
BOEZEM WONOREJO RUNGKUT DI GUNUNG ANYAR SEBAGAI ALTERNATIF PENGENDALI BANJIR DI WILAYAH SURABAYA SELATAN

Oleh : Kusnan *)

Abstrac

Surabaya as the Capital of East Java Province is a settlement area and also as the centers of Industry, Trade, Service, Education. Due to the development of all activities lines grow rapidly, including the supplying of housing, industrial plants, thus automatically they change the land functions (land use), and the river functions formerly as the irrigation but now changed to be the drainage, causing the increasingly large of flow coefficient, also increasingly large the surface overflow discharge. With the changes, they change irrigation canal functions become the drainage, that bring the river constriction impact, that the river no longer able to hold and channeling flood discharge both come from the upper course, and due to the local rainfall occurred continually in the dry season, water will overflow to flood the areas with the low elevation under sea level, causing the prolonged water backup, as a result, disturb the economy wheel circulation, causing the big losses. To overcome backup water many things we can perform, such as waterworks widening, sediment dredging, and the making of dike heightening, waterway diversion. By the consideration that costing is expensive and the difficult of area (land) deliverance at the settlement area in order to overcome the water backup/flood, then the solution as alternative can be taken is revitalization of Wonorejo Boezem in Gunung Anyar of Rungkut area, where its land is not productive (non productive fishpond area) with the shallow condition. Instead of revitalization, it is also developed the new construction or enlargement of reservoir capacity in the Boezem. From the results of this research consistent with the work items result in as follows: Sum the design flow discharge as much as $51.4863 \text{ m}^3/\text{s}(\text{C.I.A})+0,446$ (gross water discharge people) + $0.3327 \text{ m}^3/\text{s}$ (gross water discharge Industry) = $52.165 \text{ m}^3/\text{s}$ with the repeated period scale of 10 years, while the reservoir discharge capacity of Wonorejo Boezem as much as less than $570,874 \text{ m}^3$ need th design flow discharge as much as $586.000 \text{ m}^3/\text{s}$ and the drainage flowing water to the Boezem, the drainage dike height is 1.50 m with water level of 1.25 meters and wide 28 meters, then in order to suppress the budget costing for flood control in Southern Surabaya Area, as the alternative is by function maximally on the Wonorejo Boezem reservoir, still sufficiently can overcome flood.

Key words: *Wonorejo Boezem to overcome Flood.*

PENDAHULUAN

Surabaya adalah merupakan kota Industri dan perdagangan yang sangat penting di Indonesia. Sebagai ibu kota propinsi Jawa Timur dan kota terbesar setelah Jakarta, kota ini mempunyai jumlah penduduk kurang lebih 3,5 s/d 4 juta pada tahun 2009 dan luas daerahnya ± 290 ha. Bila dilihat dari letak secara geografi lokasi kajian sangat dekat dengan tepi laut (pantai Kenjeran) dan ketinggian dari permukaan air laut + 0 s/d 5 m atau hampir sejajar dengan permukaan air laut. Oleh karena itu dengan ketinggian yang rendah ini, bila pada saat musim penghujan sering menimbulkan banjir atau genangan air yang cukup lama tidak mengering dan cukup meresahkan masyarakat serta mengganggu sirkulasi perekonomian perkotaan.

Perlu diketahui bahwa pembuangan air kotor, maupun dari hujan dibagian tepi

lautan sangat sulit, dimana hal ini disebabkan oleh elevasi permukaan air laut sama tingginya dengan elevasi daratan. Sehingga mengakibatkan kondisi terburuk atau banjir pada saat laut pasang bersamaan dengan datangnya hujan yang cukup lebat. dan pada saat ini akan terjadi *back water*, yaitu merambatnya gelombang pasang menuju ke hulu (muara), sehingga air tidak dapat mengalir ke muara. Untuk mengatasi hal ini dapat dilakukan beberapa cara- cara seperti normalisasi sungai, peninggian tanggul, sudetan, pembuatan sumur resapan, dan penanaman penghijauan pohon (pohon yang bersifat menyerap air).

*) Dosen Fakultas Teknik Sipil
Universitas Negeri Surabaya

Adapun pemilihan alternatif tersebut didasarkan pada kondisi daerah studi yang paling memungkinkan baik dari segi kekuatan struktur kondisi lahan itu sendiri, maupun dari segi ekonomis. dengan pertimbangan kondisi alam yang ada, maka solusi yang paling sesuai adalah dengan merevitalisasi Boezem yang ada, perbaikan/pelebaran menambah daya tampungan, salah satunya adalah Boezem Wonorejo di desa Gunung Anyar yang terletak di lokasi Surabaya Timur.

Adapun Boezem Wonorejo telah dibangun dalam 3 (tiga) tahapan yaitu : tahap I dibangun pada tahun 2001 seluas 2,5 ha, tahap ke II seluas 2,5 ha tahun 2002 dan tahap III (ketiga) seluas 3 ha pada tahun 2003. Namun setelah pembangunan Boezem tersebut selesai tuntas dilaksanakan, ternyata pada musim hujan tiba masih selalu terdapat genangan atau banjir yang cukup lama genangan air tidak cepat mengering. Dengan demikian, fungsi Boezem Wonorejo Desa Gunung Anyar tersebut masih belum optimal fungsinya dalam menanggulangi banjir di Kota Surabaya, terutama pada daerah Kecamatan Wonocolo dan Wonosari (Surabaya Selatan dan Timur), yang berarti untuk Boezem Wonorejo termasuk saluran drainasenya perlu evaluasi kembali, untuk diadakan revitalisasi/rehabilitasi. Dari perkembangan pertumbuhan penduduk dari tahun ke-tahun, telah diikuti pula oleh berkembangnya tambahan pembangunan penyediaan papan (perumahan) dan fasum, sehingga penyelesaian mengenai penanggulangan masalah banjir harus perlu diantisipasi bersamaan mengikuti masalah tersebut diatas.

Permasalahan yang terdapat di lapangan yang akan direncanakan *redesign* adalah drainasenya yaitu dengan menggunakan alternatif memperbesar/memperdalam dimensi saluran pembuangan air hujan ke Boezem yang ada di daerah Rungkut, wilayah Surabaya Timur. Dalam studi ini penelitian adalah *redesign* besaran tampungan debit rencana yang terjadi memakai kala ulang 5 tahun, dengan air buangan sesuai proyeksi perkembangan penduduk tahun 2010, industri, total air buangan dan *redesign* dimensi saluran (*drainage*), termasuk perbaikan atau rehabilitasi Boezem yang ada sekarang.

KAJIAN KEPUSTAKAAN

1. Analisa Hidrologi

a. Hujan Rerata Daerah

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu Debit rancangan dan pemanfaatan air, yang dipakai sebagai pengendalian banjir, serta sebagai penentu dimensi drainase (saluran) adalah diambil dari data curah hujan rata-rata diseluruh daerah yang bersangkutan (Kebon-agung, Wonorejo, Wonokromo), dan Curah hujan ini dinyatakan dalam ukuran millimeter (Sosrodarsono, 1983), untuk mendapatkan data tersebut dapat menggunakan 3 (tiga) cara antara lain :

- a. Cara rerata aljabar/hitung
- b. Cara poligon thiessen
- c. Cara Isohyet

Harga rata-rata hitung didapatkan dengan menjumlahkan curah hujan dari semua tempat pengukuran selama suatu periode tertentu (1- 5 hari maksimum), dengan kala ulang 5 tahun, dan membaginya dengan banyaknya tempat pengukuran.

Dalam penelitian digunakan dengan cara *Poligon Thiessen*, karena dianggap bahwa data curah hujan dari suatu tempat pengamatan dapat dipakai untuk daerah pengaliran disekitar tempat itu, yaitu pada stasiun Kebon Agung, Wonokromo dan Wonorejo (hasil pencatatan diolah/analisis dengan cara *Polygon Thiessen*).

b. Analisa lengkung Massa Ganda

Analisa Lengkung Massa Lengkung Ganda adalah pengujian ketangguhan atau konsistensi data suatu stasiun setelah dilakukan perbaikan/pengisian data curah hujan beserta akumulasinya dan dibandingkan dengan stasiun hujan yang terdekat lainnya (di DAS lokasi penelitian).

c. Curah Hujan Rancangan

Untuk mendapatkan hitungan Debit hujan rancangan maksimum, memakai kala ulang 5 (lima) tahun, menggunakan perumusan curah hujan rancangan dengan log *Person Type III* sebagai kelengkapan untuk perhitungan dimensi Saluran (Drainase). Adapun Langkah-langkah urutan perhitungan sebagai berikut :

- Data curah hujan $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ menjadi $\log x_1, \dots, \log x_n$
- Rerata log

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{\log x_i}{n}$$

$$\text{Simpangan baku } S_n = \sqrt{\frac{(\log X_n - \log X)^2}{n-1}}$$

➤ Skewness Cs

$$Cs = \frac{n(\log X_n - \log X)^3}{(n-1)(n-2)S_n^3}$$

➤ Menghitung logaritmatik hujan dengan kala ulang yang diinginkan
 $\log X = \log X + K \cdot S_n$

d. Uji Kecocokan

Untuk menentukan uji kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan / mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter melalui uji:

1. Chi-Kuadrat (*chi-square*)
2. Smirnov-Kolmogorov

e. Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran diperoleh dari hasil perbandingan antara jumlah air yang mengalir sebagai limpasan dari suatu hujan di permukaan tanah tertentu dengan jumlah total air hujan yang jatuh. Pada perencanaan bangunan-bangunan air, nilai koefisien pengaliran (C) harus diupayakan sekecil mungkin yakni air hujan yang menjadi limpasan kecil, sedangkan yang terinfiltrasi sebanyak mungkin agar dimensi bangunan-bangunan air tersebut sekecil mungkin dan untuk menentukan factor-faktor yang mempengaruhi koefisien pengaliran ini diambilkan pada umumnya sudah standart (Ditjen Pengairan Indonesia).

f. Waktu Konsentrasi , Analisa Intensitas Hujan dan Hidrograf

1. Waktu Konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirnya air hujan dari titik terjauh menuju suatu titik tertentu yang ditinjau pada daerah pengaliran . Waktu di saluran (td) adalah waktu yang diperlukan air hujan untuk mengalir dari saluran ke suatu titik tertentu yang ditinjau. Sedangkan waktu *Overland Flow* (to) adalah waktu yang diperlukan untuk air hujan dari titik jatuh air pada permukaan tanah menuju saluran

terdekat. Dalam hubungan waktu ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$tc = to + td \quad \text{dimana } td = L/V$$

2. **Analisa Intensitas Hujan** adalah untuk memperoleh data curah hujan dalam suatu tertentu jangka pendek (dalam lama waktu menit, detik) yang dapat dicatat pada alat penakar atau pencatat curah hujan diubah menjadi intensitas curah hujan per jam. Agar dalam menentukan besaran limpasan air permukaan pada priode per-jam dapat diketahui.

Ada beberapa perumusan dalam menghitung intenitas hujan diantaranya : Talbot, Sherman, Ishiguro, dan Monotobe, sedangkan untuk keperluan ini dipilih perumusan:

$$I = R24/24 (24/tc)^m$$

3. **Hidrograf** adalah suatu grafik yang menggambarkan hubungan antara tinggi permukaan air atau debit terhadap waktu. Untuk membuat hidrograf banjir pada sungai-sungai yang tidak ada atau sedikit sekali dilakukan observasi hidrograf banjirnya, maka perlu dicari karakteristik atau parameter daerah pengaliran tersebut terlebih dahulu, hal ini untuk mencari / mengetahui waktu untuk mencapai puncak hidrograf, lebar dasar, luas kemiringan, panjang alur terpanjang, koefisien limpasan, dan sebagainya. Dalam pemakai hidrograf-hidrograf sudah banyak di Negara lain telah dikembangkan, yaitu dengan cara penyesuaian terlebih dahulu parameter-parameter terakait yang disesuaikan pada sifat karakteristik masing-masing daerahnya (DAS).

Ada beberapa Hidrograf Satuan Sintetik yang dikembangkan yaitu Hidrograf Satuan Sintetik Snyder dan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu. Dalam studi penelitian ini untuk perencanaan biasanya digunakan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu dengan perumusan :

$$Q_p = C.A.Ro/ 3,6 (0,3 T_p + T_o,3)$$

2. Debit Buangan air kotor penduduk dan Industri / pabrik.

a. Untuk merencanakan suatu dimensi Boezem diperlukan perhitungan Debit buangan air kotor yang diakibatkan oleh jumlah penduduk selama proyeksi kedepan selama 5 tahun,

datanya diperoleh memakai perhitungan proyeksi pertumbuhan penduduk yang dengan penambahan penduduk terus-menerus yang ditunjukkan angka pertumbuhan konstan, untuk menghasilkan prakiraan yang mendekati kenyataan dihitung dengan perumusan yaitu :

$$P_t = P_o \times e^{rt}$$

Proyeksi jumlah penduduk diklasifikasikan sebagai berikut pada Tabel 1

Tabel 1. Jumlah jiwa berdasar kategori kota

NO.	Kategori Perkotaan	Jumlah Jiwa (ribuan)
1	Kota kecil	10 s/d 100
2	Kota Sedang	100,01 s/d 500
3	Kota Besar	500,01 s/d 1.000
4	Kota Metropolitan	>1000

Jenis buangan air kotor dalam kelompok penduduk ini meliputi air buangan rumah tangga, fasilitas umum, tempat-tempat komersial, dan industri kecil.

Berdasarkan hasil penelitian dan referensi yang telah ada, pada umumnya jumlah air dikonsumsi penduduk adalah 10%-20% sedangkan sisanya merupakan air buangan sebesar 80%-90% dari kebutuhan air bersih sebesar 300 liter/orang/hari untuk kota Surabaya dengan jumlah penduduk > 1 juta jiwa termasuk kategori Kota Metropolitan.

- b. Debit buangan industri yang dimaksud adalah buangan-buangan air pada industri besar, dimana kebutuhan airnya tergantung dari jumlah dan jenis industri tersebut. Berdasarkan referensi dan hasil penelitian yang ada sebelumnya, air yang digunakan berasal dari air tanah dan sungai, kebutuhan air seperti uraian berikutnya:

1. Proses pendinginan 80%, yang dikonsumsi sebesar (0-0,1%) untuk evaporasi dan sisanya 79,9% kembali ke badan sungai dengan mutu tidak menurunkan suhu, akan tetapi suhu tetap akan meninggi.

2. Proses produksi 20%, dikonsumsi sebesar (5-5%) dan sisanya sebesar (10-15%) dapat langsung kembali ke badan sungai setelah melalui proses UPL (Unit Pengolah Limbah).

Penggunaan air untuk jenis industri dapat disesuaikan dengan kebutuhan seperti pada Tabel 2 berikut:

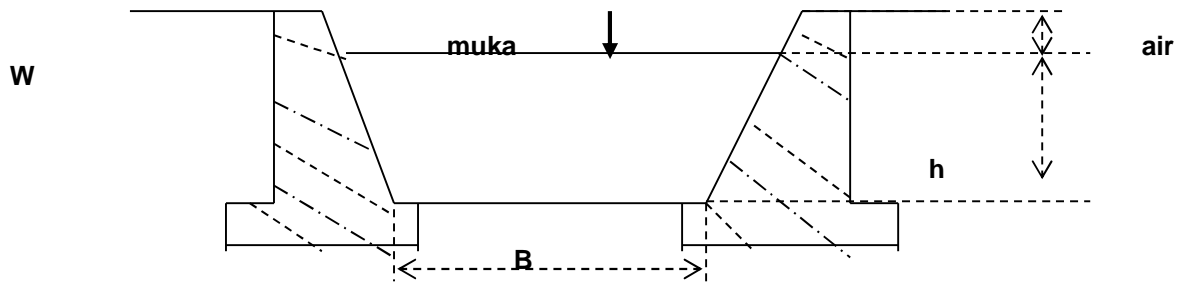
Tabel 2. Rata-rata pemakaian air Industri

No.	Jenis Industri	Rata-rata pemakaian air (m ³ /hari)
1	Jenis Industri Kalengan : Sayur hijau, buah-buahan, buah pear, Lain buahan dan Sayu	50-70 15-20 4-35
2	Industri Bahan Kimia: Amoniak, Karbondioksida, Bensin, Laktosat, Sulfur/belerang	100-130 60-90 7-30 600-800 8-10
3	Makan dan minuman: Penepakan daging, Produksi susu, Minuman keras	15-20 10-20 60-80
4	Bubur kayu dan Kertas: Buburkayu, Pabrik kertas	250-800 120-160
5	Tekstil meliputi : Pengelantangan, Pencelupan	200-300 30-60

Sumber : Pengairan RI

3. Perencanaan Dimensi Saluran (inlet).

Dalam penelitian ini akan direncanakan saluran berbentuk trapesium dengan kemiringan $z = 1,0$ seperti Gambar 1 Adapun perumusan yang digunakan adalah :



Gambar 1 Konstruksi Saluran ke Boezem Perumusan Perencanaan :

$$A = B \cdot h + z \cdot h$$

$$P = B + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + Z^2}$$

$$R = A/P$$

$$V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

Adapun nilai n tergantung pada jenis saluran yang digunakan, seperti pada Tabel 3.

Tabel 3 Kemiringan saluran (n)

No.	Permukaan	Harga n yang disarankan
1	Kaca, Plastik, kuningan	0,010
2	Plesteran semen	0,011
3	Besi Tulang	0,013
4	Beton	0,012-0,017
5	Pipa pembuang	0,013
6	Batu Bata	0,014
7	Pasangan Batu	0,017-0,025
8	Kayu	0,011-0,014
9	Batu Pecah	0,035-0,040

Sumber : KG. Rangga Raju, 1986.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Curah Hujan.

Hasil data curah hujan yang jatuh di daerah kajian atau daerah aliran Sungai (DAS) Wonokromo luas = 1,095 km², Kebon agung = 2,66 km² dan Wonorejo = 12,274 km², jika dalam pengeloaan digunakan metode *Polygon Thiessen*, maka masing-masing Stasiun mempunyai koefisien *Thiessen* yang lebih dahulu dapat dicari, dengan cara luas area masing-masing Stasiun dibagi Jumlah total luas area Stasiun, sehingga mendapatkan Koefisien *Thiessen* pada Stasiun : Wonokromo, Kebon agung, Wonorejo, kemudian hasil koefisien dikalikan data masing-masing daerah yang bersangkutan, perhitungan data ini mulai tahun 1985 sampai dengan 2004, mendapatkan hasil seperti pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil perhitungan curah hujan maximum yang terjadi di Stasiun Wonokromo, Kebon-agung, Wonorejo

Priode Tahun	Curah hujan max	Tahun	Curah hujan max	Tahun	Curah hujan max	Tahun	Curah hujan max
1985	81,78	1990	68,16	1995	79,76	2000	62,18
1986	96,02	1991	65,35	1996	79,77	2001	100,04
1987	93,75	1992	92,31	1997	108,30	2002	118,39
1988	79,24	1993	68,23	1998	23,16	2003	79,31
1989	72,12	1994	61,285	1999	96,25	2005	51,00

Dari data tersebut pada Tabel 4 diurutkan dari besaran kecil, kemudian dianalisis memakai cara perumusan Log Person III, dengan kala 5 tahun menghasilkan Debit hujan rancangan $Q = 118,41$ mm

2. Analisa lengkung Massa Ganda

Pengujian kevalid (kebenaran) data dilakukan dengan Analisa Lengkung Massa Ganda dengan menghitung curah

hujan tahunan berserta akumulasinya dan dibandingkan dengan Stasiun hujan terdekat, untuk menguji ketelitian kevalidan (kebenaran) data.

a. Uji kecocokan Distribusi

Uji kecocokan distribusi dengan metode *Chi Square*, dengan jumlah data $n=20$ dan jumlah kelas (G) = $1 + 1,33 \text{ Ln}.20$, dalam pengamatan dibagi menjadi 5 (lima) sub bagian dengan interval peluang $p = 1/5$ dengan grup

1= P 0,2, grup 2=P 0,4, grup 3=P 0,6, grup 4=P 0,8 dan grup 5=P 1,00., diambil peluang 5% artinya data dapat diterima bila $dk= 2$ dengan

persamaan lengkung kerap log X, mendapatkan $Cs = 0,6364$ hasil dari uraian tersebut dapat dilihat Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Perhitungan Log Person III

P	T	Cs	Lox X	Sn Log X	K	Log X
0,2	5	-0,636	1,8572	0,4335	0,857	1,997
0,4	2,5	-0,636	1,8572	0,4335	0,23	1,975
0,6	1,67	-0,636	1,8572	0,4335	0,022	1,885
0,8	1,25	-0,636	1,8572	0,4335	-0,082	1,830

Tabel 6. Perhitungan Uji Kecocokan Chi Square Distribusi og Person III

No.	Nilai Batas	Jumlah Data		$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i) / E_i$
	Sub Kelompok	O_i	E_i		
1	R < 1,830	5	4	1	0,250
2	1,830 < R < 1,885	3	4	1	0,250
3	1,885 < R < 1,975	7	4	9	0,250
4	1,975 < R < 1,997	2	4	4	1,000
5	R > 1,997	3	4	1	0,250
	Jumlah	20	20	-	4

Dari hasil perhitungan $dk 2$ dan $P = 5\%$ dan Nilai Kritis untuk distribusi Chi-Kadrat (uji satu sisi) Evaluasi nilai $X_{kr} = 5,991 > S (O_i - E_i)^2 / E_i 5,991 > 4,000$ (ok).]

Bedasarkan perhitungan persamaan distribusi peluang yang telah terpilih (Distribusi Log Person III) data dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis.

3. Perhitungan koefisien Pengaliran.

Bedasarkan tataguna lahan Kota Surabaya tahun 2005, diperoleh data untuk DAS Kali Surabaya - Saluran untuk daerah wilayah Wonorejo sebagai berikut: Perumahan pemukiman ($C1=0,70$) dengan luas area 8,7 km², Fasilitas Umum ($C2=0,90$) dengan luas area 2,45 km², Industri ($C3=0,90$) dengan luas area 1,00 km² dan Ruang terbuka hijau ($C4=0,20$) luas area 0,10 km², jika dihitung secara rata-rata mendapatkan hasil perhitungan koefisien pengaliran **C = 0,7522**,

4. Perhitungan Waktu Kosentrasi

Waktu kosentrasi yang dibutuhkan adalah dengan rumusan

$$a. Sr = \frac{.Li.Si^{0,5}}{.Li} \cdot L^2 = \frac{(14,7 \cdot 0,03^{0,5})}{14,7} \cdot 14,7^2 = 0,03 \%$$

dimana :

$$Si = h/L = 0,03$$

h= beda tinggi hulu dan hilir = 4m

L = 14,7 m (panjang saluran)

b. Waktu t_c (waktu puncak)

$$t_c = 92,7 L / (A)^{0,1} (Sr)^{0,2} = 92,7 \times 14,7 / (12,25)^{0,1} (0,03)^{0,2} = 2139 \text{ detik} = 35,65 \text{ menit}$$

$$t_c = 0,594 \text{ jam.}$$

5. Analisa Intensitas Hujan.

Besaran Intensitas curah hujan rancangan 24 jam dari hasil perhitungan Log Person III dengan kala ulang 5 tahun, $R_{24} = 118,41 \text{ mm}$, dengan $t_c = 0,594 \text{ jam}$
 $I = R_{24} / 24 (24/t_c)^m = 118,41 / 24$
 $(24/0,594)^{2/3} = 58,09 = 58,1 \text{ mm/jam}$

6. Perhitungan Hidrograf Banjir Rancangan

Perhitungan hidrograf Satuan Sintentik Nakayasu

a. Waktu Konsentrasi , $t_g = 0,21 \cdot L^{0,7} = 0,21 (1,47)^{0,7} = 1,378 \text{ jam}$

b. Lama Hujan, $t_r = (0,5+1)t_g = (0,5+1)1,378 = 2,067 \text{ diambil } 1 \text{ jam}$

c. Tegang waktu dari awal sampai puncak

$$T_p = t_g + 0,8 \cdot t_r$$

$$= 1,378 + 0,8 \cdot (1) = 2,2 \text{ jam,}$$

untuk $T_{0,3} = 2 \quad t_g = 2 \cdot 1,378 = 2,8 \text{ jam}$

d. Debit puncak akibat hujan 1mm, **Qp**
 $Q_p = C \cdot A \cdot R_o / 3,6 \{0,3 (T_p) + T_{0,3}\}$
 $= 0,7522 \cdot 12,25 \cdot 1 / 3,6 \{0,3 (2,2) + 2,8\}$
 $= 0,740 \text{ m}^3 / \text{dt,}$

kemudian perhitungan persamaan sisi naik hidrograf Q_a dan persamaan sisi resesi hidrograf Q_d , jika selama kejadian 6 jam $V = 158 \text{ jam-m}^3$

7. Perhitungan Debit Rancangan yang terjadi

- a. Debit pembuangan Penduduk
Perhitungan debit buangan pemungkiman didasarkan pada air buangan penduduk yang berada dalam DAS Kali Surabaya-Intake Saluran Wonorejo pada saat ini dengan proyeksi pertumbuhan jumlah penduduk 5 (lima) tahun mendatang. Adapun perhitungan air buangan penduduk merupakan prosentase dari kebutuhan air dimasing-masing berdasarkan, jumlah penduduk adalah : Jumlah penduduk $P_0 = 349.965$ jiwa $P_t = (39,965) \times 2,71828^{(0,015.5)} = 366.088$ jiwa
Jumlah penduduk kategori Kota sedang, maka proyeksi jumlah penduduk termasuk 1001.000 s/d 500.000 jiwa, sedangkan kebutuhan air perkapita 150 lt/hari/orang. Sehingga kebutuhan air pembuangan = Kebutuhan air penduduk - kebutuhan konsumsi yaitu $(366,088 \times 150) - 15\%(366,088 \times 150) = 0,446$ m³/dt.
- b. Debit Pembuangan Industri dan kebutuhan air.
Kebutuhan air untuk Industri sesuai Standart Nasional Indonesia (SNI) dalam asumsi 10 jam kerja (termasuk jam kerja lembur) adalah 0,135 m³/dt, perhitungan kebutuhan air buangan adalah Air buangan pabrik + Air buangan pendinginan yaitu : $((20\% \times 0,135) - 8\% (20\% \times 0,135) + (80\% \times 0,35) - 0,1\% \times (80\% \times 0,135)) = 0,0225 \text{ m}^3/\text{dt} + 0,1079 \text{ m}^3/\text{dt} = 0,333 \text{ m}^3/\text{dt}$.
- c. Debit rancangan (Debit total).
Debit total atau debit rancangan yang diperoleh selanjutnya akan digunakan dalam perencanaan dimensi saluran dan dimensi tampungan (Boezem). Debit total atau rancangan tersebut adalah $Q = C.I.A + 0,446 + 0,3327$
 $Q = 0,722 \times 58,1 \times 12,25 + 0,7787 = 52,165$ m³/dt

8. Perencanaan dimensi Saluran

Dasar kemiringan saluran $S=0,003$, $Z=1$, Koefisien manning $n=0,017$, Debit total (sebagai debit rencana untuk data perhitungan) = 52,154 m³/dt dan Kecepatan $V= 1,2$ m/dt (sebagai asumsi awal).

Direncana $B = 19$.h dengan pertimbangan mereduksi besaran h sedemikian, agar elevasi dasar saluran bagian hilir tidak lebih dari muka air laut.

$$Q = V \cdot A$$

$$A = Q / V = 52,154 / 1,2 = 43,462 \text{ m}^2$$

$$A + B \cdot h + z \cdot h^2$$

$$43,462 = 19h \cdot h + 1,0 \cdot h^2$$

$$43,462 = 20 \cdot h^2$$

$$h = 1,474 \text{ dibulatkan menjadi } 1,50 \text{ m}$$

$$B = 19 \times 1,474 = 28 \text{ m}$$

9. Perencanaan Boezem

Besaran Boezem Wonorejo mempunyai kapasitas rencana kurang lebih $7,5 \times 8$ ha = 586.000 m³ dan posisi Debit banjir yang melewati mercu penyadap pintu keluar ditutup pada saat air laut pasang, pasang surut air laut ini terjadi dua kali setiap hari, yaitu selama waktu 6 jam, setelah itu pintu *outlet* dibuka kembali untuk mengalirkan air pasang yang ada di Boezem untuk di alirkan ke laut.

Dengan demikian, Kapasitas Boezem harus mampu menampung debit banjir yang terdiri dari limpasan hujan rancangan, debit buangan industri, dan Debit DAS diatasnya selama 6 jam. Kapasitas debit yang terjadi tersebut adalah :

- a. Debit curah hujan dari hidrograf Nakayasu selama 6 jam, $=V1$
 $V1 = 158 \text{ jam} \cdot \text{m}^3 / \text{dt} \times 60 \times 60 = 568.000$ m³
- b. Debit buangan penduduk selama 6 jam
 $V2 = 0,466 \text{ m}^3 / \text{dt} \times 60 \times 60 = 1.677 \text{ m}^3 / \text{dt}$
- c. Debit buangan Industri selama 6 jam
 $V3 = 0,333 \text{ m}^3 / \text{dt} \times 60 \times 60 = 1197,7 \text{ m}^3 / \text{dt}$

Total air buangan yang harus di tampung pada Boezem dengan $h = 7,50$ meter adalah $568.000 + 1677 + 1197,72 = 570.874,72$ m³ berarti sesuai penyediaan lahan untuk penampungan air limpasan, maupun buangan telah terpenuhi, untuk perbaikan dan perluasan, ini dibuktikan dengan Tampungan Boezem Wonorejo > besaran tampungan hasil penelitian.

SIMPULAN

- a. Debit rancangan yang terjadi adalah Q rancangan total = 52,165 m³ /detik, adalah penjumlahan yang terdiri dari kejadian Q debit rancangan akibat curah hujan hasil rumusan Rasional, Perhitungan air pembuangan dari perkembangan proyeksi jumlah kependudukan selama 5 tahun,

- perhitungan air buangan dari Industri/Prabrik
- b. Besar ukuran saluran inlet adalah h (kedalaman)= 1,50 m dan B (lebar penampang basah) 28m , hal ini kalau dibanding ukuran kenyataan di lapangan bahwa kedalaman menunjukkan lebih dalam 1,00 m, sehingga saluran Drainase *Inlet* telah memenuhi syarat, akan tetapi saluran yang ada dilapangan perlu adanya pengerukan sedimentasi.
- c. Besaran ukuran Kapasitas tampungan Boezem dari hasil penyediaan lahan yang telah disiapkan oleh pemerintah Kota Surabaya sebesar 8 ha, daya tampungan = 586.000m^3 , maka kapasitasnya
- tampungan telah memenuhi syarat dari hasil penelitian, hal ini ditunjukkan pada besaran kapasitas yaitu: kapasitas tampungan $586.000\text{m}^3 > 570.874,72\text{m}^3$ dari kapasitas hasil penelitian, akan tetapi untuk *SF* (*Safety Fctor* masih perlu perluasan sebesar kisaran 750.000m^3 .
- d. Untuk pengoperasian teknis pintu Outlet perlu adanya penjaga yang selalu siap di Lapangan (Boezem Wonorejo), karena dalam operasi penutupan maupun pembukaan harus dilakukan 2 (dua) kali sehari dalam tempo 6 jam, hal ini mengikuti pasang surutnya air laut pasang.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraihini, 1997. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Surabaya CV.Citra Media.
- Anonim, 2003. *Pengairan Dalam Angka 2003* DPU Propinsi Jawa Timur
- Anonim , UU No 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air
- Anonim ,UU No 22 Tahun 1999 tentang Otonomi Daerah
- Chow.Ven Te 1989, *Hidrolika Saluran Terbuka*, Jakarta Penerbit Erlangga
- Shahin, M,M,A, 1987, *Statical Analysis Hidrologi Vol.2* Edition Depl Nederland
- Soemarto, CD,1987, *Hidrologi Teknik*, Surabaya Usaha Nasional
- Soebarkah, Imam.1980. *Hidrolika Untuk Perencanaan Bangunan Air*.Bandung Idea Dharma
- Suhardjo.1984. *Drainase Perkotaan* Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang
- Soewarno, 1991. *Hidrologi. Bandung* CV.Nova.
- 1995. *Hidrologi Aolikasi Metode Statstik untuk Analisa data*. Jilid I Bandung Nova
- Sosdarsono,S..1980.*Hidrologi Untuk Pengairan* Jakarta : Pradya Paramita
- www.google.2009.*Drainase Permasalahan* .com
- www.google.2009.*Drainase Perkotaan* .com
- www.google.2009.*Drainase persawahan* .com
- www.google.*Penanganan Banjir* .com
- www.google *Manfaat Drainase* .com