

## PENGOPERASIAN POMPA AIR PRAPEN TERHADAP JARINGAN SALURAN DRAINASE JEMURSARI-PRAPEN KOTA SURABAYA

Novie Handajani, Sadmay Gigid Handika

Program Studi Teknik Sipil

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

e-mail : novie\_handajani@yahoo.co.id

### ABSTRAK

Saluran drainase Jemursari-Prapen adalah salah satu saluran drainase yang berada di Kota Surabaya yang mana alirannya mengarah ke Kali Surabaya. Keberadaan saluran drainase Jemursari-Prapen sangat vital terhadap pengaturan debit banjir di daerah Jemursari, Kendangsari dan Prapen. Saluran drainase Jemursari-Prapen mempunyai morfologi saluran yang cukup lurus dan relatif datar. Akan tetapi, kecilnya kapasitas penampang *existing* saluran dan tingginya curah hujan di sepanjang saluran drainase Jemursari-Prapen menyebabkan terjadinya banjir. Akibatnya meluapnya air pada saat musim hujan menjadi sebuah permasalahan. Hal ini melatar belakangi perlunya dilakukan perencanaan pengendalian banjir pada saluran tersebut, dengan tujuan untuk meminimalisasi kerugian akibat banjir. Metode analisis yang di pakai adalah metode analisis perhitungan hidrologi. Dengan bantuan program *HEC-RAS* 4.1.0, besar kemampuan penampang saluran drainase pada kondisi eksisting dapat diketahui. Direncanakan debit banjir rencana lima tahun ( $Q_5$  tahun). Berdasarkan hasil analisa dengan menggunakan program *HEC-RAS* 4.1.0 pada kondisi eksisting Saluran Drainase Jemursari Prapen, beberapa penampang pada nomor patok *cross section* 0,8; 0,9; 1; 2; 2,1; 4; 7 tidak mampu menampung debit aliran. Dari hasil analisa didesain dengan menggunakan banjir  $Q_5$  tahun didapat bahwa cara normalisasi dimensi saluran drainase Jemursari, direncanakan  $b = 6$  m,  $z = 0$ ,  $I = 0,0004$ . Jumlah tiga pompa air yang terpasang dengan kondisi normalisasi mampu mengatasi luapan air pada Saluran Drainase Jemursari-Prapen pada  $Q_5$  tahun. Pengoperasian satu pompa air dinilai paling efektif karena sudah cukup mampu menampung  $Q_5$  tahun pada kondisi normalisasi.

**Kata kunci** : banjir, drainase, *pump station*, *HEC-RAS*

### PENDAHULUAN

Drainase adalah salah satu bangunan sipil yang mempunyai fungsi mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Saluran Drainase Jemursari adalah salah satu saluran drainase yang berada di Kota Surabaya yang mana alirannya mengarah ke Kali Surabaya. Keberadaan Saluran Drainase Jemursari sangat vital terhadap pengaturan debit banjir di daerah Jemursari, Kendangsari dan Prapen. *HEC-RAS* merupakan singkatan dari *Hydraulic Engineering Center's Hydrologic River Engineering System*, merupakan

sebuah software yang dikembangkan oleh *Hydraulic Engineering Center* milik *US Army Corps of Engineers*. Program *HEC-RAS* merupakan program komputer untuk menghitung transformasi hujan dan proses *routing* pada suatu DAS.

Sehingga permasalahan yang timbul berkenaan dengan banjir yang terjadi di daerah sekitar Saluran Drainase Jemursari adalah sebagai berikut :

1. Mampukah saluran drainase Jemursari-Prapen kondisi eksisting menampung air pada  $Q_5$  tahun?
2. Berapa dimensi normalisasi pada saluran Jemursari-Prapen?
3. Apakah jumlah Pompa Air Prapen yang terpasang dengan kondisi normalisasi mampu mengatasi luapan air pada

Saluran Drainase Jemursari-Prapen pada  $Q_5$  tahun?

4. Berapakah jumlah pompa yang bekerja paling efektif pada kondisi normalisasi?

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui mampu atau tidaknya Saluran Drainase Jemursari-Prapen menampung air pada  $Q_5$  tahun pada kondisi eksisting.
2. Untuk mengetahui dimensi normalisasi pada saluran Jemursari-Prapen.
3. Untuk mengetahui mampu atau tidaknya Pompa Air Prapen yang terpasang dengan kondisi normalisasi dalam mengatasi luapan air pada Saluran Drainase Jemursari pada  $Q_5$  tahun.
4. Untuk mengetahui berapa jumlah pompa air yang beroperasi secara efektif dengan kondisi normalisasi dalam mengatasi luapan air pada Saluran Drainase Jemursari-Prapen pada  $Q_5$  tahun.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Definisi Drainase

Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas.

Berdasarkan sejarah terbentuknya, drainase terbagi dua jenis. Pertama, *natural drainage* yaitu drainase yang terbentuk secara alamiah dengan tidak adanya bangunan penunjang. Kedua, *artificial drainage* yaitu drainase yang terbentuk karena adanya campur tangan manusia melalui proses perencanaan dengan tujuan tertentu yang mana drainase tersebut memerlukan bangunan khusus.

Menurut letak bangunannya, drainase dibagi dua jenis. Pertama, *surface drainage* yaitu suatu sistem pembuangan air untuk menyalurkan air di permukaan tanah. Hal ini berguna untuk mencegah adanya genangan. Kedua, *subsurface drainage* yaitu suatu sistem pembuangan untuk mengalirkan kelebihan air dibawah tanah.

### Curah Hujan

Untuk mendapatkan gambaran mengenai distribusi hujan di seluruh daerah aliran sungai, maka dipilih beberapa stasiun yang tersebar di seluruh DAS. Stasiun

terpilih adalah stasiun yang berada dalam cakupan area DAS dan memiliki data pengukuran iklim secara lengkap. Untuk keperluan pengolahan data curah hujan menjadi data debit diperlukan data curah hujan bulanan, sedangkan untuk mendapatkan debit banjir rancangan diperlukan analisis data dari curah hujan harian maksimum. Metode yang umum dipakai adalah *Thiessen polygon Method*.

Pada *Thiessen polygon Method* dianggap bahwa data curah hujan dari suatu tempat pengamatan dapat dipakai untuk daerah pengaliran di sekitar tempat itu. Metode perhitungan dengan membuat poligon yang memotong tegak lurus pada tengah-tengah garis penghubung dua stasiun hujan. Dengan demikian tiap stasiun penakar ( $R_n$ ) akan terletak pada suatu wilayah poligon tertutup ( $A_n$ ).

Perbandingan luas poligon untuk setiap stasiun yang besarnya  $A_n / A$ . Thiessen memberi rumusan sebagai berikut:

$$R = \frac{A_1 * R_1 + A_2 * R_2 + \dots + A_n * R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots \dots \dots (1)$$

dengan:

- R = Curah hujan daerah (mm)
- A = Luas daerah aliran sungai (km<sup>2</sup>)

### Analisa Frekuensi Curah Hujan Rencana

Tujuan analisa frekuensi data hidrologi adalah berkaitan besaran peristiwa-peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadian melalui penerapan distribusi kemungkinan. Data hidrologi yang dianalisis diasumsikan tidak bergantung (*independen*) dan terdistribusikan secara acak dan bersifat *stokastik*.

### Distribusi Log Pearson III

Distribusi *Log Pearson Type III* banyak digunakan dalam analisa Hidrologi terutama analisis data maksimum dan minimum dengan nilai ekstrim. Bentuk distribusi *Log Pearson Type III* ini dapat menggantikan varian menjadi nilai logaritma. Untuk menganalisa frekuensi curah hujan dengan metode *Log Pearson*

Type III adalah berikut (Ir. C.D. Soemarto,1986) :

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + K \cdot S_{\log x} \dots\dots\dots(2)$$

dengan:

$X_T$  = curah hujan dengan kala ulang T Tahun

$\text{Log } \bar{X}$  = harga rata-rata

$S_{\log x}$  = standard deviasi

K = koefisien, yang harganya tergantung pada nilai kepengcengan (Cs) dan Return Periode (T)

**Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi**

Diperlukan pengujian parameter untuk menguji kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian parameter yang sering dipakai adalah *Chi-Square Test* dan *Smirnov-Kolmogorov* (Dr. Ir. Suripin, M. Eng., 2004).

**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  $\chi^2$ , oleh karena itu disebut dengan uji Chi-Square. Parameter  $\chi^2$  dapat dihitung dengan rumus :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots(3)$$

dengan:

$\chi^2$  = 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

**Uji *Smirnov-Kolmogorov***

Uji kecocokan *Smirnov- Kolmogorov* sering juga disebut uji kecocokan non parametrik karena pengujiannya tidak

menggunakan fungsi distribusi tertentu. Uji ini di peroleh dengan memplot data dan probabilitas dari data yang bersangkutan, serta hasil perhitungan empiris dalam bentuk grafis. Dari kedua hasil pengeplotan, dapat diketahui penyimpangan terbesar ( $\Delta$  maksimum). Penyimpangan tersebut kemudian dibandingkan dengan penyimpangan kritis yang diijinkan ( $\Delta cr$ ). Bila nilai kritis  $\Delta cr$  lebih besar dari nilai peluang maka *Metode Log Person Tipe III* dapat diterima.

**Analisa Debit Banjir Rencana**

Perhitungan kemampuan saluran drainase Jemursari untuk menerima debit banjir dari saluran meliputi perhitungan hidrolis yaitu perhitungan kapasitas pengaliran saluran drainase Jemursari. Debit banjir rencana menggunakan metode rasional dengan perumusan :

$$Q = 1/3,6 \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots(4)$$

dengan:

Q = debit banjir rencana (m<sup>3</sup>/detik)

C = koefisien pengaliran

I = intensitas hujan (mm/jam)

A = luas daerah aliran sungai (km<sup>2</sup>)

**METODE**

1. Studi literatur
2. Pengumpulan data sekunder, yang berupa peta topografi, curah hujan, peta genangan, data tata guna lahan dan gambar *long & cross section*
3. Analisa data.  
Analisa curah hujan rata-rata, analisa hujan rencana, debit rencana.
4. Skematisasi model Saluran Jemursari-Prapen.
5. Cek muka air kondisi eksisting Saluran Drainase Jemursari-Prapen menggunakan Metode *HEC-RAS* 4.1.
6. Untuk menguji pemodelan tersebut sudah layak apa belum, maka perlu uji model dengan mengalirkan debit banjir rencana.
7. Apabila dalam pengujian model tersebut yang terjadi adalah banjir, maka dilakukan perbaikan. Namun jika tidak terjadi banjir maka perumusan model dapat digunakan.
8. Setelah mendapatkan pemodelan yang sesuai, maka untuk mengecek kekokohan model tersebut dengan cara

mengaplikasikan model tersebut di Saluran Drainase Jemursari-Prapen.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisa Hidrologi**

Dalam perhitungan ini digunakan data curah hujan harian yang nantinya diolah menjadi debit untuk dipakai data dasar dalam perencanaan. Data curah hujan pada DAS Kali Wonorejo diperoleh dari lima stasiun hujan, yaitu Stasiun hujan Kebon Agung, Gunungsari, Wonokromo, Wonorejo dan Keputih.

Tabel 1. Luas Pengaruh Thiessen Polygon

| Nomor stasiun | Nama stasiun | DAS Kali Wonorejo       |                    |
|---------------|--------------|-------------------------|--------------------|
|               |              | Luas (km <sup>2</sup> ) | Bobot Thiessen (%) |
| 1             | Kebon Agung  | 16,68                   | 0,18               |
| 2             | Gunungsari   | 1,96                    | 0,02               |
| 3             | Wonorejo     | 43,68                   | 0,47               |
| 4             | Wonokromo    | 14,88                   | 0,16               |
| 5             | Keputih      | 15,15                   | 0,16               |
| <b>TOTAL</b>  |              | <b>92,35</b>            |                    |

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 2. Perhitungan Curah Hujan Maks.

| No. | Tgl. Kejadian    | R (mm) |
|-----|------------------|--------|
| 1   | 23 Maret 2000    | 89,05  |
| 2   | 2 Maret 2001     | 135,42 |
| 3   | 30 Januari 2002  | 112,97 |
| 4   | 10 Maret 2003    | 58,77  |
| 5   | 4 Januari 2004   | 69,43  |
| 6   | 15 Desember 2005 | 78,72  |
| 7   | 4 Januari 2006   | 128,49 |
| 8   | 26 Desember 2007 | 65,79  |
| 9   | 20 November 2008 | 64,92  |
| 10  | 9 Januari 2009   | 96,06  |
| 11  | 3 Desember 2010  | 99,52  |

Sumber : Hasil Perhitungan

**Perhitungan Analisa Frekuensi**

Untuk mendapatkan distribusi hujan dengan kala ulang tertentu, harus dianalisa dahulu data curah hujan yang ada dengan parameter statistik. Tujuan dari analisa frekuensi digunakan adalah untuk menentukan jenis distribusi yang sesuai dengan data tersebut.

Tabel 3. Perhitungan Analisa Frekuensi

| No.                          | R (mm)        | R-R <sub>rata-rata</sub> (mm) | (R-R <sub>rata</sub> ) <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> ) | (R-R <sub>rata</sub> ) <sup>3</sup> (mm <sup>3</sup> ) | (R-R <sub>rata</sub> ) <sup>4</sup> (mm <sup>4</sup> ) |
|------------------------------|---------------|-------------------------------|--|--|--|
| 1                            | 89,05         | -1,78                         | 3,17   | -5,65  | 10,06  |
| 2                            | 135,42        | 44,59                         | 1988,19  | 88651,45   | 3952887,66   |
| 3                            | 112,97        | 22,14                         | 490,14   | 10851,24   | 240236,58  |
| 4                            | 58,77         | -32,06                        | 1027,90  | -32955,47  | 1056582,30   |
| 5                            | 69,43         | 14,81                         | 219,22   | 3245,74  | 48056,37   |
| 6                            | 78,72         | -12,11                        | 146,67   | -1776,36   | 21513,30   |
| 7                            | 128,49        | 37,66                         | 1418,21  | 53408,39   | 2011311,46   |
| 8                            | 65,79         | -25,04                        | 627,05   | -15701,83  | 393188,10  |
| 9                            | 64,92         | -25,91                        | 671,38   | -17395,94  | 450744,67  |
| 10                           | 96,06         | 5,23                          | 27,34  | 142,98   | 747,66   |
| 11                           | 99,52         | 8,69                          | 75,50  | 656,03   | 5700,30  |
| <b>Jum</b>                   | <b>999,14</b> |                               | <b>6694,76</b>   | <b>89120,58</b>  | <b>8180978,45</b>                                      |
| <b>R<sub>Rata-rata</sub></b> | <b>90,831</b> |                               |  |  |  |

**Perhitungan Curah Hujan Rencana**

Dari hasil analisa frekuensi diatas dapat diketahui yang digunakan adalah metode Distribusi *Log Pearson Type III*.

Tabel 4. Perhitungan Distribusi Log Pearson Type III

| No.              | Tahun | Tanggal Terjadi | R (mm)        | Log R         | (Log R - Log Rr) <sup>2</sup> | (Log R - Log Rr) <sup>3</sup> |
|------------------|-------|-----------------|---------------|---------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1                | 2000  | 23 Maret        | 89,05         | 1,9496        | 0,0001                        | 0,0000                        |
| 2                | 2001  | 2 Maret         | 135,42        | 2,1317        | 0,0360                        | 0,0068                        |
| 3                | 2002  | 30 Januari      | 112,97        | 2,0530        | 0,0123                        | 0,0014                        |
| 4                | 2003  | 10 Maret        | 58,77         | 1,7692        | 0,0298                        | -0,0052                       |
| 5                | 2004  | 6 Januari       | 69,43         | 1,8415        | 0,0101                        | -0,0010                       |
| 6                | 2005  | 15 Desember     | 78,72         | 1,8961        | 0,0021                        | -0,0001                       |
| 7                | 2006  | 4 Januari       | 128,49        | 2,1089        | 0,0279                        | 0,0047                        |
| 8                | 2007  | 26 Desember     | 65,79         | 1,8182        | 0,0153                        | -0,0019                       |
| 9                | 2008  | 20 November     | 64,92         | 1,8124        | 0,0168                        | -0,0022                       |
| 10               | 2009  | 9 Januari       | 96,06         | 1,9825        | 0,0017                        | 0,0001                        |
| 11               | 2010  | 3 Desember      | 99,52         | 1,9979        | 0,0031                        | 0,0002                        |
| <b>Jumlah</b>    |       |                 | <b>999,14</b> | <b>21,361</b> | <b>0,1552</b>                 | <b>0,00277</b>                |
| <b>Rata-rata</b> |       |                 | <b>90,831</b> | <b>1,942</b>  | <b>0,0141</b>                 | <b>0,000252</b>               |

**Uji Kesesuaian Distribusi**

Untuk menentukan kecocokan distribusi frekuensi dari sample data terhadap peluang yang dipilih, maka dalam penelitian ini menggunakan dua macam uji,

yaitu secara horisontal dengan metode *Smirnov Kolmogorov* dan secara vertikal dengan metode *Chi Kuadrat (Chi - Square)*.

Tabel 5. Perhitungan Dmax Uji *Smirnov-Kolmogorov*

| No.          | R (mm) | Log R | Sn(x) | k     | Pr    | Px     | Sn(x)-Px     |
|--------------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------------|
| 1            | 58,77  | 1,769 | 0,083 | -3,52 | 1,123 | -0,123 | 0,206        |
| 2            | 64,92  | 1,812 | 0,167 | -2,64 | 1,036 | -0,036 | 0,203        |
| 3            | 65,79  | 1,818 | 0,250 | -2,52 | 1,025 | -0,025 | 0,275        |
| 4            | 69,43  | 1,842 | 0,333 | -2,05 | 0,978 | 0,022  | 0,311        |
| 5            | 78,72  | 1,950 | 0,417 | 0,16  | 0,761 | 0,239  | 0,177        |
| 6            | 89,05  | 1,983 | 0,500 | 0,83  | 0,694 | 0,306  | 0,194        |
| 7            | 96,06  | 1,998 | 0,583 | 1,14  | 0,664 | 0,336  | 0,247        |
| 8            | 99,52  | 2,053 | 0,667 | 2,26  | 0,553 | 0,447  | 0,220        |
| 9            | 112,97 | 2,109 | 0,750 | 3,40  | 0,441 | 0,559  | 0,191        |
| 10           | 128,49 | 2,132 | 0,833 | 3,87  | 0,395 | 0,605  | 0,228        |
| 11           | 135,42 | 2,132 | 0,917 | 3,87  | 0,395 | 0,605  | 0,311        |
| <b>D max</b> |        |       |       |       |       |        | <b>0,311</b> |

Tabel 6. Hasil Perhitungan *Smirnov-Kolmogorov*

| Kelas | P (%)  | K      | K x S  | Log R | Batas Kelas (Rt) |
|-------|--------|--------|--------|-------|------------------|
| 1     | 80,000 | -0,850 | -0,042 | 1,900 | 79,466           |
| 2     | 60,000 | -0,306 | -0,015 | 1,927 | 84,504           |
| 3     | 40,000 | 0,254  | 0,012  | 1,954 | 90,023           |
| 4     | 20,000 | 0,830  | 0,041  | 1,983 | 96,075           |

Tabel 7. Batas Kelas Uji *Chi Square*

| Kelas    | Batas Kelas     | (Ej) | (Oj)      | (Oj-Ej) <sup>2</sup> /Ej |
|----------|-----------------|------|-----------|--------------------------|
| 1        | 0,000 - 79.466  | 2.75 | 5         | 1.841                    |
| 2        | 79.466 - 84.504 | 2.75 | 0         | 2.750                    |
| 3        | 84.504 - 90.023 | 2.75 | 1         | 1.114                    |
| 4        | 90.023 - 96.075 | 2.75 | 1         | 1.114                    |
| 5        | 96.075 - 135.42 | 2.75 | 4         | 0.568                    |
| <b>S</b> |                 |      | <b>11</b> | <b>7.386</b>             |

**Analisa Debit Banjir Rencana Waktu Konsentrasi (tc)**

**Saluran Jambangan 2A**

to<sub>1</sub> = 1 menit (daerah perumahan)  
 So = 0,00020 (kemiringan saluran)  
 Tipe permukaan n = 0,2 (rumput tidak padat)  
 Lo = 167,5 meter m

to<sub>2</sub> :

$$to_2 = 1,44x \left( L0 \frac{n}{\sqrt{S0}} \right)^{0,467}$$

$$to_2 = 1,44x \left( 167,5 \frac{0,2}{\sqrt{0,0002}} \right)^{0,467}$$

= 54,23 menit

Total waktu di lahan to = to.1 + to.2

to = 1,00 + 54,23

= 55,23 menit

td :

L = 545,95 m

V = 0,3 m/dt (saluran tersier)

$$Td = \left( \frac{L}{60V} \right) = \left( \frac{545,95}{60x1,5} \right)$$

= 6,07 menit

Waktu konsentrasi (tc)

tc = to + td

tc = 55.23 + 28.43 = 61,3 menit  
 = 1.39 jam

**Intensitas Hujan (I)**

tc = 1,02 jam

R2 = 81,2 mm

$$I2 = \frac{R_{2th}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} = \frac{81,20}{24} \left( \frac{24}{1,02} \right)^{\frac{2}{3}}$$

=22,70 mm/jam

**Debit Banjir (Q)**

A = 0,103 km<sup>2</sup>

C = 0,4

I2 = 22,70 mm/jam

$$Q_2 = \frac{1}{3,6} . C . I . A = \frac{1}{3,6} . 0,8 . (22,70) . (0,10)$$

= 0,26 m<sup>3</sup>/dt

Tabel 8. Input Saluran Wonorejo

| Nama Saluran                   | No. Cross  | Debit                 |              |                       |              |
|--------------------------------|------------|-----------------------|--------------|-----------------------|--------------|
|                                |            | Q-2                   | Q2           | Q-5                   | Q5           |
|                                |            | (m <sup>3</sup> /jam) | Kumulatif    | (m <sup>3</sup> /jam) | Kumulatif    |
| <b>S. PRIMER WONOREJO</b>      |            |                       |              |                       |              |
| S. Karah Agung                 | 305        | 1,92                  | 1,92         | 2,17                  | 2,17         |
| S. Raya Mayangkara             | 304,8      | 0,38                  | 2,30         | 0,43                  | 2,60         |
| S. Ketintang                   | 304,7      | 1,16                  | 3,46         | 1,31                  | 3,91         |
| Sal. Tmn Ketintang Baru 1      | 304        | 1,55                  | 5,00         | 1,75                  | 5,65         |
| S. Tmn. Ketintang Baru 2 Barat | 303,8      | 0,39                  | 5,39         | 0,44                  | 6,09         |
| S. Tmn. Ketintang Baru 2 Timur | 303,6      | 0,12                  | 5,52         | 0,14                  | 6,23         |
| S. A. Yan i                    | 303        | 1,04                  | 6,55         | 1,17                  | 7,41         |
| S. wonokromo                   | 302,7      | 1,96                  | 8,51         | 2,21                  | 9,62         |
| S. Pabrik Kulit 2              | 299        | 0,22                  | 8,74         | 0,25                  | 9,87         |
| S. Margorejo                   | 294        | 0,58                  | 9,32         | 0,66                  | 10,53        |
| S. Wonocolo                    | 293        | 1,35                  | 10,68        | 1,53                  | 12,06        |
| S. Jemursari 12                | 293        | 0,16                  | 10,83        | 0,18                  | 12,24        |
| Sal. A                         | 287        | 0,08                  | 10,92        | 0,10                  | 12,33        |
| S. Jemursari B                 | 281        | 0,21                  | 11,13        | 0,24                  | 12,58        |
| S. Margorejo Indah             | 279,3      | 0,17                  | 11,30        | 0,19                  | 12,77        |
| Sal. Jetis                     | 279,2      | 1,07                  | 12,37        | 1,21                  | 13,98        |
|                                | <b>222</b> |                       | <b>12,37</b> |                       | <b>13,98</b> |

Tabel 9. Input Saluran Jemursari

| Nama Saluran          | No. Cross  | Debit                 |              |                       |              |
|-----------------------|------------|-----------------------|--------------|-----------------------|--------------|
|                       |            | Q-2                   | Q2           | Q-5                   | Q5           |
|                       |            | (m <sup>3</sup> /jam) | Kumulatif    | (m <sup>3</sup> /jam) | Kumulatif    |
| <b>S. JEMURSARI 1</b> |            |                       |              |                       |              |
| S. Raya Jemursari     | 15         | 0,30                  | 0,30         | 0,34                  | 0,34         |
| S. Jemursari VIII     | 9,8        | 0,16                  | 0,46         | 0,18                  | 0,52         |
| S. Jemursari VI       | 8,4        | 0,27                  | 0,73         | 0,31                  | 0,83         |
| S. Jemursari II       | 5,9        | 0,18                  | 0,91         | 0,20                  | 1,03         |
|                       | <b>2,1</b> |                       | <b>0,91</b>  |                       | <b>1,03</b>  |
| <b>S. JEMURSARI 2</b> |            |                       |              |                       |              |
| S. PRIMER WONOREJO    |            | 12,37                 | 12,37        | 13,98                 | 13,98        |
| S. JEMURSARI          |            | 0,91                  | 13,28        | 1,03                  | 15,01        |
|                       | <b>0,6</b> |                       | <b>13,28</b> |                       | <b>15,01</b> |
| <b>S. JEMURSARI 3</b> |            |                       |              |                       |              |
| S. JEMURSARI 2        |            | 13,28                 | 13,28        | 15,01                 | 15,01        |
| S. Sidosermo Indah    |            | 4,53                  | 17,81        | 4,76                  | 19,77        |
|                       | <b>0,4</b> |                       | <b>17,81</b> |                       | <b>19,77</b> |

Tabel 10. Input Saluran Sidosermo

| Nama Saluran              | No. Cross | Debit                 |             |                       |             |
|---------------------------|-----------|-----------------------|-------------|-----------------------|-------------|
|                           |           | Q-2                   | Q2          | Q-5                   | Q5          |
|                           |           | (m <sup>3</sup> /jam) | Kumulatif   | (m <sup>3</sup> /jam) | Kumulatif   |
| <b>S. SIDOSERMO INDAH</b> |           |                       |             |                       |             |
| S. SIDOSERMO PUSKESMAS    | 10        | 0,28                  | 0,28        | 0,32                  | 0,32        |
| S. SIDOSERMO INDAH I2     | 9,8       | 0,25                  | 0,53        | 0,28                  | 0,60        |
| S. SIDOSERMO INDAH 3      | 6,8       | 0,14                  | 0,67        | 0,15                  | 0,75        |
| S. SIDOSERMO INDAH A      | 2,8       | 1,18                  | 1,85        | 1,34                  | 2,09        |
|                           | <b>1</b>  |                       | <b>1,85</b> |                       | <b>2,09</b> |

**Kondisi Eksisting Saluran**

Pada kondisi penampang eksisting ditinjau kemampuan saluran untuk menampung air dengan debit banjir rencana 5 tahun ( $Q_5$  tahun). Saluran drainase yang ditinjau adalah Saluran Drainase Wonorejo, Saluran Drainase Jemursari-Prapen, Saluran Drainase Sidosermo.

**Kondisi Eksisting Saluran Wonorejo**

Pada debit banjir rencana lima tahun ( $Q_5$  tahun) dengan kondisi ketiga pompa beroperasi, Saluran Wonorejo kondisi eksisting dengan dasar saluran di hulu berada pada elevasi +3,44 m dan dasar saluran di perpotongan antara Saluran Wonorejo dan Saluran Jemursari-Prapen (hilir) berada pada elevasi +2,83. Sedangkan elevasi muka air di hulu adalah +5,87 m dan di perpotongan antara Saluran Wonorejo dan Saluran Jemursari-Prapen (hilir) adalah +4,75 m. Ketinggian tanggul eksisting di hulu adalah +5,44 m dan di perpotongan antara Saluran Wonorejo dan Saluran Jemursari-Prapen (hilir) adalah +4,63 m. Kondisi Eksisting Saluran Wonorejo tidak mampu menampung debit banjir rencana

lima tahun ( $Q_5$  tahun), maka saluran perlu dilakukan perencanaan normalisasi.

**Kondisi Eksisting Saluran Jemursari**

Pada Saluran Jemursari dengan beroperasinya ketiga pompa kondisi eksisting, dasar saluran di hulu berada pada elevasi +3,32 m dan dasar saluran di hilir berada pada elevasi +2,22. Sedangkan elevasi muka air di hulu adalah +4,77 m dan di hilir +4,00 m.

Tinggi jagaan eksisting berada pada pada +5,01 m di hulu dan +4,16 m di hilir. Pada kondisi eksisting beberapa penampang pada nomor patok *cross section* 0,8; 0,9; 1; 2; 2,1; 4; 7 tidak mampu menampung debit aliran.

**Kondisi Eksisting Saluran Sidosermo**

Pada Saluran Sidosermo kondisi eksisting, dasar saluran di hulu berada pada elevasi +2,44 m dan dasar saluran di hilir (perpotongan antara Saluran Sidosermo dan Saluran Jemursari-Prapen) berada pada elevasi +2,11 m. Sedangkan elevasi muka air di hulu adalah +4,35 m dan di hilir (perpotongan antara Saluran Sidosermo dan Saluran Jemursari-Prapen) berada pada

+4,35 m. Tinggi jagaan pada kondisi eksisting adalah +3,83 m di hulu dan +4,66 m di hilir (perpotongan antara Saluran Sidosermo dan Saluran Jemursari-Prapen). Pada kondisi eksisting hanya penampang dengan nomor patok *cross section* 1 yang mampu menampung air, sedangkan penampang pada nomor patok *cross section* lain tidak mampu menampung luberan.

#### Kondisi Normalisasi Saluran Jemursari

Pada normalisasi Saluran Jemursari dibagi atas tiga segmen, yaitu Saluran Jemursari I (nomor *cross section* 15 sampai 2,1), Saluran Jemursari II (nomor *cross section* 2 sampai 0,6) dan Jemursari III (nomor *cross section* 0,6 sampai 0,3). Pada Saluran Jemursari I dilakukan perencanaan normalisasi dengan  $I = 0,0004$ ,  $b = 6,00$  m. Pada Saluran Jemursari II dilakukan perencanaan normalisasi dengan  $I = 0,0004$ ,  $b = 6,00$  m. Pada Saluran Jemursari III dilakukan perencanaan normalisasi dengan  $I = 0,0004$ ,  $b = 6,00$  m

#### Kondisi Normalisasi Saluran Wonorejo

Pada Saluran Wonorejo dilakukan perencanaan normalisasi dengan  $I = 0,0001$ ,  $b = 10,00$  m,  $z=0$ .

#### Kondisi Normalisasi Saluran Sidosermo

Pada Saluran Sidosermo dilakukan perencanaan normalisasi dengan  $I = 0,0007$ ,  $b = 9,40$ m, $z=0$

#### Analisa Efektifitas Kerja Pompa

Analisa efektifitas kerja pompa dalam hal ini adalah menganalisa dan membandingkan kemampuan efektif pompa jika kondisi pompa : dioperasikan satu, dioperasikan dua dan dioperasikan tiga. Dari ketiga kondisi tersebut dicari kerja pompa air paling efektif menanggulangi luberan air pada  $Q_5$  tahun.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan hasil perhitungan optimasi Pompa Prapen dengan bantuan program *HEC-RAS* 4.1, maka usaha pendekatan dan pemecahan permasalahan yang ada dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil analisa dengan menggunakan program *HEC-RAS* 4.1, kondisi eksisting penampang Saluran Drainase Jemursari-Prapen tidak mampu menampung debit  $70\% Q_5$  tahun.
2. Dari hasil analisa didesain dengan menggunakan banjir  $Q_5$  tahun didapat bahwa cara normalisasi dimensi saluran drainase Jemursari, direncanakan  $b = 6$  m,  $I = 0,0004$ ,  $z = 0$ .
3. Jumlah tiga pompa air yang terpasang mampu mengatasi luapan air pada Saluran Jemursari-Prapen kondisi normalisasi pada  $Q_5$  tahun.
4. Dengan jumlah satu pompa yang beroperasi pada kondisi normalisasi sudah efektif untuk mengatasi luapan air di Saluran Drainase Jemursari-Prapen pada  $Q_5$  tahun.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anggrahini. 1997. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Penerbit CV. Citra Media, Surabaya.
- Chow Ven Te. 1992. *Hidrolika saluran Terbuka*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Lensley, Ray K dan Franzini, Joseph B. 1991. *Teknik Sumber Daya Air Jilid II* diterjemahkan oleh Djoko Sasongko. Penerbit Erlangga, Surabaya.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Triatmojo, B. 2008. *Hidrologi Terapan*. Penerbit Beta Offset, Yogyakarta.
- US Army Corp of Engineering, 2008. *HEC-RAS User Manual*, Davis, California.