

# EVALUASI KINERJA JARINGAN IRIGASI CURAH MELALUI SIMULASI HIDROLIS MENGUNAKAN EPANET 2.0

## PERFORMANCE EVALUATION OF SPRINKLER IRRIGATION BY HYDRAULIC SIMULATION USING EPANET 2.0

Oleh:

Helena Novitasari Lasol\*)✉, Yuli Suharnoto\*)✉, Dadang Ridwan\*\*)✉, Marasi Deon J\*\*)✉

\*)Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor

\*\*)Peneliti Balai Irigasi, Puslitbang SDA, Badan Litbang Kementerian PU

✉Komunikasi penulis, email: helenalasil@gmail.com, y.suharnoto@gmail.com, dankridwan@gmail.com

Naskah ini diterima pada 6 Maret 2014 ; revisi pada 14 April 2014 ;

disetujui untuk dipublikasikan pada 28 April 2014

### ABSTRACT

*Sprinkler irrigation network could be a good investment when designed, installed, maintained and managed well. But manually calculation consumes much time and gives rise to human error. Therefore, this study aims to evaluate the performance of sprinkler irrigation using secondary data and the data was analyzed by using simulation of EPANET 2.0 software. This study was conducted on irrigation network in the village of Tenilo, Gorontalo and the villages of Akar-akar, NTB. The simulation resulted the average pressure at both locations was excess of the recommended optimum pressure 40 m, but it was not excess the maximum recommended pressure 65 m. The variation pressure on each location were 2.82 m and 9.35 m. Debit issued by sprinkler was also nearing discharge plan 9.11 liters/second. The velocity of the flow both locations was not different much. It was less than maximum allowable speed 3 m/s, it meant that the network was safe from abrasion and water hammer on a pipe. Based on the results, simulation sprinkler irrigation network installed in the village of Tenilo and the villages of Akar-akar have met the criteria of hydraulic limitation design of sprinkler irrigation.*

**Keywords:** *discharge, EPANET 2.0, sprinkle irrigation, velocity, pressure*

### ABSTRAK

Jaringan irigasi curah dapat menjadi investasi yang baik apabila dirancang dengan baik, dipasang, dipelihara secara tepat. Perhitungan secara manual memakan waktu dan menimbulkan *human error*. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja (*performance*) irigasi curah melalui simulasi hidrolis menggunakan perangkat lunak EPANET 2.0 dengan menggunakan data sekunder. Penelitian ini dilakukan pada jaringan irigasi curah yang telah terpasang di Desa Tenilo, Gorontalo dan Desa Akar-akar, NTB. Simulasi menghasilkan tekanan rata-rata pada kedua lokasi melebihi dari tekanan optimum yang direkomendasikan yaitu 40 m, namun belum melebihi tekanan maksimum yang direkomendasikan yaitu 65 m. Variasi tekanan pada masing-masing lokasi sebesar 2.82 m dan 9.35 m. Debit yang dihasilkan juga hampir mendekati debit rencana yaitu 9.11 liter/detik. Kecepatan aliran antara kedua lokasi tidak berbeda jauh. Kecepatan aliran pada kedua lokasi kurang dari kecepatan maksimum yang diizinkan yaitu 3 m/detik, berarti jaringan ini aman dari abrasi dan *water hammer* pada pipa. Berdasarkan hasil simulasi menunjukkan bahwa jaringan irigasi curah yang telah terpasang di Desa Tenilo dan Desa Akar-Akar telah memenuhi kriteria batasan hidrolis dalam mendesain sistem jaringan irigasi curah.

**Kata Kunci:** *debit, EPANET 2.0, irigasi curah, kecepatan aliran, tekanan.*

## I. PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu kebutuhan pokok untuk pertumbuhan tanaman. Keberadaan air di dalam tanah (zona perakaran) perlu diatur sebaik mungkin agar pertumbuhan tanaman dapat tumbuh dengan baik. Pemberian air pengairan (irigasi) terhadap lahan-lahan pertanian dalam jangkauan pembasahan permukaan tanah atau pun pembasahan tanah di bawah permukaannya (*surface and sub irrigation*) dapat dilakukan dengan beberapa cara sesuai dengan perancangan lahan-lahan pertanian dan kebutuhan tanamannya akan air pengairan. Salah satu cara pemberian air irigasi yaitu irigasi curah atau *sprinkler* yang menggunakan tekanan yang tinggi.

Irigasi curah adalah sistem pemberian air ke lahan pertanian dengan menggunakan tekanan (*pressure*). Menurut Departemen Pertanian (2010), irigasi curah (*sprinkler*) merupakan teknologi dengan input tinggi dan biaya investasi yang tinggi, tetapi sangat cocok dan sesuai untuk pengembangan lahan kering, misalnya di Nusa Tenggara Timur, Nusa Tenggara Barat serta daerah lahan kering lainnya. Teknologi irigasi ini juga diperlukan untuk usaha tani dengan teknik budidaya tanaman tertentu seperti jenis tanaman pangan seperti jagung, hortikultura, kelapa sawit, tanaman jarak, kapas, nanas, salak, jeruk, cabe, tomat, terong.

Jaringan irigasi bertekanan khususnya irigasi curah dapat menjadi investasi yang baik apabila dirancang dengan baik, dipasang, dipelihara secara tepat. Desain jaringan irigasi curah yang baik memerlukan batasan untuk dimensi pipa, distribusi tekanan, debit serta sejumlah parameter hidrolis yang lain. (Owusu-Ansah, 2011). Perencanaan hidrolis jaringan irigasi curah dengan menggunakan perhitungan manual seperti iterasi coba-coba yang memakan waktu dan menimbulkan *human error*. Perhitungan secara manual tersebut seringkali tidak menghasilkan hasil desain yang memuaskan setelah diterapkan di lapangan, sehingga seringkali dilakukan penyesuaian rancangan. Untuk itu diperlukan alat bantu untuk mengevaluasi desain terlebih dahulu khususnya untuk beberapa parameter hidrolis yang sangat mempengaruhi kinerja jaringan dengan memperoleh rancangan hasil yang detail. Alat bantu tersebut adalah EPANET 2.0. EPANET 2.0 merupakan salah satu *software* distribusi yang

*user friendly* dan banyak digunakan untuk menganalisa sistem distribusi air minum.

Perhatian utama dalam desain jaringan irigasi bertekanan adalah untuk mencapai solusi optimal yang mampu memenuhi kendala jaringan. Hal tersebut sangat sulit dicapai secara manual terutama jika jaringan besar. Hidrolik *software* komputer untuk permodelan hidrolis dapat digunakan untuk mengurangi beban. EPANET adalah salah satu alat yang telah digunakan yang menghasilkan kesuksesan. (Owusu-Ansah, 2011).

Penelitian ini mengusulkan penerapan EPANET 2.0 sebagai alat bantu evaluasi rancangan hidrolis jaringan irigasi curah untuk mengurangi *human error* yang terjadi. EPANET Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja (*performance*) irigasi curah melalui simulasi hidrolis menggunakan perangkat lunak (*software*) EPANET 2.0.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Irigasi Curah

Irigasi curah (*sprinkle irrigation*) disebut juga *overhead irrigation* karena pemberian air dilakukan dari bagian atas tanaman terpancar menyerupai curah hujan (Dinas Pertanian, 2010). Menurut Sapei, *et al.* (2006), beberapa keuntungan irigasi curah antara lain:

- Efisiensi pemakaian air cukup tinggi
- Dapat digunakan untuk lahan dengan topografi bergelombang dan kedalaman tanah (*solum*) yang dangkal, tanpa diperlukan perataan lahan (*land grading*).
- Cocok untuk tanah berpasir di mana laju infiltrasi biasanya cukup tinggi.
- Aliran permukaan dapat dihindari sehingga memperkecil kemungkinan terjadinya erosi.
- Pemupukan terlarut, herbisida dan fungisida dapat dilakukan bersama-sama dengan air irigasi.
- Biaya tenaga kerja untuk operasi biasanya lebih kecil daripada irigasi permukaan.
- Dengan tidak diperlukannya saluran terbuka, maka tidak banyak lahan yang tidak dapat ditanami
- Tidak mengganggu operasi alat dan mesin pertanian.

Menurut Sapei, *et al.* (2006), berbagai faktor pembatas penggunaan irigasi curah adalah:

- Kecepatan dan arah angin berpengaruh terhadap pola penyebaran air

- b. Air irigasi harus cukup bersih bebas dari pasir dan kotoran lainnya
- c. Investasi awal cukup tinggi
- d. Diperlukan tenaga penggerak di mana tekanan air berkisar antara 0,5 - 10 kg/cm<sup>2</sup>.

Menurut Sapei, *et al.*, umumnya komponen irigasi curah adalah sebagai berikut:

- a. Tenaga penggerak
 

Sumber tenaga penggerak pompa dapat berupa motor listrik atau motor bakar. Jenis pompa yang biasa digunakan pada suatu sistem irigasi curah adalah pompa sentrifugal dan turbin. Pompa sentrifugal digunakan apabila debit dan tekanan yang dibutuhkan relatif kecil, sedangkan pompa turbin digunakan apabila debit dan tekanan yang dibutuhkan relatif besar.
- b. Pipa utama
 

Pipa utama (*main line*) adalah pipa yang mengalirkan air dari pompa ke pipa lateral. Pipa utama dibuat permanen di atas atau di bawah permukaan tanah, dapat pula berpindah (*portable*) dari satu lahan ke lahan yang lain. Untuk pipa utama yang ditanam, umumnya dipasang pada kedalaman 0.75 m di bawah permukaan tanah. Pipa *manifold* berdiameter antara 75 - 200 mm. Jenis pipa

yang biasa digunakan baik sebagai pipa lateral, *manifold*, maupun pipa utama antara lain GIP, PVC, PE, dan Alumunium.

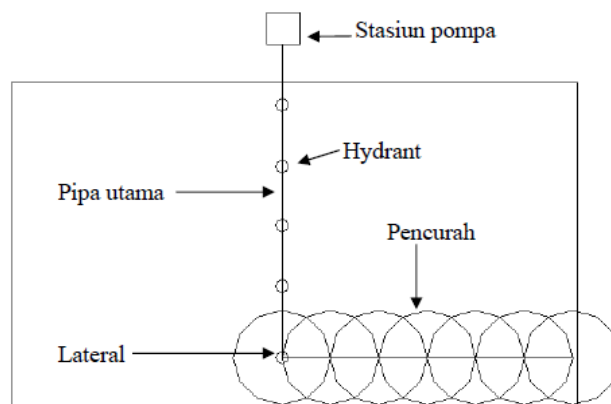
- c. Pipa lateral
 

Pipa lateral adalah pipa yang mengalirkan air dari pipa utama ke *sprinkler*. Pipa lateral biasanya tersedia di pasaran dengan ukuran panjang 5, 6, atau 12 meter setiap potongnya. Pipa lateral berdiameter lebih kecil dari pada pipa *manifold*, umumnya lateral berdiameter 50 - 125 mm, dapat bersifat permanen atau berpindah.
- d. Kepala *sprinkler* (*sprinkle head*)
 

Terdapat dua tipe kepala *sprinkler* untuk mendapatkan semprotan yang baik yaitu:

  1. Kepala *sprinkler* berputar (*rotating head sprinkle*). Kepala *sprinkler* berputar mempunyai satu atau dua *nozzle* dengan berbagai ukuran tergantung pada debit dan diameter lingkaran basah yang diinginkan.
  2. Pipa dengan lubang-lubang sepanjang atas dan sampingnya (*sprayline*)

Skema jaringan irigasi curah dan contoh jaringan pipa dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini:



Gambar 1 Skema jaringan irigasi curah (Prastowo 2002 dalam Hadi 2010)

## 2.2 EPANET 2.0

EPANET 2.0 adalah program komputer yang berbasis windows yang merupakan program simulasi dari perkembangan waktu dari profil hidrolis dan perlakuan kualitas air bersih dalam suatu jaringan pipa distribusi (Agustina, 2007). EPANET dikembangkan oleh *Water Supply and Water Resources Divission USEPA'S National Risk Mangement Research Laboratory* dan pertama

kali diperkenalkan pada tahun 1993 dan versi yang baru diterbitkan pada tahun 1999 (Sudirman, 2012).

*Output* yang dihasilkan dari program EPANET 2.0 ini antara lain debit yang mengalir dalam pipa, tekanan air dari masing masing titik/*node/junction* (Agustina, 2007). Hasil *running* dari program ini dapat berupa peta

jaringan dengan kode warna, tabel data, grafik *time-series*, dan kontur plot.

Keuntungan menggunakan *software* EPANET antara lain:

- Data survei dapat ditafsirkan ke dalam program dengan sedikit perbaikan dalam Microsoft Excel.
- Semua kalkulasi dapat diselesaikan dengan cepat.
- Mudah untuk memeriksa pekerjaan orang lain
- Pergantian cepat dan mudah
- Kompleksitas dan ukuran jaringan tidak terbatas

### III. METODOLOGI PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang berupa *layout* jaringan, jenis pipa, diameter pipa, panjang pipa, spesifikasi *sprinkler*, spesifikasi pompa, jenis katup dan diameter katup yang digunakan pada jaringan irigasi curah Nusa Tenggara Barat dan Gorontalo, data uji kinerja berupa data tekanan dan debit.

Analisis data dilakukan dengan menggunakan *software* EPANET 2.0. Tahapan dalam menggunakan EPANET 2.0 untuk jaringan irigasi curah yaitu:

1. *Layout* jaringan irigasi curah di Nusa Tenggara Barat dan Gorontalo digambar ulang pada *software* EPANET 2.0.
2. Pembuatan *layout* sesuai dengan kondisi nyata di lapangan serta disesuaikan dengan tata cara menggunakan *software* EPANET 2.0.
3. Memilih analisis yang dikehendaki (*Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, Chezy-Manning*). Pada simulasi sistem jaringan irigasi curah ini

digunakan persamaan Hazen-William untuk menghitung nilai kehilangan tekanan.

Persamaan ini digunakan karena persamaan ini paling umum dipakai dan lebih cocok

untuk menghitung kehilangan tekanan untuk pipa yang berdiameter besar yaitu diatas 100 mm (Amunif, 2008). Nilai koefisien Hazen-William dapat dilihat pada Tabel 1.

4. *Input* data disesuaikan dengan data yang ada pada *layout* jaringan. *Input* data meliputi *node, reservoir, pipes, pump, dan valve*. Untuk setiap *properties* memerlukan data *input*-an yang harus diisi secara manual satu persatu. Untuk nilai koefisien *minor loss* pada untuk setiap sambungan dan katup dapat dilihat pada Tabel 2. Untuk data *sprinkler*, diperlukan data *emitter coefficient* yang didapatkan dengan menggunakan rumus (Rossman, 2000):

$$C = \frac{q}{p^y} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

- C = koefisien emiter
- q = debit *sprinkler* (liter/detik)
- p = tekanan *sprinkler* (m)
- y = eksponen tekanan yaitu 0.5

5. Setelah semua data dimasukkan, *run analisis* untuk mengetahui simulasi berhasil atau tidak.

Simulasi Epanet 2.0 memberikan hasil dalam berbagai tabel, grafik dan angka untuk berbagai parameter seperti debit, *head*, kecepatan, energi, *headloss*, dan sebagainya. Hasil dapat ditayangkan untuk setiap pipa, *junction*, pompa yang diinginkan.

**Tabel 1** Koefisien kekasaran Hazen - William untuk pipa baru

Material	Hazen-William C ( <i>unitless</i> )	Darcy-Weisbach ε (feet x 10 <sup>-3</sup> )	Manning's n ( <i>Unitless</i> )
<i>Cast Iron</i>	130 - 140	0.85	0.012 - 0.015
<i>Concrete or Concrete Lined</i>	120 - 140	1.0 - 10	0.012 - 0.017
<i>Galvanized Iron</i>	120	0.5	0.015 - 0.017
<i>Plastic</i>	140 - 150	0.005	0.011 - 0.015
<i>Steel</i>	140 - 150	0.15	0.015 - 0.017
<i>Vitrified Clay</i>	110		0.013 - 0.015

Sumber: Rossman, 2000

**Tabel 2** Koefisien *minor loss* untuk sambungan dan katup

<i>itting</i>	<i>Loss coefficient</i>
<i>Globe valve, fully open</i>	10.0
<i>Angle valve, fully open</i>	5.0
<i>Swing check valve, fully open</i>	2.5
<i>Gate valve, fully open</i>	0.2
<i>Short-radius elbow</i>	0.9
<i>Medium-Rdius elbow</i>	0.8
<i>Long-radius elbow</i>	0.6
<i>45 degree elbow</i>	0.4
<i>Closed return bend</i>	2.2
<i>Standard tee - flow through run</i>	0.6
<i>Standard tee - flow through branch</i>	1.8
<i>Square entrance</i>	0.5
<i>Exit</i>	1.0

Sumber: Rossman, 2000

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Provinsi Gorontalo merupakan daerah agraris dengan keadaan topografi datar, berbukit-bukit sampai dengan bergunung dengan kondisi tipe iklim A sampai dengan tipe iklim E menurut pembagian tipe iklim Smith & Ferguson, sehingga berbagai jenis tanaman pangan dapat tumbuh dengan baik di daerah ini (Ridwan *et al.* 2010).

Lokasi dipasangnya jaringan irigasi curah terletak pada 0° 37' 33" Lintang Utara dan 122° 56' 33" Bujur Timur. Luas lahan jaringan irigasi curah tersebut yaitu 8 hektar. Apabila dilihat dari topografinya, lokasi ini merupakan daerah dengan topografi relatif datar. Berdasarkan data analisis fisik tanah, tekstur tanah di lahan tersebut liat berpasir yang memiliki kapasitas menahan air sebesar 133-208 mm/m. (Balai Irigasi, 2009).

Lokasi kedua pemasangan jaringan irigasi curah terletak di Arungan Bali Desa Akar-akar Kecamatan Bayan, Kabupaten Lombok Utara, Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB). Lokasi tersebut terletak pada 8° 13' 31.89" Lintang Selatan dan 116° 21' 25.99" Bujur Timur. Luas lahan jaringan irigasi curah kurang lebih 18

hektar. Apabila dilihat dari peta kontur, daerah ini merupakan daerah yang memiliki elevasi permukaan tanah yang tidak datar atau berlereng. Berdasarkan hasil analisa sifat dan karakteristik tanah lokasi Arungan Bali desa Akar Akar kecamatan Bayan Lombok Utara, tekstur tanah pada daerah ini mempunyai kadar fraksi pasir yang tidak terlalu tinggi.

Berdasarkan karekteristik tanah pada masing-masing lokasi, maka tanaman yang ditanam pada kedua daerah ini yaitu tanaman jagung. Tanaman jagung memiliki kebutuhan air puncak pada fase pertengahan musim sebesar 5.405 mm/hari. Pada Desa Tenilo, karakteristik tanah yang liat dan berpasir menyebabkan interval irigasi hanya membutuhkan waktu maksimum 2 hari pada fase pertumbuhan awal dengan waktu pemberian air maksimum 1 jam pada fase pertumbuhan pertengahan musim. Sedangkan di Desa Akar-akar, tanah berpasir menyebabkan interval irigasi yang lebih lama yaitu 5 hari pada semua fase pertumbuhan kecuali pada fase pertumbuhan awal dengan waktu pemberian air maksimum 4 jam pada fase pertumbuhan pembungaan. Tabel 3 menampilkan data dasar yang digunakan untuk perencanaan desain sistem irigasi curah.

**Tabel 3** Data dasar desain sistem irigasi curah

Parameter	Lokasi Desa Tenilo dan Desa Akar-akar	Sumber
Jarak antar riser	66 m	Balai Irigasi
Jarak antar lateral	66 m	Balai Irigasi
Debit minimum <i>sprinkler</i>	8.58 liter/detik	Balai Irigasi
Laju pemberian air <sup>a</sup>	7.09 mm/jam	
Luas area setiap <i>sprinkler</i> <sup>b</sup>	4356 m <sup>2</sup>	
Debit dari setiap <i>sprinkler</i> <sup>c</sup>	9 liter/detik	

<sup>a</sup>laju pemberian air = .....(mm/jam)

<sup>b</sup> luas area setiap *sprinkler* = jarak antar riser x jarak antar lateral ....(m<sup>2</sup>)

<sup>c</sup> debit dari setiap *sprinkler* = ..... x luas area setiap *sprinkler* (l/det)

Pada perencanaan irigasi curah diperlukan batasan hidrolis agar menghasilkan rancangan yang sesuai dengan kebutuhan. Batasan hidrolis tersebut yaitu debit rencana, tekanan optimum operasi *sprinkler*, dan kecepatan izin maksimum disajikan pada Tabel 4.

Pada jaringan irigasi curah menggunakan EPANET 2.0 ini dilakukan analisis dengan memasukan data pada *properties junction*, reservoir, pipa, pompa dan *valve*. Data *junction* berupa elevasi dan koefisien emiter. Desa Tenilo

memiliki elevasi permukaan tanah berkisar antara 5.5 – 8.5 m, sedangkan di Desa Akar-akar elevasi permukaan tanah berkisar antara 41.5 – 60 m. Nilai koefisien emiter didasarkan pada jenis *sprinkler* yang digunakan. Jenis *sprinkler* yang digunakan yaitu tipe *gun sprinkler* BIR V.1. Jenis *sprinkler* ini dipilih karena tanaman jagung termasuk tanaman yang cukup tinggi dan mempunyai ketahanan yang cukup terhadap butiran curahan *sprinkler*. Spesifikasi *gun sprinkler* tipe BIR V.1 disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 4** Batasan hidrolis pada jaringan irigasi curah

Parameter	Nilai	Sumber
Debit rencana minimum	8.58 liter/detik	Balai Irigasi
Debit rencana maksimum	11.16 liter/detik	Balai Irigasi
Kecepatan izin minimum	0.3 m/det	Labye et al. (1988)
Kecepatan izin maksimum	3 m/detik	Labye et al. (1988)
Tekanan minimum operasi <i>sprinkler</i>	35 m	Balai Irigasi
Tekanan maksimum operasi <i>sprinkler</i>	65 m	Balai Irigasi
Variasi tekanan	Tidak lebih 20% dari tekanan optimum operasi <i>sprinkler</i>	FAO (2001)

Berdasarkan data debit dari setiap *sprinkler* pada Tabel 3, spesifikasi *sprinkler* yang paling sesuai dengan debit tersebut yaitu debit sebesar 9.11

liter/detik dan tekanan 40 m. Sehingga, koefisien emiter dapat diperoleh berdasarkan persamaan 1 yaitu 1.4 liter/detik/m<sup>0.5</sup>.

**Tabel 5** Spesifikasi *gun sprinkler* tipe BIR versi 1

Tekanan <i>Sprinkler</i> (Bar)	Radius Pancaran (m)	Diameter Basah (m)	Debit (Liter/detik)
3.5	34.2	68.4	8.58
4.0	36.2	72.4	9.11
4.5	37.4	74.8	9.24
5.0	40.4	80.8	9.48
5.5	42.6	85.2	10.00
6.0	44.5	89.0	10.56
6.5	46.2	92.4	11.16

Data reservoir berupa data *total head*. Pada Desa Tenilo, reservoir berupa sumur air dalam yang memiliki kedalaman 100 m dan posisi pompa diletakan pada kedalaman 30 m dari elevasi permukaan tanah. Elevasi permukaan tanah yaitu 7 m. Sehingga, *total head* memiliki kedalaman yaitu 118 m dan posisi pompa diletakan pada kedalaman 34.1 m dari permukaan tanah. Elevasi permukaan tanah 51 m. Sehingga total head sumur air dalam sebesar 16.9 m.

Data pipa berupa data panjang, diameter, koefisien kekasaran pipa, dan koefisien *minor loss*. Jenis pipa yang digunakan untuk pipa utama adalah PVC tipe AZ (10 kg/cm<sup>2</sup>) dengan diameter 127 mm atau 5 inci, sedangkan jenis pipa lateral yaitu PVC tipe AZ (10 kg/cm<sup>2</sup>) dengan diameter 101.6 mm atau 4 inci. Untuk pipa *riser* digunakan pipa Galvanis dengan tinggi 1.5 m dan diameter 76.2 mm atau 3 inci.

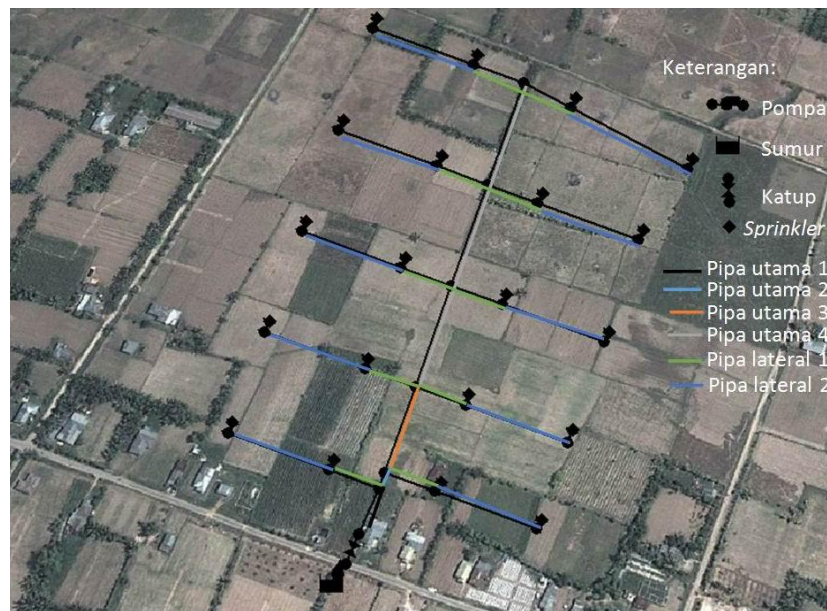
Pada sistem jaringan irigasi curah di Desa Tenilo digunakan 2 jenis sambungan yaitu *medium radius elbow* (sambungan 90°) dan *standard tee-flow trough run* (sambungan bentuk T). Sedangkan di Desa Akar-akar digunakan 3 jenis sambungan yaitu *medium radius elbow* (sambungan 90°), *standard tee-flow trough run* (sambungan bentuk T) dan *45 degree elbow*.

Data pompa berupa data debit pompa dan tekanan pompa. Pada Desa Tenilo, pompa yang digunakan adalah pompa sentrifugal yang memiliki kapasitas debit sebesar 30 liter/detik dengan tekanan pompa sebesar 80 m.

Pada Desa Akar-akar, pompa yang digunakan adalah pomp turbin yang memiliki kapasitas debit sebesar 20 liter/detik dengan tekanan pompa sebesar 100 m.

Data *valve* berupa data panjang, diameter, jenis, dan koefisien *minor loss*. Untuk simulasi sistem jaringan pada Desa Tenilo dan Akar-Akar, digunakan jenis katup GPV (*General Purpose Valve*) berbentuk *gate valve* pada *riser* dan FCV (*Flow Control Valve*) pada pipa utama setelah pompa yang juga berbentuk *gate valve*. Secara umum penggunaan *valve* dengan kurva *valve* memperlihatkan penambahan *head loss* pada pengurangan aliran. GPV digunakan untuk merepresentasikan pipa ketika pengguna mensuplai aliran khusus atau hubungan *head loss* selain dari formula standar hidrolis. Jenis ini dapat digunakan untuk memodelkan turbin sumur bor, atau pengurangan/katup pencegah aliran balik. Jenis katup ini memerlukan kurva *head loss*. Informasi dari pabrik *valve* harus tersedia untuk membangun kurva tersebut. Sedangkan FCV membatasi aliran dalam harga yang spesifik. (Rossman, 2000). Pada jaringan ini katup jenis FCV, diatur dengan tekanan sebesar 80 m.

Skema sistem jaringan irigasi curah di Desa Tenilo dapat ditampilkan melalui *software* EPANET 2.0 seperti pada Gambar 2. Gambar 2 menunjukkan konfigurasi jaringan irigasi curah yang digunakan untuk analisis.



**Gambar 2** Layout sistem irigasi curah di Desa Tenilo, Gorontalo

Pada jaringan tersebut terdapat 20 posisi *sprinkler* yang digambarkan sebagai *junction* pada 10 lateral yang digambarkan sebagai *link*, dan 46 pipa. Karakteristik komponen sistem disajikan pada Tabel 6.

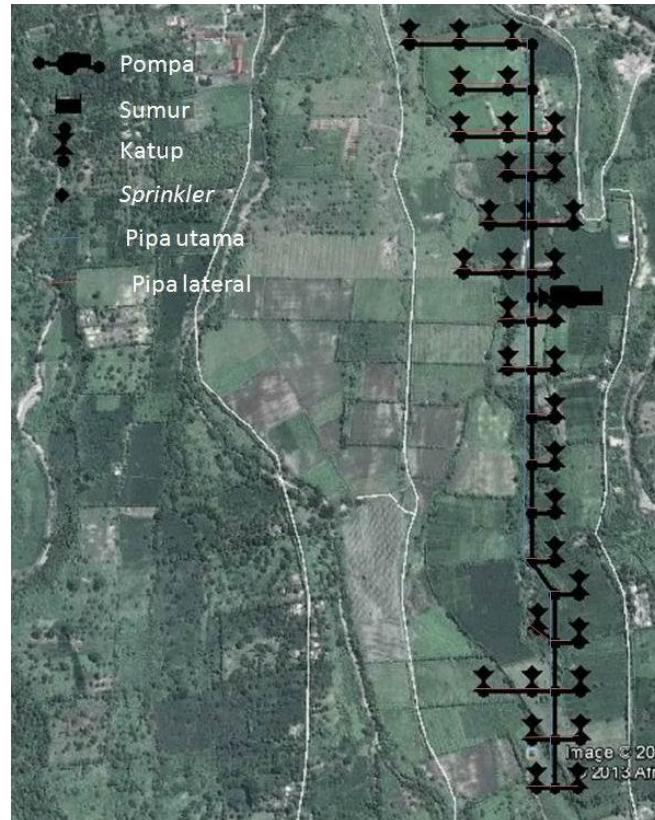
**Tabel 6** Karakteristik komponen sistem jaringan irigasi curah di Desa Tenilo, Gorontalo

Komponen sistem	Panjang (m)	Diameter (mm)	Jenis	Koefisien Kekasaran Hazen William	Koefisien <i>minor loss</i>
Pipa utama 1	60	127	PVC	150	0.2
Pipa utama 2	10	127	PVC	150	0.6
Pipa utama 3	56	127	PVC	150	0.6
Pipa utama 4	66	127	PVC	150	0.6
Pipa lateral 1	66	101.6	PVC	150	0.6
Pipa lateral 2	30	101.6	PVC	150	0.6
Riser	1.5	76.2	Galvanis	120	0.6 atau 0.8
Katup		76.2			0.2

Sumber: Balai Irigasi Bekasi 2009

Untuk skema sistem irigasi curah di Desa Akar-Akar dapat ditampilkan melalui *software* EPANET 2.0 seperti pada Gambar 3 dan karakteristik komponen sistem pada Tabel 7. Gambar 3 menunjukkan konfigurasi jaringan irigasi curah yang digunakan untuk simulasi. Pada jaringan tersebut terdapat 34 posisi *sprinkler* pipa yang

digambarkan sebagai *junction* pada 27 lateral yang digambarkan sebagai *link*, dan 86 pipa. Elevasi permukaan tanah pada *sprinkler* terendah yaitu 41 m dan elevasi permukaan tanah pada *sprinkler* tertinggi yaitu 60 m, serta lokasi umur berada pada elevasi permukaan tanah 51 m.



**Gambar 3** Layout sistem irigasi curah di Desa Akar-akar, Nusa Tenggara Timur

**Tabel 7** Karakteristik komponen sistem jaringan irigasi curah di Desa Akar-akar, NTB

Komponen sistem	Panjang (m)	Diameter (mm)	Jenis	Koefisien Kekasaran Hazen William	Koefisien <i>minor loss</i>
Pipa utama	66	127	PVC	150	0.6
	55	127	PVC	150	0.6
	33	127	PVC	150	0.6
Pipa lateral	66	101.6	PVC	150	0.6
	58	101.6	PVC	150	0.6
	36	101.6	PVC	150	0.6
	33	101.6	PVC	150	0.6
	30	101.6	PVC	150	0.6
	28	101.6	PVC	150	0.6
	24	101.6	PVC	150	0.6
	8	101.6	PVC	150	0.6
<i>Riser</i>	1.5	76.2	Galvanis	120	0.6
Katup		76.2			0.2

Sumber: Balai Irigasi Bekasi 2009

#### 4.1 Tekanan dan Debit

Tekanan mempunyai kaitan erat dengan debit aliran. Aliran yang mempunyai tekanan cukup akan mampu mengalirkan air dengan baik. Akan tetapi, apabila tekanan dalam pipa tidak mencukupi dapat menyebabkan air tidak dapat mengalir. Faktor tekanan harus diperhatikan karena apabila tekanan yang ada pada sistem melebihi batas maka akan terjadi kerusakan pipa akibat teknis seperti pipa pecah sehingga mengakibatkan kebocoran (Akbar, 2013).

Performansi suatu *sprinkler* akan baik jika mengikuti tekanan operasi yang disarankan oleh pabrik pembuatnya. Jika tekanan operasi lebih kecil atau lebih besar dari yang direkomendasikan maka akan terjadi penyimpangan kinerja (Balai Irigasi 2009). Untuk *sprinkler* tipe *gun sprinkler* BIR V.1 tekanan operasi optimum yang direkomendasikan yaitu 4 bar atau 40 m sesuai dengan spesifikasi *sprinkler* yang dipilih. Untuk variasi tekanan 20% (FAO, 2001) antara titik terendah dan titik tertinggi yang diizinkan tidak

boleh melebihi 8 m (20% dari tekanan optimum *sprinkler*). Perbandingan hasil simulasi terhadap hasil observasi untuk tekanan dan debit di Desa Tenilo dan Akar-Akar disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8 menunjukkan bahwa tekanan rata-rata pada kedua lokasi melebihi dari tekanan optimum yang direkomendasikan yaitu 40 m. Nilai tersebut belum melebihi nilai tekanan izin maksimum yang direkomendasikan yaitu 65 m, berarti air yang dipompa dapat dikeluarkan oleh *sprinkler* untuk memenuhi kebutuhan debit yang direncanakan sebesar 9.11 liter/detik. Tekanan yang terlalu besar ini, menyebabkan semburan air pecah terlalu banyak menimbulkan kabut yang mudah menguap serta hilang ke udara, dan sebagian besar air akan jatuh dekat *sprinkler*. Hal tersebut akan mempengaruhi jarak pancaran dan keseragaman sebaran air. Oleh karena itu, untuk mendapatkan nilai tekanan yang mendekati tekanan optimum dapat dilakukan dengan pengaturan kran pada *riser*.

**Tabel 8** Perbandingan hasil simulasi terhadap hasil observasi untuk tekanan dan debit

Parameter	Simulasi				Observasi	
	Desa Tenilo		Desa Akar-Akar		Desa Tenilo	Desa Akar-Akar
	Terendah	Tertinggi	Terendah	Tertinggi		
Elevasi permukaan tanah (m)	5.5	6.8	41	60		
Tekanan rata-rata (m)	52.51	55.33	53.55	44.20	≥ 45	35 - 60
Variasi Tekanan (m)	2.82		9.35			
Debit rata-rata (liter/detik)	10.15	10.42	10.25	9.31	8.58 - 10.56	8.58 - 10.56

Tabel 8 juga menunjukkan bahwa variasi tekanan pada jaringan irigasi curah di Desa Akar-akar lebih besar jauh melebihi variasi tekanan di Desa Tenilo dan melebihi nilai variasi tekanan yang diijinkan yaitu 7 m. Variasi tekanan yang terlalu besar tersebut dapat terjadi karena adanya perbedaan elevasi permukaan tanah yang sangat besar di Desa Akar-akar yaitu sebesar 19 m yang menyebabkan tekanan rata-rata *sprinkler* pada elevasi permukaan tanah terendah lebih besar 9.35 m dari pada *sprinkler* dengan elevasi permukaan tanah tertinggi. Selain itu, nilai tekanan sangat dipengaruhi oleh panjang pipa dari sumber air menuju *sprinkler* aktif. Panjang pipa dari sumber air menuju *sprinkler* aktif pada elevasi permukaan tanah tertinggi lebih panjang yaitu 682 m daripada panjang pipa dari sumber air menuju *sprinkler* aktif pada elevasi permukaan tanah terendah yaitu 363 m. Hal tersebut dapat menyebabkan meningkatkan nilai kehilangan tekanan yang akan mengurangi besar tekanan.

Hasil simulasi tekanan dan debit tidak berbeda jauh dari hasil pengukuran di lapangan. Pada Desa Tenilo, hasil pengukuran tekanan operasi di *sprinkler* bisa mencapai 4,5 kg/cm<sup>2</sup> atau 45 m bahkan lebih dengan debit yang dihasilkan berkisar antara 8.58 - 10.56 liter/detik.

Sedangkan di Desa Akar-Akar, hasil pengukuran tekanan operasi *sprinkler* berkisar antara 3.5 - 6

bar atau 35 - 60 m dengan debit yang dihasilkan berkisar antara 8.58 -10.56 liter/detik (Balai Irigasi, 2009)

#### 4.2 Kecepatan Aliran

Melacak perubahan kecepatan aliran dalam sebuah jaringan sangat sulit dilakukan secara manual terutama jika jaringan tersebut sangat luas. Pada saat mendesain jaringan, perancang cenderung mengabaikan efek kecepatan dalam sistem. Kecepatan yang tinggi cenderung meningkatkan *head loss* pada jaringan pipa. Keuntungan dari EPANET adalah bahwa setiap perubahan dalam diameter dan panjang pipa secara otomatis dihitung dan perubahan dalam parameter kunci seperti kecepatan dan tekanan yang ditunjukkan pada layar komputer pada lokasi tertentu untuk perancang dalam membuat keputusan (Owusu-Ansah, 2011).

Menurut Labye *et al.* (1988), kecepatan minimum yang dipilih untuk memastikan bahwa ada tidak ada pengendapan padatan. Kecepatan maksimum yang dipilih untuk mengurangi konsekuensi dari *water hammer* (pukulan air) dan untuk membatasi biaya pompa. Nilai-nilai yang biasanya dipilih yaitu 0.3 m/detik dan 3 m/detik masing-masing, tetapi batas ini dapat bervariasi dengan diameter pipa. Hasil simulasi kecepatan aliran di desa tenilo dan akar-akar disajikan pada tabel 9.

**Tabel 9** Hasil simulasi tekanan dan debit

Parameter	Simulasi				Perhitungan	
	Desa Tenilo		Desa Akar-Akar		Desa Tenilo	Desa Akar-Akar
	Terendah	Tertinggi	Terendah	Tertinggi		
Elevasi permukaan tanah (m)	5.5	6.8	41	60		
Kecepatan aliran rata-rata (m/detik)	2.23	2.28	2.04	2.25	1.88 - 2.32	1.88 -2.32

Tabel 9 menunjukkan bahwa kecepatan aliran pada jaringan irigasi curah antara kedua lokasi tersebut tidak berbeda jauh dengan nilai kurang dari kecepatan maksimum yang diizinkan yaitu 3 m/detik, berarti jaringan ini aman dari abrasi dan *water hammer* pada pipa. Meskipun terdapat perbedaan elevasi permukaan tanah yang sangat besar di Desa Akar-akar yaitu sebesar 19 m. Sehingga tidak perlu adanya penambahan diameter pipa. Selain itu, kecepatan pada jaringan di kedua lokasi

*Water hammer* merupakan gejala yang menimbulkan kenaikan tekanan yang sangat tajam. *Water hammer* terjadi apabila aliran dalam

pipa dihentikan secara mendadak oleh kran atau katup, tekanan air pada sisi atas (*cepstream*) akan meningkat dengan tajam dan menimbulkan gelombang tekanan yang akan merambat dengan kecepatan tertentu dan kemudian dapat dipantulkan kembali ke tempat semula. Kerusakan yang ditimbulkan karena pukulan air yaitu pipa dapat pecah karena lonjakan tekanan, peralatan *plumbing* akan rusak akibat tekanan yang ditimbulkan pukulan air, pemasangan instalasi akan rusak karena getaran yang diakibatkan pukulan air, sambungan-sambungan instalasi akan cepat bocor/rusak, katup dapat pecah karena lonjakan tekanan (Murni, 2007).

Hasil simulasi kecepatan aliran tersebut tidak jauh berbeda dengan hasil perhitungan manual yang dilakukan dengan membagi debit hasil pengukuran di lapangan yang dihasilkan dengan luas pipa ( $0.25\pi D^2$ ). Hasil perhitungan manual tersebut menghasilkan kecepatan aliran pada kedua lokasi tersebut berkisar antara 1.88 – 2.32 m/detik.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi menggunakan *software* EPANET 2.0 menunjukkan bahwa jaringan irigasi curah yang telah terpasang di Desa Tenilo (Gorontalo) dan Desa Akar-Akar (Nusa Tenggara Barat) telah memenuhi kriteria batasan hidrolis dalam mendesain sistem jaringan irigasi curah. Kriteria hidrolis berupa debit, tekanan dan kecepatan izin di dalam pipa telah memenuhi batasan yang disyaratkan yaitu debit optimum 9.11 liter/detik, tekanan optimum 40 m, tekanan maksimum 65 m dan kecepatan aliran maksimum

3 m/det. Terdapat perbedaan elevasi permukaan tanah yang besar antara *sprinkler* yang terletak pada elevasi permukaan tanah tertinggi dan pada *sprinkler* dengan elevasi permukaan tanah terendah. Selain itu, nilai variasi tekanan di Desa Akar-Akar melewati batasan nilai variasi tekanan yang disyaratkan sebesar 20% dari tekanan optimum operasi *sprinkler* atau 8 m yaitu sebesar 9.35 m. Namun, nilai variasi tekanan ini tidak mempengaruhi kinerja pengoperasian, karena pada saat pengoperasian hanya menggunakan 2 buah *sprinkler* yang bekerja secara simultan. Akan berbeda apabila *sprinkler* yang dioperasikan melebihi dari debit yang tersedia di sumber air.

### 5.2 Saran

Untuk mengatur tekanan agar mencapai tekanan optimum dan variasi tekanan yang disyaratkan dapat dilakukan pengaturan pada kran. Sedangkan, kecepatan yang tinggi dapat menyebabkan *water hammer* (pukulan air), sehingga pada saat operasi khususnya dalam

pergantian *sprinkler* antara lateral harus dilakukan dengan benar. Jangan sampai menyebabkan semua kran tertutup dalam keadaan pompa sedang beroperasi.

Kecepatan aliran dalam pipa yang hampir mendekati kecepatan maksimum yaitu 3 m/detik perlu dipasang *concrete thrust block*. *Concrete thrust block* diperlukan pada pipa yang mengalami beban hidrolis yang tidak seimbang, misalnya pada pergantian diameter, akhir pipa dan belokan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, Dian Vitta. 2007. *Analisa Kinerja Sistem Distribusi PDAM Kecamatan Banyumanik di Perumnas Banyumanik (Studi Kasus Perumnas Banyumanik Kel. Sronдол Wetan)*[Disertasi]. Bogor (ID): Universitas Diponegoro Semarang.
- Akbar, Taufik 2013. *Evaluasi Kinerja Sistem Distribusi Air pada Pdam Tirta Pakuan di Perumahan Griya Melati Bogor, Jawa Barat*[Skripsi]. Bogor(ID): Institut Pertanian Bogor.
- Amunif. 2008. *Simulasi Jaringan Perpipaan secara Mekanika Fluida dengan Menggunakan Software EPANET 2.0* [Skripsi]. Semarang(ID): Universitas Muhammadiyah Semarang.

- Sapei Asep, Prastowo, Dedi K. 2006. *Teknik Irigasi dan Drainase*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [Balai Irigasi] Tim Balai Irigasi. 2009. *Konsep Laporan Akhir Penelitian Jaringan Irigasi Non Padi (Lanjutan)*. Bekasi: Balai Irigasi.
- Ridwan D, Lolly M M, Subari, Guntur S. 2010. Uji skala penuh teknologi jaringan irigasi non padi (jinp) di kawasan agropolitan provinsi gorontalo. *J Irigasi*. 5 (1): 45-56.
- Departemen Pertanian. 2010. Pedoman Teknis: Pengembangan Irigasi Bertekanan. Direktorat Pengelolaan Air, Direktorat Pengolahan Lahan dan Air, Departemen Pertanian, Jakarta [20 Januari 2014]
- FAO. 2001. *Sprinkler Irrigation Systems. Planning, design, Operation and Maintenance*. FAO Irrigation Manual Module 8, pp. 18.
- Hadi, Ismail. 2010. *Model Rancangan Hidrolika Sub-Unit Irigasi Curah dengan Tekanan Sedang*[Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Labye, Y., Olson, M.A., Galand, A., dan Tsiourtis, M. 1988. Design and Optimization of Irrigation Distribution Networks. *Irr. & Drainage Paper, FAO, Rome, Italy*: 44: 89-146.
- Murni. 2007. Metode sederhana untuk mencegah terjadinya pukulan air di dalam instalasi plambing. *Jurnal.unimus.ac.id*. 5.
- Owusu-Ansah, Frank. 2011. *Hydraulic Modelling of Pressurized Irrigation Networks for Optimization in Design* [Tesis]. Italia: IAO.
- Rossman, A Lewis. 2000. *EPANET 2 User Manual*. AKAMITRA Enineering, Penerjemah. AKAMITRA Engineering. Terjemahan dari: AKAMITRA Engineering.
- Sudirman, Andry. 2012. *Analisa Pipa Jaringan Distribusi Air Bersih di Kabupaten Maeros dengan Menggunakan Software Epanet 2.0* [Jurnal]. Makassar: Universitas Hasanuddin.