

PILIHAN TEKNOLOGI SALURAN SIMPANG BESI TUA– PANGLIMA KAOM PADA SISTEM DRAINASE WILAYAH IV KOTA LHOKSEUMAWE

Wesli

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Malikussaleh
email: ir_wesli@yahoo.co.id

Abstrak

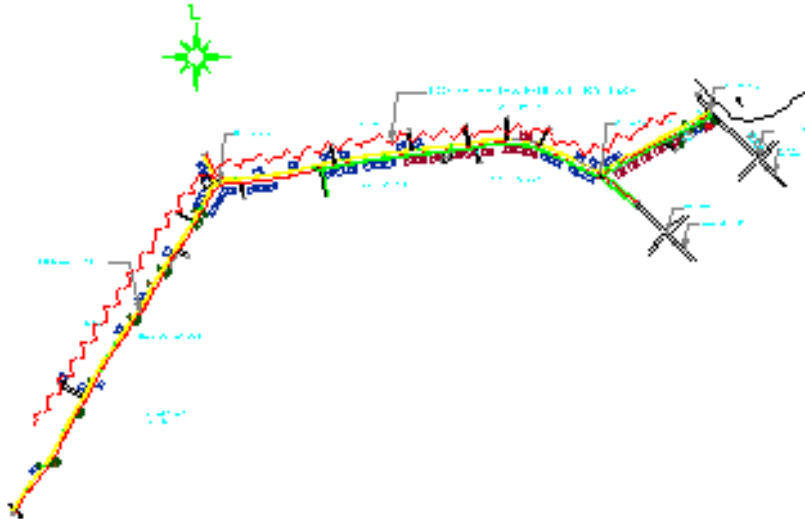
Kota Lhokseumawe mempunyai dataran yang cenderung landai dengan kemiringan lereng 0,0002 hal ini menyebabkan pengaliran air cenderung lambat (kecepatan rendah) sehingga pada daerah layanan yaitu sekitar desa Ujong Blang sering terjadi banjir setiap tahunnya bahkan pada hampir setiap terjadinya hujan. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan penelitian untuk menentukan pilihan teknologi yang tepat agar kejadian banjir dapat direduksi. Analisis hidrologi dilakukan berdasarkan data hujan series selama 10 tahun dengan uji kecocokan data menggunakan metode distribusi Smirnov-Kolmogorov. Analisa hidrolika dilakukan untuk design penampang saluran dan potongan memanjang direncanakan dengan cara luncuran karena kemiringan pada lokasi penelitian cenderung datar, hal ini dilakukan untuk mendapatkan kemiringan yang cukup dalam upaya meningkatkan kecepatan aliran. Hasil penelitian menggambarkan bahwa melalui pembagian zoning (pembagian zona) menjadi 3 bagian yaitu pada STA P1 sampai P8 disebut dengan Section III, dari STA P8 sampai P 16 disebut dengan Section II, dan dari STA P16 sampai P 26 disebut Section I dibuat luncuran dasar saluran dengan kemiringan 0,001. Dan permukaan saluran dinaikkan setinggi 20 cm dari dasar saluran sehingga pada pada zoning yang satu dengan zoning yang lain terjadi perbedaan kedalaman dasar saluran sebesar 20-35 cm. Dengan adanya perbedaan tinggi ini nantinya perlu pemeliharaan secara berkala agar fungsi saluran tetap maksimal.

Kata Kunci : *Pilihan Teknologi, Tampang ekonomis*

1. Pendahuluan

Kota Lhokseumawe mempunyai luasan sebesar 181,10 km² meliputi 4 kecamatan yaitu kecamatan Muara Satu, kecamatan Muara dua, kecamatan Banda Sakti dan kecamatan dan kecamatan Blang Mangat. Saluran Simping Besi Tua-Panglima Kaom terletak di kecamatan Banda Sakti dengan panjang 1350 m dan luas daerah layanan 0,65 km² mempunyai kemiringan lereng 0,0002. Pada daerah layanan yaitu sekitar desa Ujong Blang sering terjadi banjir setiap tahunnya bahkan pada hampir setiap terjadinya hujan. Pengaliran air di daerah layanan bermuara ke Sistem Tando IV yang berada di desa Ulee Jalan sejarak 3000 m dari hulu saluran yang ditinjau. Pada penelitian ini saluran dibagi dalam 27 STA dengan jarak masing-masing STA sebesar 50 m dengan tujuan penyederhanaan analisis sehingga penentuan pilihan teknologi pada setiap STA mempunyai akurasi yang lebih tepat di mana STA P₀ berada pada bagian hulu dan STA P₂₇ berada pada bagian hilir saluran. Layout pembagian zona pada lokasi penelitian seperti diperlihatkan pada Gambar 1

Permasalahan umum pada sistem drainase kota Lhokseumawe adalah kelandaian lereng yang sangat kecil berkisar dari 0,0001 sampai 0,00025 dan ketinggian dataran dari muka air laut hanya 1,75 m sehingga kecepatan aliran menjadi rendah. Selain itu banyaknya sampah pada saluran juga merupakan faktor penyebab terjadinya banjir. Pada penelitian ini dilakukan pilihan teknologi dengan membuat luncuran-luncuran pada STA tertentu dengan tujuan memperbesar kelandaian pada saluran yang diharapkan dapat meninggikan kecepatan aliran khususnya pada saat hujan agar limpasan permukaan dapat direduksi sekecil mungkin.



Gambar 1 Layout Lokasi Penelitian

2. Tinjauan Kepustakaan

2.1 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi bertujuan untuk menentukan debit yang dilakukan melalui analisis hujan rencana, intensitas hujan dan debit aliran. Menurut Wesli (2008), hujan rencana yang dimaksud adalah hujan harian maksimum yang akan digunakan untuk menghitung intensitas hujan, kemudian intensitas hujan ini digunakan untuk mengestimasi debit rencana. Hujan rencana dapat dihitung secara statistik berdasarkan data curah hujan terdahulu.

2.2 Periode ulang (return period)

Menurut Asdak (1995), periode ulang adalah periode waktu rata-rata yang diharapkan terjadi antara dua kejadian yang berurutan. Periode ulang (T_r) biasanya diprakirakan dari data curah hujan serial tahunan dengan bentuk persamaan:

$$T_r = \frac{n+1}{m} \dots\dots\dots (1)$$

di mana:

- T_r = Periode ulang (tahun)
- n = Periode data debit yang tercatat
- m = Jumlah kejadian, apabila disusun mulai yang terbesar sampai yang terkecil

Hujan rencana dapat dihitung secara statistik berdasarkan data curah hujan terdahulu dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$R_r = \bar{R} + K.S_d \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{n - 1}} \quad \dots\dots\dots (4)$$

di mana :

- R_r = Hujan rencana periode ulang T tahun (mm)
- \bar{R} = Hujan harian tahunan maksimum rata-rata (mm)
- K = Faktor frekwensi untuk periode ulang T tahun sesuai dengan tipe sebaran data hujan
- S_d = Standar deviasi
- R_i = Hujan harian maksimum tahun ke i

2.3 Uji kecocokan distribusi Smirnov-Kolmogorov

Menurut Wesli (2008), uji kecocokan distribusi Smirnov-Kolmogorov sering juga disebut uji kecocokan no parametrik (*non parametric test*), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Prosedur untuk uji Smirnov-kolmogorov ini dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Urutkan data dari besar ke kecil dan tentukan peluang dan masing-masing data tersebut dengan menggunakan rumus:

$$p = \frac{m}{n+1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (5)$$

di mana:

- P = Probabilitas (%)
- m = Nomor urut data setelah diurut dari besar ke kecil
- n = Jumlah tahun data

- b. Tentukan peluang teoritis untuk masing-masing data tersebut berdasarkan persamaan distribusinya:

c.

$$P' = \frac{1}{T} \quad \dots\dots\dots (6)$$

- d. Dari kedua nilai peluang tersebut, tentukan selisih terbesar antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis:

$$D = \text{maksimum} [P(Q_{maks}) - P'(Q_{maks})] \quad \dots\dots\dots (7)$$

- e. Berdasarkan tabel untuk nilai kritis Smirnov-Kolmogorov ditentukan harga Do.

- f. Apabila D lebih kecil dari Do maka distribusi yang digunakan untuk menentukan debit rencana dapat diterima, sebaliknya jika harga D lebih besar dari Do, maka distribusi yang digunakan untuk menentukan debit rencana tidak diterima.

2.4 Intensitas Hujan Maksimum Periode Ulang T Tahun

Menurut Sosrodarsono (1997) intensitas hujan ialah ketinggian hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu air hujan terkonsentrasi. Biasanya intensitas hujan dihubungkan dengan durasi hujan jangka pendek misalnya 5 menit, 30 menit, 60 menit dan jam-jaman. Data curah hujan jangka pendek ini hanya dapat diperoleh dengan menggunakan alat pencatat hujan otomatis. Di Indonesia alat ini sangat sedikit dan jarang, yang banyak digunakan adalah alat pencatat hujan biasa yang mengukur hujan 24 jam atau disebut hujan harian. Menurut Soemarto (1993) apabila yang tersedia hanya data hujan harian ini maka intensitas hujan dapat diestimasi dengan menggunakan rumus Mononobe seperti berikut:

$$I_T = \frac{R_{24T}}{24} \left(\frac{24}{T_c}\right)^{2/3} \dots\dots\dots (8)$$

di mana:

- I_T = Intensitas hujan maksimum periode ulang T tahun (mm/jam)
- R_{24T} = Curah hujan harian maksimum dalam 24 jam pada periode ulang T tahun (mm)
- T_c = Waktu konsentrasi (jam)

Besarnya waktu konsentrasi (T_c) ditentukan oleh panjang saluran yang dilalui aliran dan kemiringan saluran, seperti ditunjukkan oleh persamaan:

$$T_c = 0.00013 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \dots\dots\dots (9)$$

di mana:

- T_c = waktu konsentrasi (jam);
- L = Panjang jarak dari tempat terjauh didaerah aliran sampai tempat pengamatan banjir, di ukur menurut jalannya sungai (km)
- S = Perbandingan dari selisih tinggi antara tempat terjauh dan tempat pengamatan, diperkirakan sama dengan kemiringan rata-rata dari daerah aliran.

2.5 Debit Aliran

Menurut Wesli (2008), ada banyak rumus rasional yang dibuat secara empiris yang dapat menjelaskan hubungan antara hujan dengan limpasannya diantaranya adalah:

$$Q = 0,278.C .I .A \dots\dots\dots (10)$$

di mana:

- Q = Debit (m³/det)
- C = Koefisien aliran
- I = Intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)
- A = Luas daerah aliran (km²)

2.6 Penampang Melintang

Menurut Triatmodjo B (1995) bahwa kecepatan akan bertambah dengan jari-jari hidraulis sehingga untuk luas tampang basah tertentu debit akan maksimum apabila nilai R=A/P maksimum atau keliling basah minimum.

Untuk menentukan penampang saluran maka dapat digunakan persamaan debit saluran:

$$Q = A.V \dots\dots\dots (11)$$

Sementara untuk menentukan kecepatan aliran (V) dapat digunakan persamaan Manning:

$$V = \frac{1}{n} . R^{2/3} I^{1/2} \dots\dots\dots (12)$$

Sehingga luas penampang saluran menjadi:

$$A = \frac{Q}{\frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2}} \dots\dots\dots (13)$$

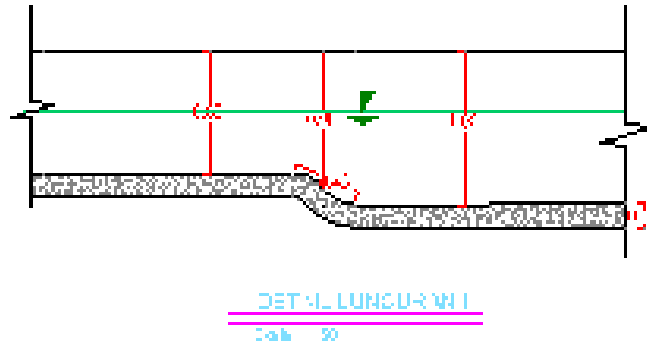
di mana:

- Q = Debit (m³/det)
- A = Koefisien aliran
- V = Intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)
- n = Luas daerah aliran (km²)
- R = Debit (m³/det)
- I = Koefisien aliran

3 Metode Penelitian

Penelitian dilakukan melalui analisis hidrologi berdasarkan data hujan series selama 10 tahun untuk mendapatkan besaran debit yang akan dialirkan. Untuk memastikan bahwa sebaran data tersebar dalam distribusi normal maka dilakukan uji kecocokan data dengan metode distribusi Smirnov-Kolmogorov sering juga disebut uji kecocokan no parametrik (*non parametric test*). Metode Smirnov Kolmogorov membandingkan nilai D0 yang diperoleh berdasarkan tabel nilai kritis Smirnov-Kolmogorov dengan nilai D yang diperoleh dari perhitungan. Apabila nilai D lebih kecil dari Do maka distribusi yang digunakan untuk menentukan debit rencana dapat diterima, sebaliknya jika harga D lebih besar dari

Do, maka distribusi yang digunakan untuk menentukan debit rencana tidak dapat diterima.



Gambar 2 Luncuran Saluran Pada Arah Memanjang Saluran

Analisa hidrolika dilakukan untuk design penampang saluran dan potongan memanjang direncanakan dengan cara luncuran karena kemiringan pada lokasi penelitian cenderung datar, hal ini dilakukan untuk mendapatkan kemiringan yang cukup dalam upaya meningkatkan kecepatan aliran seperti diperlihatkan pada Gambar 2.

4 Analisis dan Pembahasan

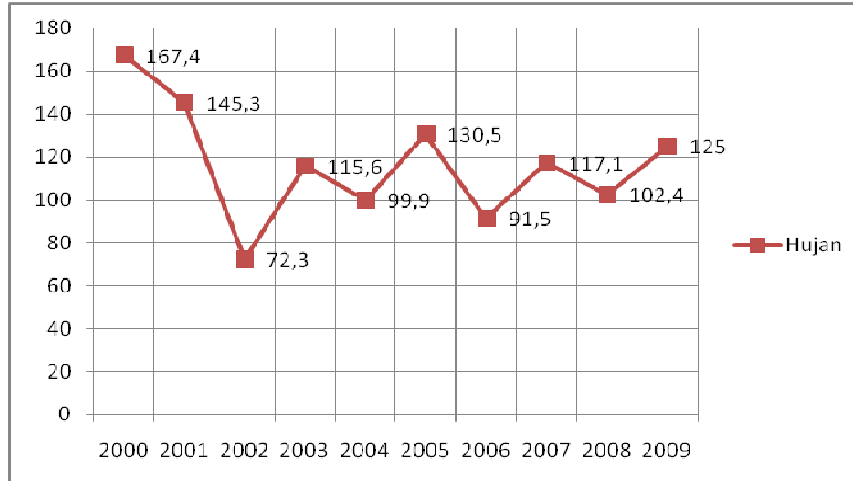
4.1 Intensitas Hujan Periode Ulang

Data hujan selama 10 tahun sejak tahun 2000 sampai dengan tahun 2009 diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika Stasiun Meteorologi Lhokseumawe. Pengolahan data hujan seperti diperlihatkan pada Tabel 1

Tabel 1 Data Hujan Selama 10 Tahun Dari Tahun 2000 – 2009

TAHUN	R	R rerata	R - R rerata	(R - Rrerata) ²
2000	167,4	116,7	50,7	2.571,4
2001	145,3	116,7	28,6	819,4
2002	72,3	116,7	(44,4)	1.969,1
2003	115,6	116,7	(1,1)	1,2
2004	99,9	116,7	(16,8)	281,9
2005	130,5	116,7	13,8	190,5
2006	91,5	116,7	(25,2)	635,4
2007	117,1	116,7	0,4	0,1
2008	102,4	116,7	(14,3)	205,4
2009	125,0	116,7	8,3	68,5
Jumlah	1.167,1			6.743,0
Rerata	116,7			

Sebaran hujan dari tahun ke tahun selama 10 tahun seperti diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Sebaran hujan selama 10 tahun

Dari Tabel 1 maka dapat dihitung besarnya standar deviasi menggunakan persamaan (4). Besarnya standar deviasi adalah 27,4. Dari hasil standar deviasi maka dapat dihitung hujan periode ulang menggunakan persamaan (2) seperti diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Rekapitulasi Hujan Harian dan Intensitas Hujan

PERIODE ULANG	Y_{TR}	K	S_d	R_{24}	I_T
2	0,37	-0,13	27,44	113,14	40,31
5	1.50	1,06	27,44	145,744	51,92
10	2.25	1,85	27,44	167,39	59,63

4.2 Uji Kecocokan Distribusi Dengan Uji Smirnov Kolmogorov

Uji Smirnov Kolmogorov dilakukan untuk melihat kecocokan distribusi data apakah dapat diterima atau ditolak. Untuk itu dilakukan analisis Peluang seperti diperlihatkan pada Tabel 3

Tabel 3 Uji Kecocokan Smirnov Kosmogorov

m	R	$P=m/(n+1)$	T	$P' = 1/T$	$D= P-P' $
1	167,4	0,09	11,08	0,09	(0,00)
2	145,3	0,18	5,45	0,18	0,00
3	130,5	0,27	3,48	0,29	0,01
4	125,0	0,36	2,97	0,34	(0,03)
5	117,1	0,45	2,40	0,42	(0,04)
6	115,6	0,55	2,31	0,43	(0,11)
7	102,4	0,64	1,69	0,59	(0,05)
8	99,9	0,73	1,61	0,62	(0,10)
9	91,5	0,82	1,37	0,73	(0,09)
10	72,3	0,91	1,09	0,92	0,01

Tabel 4 Nilai Kritis Do untuk Uji Smirnov-Kolmogorov

N	α			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
>50	$1,07/n^{0,5}$	$1,22/n^{0,5}$	$1,36/n^{0,5}$	$1,63/n^{0,5}$

Sumber Soewarno (1995)

Tabel 3 dapat diketahui bahwa nilai Dmax pada $m = 2$ dan $m = 10$ yang besarnya $D_{max} = 0.01$

Dari Tabel 4 berdasarkan $n = 10$ dengan derajat kepercayaan $\alpha = 5 \%$ maka diperoleh nilai $D_o = 0.41$

Dari sini dapat diketahui bahwa Nilai $D_{max} < D_o$ maka Distribusi Gumbel Tipe I dapat diterima

4.3 Debit Maksimum

Berdasarkan hujan harian dan intensitas hujan periode ulang dapat diperhitungkan debit maksimum yang terjadi seperti diperlihatkan pada Tabel 5

Tabel 5 Perhitungan Debit Maksimum

Luas Daerah Layanan 0,65 km²
 Panjang Saluran 1,3 Km

PERIODE ULANG	R ₂₄	I _T	Koef. Alir DAS (C)	Q (m ³ /det)
2	113,14	40,31	0,70	5,10
5	145,744	51,92	0,70	6,57
10	167,39	59,63	0,70	7,54

4.4 Dimensi Saluran

Debit Rencana diperhitungkan pada periode ulang 5 tahun sebesar 6,57 m³/det. Berdasarkan debit rencana tersebut maka dilakukan simulasi terhadap dimensi saluran seperti diperlihatkan pada Tabel 6

Tabel 6 Simulasi Dimensi Saluran

b	h	A	S	n	V	Q
1,1	1,2	1,32	0,001333	0,015	5,611644	7,407371

Daftar Kepustakaan

1. Asdak Chay, 1995, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
2. Soemarto, C.D., 1993, *Hidrologi Teknik*, Erlangga, Jakarta
3. Soewarno, 1991, *Hidrologi – Pengukuran dan Pengelolaan Data Aliran Sungai (Hidrometri)*, Nova, Bandung.
4. Sosrodarsono S, Takeda Kensaku, 1997, *Hidrologi Untuk Pengairan*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta
5. Triatmodjo Bambang, 1995, *Hidraulika*, Beta Offset, Yogyakarta
6. Wesli, 2008, *Drainase Perkotaan*, Graha Ilmu, Yogyakarta.