

BAB IV

PEMBAHASAN DAN ANALISA DATA

4.1 Analisa Hidrologi

4.1.1. Curah Hujan Maksimum Harian

Data curah hujan yang dipakai untuk studi ini adalah data hujan selama 10 tahun terakhir dari tahun 2011 – 2020 yang diperoleh dari stasiun hujan terdekat, yang terletak di Desa Seduri Kecamatan Mojosari Kabupaten Mojokerto Provinsi Jawa Timur. Dari data tersebut didapat data hujan harian maksimum selama 10 tahun seperti yang ditampilkan pada tabel 4.1

Tabel 4.1. Data Hujan Harian Maksimum Tahunan (Stasiun Hujan Mojosari)

No.	Tahun	Curah Hujan Max (mm)
1	2011	89
2	2012	70
3	2013	130
4	2014	108
5	2015	88
6	2016	162
7	2017	118
8	2018	71
9	2019	95
10	2020	102

Sumber : Stasiun Pencatatan Hujan Mojosari

4.1.2. Analisa Frekuensi Hujan Rencana

Ada beberapa jenis distribusi statistik yang dapat dipakai untuk menentukan besarnya curah hujan rencana, seperti distribusi Gumbel, Log Person III, Log Normal dan beberapa cara lain. Metode-metode ini harus diuji mana yang bisa dipakai dalam perhitungan.

Dalam perhitungan diperlukan beberapa parameter yang disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 4.2. Perhitungan statistik curah hujan maksimum tahunan stasiun hujan Mojosari

No	Tahun	X_i	$(X_i - X)$	$(X_i - X)^2$	$(X_i - X)^3$	$(X_i - X)^4$
1	2011	89	-14,3	204,49	-2924,207	41816,16
2	2012	70	-33,3	1108,89	-36926,037	1229637,032
3	2013	130	26,7	712,89	19034,163	508212,152
4	2014	108	4,7	22,09	103,823	487,968
5	2015	88	-15,3	234,09	-3581,577	54798,128
6	2016	162	58,7	3445,69	202262,003	11872779,76
7	2017	118	14,7	216,09	3176,523	46694,888
8	2018	71	-174,3	30380,49	-5295319,407	922974172,6
9	2019	95	-8,3	68,89	-571,787	4745,832
10	2020	102	-1,3	1,69	-2,197	2,856
Jumlah		1033	-142	36395,3	-5114748,7	936733347,4
Rata-rata		103,3				

Sumber : Hasil Perhitungan

Hasil perhitungan parameter statistik distribusi curah hujan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.3. Perhitungan Parameter Statistik Distribusi Curah Hujan

Parameter	Stasiun Mojosari
Hujan rata-rata (mm)	103,3
Standar Deviasi (Sd)	63,591
Koef. Skewness (Cs)	-2,762
Koef. Kurtosis (Ck)	11,365
Koef. Variasi (Cv)	0,615

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.4. Perhitungan statistik (logaritma) curah hujan maksimum tahunan stasiun hujan Mojosari.

No	Tahun	X_i	$\log X_i$	$(\log X_i - \log X)$	$(\log X_i - \log X)^2$	$(\log X_i - \log X)^3$	$(\log X_i - \log X)^4$
1	2011	89	1,949	-0,051	0,002601	-0,000132651	0,000006765
2	2012	70	1,845	-0,155	0,024025	-0,003723875	0,0005772
3	2013	130	2,113	0,113	0,012769	0,001442897	0,000163047
4	2014	108	2,033	0,033	0,001089	0,000035937	0,000001186
5	2015	88	1,944	-0,056	0,003136	-0,000175616	0,000009834
6	2016	162	2,209	0,209	0,043681	0,009129329	0,001908029
7	2017	118	2,071	0,071	0,005041	0,000357911	0,000025411
8	2018	71	1,851	-0,149	0,022201	-0,003307949	0,000492884
9	2019	95	1,977	-0,023	0,000529	-0,000012167	0,000000279
10	2020	102	2,008	0,008	0,000064	0,000000512	0,000000004
Jumlah		20	0		0,115136	0,003614328	0,003184639
Rata-rata		2					

Tabel 4.5. Perhitungan Parameter Statistik Logaritma Distribusi Curah Hujan

Parameter	Stasiun Mojosari
Hujan rata-rata (mm)	2
Standar Deviasi (Sd)	0,113
Koef. Skewness (Cs)	0,348
Koef. Kurtosis (Ck)	3,875
Koef. Variasi (Cv)	0,056

Sumber : Hasil Perhitungan

Setelah diketahui nilai-nilai faktor-faktor dan perhitungan di atas dapat ditentukan metode distribusi mana yang dapat dipakai, seperti disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 4.6. Hasil Uji Distribusi Statistik Stasiun Hujan Mojosari

Jenis Distribusi	Syarat	Perhitungan	Kesimpulan
Normal	$Cs \sim 0$	$Cs = -2,762$	Tidak memenuhi
	$Ck = 3$	$Ck = 11,365$	
Gumbel	$Cx \leq 1,1396$	$Cs = 0,348$	Tidak memenuhi
	$Ck \leq 5,4002$	$Ck = 3,875$	
Log Pearson III	$Cs \neq 0$	$Cs = 0,348$	Memenuhi
Log Normal	$Cs \sim 3Cv + Cv^2 = 3$	$Cs \sim 3Cv + Cv^2 = 0,171$	Tidak memenuhi
	$Ck = 5,383$	$Ck = 3,875$	

Sumber : Hasil Perhitungan

Menurut perhitungan yang telah dihitung dengan syarat-syarat tersebut diatas, maka digunakan distribusi Log Person Type III.

4.1.3. Perhitungan Intensitas Hujan Rencana Periode Ulang T Tahun

Perhitungan curah hujan rencana dengan metode Log person III menggunakan parameter-parameter statistik yang diambil dari perhitungan diatas. Logaritma data pada interval pengulangan atau kemungkinan prosentase yang terpilih

$$\text{Log } R = \text{Log} \bar{X} + k \cdot S$$

Perhitungan Intensitas Hujan Rencana Periode Ulang T tahun

Dengan periode ulang 2 tahun, nilai $k = 0,00$

$$\begin{aligned}\text{Log } R &= \text{Log } \bar{X} + k * S \\ &= 2 + (0,00 \times 0,113) \\ &= 2 \\ R &= 100 \text{ mm}\end{aligned}$$

Dengan periode ulang 5 tahun, nilai $k = 0,842$

$$\begin{aligned}\text{Log } R &= \text{Log } \bar{X} + k * S \\ &= 2 + (0,842 \times 0,113) \\ &= 2,095 \\ R &= 124,45 \text{ mm}\end{aligned}$$

Dengan periode ulang 10 tahun, nilai $k = 1,282$

$$\begin{aligned}\text{Log } R &= \text{Log } \bar{X} + k * S \\ &= 2 + (1,282 \times 0,113) \\ &= 2,144 \\ R &= 139,31 \text{ mm}\end{aligned}$$

Dengan periode ulang 20 tahun, nilai $k = 1,645$

$$\begin{aligned}\text{Log } R &= \text{Log } \bar{X} + k * S \\ &= 2 + (1,645 \times 0,113) \\ &= 2,185 \\ R &= 153,10 \text{ mm}\end{aligned}$$

Dengan periode ulang 50 tahun, nilai $k = 2,054$

$$\begin{aligned}\text{Log } R &= \text{Log } \bar{X} + k * S \\ &= 2 + (2,054 \times 0,113) \\ &= 2,232 \\ R &= 170,60 \text{ mm}\end{aligned}$$

Dengan periode ulang 100 tahun, nilai $k = 2,326$

$$\begin{aligned}\text{Log } R &= \text{Log } \bar{X} + k * S \\ &= 2 + (2,326 \times 0,113) \\ &= 2,439\end{aligned}$$

$$R = 274,78 \text{ mm}$$

Pada penelitian ini, intensitas hujan diperlukan sebagai data inputan dalam menjalankan software SWMM. Dalam software SWMM intensitas hujan digunakan sebagai input rain gage yang berupa data curah hujan jam-jaman (*time series*). Dikarenakan data yang tersedia adalah data hujan harian, maka perhitungan intensitas hujan menggunakan rumus Mononobe (Suripin, 2004:67).

Tabel 4.7 Perhitungan Intensitas Hujan Jam-Jaman untuk Kala Ulang Tertentu

T (Jam)	Periode Ulang (Tahun)					
	2	5	10	20	50	100
0	100	124,45	139,31	153,1	170,6	274,78
0,15	25	31,1125	34,8275	38,275	42,65	68,695
0,3	50	62,225	69,655	76,55	85,3	137,39
0,45	1,5	3,75	7,5	15	37,5	75
0,5	83,33333333	103,7083333	116,0916667	127,5833333	142,1666667	228,9833333
1	100	124,45	139,31	153,1	170,6	274,78
2	200	248,9	278,62	306,2	341,2	549,56
3	300	373,35	417,93	459,3	511,8	824,34
4	400	497,8	557,24	612,4	682,4	1099,12
5	500	622,25	696,55	765,5	853	1373,9
6	600	746,7	835,86	918,6	1023,6	1648,68

Sumber : Hasil Perhitungan

4.1.4. Data eksisting saluran yang ada di perumahan Royal Mojosari

Data ini diperoleh dari hasil pengukuran dilapangan, yang diperoleh data panjang saluran, lebar saluran, tinggi saluran, slope saluran dan penampang saluran. Untuk gambar dan ukuran detailnya ada di bab sebelumnya, berikut adalah data saluran yang akan dievaluasi yang berada dalam kawasan perumahan. Adapun data disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 4.8. Data Teknis Saluran Drainase perumahan Royal Mojosari

	Nama Saluran	b	h
		(m)	(m)
1	Saluran Blok RM I	0,4	0,5

2	Saluran Blok RM II	0,4	0,5
3	Saluran Blok RM III	0,4	0,5
4	Saluran Blok RM V	0,4	0,5
5	Saluran Blok RM IX	0,3	0,4
6	Saluran Blok RM X	0,3	0,4
7	Saluran Blok RM XI	0,3	0,4
8	Saluran Blok RM XII	0,3	0,4
9	Saluran Blok RM XV	0,3	0,4
10	Saluran Blok RM XVI	0,4	0,5
11	Saluran Blok RM XVII	0,4	0,5
12	Saluran Blok RM XVIII	0,3	0,5
13	Sal. Saranan Pendidikan & Gym	0,4	0,5

Nama Saluran		D (m)
14	Saluran RA, RB, RF	0,5
15	Saluran RA, RC, RD, RE	0,5
16	Saluran RE, RH	0,5
17	Saluran RG, RJ, & RK	0,5

Sumber : Data teknis

4.1.5. Analisa Tata Guna Lahan

Dalam studi ini tata guna lahan perumahan Royal Mojosari digolongkan menjadi beberapa kategori yaitu Jalan paving, kompleks perumahan dan taman.

Luasan tata guna lahan saluran drainase disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 4.9. Luas untuk Tata Guna Lahan setiap saluran

Type Ruko & Rumah	Luas Tata Guna Lahan			Luas Total	
	Jalan Paving	Kompleks perumahan	Taman		
	m ²	m ³	m ²	m ²	
	0,8	0,55	0,15		
1	Saluran Blok RM I	2015,73	4080	332,7	6428,43
2	Saluran Blok RM II	1549,19	3600	318,3	5467,49
3	Saluran Blok RM III	1422,5	3268,585	306,3	4997,385
4	Saluran Blok RM V	95,27	3229,2	192,3	3516,77
5	Saluran Blok RM IX	634,25	2298	184,35	3116,6
6	Saluran Blok RM X	1267,76	4596	360,6	6224,36

7	Saluran Blok RM XI	1270,39	4596	342,6	6208,99
8	Saluran Blok RM XII	1267,79	4596	342,6	6206,39
9	Saluran Blok RM XV	1268,06	4596	312,3	6176,36
10	Saluran Blok RM XVI	1429,49	4787,5	312,3	6529,29
11	Saluran Blok RM XVII	660,93	2757,6	186,3	3604,83
12	Saluran Blok RM XVIII	1696,9	4320	182,7	6199,6
13	Sal. Saranan Pendidikan & Gym	825,79	878,626	5059,82	6764,236
14	Saluran RA, RB, RF	2408,55	2294,75	172,14	4875,44
15	Saluran RA, RC, RD, RE	2966,9	2644,5	159,78	5771,18
16	Saluran RE, RH	2650,35	2029,5	220,87	4900,72
17	Saluran RG, RJ, & RK	4865,63	5195,25	550,23	10611,11
Jumlah		28295,48	59767,511	9536,19	97599,181

Sumber : Hasil Perhitungan

4.1.6. Perhitungan Koefisien Pengaliran Untuk Saluran Drainase

Koefisien pengaliran merupakan suatu variabel yang berdasarkan kondisi suatu daerah pengaliran dan karakteristik hujan yang jatuh di daerah tersebut.

Adapun kondisi dan karakteristiknya adalah :

- Kondisi hujan yang turun
- Bentuk wilayah aliran dan luas
- Kemiringan dasar sungai dan kemiringan aliran
- Daya infiltrasi
- Kebasahan tanah
- Evaporasi dan suhu udara serta angin
- Tata guna tanah

Data koefisien pengaliran yang disajikan pada tabel ini berdasarkan pertimbangan dan tergantung dengan faktor-faktor fisik.

Tabel 5.0. Koefisien Pengaliran Berdasarkan Tata Guna Lahan

Kondisi Daerah	Koefisien Pengaliran	Sifat Perkerasn Tanah	Koefisien Pengaliran
Perdagangan		Jalan	
Daerah Kota	0,7-0,95	Aspal	0,7-0,95
Daerah dekat kota	0,5-0,7	Beton	0,8-0,95

Perumahan		Paving	0,7-0,85
Rumah tangga terpencar	0,3-0,5	Batu Kerikil	0,15-0,35
Kompleks perumahan	0,4-0,6	Jalan raya & Trotoar	0,7-0,85
Pemukiman sub urban	0,25-0,4	Atap	0,75-0,95
Apartemen	0,5-0,7	Lapangan rumput, tanah berpasir	
Industri		Kemiringan 2%	0,05-0,10
Industri ringan	0,5-0,8	Rata-rata 2-7%	0,10-0,15
Industri berat	0,6-0,9	Curam 7%	0,15-0,20
Taman, kuburan	0,10-0,25	Lapangan rumput, tanah keras	
Lapangan bermain	0,10-0,25	Kemiringan 2%	0,13-0,17
Daerah halaman	0,20-0,40	Rata-rata 2-7%	0,18-0,22
Daerah tidak terawat	0,10-0,30	Curam 7%	0,23-0,35

Sumber : Standart perencanaan drainase dari PU

Supaya mendapatkan hasil yang lebih akurat perlu dilakukan analisa koefisien pengaliran rata-rata sesuai dengan kondisi tata guna lahan di tempat studi. Adapun rumus perhitungannya sebagai berikut :

$$C_{eq} = \frac{A_1 \times C_1 + A_2 \times C_2 + A_3 \times C_3 + \dots + A_n \times C_n}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Contoh perhitungan koefisien pengaliran untuk saluran Blok RM I

Tata Guna Lahan :

Jalan Paving	: 2015,73 / 6428,43 x 0,8	= 0,25
Kompleks Perumahan	: 4080 / 6428,43 x 0,55	= 0,35
<u>Taman</u>	<u>: 332,7 / 6428,43 x 0,15</u>	<u>= 0,007 +</u>
Jumlah		= 0,607

Untuk perhitungan lebih lengkapnya dapat dilihat di tabel berikut ini :

Tabel 5.1. Perhitungan Koefisien Pengaliran Rerata

Type Ruko & Rumah	Luas Tata Guna Lahan			Luas Total	Koefisien Pengaliran			Koefisien Pengaliran Rerata
	Jalan Paving	Kompleks perumahan	Taman		Jalan Paving	Kompleks perumahan	Taman	
	m ²	m ³	m ²	m ²				
	0,8	0,55	0,15					
1 Saluran Blok RM I	2015,73	4080	332,7	6428,43	0,25	0,35	0,007	0,607
2 Saluran Blok RM II	1549,19	3600	318,3	5467,49	0,22	0,36	0,008	0,588
3 Saluran Blok RM III	1422,5	3268,585	306,3	4997,385	0,23	0,36	0,009	0,599
4 Saluran Blok RM V	95,27	3229,2	192,3	3516,77	0,02	0,5	0,008	0,528
5 Saluran Blok RM IX	634,25	2298	184,35	3116,6	0,16	0,4	0,008	0,568
6 Saluran Blok RM X	1267,76	4596	360,6	6224,36	0,16	0,4	0,008	0,568
7 Saluran Blok RM XI	1270,39	4596	342,6	6208,99	0,16	0,41	0,008	0,578
8 Saluran Blok RM XII	1267,79	4596	342,6	6206,39	0,16	0,41	0,008	0,578
9 Saluran Blok RM XV	1268,06	4596	312,3	6176,36	0,16	0,41	0,007	0,577
10 Saluran Blok RM XVI	1429,49	4787,5	312,3	6529,29	0,17	0,4	0,007	0,577
11 Saluran Blok RM XVII	660,93	2757,6	186,3	3604,83	0,15	0,42	0,007	0,577
12 Saluran Blok RM XVIII	1696,9	4320	182,7	6199,6	0,22	0,38	0,004	0,604
13 Sal. Saranan Pendidikan & Gym	825,79	878,626	5059,82	6764,236	0,09	0,07	0,112	0,272
14 Saluran RA, RB, RF	2408,55	2294,75	172,14	4875,44	0,39	0,26	0,005	0,655
15 Saluran RA, RC, RD, RE	2966,9	2644,5	159,78	5771,18	0,41	0,25	0,004	0,664
16 Saluran RE, RH	2650,35	2029,5	220,87	4900,72	0,43	0,23	0,006	0,666
17 Saluran RG, RJ, & RK	4865,63	5195,25	550,23	10611,11	0,36	0,27	0,007	0,637
Jumlah	28295,48	59767,511	9536,19	97599,181	0,23	0,33	0,014	0,574

Sumber : Hasil Perhitungan

4.1.7. Perhitungan Debit Metode Rasional

Perhitungan debit saluran drainase menggunakan metode rasional dengan kala ulang 10 tahun.

Contoh perhitungan untuk saluran Blok RM I

$$C : 0,607$$

$$I : 183,01 \text{ mm}$$

$$A : 0,64 \text{ ha}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= 0,00278 \cdot C \cdot I \cdot A \\
 &= 0,00278 \times 0,607 \times 183,01 \times 0,64 \\
 &= 0,198 \text{ m}^3 / \text{dt}
 \end{aligned}$$

Adapun hasil perhitungan yang menggunakan metode rasional bisa dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 5.2. Perhitungan Debit Akibat Air Hujan

Nama Saluran		C Rerata	I	A	Q
			<i>m/m</i>	<i>ha</i>	<i>m³/dt</i>
1	Saluran Blok RM I	0,607	183,01	0,64	0,198
2	Saluran Blok RM II	0,588	183,01	0,55	0,165
3	Saluran Blok RM III	0,599	183,01	0,5	0,152
4	Saluran Blok RM V	0,528	260,68	0,35	0,134
5	Saluran Blok RM IX	0,568	302,49	0,31	0,148
6	Saluran Blok RM X	0,568	183,01	0,62	0,179
7	Saluran Blok RM XI	0,578	183,01	0,62	0,182
8	Saluran Blok RM XII	0,578	183,01	0,62	0,182
9	Saluran Blok RM XV	0,577	183,01	0,62	0,182
10	Saluran Blok RM XVI	0,577	183,01	0,65	0,191
11	Saluran Blok RM XVII	0,577	260,68	0,36	0,151
12	Saluran Blok RM XVIII	0,604	260,68	0,62	0,271
13	Sal. Saranan Pendidikan & Gym	0,272	164,21	0,68	0,084
14	Saluran RA, RB, RF	0,655	330,66	0,49	0,295
15	Saluran RA, RC, RD, RE	0,664	244,63	0,58	0,262
16	Saluran RE, RH	0,666	366,44	0,5	0,339
17	Saluran RG, RJ, & RK	0,637	208,3	1,06	0,391

Sumber : Hasil Perhitungan

4.1.8. Menghitung Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

4.1.8.1. Jumlah Penduduk Perumahan Royal Mojosari

Perhitungan dalam studi ini adalah memakai data selama 5 tahun yang dimulai dari tahun 2016 – 2020. Jumlah penduduk yang menghuni di perumahan ini didapat dari arsip developer perumahan.

Tabel 5.3. Jumlah Penduduk Perumahan Royal Mojosari

No.	Tahun	Jumlah
1	2016	992
2	2017	1.024
3	2018	1.050
4	2019	1.088
5	2020	1.100

Sumber : Dari Developer Perumahan Royal Mojosari

4.1.8.2. Perhitungan Proyeksi Jumlah Penduduk Perumahan Royal Mojosari

Perhitungan ini dimaksudkan untuk mengetahui jumlah penduduk pada tahun ke 10 setelah penelitian, proyeksi pertumbuhan penduduk menggunakan 3 metode yaitu metode Aritmatik, Geometrik dan Eksponensial. Berikut adalah pembahasan pertumbuhan penduduk di perumahan Royal Mojosari.

Tabel 5.4. Persentase Pertumbuhan Penduduk Perumahan Royal Mojosari

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Pertambahan Penduduk	
		(Jiwa)	(%)
2016	992		
2017	1024	32	3,2
2018	1050	26	2,5
2019	1088	38	3,6
2020	1100	12	1,1
Rata -rata			2,6
Persentase kenaikan jumlah penduduk			2,6 %

Sumber : Hasil Perhitungan

Perhitungannya seperti berikut :

$$= (\text{Jml. penduduk 2017} - \text{Jml. penduduk 2016}) / (\text{Jml. penduduk 2016}) \times 100\%$$

$$= (1024-992) / 992 \times 100\%$$

$$= (32 / 992) \times 100\%$$

$$= 3,2 \%$$

Kemudian di hitung rata-rata dari tahun 2016-2020 sehingga didapat hasil 3,2 %

1. Metode Aritmatik

Berikut ini adalah perhitungan pertumbuhan penduduk menggunakan metode Aritmatik untuk perumahan Royal Mojosari tahun 2021.

- Jumlah penduduk pada tahun 2020 (P_0) = 1.100 jiwa
- Waktu proyeksi (n) = 1 tahun
- Angka pertambahan penduduk (r) = 2,6 %
- Perhitungan penduduk tahun 2021 = $P_0 (1+r.n)$
= 1.100 (1+(2,6% x 1))
= 1.128 jiwa

2. Metode Geometrik

Berikut ini adalah perhitungan pertumbuhan penduduk menggunakan metode Geometrik untuk perumahan Royal Mojosari tahun 2021.

- Jumlah penduduk pada tahun 2020 (P_0) = 1.100 jiwa
- Waktu proyeksi (n) = 1 tahun
- Angka pertambahan penduduk (r) = 2,6 %
- Perhitungan penduduk tahun 2021 = $P_0 (1+r)^n$
= $1.100 (1+2,6\%)^1$
= 1.128 jiwa

3. Metode Exponensial

Berikut ini adalah perhitungan pertumbuhan penduduk menggunakan metode Exponensial untuk perumahan Royal Mojosari tahun 2021.

- Jumlah penduduk pada tahun 2020 (P_0) = 1.100 jiwa
- Waktu proyeksi (n) = 1 tahun
- Angka pertambahan penduduk (r) = 2,6 %
- Perhitungan penduduk tahun 2021 = $P_0 (2,7182818)^{(r \cdot n)}$
= $1.100 (2,7182818)^{(2,6\% \cdot 1)}$
= 1.129 jiwa

Untuk hasil perhitungan lebih lengkapnya adalah :

Tabel 5.5. Perhitungan Pertumbuhan Penduduk Perumahan Royal Mojosari.

Tahun	n	Aritmatik $P_0 (1+r \cdot n)$	Geometrik $P_0 (1+r)^n$	Ekspensial $P_0 \cdot 2,7182818^{(r \cdot n)}$
2021	1	1.128	1.128	1.129
2022	2	1.157	1.157	1.159
2023	3	1.187	1.187	1.189
2024	4	1.217	1.217	1.220
2025	5	1.248	1.248	1.252
2026	6	1.280	1.280	1.285
2027	7	1.313	1.313	1.319
2028	8	1.347	1.347	1.354
2029	9	1.382	1.382	1.389
2030	10	1.417	1.417	1.425

Sumber : Hasil Perhitungan

4.1.8.3. Uji Kesesuaian Metode Proyeksi

Perhitungan uji ini menggunakan metode proyeksi dengan acuan angka koefisien korelasi. Angka ini diperoleh berdasarkan pendekatan statistik yang angkanya mendekati nilai 1 atau nilai 1, karena nilai ini dianggap paling mendekati dengan data asli pengamatan.

Tabel 5.6. Uji Koefisien Korelasi Metode Aritmatik Pertumbuhan Penduduk Perumahan Royal Mojosari.

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	R (%)	x	y	x ²	y ²	x.y
2016	992	0	992	992	984064	984064	984064
2017	1024	3,2	1024	1019	1048576	1038361	1043456
2018	1050	2,5	1050	1046	1102500	1094116	1098300
2019	1088	3,6	1088	1073	1183744	1151329	1167424
2020	1100	1,1	1100	1100	1210000	1210000	1210000
Jumlah			5254	5230	5528884	5477870	5503244

Sumber : Hasil Perhitungan

Perhitungan koefisien korelasi dapat dihitung seperti berikut :

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\{ [n \sum y^2 - (\sum y)^2] \times [n \sum x^2 - (\sum x)^2] \}^{1/2}}$$

$$r = \frac{(5 \times 5503244) - (5254 \times 5230)}{[(5 \times 5477870 - 27352900) \times (5 \times 5528884 - 27604516)]^{1/2}}$$

$$r = 0,991139576$$

Tabel 5.7. Uji Koefisien Korelasi Metode Geometrik Pertumbuhan Penduduk Perumahan Royal Mojosari.

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	R (%)	x	y	x ²	y ²	x.y
2016	992	0	992	992	984064	984064	984064
2017	1024	3,2	1024	1000	1048576	1000000	1024000
2018	1050	2,5	1050	1047	1102500	1096209	1099350

2019	1088	3,6	1088	1061	1183744	1125721	1154368
2020	1100	1,1	1100	1100	1210000	1210000	1210000
Jumlah			5254	5200	5528884	5415994	5471782

Sumber : Hasil Perhitungan

Perhitungan koefisien korelasi dapat dihitung seperti berikut :

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\{ [n \sum y^2 - (\sum y)^2] \times [n \sum x^2 - (\sum x)^2] \}^{1/2}}$$

$$r = \frac{(5 \times 5471782) - (5254 \times 5200)}{[(5 \times 5415994 - 27040000) \times (5 \times 5528884 - 27604516)]^{1/2}}$$

$$r = 0,954253274$$

Tabel 5.8. Tabel Koefisien Eksponensial Pertumbuhan Penduduk Perumahan Royal Mojosari.

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	x	y	x ²	xy
2016	992	1	992	1	992
2017	1024	2	1024	4	2048
2018	1050	3	1050	9	3150
2019	1088	4	1088	16	4352
2020	1100	5	1100	25	5500
Jumlah		15	5254	55	16042

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari data di atas didapatkan hasil nilai a = 4203 dan nilai b = 28

Tabel 5.9. Uji Koefisien Korelasi Metode Eksponensial Pertumbuhan Penduduk Perumahan Royal Mojosari.

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	R (%)	x	y	x ²	y ²	x.y
2016	992	0	992	4203	984064	17666890	4169574
2017	1024	3,2	1024	4231	1048576	17903053	4332749
2018	1050	2,5	1050	8462	1102500	71612214	8885520
2019	1088	3,6	1088	12694	1183744	161127481	13810637

2020	1100	1,1	1100	16925	1210000	286448855	18617280
Jumlah			5254	46515	5528884	554758493	49815760

Sumber : Hasil Perhitungan

Perhitungan koefisien korelasi dapat dihitung seperti berikut :

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\{ [n \sum y^2 - (\sum y)^2] \times [n \sum x^2 - (\sum x)^2] \}^{1/2}}$$

$$r = \frac{(5 \times 49815760) - (5254 \times 46515,2)}{[(5 \times 554758493 - 2163663831) \times (5 \times 5528884 - 27604516)]^{1/2}}$$

$$r = 0,950086288$$

Berdasarkan hasil perhitungan ke tiga uji kesesuaian koefisien korelasi didapatkan nilai yang mendekati angka 1 yaitu metode aritmatik sebesar 0,991139576. Hasil ini yang paling memenuhi untuk sebaran data pertumbuhan penduduk di perumahan Royal Mojosari. Selanjutnya hasil ini akan digunakan untuk menghitung kebutuhan air kotor dengan perhitungan proyeksi yang memakai metode aritmatik yang data jumlah penduduk $n = 10$ adalah 1.417 jiwa.

4.1.9. Perhitungan Debit Air Kotor

.Mengacu pada peraturan yang dikeluarkan Dirjen Cipta Karya (PU), Tahun 1995 bahwa kebutuhan air domestik daerah perumahan adalah 120 liter/orang/hari, sedangkan besar air buangan adalah 85% dari kebutuhan air bersih yang dibutuhkan masyarakat. Adapun perhitungan debit air kotor dari perumahan Royal Mojosari adalah :

Pn (2030) : 1.417 Jiwa
 Kebutuhan air bersih : 120 liter/orang/hari
 Luas area perumahan : 0,12 Km²
 Perhitungan Debit buangan rata-rata :
 $Q_k = (P_n \cdot q) / A$

$$\begin{aligned}
 &= [(1.417 \times (85\% \times 120))] / 0,12 \\
 &= 1.204.450 \text{ lt/hari/km}^2 \\
 &= 1.204.450 \times (1,1574 \times 10^{-8}) \\
 &= 0,0139 \text{ m}^3/\text{dt/km}^2
 \end{aligned}$$

Contoh untuk perhitungan saluran Blok RM I

$$\begin{aligned}
 \text{Luas area} &= 0,0041 \text{ km}^2 \\
 \text{Buangan air rata-rata} &= 0,0139 \text{ m}^3/\text{dt/km}^2 \\
 \text{Qki} &= \text{Qk} \cdot \text{Ai} \\
 &= 0,0139 \times 0,0041 \\
 &= 0,00005 \text{ m}^3/\text{dt}
 \end{aligned}$$

Tabel 6.0. Perhitungan Debit Buangan Air Kotor Pada Saluran

Nama Saluran		Luas (Ai)	Qk	Qki
		km ²	(m ³ /dt/km ²)	(m ³ /dt)
1	Saluran Blok RM I	0,0041	0,0139	0,00005
2	Saluran Blok RM II	0,0036	0,0139	0,00005
3	Saluran Blok RM III	0,0033	0,0139	0,00005
4	Saluran Blok RM V	0,0032	0,0139	0,00004
5	Saluran Blok RM IX	0,0023	0,0139	0,00003
6	Saluran Blok RM X	0,0046	0,0139	0,00006
7	Saluran Blok RM XI	0,0046	0,0139	0,00006
8	Saluran Blok RM XII	0,0046	0,0139	0,00006
9	Saluran Blok RM XV	0,0046	0,0139	0,00006
10	Saluran Blok RM XVI	0,0048	0,0139	0,00007
11	Saluran Blok RM XVII	0,0027	0,0139	0,00004
12	Saluran Blok RM XVIII	0,0043	0,0139	0,00006
13	Sal. Saranan Pendidikan & Gym	0,0009	0,0139	0,00001
14	Saluran RA, RB, RF	0,0023	0,0139	0,00003
15	Saluran RA, RC, RD, RE	0,0026	0,0139	0,00004
16	Saluran RE, RH	0,002	0,0139	0,00003
17	Saluran RG, RJ, & RK	0,0052	0,0139	0,00007
Jumlah		0,0597		0,00081

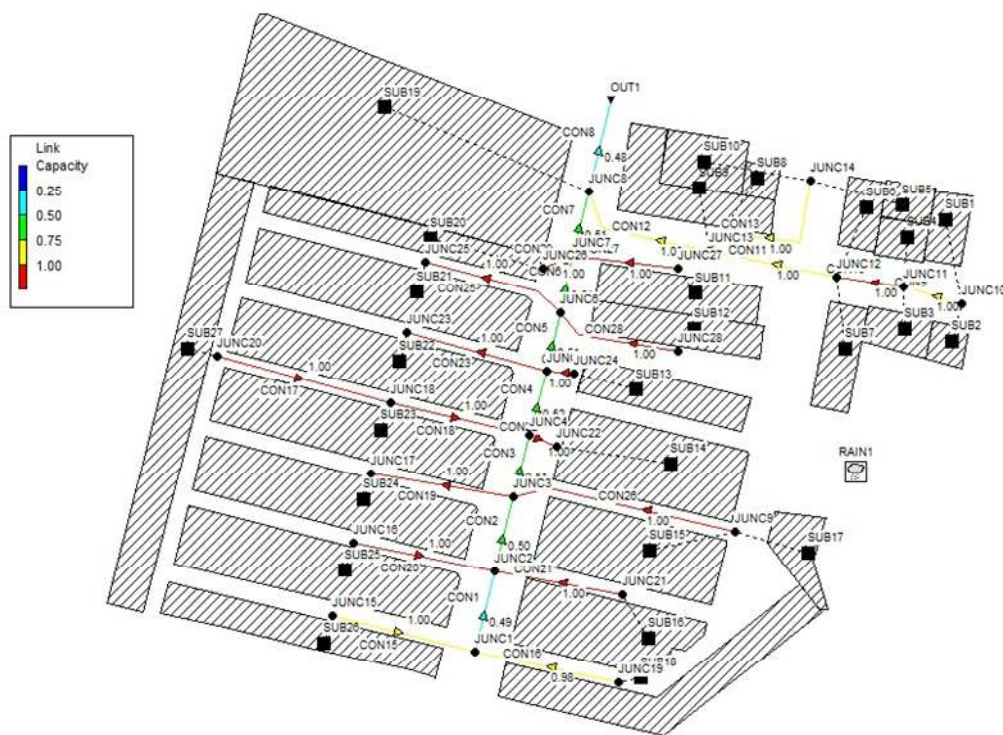
Sumber : Hasil Perhitungan

4.2. Evaluasi Saluran Drainase Menggunakan Simulasi SWMM

Simulasi saluran drainase di Perumahan Royal Mojosari menggunakan

software SWMM 5.1 yang mana bangunan hidrolik yang digambar dalam pemodelan berupa *subcatchment*, *junction node*, *outfall node*, dan *conduit*.

Berikut adalah hasil pemodelan menggunakan SWMM 5.1



Gambar. 4.0. Modelling Perumahan Royal Mojosai menggunakan SWMM
Sumber : Data Analisa

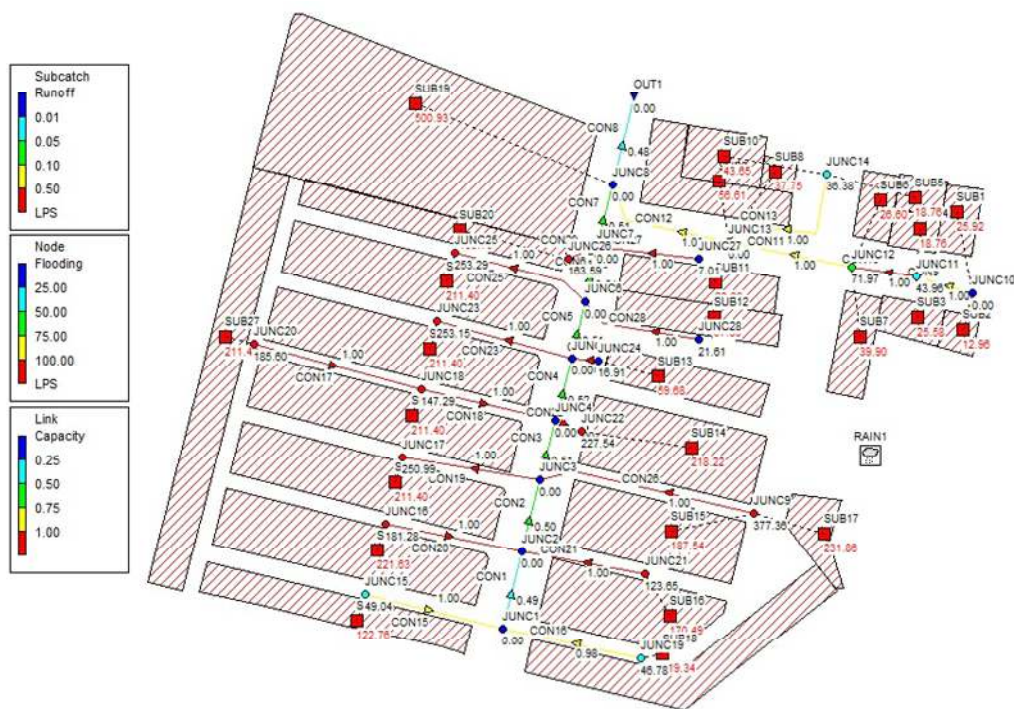
Dari hasil simulasi menggunakan program SWMM ini didapatkan hasil bahwa ada beberapa saluran drainase yang mengalami luapan, diantaranya saluran Blok RM I, saluran Blok RM II, saluran Blok RM III, saluran Blok RM IX, saluran Blok RM X, saluran Blok RM XI, saluran Blok RM XII, saluran Blok RMX V, saluran Blok RM VI dan saluran Blok RM VIII. Untuk besar debit air setiap saluran primer yang didapatkan dari hasil simulasi menggunakan SWMM. Dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 6.1. Debit Air Pada Saluran Primer

Nama Saluran		Q	Q
		(Liter/s)	(m ³ /dt)
1	Saluran Blok RM I	227,54	0,22754
2	Saluran Blok RM II	377,36	0,37736
3	Saluran Blok RM III	123,65	0,12365
4	Saluran Blok RM V	36,38	0,03638
5	Saluran Blok RM IX	163,59	0,16359
6	Saluran Blok RM X	253,29	0,25329
7	Saluran Blok RM XI	253,29	0,25329
8	Saluran Blok RM XII	147,29	0,14729
9	Saluran Blok RM XV	250,99	0,25099
10	Saluran Blok RM XVI	181,28	0,18128
11	Saluran Blok RM XVII	49,04	0,04904
12	Saluran Blok RM XVIII	185,6	0,1856
13	Sal. Saranan Pendidikan & Gym	149,84	0,14984
14	Saluran RA, RB, RF	115,93	0,11593
15	Saluran RA, RC, RD, RE	152,31	0,15231
16	Saluran RE, RH	36,38	0,03638
17	Saluran RG, RJ, & RK	28,62	0,02862

Sumber : Hasil Perhitungan

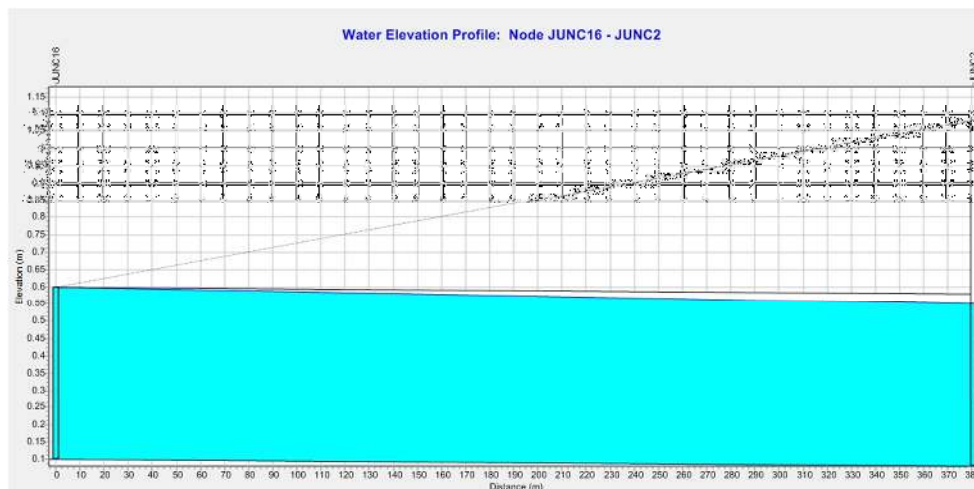
Berikut adalah hasil Running menggunakan SWMM 5.1



Gambar. 4.1. Running Perumahan Royal Mojosai menggunakan SWMM
Sumber : Hasil Analisa

Warna merah menunjukkan kondisi saluran yang mengalami limpasan karena tidak mampu menampung debit air dan untuk warna kuning menunjukkan suatu kondisi saluran yang memiliki potensi besar terjadi luapan pada saat jam puncak hujan. Salah satu faktornya adalah besarnya limpasan yang dialami dan rendahnya nilai infiltrasi pada *subcatchment* sehingga air yang mampu diserap tanah dan sisanya hanya sedikit.

Berikut adalah penampang saluran menggunakan SWMM 5.1 yang mengalami luapan atau limpasan



Gambar. 4.2. Penampang Saluran Perumahan Royal Mojosai menggunakan SWMM
Sumber : Hasil Analisa

4.3. Perencanaan Dimensi Saluran Baru

Berdasarkan hasil evaluasi saluran diketahui bahwa sebagian besar saluran yang ada saat ini tidak mampu menampung debit air limpasan dengan periode kala ulang 5 tahun, sehingga hasil evaluasi tersebut perlu direncanakan untuk dimensi saluran yang baru. Besarnya dimensi saluran baru disesuaikan dengan hasil perhitungan dan simulasi SWMM, dimensi saluran baru bisa dilihat pada tabel berikut :

Tabel 6.2. Rencana Dimensi Saluran Baru

Nama Saluran		Dimensi Saluran (m)			
		Lama		Baru	
		b	h	b	h
1	Saluran Blok RM I	0,4	0,5	0,5	0,5
2	Saluran Blok RM II	0,4	0,5	0,5	0,5
3	Saluran Blok RM III	0,4	0,5	-	-
4	Saluran Blok RM V	0,4	0,5	-	-
5	Saluran Blok RM IX	0,3	0,4	-	-
6	Saluran Blok RM X	0,3	0,4	0,4	0,5
7	Saluran Blok RM XI	0,3	0,4	0,4	0,5
8	Saluran Blok RM XII	0,3	0,4	0,4	0,5

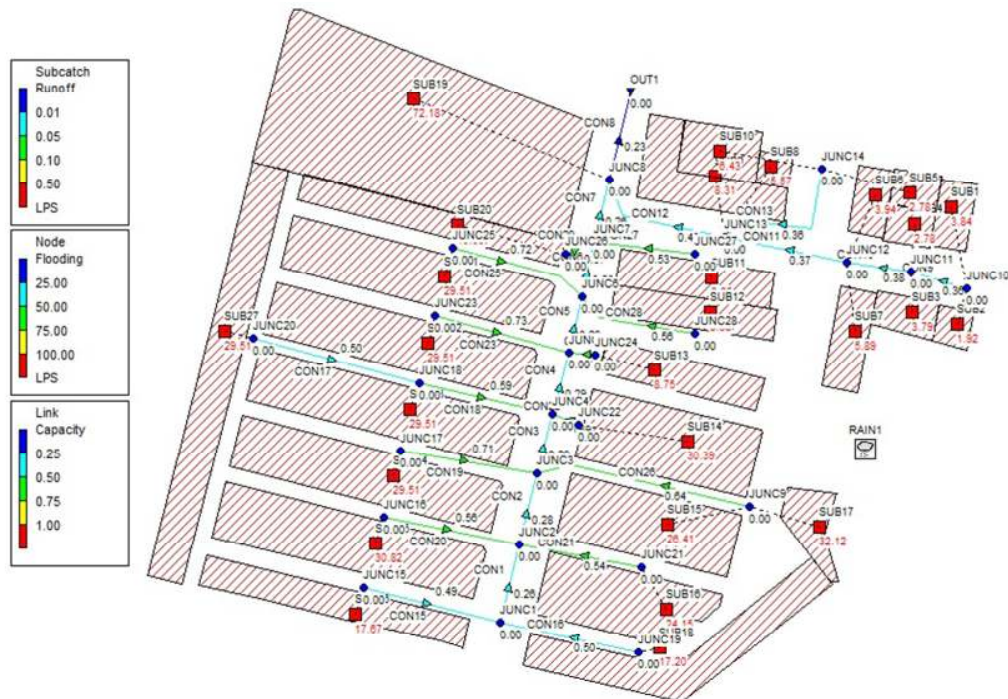
9	Saluran Blok RM XV	0,3	0,4	0,4	0,5
10	Saluran Blok RM XVI	0,4	0,5	0,5	0,5
11	Saluran Blok RM XVII	0,4	0,5	0,5	0,5
12	Saluran Blok RM XVIII	0,3	0,5	0,4	0,5
13	Sal. Saranan Pendidikan & Gym	0,4	0,5	-	-

Nama Saluran		Dimensi Saluran (m)	
		Lama	Baru
		(m)	(m)
14	Saluran RA, RB, RF	0,5	-
15	Saluran RA, RC, RD, RE	0,5	-
16	Saluran RE, RH	0,5	-
17	Saluran RG, RJ, & RK	0,5	-

Sumber : Hasil Perhitungan

Untuk detail gambar dimensi saluran drainase baru ada di lampiran gambar

Berikut adalah hasil Simulasi menggunakan SWMM 5.1



Gambar. 4.3. Running Perumahan Royal Mojosai menggunakan SWMM
Sumber : Hasil Analisa

Dari hasil simulasi menggunakan SWMM 5.1 menunjukkan bahwa saluran tidak lagi mengalami luapan debit air. Maka dimensi saluran yang dievaluasi dan diganti dengan dimensi baru telah sesuai dengan yang direncanakan.