

## PEMBAGIAN ZONA PENANGANAN BANJIR SEBAGAI EVALUASI KAPASITAS DRAINASE KOTA LABUAN BAJO

Denik dan Dian Noorvy Khaerudin

PS. Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tribhuvana Tunggaladewi

### Abstract

The rate of development of storage capacity drainage channels are often not as fast as the rain water runoff caused by land use change. Macro drainage system as the primary drainage system is a system of channels that accommodate and drain water from a rain water catchment area, this qualifies as rivers and canals which are generally used in planning the return period of between 5 to 10 years with a detailed topography measurements. Komodo in general, with the total area is 121 980 ha, nearly 40% of the topography between 0-100 m above sea level (m asl). Approximately 54% of the area is at an elevation of 100 to 500 m above sea level, while the remainder is at an elevation of 500 m above sea level up to 1000 m above sea level. City Topography Labuan Bajo including hilly. Ground elevation ranging from  $\pm 0.00$  m above sea level (m asl) up to  $\pm 525$  m above sea level. With conditions like this it is given form an effective drainage network for hilly areas in the district such as Komodo, Labuan Bajo is the return period discharge plan 10 m<sup>3</sup> / sec. Parameter election is based on the amount of discharge runoff plan out to the primary drainage channel and on the basis of a comparison of the length of time the concentration of the root canal and the slope of the land.

*Kata kunci : shape of drainage system, discharge run off, the primary drainage*

### Pendahuluan

Pertumbuhan penduduk dan perkembangan permukiman di Kota Labuan Bajo mengakibatkan adanya perubahan tata guna lahan, khususnya pada kawasan-kawasan rendah yang semula berfungsi sebagai *retarding pond* menjadi kawasan permukiman, pusat kegiatan ekonomi masyarakat, serta pengembangan sarana dan prasarana lainnya. Perubahan tutupan lahan dapat mengakibatkan menurunnya kemampuan drainase untuk mengalirkan air. Pertambahan penduduk yang pesat, seharusnya diikuti dengan penyediaan prasarana dan sarana kota, yaitu drainase. Kota yang baik tentunya memperhatikan

kondisi saluran drainase, jika suatu permukiman tergenang maka akan sangat berdampak bagi kehidupan kota.

Laju pengembangan kapasitas tampungan saluran drainase tidak secepat air limpasan hujan yang terjadi akibat perubahan tata guna lahan. Kondisi tersebut diperparah dengan paradigma drainase yang mencoba untuk mengalirkan air limpasan ke saluran utama secepat mungkin, dengan tujuan agar tidak terjadi genangan. Padahal, air limpasan akibat hujan adalah air bersih yang dapat dimanfaatkan dengan cara meresapkannya ke dalam tanah untuk menambah cadangan air tanah.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merubah paradigma dalam penanganan dan pengelolaan drainase. Pematuan air secepatnya ke badan air terdekat menjadi sedapat mungkin menahan air terlebih dahulu, agar dapat meresap ke dalam tanah. Sehingga diperoleh sistem drainase yang membentuk pola pikir dan kesadaran masyarakat akan pentingnya sanitasi dan lingkungan hidup yang bersih.

### Tinjauan Pustaka

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk Kota Labuan Bajo sampai dengan tahun 2030 dilakukan dengan menggunakan 3 (tiga) metode yang lazim digunakan, yaitu:

#### 1. Metode Linear Aritmatik

Perkembangan penduduk menurut metode Aritmatik dirumuskan sebagai berikut (Muliakusuma) :

$$P_n = P_o (1 + r.n)$$

Keterangan:

- $P_n$  = jumlah penduduk pada tahun  $n$  (jiwa)
- $P_o$  = jumlah penduduk pada tahun awal dasar (jiwa)
- $r$  = angka pertumbuhan penduduk (%)
- $n$  = periode waktu (tahun)

#### 2. Metode Geometrik

Metode ini adalah untuk rumus bunga berganda, dimana pertumbuhan rata-rata penduduk berkisar pada prosentase ( $r$ ) yang konstan setiap tahun dengan rumus sebagai berikut (Muliakusuma):

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

Keterangan:

- $P_n$  = jumlah penduduk pada tahun  $n$  (jiwa)
- $P_o$  = jumlah penduduk pada tahun awal dasar (jiwa)
- $r$  = angka pertumbuhan penduduk (%)
- $n$  = periode waktu (tahun)

#### 3. Metode Eksponensial

Perkembangan penduduk menurut metode Eksponensial dirumuskan sebagai berikut (Rusli, 1996):

$$P_n = P_o \cdot e^{(rn)}$$

Keterangan:

- $P_n$  = jumlah penduduk pada tahun  $n$  (jiwa)
- $P_o$  = jumlah penduduk pada tahun awal dasar (jiwa)
- $r$  = angka pertumbuhan penduduk (%)
- $n$  = periode waktu (tahun)
- $e$  = bilangan logaritma natural yang besarnya sama dengan 2,71828

#### Pengolahan data hujan

Data hujan yang dipergunakan untuk analisis, dari stasiun hujan yang berada di dalam dan disekitar daerah pengaliran setempat, dengan lama pengamatan lebih dari 10 tahun. Sebagai input analisis curah hujan perencanaan, dipilih hujan harian maksimum tahunan (*annual maximum daily rainfall*), untuk masing - masing stasiun penakar hujan yang ada.

#### Mengisi data hujan kosong

Pengisian data hujan yang kosong adalah data curah hujan harian maksimum dalam setahun yang dinyatakan dalam mm/hari, untuk stasiun curah hujan yang terdekat dengan lokasi sistem drainase, jumlah data curah hujan paling sedikit dalam jangka waktu 10 tahun berturut-berturut. Stasiun hujan kadang tidak mempunyai data yang lengkap, jika ditemui data yang kurang, perlu dilengkapi dengan melakukan pengisian data terhadap stasiun yang tidak lengkap atau kosong, dengan beberapa metode antara lain:

- Bila perbedaan hujan tahunan normal di stasiun yang mau dilengkapi tidak lebih dari 10%, untuk mengisi kekurangan data dapat mengisinya

dengan harga rata-rata hujan dari stasiun-stasiun disekitarnya.

- Bila perbedaan hujan tahunan lebih dari 10%, melengkapi data dengan metode Rasio Normal, yakni dengan membandingkan data hujan tahunan stasiun yang kurang datanya terhadap stasiun disekitarnya dengan cara sebagai berikut :

$$r = \frac{1}{n} \left( \frac{R \times r_A}{R_A} + \frac{R \times r_B}{R_B} + \frac{R \times r_C}{R_C} \right)$$

Keterangan:

- n = jumlah stasiun hujan  
 r = curah hujan yang dicari (mm)  
 R = curah hujan rata-rata setahun di tempat pengamatan R yang datanya akan dilengkapi  
 r<sub>A</sub>, r<sub>B</sub>, r<sub>C</sub> = curah hujan di tempat-tempat pengamatan A, B, dan C  
 R<sub>A</sub>, R<sub>B</sub>, R<sub>C</sub> = curah hujan rata-rata setahun di stasiun A, B, dan C

#### Metode log pearson type III

Perhitungan curah hujan rencana dengan Metode Log Pearson III dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Mengurutkan data curah hujan harian maksimum dari data terkecil sampai terbesar, dan dihitung probabilitasnya dengan menggunakan rumus Gumbel sebagai berikut :

$$p = \frac{m}{n+1} \times 100\%$$

Keterangan :

- m = nomor urut data  
 n = jumlah data

2. Data curah hujan harian maksimum yang telah diurutkan dihitung nilai logaritma dari masing-masing data,

jumlah logaritma dan rerata logaritmanya.

3. Menghitung harga Standar Deviasi dengan menggunakan sebagai rumus berikut :

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log x_i - \overline{\log x})^2}{n-1}}$$

4. Menghitung koefisien kepeccengan dengan rumus berikut:

$$Cs = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (\log x_i - \overline{\log x})^3}{(n-1)(n-2) \cdot Sd^3}$$

5. Menghitung logaritma hujan P dengan waktu balik yang dikehendaki dengan rumus:

$$\log P = \log X + G \cdot Sd$$

Untuk menghitung intensitas hujan digunakan rumus Mononobe sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^m$$

Keterangan :

- R<sub>24</sub> = Curah hujan harian (24 jam)  
 t = waktu konsentrasi hujan (jam)  
 m = sesuai dengan angka Van Breen diambil m = 2/3

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir dari titik yang terjauh ke titik yang akan dihitung debitnya. Metode Kirpich merupakan metode yang biasa digunakan untuk menghitung waktu.

$$t = 0.0195 \left( \frac{L}{S} \right)^{0.77}$$

Keterangan :

- t = waktu konsentrasi (menit)  
 L = panjang sungai/saluran dari hulu sampai titik yang diambil debitnya (m)  
 S = kemiringan daerah saluran / sungai = H/L

Koefisien pengaliran merupakan perbandingan antara jumlah air yang mengalir di suatu daerah akibat turunnya hujan, dengan jumlah hujan yang turun di daerah tersebut (Subarkah, 1980). Koefisien pengaliran ini merupakan cerminan dari karakteristik daerah pengaliran dan dinyatakan dengan angka antara 0–1 yaitu bergantung pada banyak faktor. Disamping faktor – faktor meteorologis, faktor daerah aliran, faktor penting yang juga mempengaruhi besarnya koefisien pengaliran ini adalah campur tangan manusia dalam merencanakan tata guna lahan.

#### Metode Rasional

Rumus umum Metode Rasional

$$Q_t = 0,278C.I.A$$

Keterangan:

- $Q_t$  = Debit banjir ( $m^3/det$ )
- $C$  = Koefisien pengaliran
- $I$  = Intensitas hujan ( $mm/jam$ )
- $A$  = Luas Daerah Aliran ( $km^2$ )

#### Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metodologi pendekatan empiris, yaitu segala penelitian yang dilakukan melalui eksperimen, penelitian atau observasi. Penelitian yang dilakukan adalah dengan membandingkan antara kapasitas saluran drainase yang ada (eksisting) dan kapasitas saluran yang direncanakan. Kemudian diberikan rekomendasi perencanaan jaringan drainase yang berwawasan lingkungan. Data-data yang dibutuhkan antara lain:

1. Pengumpulan data hujan
2. Perhitungan intensitas hujan dengan memperhitungkan waktu konsentrasi, panjang saluran dan kemiringan saluran
3. Menentukan nilai koefisien debit limpasan ( $C$ ) berdasarkan penggunaan lahan daerah studi
4. Menentukan luas *catchment area*.
5. Mendapatkan nilai  $Q$  (debit limpasan)

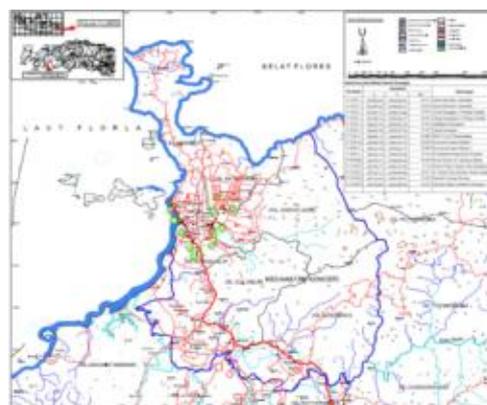
6. Menentukan drainase makro dan drainase mikro daerah
7. Mengukur saluran drainase yang ada (eksisting)
8. Mengevaluasi kapasitas saluran drainase yang ada dengan saluran drainase rencana
9. Melakukan analisis arahan hasil pengolahan data

#### Kondisi lokasi studi

Secara astronomis, letak geografis Kabupaten Manggarai Barat antara  $8^{\circ}14'00''$  –  $9^{\circ}00'00''$  LS dan  $119^{\circ}21'0''$  –  $120^{\circ}20'00''$  BT. Wilayah ini terbagi atas beberapa kecamatan yaitu, Kecamatan Komodo, Kecamatan Boleng, Kecamatan Macang Pacar, Kecamatan Kuwus, Kecamatan Welak, Kecamatan Sano Nggoang, dan Kecamatan Lembar. Sedangkan Kota Labuan Bajo merupakan ibukota Kabupaten Manggarai Barat berada di Kecamatan Komodo. Kota Labuan Bajo, secara administratif dibatasi:

- Utara = Laut Flores
- Timur = Desa Tanjung Boleng, Desa Potang Wangka, Desa Cunca Wulang
- Selatan = Desa Cunca Wulang, Desa Watung Gelek, Desa Macang Tanggar
- Barat = Laut Flores

Identifikasi lokasi di Kota Labuan Bajo yang mengalami permasalahan genangan,



Gambar 1. Peta genangan Kota Labuan Bajo

## Hasil dan Pembahasan

Sistem drainase makro sebagai sistem saluran pembuangan utama (drainase primer) merupakan sistem saluran/badan air yang menampung dan mengalirkan air dari suatu daerah tangkapan air hujan (*catchment area*). Pada wilayah penelitian yang termasuk dalam kriteria tersebut, yaitu sungai dan kanal yang dalam perencanaan umumnya dipakai dengan periode ulang antara 5 sampai 10 tahun dengan pengukuran topografi yang detail. Kota Labuan bajo terbagi atas empat sistem drainase makro, keempat sistem tersebut terbentuk dari empat sungai utama yaitu:

- Sungai Waebo terletak di wilayah utara Kota Labuan Bajo dengan hulu di Bukit Senaru dan bermuara di Selat Flores. Panjang Sungai Waebo adalah 3,026 km dengan luas daerah aliran sungai 5,44 km<sup>2</sup>. Sungai Waebo melintasi wilayah Lancang, Waemaso, Cowangdereng, dan Waekesambi. Kemiringan lahan rata-rata DAS Waebo adalah 17% dengan variasi kemiringan yang paling beragam adalah pada sisi timur sungai.
- Sungai Waemata terletak di tengah Kota Labuan Bajo dengan hulu di Golo Gulung dan bermuara di Laut Flores. Panjang Sungai Waemata adalah 8,472 km dengan luas daerah aliran sungai 17,857 km<sup>2</sup>. Sungai Waemata berada di Kecamatan Komodo dan melintasi wilayah Senaru hingga Belancang. Kemiringan lahan rata-rata DAS Waemata adalah 10% dengan topografi yang relatif curam pada hulu dan kemiringan landai pada bagian hilir.
- Sungai Waekemiri terletak di tengah Kota Labuan Bajo dengan hulu di Golo Bilas dan bermuara di Laut Flores. Panjang Sungai Waekemiri adalah 5,162 km dengan luas daerah aliran sungai 8,616 km<sup>2</sup>. Sungai Waekemiri berada pada

wilayah Kecamatan Komodo dan melintasi Desa Golo Bilas dan Desa Gorontalo. Kemiringan lahan rata-rata DAS Sungai Waekemiri adalah 4% dengan variasi topografi curam pada bagian hulu dan landai pada bagian hilir.

- DAS Waemese merupakan DAS terbesar di Kota Labuan Bajo meliputi sebagian wilayah Labuan Bajo. Pada umumnya kondisi DAS Waemese berupa pegunungan dan hutan dan membentuk banyak aliran sungai yang bentuknya tidak teratur. Luas keseluruhan DAS Waemese tidak kurang dari 51,247 km<sup>2</sup> baik yang masuk dalam wilayah Kota Labuan Bajo maupun yang terdapat di luar area kota.

Sistem drainase mikro yaitu sistem saluran dan bangunan pelengkap drainase yang menampung dan mengalirkan air dari daerah tangkapan hujan. Sistem drainase mikro adalah saluran di sepanjang sisi jalan, saluran/selokan air hujan di sekitar bangunan, gorong-gorong, saluran drainase kota dan lain sebagainya.

### *Analisa Log Pearson III dan Gumbel*

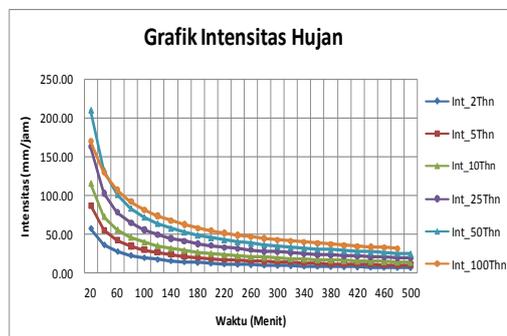
Debit air yang dapat ditampung tidak terlalu besar, dengan periode ulang 1 atau 2 tahun tergantung pada tata guna lahan yang ada. Sistem drainase untuk lingkungan permukiman lebih cenderung sebagai sistem drainase mikro. Berikut adalah curah hujan rancangan metode Log Pearson III dan Gumbel, dengan stasiun hujan Labuan Bajo (Tabel 1).

Tabel 1. Curah hujan rancangan metode Log Pearson III dan Gumbel

Metode analisis	Hujan rencana (mm/hari) dengan kala ulang					
	1	2	10	25	50	100
Log person III	79.28	120.4	159.3	225.7	290.7	372.2
Gumbel	89.06	156.2	200.7	256.9	289.6	340

Hasil analisis hujan selanjutnya akan digunakan dalam analisis debit banjir

rencana dan analisis hidrolika untuk dimensi saluran. Untuk perencanaan hidrolik, menggunakan hasil analisis dengan kala ulang 2 dan 5 tahun sesuai dengan kriteria dan standar nasional SNI (Gambar 2).



Gambar 2. Grafik intensitas hujan setiap kala ulang

#### Metoda Nakayasu

Pendekatan perhitungan hidrograf banjir rancangan dilakukan dengan metode unit hidrograf satuan menggunakan aplikasi Metoda Nakayasu. Debit puncak pada keempat DAS dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Debit puncak metode nakayasu

Kala ulang	Debit puncak (m <sup>3</sup> /detik)			
	DAS wae bo	DAS Waem ata	DAS Waeke miri	DAS Waemese
2-th	61.92	64.38	51.43	204.75
5-th	93.68	90.36	77.80	309.76
10-th	123.74	119.36	102.77	409.16
20-th	161.34	155.63	134.00	533.50
50-th	226.64	218.62	188.24	749.45
100-th	291.67	281.35	242.25	964.49
200-th	374.42	361.17	310.97	1238.11
1000-th	665.3	641.75	552.56	2199.98

Dalam perencanaan saluran utama tiap DAS, debit rancangan yang disarankan adalah kala ulang 20 tahun, 25 tahun dan 50 tahun. Penggunaan debit kala ulang 50 tahun hanya digunakan dalam perencanaan di kawasan muara, apabila terjadi pengaruh air pasang yang besar. Sementara apabila pengaruh kenaikan muka air sungai tidak signifikan saat terjadi pasang, maka digunakan kala ulang 20 tahun dan 25 tahun. Debit rencana dan kapasitas eksisting keempat sungai di Kota Labuan Bajo dapat dilihat pada Tabel 3.

Perhitungan debit rencana digunakan untuk perhitungan dimensi rencana untuk saluran sekunder. Metode yang digunakan adalah Metode Rasional Modifikasi, dimana waktu tiba puncak banjir dihitung secara iterasi dengan Metode Kirpich. Berikut Gambar 3 skema jaringan drainase Kota Labuan Bajo.



Gambar 3. Skema jaringan drainase Kota Labuan Bajo eksisting

Tabel 3. Debit rencana dan kapasitas eksisting di 4 sungai/saluran

Nama sungai	Panjang (m)	C.A (km <sup>2</sup> )	Debit puncak (m <sup>3</sup> /detik)					
			Q Eksisting (m <sup>3</sup> /dtk)	Q2 (m <sup>3</sup> /dtk)	Q5 (m <sup>3</sup> /dtk)	Q10 (m <sup>3</sup> /dtk)	Q20 (m <sup>3</sup> /dtk)	Q25 (m <sup>3</sup> /dtk)
Sungai Waebo	3.026	7.82	311.037	41.36	62.82	83.13	151.69	194.17
Sungai Waemata	8.089	15.07	66.538	41.58	63.16	83.58	152.51	195.22
Sungai Waekemi	5.295	11.14	31.116	30.91	46.94	62.12	113.35	145.09
Sungai Waemese	32.552	96.59	47.844	199.18	302.52	400.35	730.52	935.06

Kota Labuan Bajo sebagai kota yang berbatasan dengan laut, memiliki pola aliran air yang menyebar. Pola aliran ini tidak fokus pada satu muara yang sama, melainkan menuju ke berbagai arah. Sebesar arah alirannya mengarah pada sungai-sungai sebagai badan air pada tiap daerah aliran sungai. Hal tersebut dapat dilihat dari mengumpulnya arah aliran pada sungai-sungai yang ada. Sedangkan beberapa wilayah yang berbatasan langsung dengan laut, arah aliran air limpasannya akan langsung menuju ke laut melalui sistem drainase mikro setempat.

#### *Pembagian zonasi penanganan banjir*

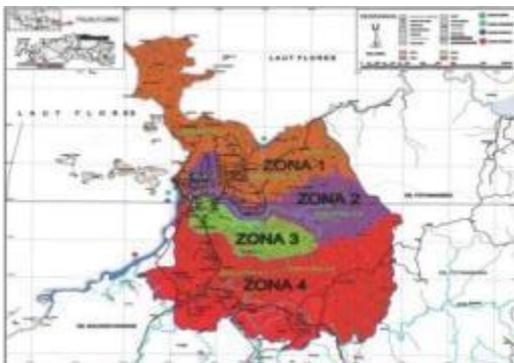
Zonasi drainase Kota Labuan Bajo mengikuti pola dari daerah aliran sungai. Konsep ini merupakan penerapan *one river (catchment) one management* yang diharapkan akan dapat mempermudah penanganan sistem drainase secara keseluruhan. Sebagai sistem satu DAS satu manajemen maka satu DAS tersebut dapat dikatakan sebagai satu zona. Sehingga berdasarkan ketentuan tersebut maka penanganan satu zona sistem drainase mengacu pada penanganan satu DAS secara keseluruhan. Pembagian penanganan banjir di Kota Labuan Bajo terdiri dari 4 zona (Gambar 4), yaitu :

- Zona 1, seluas 21,42 km<sup>2</sup> ini terdapat sungai utama yaitu Sungai Waebo yang mengalir menuju sisi utara Pulau Flores. Sungai Waebo terletak di wilayah utara Kota Labuan Bajo dengan hulu di Bukit Senaru dan bermuara di Selat Flores. Panjang Sungai Waebo 3.026 m dengan luas daerah aliran sungai 7,82 km<sup>2</sup>. Sungai Waebo melintasi wilayah Lancang, Waemaso, Cowangdereng, dan Waekesambi. Kemiringan lahan rata-rata DAS Waebo adalah 17% dengan variasi kemiringan yang paling

beragam adalah pada sisi timur sungai.

- Zona 2 terdapat Sungai Waemata yang bermuara di sebelah barat Pulau Flores. Sistem pengelolaan pada zona ini lebih terfokus karena mengacu pada sistem manajemen satu sungai. Sungai Waemata dengan hulu di Golo Gulung dan bermuara di Laut Flores. Panjang Sungai Waemata 8.089 m dengan luas daerah aliran sungai 15,07 km<sup>2</sup>. Sungai Waemata berada pada wilayah Kecamatan Komodo dan melintasi wilayah Senaru hingga Belancang. Kemiringan lahan rata-rata DAS Waemata adalah 10% dengan topografi yang relatif curam pada hulu dan kemiringan landai pada bagian hilir.
- Zona 3 terdapat Sungai Waekemiri yang bermuara di sebelah barat Pulau Flores. Sama halnya dengan Zona 2, sistem pengelolaan pada zona ini lebih terfokus karena mengacu pada sistem manajemen satu sungai. Sungai Waekemiri terletak di tengah Kota Labuan Bajo dengan hulu di Golo Bilas dan bermuara di Laut Flores. Panjang Sungai Waekemiri 5.295 m dengan luas daerah aliran sungai 11,14 km<sup>2</sup>. Sungai Waekemiri berada pada wilayah Kecamatan Komodo dan melintasi Desa Golo Bilas dan Desa Gorontalo. Kemiringan lahan rata-rata DAS Sungai Waekemiri adalah 4% dengan variasi topografi curam pada bagian hulu dan landai pada bagian hilir.
- Zona 4, seluas 51,25 km<sup>2</sup>, terdapat Sungai Waemese yang bermuara di sebelah barat Pulau Flores. DAS Waemese merupakan DAS terbesar di Kota Labuan Bajo meliputi sebagian wilayah Labuan Bajo. Kondisi DAS Waemese berupa pegunungan dan hutan membentuk banyak aliran

sungai yang bentuknya tidak teratur, dengan panjang sungai utama 32.552 m. Luas keseluruhan DAS Waemese tidak kurang dari 96,59 km<sup>2</sup> baik yang masuk dalam wilayah Kota Labuan Bajo maupun yang terdapat di luar area kota. Namun demikian, karena sungai ini merupakan batas selatan dari Kota Labuan Bajo, sehingga perlu penanganan bersama wilayah administrasi di sebelah selatan Sungai Waemese. Pada zona ini, aktivitas permukiman dan pemerintahan, serta sosial ekonomi sangat jarang karena merupakan kawasan yang tidak padat penduduk.



Gambar 4. Zona pembagian penanganan banjir

#### *Pengembangan sistem drainase*

Berdasarkan kondisi wilayah, sistem jaringan drainase dikembangkan dengan melihat sistem drainase eksisting, perkembangan wilayah hingga saat ini, serta solusi untuk mengatasi permasalahan saat ini dan masa akan datang. Pengembangan sistem drainase kedepan berdasarkan kondisi sistem drainase eksisting. Pembuangan akhir (laut) dan empat saluran primer (Wae Bo, Wae Mata, Wae Kemiri dan Wae Mese), merupakan acuan dari pengembangan sistem drainase di Kota Labuan Bajo. skema jaringan drainase hasil pengembangan berdasarkan system drainase pada gambar 7



Gambar 7. Skema pengembangan jaringan drainase

Kondisi saat ini empat saluran utama tidak mengalami luapan air, namun kedepannya perlu dilakukan antisipasi. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengembangan sistem drainase, yaitu :

#### 1. Tahap 1

Pengembangan sistem drainase primer yaitu daerah aliran sungai Wae Bo (3.026 m; 7,82 km<sup>2</sup>), Wae Mata (8.089 m; 15,07 km<sup>2</sup>), Wae Kemiri (5.295 m; 11,14 km<sup>2</sup>) dan Wae Mese (32.552 m; 96,59 km<sup>2</sup>). Pengembangannya dalam bentuk menjaga alur sungai, menjaga kapasitas saluran, pengendalian perubahan tata guna lahan di daerah aliran sungai, pembuatan tampungan-tampungan air, dan lain-lain. Tampungan air tersebut tidak hanya berupa embung, namun juga dapat berupa penggunaan sumur resapan disetiap bangunan, untuk menampung air hujan agar dapat menambang cadangan air tanah serta mengurangi debit limpasan air hujan.

## 2. Tahap 2

Pengembangan sistem drainase sekunder, yaitu dengan membuat saluran sekunder yang belum terbangun yang menyesuaikan dengan kondisi saluran primer yang ada serta topografi sekitarnya, terutama menyangkut elevasi dan dimensinya.

## 3. Tahap 3

Pengembangan saluran tersier yang menyesuaikan dengan topografi daerah tangkapan airnya, dan pengembangan wilayah permukiman dan kegiatan ekonomi lainnya.

Dengan penanganan banjir kota melalui pembagian zona maka secara pengelolaan akan lebih mudah terselesaikan dengan memperhatikan permasalahan setiap kondisi daerah genangan. Prinsip yang digunakan adalah satu sungai/saluran, satu pengelolaan dan satu perencanaan. Dengan pembagian sistem zona ini, setiap penanganan lebih detail. Sistem yang digunakan adalah sistem drainase, yaitu melewati saluran-saluran tersier berkumpul di saluran primer pada setiap zona. Pembagian zona pada Kota Labuhan Bajo ini efektif karena dalam satu DAS terdapat sub-sub DAS yang mempunyai muara sendiri-sendiri. Secara mikro, sistem drainase ini sangat efektif untuk mengurangi genangan yang terjadi di masing-masing zona dengan kondisinya masing-masing.

### Kesimpulan

1. Drainase makro Kota Labuan Bajo terbagi atas empat zona dengan masing-masing memiliki satu saluran drainase utama (primer), yaitu Wae Bo, Wae Mata, Wae Kemiri dan Wae Messe. Keempat saluran utama tersebut saat ini tidak pernah mengalami luapan air, dengan kata lain selalu dapat menampung debit aliran yang terjadi.
2. Kondisi drainase eksisting masih berupa saluran alam, sedangkan pada saluran yang ada konstruksinya banyak yang mengalami rusak (pecah, longsor), tertutup sedimen dan sampah, serta ditumbuhi oleh rumput liar.
3. Daerah genangan adalah sifatnya setempat, beberapa kasus karena memang tidak ada salurannya, sedangkan genangan yang sifatnya mengganggu dalam skala yang lebih luas terjadi pada daerah Cowang Dereng.

### Daftar Pustaka

- C.D Soemarto. 1987. Hidrologi Teknik. Usaha Nasional. Surabaya.
- Hasmar, H. 2002. Drainase Perkotaan. UII. Yogyakarta.
- Maryono, A, Muth W dan Eisenhaver, N. 2001. Hidrolika Terapan. Jakarta Press, Yogyakarta
- Hindarko. S. 2000, Drainase Perkotaan, ES-HA
- Subarkah. 1987. Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air. Nova, Bandung