

PENELUSURAN BANJIR MENGGUNAKAN METODE LEVEL POOL ROUTING PADA WADUK KOTA LHOKSEUMAWE

Amalia¹⁾, Wesli²⁾

¹⁾Alumni Teknik Sipil, ²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Malikussaleh
email:¹⁾ dekamok@yahoo.com, ²⁾ ir_wesli@yahoo.co.id

Abstrak

Kota Lhokseumawe merupakan suatu dataran rendah di pesisir utara Provinsi Aceh yang dipengaruhi kondisi pasang-surut air laut sehingga harus dijaga kekeringannya dengan membangun tanggul dan sistem drainase. Salah satu sistem yang dibangun untuk menanggulangi kondisi ini adalah dengan membangun tempat penampungan air sementara yang disebut waduk atau *reservoir*. Untuk mengetahui efektivitas *reservoir* sebagai bangunan pengendali banjir dilakukan dengan analisis penelusuran banjir menggunakan *Metode Level Pool Routing*. Metode ini diperlukan untuk mengetahui jumlah debit maksimum yang mampu ditampung *reservoir*. Dengan jumlah debit yang tertampung tersebut dapat dilakukan komparasi terhadap debit hasil analisis hidrologi menggunakan Metode Rasional. Metode ini diperlukan untuk memperoleh debit limpasan yang mengalir dari kota Lhokseumawe ke *reservoir*. Berdasarkan hasil analisis menggunakan *Metode Level Pool Routing*, didapatkan bahwa volume tampungan maksimum sebagai kapasitas *reservoir* adalah sebesar 1023440,987 m³ dengan jumlah debit maksimum yang ditampung oleh *reservoir* adalah sebesar 856,49 m³/det. Sedangkan debit limpasan dengan periode ulang 5 tahun yang dihitung menggunakan Metode Rasional adalah sebesar 42,17 m³/det. Dari hasil komparasi kedua metode tersebut dapat disimpulkan bahwa saat kondisi hujan *reservoir* hanya mampu menampung jumlah debit yang mengalir dari Kota Lhokseumawe selama 6,74 jam saja dengan mengasumsikan semua aliran mengalir dengan lancar.

Kata Kunci: *Banjir, Level Pool Routing, Reservoir*

1. Pendahuluan

Banjir merupakan suatu peristiwa tergenangnya suatu wilayah dengan air, baik itu air hujan, air sungai, maupun air pasang. Hal ini dapat terjadi akibat ketidakmampuan suatu saluran untuk menampung jumlah aliran air yang relatif tinggi. Salah satu cara teknis untuk mengendalikannya adalah dengan dibangunnya sebuah waduk penampungan air sementara yang biasa disebut dengan waduk atau *reservoir*. Adapun fungsi dari *reservoir* adalah untuk menampung semua air limpasan hujan, air pasang, air limbah rumah tangga, perkantoran, pusat perbelanjaan dan bangunan lainnya. Semua limbah pembuangan yang terkumpul di *reservoir* nantinya akan dialirkan ke laut melalui pintu air otomatis yang hanya bisa terbuka pada saat kondisi air laut surut.

Hubungan *reservoir* dan sistem drainase di Kota Lhokseumawe adalah pada saat datangnya musim hujan jumlah debit limpasan air hujan yang mengalir ke *reservoir* meningkat, dan kondisi air laut pun pasang. Oleh karena itu perlu dilakukannya analisa terhadap debit limpasan yang akan terjadi jika pada saat musim penghujan pintu air di *reservoir* tertutup akibat pasang tinggi. Analisa ini

diperlukan untuk mengetahui apakah besar tampungan yang dimiliki *reservoir* mampu untuk menampung seluruh jumlah air limpasan yang mengalir di saluran-saluran drainase Kota Lhokseumawe pada saat musim penghujan. Adapun analisa yang digunakan untuk kasus ini adalah analisa penelusuran aliran (*flow routing*) atau bisa disebut juga dengan penelusuran banjir (*flood routing*) jika aliran tersebut merupakan banjir dengan menggunakan metode *Level Pool Routing*, analisa untuk membangkitkan data sintetik dengan menggunakan metode Tabel Bilangan Acak dan Proses *Markov*, serta analisa hidrologi dengan menggunakan metode Rasional. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui besarnya debit yang masuk maupun keluar pada waduk sehingga diketahui keefektifannya sebagai bangunan pengendali banjir. Manfaat penelitian ini dapat menunjukkan keefektifan waduk selama jangka waduk tertentu untuk mampu menampung debit aliran pada saat musim penghujan.

2. Tinjauan Kepustakaan

2.1 Penelusuran Banjir

Menurut Kamiana (2011), yang dimaksud dengan penelusuran aliran adalah suatu cara atau teknik matematika yang digunakan untuk melacak aliran melalui sistem hidrologi. Dalam literatur lainnya, dijelaskan bahwa penelusuran aliran adalah cara atau prosedur yang digunakan untuk memperkirakan perubahan unsur-unsur aliran sebagai fungsi waktu di satu atau di beberapa titik tinjauan di sepanjang ruas sungai. Ditinjau dari titik tinjauan dan persamaan pengaturannya, teknik penelusuran aliran atau debit atau debit rencana dikelompokkan menjadi 2 yaitu penelusuran hidrologis dan penelusuran hidraulik. Menurut Chow (1988), *Flow Routing* adalah suatu cara untuk menentukan besarnya debit aliran dan waktu terjadinya debit tersebut pada suatu titik di sepanjang aliran sungai dengan menggunakan hidrograf aliran di daerah hulu titik tersebut. Jika aliran tersebut merupakan banjir (*flood*), maka disebut penelusuran banjir (*flood routing*).

2.1.1 Penelusuran elevasi genangan (*level pool routing*)

Menurut Kamiana (2011), dalam penelusuran kolam datar LPR (*Level Pool Routing*), persamaan kontinuitas yang digunakan dapat ditulis sebagai berikut:

$$\left[\frac{2S_{j+1}}{\Delta t} \mid Q_{j+1} \right] = \left[I_j \mid I_{j+1} \right] \mid \left[\frac{2S_j}{\Delta t} \mid Q_j \right] \dots\dots\dots(1)$$

Dari persamaan 1 di atas dapat dilihat:

- a. Suku di sebelah kiri sama dengan nilainya tidak diketahui
- b. Suku di sebelah kanan sama dengan nilainya diketahui

Penyelesaian suku yang belum diketahui nilainya itu memerlukan 3 fungsi yang menggambarkan hubungan antara:

- a. Ketinggian air dan tampungan (H dan S)

Hubungan antara ketinggian dan tampungan dapat ditentukan dengan mengalikan antara kedalaman air dengan luas tampungan. Seperti persamaan berikut:

$$S = A_x H \dots\dots\dots(2)$$

b. Ketinggian air dan *Outflow* (H – Q)

Hubungan antara ketinggian air dan *outflow* bergantung dari type bangunan *outflow*, seperti bendung atau *spillway*, terowongan, waduk, gorong-gorong, dan sebagainya. Adapun dalam kasus ini bangunan yang digunakan adalah berupa pintu air, maka persamaannya adalah sebagai berikut:

$$Q = Cd \times A_2 \times (2gH)^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (3)$$

c. *Outflow* dan tampungan

Untuk fungsi yang ketiga ini persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\frac{2S}{\Delta t} + Q \dots \dots \dots (4)$$

Selanjutnya setelah ketiga fungsi di atas telah didapatkan hasilnya, maka dapat dilanjutkan untuk menentukan besarnya debit limpasan maksimum dan debit total *reservoir* dengan menggunakan persamaan-persamaan di bawah ini:

$$\left[\frac{2S_{j+1}}{\Delta t} - Q_{j+1} \right] = \left[\frac{2S_{j-1}}{\Delta t} + Q_{j-1} \right] - 2Q_{j-1} \dots \dots \dots (5)$$

$$Q_{\text{maksimum}} = Q_{\text{inflow Maksimum}} - Q_{\text{outflow Maksimum}} \dots \dots \dots (6)$$

$$Q_{\text{total}} = \text{Total debit in-flow} - \text{Total debit out-flow} \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan:

- S = Tampungan (*storage*) (m³)
- Q = Debit *out-flow* (m³/det)
- t = Selang waktu (det)
- I = Debit *in-flow* (m³/det)
- j = Indeks
- A₁ = Luas *reservoir*
- A₂ = Luas penampang bukaan (m²)
- H = Elevasi muka air *reservoir* (m)
- g = Gaya gravitasi bumi (9,8 m/dt²)
- Cd = Koefisien debit 0,62 (Triatmodjo, 1993)

2.1.2 Kurva massa (*mass curve*)

Menurut Suyono (1976), kurva massa adalah kurva hubungan antara curah hujan dengan satuan waktu. Curah hujan daerah pada suatu waktu tertentu dalam daerah yang bersangkutan, dapat ditentukan dari kurva massa ini. Jika di daerah yang bersangkutan terdapat beberapa buah pos pengamatan curah hujan, maka kesalahan-kesalahan pengamatan dapat diketahui dari bentuk kurva massa pos-pos tersebut yang digambar bersama-sama pada sebuah sistem koordinat. Dari kurva massa dapat ditentukan juga debit aliran limpasan yang terjadi pada *reservoir*, melalui hubungan debit *in-flow* dan *out-flow* dengan satuan waktu.

2.2 Analisis Hidrologi

2.2.1 Debit aliran

Menurut Triatmodjo (1993), debit aliran adalah jumlah zat cair yang mengalir melalui tampang lintang aliran tiap satuan waktu dan diberi notasi Q. Debit aliran biasanya diukur dalam volume zat cair tiap satuan waktu. Untuk menentukan besarnya debit aliran digunakan persamaan berikut:

$$Q = A \times V \dots\dots\dots(8)$$

Untuk menghitung besarnya kecepatan aliran yang terjadi dapat digunakan persamaan *manning* sebagai berikut:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(9)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots(10)$$

Keterangan:

- Q = Debit aliran (m³/det)
- V = Kecepatan aliran (m/det)
- A = Luas penampang basah (m²)
- R = Jari-jari hidraulis (m)
- I = Kemiringan saluran (m)
- P = Keliling penampang basah(m)
- n = Koefisien manning

2.2.2 Analisis curah hujan rencana

Menurut Chow (1992), perhitungan curah hujan rencana dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$X_T = \bar{X} + K \cdot S_D \dots\dots\dots(11)$$

Keterangan:

- X_T = Tinggi curah hujan rencana dengan periode ulang T tahun (mm)
- \bar{X} = Rata-rata tinggi curah hujan (mm)
- S_D = Simpangan baku dari data tinggi curah hujan
- K = Faktor frekuensi sesuai dengan distribusi frekuensi

2.2.3 Koefisien aliran

Menurut Wesli (2008), koefisien aliran (*runoff coefficient*) adalah perbandingan antara jumlah air hujan yang mengalir atau melimpas di atas permukaan tanah (*surface runoff*) dengan jumlah air hujan yang jatuh dari atmosfer. Koefisien aliran dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots\dots\dots(12)$$

Keterangan:

- A_i = Luas lahan dengan penutup tanah i
- C_i = Koefisien aliran permukaan (*runoff*) jenis penutup i
- n = Jumlah jenis penutup lahan

2.2.4 Waktu konsentrasi

Menurut Wesli (2008), waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir suatu saluran. Waktu konsentrasi dapat ditentukan berdasarkan panjang saluran yang dilalui aliran dan kemiringan saluran, seperti yang ditunjukkan pada persamaan *Kirpich* berikut ini:

$$T_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \dots\dots\dots(13)$$

Keterangan:

- T_c = Waktu konsentrasi (jam)
- L = Panjang lintasan aliran dari titik terjauh sampai titik tinjauan (Km)
- S = Kemiringan rata-rata daerah aliran air

2.2.5 Intensitas Hujan

Menurut Loebis (1992), intensitas hujan dapat ditentukan secara empiris berdasarkan data hujan jangka pendek, diantaranya dengan menggunakan metode Talbot, Ishiguro, dan Sherman. Namun apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, penentuan intensitas hujan dapat didasarkan pada data hujan harian yaitu dengan menggunakan metode Mononobe sebagaimana ditunjukkan dalam bentuk persamaan sebagai berikut:

$$I = \frac{X_{24}}{24} \left(\frac{24}{T_c} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(14)$$

Keterangan:

- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- X₂₄ = Curah hujan maksimum harian selama 24 jam (mm)
- T_c = Waktu konsentrasi (jam)

2.2.6 Metode Rasional

Menurut Suripin (2004), penggunaan Metode Rasional pada daerah pengaliran dengan beberapa sub daerah pengaliran dapat dilakukan dengan pendekatan nilai koefisien aliran gabungan atau rata-rata dan intensitas hujan dihitung berdasarkan waktu konsentrasi yang terpanjang. Besarnya debit limpasan dapat ditentukan dengan Metode Rasional berdasarkan pada hubungan rasional antara air hujan dengan limpasannya yang diformulasikan dalam bentuk persamaan sebagai berikut:

$$Q = 0,278 . C . I . A \dots\dots\dots(15)$$

Keterangan:

- Q = Debit puncak limpasan permukaan (m³/det)
- C = Koefisien pengaliran (tanpa dimensi)
- A = Luas daerah pengaliran (Km²)
- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

3 Metode Penelitian

Data yang diperoleh terdiri dari pengamatan langsung di lapangan. Data-data penunjang lainnya diperoleh dari studi literatur. Data primer yang digunakan adalah data hubungan kedalaman aliran dengan waktu yang diperoleh dari penelitian di lapangan, serta data topografi dan data kontur.

3.1 Pengolahan data dengan Metode *level pool routing* (LPR)

Pengolahan data yang pertama adalah menghitung debit *Inflow* yang masuk ke *reservoir* dengan menggunakan data hubungan waktu dengan kedalaman aliran sehingga diperoleh data baru yaitu data hubungan waktu dengan debit *Inflow*, selanjutnya adalah pengolahan data topografi dan kontur sehingga didapatkan data hubungan *storage* dengan debit *outflow*. Kemudian, dengan menggunakan data hubungan *storage* dengan debit *outflow* dan disertai data hubungan waktu dengan debit *in-flow* yang ada, maka dapat dihitung debit limpasan maksimum dengan menggunakan konsep perhitungan *Flow Routing* yaitu Metode *Level Pool Routing* (LPR) (Chow, 1988). Konsep ini menghasilkan sebuah rumus debit limpasan pada *reservoir* dimusim penghujan.

3.2 Pengolahan data dengan Metode rasional

Analisis hidrologi dengan menggunakan Metode Rasional yang di dukung dengan perhitungan analisis frekuensi, distribusi probabilitas, dan pengujian distribusi probabilitas sehingga menghasilkan jumlah debit rencana yang mengalir ke *reservoir*.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Penelusuran banjir

4.1.1 Debit aliran

Berdasarkan dengan data hasil pengukuran hubungan kedalaman aliran dengan waktu, debit aliran yang masuk ke dalam *reservoir* atau bisa dikatakan dengan debit *inflow* diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hubungan debit *inflow* dengan waktu

No.	Waktu (menit)	Debit <i>Inflow</i>	Waktu (menit)	Debit <i>Inflow</i>
1	0	0,00	690	24,93
2	30	1,40	720	25,48
3	60	1,98	750	23,84
4	90	2,63	780	22,25
5	120	3,35	810	20,66
6	150	4,23	840	19,02
7	180	4,98	870	17,65
8	210	5,90	900	16,13
9	240	6,82	930	14,67
10	270	7,86	960	13,24
11	300	8,87	990	11,92
12	330	9,96	1020	10,63
13	360	11,05	1050	9,39
14	390	12,27	1080	8,26
15	420	13,48	1110	7,12
16	450	14,76	1140	5,99
17	480	15,93	1170	5,02
18	510	17,27	1200	4,08
19	540	18,62	1230	3,22
20	570	20,08	1260	2,47
21	600	21,36	1290	1,74
22	630	22,80	1320	1,12
23	660	24,32	1350	0,00

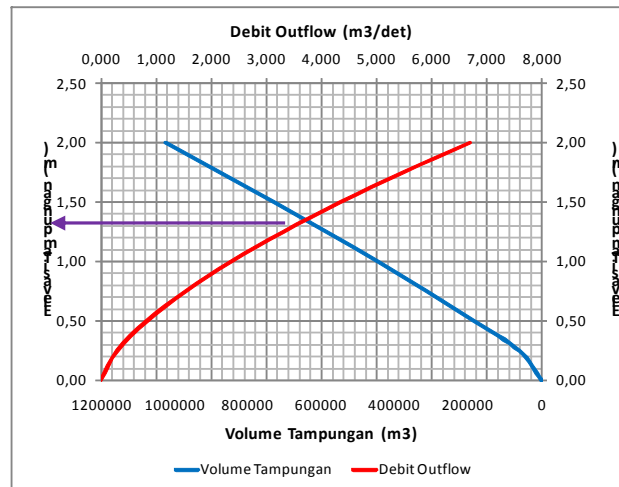
4.1.2 Karakteristik hubungan *reservoir* – *outflow*

Berdasarkan hasil perhitungan, karakteristik hubungan antara *reservoir* – *outflow* dapat diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Karakteristik hubungan *reservoir* – *outflow*

No.	Elev. Genangan (H) m	Debit <i>Outflow</i> (Q) m ³ /det	Storage (S) m ³	(2S/Δt+Q) m ³ /det
1	0,00	0,000	0,000	0
2	0,25	0,296	60507,875	68
3	0,50	0,838	183834,988	205
4	0,75	1,540	311858,190	348
5	1,00	2,372	445759,718	498
6	1,25	3,314	585292,830	654
7	1,50	4,357	728270,630	814
8	1,75	5,490	874391,080	977
9	2,00	6,708	1023440,987	1144
10	2,25	8,004	0,000	0

Berdasarkan dari data pengukuran yang didapat di lapangan dan didukung dengan analisis lanjut sebagaimana yang hasilnya telah diperlihatkan pada Tabel 2 maka hubungan karakteristik antara *reservoir* – *outflow* dapat digambarkan dalam bentuk grafik seperti yang diperlihat pada gambar 1.



Gambar 1 Grafik hubungan elevasi dengan tampungan dan debit *outflow*

4.1.3 Flood routing debit *outflow*

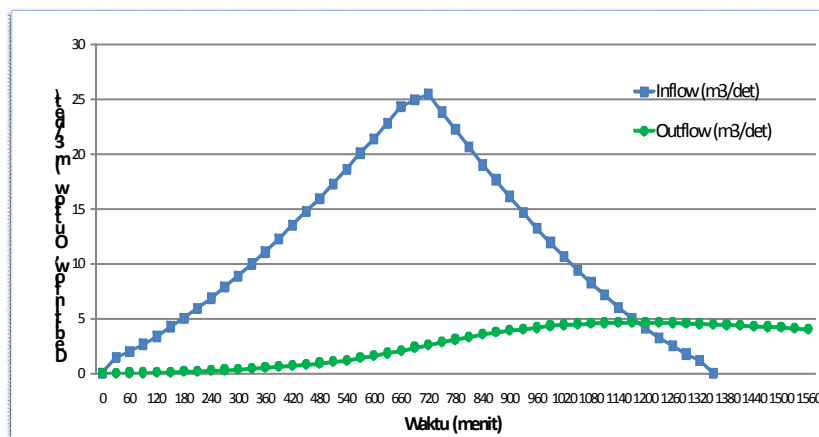
Berdasarkan hasil perhitungan karakteristik hubungan *reservoir* – *outflow* pada Tabel 2, maka hasil perhitungan debit *outflow* dengan menggunakan Metode *Level Pool Routing* (LPR) diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Flood routing debit *outflow*

Indeks j	Waktu (menit)	Inflow (m ³ /det)	(I _j + I _{j+1}) (m ³ /det)	(2S _j /Δt - Q _j) (m ³ /det)	(2S _{j+1} /Δt + Q _{j+1}) (m ³ /det)	Outflow (m ³ /det)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	0	0	0	0,00	0,00	0,00
2	30	1,40	1,40	1,39	1,40	0,006
3	60	1,98	3,38	4,73	4,77	0,021
4	90	2,63	4,61	9,25	9,34	0,041
5	120	3,35	5,98	15,10	15,23	0,067
6	150	4,23	7,58	22,48	22,68	0,100
7	180	4,98	9,21	31,41	31,69	0,139
8	210	5,90	10,88	41,92	42,29	0,186
9	240	6,82	12,72	54,16	54,64	0,240
10	270	7,86	14,68	68,24	68,84	0,302

11	300	8,87	16,73	84,22	84,97	0,373
12	330	9,96	18,83	102,15	103,05	0,452
13	360	11,05	21,01	122,08	123,16	0,541
14	390	12,27	23,32	144,12	145,40	0,638
15	420	13,48	25,75	168,47	169,87	0,700
16	450	14,76	28,24	195,10	196,71	0,805
17	480	15,93	30,69	223,95	225,79	0,920
18	510	17,27	33,20	255,06	257,15	1,044
19	540	18,62	35,89	288,60	290,95	1,177
20	570	20,08	38,70	324,42	327,30	1,438
21	600	21,36	41,44	362,61	365,86	1,628
22	630	22,80	44,16	403,11	406,77	1,829
23	660	24,32	47,12	446,14	450,23	2,042
24	690	24,93	49,25	490,68	495,39	2,359
25	720	25,48	50,41	535,86	541,09	2,613
26	750	23,84	49,32	579,46	585,18	2,858
27	780	22,25	46,09	619,39	625,55	3,082
28	810	20,66	42,91	655,73	662,30	3,286
29	840	19,02	39,68	688,27	695,41	3,567
30	870	17,65	36,67	717,45	724,94	3,745
31	900	16,13	33,78	743,43	751,23	3,904
32	930	14,67	30,80	766,14	774,23	4,043
33	960	13,24	27,91	785,72	794,05	4,163
34	990	11,92	25,16	802,20	810,88	4,339
35	1020	10,63	22,55	815,89	824,75	4,430
36	1050	9,39	20,02	826,91	835,91	4,503
37	1080	8,26	17,65	835,44	844,56	4,559
38	1110	7,12	15,38	841,62	850,82	4,600
39	1140	5,99	13,11	845,48	854,73	4,625
40	1170	5,02	11,01	847,22	856,49	4,637
41	1200	4,08	9,10	847,05	856,32	4,636
42	1230	3,22	7,30	845,10	854,35	4,623
43	1260	2,47	5,69	841,59	850,79	4,600
44	1290	1,74	4,21	836,67	845,80	4,567
45	1320	1,12	2,86	830,47	839,53	4,526
46	1350	0,00	1,12	822,65	831,59	4,474
47	1380	0,00	0,00	813,81	822,65	4,416
48	1410	0,00	0,00	805,10	813,81	4,359
49	1440	0,00	0,00	796,49	805,10	4,302
50	1470	0,00	0,00	788,00	796,49	4,246
51	1500	0,00	0,00	779,62	788,00	4,190
52	1530	0,00	0,00	771,35	779,62	4,136
53	1560	0,00	0,00	763,30	771,35	4,026

Berdasarkan hasil perhitungan *flow routing* pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa besar debit tampungan maksimum adalah sebesar 856,49 m³/det (kol.6 J.40), dan besar debit *outflow* maksimum adalah sebesar 4,637 m³/det (kol.7 J.40), maka hidrograf *outflow* dan *inflow* dapat disajikan dalam bentuk grafik seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.



Gambar 2 Hidrograf *Outflow* dan *Inflow*

4.2 Analisis hidrologi

4.2.1 Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan selama 25 tahun seperti diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Rekapitulasi data curah hujan tahunan

No.	Tahun	Curah Hujan (mm)	Tahun	Curah Hujan (mm)
1	1988	305,2	2001	358,0
2	1989	407,9	2002	134,4
3	1990	478,7	2003	165,7
4	1991	321,5	2004	225,1
5	1992	216,7	2005	412,8
6	1993	259,9	2006	231,2
7	1994	388,1	2007	285,6
8	1995	271,3	2008	402,1
9	1996	411,5	2009	428,1
10	1997	437,3	2010	294,5
11	1998	440,2	2011	283,3
12	1999	329,1	2012	306,0
13	2000	696,7		

Berdasarkan metode Gumbel, data yang digunakan dalam analisis merupakan data curah hujan. Data curah hujan ini diperlukan menentukan tinggi curah hujan rata-rata (X) dan standar deviasi (S_D) sebagai pendukung untuk melaksanakan tahapan perhitungan selanjutnya dalam analisis hidrologi. Berdasarkan hasil perhitungan, didapat nilai X sebesar 339,64 mm dan S_D sebesar 117,33 mm.

4.2.2 Uji distribusi probabilitas

Berdasarkan tahapan-tahapan perhitungan pengujian distribusi didapatkan nilai P maksimum sebesar 0,05 dan P kritis sebesar 0,27. Berdasarkan syarat yang berlaku yaitu P maksimum lebih kecil dari P kritis, maka distribusi probabilitas Gumbel dapat diterima untuk menganalisis data hujan.

4.2.3 Analisis curah hujan rencana

Analisis curah hujan dapat dihitung sesuai dengan periode ulang yang dibutuhkan. Dalam penelitian ini, analisis curah hujan dihitung dengan periode ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50 dan 100 tahun.

Tabel 5 Curah hujan rencana

No.	Periode Ulang, T (Tahun)	S_n	Y_n	Y_t	k	X_i	S_D	X_T (mm)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	1,0915	0,5309	0,3668	-0,150	339,64	117,33	322,00
2	5	1,0915	0,5309	1,5004	0,888	339,64	117,33	443,86
3	10	1,0915	0,5309	2,2510	1,576	339,64	117,33	524,54
4	20	1,0915	0,5309	2,9709	2,235	339,64	117,33	601,93
5	25	1,0915	0,5309	3,1993	2,445	339,64	117,33	626,48
6	50	1,0915	0,5309	3,9028	3,089	339,64	117,33	702,10
7	100	1,0915	0,5309	4,6012	3,729	339,64	117,33	777,17

4.2.4 Koefisien aliran

Berdasarkan data topografi yang berupa gambar peta Kota Lhokseumawe dengan skala 1:1 dimana terbagi atas blok 1, blok 2, dan blok 3, dapat ditentukan luas lahan dengan menggunakan bantuan Software AutoCad, didapat nilai koefisien dari blok 1 adalah sebesar 0,62, blok 2 sebesar 0,70, dan blok 3 sebesar 0,75.

4.2.5 Waktu konsentrasi

Waktu konsentrasi di tentukan dengan mengetahui panjangnya jarak tempuh aliran dan kemiringan saluran. Jarak tempuh aliran diperoleh dengan mengukur panjang saluran dari titik terjauh sampai ke titik pengukuran dengan menggunakan bantuan peta topografi dan Software AutoCad. Sedangkan untuk data kemiringan saluran telah diperoleh dari PT. Jaya Konstruksi. Waktu konsentrasi (T_c) yang diperoleh dari blok 1 adalah sebesar 3,24 jam, blok 2 sebesar 1,78 jam dan blok 3 sebesar 1,26 jam.

4.2.6 Intensitas hujan

Intensitas hujan dihitung berdasarkan rumus mononobe. Dimana dalam penelitian ini akan dihitung intensitas hujan untuk periode ulang 5 tahun. Intensitas hujan rata-rata yang diperoleh adalah sebesar 102,32 mm/jam.

4.2.8 Debit rencana

Debit limpasan atau debit rencana dalam penelitian ini dihitung dengan menggunakan Metode Rasional. Hasil perhitungan debit total limpasan yang di dapat dengan periode ulang 5 tahun dari ketiga blok sistem drainase di Kota Lhokseumawe adalah sebesar 42,17 m³/det.

4.2.9 Kapasitas waduk

Hasil perhitungan dari penelusuran banjir dan analisis hidrologi dapat diketahui bahwa waduk atau *reservoir* mampu untuk menampung jumlah debit yang mengalir terus-menerus dari Kota Lhokseumawe pada saat terjadinya hujan dengan jangka waktu maksimum adalah selama 6,74 jam.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil analisis penelusuran banjir dan analisis hidrologi, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Waduk Lhokseumawe dengan luas sebesar 60 hektar memiliki volume maksimum sebesar 1023440,987 m³, dengan debit *inflow* maksimum adalah sebesar 25,48 m³/det, debit *outflow* maksimum sebesar 4,637 m³/det serta jumlah tampungan maksimum yang dimiliki oleh *reservoir* adalah sebesar 856,49 m³/det.
2. Dalam melakukan analisis hidrologi untuk mengetahui besarnya debit aliran digunakan periode ulang 5 tahun yang meliputi atas 3 blok sistem drainase di Kota Lhokseumawe dimana blok 1 seluas 1,017 km², blok 2 seluas 0,624 km², dan blok 3 seluas 0,575 km² dengan intensitas hujan sebesar 102,32 mm/jam, sehingga diketahui jumlah total debit yang mengalir ke *reservoir* adalah sebesar 42,17 m³/det.

3. Waduk mampu untuk menampung jumlah debit yang mengalir dari Kota Lhokseumawe pada saat kondisi hujan dengan jangka waktu maksimum adalah selama 6,74 jam. Dengan jangka waktu maksimum tersebut dapat diketahui pula bahwa pada saat kondisi hujan secara terus-menerus tanpa adanya proses *outflow* yang mengakibatkan volume tampungan di *reservoir* semakin bertambah dan penuh, maka akan memungkinkan terjadinya limpasan balik ke saluran-saluran primer dan sekunder yang nantinya mengakibatkan banjir atau genangan di daerah sekitaran *reservoir*.

5.2 Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian dan kesimpulan di atas dapat diberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Dalam penelitian ini diasumsikan bahwa semua air yang mengalir dalam keadaan lancar sehingga faktor-faktor penghambat aliran seperti sampah dan sedimentasi tidak diperhitungkan. Selain itu, jumlah curah hujan yang terjadi di *reservoir* dan air yang tertampung di dalamnya pada saat tidak terjadi hujan juga tidak diperhitungkan. Oleh karena itu diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menentukan jumlah debit yang tertampung, agar saat terjadinya pendangkalan pada saluran dan tampungan akibat sedimentasi dapat dilakukan penanggulangan yang berupa pengangkatan sedimentasi secara berkala sehingga kapasitas tampungan tetap terjaga, aman dari peluapan dan efektif sebagai bangunan pengendali banjir.
2. Sebaiknya untuk menjaga keefektifan *reservoir* sebagai salah satu bangunan pengendali banjir di Kota Lhokseumawe agar terus berdampak positif dan aman dari banjir, penduduk setempat harus selalu menjaga kebersihan sistem drainase dari tumpukan sampah yang mengakibatkan pendangkalan dan penyumbatan pada saluran.

Daftar Kepustakaan

- Chow, V.T., Maidment, David R., Mays, Larry W., 1988, *Applied Hydrology*, Mcgraw-Hill International Editions.
- Chow, V.Te, 1992, *Hidrolika Saluran Terbuka*, terjemahan Nensi Rosalina, Erlangga, Jakarta.
- Kamiana, I Made, 2011, *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Loebis, Joesron, 1992, *Banjir Rencana untuk Bangunan Air*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Suripin, 2004, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Suyono, Sosrodarsono., Takeda, Kensaku, 1976, *Hidrologi untuk Pengairan*, PT. PragnyaParamita, Jakarta.
- Triatmodjo, Bambang., 1993, *Hidrolika II*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Wesli, 2008, *Drainase Perkotaan*, Graha Ilmu, Yogyakarta.