

EVALUASI BANJIR PADA AREA DRAINASE KALI KEPITING DAN KALI KENJERAN SURABAYA TIMUR

Novirina Hendrasarie

Staf Pengajar Teknik Lingkungan, UPN "Veteran" Jatim,

e-mail : novirina_2005@yahoo.com

ABSTRACT

The purpose of this research, to evaluate cause of floods at area of drainage Kali Kepiting and multiply Kenjeran. used data : rainfall data 20 year, data sum up resident, existing facility, channel speed, data dimension of existing channel, data of altimetry of channel in location area, and the location map.

Results of calculation charge channel, $Q_{sal.1}$ (Kali Kepiting) = 5,0515 m³/dt and $Q_{sal.2}$ (Kali Kenjeran) = 4,00163 m³/dt. Based on quantification result, $Q_{sal.1}$ Kali Kepiting, result of quantification > $Q_{sal.1}$ in field, and $Q_{sal.2}$ kali Kenjeran, result of quantification < $Q_{sal.2}$ in field so that dimension of channel Kali Kepiting and Kenjeran in this time have cannot accomodate debit of rainwater of at PUH 25 year. Based on result in field of Floods which is often happened in times; rill of Kali Kepiting and Kali Kenjeran caused by because to the number of garbage and sediment, flood gate of ruined sea as well as because elevasi of face irrigate compared to higher sea by elevation is land; ground surface. There are sedimentation in channel Kali Kepiting as high as 0,65 m result of mean and the channel Kali Kenjeran as high as 0,35 m result of mean

Keyword : Drainage, floods, charge

ABSTRAK

Penelitian ini, bertujuan untuk mengevaluasi penyebab banjir pada area drainase kali Kepiting dan kali Kenjeran. Data-data yang digunakan : data curah hujan (20 tahun), data jumlah penduduk, fasilitas-fasilitas yang ada, kecepatan saluran, data dimensi saluran yang ada, data pengukuran tinggi saluran di daerah lokasi, dan peta lokasi.

Hasil perhitungan debit saluran, $Q_{sal.1}$ (Kali Kepiting) = 5,0515 m³/dt dan $Q_{sal.2}$ (Kali Kenjeran) = 4,00163 m³/dt. Berdasar hasil hitungan, $Q_{sal.1}$ Kali Kepiting, hasil hitungan > $Q_{sal.1}$ di lapangan, dan $Q_{sal.2}$ Kali Kenjeran, hasil hitungan < $Q_{sal.2}$ di lapangan sehingga dimensi saluran kali Kepiting dan Kenjeran saat ini sudah tidak dapat menampung debit air hujan pada PUH 25 tahun. Berdasar hasil di lapangan Banjir yang sering terjadi di kali Kepiting dan kali Kenjeran disebabkan karena banyaknya sampah dan sedimen, pintu air laut rusak dan juga karena elevasi muka air laut lebih tinggi dibanding dengan elevasi permukaan tanah. Terdapat sedimentasi di saluran kali Kepiting setinggi 0,65 m (hasil rata-rata) dan saluran kali Kenjeran setinggi 0,35 m (hasil rata-rata).

Kata Kunci : Drainase, banjir, debit

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Banjir menjadi persoalan besar bagi kota Surabaya, dimana Surabaya terbagi atas 5 (lima) kawasan yaitu Surabaya Barat, Surabaya Timur, Surabaya Selatan, Surabaya Pusat dan Surabaya Utara. Hampir tak ada kawasan Surabaya yang benar-benar luput dari banjir.

Banjir dapat memberikan dampak kerugian finansial serta meresahkan penduduk. Kerugian finansial antar lain seperti kerusakan bangunan, perabot rumah tangga, kerusakan kendaraan, macet, kerugian karena tidak masuk kerja, kerugian harus berobat karena sakit dan lain-lain.

Banjir atau genangan yang terluas adalah di daerah Mulyorejo ± 368 Ha, lama genangan (2-6) jam, dan kedalamannya (10-30) cm dengan sub sistem Pemutusan kali Kepiting (Surabaya Timur) (sumber :Bappeda). Dimana saluran kali kepiting ini selain muara ke laut akan bercabang akan pada saluran Kalijudan menuju saluran kali Kenjeran yang pada akhirnya bermuara ke laut.

Untuk itu penelitian ini dititik beratkan pada saluran kali Kepiting dan kali Kenjeran karena ke dua saluran ini saling berhubungan.

Berdasarkan latar belakang penulisan di atas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Banjir, sering terjadi setiap tahun musim penghujan pada saluran kali Kepiting dan kali Kenjeran.
2. Bagaimana cara mengatasi masalah banjir yang sering terjadi setiap tahun musim penghujan.

Ruang Lingkup

1. Sistem drainase yang diteliti, meliputi saluran drainase kali Kepiting dan kali Kenjeran.
2. Data sekunder diperoleh dari instansi yang terkait, yaitu : Bappeda Tingkat II Jatim, DPU cabang Pengairan Seksi Wonokromo dan Perencanaan Tata Kota.
3. Untuk menganalisa data yang ada, maka langkah-langkah yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:
Mengubah data curah hujan yang ada (selama 20 tahun) dari tahun 1980-1999, menjadi intensitas hujan.

**EVALUASI BANJIR PADA AREA DRAINASE
KALI KEPITING DAN KALI KENJERAN SURABAYA TIMUR**
(Novirina Hendrasarie)

- a. Menghitung debit air buangan yang berasal dari penjumlahan debit air domestik dan air non domestik.
- b. Menghitung debit hujan yang berasal dari data curah hujan.
- c. Menjumlahkan debit air buangan dengan debit hujan menjadi debit saluran.
- d. Dengan memasukkan data dimensi yang ada maupun data hasil pengukuran (h = tinggi basah saluran) dan debit saluran hasil penjumlahan, maka akan didapatkan nilai-nilai dimensi yang diharapkan.

TINJAUAN PUSTAKA

Perkembangan perkotaan memerlukan perbaikan dan penambahan fasilitas sistem pembuangan air hujan. Dimana sistem pembuangan air hujan bertujuan untuk :

- a. Arus air hujan yang sudah berbahaya atau mengganggu lingkungan secepat mungkin dibuang pada badan air penerima, tanpa erosi dan penyebaran polusi atau endapan.
- b. Tidak terjadi genangan, banjir dan becek-becek.

Masalah di atas sudah merupakan permasalahan yang harus ditangani

secara sungguh-sungguh. Terutama bagi daerah-daerah yang selalu mengalami setiap musim hujan.

Air hujan yang jatuh dari angkasa dikendalikan dan diatur guna memenuhi berbagai kegunaan untuk penyehatan. Pengendalian banjir, drainase, pembuangan air limbah merupakan penerapan teknik pengendalian air, sehingga tidak menimbulkan kerusakan yang melebihi batas-batas kelayakan terhadap harga benda, gangguan terhadap lingkungan pemukiman serta masyarakat dan sarana aktifitasnya bahkan terhadap nyawanya.

Penyediaan air, irigasi, pembangkit listrik tenaga air, alur-alur transportasi air dan badan-badan air sebagai tempat rekreasi adalah merupakan pemanfaatan sumber daya air, sehingga perlu dilestarikan eksistensinya, dipelihara kualitas keindahannya serta pemanfaatannya. Drainase dengan sistem konservasi lahan dan air merupakan langkah awal dari usaha pelestarian eksistensinya sumber daya air tawar di bumi ini.

Analisa Data Curah Hujan

Data curah hujan di Indonesia dikumpulkan oleh Dinas Meteorologi dan Geofisika, Departemen Perhubungan.

Analisa curah hujan memproses data curah hujan mentah, diolah menjadi data yang siap dipakai untuk perhitungan debit aliran.

Data curah hujan yang akan dianalisa berupa kumpulan data selama paling sedikit (ideal) 30 tahun pengamatan berturut-turut, dinyatakan dalam mm/24 jam. Dalam hal tertentu dan praktis adalah selama 20 tahun.

Hujan

Bila udara lembab bergerak ke atas, kemudian menjadi dingin sampai melalui titik embun, maka uap air di dalamnya mengkondensir sampai membentuk butir-butir air.

Bila proses pendinginan ini terjadi secara besar-besaran, maka butir-butir air akan jatuh sebagai HUJAN (Presipitasi). Sebenarnya presipitasi yang terjadi dapat juga berupa salju, es, embun kabut dan lain-lain (Sholeh, 1988).

Data Hujan

Data hujan yang diperlukan dalam analisis hidrologi meliputi data :

1. Curah hujan : adalah tinggi hujan dalam satu hari, bulan atau tahun. Dinyatakan dalam mm, cm, atau inci.
2. Waktu hujan : adalah lama terjadinya satu kali hujan dalam menit atau jam.
3. Intensitas hujan : adalah banyaknya hujan yang jatuh dalam periode tertentu. Misalnya mm/menit, mm/jam, mm/hair.
4. Frekuensi hujan : adalah kemungkinan terjadinya atau dilampauinya suatu tinggi hujan tertentu. Biasanya dinyatakan dengan waktu ulang (return periode) T, misalnya sekali dalam T tahun (Soemarto, 1995).

Stasiun Hujan

Tempat dimana alat penakar hujan di pasang disebut sebagai Stasiun Hujan yang dapat di pasang tersebar di seluruh daerah aliran. Banyaknya stasiun hujan pada suatu daerah aliran tergantung dari kebutuhan dan ketelitian data yang diperlukan, demikian juga dengan tipe penakar hujan yang di pasang.

Di Surabaya ada 10 (Sepuluh) stasiun hujan yang tercatat di bidang

**EVALUASI BANJIR PADA AREA DRAINASE
KALI KEPITING DAN KALI KENJERAN SURABAYA TIMUR**
(Novirina Hendrasarie)

dinas pekerjaan umum kantor cabang seksi pengairan Wonokromo Surabaya yaitu :

1. Stasiun Kandangan / Semeni
2. Stasiun Banyu Urip
3. Stasiun Kedung Cowek
4. Stasiun Larangan
5. Stasiun Gubeng
6. Stasiun Keputih
7. Stasiun Gunung Sari
8. Stasiun Kebon Agung
9. Stasiun Wonorejo.
10. Stasiun Perak

Sumber : DPU Cabang Pengairan Seksi Wonokromo

Periode Ulang Hujan (Return Period)

Periode ulang hujan atau yang disebut return period adalah periode (dalam tahun) dimana suatu hujan dengan tinggi intensitas yang sama, kemungkinan dapat berulang kembali kejadiannya satu kali dalam periode waktu tertentu. Misalnya : 2, 5, 10, 25, 50, 100 tahun sekali. Tinggi intensitas hujan, makin besar periode ulangnya, makin menaik.

Penetapan Periode Ulang Hujan (PUH) ini, dipakai untuk menentukan besarnya kapasitas saluran air terhadap limpasan air hujan atau besarnya kapasitas (kemampuan) suatu bangunan air, untuk keperluan-keperluan tertentu.

Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) dapat dipandang sebagai suatu common good dalam arti bahwa kesejahteraan semua pihak saling tergantung atas asa yang diberikan oleh suatu DAS. Ada beberapa tokoh yang menguraikan tentang pengertian DAS, antara lain:

1. Menurut Lapedes (1976), bahwa DAS sebagai suatu kawasan yang mengalirkan air ke satu sungai utama. Air yang dialirkan tersebut dapat berupa aliran permukaan (surface water) atau air dalam (ground water).
2. Webster (1976), mendefinisikan DAS sebagai suatu kawasan yang dibatasi oleh pemisah topografi yang berupa punggung bukit yang menampung, menyimpan dan mengalirkan air hujan yang jatuh di atasnya ke satu sungai utama yang bermuara di danau atau di laut.
3. Menurut Sri Harto (1993), Daerah aliran sungai merupakan daerah dimana semua airnya mengalir ke dalam suatu sungai yang dimaksudkan. Daerah ini umumnya dibatasi oleh batas topografi, yang berarti

- ditetapkan berdasar aliran air permukaan.
4. Soerjono (1978), mengemukakan bahwa DAS merupakan suatu kesatuan ekosistem, sehingga setiap tindakan atau pengaruh yang berlaku pada salah satu unsur ekosistem atau bagian wilayah dalam DAS, maka akan mempengaruhi kumpulan ekosistem DAS secara keseluruhan. Adapun unsur atau komponen utamanya adalah vegetasi, tanah, air dan manusia serta segala upaya yang dilakukan di dalamnya.
 5. Soerenggadjiwa (1978), DAS didefinisikan sebagai suatu kesatuan wilayah tata air yang juga merupakan satu ekosistem, dimana keadaan, tindakan atau pengaruh yang berlaku pada salah satu unsur atau bagian didalamnya akan mempengaruhi kumpulan unsur atau wilayah secara keseluruhan.
 6. Soemarto (1978), menyatakan bahwa suatu DAS terdapat dianggap sebagai ekosistem alam, yang merupakan suatu kesatuan.

Dari definisi DAS di atas dapat disimpulkan, bahwa DAS merupakan satuan gerak air yang bersifat bebas dari DAS lainnya, yaitu dua buah DAS adalah DAS yang satu sama yang lainnya

berbeda dalam hal pengaliran air. Dengan demikian, suatu DAS secara jelas dapat dipandang sebagai satu kesatuan ekosistem hidrologi, geografi atau unsur fisik lainnya dengan unsur utamanya sumber daya tanah, air flora dan fauna.

Penyebab Banjir

Banjir adalah suatu kejadian yang tidak diharapkan adanya, tetapi terjadi. Air meluap dari tebing sungai melimpah ke daerah rendah, sehingga mengakibatkan kerusakan-kerusakan fisik dan ekonomi masyarakat yang daerahnya dilanda banjir.

Banjir bukanlah sesuatu keadaan yang sangat menghantui, karena ini adalah pemberian Tuhan Yang Maha Kuasa, dimana kita (manusia) harus / wajib mengendalikan dan memanfaatkan banjir tersebut. Banjir sebenarnya bisa digunakan untuk pembersih kotoran-kotoran limbah, bahkan mungkin untuk meninggikan lembah-lembah rendah oleh suspensi-suspensi atau lumpur-lumpur yang hanyut.

Adapun faktor-faktor yang menyebabkan banjir menurut Masduki (1988) adalah:

**EVALUASI BANJIR PADA AREA DRAINASE
KALI KEPITING DAN KALI KENJERAN SURABAYA TIMUR**
(Novirina Hendrasarie)

1. Masyarakat pada umumnya masih banyak yang menganggap bahwa saluran air hujan itu adalah sebagai tempat untuk membuang sampah dengan harapan bahwa sampah tersebut akan hanyut oleh air banjir.
2. Keadaan topografi lebih rendah dari daerah sekelilingnya.
3. Elevasi permukaan air tanah tinggi.
4. Adanya sedimen / lumpur yang tertimbun di dasar saluran.

Penentuan Debit Air Buangan

Air buangan adalah cairan buangan yang merupakan sisa dari aktivitas manusia yang telah mengalami penurunan kualitas, yang komposisinya merupakan bahan yang membahayakan bagi kesehatan manusia, baik langsung maupun tidak langsung.

Pembuangan sistem jaringan penyaluran air buangan adalah dimaksudkan untuk menyalurkan dan mengalirkan semua air buangan yang berasal dari berbagai sumber air buangan ke suatu badan air penerima.

Debit air buangan merupakan hal yang pokok di dalam perencanaan sistem air buangan. Besarnya debit air buangan dihitung berdasarkan air buangan dari daerah rumah tangga, industri, komersial dan lain-lain.

Langkah-langkah dalam perencanaan air buangan adalah sebagai berikut :

1. Jumlah penduduk
2. Jumlah fasilitas
3. Unit kebutuhan air non domestik
4. Topografi
5. Konsumsi air bersih
6. Topografi
7. Utilitas yang ada

Dalam perhitungan debit air buangan diperlukan data mengenai konsumsi air bersih pada wilayah tersebut, karena debit air buangan dihitung berdasarkan kebutuhan air bersih.

Rumus untuk perhitungan debit air buangan adalah sebagai berikut :

$$Q_{av} = 70\% \times Q_{ab}$$

.....1

Dengan :

Q_{av} = debit air buangan rata-rata per hari (m^3/dt)

Q_{ab} = debit air bersih rata-rata per hari (m^3/dt)

$$Q_{ab} = Q_{dom} + Q_{non.dom}$$

.....2

Dengan :

Q_{dom} = jumlah penduduk x unit kebutuhan air

$Q_{non.dom}$ = jumlah fasilitas x unit kebutuhan air

Analisa Intensitas Curah Hujan

Dalam menentukan debit banjir rencana, perlu didapatkan harga sesuatu Intensitas Curah Hujan. Intensitas Curah Hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu dimana air tersebut berkonsentrasi.

Analisa Intensitas Curah Hujan ini dapat diproses dari data curah hujan yang terjadi pada masa lampau. Intensitas Curah Hujan dinotasikan dengan huruf I dengan satuan mm/jam, yang artinya tinggi curah hujan yang terjadi sekian mm dalam kurun waktu perjam.

Intensitas Curah Hujan umumnya dihubungkan dengan kejadian dan lamanya (duration) hujan turun, yang disebut Intensitas Duration Frekuensi (IDF). Oleh karena itu diperlukan data curah hujan jangka pendek, misalnya 5 menit, 30 menit, 60 menit dan jam-jaman, maka oleh Dr. Mononobe dirumuskan Intensitas Curah Hujannya sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \frac{(24)^{2/3}}{t} \dots\dots\dots 3$$

Dengan :

- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- t = Lamanya curah hujan (jam)

R= Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm/24 jam)

Adapun langkah-langkah untuk menghitung R_{24} adalah sebagai berikut :

1. Mencari nilai $X_i = \frac{\sum \log X_i}{N}$

.....4
 2. Mencari nilai $T_x = \frac{\sqrt{\sum \log (X_i - X_i)^2}}{n - 1} \dots\dots\dots 5$

3. Mencari nilai $C_s = \frac{n \sum \log (X_i - X_i)^3}{(n - 1) (n - 3) T_x^3} \dots\dots\dots 6$

4. Mencari nilai $K_x =$ ada dalam tabel

5. Mencari nilai $X_t = X_i + K_x \cdot T_x$
7

6. Mencari nilai $R_{24} = \text{anti log } X_t$
8

Debit Hujan dan Dimensi Saluran

1. Debit Hujan

Dalam perencanaan bangunan air pada suatu daerah pengaliran sungai sering dijumpai dalam perkiraan puncak banjir dihitung dengan metode yang sederhana dan

**EVALUASI BANJIR PADA AREA DRAINASE
KALI KEPITING DAN KALI KENJERAN SURABAYA TIMUR**
(Novirina Hendrasarie)

praktis. Namun demikian metode perhitungan ini dalam teknik penyajiannya memasukkan faktor curah hujan, keadaan fisik dan sifat hidrolika daerah aliran, sehingga dikenal sebagai metode rational.

$$Q_h = \frac{C \cdot I \cdot A_{\text{das}}}{3,6} = 0,278 \cdot C \cdot A_{\text{das}} \dots\dots 9$$

Dengan :

- C = Koefisien runnoff
- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- A_{das} = Luas daerah aliran (km²)
- Q_h = Debit hujan maksimum (m³/dt)

Sumber : J. Loebis, 1992

2. Dimensi Saluran

Bentuk dan jenis saluran disesuaikan dengan keadaan lingkungan yang ada di lapangan yaitu saluran terbuka yang berbentuk trapesium. Adapun rumus untuk menghitung dimensi saluran ini menggunakan rumus perpaduan antara persamaan Manning dengan persamaan Rasional, sedangkan untuk menghitung debit saluran adalah:

$$Q_{\text{sal}} = Q_{\text{av}} + Q_h \dots\dots\dots 10$$

$$Q = A \times V \dots\dots\dots 11$$

$$A = (b + z \cdot h) \cdot h \dots\dots\dots 12$$

$$P = b + 2h \sqrt{1 + z^2} \dots\dots\dots 13$$

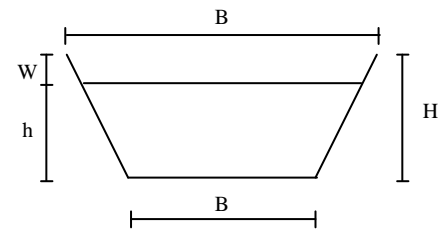
$$R = \frac{(b + z \cdot h) \cdot h}{B + 2h \sqrt{1 + z^2}} \dots\dots\dots 14$$

$$B = b + 2 \cdot z \cdot h \dots\dots\dots 15$$

$$V = 1/n \times S^{1/2} \times R^{2/3} \dots\dots\dots 16$$

Dengan :

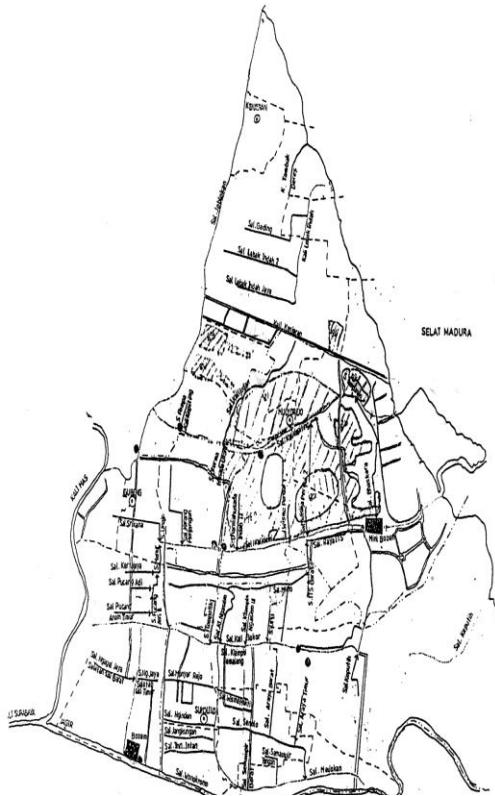
- Q = Debit air (m³/dt)
- V = Kecepatan aliran (m/dt)
- R = Jari-jari hidrolis (m)
- A = Luas das (m²)
- P = Keliling basah (m)
- B = Lebar atas saluran (m)
- H = Tinggi saluran (m)
- h = Tinggi air disaluran (m)
- W = Tinggi jagaan (m)



Gambar 1. Saluran Bentuk Trapesium

Lokasi Penelitian

PETA DRAINASE SURABAYA-TIMUR



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian

METODOLOGI PENELITIAN

Sesuai dengan tujuan penelitian dan permasalahan yang ada, maka daerah penelitian ditetapkan di sepanjang daerah aliran saluran drainase kali Kepiting dan kali Kenjeran.

Dibawah ini, adalah Peta Drainase Surabaya Timur, sebagai daerah penelitian (Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian)

Metode Pengumpulan Data

Data-data yang digunakan untuk penelitian secara keseluruhan dari permasalahan yang ingin dicapai meliputi data :

1. Data curah hujan (20 tahun) dari tahun 1980 – 1999
2. Data jumlah penduduk tahun 1999
3. Fasilitas-fasilitas yang ada (tahun 1999)
4. Kecepatan saluran
5. Data dimensi saluran yang ada
6. Data pengukuran tinggi saluran di daerah lokasi
7. Peta lokasi

**EVALUASI BANJIR PADA AREA DRAINASE
KALI KEPITING DAN KALI KENJERAN SURABAYA TIMUR**
(Novirina Hendrasarie)

Analisa Yang Digunakan

Untuk menganalisa data yang sudah dikumpulkan, maka tahapan yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Data curah hujan yang ada (tahun 1988 – 1999) akan diolah menjadi intensitas hujan (I), sebelum menjadi intensitas hujan (I) terlebih dahulu dicari nilai curah hujan harian maximum (R).
2. Setelah diketahui nilai intensitas hujannya (I), maka debit air hujan dapat dicari.
3. Menghitung debit air buangan yang berasal dari penjumlahan debit air buangan domestik dengan debit air buangan non domestik.
4. Menjumlahkan debit air buangan dengan debit air hujan untuk menghasilkan debit saluran.
5. Dengan memasukkan nilai-nilai dimensi yang ada dengan debit saluran, maka akan didapatkan nilai-nilai dimensi yang diharapkan.

HASIL PENGAMATAN DAN PEMBAHASAN

Debit Air Buangan

Air buangan atau penggunaan air untuk keperluan non domestik yaitu air hasil pembuangan yang telah dilakukan oleh manusia dalam setiap harinya, misalnya : mandi, mencuci perabot atau pakaian, untuk proses industri, pemadam kebakaran dan lain-lain. Banyaknya air yang dipakai untuk berbagai pengguna dikenal sebagai konsumsi air atau pemakai air. Konsumsi tergantung dari fungsi pemakai air (konsumsi) dan jenis pelayanan air. Konsumen air terbagi menjadi 2 (dua) bagian besar yaitu konsumen domestik dan konsumen non domestik. Konsumen domestik (rumah tangga), dicirikan oleh penggunaan air untuk keperluan domestik. Konsumen non domestik, bahkan untuk penggunaan air untuk keperluan non domestik, bahkan untuk penggunaan domestik saja dalam skala luas.

Untuk konsumen domestik berdasarkan kategori daerah dan jumlah penduduk ditetapkan adalah 60 L/org/hr karena jumlah penduduk di

daerah penelitian : untuk daerah sekitar kali Kepiting, jumlah penduduknya = 54.992 jiwa, sedangkan jumlah penduduk di daerah sekitar kali Kenjeran = 53.326 jiwa.

Dari hasil perhitungan, nilai debit air buangan domestik kali Kepiting (Q_{dom}) = 0,038 m³/dt dan nilai debit air buangan domestik kali Kenjeran ($Q_{dom.2}$) = 0,0042 m³/dt. Dapat disimpulkan bahwa debit air buangan domestik ini dipengaruhi oleh jumlah penduduk. Semakin besar jumlah penduduk, semakin besar pula unit kebutuhan air yang akan digunakan, sehingga nilai Q_{dom} -nya akan semakin besar pula.

Debit air buangan non domestik kali Kepiting ($Q_{non.dom}$) = 0,0087 m³/dt dan nilai debit air buangan non domestik kali Kenjeran ($Q_{non.dom.2}$) = 0,0042 m³/dt. Dari hasil perhitungan dan pengamatan dapat disimpulkan bahwa debit air buangan non domestik ini dipengaruhi oleh jumlah fasilitas, semakin banyak jumlah fasilitasnya, maka semakin besar pula nilai debit air buangan non domestiknya ($Q_{non.dom}$).

Setelah nilai-nilai debit air buangan domestik (Q_{dom}) dan debit air buangan non domestik ($Q_{non.dom}$)

diketahui, maka debit air buangan rata-rata kali Kepiting ($Q_{av.1}$) = 0,0875 m³/dt dan debit air buangan rata-rata kali Kenjeran ($Q_{av.2}$) = 0,0553 m³/dt.

Debit Air Hujan Maximum (Q_h)

Dalam perhitungan debit air hujan maximum terlebih dahulu mencari nilai intensitas hujannya, sebelum mencari nilai intensitas hujan terlebih dahulu harus mencari nilai curah hujan maximum. Nilai curah hujan maximum diperoleh dari data / kumpulan data selama 20 tahun.

1. Curah Hujan Maximum (R)

Curah hujan maximum adalah kejadian yang diharapkan terjadi rata-rata sekali.

Hasil untuk nilai curah hujan maximum dapat diketahui dalam tabel 1. (Curah Hujan Harian Maksimum)

Tabel 1. Curah Hujan Harian Maximum

PUH	K_x	X_t	R (mm / 24 jam)
2	0,376	2,030019	107,1565
5	0,681	2,052176	112,7654
10	0,724	2,0553	113,5795
25	0,738	2,056317	113,8458
50	0,74	2,056462	113,8839
100	0,74	2,056462	113,8839

**EVALUASI BANJIR PADA AREA DRAINASE
KALI KEPITING DAN KALI KENJERAN SURABAYA TIMUR**
(Novirina Hendrasarie)

200	0,741	2,056535	113,9029
1000	0,741	2,056535	113,9029

Sumber : Data Primer

Dari tabel 1 diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai PUH-nya mulai dari 2 tahun sampai 1000 tahun, nilai curah hujannya (R) semakin bertambah besar.

Intensitas Hujan (I)

Intensitas hujan (I) adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu dimana air tersebut berkonsentrasi. Intensitas hujan umumnya dihubungkan dengan kejadian lamanya hujan turun. Oleh karena itu diperlukan data curah hujan jangka pendek, yaitu durasi 1 jam – 6 jam dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 1000 tahun.

Dari persamaan 3 dapat dihitung nilai intensitas curah hujannya dan hasilnya terdapat pada tabel 2. (Intensitas Hujan Maksimum).

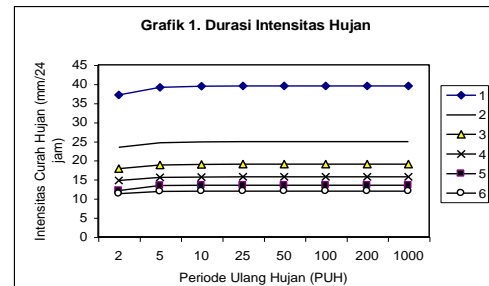
Tabel 2. Intensitas Hujan Maximum

Dura i Hujan	Curah Hujan untuk PUH (mm/24 jam)							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
1	37,14	39,09	39,37	39,46	39,48	39,48	39,48	39,48
2	23,40	24,62	24,80	24,86	24,87	24,87	24,87	24,87
3	17,85	18,74	18,92	18,97	18,98	18,98	18,98	18,98

4	14,74	15,51	15,62	15,66	15,66	15,66	15,67	15,67
5	12,07	13,37	13,46	13,49	13,50	13,50	13,50	13,50
6	11,25	11,84	11,92	11,95	11,95	11,95	11,95	11,95

Sumber : Badan Meteorologi-Juanda Surabaya

Dari tabel 2 diatas dapat diambil kesimpulan bahwa semakin lama durasi hujannya, maka semakin kecil nilai intensitas hujan maximumnya, dan semakin lama periode ulang hujannya, maka semakin besar nilai intensitas hujan maximumnya. Dari tabel 2 diatas dapat digambarkan grafik sebagai berikut :



tinggi dibanding dengan durasi atau lamanya hujan 6 jam dengan PUH 2 tahun. Pada durasi atau lamanya hujan 1 jam dengan PUH 2 tahun, nilai intensitas hujannya lebih kecil dibanding dengan durasi atau lamanya hujan 6 jam dengan PUH 1000 tahun,

sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar atau lama periode ulangnya, maka semakin naik pula grafiknya atau semakin besar nilai intensitas hujan. Untuk perhitungan selanjutnya digunakan nilai intensitas hujannya (I) = 39,468 mm/24 jam, dengan PUH 25 tahun, durasi hujan 1 jam, karena PUH 25 tahun ini lebih efektif dan lebih ekonomis untuk perencanaan drainase. Pada PUH 25 tahun ini, jarak perencanaan drainasenya tidak terlalu dekat maupun tidak terlalu jauh, sehingga dari segi ekonomi lebih ekonomis karena perencanaan drainase selanjutnya tidak terlalu dekat.

2. Debit Air Hujan (Q_b)

Setelah nilai intensitas hujan diketahui ($I_{25} = 39,468$ mm/24 jam), maka debit hujan dapat dihitung, dengan memasukkan nilai-nilai luas daerah yaitu $A_1 = 787$ m² ; $A_2 = 625$ m² dan nilai $C = 0,575$ m ke dalam persamaan 9, maka akan didapatkan nilai debit hujannya, $Q_{h,1} = 4,964$ m³/dt dan $Q_{h,2} = 3,961$ m³/dt.

Debit Saluran dan Dimensi Saluran

a. Debit Saluran

Debit saluran adalah banyaknya air yang ada / ditampung di suatu saluran, baik air hujan maupun air buangan yang dilakukan manusia oleh manusia.

Berdasarkan persamaan 10, maka nilai debit saluran dapat dihitung, karena nilai debit air buangan rata-rata (Q_{av}) dan nilai debit air hujan (Q_h) sudah diketahui, maka nilai $Q_{sal,1} = 5,0515$ m³/dt dan $Q_{sal,2} = 4,00163$ m³/dt.

b. Dimensi Saluran

Sistem drainase di saluran kali Kepiting dan kali Kenjeran berdasarkan dari survei di lapangan adalah memakai sistem saluran terbuka, dengan bentuk saluran trapesium.

Dari data di BAPPEDA diperoleh nilai kecepatan aliran dalam saluran ini adalah $V_{1,2} = 1,5$ m/dt, nilai tinggi saluran kali Kepiting (h_1) = 0,9 m, nilai tinggi saluran kali Kenjeran (h_2) = 0,7 m.

Berdasarkan persamaan 10 – 16, dengan memasukkan nilai V dan h di atas, maka akan diperoleh nilai-nilai dimensi saluran, hasilnya

**EVALUASI BANJIR PADA AREA DRAINASE
KALI KEPITING DAN KALI KENJERAN SURABAYA TIMUR**
(Novirina Hendrasarie)

dapat dilihat dalam tabel 3.
(Dimensi Saluran)

Tabel 3. Dimensi Saluran

Dimensi Saluran	Kali Kepiting	Kali Kenjeran
Lebar bawah (b) m	3,3	3,6
Lebar atas (B) m	4,2	4,3
Luas basah (A) m ²	3,375	2,765
Keliling basah (P) m	5,312	5,165
Jari-jari hidrolik (R) m	0,635	0,535
Slope saluran (S) m	0,0016	0,0021

Sumber : data Primer

Hasil Survai di Lapangan

Dari hasil survai / pengamatan si pengamat di lapangan bahwa banjir yang sering terjadi di kali Kepiting diakibatkan karena :

1. Pada kawasan Sutorejo → elevasi saluran kali Kepiting lebih tinggi dari saluran Sutorejo sendiri, sehingga pada waktu hujan / banjir, air di saluran

Sutorejo tidak dapat mengalir secara lancar untuk masuk / mengalir ke saluran kali Kepiting.

2. Pada kawasan Tempurejo → terdapat banyak endapan dan sampah, sehingga pada waktu hujan, muka air pada saluran kali Kepiting cukup tinggi.
3. Pada kawasan Mulyosari → saluran tersier / sekundernya tidak mengalir ke saluran primer kali Kepiting.

Sedangkan banjir yang sering terjadi di sekitar saluran kali Kenjeran diakibatkan karena :

1. Saluran di daerah Karang Asem sekitar dan Karang Empat sekitarnya yang seharusnya mengalir ke saluran kali Kenjeran tidak dapat masuk melalui saluran Kalijudan, karena posisi saluran Kalijudan lebih tinggi dan elevasi dasar saluran tidak jauh berbeda dengan lahan sekitarnya.
2. Saluran Kalijudan penuh dengan endapan dan enceng gondok.

3. Saluran sekunder dari Lebak Arum tidak dapat lancar masuk ke saluran Kenjeran, karena adanya enceng gondok.
4. Pintu air di Kalijudan rusak.

Adapun penyebab banjir yang lain adalah karena elevasi muka air laut lebih tinggi dibanding dengan elevasi permukaan tanah.

Perbandingan Debit Hasil Hitungan Dengan Di Lapangan

Hasil perhitungan debit saluran, $Q_{sal.1}$ (Kali Kepiting) = 5,0515 m³/dt dan $Q_{sal.2}$ (Kali Kenjeran) = 4,00163 m³/dt.

Hasil survei di lapangan terdapat sedimentasi di saluran kali Kepiting setinggi 0,65 m (hasil rata-rata) dan saluran kali Kenjeran setinggi 0,35 m (hasil rata-rata). Nilai debit di lapangan dapat dihitung dengan memasukkan nilai $b_1 = 3,5$ m ; $b_2 = 3$ m ; $z_{1,2} = 0,5$ m ; $h_1 = 0,9$ m ; $h_2 = 0,7$ m ; $v_{1,2} = 1,5$ m/dt, maka akan didapatkan nilai $Q_{sal.1} = 3,94$ m³/dt dan $Q_{sal.2} = 3,86$ m³/dt.

Tabel 4. Perbandingan debit hitungan dengan debit di lapangan

Nama Kali	Hasil	Lapangan
Kali Kepiting (m ³ /dt)	5,0515	3,94
Kali Kenjeran (m ³ /dt)	4,00163	3,86

	Hitungan	
Kali Kepiting (m ³ /dt)	5,0515	3,94
Kali Kenjeran (m ³ /dt)	4,00163	3,86

Sumber : data Primer

Dari hasil-hasil perhitungan debit saluran di lapangan dengan debit saluran hasil hitungan (debit saat ini), maka dapat disimpulkan bahwa debit saluran di kali Kepiting hasil hitungan lebih kecil dari debit saluran di lapangan. Ini berarti bahwa dimensi yang ada saat ini seharusnya masih dapat untuk menampung debit air hujan maupun debit air buangan, dengan PUH 25 tahun. Sedangkan debit saluran kali Kenjeran hasil hitungan lebih besar dari debit saluran di lapangan. Ini berarti bahwa dimensi yang ada saat ini sudah tidak dapat memenuhi debit air hujan maupun air buangan pada PUH 25 tahun.

KESIMPULAN

1. Hasil perhitungan debit saluran, $Q_{sal.1}$ (Kali Kepiting) = 5,0515 m³/dt dan $Q_{sal.2}$ (Kali Kenjeran) = 4,00163 m³/dt.
2. Berdasar hasil hitungan, $Q_{sal.1}$ Kali Kepiting, hasil hitungan > $Q_{sal.1}$

**EVALUASI BANJIR PADA AREA DRAINASE
KALI KEPITING DAN KALI KENJERAN SURABAYA TIMUR**
(Novirina Hendrasarie)

di lapangan, dan $Q_{\text{sal.2}}$ Kali Kenjeran, hasil hitungan $< Q_{\text{sal.2}}$ di lapangan sehingga dimensi saluran kali Kepiting dan Kenjeran saat ini sudah tidak dapat menampung debit air hujan pada PUH 25 tahun.

3. Berdasar hasil di lapangan Banjir yang sering terjadi di kali Kepiting dan kali Kenjeran disebabkan karena banyaknya sampah dan sedimen, pintu air laut rusak dan juga karena elevasi muka air laut lebih tinggi dibanding dengan elevasi permukaan tanah.

Terdapat sedimentasi di saluran kali Kepiting setinggi 0,65 m (hasil rata-rata) dan saluran kali Kenjeran setinggi 0,35 m (hasil rata-rata).

DAFTAR PUSTAKA

- Hoglesby Clarkson & R. Hick Gary, 1993, "*Teknik Jalan Raya*", Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Effendi, 1991, "*Irigasi di Indonesia : Strategi dan Pengembangan*", Penerbit LP3ES.
- Joesron Loebis, 1992, "*Banjir Rencana Untuk Perencanaan Bangunan Air*",

Cetakan Kedua, Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Lepedes, 1974, "*Dictionary of Scientific and Technical Term*", Mc Graw-Hill Book Company, New York.

Masduki HS, 1988, "*Drainase Pemukiman*", ITB Bandung.

Metcalf & Eddy, 1991, "*Waste Water Engineering Treatment Disposal and Reuse*", Third Edition, Mc Graw-Hill Book Company Inc, Tokyo.

Moch. Sholeh, "*Hidrologi*", ITS Surabaya.

Soemarto CD, 1986, "*Hidrologi Teknik*", Edisi Kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Soewarno, 2000, "*Operasional*", Penerbit P.T. Citra Aditya, Bandung.

Suyono. S, 1976, "*Hidrologi untuk Pengairan*", Cetakan Kedelapan, Penerbit PT. Pradnya Paramita, Jakarta.

Ven Te Chow & EV. Nensi Rosalina, 1992, "*Hidrolika Saluran Terbuka*", Penerbit Erlangga, Jakarta.
