

## STUDI ALTERNATIF PEMASANGAN POMPA AIR DI SALURAN PRIMER RUNGKUT SURABAYA

**Iwan Wahjudijanto**

Program Studi Teknik Sipil

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jatim

### ABSTRAK

Saluran Primer Rungkut mempunyai panjang saluran  $\pm 6$  km yang mengalir pada bagian hulu terletak Penjaringan Asri dan bagian hilir bermuara di saluran Wonorejo yang kemudian mengalir bersama-sama menuju ke Selat Madura. Muara saluran Primer Rungkut adalah Saluran Primer Wonorejo, panjang saluran Wonorejo 12 km dengan luas daerah aliran sungai DAS 23,25 km<sup>2</sup>. Saluran ini mengalir mulai daerah hulu yang terletak di daerah Ketintang, bagian tengah terletak daerah Margorejo dan bagian hilir di daerah Rungkut, aliran yang dilalui adalah daerah pemukiman padat. Pemasangan pompa air di saluran Primer Rungkut terdiri dari dua alternatif yaitu: alternatif 1 pemasangan pompa sebelum pertemuan dengan saluran Wonorejo dan alternatif 2 yaitu memasang pompa air setelah pertemuan saluran. Pompa air Rungkut yang dipasang sebelum pertemuan saluran hanya mampu mengatasi debit banjir rencana  $Q_{2th}$ ,  $Q_{5th}$ , dan  $Q_{10th}$ . Banjir yang terjadi di pertemuan saluran tersebut disebabkan adanya penambahan debit dari pompa air Rungkut dan terjadinya *back water* akibat adanya hambatan aliran di muara saluran. Pompa air yang dipasang 4 buah dengan kapasitas pompa 1,5 m<sup>3</sup>/dt dan total debit 6 m<sup>3</sup>/dt elevasi muka air setelah pertemuan (alternatif 2) saluran tidak mampu menarik debit atau menurunkan elevasi muka air banjir pada debit banjir rencana  $Q_{5th}$ ,  $Q_{10th}$  dan  $Q_{25th}$ . Debit yang mengalir di pertemuan saluran yaitu antara saluran Primer Rungkut dengan saluran Wonorejo sangat besar, sehingga pompa air yang terpasang tidak mampu menurunkan elevasi muka air. Untuk mengatasi permasalahan tersebut pompa air perlu ditambah 2 buah dengan kapasitas 1 pompa sebesar 1,5 m<sup>3</sup>/dt. Pompa air dioperasikan semua (6 buah pompa), maka elevasi muka air di sepanjang saluran Primer Rungkut dan saluran Primer Wonorejo mengalami penurunan.

**Kata kunci** : Saluran Primer, pompa air, banjir

### PENDAHULUAN

Saluran Primer Rungkut mempunyai panjang saluran  $\pm 6$  km yang mengalir pada bagian hulu terletak Penjaringan Asri dan bagian hilir bermuara di saluran Wonorejo yang kemudian mengalir bersama-sama menuju ke Selat Madura.

Saluran Primer Rungkut adalah saluran drainase yang terletak di daerah Kecamatan Rungkut. Saluran ini menampung beberapa saluran tersier dan sekunder diantaranya yaitu : saluran sekunder Medokan, saluran sekunder Medokan Timur, saluran sekunder Penjaringan Asri, saluran tersier Penjaringan Asri, saluran tersier Rungkut Asri, saluran tersier Rungkut Kidul, dan saluran tersier Medokan Kampung, saluran tersier Medokan Ayu dan saluran tersier

Penjaringan Asri. Luas daerah aliran saluran Primer Rungkut (DAS)  $\pm 1,5$  km<sup>2</sup> dengan panjang saluran 6 km.

Muara saluran Primer Rungkut adalah Saluran Primer Wonorejo, panjang saluran Wonorejo 12 km dengan luas daerah aliran sungai DAS 23,25 km<sup>2</sup>. Saluran ini mengalir mulai daerah hulu yang terletak di daerah Ketintang, bagian tengah terletak daerah Margorejo dan bagian hilir di daerah Rungkut, aliran yang dilalui adalah daerah pemukiman padat.

Kawasan genangan banjir pada daerah saluran Primer Rungkut adalah wilayah Rungkut dengan luas genangan banjir 14,35 ha, lama genangan 1 s/d 2 jam dengan kedalaman 10 cm sampai 20 cm. Akibat genangan tersebut maka perlu diadakan studi Profil aliran adanya Rumah pompa di

saluran Primer Rungkut. Profil aliran tersebut diperlukan untuk mengetahui berapa besar penurunan muka air banjir yang terjadi di saluran primer Rungkut dan berapa besar pengaruh air yang dibuang di pertemuan saluran Wonorejo.

Profil aliran yang akan ditinjau di dalam studi ini adalah pada kondisi eksisting, pada penempatan pompa air sebelum pertemuan saluran (di saluran primer Rungkut) dan penempatan pompa air setelah pertemuan.

**TINJAUAN PUSTAKA**

Hujan Rata-rata Aritmatik

Pada cara *arithmetik* dianggap bahwa data curah hujan dari suatu tempat pengamatan dapat dipakai untuk daerah pengaliran di sekitar tempat itu dengan merata-rata langsung stasiun penakar hujan yang digunakan. Cara arithmetik dipakai pada daerah yang datar dan banyak stasiun penakar hujannya, dimana daerah hujannya uniform (seragam).

$$\bar{R} = \frac{1}{n} (R_1 + R_2 + \dots + R_n)$$

dengan :

R = Curah hujan daerah rata-rata (mm)

R<sub>1</sub>, R<sub>n</sub> = Curah hujan di tiap titik pos Curah hujan

n = Jumlah pos curah hujan

Curah Hujan Rencana

Sebagaimana dijelaskan sebelumnya, untuk daerah yang tidak memiliki data debit (banjir maksimum tahunan) maka debit banjir rencananya dihitung dengan metode curah hujan – limpasan (*rainfall – runoff*). Perhitungannya dimulai dari curah hujan rencana yang dikonversi menjadi curah hujan jam-jaman kemudian dikali karakteristik daerah aliran sungainya yang dikenal dengan nama hidrograf satuan atau hidrograf satuan sintesis. Sedangkan curah hujan rencana yang dalam hal ini adalah curah hujan harian diperoleh dari data curah hujan harian maksimum tahunan diolah dengan metode analisis frekuensi. Analisis frekuensi data curah hujan rencana dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa distribusi probabilitas yang banyak digunakan dalam Hidrologi, yaitu :

Distribusi Gumbel Tipe I, Distribusi Log Pearson III, dan Distribusi Normal. Persyaratan pemakaian distribusi tersebut didasarkan pada nilai Koefisien Skewness dan Koefisien Kurtosis, seperti persyaratan yang tercantum pada Tabel 1.

Tabel. 1. Persyaratan Pemilihan distribusi frekwensi

Distribusi Frekwensi	Parameter Data Statistik	
	Koefisien Skewness (Cs)	Koefisien Kurtosis (Ck)
Gumbel	1.14	5.4
Distribusi Normal	-0.015 ≤ Cs ≤ 0.05	2.7 ≤ Ck ≤ 3.3
Log Pearson type III	Bebas*	1.5 Cs <sup>2</sup> + 3

Sumber : Hidrologi Sri Harto BR ; Hidrologi Jilid 1 Soewarno

Distribusi Gumbel Tipe I

Persamaan PDF dari Distribusi Gumbel Tipe I adalah :

$$p(x) = \alpha e^{-\alpha(x-\beta)} - e^{-\alpha(x-\beta)}$$

sedangkan persamaan CDF adalah :

$$P(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

Distribusi ini mempunyai 2 parameter, yaitu:

α = Parameter konsentrasi

β = Ukuran gejala pusat

Karakteristik dari distribusi ini adalah :

Koefisien skewness = 1,139

Koefisien Kurtosis = 5,4

Parameter distribusi diperoleh dengan menggunakan metoda momen, hasilnya adalah :

$$\alpha = \frac{1,2825}{\sigma}$$

$$\beta = \mu - 0,45\sigma$$

Faktor frekuensi K untuk distribusi Gumbel Tipe I adalah :

$$K = \frac{(Y_T - Y_n)}{S_n}$$

$$Y_T = -\ln(-\ln\left(\frac{T-1}{T}\right))$$

dengan,

Y<sub>T</sub> = Reduced variabel Y

- T = Periode ulang (tahun)
- $Y_n$  = Nilai rata-rata dari *reduced variabel* Y, merupakan fungsi dari jumlah data n
- $S_n$  = Simpangan baku dari *reduced variabel* Y, merupakan fungsi dari jumlah data n

Distribusi Log Pearson III

Persamaan PDF dari Distribusi Log Pearson III adalah :

$$p(x) = \frac{1}{\alpha x \Gamma(\beta)} \left[ \frac{\ln x - \gamma}{\alpha} \right]^{\beta-1} e^{-\left[ \frac{\ln x - \gamma}{\alpha} \right]}$$

Distribusi ini mempunyai 3 parameter, yaitu:

- $\alpha$  = Parameter skala
- $\beta$  = Parameter bentuk
- $\gamma$  = Parameter lokasi

Untuk menghitung variabel acak x dengan periode ulang tertentu, digunakan rumus berikut :

$$X_T = e^{\mu_y + K\sigma_y}$$

dengan :

- $\mu_y$  = Nilai rata-rata dari logaritma sampel data variabel x (ln x)
- $\sigma_y$  = Nilai simpangan baku dari logaritma sampel data variabel
- K = Faktor frekuensi Distribusi Pearson III

Metode Distribusi Normal

Persamaan Fungsi Kerapatan Probabilitas (*Probability Density Function, PDF*) Normal adalah:

$$P(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

Dimana  $\mu$  dan  $\sigma$  adalah parameter dari Distribusi Normal. Secara umum, parameter distribusi dapat ditentukan dengan 4 metode, yaitu:

- a) Metoda Momen (*method of moments*)
- b) Metoda *Maximum Likelihood*
- c) Metoda Kuadrat Terkecil (*least squares*)
- d) Metoda Grafis

Yang banyak digunakan adalah metoda momen dan *maximum likelihood*. Dari analisis penentuan paramater Distribusi Normal, diperoleh nilai  $\mu$  adalah nilai rata-

rata dan  $\sigma$  adalah nilai simpangan baku dari populasi, yang masing-masing dapat didekati dengan nilai-nilai dari sample data.

Persamaan Fungsi Kerapatan Probabilitas Normal Standar adalah :

$$P(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}}$$

Persamaan Fungsi Distribusi Komulatif (*Cumulative Distribution Function, CDF*) Normal Standar adalah:

$$P(t) = \int_{-\infty}^t \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

dengan :

- t = *standard normal deviate*
- x = Variabel acak kontinyu
- $\mu$  = Nilai rata-rata dari x

Persamaan ini dapat diselesaikan dengan bantuan tabel luas di bawah kurva distribusi normal.

Untuk menghitung variabel acak x dengan periode ulang tertentu, digunakan rumus umum yang dikemukakan oleh Ven Te Chow (1951) sebagai berikut:

$$X_T = \bar{X} + K\sigma$$

dengan:

- $X_T$  = Variabel acak dengan periode ulang T tahun
- $\bar{X}$  = Nilai rata-rata dari sampel variabel acak X
- $\sigma$  = Nilai simpangan baku dari sampel variabel acak X
- K = Faktor frekuensi, tergantung dari jenis distribusi dan periode ulang T

Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

Untuk menentukan kecocokan (*the goodness of fit*) distribusi frekuensi (empiris) dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang (frekuensi teoritis) yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi empiris tersebut, diperlukan pengujian secara statistik. Pemeriksaan uji kesesuaian bertujuan untuk mengetahui kebenaran dari suatu hipotesa sehingga diketahui :

1. Kebenaran antara hasil pengamatan dengan model distribusi yang diharapkan atau yang didapatkan secara teoritis.

2. Kebenaran hipotesa (hasil model distribusi diterima atau ditolak).

Terdapat dua cara pengujian yaitu uji Chi Kuadrat dan uji Kolomogorov-Smirnov. Pada umumnya pengujian dilaksanakan dengan cara menggambar data pada kertas peluang dan menentukan apakah data tersebut merupakan garis lurus atau dengan memperbandingkan kurva frekuensi dari data pengamatan terhadap kurva frekuensi teoritisnya.

1. Uji Chi Kuadrat (*Chi-Square Test*)

Uji *Chi-Square* dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah di pilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang di analisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter  $X^2$ , oleh karena itu disebut dengan uji *Chi - Square*. Parameter  $X^2$  dapat di hitung dengan rumus :

$$Xh^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

dengan :

- $Xh^2$  = parameter Chi-Kuadrat terhitung
- $G$  = jumlah sub-kelompok
- $O_i$  = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke - i
- $E_i$  = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke - i

Prosedur uji *Chi - Square* adalah :

- a. Urutkan data pengamatan (dari besar ke kecil atau sebaliknya)
- b. Kelompokkan data menjadi  $G$  sub-grup, tiap-tiap sub grup minimal 4 data pengamatan.
- c. Jumlahkan data pengamatan sebesar  $O_i$  tiap-tiap sub-grup
- d. Jumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan sebesar  $E_i$
- e. Tiap-tiap sub-grup hitung nilai ( )<sup>2</sup>

Interpretasi hasilnya adalah :

- i. Apabila peluang lebih besar dari 5 %, maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima.
- ii. Apabila peluang lebih kecil dari 1 %, maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan tidak dapat diterima.
- iii. Apabila peluang berada diantara 1 sampai 5 %, adalah tidak mungkin mengambil keputusan, maka perlu penambahan data.

2. Uji Kolomogorov-Smirnov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov sering juga disebut uji kecocokan non parametik karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Uji ini diperoleh dengan memplot data dan probabilitas dari data yang bersangkutan, serta hasil perhitungan empiris dalam bentuk grafis. Dari kedua hasil pengeplotan, dapat diketahui penyimpangan terbesar. Penyimpangan tersebut kemudian dibandingkan dengan penyimpangan kritis yang diijinkan.

Analisa Intensitas hujan

Perhitungan intensitas hujan rencana dalam studi ini menggunakan metode Mononobe, karena data hujan yang ada adalah hujan harian maksimum. Rumus yang dipakai untuk mencari intensitas hujan rencana :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t_c} \right)^{2/3}$$

dengan:

- $I$  = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- $R_{24}$  = Curah hujan harian maksimum (mm)
- $t_c$  = lama waktu kosentrasi (jam)

Waktu kosentrasi  $t_c$

Waktu kosentrasi adalah waktu yang diperlukan air hujan jatuh dipermukaan tanah mengalir dari titik terjauh menuju saluran drainase (inlet) sampai titik yang ditinjau

$$t_c = t_o + t_d$$

dengan :

- $t_c$  = waktu kosentrasi
- $t_o$  = waktu yang diperlukan air hujan untuk mengalir di permukaan tanah menuju saluran drainase (menit).
- $t_d$  = waktu yang diperlukan untuk mengalir disaluran drainase sampai di titik yang ditinjau.

$$t_o = 1,44x(ndx / \sqrt{S})^{0,467}$$

$$t_d = \frac{L}{60V}$$

dengan :

- $nd$  = koefisien hambatan permukaan lahan atau tanah
- $l$  = panjang limpasan ( m)
- $S$  = kemiringan lahan

L = Panjang Saluran (m)  
 V = kecepatan aliran di saluran

**Analisa Debit Banjir Rencana**

Metode yang dipakai untuk saluran primer Rungkut di wilayah studi menggunakan metode Rational dengan rumus sebagai berikut :

$$Q = 1/3,6 C . I . A$$

dengan :

$$Q = \text{Debit banjir rencana (m}^3/\text{dt)}$$

$$C = \text{Koefisien pengaliran}$$

$$I = \text{Intensitas hujan (mm/jam)}$$

$$A = \text{Luas Daerah pematusan (km}^2\text{)}$$

**METODE PENELITIAN**

**Sistematik Pelaksanaan Penelitian**

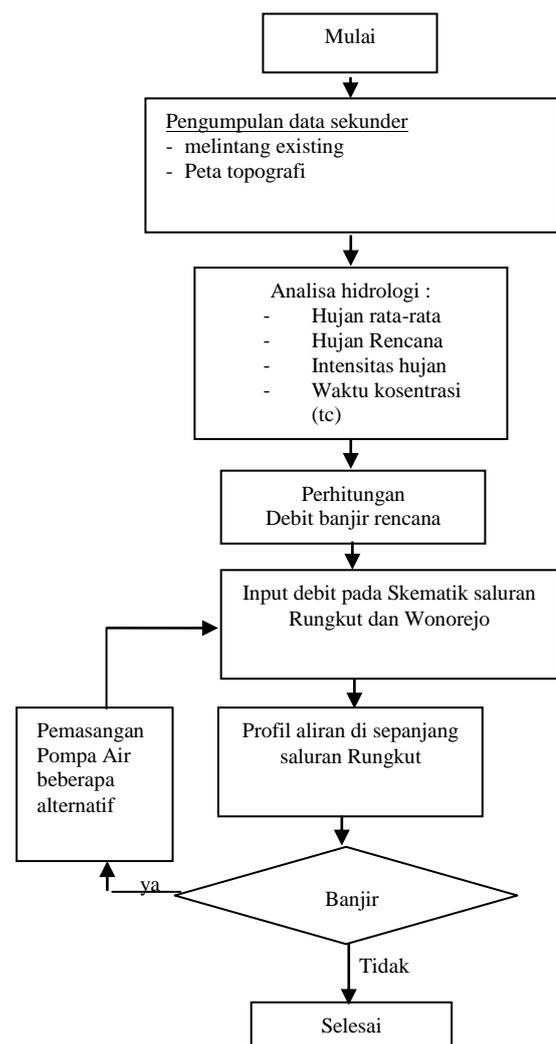
Langkah-langkah yang diperlukan untuk menyusun penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Studi literatur
2. Pengumpulan data sekunder.  
 Data sekunder: potongan memanjang, potongan melintang, peta topografi
3. Skematis model saluran Primer rungkut dan Saluran Primer wonorejo
4. Menentukan angka kekasaran Manning
5. Perhitungan analisa hidrologi
6. Perhitungan debit banjir rencana
7. Skematik Saluran primer Rungkut dan saluran Wonorejo
8. Pemasangan pompa air di saluran pada beberapa kondisi yaitu :
  - Kondisi eksisting menggunakan Metode HEC-RAS.
  - Pemasangan Pompa air di saluran Primer Rungkut (sebelum pertemuan saluran)
  - Pemasangan Pompa air di saluran Primer Rungkut (sebelum pertemuan saluran)

langkah-langkah penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Data hujan yang diperoleh dari alat penakar hujan merupakan hujan yang terjadi hanya pada satu tempat atau titik saja (*point*



Gambar. 1. Diagram Alur pelaksanaan

*rainfall*). Mengingat hujan sangat bervariasi terhadap tempat (*space*), maka untuk kawasan yang luas suatu alat penakar hujan belum dapat menggambarkan hujan wilayah tersebut. Dalam hal ini diperlukan perhitungan rata-rata curah hujan beberapa stasiun, data hujan yang diperlukan untuk analisa hidrologi telah terhimpun data hujan sepanjang tahun. Mulai dari tahun 1990–2009 pada empat stasiun.

**Analisa Curah Hujan Rencana**

Curah hujan daerah yang telah dihitung dengan metode Aritmatika selanjutnya akan dihitung curah hujan harian maksimum rencana dengan menggunakan metode statistik probabilitas dengan beberapa metode yaitu metode distribusi Gumbel, Log Pearson type III, dan Normal. Persyaratan

pemakaian distribusi tersebut didasarkan pada nilai Koefisien Skewness dan Koefisien Kurtosis.

Dari hasil perhitungan nilai koefisien Skewness (Cs) dan koefisien kurtosis (Ck) di DAS Rungkut diperoleh hasil bahwa DAS Rungkut lebih cocok menggunakan distribusi Log Pearson Type III karena nilai koefisien Skewness dan koefisien kurtosis tidak ada yang mendekati persyaratan distribusi Gumbel dan distribusi Normal.

Tabel 2. Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Metode Log Pearson Type III di DAS Rungkut

Simbol	Nilai
R <sub>2</sub>	76.950
R <sub>5</sub>	95.847
R <sub>10</sub>	106.949
R <sub>25</sub>	119.768
R <sub>50</sub>	128.590

Perhitungan debit banjir rencana

1. Saluran Primer Rungkut

- a. Waktu di lahan (to)  
 Panjang limpasan(l)= 2.000 m  
 Kemiringan lahan atau medan (S) = 0,00043  
 Koefisien hambatan permukaan (nd) = 0,02 (perumahan)

$$to = 1,44 \times (0,02 \times 2000 / \sqrt{0,00043})^{0,467}$$

$$to = 49,27 \text{ menit}$$

- b. Waktu disaluran  
 Kecepatan Aliran (V) = 1 m/dt  
 Panjang saluran (L) = 4.000 m

$$td = \frac{4000}{60 \times 1}$$

$$td = 66,7 \text{ menit}$$

- c. Waktu Kosentrasi (tc)  
 tc = to + td  
 tc = 49,27 + 66,67  
 = 115,94 menit  
 = 1,93 jam

- d. Perhitungan Intensitas Hujan Untuk saluran Primer Rungkut dengan data yang ada :

Waktu kosentrasi (tc) = 1,93 jam  
 Hujan Rencana :

$$R_2 = 76,95 \text{ mm}$$

$$R_5 = 95,85 \text{ mm}$$

$$R_{10} = 106,949 \text{ mm}$$

$$R_{25} = 119,78 \text{ mm}$$

$$I_2 = \frac{76,95}{24} \left( \frac{24}{1,93} \right)^{2/3} = 17,2 \text{ mm/jam}$$

$$I_5 = \frac{95,85}{24} \left( \frac{24}{1,93} \right)^{2/3} = 21,4 \text{ mm/jam}$$

$$I_{10} = \frac{106,95}{24} \left( \frac{24}{1,93} \right)^{2/3} = 23,92 \text{ mm/jam}$$

$$I_{25} = \frac{119,78}{24} \left( \frac{24}{1,93} \right)^{2/3} = 26,782 \text{ mm/jam}$$

2. Saluran Primer Wonorejo

- a. Waktu di lahan (to)  
 Panjang limpasan(l)= 2.500 m  
 Kemiringan lahan (S) = 0,00043  
 Koefisien (nd) = 0,02 ( perumahan)  
 $to = 1,44 \times (0,02 \times 2500 / \sqrt{0,00043})^{0,467}$   
 to = 54,68 menit

- b. Waktu disaluran (td)  
 Kecepatan Aliran (V) = 1 m/dt  
 Panjang saluran (L) = 12.000 m  
 $td = \frac{12000}{60 \times 1}$   
 td = 200 menit

- c. Waktu Kosentrasi (tc)  
 tc = to + td  
 tc = 54,68 + 200  
 = 254,68 menit  
 = 4,24 jam

- d. Perhitungan Intensitas Hujan Untuk saluran Primer Wonorejo dengan data yang ada :

Waktu kosentrasi (tc) = 4,24 jam  
 Hujan Rencana  
 $R_2 = 76,95 \text{ mm}$   
 $R_5 = 95,85 \text{ mm}$   
 $R_{10} = 106,949 \text{ mm}$   
 $R_{25} = 119,78 \text{ mm}$

Maka,

$$I_2 = \frac{76,95}{24} \left( \frac{24}{4,24} \right)^{2/3} = 10,18 \text{ mm/jam}$$

$$I_5 = \frac{95,85}{24} \left( \frac{24}{4,24} \right)^{2/3} = 22,68 \text{ mm/jam}$$

$$I_{10} = \frac{106,95}{24} \left( \frac{24}{4,24} \right)^{2/3} = 14,15 \text{ mm/jam}$$

$$I_{25} = \frac{119,78}{24} \left( \frac{24}{4,24} \right)^{2/3} = 15,85 \text{ mm/jam}$$

Analisa Debit Banjir Rencana

*Debit Banjir rencana Saluran Primer Rungkut*

Pada studi ini debit banjir rencana tata guna lahan atau koefisien aliran di tinjau pada kaondisi eksisting dan pada kondisi rencana, mengingat daerah rungkut tata guna lahan berubah menjadi pemukiman.

a. Pada Kondisi Eksisting

Koefisien Aliran C = 0,7  
 Luas DAS (A) = 1,5 Km<sup>2</sup>

Maka,

$$Q_2 = 1/3,6 \times 0,7 \times 17,2 \times 1,5 = 5,02 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$Q_5 = 1/3,6 \times 0,7 \times 21,44 \times 1,5 = 6,25 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$Q_{10} = 1/3,6 \times 0,7 \times 23,92 \times 1,5 = 6,98 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$Q_{25} = 1/3,6 \times 0,7 \times 26,78 \times 1,5 = 7,81 \text{ m}^3/\text{dt}$$

b. Pada Kondisi Rencana

Mengingat daerah rungkut saat ini tata guna lahan berubah menjadi daerah pemukiman, maka nilai koefisien aliran C rencana = 0,9, maka:

$$Q_2 = 1/3,6 \times 0,9 \times 17,2 \times 1,5 = 6,88 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$Q_5 = 1/3,6 \times 0,9 \times 21,44 \times 1,5 = 8,57 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$Q_{10} = 1/3,6 \times 0,9 \times 23,92 \times 1,5 = 9,57 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$Q_{25} = 1/3,6 \times 0,9 \times 26,78 \times 1,5 = 10,72 \text{ m}^3/\text{dt}$$

*Debit Banjir Rencana saluran Primer Wonorejo*

Luas Daerah aliran saluran = 23,25 Km<sup>2</sup>

Koefisien aliran C = 0,9

Maka,

$$Q_2 = 1/3,6 \times 0,9 \times 10,18 \times 23,25 = 46,53 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$Q_5 = 1/3,6 \times 0,9 \times 12,68 \times 23,25 = 57,96 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$Q_{10} = 1/3,6 \times 0,9 \times 14,15 \times 23,25 = 64,67 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$Q_{25} = 1/3,6 \times 0,9 \times 15,85 \times 23,25 = 72,43 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Debit yang mengalir di bagian hilir saluran Wonorejo semakin berkurang karena adanya pemasangan pompa air Prapen, Wonorejo 1, Pompa Wonorejo2 dan Pompa Wonorejo busem dengan jumlah pompa total keseluruhan ± 15 buah pompa dengan kapasitas 1 pompa sebesar 1,5 m<sup>3</sup>/dt. Debit yang mengalir dibagian hilir saluran Wonorejo sebagai berikut :

$$Q_2 = 1/3,6 \times 0,9 \times 10,18 \times 23,25 - 22,5 = 31,53 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$Q_5 = 1/3,6 \times 0,9 \times 12,68 \times 23,25 - 22,5 = 42,96 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$Q_{10} = 1/3,6 \times 0,9 \times 14,15 \times 23,25 - 22,5 = 49,67 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$Q_{25} = 1/3,6 \times 0,9 \times 15,85 \times 23,25 - 22,5 = 57,43 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Analisa Hidrolika

Analisa dengan program *HEC-RAS 4.0 Beta* dilakukan dengan Batas hilir saluran adalah pasang surut air laut, batas pada bagian hulu adalah debit banjir rencana saluran Primer Wonorejo dan saluran Primer Rungkut.

Input data untuk bisa menjalankan program ini adalah :

1. Model sungai/ saluran (*river reach, junction*)
2. Data cross section saluran (dimensi saluran, elevasi)
3. Koefisien manning (pada tanggul kiri, dasar saluran dan tanggul kanan)
4. Debit banjir rencana
5. Batas hilir saluran
6. Lokasi pompa
7. Jarak Pompa terhadap saluran
8. Elevasi muka air maksimum saat pompa dihidupkan dan elevasi muka air minimum saat pompa dimatikan
9. Data kapasitas pompa
10. Data tambahan lain-lain, bilamana terdapat bangunan air lainnya

Data-data tersebut dimasukkan agar diperoleh kesimpulan informasi sungai yang dibahas. Mulai data genangan air, dimensi saluran dan kapasitas sungai bisa diketahui.

Kondisi eksisting yang dianalisa adalah pertemuan antara Saluran Wonorejo dengan saluran Primer Rungkut sampai di muara. Debit yang digunakan sebagai *input* data adalah debit banjir rencana Rational.

Gambar skematisasi pemodelan kondisi eksisting Saluran Wonorejo dengan saluran Rungkut dan letak pompa ditampilkan pada Gambar 2.

*Boundary* pada Saluran Wonorejo-Saluran Rungkut adalah sebagai berikut :

Pada daerah Saluran Wonorejo :

- Bagian hulu data debit

Pada daerah Saluran Primer Rungkut :

- Bagian hulu data debit
- Bagian hilir data pasang surut
- Data pompa
- Pintu air

Model

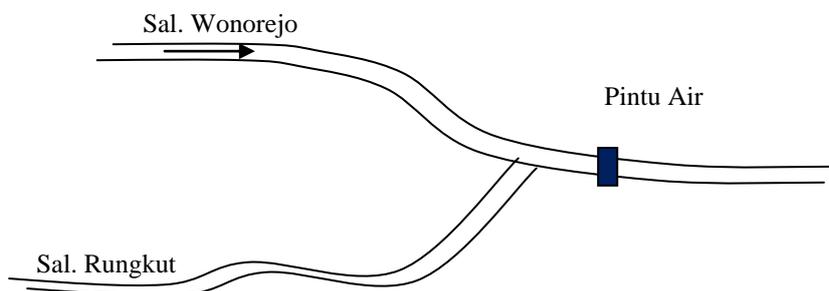
Setelah diperoleh parameter model yang sesuai, model digunakan untuk simulai elevasi muka air di Saluran Primer Rungkut dan Saluran Primer Wonorejo. Debit rencana yang di inputkan pada model ini  $Q_2$ ,  $Q_5$ ,  $Q_{10}$  dan  $Q_{25}$  tahun, elevasi muka air yang

mengalir di saluran Rungkut dan saluran Wonorejo beberapa kondisi yaitu:

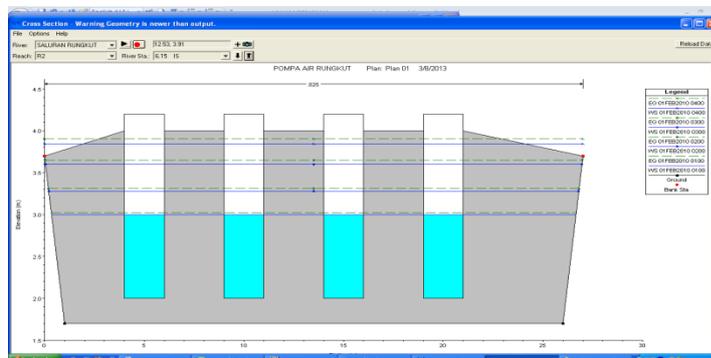
- Kondisi eksisting
- Pemasangan pompa air Rungku sebelum pertemuan saluran primer Rungkut dan Wonorejo
- Pemasangan pompa air Rungku setelah pertemuan saluran primer Rungkut dan Wonorejo

Profil Aliran Kondisi Eksisting

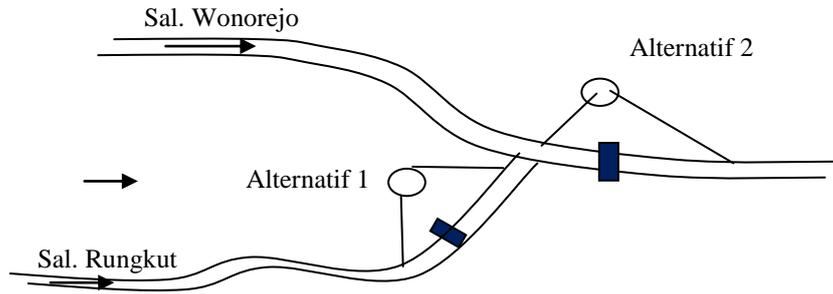
Pada Gambar 2 dapat dijelaskan bahwa penampang saluran primer Rungkut mampu menampung debit banjir rencana  $Q_2$ ,  $Q_5$ , dan  $Q_{10}$ . Pada debit rencana  $Q_{25}$  elevasi muka air melebihi elevasi tanggul mulai dari pintu air lama sampai  $\pm 1$  km dengan tinggi muka air 0,6 m. Kenaikan elevasi muka air tersebut disebabkan adanya hambatan di pertemuan saluran dan akibat adanya pengaruh *back water* di muara saluran Wonorejo.



Gambar 2. Kondisi Eksisting Saluran Primer Rungkut dan Saluran Primer Wonorejo.



Gambar 3. Pintu Air Lama yang Terletak Setelah Pertemuan Saluran Rungkut-Wonorejo



Gambar 4. Alternatif Pemasangan Pompa Air

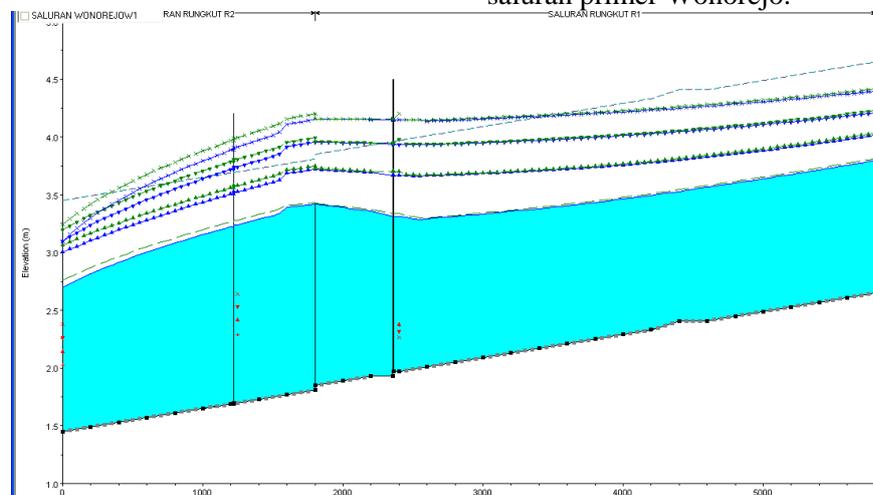
Pemasangan pompa air Rungkut sebelum pertemuan saluran primer Rungkut dan Wonorejo. (Alternatif 1)

Pemasangan 4 buah pompa air di saluran Primer Rungkut ini diharapkan genangan yang terjadi di sekitar saluran primer Rungkut dapat teratasi. Untuk lebih jelasnya kondisi elevasi muka air dapat dilihat pada Gambar 5.

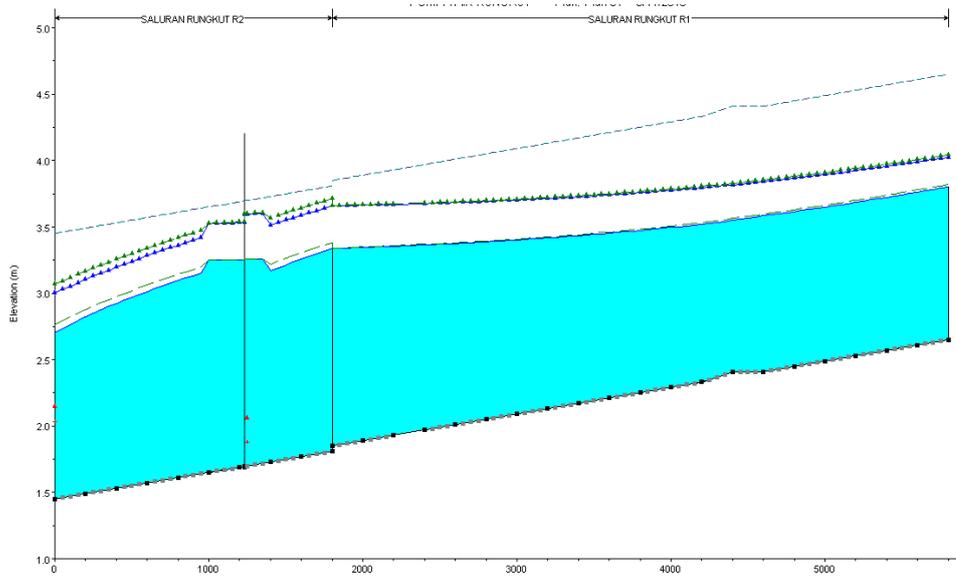
Pada Gambar 5 dapat dijelaskan. Pompa air Rungkut yang dipasang sebelum pertemuan saluran hanya mampu menarik atau mengatasi debit bajir rencana  $Q_2$ ,  $Q_5$  dan  $Q_{10}$ . Banjir yang terjadi di pertemuan saluran tersebut disebabkan adanya penambahan debit dari pompa air Rungkut dan terjadinya *back water* akibat adanya hambatan aliran di muara saluran.

Profil aliran Kondisi Pemasangan 4 buah pompa air Rungkut setelah pertemuan saluran primer Rungkut dan Wonorejo. (Alternatif 2)

Pompa air yang dipasang 4 buah dengan kapasitas pompa  $1,5 \text{ m}^3/\text{dt}$  dan total debit  $6 \text{ m}^3/\text{dt}$  elevasi muka air setelah pertemuan saluran tidak mampu menarik debit atau menurunkan elevasi muka air banjir pada debit banjir rencana  $Q_5$ ,  $Q_{10}$  dan  $Q_{25}$ . Debit yang mengalir di pertemuan saluran yaitu antara saluran Primer Rungkut dengan saluran Wonorejo sangat besar, sehingga pompa air yang terpasang tidak mampu menurunkan elevasi muka air. Untuk mengatasi permasalahan tersebut pompa air perlu ditambah 2 buah dengan kapasitas 1 pompa sebesar  $1,5 \text{ m}^3/\text{dt}$ . Pada Gambar 6 pompa air dinyalakan atau dioperasikan semua (6 buah pompa), maka pompa air mampu menurunkan elevasi muka air banjir di sepanjang saluran primer Rungkut dan saluran primer Wonorejo.



Gambar 5 Profil Aliran di Saluran Primer Rungkut dan Wonorejo Kondisi Pemasangan Pompa Sebelum Pertemuan Saluran



Gambar 6 Profil Aliran di Saluran Primer Rungkut dan Wonorejo Kondisi Pemasangan Pompa Setelah Pertemuan Saluran

#### KESIMPULAN

1. Pompa air Rungkut yang dipasang sebelum pertemuan saluran hanya mampu menarik atau mengatasi debit banjir rencana  $Q_2$ ,  $Q_5$ , dan  $Q_{10}$ . Banjir yang terjadi di pertemuan saluran tersebut disebabkan adanya penambahan debit dari pompa air Rungkut dan terjadinya *back water* akibat adanya hambatan aliran di muara saluran.
2. Pompa air yang dipasang 4 buah dengan kapasitas pompa  $1,5 \text{ m}^3/\text{dt}$  dan total debit  $6 \text{ m}^3/\text{dt}$ , elevasi muka air setelah pertemuan saluran tidak mampu menurunkan elevasi muka air banjir pada debit banjir rencana  $Q_5$ ,  $Q_{10}$  dan  $Q_{25}$ . Debit yang mengalir di pertemuan saluran yaitu antara saluran Primer Rungkut dengan saluran Wonorejo sangat besar, sehingga pompa air yang terpasang tidak mampu menurunkan elevasi muka air. Untuk mengatasi permasalahan tersebut pompa air perlu ditambah 2 buah dengan kapasitas 1 pompa sebesar  $1,5 \text{ m}^3/\text{dt}$ . Pada Gambar 6 pompa air dinyalakan atau dioperasikan semua (6 buah pompa), maka pompa air mampu menurunkan elevasi muka air banjir di sepanjang saluran primer Rungkut dan saluran primer Wonorejo

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anggrahini, 1997, *Hidrolika Saluran Terbuka*, CV. Citra Media, Surabaya.
- Novie handajani & Handika G. Sadmay, 2012, *Pengoperasian Pompa Air Prapen terhadap Jaringan Saluran Drainase Jemur Sari-Prapen Kota Surabaya*, Jurnal ilmiah teknik Sipil Kern FTSP UPN"Veteran "Jatim.
- Prawito Edi, 2009, *Pengaruh Pembuatan Short Cut terhadap Perubahan Dasar Sungai Studi Kasus Sungai Widias Kab. Nganjuk*, Program Pasca Sarjana PSTS ITS, Surabaya.
- Shidarti Theresia Sri, 1999, *Studi Perubahan Aliran Sungai Akibat Adanya Pengalihan Sebagian Banjir Melalui Sudetan Dengan Menggunakan Model Matematik Duflow Studi Kasus K. Welang*, Program Pasca Sarjana PSTS ITS, Surabaya.
- Tirtamarina aulia, 2011, *Studi kondisi muka air pada pertemuan kali Bangiltak dan Kedunglarangan untuk mengatasi permasalahan genangan di Kab. Pasuruan*, Program Pasca Sarjana PSTS ITS, Surabaya.
- USACE, 2000, *Hydrologic Modelling System HEC-HMS Technical Reference manual*, Maret 2000, <http://www.hec.usace.army.mil>.

US Army Corp of Engineering, 2008, *HEC-RAS User Manual*, Davis, California.

Van Rijn, Leo C., 1990, *Principles of Fluid Flow and Surface Waves in Rivers, Estuaries, Seas and Ocean*, Delft Hydraulic.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*