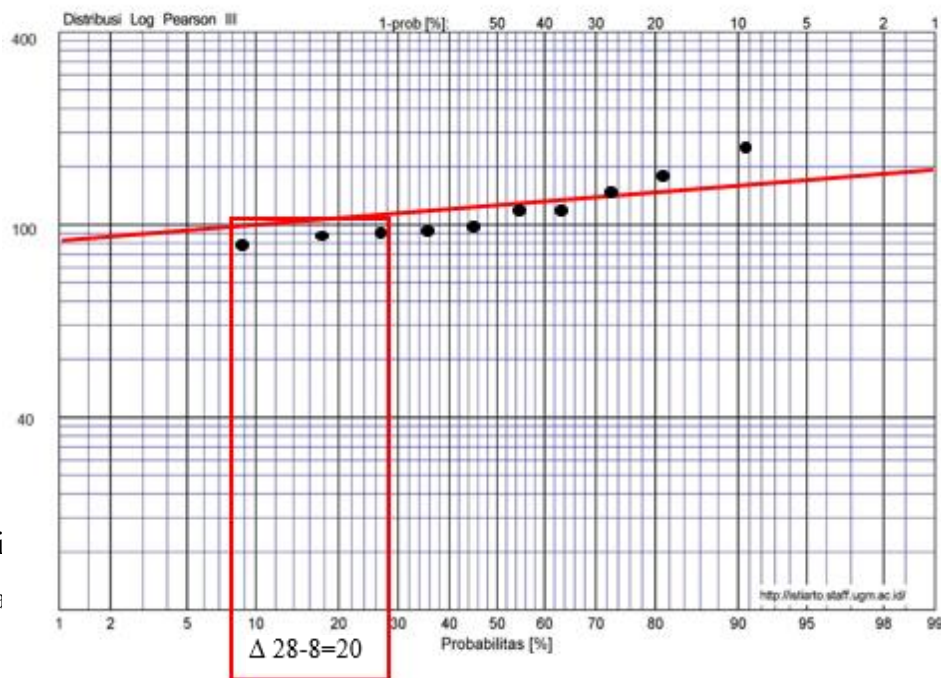
$$P(X_1) = \frac{1}{10+1} \times 100\%$$

$P(X1) = 9,09\%$

Tabel 4. 10 Perhitungan Probabilitas Curah Hujan

Tahun	Xi (mm)	Ranking	$\frac{m}{n + 1}$	Peluang (%)
2017	98,37	1	0,11	11,11
2018	101,17	2	0,22	22,22
2013	105,33	3	0,33	33,33
2019	113,67	4	0,44	44,44
2016	115,70	5	0,56	55,56
2015	115,80	6	0,67	66,67
2021	123,33	7	0,78	77,78
2022	132,80	8	0,89	88,89
2014	146,70	9	1,00	100,00
2020	162,33	10	1,11	111,11

Selanjutnya, kertas grafik peluang akan diisi dengan besaran curah hujan (Xi) di sumbu y dan runtutan data sesuai ranking dengan memakai nilai probabilitas (P) di sumbu x. Sementara itu, pemlottingan data curah hujan bisa langsung dilakukan tanpa pengubahan menjadi logaritma, karena kertas tersebut sudah berskala log.



grafi
Besa

as
t).
an

simpangan data tersebut, yaitu Log Pearson Tipe III = 28% – 8% = 20% = 0,2 . Hasil perhitungan ini dapat mengetahui bahwa nilai $\Delta_{kritis} (0,49) > \Delta_{maks} (0,2)$, sehingga sebaran Log Pearson Tipe III dianggap mendekati syarat. Oleh sebab itu, hasilnya dapat dihitung melalui metode Uji Smirnov-Kolmogrov dan Uji Chi Kuadrat.

4.2.5 Uji Kecocokan Sebaran

Penentuan persamaan distribusi yang dipilih sudah tepat dan representatif bagi data yang dianalisis dapat dilakukan dengan Uji Kecocokan Sebaran. Uji ini memiliki dua uji, yaitu Uji Smirnov-Kolmogrov dan Uji Chi Kuadrat.

1. Uji Chi Kuadrat

Pengujian kecocokan sebaran data pada pembuatan grafis dengan distribusi empirisnya dapat dilakukan dengan Uji Chi Kuadrat. Namun, pengujian dengan metode ini nantinya akan dipisahkan lagi ke beberapa bagian. Di bawah ini merupakan hasil uji menggunakan metode chi kuadrat.

$$\begin{aligned} G \text{ (Total Sub-Kelompok)} &= 1 + 3,222 \text{ Log } 5 \\ &= 1 + 3,222 \text{ Log } 5 \\ &= 3,321 \approx 3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} DK \text{ (Derajat Kebebasan)} &= G - (p + 1) \\ &= 3,321 - 2 - 1 \\ &= 0,321 \approx 1 \end{aligned}$$

$$E_i \text{ (total nilai teoritis pada sub kelompok ke-i)} = \frac{n}{G} = \frac{5}{3} = 1,66667$$

$$\Delta X = \frac{X_{max} - X_{min}}{G - 1} = \frac{368 - 57}{3 - 1} = 155,5$$

$$X_{awal} = X_{min} - \frac{1}{2} \Delta X = 57 - \frac{1}{2} (155,5) = -20,67$$

$$X_{akhir} = X_{max} - \frac{1}{2} \Delta X = 368 - \frac{1}{2} (155,5) = 290$$

$$X_{hitung}^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(F_e - F_t)^2}{F_t}$$

Tabel 4. 11 Perhitungan Chi Kuadrat

No	Chi Kuadrat
----	-------------

Nilai Batas Sub Kelompok				Fe	Ft	Fe-Ft	$X_{hitung}^2 = \frac{(Fe - Ft)^2}{Ft}$	
1	0,00	< P <	109,03	3	2,5	0,5	0,1	
2	109,03	< P <	130,35	4	2,5	1,5	0,9	
3	130,35	< P <	151,67	2	2,5	-0,5	0,1	
4	151,67	< P <	172,99	1	2,5	-1,5	0,9	
Jumlah							2	
							$X_{hitung max}^2$	9,21

Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan Chi Kuadrat

$X^2 \leq X^2_{cr}$	
X^2	X^2_{cr} (Dk=1; $\alpha = 0.05$)
2	9,21

Nilai X^2 sebesar 2 didapatkan dari pengujian Chi Kuadrat. Dengan nilai confidence interval sebesar 0,05 dan DK sebesar 1, maka nilai X^2_{cr} didapatkan sebesar 3,841. Oleh sebab itu, didapatkan nilai $X^2 \leq X^2_{cr} = 9.21 \leq 3,841$. Sehingga, distribusi log pearson tipe III dinilai melampaui syarat uji chi kuadrat.

2. Uji Smirnov-Kolmogrov.

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

Tabel 4. 13 Pengujian Smirnov-Kolmogrov

Tahun	R max	m	$P = m/n+1$	$P(x <) = 1-P$	$P' = m/n+1$	$P'(x)$	$D = P'(x) - P(x <)$
2017	98,37	1	0,091	0,909	0,11	0,89	0,020
2018	101,17	2	0,182	0,818	0,22	0,78	0,040
2013	105,33	3	0,273	0,727	0,33	0,67	0,061
2019	113,67	4	0,364	0,636	0,44	0,56	0,081
2016	115,70	5	0,455	0,545	0,56	0,44	0,101

2015	115,80	6	0,545	0,455	0,67	0,33	0,121
2021	123,33	7	0,636	0,364	0,78	0,22	0,141
2022	132,80	8	0,727	0,273	0,89	0,11	0,162
2014	146,70	9	0,818	0,182	1,00	0,00	0,182
2020	162,33	10	0,909	0,091	1,11	-0,11	0,202
Jumlah	1215					Dmaks	0,202
Rata-rata	121,52						
SD	20,47						

Hasil perhitungan Tabel 4.13 menghasilkan bahwa nilai Dmaks sebesar 0,202. Nilai Do dengan derajat kepercayaan ($n=5$) adalah 0,49. Sehingga, $D_{maks} \leq D_o = 0,202 \leq 0,49$. Oleh sebab itu, distribusi Log Pearson Tipe III dinyatakan telah sesuai dengan syarat pengujian smirnov-kolmogorov.

4.2.6 Curah Hujan Rencana

Seperti yang telah diketahui, hasil perhitungan menunjukkan sebaran yang digunakan yaitu sebaran log pearson tipe III. Di bawah ini merupakan hasil hitung yang diperoleh.

Tabel 4. 14 Hasil Perhitungan Rencana Curah Hujan

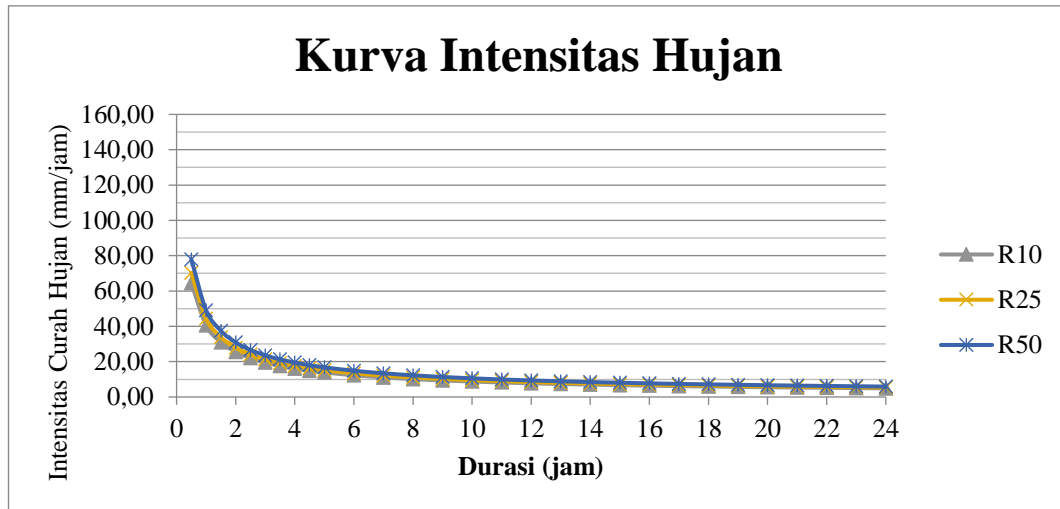
Tr (tahun)	Xr (mm)	Kt	S (mm)	Xt (mm)
2		0,79		136,37
5		1,33		148,85
10		1,97		164,87
25	2,08	2,41	0,07	176,99
50		2,82		189,29
100		3,22		201,87

4.2.7 Intensitas Hujan

Intensitas hujan dapat dikalkulasikan menggunakan rumus mononobe. Dalam hal ini, data yang dipakai yaitu R24 dan rumus yang digunakan terdapat pada tabel 2.14.

Tabel 4. 15 Hasil Perhitungan Intensitas Curah Hujan

Time (jam)	R ₁₀	R ₂₀	R ₅₀
	117,05	127,76	141,51
0,5	64,42	70,31	77,87
0,75	40,58	44,29	49,06
1	30,97	33,80	37,44
2	25,56	27,90	30,90
3	22,03	24,04	26,63
4	19,51	21,29	23,58
5	17,60	19,21	21,28
6	16,10	17,58	19,47
7	14,89	16,25	18,00
8	13,88	15,15	16,78
9	12,29	13,41	14,86
10	11,09	12,10	13,41
11	10,14	11,07	12,26
12	9,38	10,24	11,34
13	8,74	9,54	10,57
14	8,20	8,95	9,92
15	7,74	8,45	9,36
16	7,34	8,01	8,87
17	6,99	7,62	8,45
18	6,67	7,28	8,07
19	6,39	6,98	7,73
20	6,14	6,70	7,42
21	5,91	6,45	7,14
22	5,70	6,22	6,89
23	5,51	6,01	6,66
24	5,33	5,82	6,45



Gambar 4. 7 Grafik Intensitas Hujan

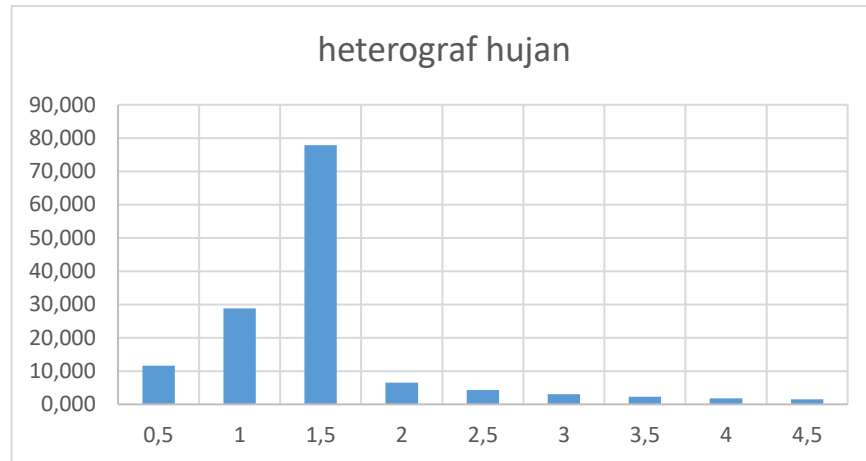
Grafik diatas menunjukkan bahwasanya makin singkat waktu hujan, maka intensitasnya akan semakin tinggi. Tetapi, apabila waktu hujannya semakin lama, maka intensitas hujan akan semakin rendah.

4.2.8 Hyetograph Hujan Rencana

Besaran intensitas curah hujan dapat mengacu pada hasil hitung curah hujan rencana. Hal tersebut dapat diaplikasikan dengan diagram hyetograph.

Tabel 4. 16 Hyetograph Hujan Rencana Periode Ulang 10 Tahun

Tc	Δt (jam)	It Mm	Δp Mm	Heterograf Mm
0,5	00.00-00.30	77,874	77,874	11,620
1	00.30-01.00	49,057	28,816	28,816
1,5	01.00-01.30	37,438	11,620	77,874
2	01.30-02.00	30,904	6,534	6,534
2,5	02.00-02.30	26,632	4,272	4,272
3	02.30-03.00	23,584	3,048	3,048
3,5	03.00-03.30	21,281	2,303	2,303
4	03.30-04.00	19,468	1,813	1,813
4,5	04.00-04.30	17,998	1,470	1,470



Gambar 4. 8 Hyetograph Hujan Rencana Periode Ulang 10 Tahun

4.2.9 Kajian Debit Banjir Rencana Menggunakan Metode Rasional

Metode rasional dilakukan guna menganalisis debit banjir rencana pada wilayah dengan luas aliran $< 80 \text{ km}^2$. Penghitungan metode rasional merujuk pada Persamaan 2.15. Di bawah ini merupakan hasil hitung debit banjir rencana menggunakan metode rasional.

Tabel 4. 17 Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana

Tahun Rencana	Debit Banjir Rencana Rumus Rasional (m^3/detik)	
Periode Ulang	$C = 0.8583$ (<i>Central City Area</i>)	Luas daerah aliran <i>internal</i> = 16 km^2
10 Years	56,837	
25 Years	62,037	
50 Years	68,712	

4.2.10 Periode Ulang

Periode ulang pada analisis ini sebesar 50 tahun. Apabila dilihat dari tabel 4.17, maka nilai kala ulang 50 tahun sebesar $68,712 \text{ m}^3/\text{detik}$.

4.3 Pembahasan

4.3.1 Evaluasi Model Jaringan Drainase Eksisting

Penentuan *subcatchment* di area penelitian merupakan hal utama guna mengevaluasi sistem drainase eksisting di Perumahan Pamulang Park Residence. Denah dari aplikasi Google Eartg dapat membantu proses penentuan *subcatchment* pada aplikasi SWMM.



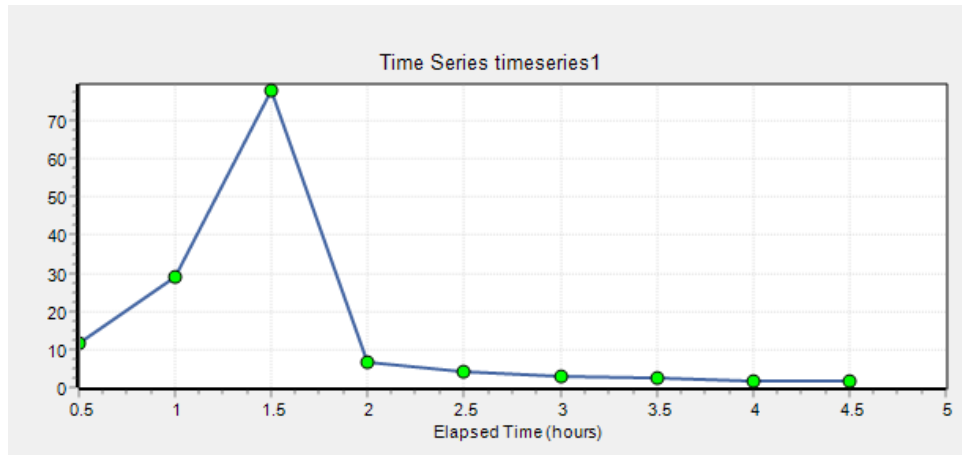
Gambar 4. 9 denah lokasi perumahan Pamulang Park Residence

Pemodelan jaringan drainase eksisting dapat dilakukan dengan perangkat lunak EPA SWMM 5.2. Bagian yang dipakau pada simulasi ini, yaitu *Conduct*, *Subattachment*, *Outfall*, dan *Junction*. Hasil simulasi mendapatkan adanya 20 *subcatchment*, 22 *conduit*, 1 *outfall*, dan 18 *junction*. Drainase didimulasikan pada gambar di bawah ini.



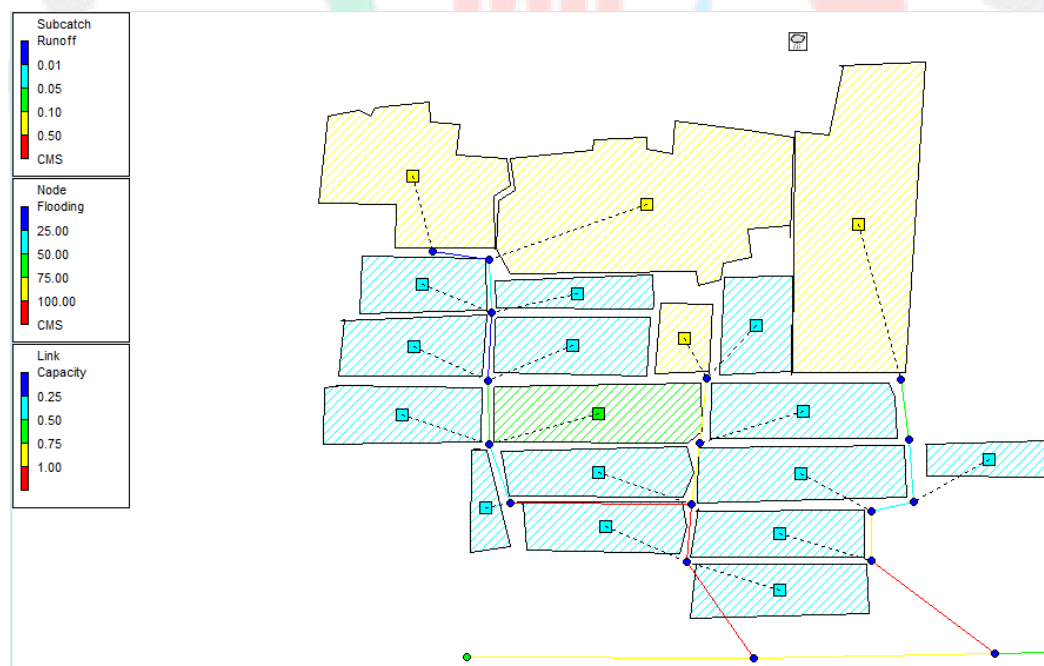
Gambar 4. 10 Permodelan Jaringan Drainase Eksisting

Air limpasan tercipta karena air hujan di tiap *subattachment* tidak terserap oleh tanah. Sehingga, diperlukan *junction* untuk menampung limpasan dari *subattachment* sebelum limpasan tersebut mengalir ke *condukt*. *Condukt* tersebut yang akan mengalirkan limpasan ke *condukt* utama, yakni kali petir. Bagian lainnya yang akan dipakai, yaitu rain gage. Pada simulasi jaringan drainase yang sebelumnya telah dilakukan, rain gage berfungsi untuk memberikan hujan rencananya.. Data curah hujan akan dipakai untuk melakukan simulasi, data tersebut diperoleh melalui kajian curah hujan. Data tersebut nantinya akan dilakukan pemodelan pada time series dengan menghitung curah hujan rencana dari data curah hujan di Tabel 4.19. Di bawah ini merupakan grafik curah hujan yang telah dibuat dengan perangkat lunak SWMM.



Gambar 4. 11 Grafik Curah Hujan

Setelah grafik dibuat, maka perlu dibuat pemodelan lagi guna melihat respon aliran air. Selain itu, dari pemodelan juga akan diketahui bahwasanya telah terjadi limpasan di sungai utama dan saluran drainase. Hal tersebut menunjukkan bahwa di saluran debit, air telah melewati batas maksimum karena intensitas curah hujan yang tinggi di menit 105 dan 165. Di bawah ini merupakan pemodelan yang telah dibuat terkait jaringan drainase eksisting. model jaringan drainase eksisting

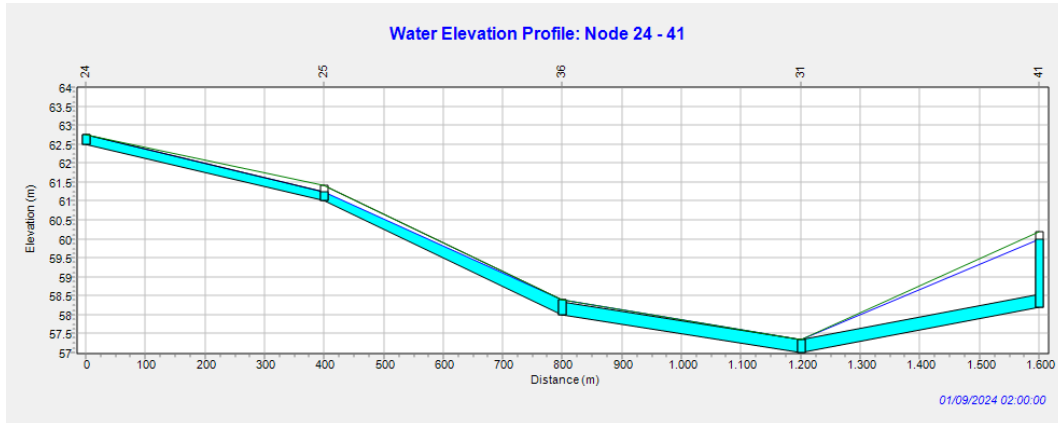


Gambar 4. 12 Hasil Dari Pemodelan Model Jaringan Drainase Eksisting

Perbedaan warna pada hasil pemodelan memiliki artinya tersendiri. Warna merah memiliki arti *conduit* dalam kondisi yang riskan karena debit melebihi batas maksimum. Pada *conduit 22 – conduit 15* dan *conduit 12* yang merupakan saluran

drainase *internal* dari perumahan Pamulang Park Residence digunakan data runoff sebesar 1,35 m³/detik.

Gambar 4. 13 Profil Aliran

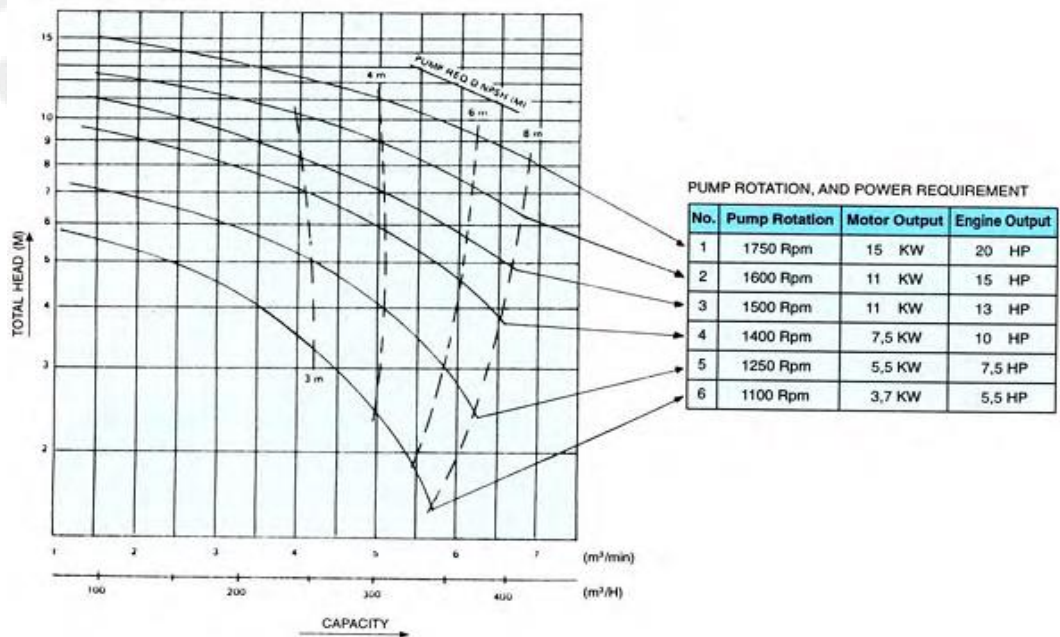


Pada profil aliran diatas, bahwa teerjadinya banjir di perumahan Pamulang Park Residence karena muka air Kali Petir lebih tinggi dari pada *outfall* perumahan tersebut sehingga air dari Kali Petir ikut masuk ke dalam perumahan dan menggenang di area perumahan Pamulang Park Residence.

4.3.2 Perencanaan pompa Banjir

Pompa banjir yang akan di modelkan menggunakan kapasitas 0,5m³/dt. Kurva pompa yang di gunakan pada permodelan SWMM berdasarkan *mixed flow volute pump ebara*. Sesuai gambar 4.14.

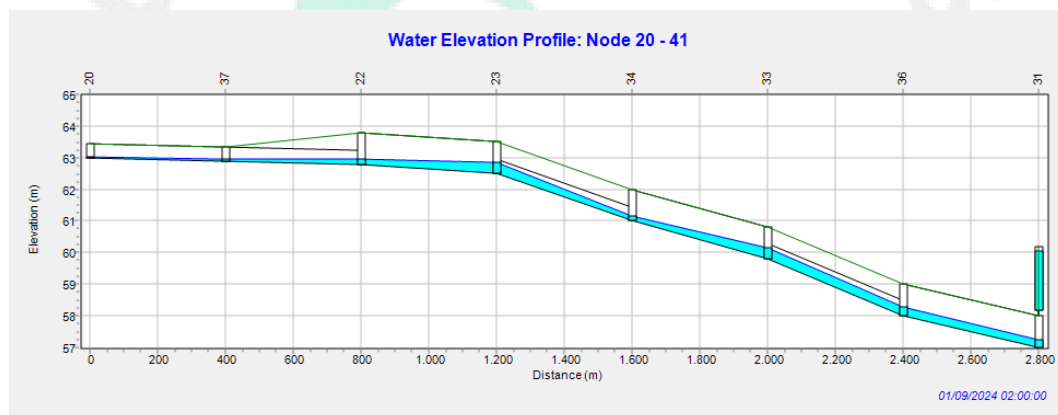
• **MODEL 200 SZ**



Gambar 4. 14 Performance Curve

Sumber : PT. Lukes Indonesia. Ebar Mixed Flow Volute *pump*

Air yang meningkat setinggi 0.5 m di Perumahan Pamulang Park Residence akan dilakukan penyesuaian, yaitu pompa akan secara otomatis menyala dan mengalir air menuju Kali Petir. Selain itu jika ketinggian air menurun hingga 0.1 m, maka pompa air secara otomatis akan mati dan pemompaan air ke Kali Petir tidak lagi dilakukan. Profil aliran diatas juga menunjukkan bahwasanya setelah menggunakan pompa banjir, bahwa banjir yang terjadi perumahan Pamulang Park Residence teah di normalisasikan oleh pompa air yang telah di rencanakan perumahan tersebut sehingga air dari perumahan yang menggenang di area perumahan Pamulang Park Residence di pompa ke Kali Petir.



Gambar 4. 15 Profil Aliran Setelah Menggunakan Pompa

Tahap selanjutnya yaitu melakukan simulasi ulang terkait jaringan drainase. Pemodelan ini fokus pada pembuatan pompa banjir serta pelebaran drainase guna menanggulangi banjir. Pada pemodelan ini, bagian yang ditambahkan yaitu pump, dan hasilnya dua pump dipakai untuk memompa air dari Perumahan Pamulang Park Residence.

Setelah menggunakan Hasil dari simulasi dan permodelan pompa menunjukkan warna yang berbeda dari permodelan eksisting. Sehingga, *conduit* yang berwarna merah menunjukkan adanya kondisi yang riskan karena debit air telah melebihi batas maksimum dari saluran yang tersedia, namun sudah dapat di tanggulangi menggunakan pompa banjir. Pompa banjir dilakukan penyesuaian dimana pompa dibuat otomatis hidup dan memompa air dari perumahan Pamulang

Pamulang Park Residence apabila ketinggian air mencapai 0,5 m dan berhenti pada ketinggian 0,1 m.



Gambar 4. 16 Model Jaringan Drainase Rencana